



ANALISI ENERGETICA E GESTIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DI SITI PORTUALI

Analisi metodologica e applicazione sperimentale
al sistema portuale livornese

RAPPORTO FINALE

FEBBRAIO 2003

Documento No.:	LIVORNO/REP/FINALE
Revisione:	Finale
Data Creazione:	21/01/03
Data Modifica:	09/01/09
File Name:	AEPLI_REP_Finale_rev7EA

COMUNE DI LIVORNO – UFFICIO TUTELA AMBIENTALE

Responsabile del procedimento: Sonia Filippi

Collaborazione: Grazia Magistro

Hanno collaborato nella fornitura di dati e informazioni

Autorità portuale di Livorno – Area ambiente, qualità e sicurezza

Livorno Porto 2000

Avvisatore marittimo del Porto di Livorno

Operatori portuali

Hanno coordinato e curato la stesura del rapporto:



Daniele Verdesca, Elio Altese

Studi e contributi a cura di



Renato Butta, Mario Morretta, Andrea Pasqualetti, Matteo Giovannelli

Università di Firenze:

Andrea Corti, Giuseppe Grazzini

Nicola Graniglia

INDICE

INTRODUZIONE	8
<i>Gli antefatti.....</i>	8
<i>Il quadro attuale</i>	9
<i>Il finanziamento ministeriale</i>	11
<i>Il progetto di Audit energetico del Porto di Livorno.....</i>	12
<i>La novità di EMAS II.....</i>	16
<i>L'architettura del Report di Audit.....</i>	18
<i>Percorso di redazione e conclusioni</i>	20
PARTE I - LINEE GUIDA METODOLOGICHE PER L'IMPLEMENTAZIONE DI SISTEMI DI GESTIONE ENERGETICO-AMBIENTALE NEI SISTEMI PORTUALI.....	23
PARTE II - QUADRO NORMATIVO IN MATERIA ENERGETICA.....	25
INTRODUZIONE	26
1 RIFERIMENTI NORMATIVI INTERNAZIONALI.....	26
2 LA NORMATIVA ITALIANA	27
3 LA NORMATIVA REGIONALE.....	30
PARTE III - ANALISI ENERGETICA E IMPLEMENTAZIONE DI UN SISTEMA DI GESTIONE ENERGETICO-AMBIENTALE NEL PORTO DI LIVORNO	32
1 QUADRO ECONOMICO E STRUTTURALE DEL SISTEMA PORTUALE 33	
1.1 INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DEL PORTO DI LIVORNO.....	33
1.1.1 <i>Inquadramento territoriale.....</i>	33
1.1.2 <i>Classificazione del porto</i>	33
1.1.3 <i>Delimitazione dell'ambito portuale.....</i>	33
1.1.4 <i>Caratteristiche generali.....</i>	34
1.1.5 <i>Analisi delle aree.....</i>	34
1.1.6 <i>I terminal</i>	38
1.1.7 <i>Lunghezza delle banchine.....</i>	41
1.1.8 <i>Il cantiere navale fratelli Orlando.....</i>	41

1.1.9	<i>Il settore peschereccio</i>	41
1.1.10	<i>I dati caratteristici del porto</i>	42
1.2	IDENTIFICAZIONE DELL' AREA DI STUDIO	47
1.2.1	<i>Sensibilità e problematiche del territorio</i>	47
1.3	IL SISTEMA DELLE INFRASTRUTTURE	49
1.3.1	<i>Le connessioni stradali</i>	50
1.3.2	<i>Il sistema ferroviario</i>	51
1.3.3	<i>Il canale dei Navicelli</i>	52
1.3.4	<i>Il centro intermodale di Guasticce</i>	52
1.3.5	<i>L'aeroporto Galileo Galilei di Pisa</i>	55
1.4	IL SISTEMA DEI TRASPORTI	57
1.4.1	<i>Trasporti delle merci su gomma</i>	57
1.4.2	<i>Il trasporto ferroviario</i>	58
1.4.3	<i>Il trasporto marittimo a corto raggio e il cabotaggio</i>	60
2	QUADRO DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E	
	PROGRAMMAZIONE	63
2.1	QUADRO REGIONALE	63
2.1.1	<i>La legge urbanistica della Regione Toscana</i>	63
2.1.2	<i>Il Piano di indirizzo territoriale (PIT)</i>	63
2.2	QUADRO PROVINCIALE	65
2.2.1	<i>Il Piano territoriale di coordinamento (PTC)</i>	65
2.2.2	<i>Il Piano integrato idrico energetico (PIIE)</i>	67
2.3	QUADRO COMUNALE	70
2.3.1	<i>Le previsioni urbanistiche del PRG di Livorno</i>	70
2.3.2	<i>L'eco-piano energetico del comune di Livorno (EPEC)</i>	72
2.3.3	<i>Le previsioni urbanistiche del PRG di Collesalveti</i>	77
2.4	QUADRO PORTUALE.....	78
2.4.1	<i>Le prospettive di sviluppo del porto di Livorno</i>	78
2.4.2	<i>Le linee guida del Piano Regolatore Portuale</i>	84
2.4.3	<i>Il Piano Operativo Triennale dell'Autorità Portuale</i>	85
2.4.4	<i>I finanziamenti e le opere</i>	87
2.5	I PROGETTI INFRASTRUTTURALI.....	88
2.5.1	<i>Infrastrutture stradali</i>	88
2.5.2	<i>Infrastrutture ferroviarie</i>	89
2.6	PATTI TERRITORIALI	90

3	ANALISI ENERGETICA DEL PORTO DI LIVORNO.....	92
3.1	LE INFRASTRUTTURE ENERGETICHE.....	92
3.1.1	<i>Energia elettrica</i>	92
3.1.2	<i>Gas metano</i>	92
3.1.3	<i>Altri combustibili</i>	93
3.2	QUADRO DEI CONSUMI ENERGETICI DEI SISTEMI TERRITORIALI LOCALI.....	96
3.2.1	<i>Energia Elettrica</i>	96
3.2.2	<i>Gas Metano</i>	105
3.2.3	<i>Gasolio</i>	109
3.3	BILANCIO DELLE EMISSIONI INQUINANTI.....	110
3.3.1	<i>Bilancio Regionale</i>	111
3.3.2	<i>Bilancio Provinciale</i>	112
3.3.3	<i>Bilancio Comunale</i>	113
3.3.4	<i>Bilancio Sistema Portuale</i>	124
3.4	QUADRO DEL FABBISOGNO ENERGETICO E DELLE POTENZE RICHIESTE PER IL RISCALDAMENTO DEGLI EDIFICI.....	125
3.4.1	<i>Premessa</i>	125
3.4.2	<i>Censimento degli edifici e degli impianti termici in area portuale</i>	126
3.4.3	<i>Procedura di calcolo</i>	128
3.4.4	<i>Risultati</i>	131
3.4.5	<i>Discussione dei risultati</i>	147
3.5	CARATTERIZZAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI E DEL BILANCIO DELLE EMISSIONI DEL SISTEMA PORTUALE.....	148
3.5.1	<i>Metodologia</i>	148
3.5.2	<i>Definizione dei flussi di riferimento</i>	151
3.5.3	<i>Bilancio dei flussi dei sistemi territoriali e comunali</i>	154
3.5.4	<i>Bilancio dei flussi in uscita ed in ingresso dal porto</i>	156
3.5.5	<i>Bilancio dei flussi interni al porto</i>	158
3.5.6	<i>Bilancio dei consumi dei combustibili per autotrazione</i>	161
3.5.7	<i>Bilancio dei consumi complessivi dei combustibili nell'area portuale</i>	166
3.5.8	<i>Bilancio delle emissioni inquinanti del Sistema Portuale</i>	168
4	CONCLUSIONI	179
	APPENDICE I – SCHEDE DI RILEVAMENTO.....	184

ELENCO ALLEGATI

ALLEGATO I-1:	REGOLAMENTO (CE) N. 761/2001 DEL 19 MARZO 2001 (EMAS II)
ALLEGATO I-2:	MANUALE PER LA GESTIONE AMBIENTALE DI SITI PORTUALI
ALLEGATO II-1:	QUADRO NORMATIVO
ALLEGATO III-1:	L'ESPERIENZA DEL PIANO ENERGETICO COMUNALE A LIVORNO: DESCRIZIONE SINTETICA DEL LAVORO E DEI RISULTATI
ALLEGATO III-2:	ECO-PIANO ENERGETICO DEL COMUNE DI LIVORNO: SCENARIO C OPZIONE 1 - RETE INDUSTRIALE PER LA DISTRIBUZIONE DEL VAPORE ALLE AZIENDE

ELENCO TAVOLE

- TAVOLA III-1-1: PORTO DI LIVORNO – AREE DEL PORTO VECCHIO (SCALA 1:5.000)
- TAVOLA III-1-2: PORTO DI LIVORNO – AREE DEL CANALE INDUSTRIALE (SCALA 1:5.000)
- TAVOLA III-1-3: PORTO DI LIVORNO – AREE DELLA DARSENA TOSCANA (SCALA 1:5.000)
- TAVOLA III-1-4: PREVISIONE DEI PIANI - FONTE: GRUPPO DI LAVORO PER LE INIZIATIVE FINALIZZATE AL CONSOLIDAMENTO DELLA PIATTAFORMA LOGISTICA COSTIERA (1999)
- TAVOLA III-1-5: INFRASTRUTTURE STRADALI E FERROVIARIE
- TAVOLA III-1-6: INTERPORTO REGIONALE DI GUASTICCE: ZONIZZAZIONE
- TAVOLA III-2-1: PIANO OPERATIVO TRIENNALE 2000-2002 - FONTE: AUTORITÀ PORTUALE DI LIVORNO
- TAVOLA III-2-2: PORTO DI LIVORNO - AREE FUNZIONALI
- TAVOLA III-3-1: IMPIANTI DI PRODUZIONE E LINEE ELETTRICHE DELLA ZONA COSTIERA NORD DELLA TOSCANA
- TAVOLA III-3-2: LINEE LOCALI DI DISTRIBUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA (COMUNE DI LIVORNO)
- TAVOLA III-3-3: PERCORSI DEGLI ELETTRODOTTI NELLA ZONA NORD DI LIVORNO
- TAVOLA III-3-4: RETI DI DISTRIBUZIONE GAS METANO E OLEODOTTI

INTRODUZIONE

Gli antefatti

Il Comune di Livorno, nel 1995, è stata la prima amministrazione pubblica di governo locale a dotarsi di un piano energetico, allora denominato EPEC, Eco Piano Energetico Comunale.

L'esigenza di questo atto di programmazione e pianificazione energetica derivava dalle disposizioni dell'articolo 5 della Legge 10/91 dove, per la prima volta nel quadro normativo nazionale, venivano trasferite ad un comune le competenze di indirizzo e promozione delle risorse rinnovabili e del risparmio energetico.

Infatti, per tutti i comuni con popolazione maggiore di 50.000 abitanti, l'articolato normativo prevede la redazione di un piano energetico comunale, mirato alla promozione ed alla valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili (eolico, solare, fotovoltaico, geotermico, biomasse, etc.), ed all'intervento sul lato della domanda, al fine di garantire un minor consumo di fonti combustibili fossili.

La motivazione di questa nuova impostazione è derivabile da tre assiomi, innovativi per il periodo in cui vennero formulati:

- 1) il primo passo verso la progressiva liberalizzazione dei mercati energetici, che nel corso del decennio è stata consolidata dai decreti "Letta" e "Bersani";
- 2) l'inizio del processo di decentramento amministrativo, anche questo consolidato nel corso del decennio dalle leggi "Bassanini";
- 3) l'attuazione di una evidenza tecnica ed operativa relativa alle fonti energetiche rinnovabili che, per loro stessa natura e conformazione, anche impiantistica, sono fortemente legate al territorio locale; di conseguenza, diveniva necessario spostare il baricentro decisionale e programmatico dal livello statale a quello comunale.

Sulla base di questo nuovo approccio, e come conseguenza della forte necessità di affrontare il nodo dell'energia in un'area come quella livornese, il Comune ottenne un co-finanziamento dall'Unione Europea per la redazione del piano energetico comunale.

L'EPEC è stato quindi implementato all'interno dei piani di finanziamento del Quarto programma Quadro di Ricerca & Sviluppo 1990-1994, nel comparto mirato alla Pianificazione energetica a scala locale (PERU), e gestito dalla Direzione Generale dell'Energia dell'Unione Europea (DG XVII A/2).

Oltre al Comune di Livorno, gli altri soggetti co-finanziatori e promotori dell'EPEC sono stati:

- ASEM Livorno (allora Azienda municipalizzata servizi energia ed acqua);
- Cispel Regione Toscana (Consorzio generale delle aziende municipalizzate dei servizi).

Inoltre, il programma di lavoro e ricerca è stato svolto in cooperazione ed in rete con altre città italiane ed europee che hanno adottato il piano energetico ed ottenuto il cofinanziamento dall'Unione Europea; in particolare:

- Rovigo (I);
- Aarhus (DK);
- Coimbra (P);
- Contea di Leicester (GB).

In estrema sintesi, i risultati delle analisi e delle valutazioni dell'EPEC, furono:

- mappatura georeferenziata del fabbisogno termico;
- analisi e bilancio delle emissioni inquinanti;
- definizione degli scenari di programmazione energetica (dal risparmio dei consumi, alla razionalizzazione degli impianti, all'implementazione di una rete di teleriscaldamento e cogenerazione, etc.).

Particolare cura fu posta all'analisi energetica del territorio, tradotta poi in Sistema Informativo Territoriale (SIT), nel quale, oltre ai dati provenienti dai censimenti delle fonti (civili, servizi, commerciali, industriali), venivano rappresentati, attraverso mappe tematiche, i fabbisogni energetici, i consumi ed i bilanci.

Il piano sollecitava, inoltre, una maggiore attenzione verso i problemi dell'energia, sia attraverso processi di partecipazione, promozione e sensibilizzazione (Agenzie locali), che momenti operativi (Società di scopo).

Successivamente il Comune di Livorno è stato inserito all'interno dell'ICLEI, Associazione internazionale dei comuni contro l'effetto serra.

Il quadro attuale

L'EPEC è stato concepito come strumento dinamico, da aggiornare in relazione alle scelte territoriali, alle variazioni nell'uso delle risorse, alle innovazioni tecnologiche.

Di conseguenza è sempre stata implicita la sua rivisitazione periodica per cogliere gli elementi più significativi che nel frattempo si sono evoluti.

Infatti, alcune delle azioni e dei progetti indicati dall'EPEC sono stati realizzati (costituzione dell'Agenzia Energetica Provinciale, uso di energie rinnovabili nell'Isola della Gorgona), mentre altri sono in corso di realizzazione (recupero energetico del biogas dalla discarica, impianto di cogenerazione e rete di riscaldamento/raffreddamento, impianto fotovoltaico).

Inoltre, molti sono i cambiamenti e le novità presenti nel quadro livornese a seguito della predisposizione dell'EPEC.

Il Comune di Livorno, attraverso l'approvazione del Piano Strutturale prima e del Regolamento Urbanistico poi ha, nel 1999, completato la propria manovra urbanistica, dotandosi di un nuovo piano di sviluppo.

All'interno di questi strumenti sono stati definiti sia gli indirizzi generali che le compatibilità territoriali ed ambientali, con particolare attenzione alle zone portuali ed industriali.

Accanto ai citati ed importanti strumenti per il governo del territorio, sotto il coordinamento del Ministero dell'Ambiente, e del servizio IAR in particolare, è stato recentemente approvato il Piano di risanamento dell'area portuale ed industriale di Livorno, considerata critica per l'alta concentrazione di attività industriali ad alto rischio di incidente rilevante.

Le indicazioni che sono emerse dagli studi individuano la necessità di aumentare i livelli di sicurezza e diminuire gli impatti sull'ambiente, sia all'interno degli stabilimenti, che relativamente a quanto indotto dal trasporto e dalla mobilità delle merci e delle persone.

Obiiettivo altrettanto primario è quello di conseguire maggiore organizzazione del territorio attraverso la razionalizzazione dei flussi e l'approntamento di una più efficace logistica.

In questo senso, negli ultimi tempi, ha conosciuto significative accelerazioni la costruzione dell'Interporto di Guasticce, che prefigura un cambiamento dello scenario dell'intermodalità del trasporto.

Inoltre, tra le infrastrutture che sono in corso di completamento, va anche ricordata la penetrazione in porto (Darsena Toscana) della S.G.C. FI-PI-LI, che consentirà l'accesso diretto ai mezzi di trasporto su gomma alle banchine.

A questo quadro complessivo vanno aggiunti altri due elementi, di settore, ma che incidono fortemente sugli scenari della realtà livornese.

Il primo è relativo alla nuova configurazione istituzionale del porto che, con l'approvazione della Legge 84/1994, ha visto la costituzione dell'Autorità Portuale, soggetto preposto alle azioni di indirizzo, programmazione coordinamento e controllo delle operazioni portuali e delle attività commerciali ed industriali esercitate nei porti.

Queste competenze dell'Autorità Portuale si esplicano con atti di programmazione e pianificazione nell'ambito portuale, quali i Piani Operativi ed il Piano Regolatore Portuale (PRP), attualmente in fase di avanzata predisposizione.

Il secondo è relativo alla Delibera della Giunta Regionale del dicembre del 1998, in cui la Provincia di Livorno è stata inserita tra le aree di sperimentazione per l'attivazione di esperienze pilota di Agenda 21 in Toscana, così come previsto dal Programma Regionale di Sviluppo 1998-2000, attraverso la realizzazione di 2 Programmi di Iniziativa Regionale (PIR) dal titolo:

- Agenda 21: strumenti per la sostenibilità (PIR 1.3.2);
- Azioni sperimentali per lo Sviluppo sostenibile (PIR 2.6).

Su tale base, l'Amministrazione Provinciale ha avviato il processo di sperimentazione, attraverso la costituzione del Forum per l'Agenda 21, quale sede di concertazione tra

tutte le componenti istituzionali, economiche e culturali della Provincia di Livorno, al fine di raggiungere obiettivi di qualità e sviluppo sostenibile del territorio.

Il finanziamento ministeriale

All'interno del quadro descritto, e sulla base delle esigenze prima evidenziate, il Comune di Livorno ha promosso una serie di azioni per l'implementazione e l'attuazione di ulteriori parti del piano energetico comunale.

Per fare questo è stato predisposto un piano d'azione denominato "Sviluppi ed azioni integrative del Piano Energetico del Comune di Livorno", e sottoposto all'attenzione del Ministero dell'Ambiente per un l'ottenimento di un co-finanziamento, nell'ambito del Programma stralcio di Tutela Ambientale.

Con nota del 22.12.1999, il Ministero dell'Ambiente comunicava all'Amministrazione comunale di aver ammesso a co-finanziamento il piano di azione, ed in particolare di contribuire all'attuazione dei seguenti progetti:

- Funicolare solare (Santuario Montenero);
- Città italiane per la protezione del clima;
- Audit energetico del Porto di Livorno e realizzazione di un modello per l'analisi energetica;
- Iniziative pubbliche e pubblicazioni.

Il primo progetto, la "Funicolare solare", è mirato alla realizzazione di un impianto a pannelli fotovoltaici per l'alimentazione della funicolare di collegamento tra la città di Livorno ed il Santuario di Montenero, situato nella zona collinare a sud di Livorno.

La funicolare rappresenta il sistema di collegamento più rapido fra i due poli, con una media giornaliera di circa 9.000 passeggeri.

Agli impatti locali nulli della funicolare, con l'installazione dell'impianto fotovoltaico, si andrà a ridurre ulteriormente la quota di emissioni inquinanti e climalteranti derivanti dalla produzione dell'energia elettrica necessaria al funzionamento della funicolare.

Il secondo progetto, "Città italiane per la protezione del clima", vedrà il Comune di Livorno, insieme a quello di Torino, come centro di coordinamento dell'omonima campagna, e che consentirà, tra l'altro, di attivare importanti forme di informazione ed educazione sul tema dell'energia.

Questo progetto si inserisce nella politica di sviluppo sostenibile dell'Amministrazione comunale, che ha recentemente aderito alla Carta di Aalborg; gli interventi progettati risultano essere, infatti, espressione una volontà pubblica a perseguire obiettivi di sviluppo nella ricerca di soluzioni migliorative per l'ambiente.

In particolare, l'intervento si articolerà nelle seguenti fasi:

- Campagna città sostenibili;
- Costruzione di reporting e di indicatori ambientali;
- Attuazione del processo di Agenda XXI per gli aspetti energetici.

Per quel che riguarda i contenuti e gli obiettivi del terzo progetto, “Audit energetico del Porto di Livorno”, verranno presentati nel dettaglio nel paragrafo successivo.

Infine, il quarto progetto, “Iniziative pubbliche e pubblicazioni”, ha l’obiettivo di valorizzare i risultati dei progetti precedenti attraverso momenti pubblici di sintesi e confronto, che già trovano spazio negli interventi presentati, grazie all’introduzione di metodologie innovative, quali quelle trasposte dall’Agenda XXI.

I vari studi ed analisi elaborati nel corso dell’implementazione e dell’attuazione dei diversi progetti saranno oggetto di convegni e pubblicazioni specifiche, finalizzate ad una sensibilizzazione ed informazione sui risultati ottenuti, e sui temi dell’energia e dell’ambiente.

Il progetto di Audit energetico del Porto di Livorno

I porti possono essere assimilati, per le attività proprie e per quelle indotte, a dei sistemi economici ed energetici complessi, in cui hanno un ruolo rilevante i costi energetici ed ambientali.

Questo perché, di norma, i porti si caratterizzano per una commistione di traffici ed attività di diverso genere, con presenza di poli produttivi, servizi, commerciali, ecc, caratterizzati da consumi elevati di energia, connessi alle attività proprie, ma soprattutto al trasporto (su nave, ferrovia, gomma) delle merci e dei passeggeri, con conseguenti ricadute inquinanti, aventi effetti locali (sul microclima, sulla salute dei lavoratori e della popolazione, sulla qualità ambientale), e complessivi (emissione di gas climalteranti).

La conoscenza dei sistemi energetici, fissi e mobili, stabili ed occasionali, del loro uso, dei loro rendimenti, può diventare la base per la redazione di bilanci energetici ed ambientali, strumento fondamentale ai fini della valutazione complessiva sui possibili livelli di miglioramento complessivo dell’efficienza dei sistemi portuali.

Sulla base di tale considerazioni, il Comune di Livorno ha incaricato l’Istituto di Ricerche Ambiente Italia di svolgere un progetto di ricerca e consulenza, finalizzato allo sviluppo di una metodologia specifica per l’esecuzione di Audit energetici di sistemi portuali e ad una sua prima sperimentazione, validazione e contestualizzazione, attraverso lo studio del caso del Porto di Livorno.

L’obiettivo prioritario della ricerca consiste nella definizione e sviluppo di un modello di Audit energetico dei sistemi portuali e nella sua sperimentazione e validazione attraverso lo studio del caso del Porto di Livorno.

Il modello sarà implementato attraverso la definizione dei seguenti elementi:

- le procedure di Audit per la razionalizzazione ed il risparmio energetico delle strutture e delle infrastrutture fisse del sistema portuale;
- un modello previsionale in grado di supportare il processo decisionale, necessario a stimare gli effetti energetici ed ambientali dei diversi scenari di trasporto e traffico urbano e portuale;

- la struttura dei data base relativi ai dati specifici dei sistemi portuali, sulla cui base sarà disegnata l'architettura del modello previsionale;
- le linee guida per l'integrazione dei risultati del Modello di Audit nei piani di settore, nella programmazione economica e territoriale locale, nei processi di Agenda XXI.

La definizione ed applicazione di un modello di Audit energetico ad un'organizzazione complessa quale un sistema portuale rappresenta senz'altro un'esperienza di tipo innovativo, in quanto, fino ad oggi, le esperienze condotte sono state sviluppate prevalentemente in un'ottica di tipo aziendale, prendendo in considerazione siti puntuali. Molto poco è invece stato sviluppato per un sistema territoriale quale quello portuale, generalmente caratterizzato da una piccola presenza di impiantistica fissa, con una netta preponderanza dei sistemi di logistica e dei trasporti (categorie particolarmente energivore).

Le procedure, sino ad ora patrimonio della disciplina tecnico-scientifica, trovano pertanto in esso scarsa applicazione; questo per 3 essenziali motivi:

- nei sistemi portuali non esiste né una proprietà unica né un unico gestore; sono invece presenti nel processo gestionale e decisionale una molteplicità di attori istituzionali (Autorità Portuale, Autorità Marittima, Comune, Provincia, Marina Militare, Guardia di Finanza, ecc.) e privati (Aziende produttive, Società di trasporto e spedizione, Servizi portuali, Agenzie marittime, Compagnia Portuale, Cooperative di pescatori, ecc.), che interagiscono tra di loro, in modo non sempre coordinato ed efficace;
- non è possibile restringere l'ambito di applicazione di un modello di Audit ai soli confini del sistema portuale normalmente inteso; questo perché esiste una relazione complessa - e quindi con i relativi feedback - tra le scelte di governo dell'area urbana e del territorio e gli effetti sul sistema portuale (e viceversa). Ciò comporta il raggiungimento di delicati equilibri tra i soggetti istituzionalmente preposti, in un contesto di ricerca di compatibilità tra esigenze di sviluppo economico, la tempistica delle decisioni, gli strumenti di governo del territorio e la sostenibilità ambientale;
- nei sistemi portuali sono generalmente predominanti le attività connesse alla logistica ed al trasporto di merci e passeggeri, rispetto all'impiantistica fissa ed alle infrastrutture edilizie e dei servizi. In particolare, l'uso esclusivo di combustibili fossili per vettori su gomma e su nave produce le più forti pressioni ambientali legate alle emissioni inquinanti ed alla congestione dei traffici urbani e mercantili. Proprio nel nodo della logistica e dei trasporti emerge con maggiore evidenza l'impossibilità di limitare il processo di Audit (soprattutto dal punto di vista energetico) ai soli confini amministrativi dell'ambito portuale, estendendolo a quella parte di territorio interagente che comunque viene coinvolto dalle attività marittime.

Da quanto premesso è derivata la necessità di sviluppare un originale modello di approccio di Audit e reporting energetico ambientale, specifico per le realtà portuali, che ha previsto:

- I) Per quanto riguarda le strutture ed infrastrutture fisse del porto, l'integrazione e l'adattamento delle procedure tecniche di Audit energetico normalmente adottate, per un loro utilizzo al di fuori dello stretto ambito della termodinamica impiantistica. Questo allo scopo di acquisire la necessaria flessibilità, dinamicità e continuità, volta a garantire la loro integrazione all'interno di procedure e/o certificazioni riconosciute a livello internazionale e normativo (EMAS/ISO 14000).
- II) Per quanto riguarda il sistema della logistica interna e dei trasporti di merci e passeggeri, l'inserimento del "sistema energetico" (e delle relative problematiche ambientali) all'interno dei processi di scelta e pianificazione di aree più ampie di quelle strettamente portuali. Diviene quindi fondamentale l'integrazione dei fattori energetici (ed ambientali) nei processi di programmazione e pianificazione dei soggetti pubblici di governo, come elemento base del processo decisionale.

Lo schema operativo di definizione ed implementazione del modello integrato di Audit è stato pertanto articolato su tre Assi prioritari:

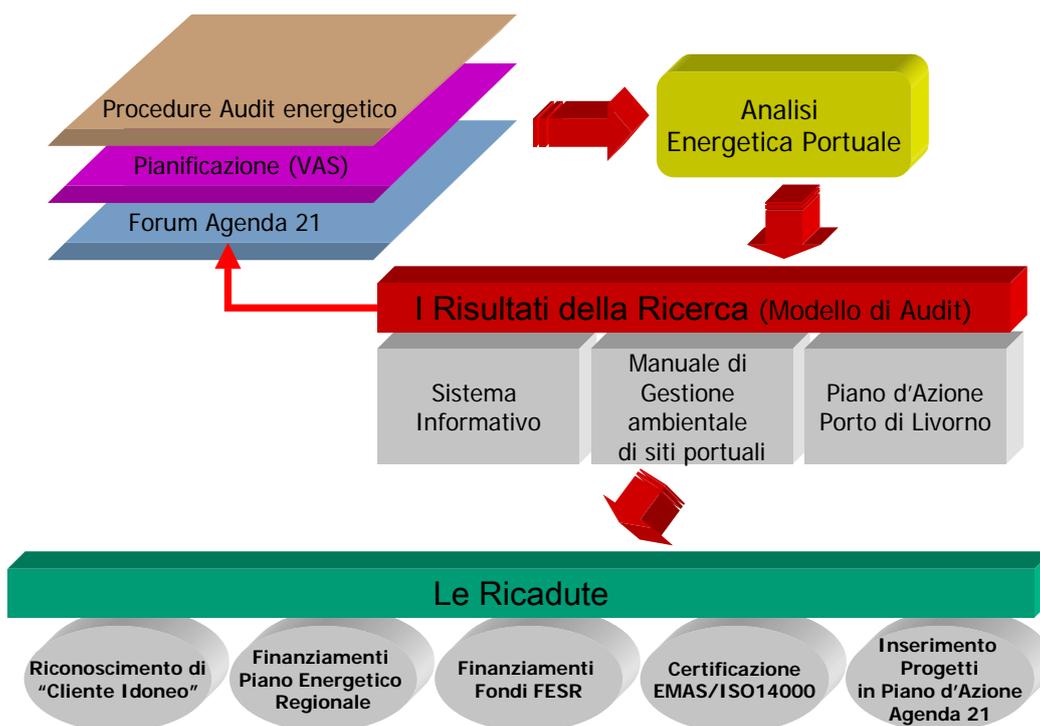
- *Certificazione di qualità ambientale (EMAS II)*. Le procedure tecniche di Audit energetico delle strutture e delle infrastrutture fisse del sistema portuale sono state sviluppate seguendo le indicazioni delle linee guida EMAS e ISO14000.
Tale approccio è stato tenuto anche per una funzione di stimolo verso i soggetti istituzionali e privati a orientarsi verso la certificazione di qualità dell'intero sistema; in questo caso l'Audit energetico deve essere tale da poter essere inserito direttamente nel processo di costruzione dei manuali di qualità e del sistema di gestione ambientale (SGA).
- *Valutazione ambientale strategica (VAS)*. Le procedure di Audit energetico del sistema della logistica interna e dei trasporti di merci e passeggeri hanno seguito la medesima impostazione della Valutazione ambientale dei piani e dei programmi da presentare ai finanziamenti comunitari dei fondi strutturali 2000-2006 (Valutazione Ambientale Strategica-VAS), così come definita dal Manuale predisposto dalla DG XI della Commissione Europea.
- *Processi di Agenda XXI locale*. Obiettivo primario della ricerca è stato anche quello di definire le modalità di integrazione dei risultati ottenuti dai due precedenti punti con gli strumenti più generali di governo del territorio (Piani di settore, programmazione locale). In particolare, è di notevole importanza la possibilità di un'integrazione nei processi di costruzione dell'Agenda XXI locale (comunale e/o provinciale). Agenda XXI è infatti lo strumento di concertazione dove le scelte di

più attori trovano, attraverso il confronto all'interno di un Forum, un indirizzo condiviso all'interno di un quadro di sostenibilità economica ed ambientale.

I risultati della ricerca si sono pertanto concretizzati nella realizzazione di:

- un manuale metodologico, esportabile su tutto il territorio nazionale, per l'implementazione di sistemi di gestione ambientale in ambito portuale;
- un modello previsionale basato su sistema informativo, in grado di supportare il processo decisionale, tramite una valutazione ambientale strategica dei possibili scenari legati ai sistemi della logistica e del trasporto.

La figura nel seguito illustra, in estrema sintesi, il processo, i risultati, così come illustrati nei paragrafi precedenti e i possibili sviluppi futuri derivanti dall'attuazione del progetto.



La novità di EMAS II

Come noto, la principale innovazione concettuale introdotta dal nuovo EMAS II¹ è quella che vede il passaggio dalla nozione di <sito> a quella di <organizzazione> e, quindi, la possibilità di procedere alla registrazione di entità diverse dai siti industriali. Infatti, ai sensi del comma 1 dell'articolo 1 del nuovo regolamento²:

E' istituito un sistema comunitario di ecogestione ed audit, in appresso denominato "EMAS", al quale possono aderire volontariamente le organizzazioni, per valutare e migliorare le prestazioni ambientali delle organizzazioni e fornire al pubblico ed ad altri soggetti interessati informazioni pertinenti.

¹ Il nuovo regolamento EMAS II, benchè introduca diverse novità destinate ad estendere ed a migliorarne l'applicabilità, conferma il cambiamento di politica ambientale che l'Unione Europea ha già avviato nel 1993 con il primo regolamento EMAS I.

Questo cambiamento è, sostanzialmente, fondato su due principi, capaci in prospettiva di incidere non solo sul modo di impostare la nuova legislazione ambientale, ma anche sul modo di produrre delle imprese.

Il primo principio è basato sul controllo integrato delle attività di una impresa.

Si tende, nell'ambito delle nuove direttive europee (IPPC, Seveso II, VIA II), a non considerare più i singoli aspetti dell'impatto e dell'inquinamento ambientale, regolamentandone i limiti, ma a porre sotto attenzione l'attività complessiva dell'impresa ed a controllare le modalità secondo le quali l'impresa stessa gestisce al suo interno le problematiche ambientali, di sicurezza e della salute dei lavoratori.

Il secondo principio, in un certo senso complementare al primo, si basa sulla sollecitazione e sulla premiazione di un comportamento volontario delle imprese verso la riduzione delle pressioni sull'ambiente.

Si tende, cioè, a creare le condizioni affinché le imprese, per conquistare il mercato e sopravvivere, non debbano più solo fornire buoni prodotti o servizi a basso costo, ma debbano, spontaneamente, rendere la loro tecnologia ed i loro metodi di produzione, ed in generale la loro gestione, compatibili con la salvaguardia delle risorse naturali e, quindi, dell'ambiente.

Si cerca, in altre parole, di utilizzare lo stesso stimolo della competitività e del mercato, verso il quale la sensibilità delle imprese è massima, per imporre il criterio secondo cui le risorse naturali devono essere, nella misura più ampia possibile, restituite nell'ambiente nelle stesse condizioni di prelievo e l'inquinamento comunque prodotto deve rientrare nelle capacità di autorigenerazione della natura.

L'utilizzo dell'aria, dell'acqua, del territorio, delle materie prime e dell'energia non deve, quindi, essere considerato più, esterno agli interessi economici dell'impresa, ma deve entrare direttamente, con i suoi costi, nel bilancio economico delle società che devono, perciò operare per ridurre il peso ai fini di preservare la loro competitività.

Il sistema europeo EMAS (Environmental Management and Audit Scheme) si proponeva l'obiettivo di favorire una riorganizzazione e razionalizzazione della gestione ambientale dell'azienda basata non solo su rispetto dei limiti imposti dalla legge, che rimane comunque un obbligo dovuto, ma su un rapporto nuovo tra stessa impresa, le istituzioni ed il pubblico.

La nuova linea, fortemente innovativa, secondo cui dovrebbe evolvere la politica ambientale dell'Europa, e quindi anche dell'Italia, e che è confermata dal nuovo regolamento, tende a sostituire il vecchio rapporto conflittuale e repressivo tra potere pubblico e mondo imprenditoriale, con l'adesione volontaria delle imprese al progetto di miglioramento dell'ambiente, la cooperazione con l'amministrazione, il supporto reciproco e la trasparenza dei comportamenti nei confronti del pubblico.

² Vale la pena ricordare che gli atti comunitari qualificati come "regolamento" non necessitano di uno specifico atto normativo di recepimento nell'ordinamento di ciascuno stato membro dell'Unione Europea, ma vi entrano "per forza propria" ai sensi del Trattato di Roma, istitutivo della CEE, poi integrato e più volte modificato dai trattati di Maastricht e di Amsterdam.

Non è dunque casuale che la UE ricorra assai di rado agli atti regolamentari, e quando lo fa si premura che l'oggetto dello stesso non siano norme cogenti per i destinatari finali, cioè le imprese, bensì norme ad adesione volontaria come sono appunto quelle dell'attuale regolamento EMAS.

Si può subito osservare che esiste una rilevante differenza tra il campo di applicazione del “vecchio” regolamento, dove i soggetti destinatari erano qualificati come “imprese che svolgono attività industriali”, ed il nuovo, che risulta applicabile a qualunque “organizzazione”.

Ciò che il regolamento denomina “organizzazione” è costituito da *<società, aziende, imprese, Autorità od istituzioni, o parte o combinazione di essi, con o senza personalità giuridica pubblica o privata, che hanno amministrazione e funzioni proprie>*.

In pratica questo significa che anche un soggetto istituzionale come un’Autorità Portuale può operare per ottenere la registrazione EMAS.

Ciò implica che i problemi che l’Autorità dovrà considerare non possono limitarsi al solo sistema di gestione della struttura, ma devono essere compresi anche gli aspetti della gestione del territorio e della qualità ambientale dei servizi connessi, con particolare attenzione al sistema delle infrastrutture.

In particolare, gli aspetti da tenere in considerazione dovranno essere:

- ricerca del livello massimo di compatibilità tra sviluppo ed ambiente;
- valutazione di scelte strategiche alternative e relative priorità;
- definizione di una pianificazione ambientale dell’area portuale con l’indicazione di obiettivi concreti e misurabili e delle relative responsabilità;
- verifica continua e monitoraggio della pianificazione ambientale dell’area;
- corretto bilanciamento tra iniziative di privati e bisogni sociali pubblici;
- educazione ambientale dei dipendenti e degli operatori economici;
- consultazione e ricerca del consenso dei cittadini.

Per istituzioni molto grandi come quelle portuali, per la complessità della loro gestione e la molteplicità degli aspetti ambientali da considerare, sarà possibile ottenere la registrazione separata di parte dell’organizzazione.

L’Autorità si dovrà però impegnare a dichiarare il suo impegno ad estendere gradualmente la registrazione a tutte le parti dell’organizzazione portuale; comunque, la comunicazione e l’uso del logo EMAS non dovranno prestarsi ad ambiguità, ed essere chiaramente riferiti solo alle parti dell’organizzazione che sono state registrate.

A fronte di questa novità, è stata apportata una profonda modifica all’impostazione metodologica del lavoro, scegliendo di sviluppare il modello di audit energetico in forma integrata ad un processo di registrazione EMAS.

Di conseguenza, il risultato della metodologia non sarà quello esclusivo dell’audit energetico per i sistemi portuali, ma l’intera procedura di accreditamento EMAS per un porto, al cui interno sono sviluppate con maggiore dettaglio ed ampiezza proprio le parti relative ai fattori energetici, delle emissioni e delle politiche ambientali dei sistemi portuali.

L'architettura del Report di Audit

Sulla base degli obiettivi di Audit energetico del sistema portuale, definiti dal progetto co-finanziato dal Ministero dell'Ambiente, ed in sintonia con quelli che sono i nuovi approcci del Regolamento EMAS II, analizzati nel paragrafo precedente, l'intera architettura del Report di Audit è stata suddivisa in quattro sezioni:

- *Sezione metodologica:* Gestione ambientale ed EMAS II;
- *Sezione normativa:* quadro delle competenze energetiche;
- *Sezione analisi:* Audit energetico sistema portuale livornese.

La prima sezione, quella metodologica, risponde all'esigenza primaria del progetto di definire una possibile linea di approccio standard per la realizzazione di un sistema di gestione ambientale di un sito portuale.

La seconda è volta a ricostruire l'evoluzione e lo stato attuale del sistema normativo in campo energetico, anche alla luce del processo di liberalizzazione del mercato energetico e dell'evoluzione dello stato in senso federalista, attualmente in corso.

La terza sezione, quella empirica di audit del sistema portuale livornese, risponde alla seconda esigenza progettuale, cioè quella di dare concreta applicazione all'approccio metodologico, contestualizzandolo nel sistema portuale locale.

E' stato valutato come fondamentale mantenere separate le sezioni per tre specifiche ragioni:

- l'approccio metodologico è stato ampliato, ed è stato pensato come integrato all'interno di una più ampia procedura di auditing, necessaria al raggiungimento degli obiettivi EMAS II;
- l'applicazione empirica del metodo si scontra con le difficoltà procedurali derivanti dalla diversità delle competenze e degli approcci dei soggetti coinvolti: Amministrazione Comunale ed Autorità Portuale;
- l'applicazione empirica, con le difficoltà ad essa connesse, porta ad una revisione in progress dello stesso lavoro metodologico.

Per quel che riguarda il primo punto, è importante sottolineare la novità di paradigma e di metodo che il lavoro di integrazione dell'audit energetico per i sistemi portuali all'interno di una procedura EMAS II porta con se.

Infatti, attualmente non esiste una letteratura scientifica consolidata per l'implementazione di un approccio metodologico per l'analisi dei flussi energetici all'interno delle attività portuali, ne tanto meno la definizione di una politica integrata per il raggiungimento degli obiettivi di razionalizzazione ed efficienza dei sistemi energetici, e dei relativi impatti ambientali ed economici che comportano.

Ancor meno esistono lavori metodologici od empirici di applicazione a sistemi portuali delle procedure EMAS.

Di conseguenza, il tentativo di affrontare congiuntamente le due diverse carenze, assume un preciso significato:

- quello di spostare il tema dell'energia dalla sua caratteristica di settore, inserendola in un sistema più complesso, di cui è però elemento strategico dal punto di vista degli impatti ambientali ed economici;
- quello di operare con un approccio sempre più di sistema, facendo sì che qualunque analisi o progettualità che si voglia sviluppare debba essere sempre pensata come parte di sistemi complessi più ampi, così come è l'approccio EMAS, e non solo come elemento di settore a compartimento stagno, che non interagisce con gli altri elementi del sistema di cui fa comunque parte.

Pertanto, tutta la prima parte, è stata sviluppata nell'ottica di definire una metodologia di Audit energetico dei sistemi portuali, ma come parte di una procedura di accreditamento europeo dell'EMAS.

Per quel che riguarda la terza parte, l'applicazione empirica sul sistema portuale livornese, è importante chiarirne l'approccio con cui viene sviluppata.

Infatti, come accennato precedentemente, la scelta di mantenere separate la sezione metodologica da quella empirica, deriva dalla necessità di non confondere l'approccio scientifico con quello operativo, data la forte divergenza dei tempi e delle procedure.

Questo perché, per attuare concretamente una procedura di audit, è necessario dover affrontare alcune problematiche contestuali e culturali che non hanno nessuna relazione con l'approccio metodologico; è però ovvio che, se non prese debitamente in considerazione, faranno sì che il metodo elaborato, per quanto corretto, possa divenire sostanzialmente inapplicabile.

I rapporti non sempre idilliaci tra i diversi soggetti amministrativi con competenze sull'area portuale, i dati a volte assenti e comunque non omogenei, le diverse tempistiche operative e la non chiarezza delle disposizioni normative, la partecipazione degli interessi diffusi al processo decisionale, alzano il livello di complicazione dell'applicazione empirica della metodologia.

Di conseguenza, la scelta operata è stata quella di mantenere al massimo livello possibile le due opzioni (di metodo ed empirico), senza che le difficoltà che entrambe presentano possano inficiare il lavoro di reciproca evoluzione.

In questo modo, non solo è possibile ottenere la massima trasparenza tra i due approcci, ma è anche la possibilità di un feedback interattivo, in modo da far sì che i due lavori si influenzino reciprocamente durante il loro sviluppo.

Obiettivo concreto è quindi quello di un modello che, oltre alla correttezza formale e scientifica, sia intrinsecamente testato "sul terreno"; analogamente, quello di una sperimentazione che, nonostante le difficoltà operative che può incontrare sul campo, non risulti appiattita su queste, ma che abbia comunque una visione più lungimirante,

sia dei risultati delle analisi, che degli scenari di programmazione e progettazione offerti ai decisori pubblici.

Infine, la sezione normativa è sviluppata con l'obiettivo di fornire un quadro, per quanto possibile organico, di quella che è la complessa architettura legislativa dei sistemi energetici ed ambientali.

In particolare, forte attenzione è stata data al processo di decentramento amministrativo, ed alle nuove competenze locali sulla domanda e sull'offerta dell'energia; il tutto all'interno delle dinamiche di liberalizzazione del mercato energetico, e delle difficoltà politiche in cui versano gli obiettivi del Protocollo di Kyoto.

Percorso di redazione e conclusioni

Così come definito dagli obiettivi di progetto, il percorso di redazione è stato caratterizzato da due fasi di report:

- nella prima fase è stato elaborato il rapporto di sintesi, ad otto mesi dall'inizio dei lavori, in cui viene presentata un'analisi di quello che è lo stato dell'arte degli strumenti di programmazione e pianificazione presenti nel sistema territoriale livornese.
- nella seconda è stato consegnato il rapporto finale, a diciotto mesi dall'inizio dei lavori, in cui viene presentata l'intera metodologia di audit energetico ambientale ed i suoi risultati, integrata dal manuale sulle linee guida per la certificazione ambientale dell'Autorità portuale.

Relativamente ai contenuti dei due report:

- nel primo, l'analisi dello stato dell'arte, è stata suddivisa in due specifici elementi:
 - uno relativo all'analisi dei diversi documenti ed accordi prodotti da Enti Locali di diversa scala e da privati, corredata da una relazione di sintesi di tutti questi elementi, con allegati di dettaglio per specifici punti del quadro economico e territoriale;
 - l'altro relativo a specifiche cartografie, che hanno il principale pregio di aver raccolto e integrato le analisi e gli studi effettuati da diversi soggetti, con finalità di settore, ma che hanno nel porto e nei sistemi infrastrutturali che lo intrecciano un baricentro di massima portata;
- nel secondo, l'audit del bilancio energetico ambientale del porto, è stato anche questo suddiviso in due specifici elementi:
 - uno relativo all'analisi energetica ed ambientale dei sottosistemi in cui è possibile suddividere il porto (volumetrie, logistica interna di terra, logistica interna marittima), definendo con un elevato livello di dettaglio sia il bilancio energetico dei consumi che quello delle emissioni inquinanti e climalteranti;
 - l'altro, relativo alla certificazione ambientale EMAS II (o ISO 14000) dell'Autorità Portuale, in cui sono state sviluppate le linee guida normative e tecniche per l'implementazione di un Sistema di Gestione Ambientale, corredato

da numerose schede tecniche derivate dalle esperienze di gestione dell'ambiente di numerosi porti a livello europeo ed internazionale.

E' quindi importante sottolineare come, sebbene incentrato sul porto, tutto il lavoro ha il pregio di:

- III) Aver ricondotto in uno schema organico gli innumerevoli documenti di programmazione ed amministrazione prodotti, nel tempo, dai diversi soggetti operanti nel e con il porto; di aver, inoltre, tentato di ricostruire un *fil rouge* tra questi documenti, sebbene tutti nati con obiettivi differenti. E' ovvio che l'ottica con cui sono stati raccolti, selezionati ed analizzati tutti i materiali e le relative cartografie, è quella che ha nell'energia e nell'ambiente i suoi punti cardine; di conseguenza, sono stati considerati e inclusi nell'analisi anche tutti quegli elementi che, seppure indirettamente, possono però avere forti risvolti sul sistema energetico oggetto di studio. Oltre alla parte sullo stato dell'arte della pianificazione, in integrazione a questa, vengono proposti specifici approfondimenti relativi agli aspetti delle competenze normative, dei modelli di analisi dei sistemi di trasporto, dei bilanci dei consumi energetici alle diverse scale.
- IV) Aver sviluppato un bilancio energetico ambientale del Porto di estremo dettaglio, sia per la suddivisione del sistema portuale in sottosistemi (le analisi sono cioè riferite ai singoli sottosistemi e non, in termini generici, all'entità porto), sia per la costruzione "partecipata" del modello, ovverosia aver utilizzato e validato dati non dall'alto di una presunta scientificità, ma direttamente con i diversi operatori locali portuali, che ne sono stati i fornitori ed i verificatori.
- V) Aver fornito al sistema decisionale anche un innovativo e lungimirante documento relativo alla possibilità di utilizzo delle politiche energetiche all'interno di un processo di certificazione ambientale. E' stato cioè scelto di non rimanere legati, nell'implementazione del lavoro, alla sola gestione del quotidiano (già di per sé comunque nuovo e complesso per il settore energetico portuale), ma di fornire uno strumento in più nel sistema competitivo tra scali marittimi, attraverso un'indicazione sinergica delle potenzialità offerte dal Sistema di gestione ambientale nei confronti della competizione economica tra gli scali marittimi, dove il termine "qualità" può essere uno dei determinanti nella valutazione degli operatori commerciali per la scelta dei sistemi portuali di cui avvalersi.

Infine, è necessario evidenziare lo sforzo compiuto dal gruppo di lavoro nell'elaborazione e nello sviluppo dell'architettura complessiva del lavoro, sia dal punto di vista metodologico che empirico, con l'obiettivo di fornire la visione complessiva del sistema energetico/ambientale/portuale in relazione ai suoi risvolti organizzativi e gestionali, in rapporto alle politiche di sviluppo.

Ciò oltrepassa i confini del mero calcolo impiantistico o la specifica applicazione modellistica, seppur presenti, cos' come le mere competenze amministrative o autorizzatorie.

La speranza è che il dibattito ed il confronto intorno a questo tema, fondamentale sul piano metodologico, e strategico per il sistema economico ambientale livornese, si avvii sin dal giorno dopo la consegna finale del lavoro, coinvolgendo il maggior numero di soggetti possibile, al fine di valorizzare opportunamente il livello della qualità offerto dalle informazioni tecniche, dai contenuti scientifici e dai risultati innovativi raggiunti dallo studio.

Se questo dovesse avverarsi, verrebbe raggiunto uno degli obiettivi più ambiziosi del lavoro: la sua immediata spendibilità ai fini del miglioramento della qualità della vita economica ed ambientale della comunità portuale e cittadina livornese.

PARTE I - Linee guida metodologiche per l'implementazione di sistemi di gestione energetico-ambientale nei sistemi portuali

Per la parte I, si rimanda integralmente ai seguenti allegati:

Allegato I-1 - REGOLAMENTO (CE) N. 761/2001 DEL 19 MARZO 2001 (EMAS II)

Allegato I-2 - MANUALE PER LA GESTIONE AMBIENTALE DEI PORTI - APPLICAZIONE DEL
REGOLAMENTO CE/761/2001 (EMAS II) AI SITI PORTUALI

PARTE II - Quadro normativo in materia energetica

Il quadro normativo internazionale, nazionale e regionale in campo energetico, di cui nel presente capitolo è riportata una sintesi, è presente in forma completa nell'Allegato II-1 al presente documento.

INTRODUZIONE

La programmazione in campo energetico è un nuovo indirizzo di pianificazione e gestionale manageriale a disposizione delle organizzazioni, la cui definizione è avvenuta solo nell'arco dell'ultimo decennio, all'interno di un quadro normativo e di mercato tuttora in continua evoluzione.

Al fine di meglio far comprendere quale nuovo percorso si sta man mano prospettando, soprattutto per il settore (trasversale) dell'energia, riportiamo di seguito, in forma sintetica, i principali capisaldi normativi, sia direttamente che indirettamente connessi con il governo dei sistemi energetici locali.

1 RIFERIMENTI NORMATIVI INTERNAZIONALI

Protocollo di Kyoto

L'accordo sulle emissioni inquinanti e sulle politiche energetiche, sottoscritto dal Governo nazionale nel 1998, prevede la riduzione delle emissioni climalteranti del 7% per l'intera Unione europea. Per l'Italia, la quota di riduzione è fissata al 6,5%. Questo valore, tecnicamente, significa che rispetto al livello delle emissioni stimate nel 1990, queste devono essere ridotte di un ulteriore 6,5%.

Anche il Piano energetico regionale prevede analoga soglia di riduzione, come obiettivo delle scelte di programmazione degli enti locali.

Direttive liberalizzazione mercato energetico

La direttiva 19 dicembre 1992, n.96, stabilisce norme comuni per la produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Quattro sono i punti principali affrontati:

- 1) Modalità di accesso al mercato;
- 2) Organizzazione del settore elettrico in Europa;
- 3) Procedure per la costruzione di nuovi impianti di generazione;
- 4) Sistema di gestione della rete di trasmissione e distribuzione.

In Italia la direttiva sulla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica è stata recepita con il decreto 79/1999 ("Bersani").

La direttiva 22 giugno 1998, n.30, stabilisce norme comuni per il mercato interno europeo del gas naturale.

In particolare, l'obiettivo è la realizzazione di un mercato concorrenziale europeo del gas naturale attraverso la creazione di singoli mercati nazionali liberi.

La liberalizzazione dei diversi mercati nazionali è quindi solo strumentale rispetto alla introduzione di un mercato concorrenziale comune. I singoli Stati membri, tenuto conto della loro organizzazione del settore e nel rispetto del principio di sussidiarietà, devono assicurare che le imprese del gas siano gestite conformemente al raggiungimento dell'obiettivo attraverso la progressiva e graduale rimozione delle barriere alla concorrenza.

In Italia la direttiva sulla liberalizzazione del mercato del gas è stata recepita con il decreto 164/2000 ("Letta").

Libro Bianco europeo: strategia e piano di azione della UE nel campo energetico

La Commissione ipotizza per il 2010 un contributo delle fonti energetiche rinnovabili (FER) al consumo interno lordo di energia dell'Unione europea del 12% (attualmente è il 6%). Ogni Stato membro dovrà definire la propria strategia e indicare quali misure adotterà per incentivare le FER.

Sarà fondamentale, per il raggiungimento dell'obiettivo, incentivare l'utilizzo di fonti rinnovabili mature da un punto di vista tecnologico, quali, ad esempio l'eolico e le biomasse.

La crescita dell'idroelettrico sarà probabilmente molto contenuta, mentre si prevede una decisa crescita del solare termico.

2 LA NORMATIVA ITALIANA

Legge nazionale sul ruolo degli enti locali

La legge 142/1990 attribuisce agli enti locali la protezione e la valorizzazione delle risorse locali, con particolare riferimento ad acqua ed energia.

Legislazione nazionale sull'energia

Si fa riferimento alle LL.9 e 10 del 1991 ed al DPR 412/1993 e successive modifiche, il cui obiettivo è la soddisfazione della domanda attraverso la progressiva sostituzione delle fonti tradizionali con le fonti rinnovabili ed assimilate.

Liberalizzazione del mercato energetico

Il decreto legislativo di recepimento della direttiva europea sul mercato unico dell'energia elettrica (decreto 79/1999 "Bersani"), determina il riassetto dell'intero

settore attraverso una progressiva liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica, in cui i soggetti sino ad ora vincolati ad ENEL potranno invece acquistare energia da fornitori diversi (nazionali ed europei), ai migliori prezzi del mercato.

E' prevista la figura del "cliente idoneo", cioè del soggetto, pubblico o privato, che potrà acquistare liberamente energia sia dal mercato nazionale che da quello europeo.

Il decreto legislativo di recepimento della direttiva europea sul mercato unico del gas naturale (decreto 164/2000 "Letta"), determina il riassetto dell'intero settore, attraverso una progressiva liberalizzazione del mercato del gas, in tutte le parti della sua filiera, in cui sia i distributori (vincolati a SNAM) che gli acquirenti finali (vincolati all'azienda del gas locale), potranno acquistare energia da fornitori diversi (nazionali ed europei), ai migliori prezzi di mercato.

Anche in questo settore è previsto il ruolo del cliente idoneo, sia pubblico che privato, che può acquistare con meno vincoli di soglie consumo di quanto non vi sia nel settore dell'energia elettrica.

Delibera CIPE

La delibera CIPE sul protocollo di Kyoto contribuisce a definire le politiche e le misure nazionali per rispondere agli impegni assunti sulla riduzione delle emissioni dei gas serra. E' stata elaborata nello spirito dell'approccio partecipativo degli operatori interessati e prevede il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dando priorità ai meccanismi consensuali rispetto a quelli di comando controllo.

Carbon Tax

La norma, contenuta nel collegato alla finanziaria, introduce un'aliquota di tassazione legata alle emissioni di CO₂ caratteristiche dei diversi combustibili, iniziando il necessario processo di internalizzazione delle esternalità dei processi energetici. Quota parte del flusso economico della *Carbon Tax* verrà indirizzato alle Regioni.

Federalismo amministrativo

Il conferimento delle funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli enti locali, attuato tramite il decreto legislativo 112/1998, apre una prospettiva di ampio e significativo coinvolgimento nelle scelte e di precisa responsabilizzazione nell'attuazione degli obiettivi di politica energetica.

In particolare, per le Province, vengono attribuiti i compiti di autorizzazione per gli impianti (con combustibili fossili) di potenza termica inferiore ai 300 MW, mentre sono di loro competenza le autorizzazioni per tutti gli impianti che utilizzino fonti rinnovabili.

A queste competenze per l'autorizzazione si aggiunge quella del recupero energetico dalla termovalorizzazione dei rifiuti.

Sportello Unico e Valutazione di impatto ambientale (VIA)

Uno degli effetti di maggiore portata delle leggi “Bassanini” è quello di strutturare una procedura rapida ed unificata per i processi di autorizzazione e valutazione di impatto ambientale per le nuove attività produttive, settore in cui l’energia rientra pienamente, con la nuova logica del libero mercato.

Particolare importanza avrà la nuova direttiva IPPC, per la prevenzione ex-ante dell'inquinamento da impianti industriali e di produzione energetica.

Patto Energia Ambiente

Il Patto, che ha come interlocutori le amministrazioni centrali e locali, le parti sociali, gli operatori e gli utenti, individua le regole e gli obiettivi generali di un costruttivo ed innovativo rapporto tra le parti. Esso è la necessaria premessa per la sottoscrizione di accordi volontari, settoriali o specifici, che costituiscono il principale nuovo strumento per la politica energetica.

Libro Bianco italiano per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili

Previsto dalla delibera CIPE 137/1998 e basato sulle indicazioni contenute nel Libro Verde elaborato dall'ENEA in occasione della “Conferenza nazionale energia e ambiente” del 1998, il Libro Bianco italiano dà attuazione, a livello nazionale, al Libro Bianco comunitario sulle rinnovabili.

In esso è indicata una serie specifica di obiettivi per le FER, e i meccanismi normativi e finanziari per darne concreta attuazione.

Accordo volontario nazionale per l'utilizzo dei biocarburanti nel settore dei trasporti

Nell'Aprile del 2001 è stato firmato un accordo tra tutti i soggetti costituenti la filiera del *biodiesel*, incluso il Consiglio delle Regioni. L'obiettivo dell'accordo è l'introduzione di miscele *biodiesel*-gasolio nella rete nazionale di distribuzione carburanti e nelle flotte di trasporto pubblico e dei servizi di pubblica utilità. Le parti si impegnano incentivare lo sviluppo di coltivazioni dedicate *non food* e svincolate dal *set aside* obbligatorio.

3 LA NORMATIVA REGIONALE

Legislazione regionale sull'energia

La Legge regionale 45/1997 prevede, all'art.2, la redazione del Piano energetico regionale (PER). Obiettivo del PER è il governo risorse energetiche locali, entro l'ottica dello sviluppo sostenibile.

Il PER (approvato con delibera 1/2000 del Consiglio regionale), oltre ad essere il quadro di riferimento per la programmazione locale, stabilisce gli obiettivi di rispetto del Protocollo di Kyoto, che potranno trovare attuazione tramite l'azione delle Province, sulla base delle disposizioni della "Bassanini" e della LR 5/1995.

Il PER riconferma anche il programma di finanziamenti per i progetti che abbiano alle spalle accordi volontari settoriali e territoriali, già stabilito nella delibera della Giunta regionale 426/99.

Legislazione regionale per il governo del territorio

La Legge regionale 5/1995 ha gettato le basi per il governo delle trasformazioni territoriali e delle attività antropiche, ribadendo come principio fondante lo sviluppo sostenibile. Come elemento chiave delle trasformazioni, l'energia si pone in perfetta sintonia con le procedure autorizzative ex-ante che la legge richiede per gestire i nuovi sviluppi urbani e territoriali.

Il Piano territoriale di coordinamento diviene la base tecnico-normativa in cui integrare le scelte di programmazione e pianificazione energetica.

Piano regionale di sviluppo (PRS) 2000-2005

Il Piano regionale di sviluppo ha introdotto elementi qualificanti per lo sviluppo sostenibile della Regione Toscana, con particolare riferimento all'uso dell'energia e la sua integrazione nello sviluppo delle Agende 21 locali.

Fondi Strutturali UE

Il Regolamento CE 1260/1999, per quel che riguarda il Fondo europeo per lo sviluppo regionale (FESR), per l'Obiettivo 2, nel periodo 2000-2006, ha permesso che nel Documento unico di programmazione (DOCUP) della Regione Toscana sia prevista una specifica voce per finanziare le azioni in campo energetico, con particolare attenzione ai progetti che utilizzino fonti rinnovabili o assimilate.

La stessa voce è valida anche per quelle aree dell'Obiettivo 2 della Toscana ora in stato di *Phasing Out*.

Anche nel Piano regionale di sviluppo rurale, a supporto dei finanziamenti del Fondo europeo di orientamento e garanzia agricola (FEOGA), la voce energia e risparmio energetico è stata inserita all'interno di diverse misure.

Sportello Unico e VIA regionale

In attuazione delle disposizioni delle leggi "Bassanini" sul decentramento amministrativo, la Regione Toscana ha già risposto al suo ruolo emanando le disposizioni attuative regionali per le procedure dello Sportello Unico e della Valutazione di Impatto Ambientale.

Agenda XXI Locale

La Regione Toscana ha attivato delle aree sperimentali in cui dare impulso all'attuazione dell'Agenda XXI Locale; lo stesso obiettivo è possibile in ogni parte del territorio regionale. Questa diviene, quindi, lo strumento di concertazione ottimale per raggiungere il consenso degli attori sociali ed economici della provincia, implementando la sua attuazione attraverso un processo di sussidiarietà e trasparenza.

Le nuove competenze energetiche delle amministrazioni provinciali

Sulla base di quanto già descritto precedentemente, è possibile identificare, in forma estremamente sintetica, quali sono le competenze autorizzative e programmatiche provinciali, strategiche in materia di energia:

- Autorizzazioni su impianti rinnovabili;
- Autorizzazioni impianti tradizionali < 300MW termici;
- Autorizzazioni recupero energia da termovalorizzazione³;
- Autorizzazione per impianti di smaltimento rifiuti con recupero energetico⁴;
- Autorizzazioni tracciati elettrodotti.

³ Per impianti non rientranti entro classi individuate nel DMA 5 febbraio 1998.

⁴ Per urbani (I° stralcio LR 25/98), e speciali (II° stralcio LR 25/98).

**PARTE III - Analisi energetica e implementazione di un sistema
di gestione energetico-ambientale nel porto di Livorno**

1 QUADRO ECONOMICO E STRUTTURALE DEL SISTEMA PORTUALE

1.1 Inquadramento e descrizione del porto di Livorno

1.1.1 Inquadramento territoriale

Il porto di Livorno è uno scalo polivalente dotato di strutture e mezzi che consentono di poter accogliere qualsiasi tipo di nave e movimentare qualsivoglia tipologia relativa a tutti i tipi di traffico (LO-LO, rotabile RO/RO, rinfuse liquide e solide, auto nuove, crociere, ferries, prodotti forestali, macchinari, ecc.).

Le sue coordinate geografiche sono: 43°32'.6 Nord di latitudine e 010°17'.8 Est di longitudine.

Le principali connessioni sono con le autostrade A11-A12 Firenze-Pisa-Livorno, A12 Genova-Rosignano M.mo, con connessioni via Parma con l'A1 ed il Brennero, la S.G.C. Firenze-Pisa-Livorno, la ferrovia appenninica Firenze-Bologna. Il porto è inoltre connesso con l'aeroporto Galileo Galilei di Pisa ed Amerigo Vespucci di Firenze, nonché con il centro intermodale di Guasticce.

Il porto è principalmente interno alla linea di costa, ben protetto dai venti del quadrante sud ed ovest; l'imboccatura principale è rivolta a sud. Notevoli sono le opere di protezione foranea quali: la diga di Vegliaia, la diga Curvilinea, la diga della Meloria.

La peculiarità del porto di Livorno sta nel vastissimo interfaccia terra-acqua di cui dispone, condivisione che deriva da una tendenza storica che ha visto lo sviluppo delle infrastrutture portuali ed industriali verso nord, in opposizione ad uno sviluppo degli insediamenti civili ed abitativi verso sud.

1.1.2 Classificazione del porto

Con RD 7/9/1887 n. 5053, il porto di Livorno è stato classificato nella 2° categoria, 1° classe dei porti marittimi nazionali ai sensi del T.U. del 1884. Allo stato attuale, e pur in assenza del decreto di nuova classificazione previsto dalla L. 84/1994, non può dubitarsi della conferma di Livorno tra i porti di rilevanza economica internazionale, in relazione alle caratteristiche dimensionali, tipologiche e funzionali presenti.

1.1.3 Delimitazione dell'ambito portuale

Per delimitare, almeno giuridicamente, il cosiddetto ambito portuale, primo punto di riferimento è il Dm 6/4/1994, che fissa i limiti della Circoscrizione territoriale dell'Autorità portuale di Livorno entro la quale sono inserite le aree demaniali marittime, le opere portuali e gli antistanti spazi acquei compresi nel tratto che va dalla foce del Calambrone, fino al porticciolo Nazario Sauro.

In ogni caso, è possibile sostenere che l'ambito circoscrizionale si possa identificare fino al limite in cui sia possibile lo svolgimento di attività o servizi portuali. Ciò

significa che, sulla terra ferma, vanno ricomprese quelle aree necessarie a disegnare l'assetto complessivo del porto, la cui dimensione spaziale deve essere congruente con le funzioni che l'Autorità Portuale ritiene necessario sviluppare nei suoi programmi e nei suoi strumenti di regolazione. Ciò, ovviamente, compatibilmente con altre destinazioni d'uso del territorio.

1.1.4 Caratteristiche generali

Livorno è considerato un porto *multipurpose* perché i suoi grandi spazi permettono di servire ogni tipo di merci, cioè permettono di manipolare merci *bulk* e *general cargo*, cioè in contenitore e non, ed anche merci di misure o caratteristiche eccezionali.

I dati più significativi che caratterizzano il porto di Livorno sono:

- ❑ Superficie acque: 1.600.000 mq;
- ❑ Aree terrestri utilizzabili : circa 2.500.000 mq, di cui 800.000 entro la cinta doganale;
- ❑ Aree demaniali 1.270.000 mq;
- ❑ Aree concesse a terzi 1.143.000;
- ❑ Aree dei terminal: 1.000.000 mq all'aperto, 70.000 mq coperti;
- ❑ Fondali: sino a 13 m;
- ❑ N. 2 bacini di carenaggio per la riparazione di navi sino a 300.000 t.;
- ❑ N. 3 bacini galleggianti;
- ❑ N. 2 cantieri navali;
- ❑ N. 4 silos.

La classificazione delle aree delle zone portuali porta al riepilogo riportato in tabella [Tabella III- 1-1]:

Tabella III- 1-1

Classificazione delle aree delle zone portuali

	Area lorda (mq)	Area scoperta (mq)
A- Settore Porto Vecchio	465.000	244.000
B- Darsena Inghirami	145.000	103.000
C – Canale Industriale *	339.000	257.000
D- Darsena Toscana	722.000	399.000
Totale	1.671.000	1.003.000

*Sono escluse le aree industriali e quelle destinate ad attività concernenti depositi di i combustibili liquidi

1.1.5 Analisi delle aree

Vengono di seguito riportate, con riferimento alle tavole allegate al presente documento, le destinazioni d'uso delle aree portuali nelle tre zone principali: Porto Vecchio o

Commerciale [Tabella III- 1-2], Porto Nuovo, suddivisibile nel Canale industriale [Tabella III- 1-3] e nella Darsena Toscana [Tabella III- 1-4].

Tabella III- 1-2

Aree del Porto Vecchio			
	A Sgarallino- Punto Franco Carrara- Stazione F.S (mq)	B Alto Fondale- Orlando Pisa – D. Calafati (mq)	C Aree K- M Docks e dintorni (mq)
	--	10.000	5.000
Magazzini Utilizzati		4.000	4.000
			3.000
			8.000
Magazzini non utilizzati o semi utilizzati	10.000	--	--
	2.700	--	--
	1.200	--	--
Silos utilizzati	--	--	5.000
Stazione marittima	2.000	--	--
	1.200	--	--
Magazzini e Stazione F.S.	1.100	--	--
	1.500	--	--
Magazzini Amm.ni Statali	5.100	2.200	--
Viabilità	21.500	33.700	14.000
Fasci di binari	8.000	31.200	6.000
	12.000		
Binari di banchina per gru	2.500	6.000	3.000
	4.000		
Varie	1.200	2.700	2.000
Mensa	--	1.200	--
Officina	--	4.000	--
Cantierini	--	2.000	--
Totale aree coperte	74.000	97.000	50.000
Totale aree scoperte	100.000	62.000	82.000
Totale generale	174.000	159.000	132.000

Il totale delle aree ammonta a 465.000 mq.

L'area A è destinata per il 2/3 al transito passeggeri, che praticamente inizia con il mese di aprile e termina con quello di settembre, per 1/3 alla stazione FS ed al suo fascio di binari.

L'area B è utilizzata come segue:

- Per traffici di frutta (in prevalenza banane, terminalista Dole Term) conservate nel magazzino TAF Ovest, mentre i piazzali circostanti sono utilizzati per il transito e la sosta dei veicoli che servono questi traffici;
- Per sbarco/imbarco di rinfuse, merce varia in colli (terminalista “Terminal Calata Orlando”);
- Per prodotti forestali;
- Per sbarco/imbarco di contenitori;
- Per movimentazione merci varie;
- Per auto provenienti da navi di grosse dimensioni (non ricevibili alla banchina del Terminal L. da Vinci).

L'area C è interamente utilizzata a servizio dei due magazzini (Dock Etruschi) per prodotti forestali e per qualche contenitore.

E' in fase di realizzazione il molo “Italia”, che consentirà, con i suoi 80.000 mq di piazzali, di incrementare di almeno il 50% le aree già disponibili in quella parte di porto e di aumentare di oltre 1.000 m lo sviluppo delle banchine.

Il Porto Vecchio potrà così dislocare circa 4.500 m di banchine potendo offrire circa 30 accosti.

Questa zona del porto è complessivamente destinata con le sue strutture al traffico merci varie (sono previsti nuovi capannoni per una volumetria di circa 240.000 mc) con particolare attenzione alle merci forestali ed a quelle rinfuse.

Tabella III- 1-3

Aree del Canale Industriale

	D Darsena Inghirami <i>(mq)</i>	E Canale Industriale ovest <i>(mq)</i>	F Canale Industriale est <i>(mq)</i>
Magazzini	1.000	8.500	2.000
Officine/Abitazioni o uffici	3.700	1.500	600
Viabilità	30.000	30.000	12.000
Fasci di binari	5.000	12.000	5.000
Silos	--	--	2.500
Mulino	--	--	2.200
Varie	2.300	2.000	3.700
Totale aree coperte	42.000	54.000	28.000
Totale aree scoperte	103.000	150.000	107.000
Totale generale	145.000	204.000	135.000

Per un totale di 484.000 mq.

Tutte le *aree D* (Darsena Inghirami) sono a servizio dei traghetti commerciali, compreso le grandi navi. E' principalmente destinata al traffico RO/RO con un volume di traffico che si aggira sui 150.000 semirimorchi l'anno.

Quest'area è oggi provvista di cinque banchine operative per un totale di sette accosti e si estende per complessivi 145.000 mq.

Il forte incremento di questo tipo di traffico (che rappresenta circa il 50% del traffico dell'intero porto) ha determinato la necessità di rendere operativa un'ulteriore banchina, denominata Calata Bengasi, attualmente inutilizzata per la ristrettezza del canale di accesso, mediante la resecazione della stessa con arretramento del filo di banchina di circa 30 m per consentire la realizzazione di altri due accosti.

Il Canale industriale si estende a nord del bacino Centrale per una lunghezza di circa 1.100 m e per una larghezza di circa 100 m. Il Canale industriale lato est (*Area E*) ospita:

- il terminal D'Alesio,
- il terminal petrolifero dell'AGIP Petroli per scarica dei prodotti petroliferi verso la raffineria della stessa società,
- lo stabilimento Rhodia Chem che produce materiali inerti e che comprende un deposito di acido solforico,
- il terminal Leonardo Da Vinci per lo sbarco e lo stoccaggio di auto nuove di fabbrica,
- lo stabilimento Molini del Tirreno dotato di silos per lo stoccaggio di granaglie,
- lo stabilimento Laviosa per la produzione di materiale inerte,
- i terminal Costiero Gas Livorno per lo scarico e la custodia in caverna sotterranea di gas di petrolio liquefatti (GPL),
- il deposito Costieri D'Alesio per i prodotti petroliferi.

Il canale industriale sponda ovest (*Area F*) presenta attività industriali necessarie di banchina, ed il terminal Sintermar per il traffico container.

- il deposito costiero D.O.C. per lo stoccaggio di prodotti petroliferi e chimici,
- lo stabilimento Cereol Italia per la produzione di olio di semi,
- lo stabilimento Carbochimica che effettua la distillazione delle peci,
- il terminal Sintermar destinato alla movimentazione e stoccaggio di contenitori,
- il terminal Giopescal per lo stoccaggio di prodotti surgelati.

Attualmente vengono ospitate attività per la riparazione dei contenitori e la conservazione di vuoti, mentre 20.000 mq sono riservati ad un parco per alimentazione frigoriferi. Altri 75.000 mq sono impegnati a servizi dei traffici della adiacente Darsena Inghirami (Darsena 1).

Tabella III- 1-4

Aree della Darsena Toscana		
	G	H
	Darsena Toscana Est (mq)	Darsena Toscana Ovest (mq)
Magazzini	22.500	--
Tensostrutture	3.000	--
Tettoie	2.500	--
Officine e Uffici	10.000	2.000
Fasci e sedime F.S.	13.000	40.000
Aree ancora indisponibili	--	150.000
Aree di rispetto	--	10.000
Viabilità	20.000	50.000
Totale aree coperte	71.000	252.000
Totale aree scoperte	216.000	283.000
Totale generale	287.000	435.000

Per un totale di 722.000 mq.

L'area G (Terminal Mediterraneo) è impegnata prevalentemente per stoccaggio di auto nuove che vengono direttamente, su bisarca o su treno, inviate nei punti nodali della rete costituita dai concessionari. E' presente un'attività di trattamento di rifiuti (SEAL) e per la decontaminazione delle carrozze ferroviarie.

L'area H è interamente utilizzata per *terminal containers*.

La banchina ha attualmente uno sviluppo lineare di circa 1.300 m, con 4 accosti per grosse navi portacontainers; lo sviluppo delle superfici interne per stoccaggio di contenitori è di circa 250.000 mq.

Sono in corso i lavori di completamento sia della sponda ovest, con ulteriori 500 m di banchine e 150.000 mq di piazzali, sia della sponda est, la quale, a regime ed una volta effettuati gli escavi dei fondali, porterà un ulteriore incremento di banchine per 1.100 m e 150.000 mq di piazzali.

Tra la diga del Marzocco e il lato di ponente del molo della Darsena Toscana, è prevista inoltre la realizzazione di una vasca di contenimento per i fanghi provenienti dall'escavo dei fondali, i cui lavori sono iniziati.

1.1.6 I terminal

Le caratteristiche principali dei terminal del porto di Livorno sono rappresentate in tabella [Tabella III- 1-5].

Tabella III- 1-5

N°	Terminal	Gestione	Caratteristiche	Utilizzo	Note
1	Darsena Toscana	Soc. T.D.T.	Sup.: 412.000 mq di cui banchina: 25.000 mq di cui per container: 180.000 mq Lung. Banchine: 1.600 ml	Movimentazione Container	Capacità: 800.000 contenitori 60 prese frigo Terminal ferroviario da 49.000 mq 6 portainer di banchina su rotaia per contenitori 5 transtainer su gomma (fino a 60 t) mezzi elevatori (fino a 40 t)
2	Darsena Toscana Sponda est		Sup.: 57.000 mq Lung. Banchine: 1.200 ml	Polivalente (Multipurpose)	In fase di completamento i lavori
3	Paduletta	C.I.L.P.	Sup.: 35.000 mq di cui coperta: 2.000 mq	Movimentazione auto	8 magazzini con capacità totale 170.000 mc Terminal ferroviario
4	Livorno Terminal Marittimo (L.T.M.)	Livorno Terminal Marittimo s.r.l.	Sup.: 80.000 mq	Merci varie (traffico SSS e RO/RO)	Darsena 1
5	Lorenzini	Lorenzini & C.	Sup.: 42.000 mq	Merci varie (traffico SSS e RO/RO)	Magazzino coperto per prodotti forestali
6	Giolfo & Calcagno	Giolfo & Calcagno	Sup.: 24.000 mq di cui coperta: 13.000 Lung. Banchine 80 ml	Pesce congelato	Celle frigo per una capacità totale di 4.700 mq
7	SINTERMAR	SINTERMAR	Sup.: 150.000 mq di cui coperta: 3.000 mq Lung. Banchine: 560 ml	Movimentazione Container	Capacità: 200.000 contenitori prese frigo Terminal ferroviario con 4 binari 3 portainer di banchina su rotaia per contenitori 4 transtainers 1 gru mobile (da 80 t) mezzi elevatori
8	D.O.C. Livorno	D.O.C. Livorno		Stoccaggio prodotti chimici, solventi ed oli vegetali	65 cisterne di capacità di 100.000 mc 21 cisterne di capacità di 3.700 mc (lattice naturale)
9	D'Alesio	D'Alesio	Sup.: 78.000 mq	Rinfuse liquide	43 cisterne di capacità di 190.000 mc
10	Agip Gas	Agip Gas		Gas Propano Liquido	
11	Livorno Forestali			Moviment. prodotti forestali e cellulosa	

Ministero dell'Ambiente

Comune di Livorno

Istituto Ambiente Italia

Sintesis srl

N°	Terminal	Gestione	Caratteristiche	Utilizzo	Note
12	Leonardo da Vinci		Sup.: 107.000 mq Lung. Banchine: 167 ml	Movimentazione auto e servizi connessi	Raccordo ferroviario
13	Bartoli	F.lli Batoli s.r.l.	Sup.: 17.600 mq di cui coperta: 3.100 mq Lung. Banchine: 210 ml	Movimentazione rame e materiali non ferrosi	
14	Tozzi	N. Tozzi s.r.l.	di cui coperta: 2.403 mq	Moviment. prodotti forestali e cellulosa	
15	Porto Commerciale	C.I.L.P.	Sup.: 10.000 mq Lung. Banchine: 760 ml	Polivalente (container, prodotti forestali, cellulosa)	2 portainer di banchina su rotaia per contenitori Gestisce il terminal Dock Etruschi, con magazzini per 5.000 mq
16	Marchi	Marchi Terminal s.r.l.	Sup.: 15.500 mq di cui coperta: 5.000 mq	Movimentazione prodotti forestali e cellulosa	
17	Figli di Nado Neri	Figli di Nado Neri s.p.a.	Sup.: 33.000 mq di cui coperta: 7.200	Movimentazione prodotti forestali e cellulosa	30 mezzi di movimentazione (fino a 75 t)
18	Scotto	Scotto & C. s.r.l.	Sup.: di cui coperta: 2.000 mq	Movimentazione prodotti forestali e cellulosa	5 mezzi di movimentazione (fino a 20 t)
19	Calata Orlando (TCO)	Terminal Calata Orlando s.r.l.	Sup.: 15.400 mq Lung. Banchine: 450 ml	Merci rinfuse solide	2 carri-ponte per movimentazione rinfuse 3 semoventi (Fantuzzi Reggiane) gru varie Magazzini: Nuovo magazzino Prodotti forestali (5.000 mq) TAF Nord(5.000 mq)
20	Dole	Dole Term s.r.l.		Movimentazione frutta fresca (banane e frutta esotica)	100 prese elettriche per contenitori frigo centrale produzione freddo da 500.000 frig/ora capacità celle 35.000 mc
21	Porto Livorno 2000			Traffico passeggeri	

1.1.7 Lunghezza delle banchine

Le banchine utili per le operazioni portuali sono riportate in tabella [Tabella III- 1-6]:

Tabella III- 1-6

Porto di Livorno - Banchine	
Nome	Lunghezza (m)
Porto Vecchio	3.270
Canale Industriale	1.100
Darsena Inghirami	1.600
Darsena Toscana	1.400

Sono in corso i lavori di prolungamento della banchina della darsena Toscana per circa 300 m (sponda ovest) e 600 m (sponda est).

1.1.8 Il cantiere navale fratelli Orlando

Si occupa di costruzioni e riparazioni navali in un contesto nazionale ed internazionale estremamente competitivo. La lavorazione è organizzata sulla massima standardizzazione delle parti della nave e su una forte flessibilità del personale.

Per questo dispone di un bacino di carenaggio in muratura per navi sino a 300.000 tsl, ed uno per navi sino a 10.000 tsl. Occupa un'area di 168.000 mq, con officine navali su 20.000 mq, di cui 13.000 coperte. Il ripristinato scalo Morosini è lungo 266 m ed è dotato di una gru a ponte fino a 360 t. Lo scalo può ospitare costruzioni di navi fino a 36 m di larghezza e 260 di lunghezza.

I progetti di consolidamento prevedono l'incremento delle attività delle riparazioni con un nuovo bacino galleggiante e l'ammodernamento del bacino di Carenaggio. E' altresì prevista una nuova banchina di allestimento del Molo Mediceo, ivi compresa la fornitura di una seconda gru da cantiere.

Minori attività di riparazione navale si sviluppano nella zona delle Darsene Calafati e Pisa, e sulla calata del Magnale.

1.1.9 Il settore peschereccio

Il settore peschereccio collocato attualmente sulla sponda di levante della Darsena Vecchia.

Le imbarcazioni adibite alla cattura del pesce sono circa 140 suddivise in tre categorie. La prima è quella della piccola pesca, costituita da piccole imbarcazioni intorno alle 4 ton di stazza lorda; la seconda è quella della pesca a strascico, costituita da imbarcazioni con un tonnellaggio medio sulle 33 ton; la terza è quella della pesca a circuizione, con imbarcazioni sino a 55 ton di stazza lorda per la pesca del pesce azzurro.

Nell'ambito della riorganizzazione del porto dovrà essere studiata una nuova localizzazione per le attività connesse alla pesca.

1.1.10 I dati caratteristici del porto

Stime attendibili fanno ammontare il fatturato annuo del porto di Livorno di 1.500 miliardi (a prescindere dal cantiere Navale Orlando), mentre gli addetti diretti ed indiretti sono circa 11.000. Questi dati indicano che il porto è il più importante operatore economico della città.

I traffici da/per il porto di Livorno sono per il 60% a carattere internazionale e per il 40% a carattere nazionale, e dunque con forte presenza di traffici cabotieri.

Dei traffici internazionali, con esclusione delle rinfuse liquide, il 15% ha O/D da/per il Nord America (essenzialmente merci in contenitori), mentre l'alta percentuale dei traffici mediterranei si riferisce soprattutto al versante occidentale di quest'area e al Nord Africa (traffici RO/RO e SSS). Piuttosto scarsi sono i traffici da/per l'Asia, il che è uno dei principali limiti del porto di Livorno, considerata la consistenza dei traffici marittimi asiatici.

Le navi nel porto di Livorno nel corso del 2000 sono state 8.245, per un ammontare globale di 95.846.300 t di stazza lorda e 40.279.605 t di stazza netta [Tabella III- 1-7]; il dato è sicuramente importante in considerazione del fatto che lo stato di salute di un porto è dimostrato anche dal tonnellaggio totale, oltre che dal numero delle navi che scalano.

Le navi da porti nazionali sono state 4.814, mentre quelle arrivate da porti internazionali sono state 3.431.

Tabella III- 1-7

Movimento navi porto di Livorno - Gennaio/Dicembre 2000

MOV. CABOTAGGIO	Num. Movimenti	TONN. Netto (t)	TONN. Lordo (t)
Tradizionale	359	2.948.383	1.961.195
Portacontaineri	513	3.120.020	10.425.730
Traghetti e RO/RO	2.649	9.557.132	26.563.166
Cisterne	1.194	1.889.666	3.744.844
Portarinfuse	99	274.793	510.826
TOTALI CABOTAGGIO	4.814	17.789.994	43.205.761

MOV. INTERNAZIONALE	Num. Movimenti	TONN. Netto (t)	TONN. Lordo (t)
Tradizionale	571	4.246.755	12.760.663
Portacontaineri	704	5.719.108	8.744.587
Traghetti e RO/RO	1.683	9.331.220	24.840.796
Cisterne	331	2.801.036	5.574.857
Portarinfuse	142	391.492	719.636
TOT. MOV. INTERNAZIONALI	3.431	22.489.611	52.640.539

MOV. COMPLESSIVO	Num. Movimenti	TONN. Netto (t)	TONN. Lordo (t)
Tradizionale	930	7.195.138	14.721.858
Portacontaineri	1.217	8.839.128	19.170.317
Traghetti e RO/RO	4.332	18.888.352	51.403.962
Cisterne	1.525	4.690.702	9.319.701
Portarinfuse	241	666.285	1.230.462
TOT. COMPLESSIVO	8.245	40.279.605	95.846.300

Il movimento di **container** è rappresentato in tabella [Tabella III- 1-8].

Tabella III- 1-8

Porto di Livorno - Movimento contenitori (TEU)*

Movimento	Anno 1999	Anno 2000
Contenitori pieni	322.387	344.223
di cui sbarchi	118.272	118.134
di cui imbarchi	204.115	226.089
Contenitori vuoti	135.455	157.116
di cui sbarchi	111.073	138.125
di cui imbarchi	243.382	18.991
Contenitori totali	457.842	501.339
di cui sbarchi	229.345	256.259
di cui imbarchi	228.497	245.080

* Escluso i trasbordi - (Fonte : Autorità Portuale di Livorno)

Nonostante la ripresa rispetto al '99, va rilevato che i due porti concorrenti nel Tirreno (La Spezia e Genova) sono ancora lontani (900.000 e 1.500.000 Teu rispettivamente), e Livorno non riesce a tenere il passo dei porti concorrenti.

I dati relativi all'imbarco e allo sbarco dei contenitori indicano un consolidato equilibrio.

C'è una spinta mondiale a containerizzare ogni tipo di merci, e se è vero che la tecnologia del container diminuisce i posti di lavoro all'interno del porto, l'accresce fortemente nell'indotto portuale. In particolare con i sistemi *hub and spokes* c'è una forte spinta alla razionalizzazione logistica di tutti i porti *feeder* con un largo hinterland come Livorno.

Dal 1989 Livorno ha visto crescere di pochissimo il quantitativo dei contenitori trattati, a fronte di un incremento della movimentazione nel nord Tirreno.

Secondo un'inchiesta degli spedizionieri livornesi (1999), il 34% degli industriali toscani e il 43% degli spedizionieri toscani usano per i contenitori invece di Livorno, loro porto naturale, La Spezia e Genova. Secondo la stessa inchiesta solo il 40% delle merci lucchesi che partono via mare usa il porto di Livorno; si calcola che negli ultimi dieci anni il porto abbia perduto il 50% delle merci toscane in container che prima vi afferivano.

Esistono almeno due motivi principali perché i contenitori pieni devono essere trattati in porto: motivi di costo (minimo due alzate e un trasporto) e doganali. Sono necessari spazi notevoli, scoperti e coperti per i contenitori da degroupare e per quelli da riempire. La presenza di contenitori vuoti in area portuale e contermine è un problema per la realtà livornese: almeno 100.000 mq di aree sono permanentemente ingombre, per la maggior parte inidonee a garantire i servizi necessari quali: riparazione, pulizia, disinfezione o disinfestazione, verifiche.

Ciò in un contesto di aree portuali appena sufficienti al transito di container.

Le **merci** sbarcate sono nel 2000 ammontate a 15.941.222, mentre quelle imbarcate hanno fatto registrare 8.641.885 t; questo squilibrio è condizionato dalla rinfuse liquide (greggio), per cui, depurando il dato da questa voce, si riscontra un sostanziale equilibrio.

Tabella III- 1-9

Porto di Livorno - Movimento merci (Ton)*		
Traffico merci	Anno 1999 (t)	Anno 2000 (t)
Merci in contenitore	4.224.478	5.033.359
Merci in colli e numero	2.242.462	2.427.484
Merci su rotabili e RO/RO	5.476.059	6.604.972
Totali merci varie	11.942.999	14.065.815
Rinfuse liquide	8.844.067	9.386.187
Rinfuse solide	943.260	1.131.105
<i>di cui prodotti forestali</i>	<i>1.934.359</i>	
Totale merci rinfuse	9.787.327	10.517.292
Totale generale	21.730.326	24.583.107

* Escluso i trasbordi - (Fonte : Autorità Portuale di Livorno)

Nelle **merci in colli e numero** si annoverano le auto (circa 500.000 vetture all'anno) e i prodotti forestale (soprattutto cellulosa, circa 1 Mt/anno), le cosiddette neobulk, che fanno di Livorno un porto leader. Altra voce importante in questa tipologia di traffico è costituita dall'impiantistica (*projet cargo*).

Per questa tipologia di traffico gli sbarchi sono molto più significativi degli imbarchi; alla cellulosa (cartiere della lucchesia) ed alle auto si aggiungono cospicui quantitativi di rame, piombo, zinco e, in misura minore, frutta.

Si pone l'attenzione sul significativo valore dei traffici **RO/RO**, segno palese del positivo andamento dei traffici SSS e di cabotaggio. Si tratta del principale traffico del porto di Livorno, rinfuse liquide escluse, superiore anche ai contenitori. Questo dato conferma anche la spiccata caratterizzazione del porto labronico quale scalo ideale (e non solo in termini geografici) per i traffici di cabotaggio e SSS. Nonostante la tendenza a containerizzare le merci e le intenzioni di alcuni Paesi nordafricani di abbandonare gradatamente i traffici RO/RO a favore di quelli in containers, questo traffico gode ancora di enorme successo grazie alla flessibilità che è in grado di offrire.

Un altro sistema di misurare il traffico RO/RO è in metri lineari; il dato 2000 parla di 2.490.455 ml, di cui 1.148.527 allo sbarco e 1.341.928 all'imbarco, a cui sono corrisposti oltre 245.000 mezzi movimentati (rimorchi, semirimorchi, ecc.), di cui il 42% sbarcato e il 58% imbarcati.

Le **rinfuse liquide** sono essenzialmente destinate alla raffineria dell'Agip Petroli ed alle centrali ENEL; le rinfuse liquide sbarcate sono state 7.750.050 t, a fronte di 1.710.811 t di merci imbarcate.

Il greggio incide per il 50% circa, mentre gli altri prodotti sono cherosene, oli, idrocarburi, ecc.

Le rinfuse liquide (*liquid bulk*) sono merci povere e prive di lavoro.

Le **rinfuse solide** (dry bulk) hanno superato il milione di tonnellate e rappresentano, dopo il RO/RO, il settore in crescita più consistente; si rileva che avrebbero bisogno di ulteriori spazi.

Gli aumenti sono da ricondurre principalmente ai considerevoli traffici di sabbie provenienti dalla Sardegna, un traffico che si è spostato dal RO/RO alla stiva. Le principali tipologie di merci di questo settore, oltre alle sabbie e alle argille (465.547 t), sono ravvisabili nell'irmenite, nello zirconio, in fertilizzanti e cereali.

Il traffico è generalmente legato al settore industriale nell'hinterland portuale, ed in particolare per le aziende produttrici di piastrelle e ceramiche (a Sassuolo convergono le sabbie e le argille sarde), ma è pur vero per realtà industriali più specifiche (ad esempio la sabbia di zirconio prende la via delle industrie Bitossi-Colorobbia nella misura di 85.000 t).

Il traffico è totalmente caratterizzato dallo sbarco, con una trascurabile quantità di merci imbarcate (8.500 t).

Positivo è il trend per quanto riguarda i passeggeri dei **traghetti**, che peraltro tende a stabilizzarsi [Tabella III- 1-10].

Tabella III- 1-10

Porto di Livorno - Movimento traghetti		
	Anno 1999	Anno 2000
Traffico traghetti		
Totale accosti	1.580	1.761
Passeggeri transitati	1.150.389	1.310.986
Automezzi transitati	375.872	427.872
di cui sbarchi	111.073	138.125
di cui imbarchi	243.382	18.991
Traffico croceristico		
Totale navi	300	286
Totale passeggeri	251.394	229.024

(Fonte : Autorità Portuale di Livorno)

1.2 Identificazione dell'area di studio

Il sistema economico portuale non può essere considerato limitato all'ambito propriamente del porto; difatti i rapporti con un'area contigua, densa di attività di servizi e commerciali (agenzie, terminal, trasportatori, depositi, spedizionieri, ecc.) risultano del tutto evidenti.

Quest'area la chiameremo *periportuale*, ad indicare quelle zone a nord della città di Livorno il cui confine con il centro abitato è identificabile dalla via della Cinta Esterna, passando per via Mastacchi, sino all'Aurelia (via Firenze), e quindi al petrolchimico (raffineria Agip Petroli).

In alcune situazioni (quartieri di Shangay e Corea) trovano attualmente sfogo e un'ospitalità talvolta impropria e conflittuale, attività di autotrasporto, mentre ampie superfici sono destinate allo stoccaggio auto e container.

Questa perimetrazione contiene una viabilità importante per la movimentazione delle merci, per le attività commerciali in genere e per quelle industriali: via S. Orlando, via delle Cateratte, via L. da Vinci, via Enriquez.

Ma con il sistema porto si sta e si dovrà integrare sempre più l'Interporto di Guasticce, oggi velocemente collegato tramite la S.G.C. Firenze – Porto.

L'area su cui si porrà particolare l'attenzione sarà quella portuale propriamente detta, senza però trascurare gli aspetti di interrelazione con quelle che abbiano denominato periportuali e l'Interporto, le cui previsioni urbanistiche (dei Comuni di Livorno e Collesalveti), sono riportate nella Tavola III-1-4⁵.

1.2.1 Sensibilità e problematiche del territorio

Il "Comitato di coordinamento delle aree critiche di Livorno e di Piombino", istituito in attuazione del programma "per le aree critiche ad elevata concentrazione di attività industriali di Livorno e Piombino", ha approvato nel settembre 1999 lo studio d'area per l'area critica di Livorno ed il relativo Piano di risanamento.

L'analisi ha mostrato che il trasporto stradale è quello che contribuisce maggiormente al rischio d'incidenti, anche se i contributi significativi sono dati dagli impianti fissi e dal trasporto ferroviario, che si mantengono comunque superiori ai rischi da trasporto navale.

Sul nodo infrastrutturale livornese ogni giorno circolano 5.000 mezzi pesanti che movimentano oltre l'80% delle merci scaricate sul porto di Livorno.

In particolare l'analisi del sistema dei trasporti di sostanze pericolose (su strada, per ferrovia, in condotta, su nave) è stata affrontata nel conteso dello studio sul rischio d'area.

⁵ Tavola elaborata dal gruppo tecnico incaricato dello studio sulle iniziative finalizzate al consolidamento della piattaforma logistica costiera (1999)

Particolarmente significativa risulta la suddivisione per tipo di sostanza e numero di trasporti annuo su gomma [Tabella III- 1-11].

Risulta peraltro che i trasporti di sostanze assimilate a benzine sono per la quasi totalità derivanti da Toscopetrol e Agip Deint, le sostanze assimilate a metanolo da DOC, sostanze assimilate a propano dal Costiero Gas, e sostanze assimilate a greggio da Toscopetrol e Agip Petroli, con significativi contributi di Agip Deint e Costieri D’Alesio; infine l’azoto liquido è trasportato quasi esclusivamente da Agip Petroli.

Tabella III- 1-11

Trasporti stradali/anno per sostanza di riferimento	
Sostanza	N° veicoli/anno
Ammoniaca (sol. 35%)	6
Azoto liquido	1.834
Benzina	52.725
Greggio	47.171
Idrogeno	1
Metanolo	3.392
Propano	31.488
Acido cloridrico (sol. 31%)	195
Totale	136.812

Analoga valutazione è stata fatta per il trasporto ferroviario [Tabella III- 1-12].

Tabella III- 1-12

Trasporti ferroviari/anno per sostanza di riferimento	
Sostanza	N° veicoli/anno
Greggio	15
Metanolo	2.000
Propano	1.735
Totale	3.750

In termini percentuali, le ditte che si avvalgono del trasporto ferroviario sono: Costiero gas 39%, DOC 54%, Agip Covengas 2% e Dow 5%.

Le condotte sono adibite al trasporto di benzina, greggio, olii combustibili e GPL; le ditte che maggiormente ne fanno uso sono l’Agip Petroli, Costieri D’Alesio, l’Agip Deint.

La movimentazione delle navi gasiere o trasportanti merci pericolose è stata stimata come riportato in tabella [Tabella III- 1-13].

Tabella III- 1-13

Trasporti navali/anno per sostanza di riferimento			
Tipo di nave	Stazza (t)	Canale industriale (N. mov/anno)	Bacino di evoluzione (N. mov/anno)
	850	565	787
Nave cisterna con prodotti pericolosi	2.041	2.582	2.823
	15.319	57	60
	22.637	3	3
	3.595	58	59
Nave gasiera	15.419	69	69
	28.693	4	39

1.3 Il sistema delle infrastrutture

Dal punto di vista delle relazioni territoriali, è opportuno fare riferimento all'area Livorno-Pisa-Lucca-Versilia quale area metropolitana, intesa come "città espansa", che ha sviluppato al suo interno non solo le attività industriali, turistiche e commerciali tradizionali, ma anche le nuove attività e le nuove funzioni legate all'alta tecnologia, alla ricerca ed alla progettazione, all'informazione. Una città espansa misurabile dai fenomeni di complementarità di servizi e di attività, che originano non solo un forte pendolarismo quotidiano che la porta a vivere come un unico sistema territoriale, ma anche un forte rapporto con il resto del territorio toscano e nazionale ed internazionale.

Infatti nella città di Livorno sono localizzati il porto, attività industriali e terziarie, l'Interporto; nella città di Pisa il polo universitario ed ospedaliero, importanti centri di ricerca e di terziario avanzato, l'aeroporto ed il polo monumentale e turistico; nella città di Lucca attività industriali e terziarie, un polo monumentale e turistico di notevole interesse. Inoltre nell'area vasta sono presenti in Versilia un polo turistico di notevole livello ed un polo per la nautica da diporto di primo piano; nella piana di Lucca industrie cartarie ed alimentari; nel Valdarno inferiore sono presenti un distretto metalmeccanico ed una industria conciaria che ne fanno uno dei poli industriali maggiori della regione.

A livello di pianificazione quest'area è interessata da tre sistemi tematici, che sono profondamente correlati: il sistema ambientale, il sistema degli insediamenti e quello infrastrutturale. In riferimento a quest'ultimo argomento, dagli strumenti della programmazione generale e settoriale degli enti interessati per competenza territoriale e funzionale (PGT, PRIT, programmi ENAS e FS, PTC, PRGC) risulta un quadro di riferimento ben definito e condiviso; ciò che invece risulta preoccupante è in molti casi la grande difficoltà, sia in termini progettuali che finanziari, che esiste per rendere operative le scelte fatte.

Sia il vecchio Piano Generale dei Trasporti (peraltro ancora in vigore per alcuni suoi aspetti territoriali), che il Piano Regionale Integrato dei Trasporti Individuano l'area pisano-livornese come uno dei terminali strategici del sistema nazionale e regionale del trasporto di merci e di passeggeri, caratterizzato da forti connotazioni di intermodalità, nodo strutturale dell'area forte (Nodo-Lineare Tirrenico). Pisa e Livorno sono infatti definiti come aeroporto internazionale e come porto principale del sistema portuale dell'alto tirreno, nonché come Interporto di 1° livello nazionale, e quindi come centro del complesso economico-territoriale-infrastrutturale che realizza un modello organico di offerta di trasporto e di servizi con attitudine all'integrazione mare-strada-ferrovia-aereo-idrovia.

Il sistema logistico dell'area si presenta molto complesso e diversificato e, oltre a garantire un'elevata capacità di gestire diverse modalità di trasporto, è inserito all'interno di una rete infrastrutturali che lo pone a contatto, sia con i mercati europei, sia con quelli dell'Italia del sud e con quelli di tutto il Mediterraneo.

Il sistema logistico allargato (Piattaforma logistica⁶ costiera) è costituito dal Porto di Livorno, dai nodi ferroviari e stradali di Pisa e di Livorno, e dall'aeroporto di Pisa; inoltre esso si situa nel corridoio plurimodale tirrenico, in corrispondenza delle trasversali stradali e ferroviarie dell'area di Firenze, ed in posizione baricentrica rispetto all'area dell'Alto Tirreno. Ciò, oltre a mettere in comunicazione il territorio considerato con i mercati dell'Europa Occidentale, consente un efficiente collegamento, da una parte, alle infrastrutture della dorsale centrale e, dall'altra, a quelle della pianura Padana attraverso l'autostrada La Spezia-Parma e la linea ferroviaria pontremolese e di qui al nord Europa tramite le direttrici del Brennero e dell'autostrada Bologna Milano.

Il rapporto con i porti non si esaurisce con quello di Livorno, specializzato nel traffico container, bulk, auto nuove, passeggeri e cabotaggio; nel sistema portuale di riferimento vanno infatti inseriti il porto di La Spezia, caratterizzato dalla movimentazione container, di Viareggio, noto per la cantieristica di diporto e la componentistica navale, di Carrara, legato al traffico di materiali lapidei, e di Piombino, dedicato al traffico di materiale siderurgico e passeggeri.

Per meglio seguire la descrizione delle infrastrutture stradali e ferroviarie locali, si rimanda alla Tavola III-1-5.

1.3.1 Le connessioni stradali

La strada statale che serve la città è la S.S. n.1 Aurelia, che percorre la Provincia di Livorno occupando tutto il corridoio Tirrenico. A sud della città (frazione di

⁶ Sono definite tali le attrezzature di servizio alla movimentazione, manipolazione e trasporto delle merci. Una Piattaforma Logistica è tale se dotata di reti distributive condivise, fornitori di servizi logistici integrati, magazzini con formazione d'ordini e di distribuzione, gestione dei magazzini, lavorazioni accessorie, trasporti nazionali/internazionali completi, corrieri nazionali/internazionali, consolidatori, trasportatori intermodali e terminalisti, servizi doganali.

Quercianella) è a quattro corsie con spartitraffico; manca il collegamento con il tratto urbano della variante Aurelia (lotto 0) in corso di progettazione. L'Aurelia consente i collegamenti con il nord del Paese, grazie all'intersezione presso il nodo di Sarzana (da cui si diparte la S.S. n. 62 della Cisa). Verso est l'Aurelia, presso il nodo di Pisa, si raccorda con la S.S. n.12 dell'Abetone e del Brennero, che si inoltra fin nella Provincia di Modena, e la S.S. n.67 Tosco-Romagnola, che passa da Empoli, prosegue per Firenze e Pontassieve, volge verso Forlì e giunge infine a Ravenna. Diramazione di quest'ultima è la S.S. n.67 bis (nota come "Arnaccio") che percorre l'area di Firenze- Prato e Pistoia. Alternativa all'Aurelia nel tratto livornese, è la S.S. n.206 (conosciuta come via Emilia). Inoltre dalla S.S.1 Aurelia si dirama a S.S. n. 68 di val di Cecina, che serve i collegamenti verso il senese, passando da Volterra, Colle val d'Elsa, Poggibonsi. Per lo scorrimento dei traffici riveste notevole importanza la Variante Aurelia, che come si è detto è a quattro corsie, che si stacca dall'autostrada A 12 a nord di Livorno, giunge a Rosignano procedendo parallelamente al tronco Collesalvetti-Rosignano della A 12, prosegue fino a pochi chilometri a sud di Grosseto; il tratto di collegamento all'Autostrada di Civitavecchia è a tratti a quattro corsie con spartitraffico.

L'asse di penetrazione est-ovest è assicurata dalla S.G.C. Firenze-Pisa-Livorno a quattro corsie; essa corre lungo la riva sinistra dell'Arno e, in prossimità di Cascina, si divide in due rami, il primo si dirige verso Pisa inserendosi, quindi nell'A 12, mentre il secondo si dirige verso Livorno, incrociando la S.S. 1 ed immettendosi nell'area portuale. La infrastruttura di penetrazione diretta alla darsena Toscana, è in fase di completamento. Sempre sulla S.G.C. sono stati attivati due svincoli di collegamento con l'Interporto di Guasticce.

Per quanto riguarda le autostrade, la A 12 Genova-Livorno- Rosignano rappresenta una fondamentale via d'accesso a Livorno ed al suo porto. Lungo il suo percorso si trovano numerosi ed importanti nodi di collegamento con altre autostrade: la A 11 Firenze – Mare (collegata con l'A1 Milano Napoli), l'A 15 Parma La Spezia, l'A 10 Genova Ventimiglia e l'A 7 Genova Milano.

1.3.2 Il sistema ferroviario

Il sistema di rilevanza nazionale fa riferimento alla ferrovia tirrenico-pontremolese e le linee integrative; la linea Pisa-Collesalvetti-Vada è destinata al traffico merci, anche fuori sagoma. Tratti sussidiari della tirrenica sono la Campiglia M.ma-Piombino e la Cecina-Saline di Volterra.

La rete ferroviaria della Provincia di Livorno è da considerarsi di ottimo livello potendo contare con una densità quasi doppia della media nazionale (98,2 km/1000 kmq di superficie) con l'87 % con doppio binario.

La rete ferroviaria portuale ha uno sviluppo di 60 km e serve la totalità delle banchine. Il porto è servito da tre stazioni ferroviarie che convergono nella stazione di smistamento di Livorno Calambrone; dalle stazioni Porto Vecchio e Porto Nuovo partono i carri merci, mentre la Stazione di San Marco espleta funzioni complementari per il movimento di carri merci provenienti dal retroterra.

Lo scalo di Livorno Calambrone dispone di 29 binari. I treni, in partenza, avvio e transito sono composti, ricevuti e movimentati in questo scalo; i trasporti proseguono poi con tirate di manovra negli scali di San Marco, Porto Vecchio, Porto Nuovo o nei vari terminals.

La stazione di smistamento di Livorno Calambrone è direttamente collegata alla linea Livorno-Firenze e al quella Torino-Roma dalla quale, presso Sarzana, si collega alla Pontremolese per dirigersi verso l'Emilia-Romagna e la Lombardia.

1.3.3 Il canale dei Navicelli

Dal porto di Livorno si diparte una via d'acqua interna e navigabile di una certa importanza: il canale dei Navicelli, oggi classificata di 2a categoria, e di fatto limitata al tratto porto di Livorno-darsena Pisa.

Il tracciato si sviluppa per circa 15 km; il canale è largo 32 m al pelo libero, incontra tre ponti mobili, poi interseca il canale Scolmatore dell'Arno, incontra un quarto ponte mobile e dà accesso alla darsena Pisana.

1.3.4 Il centro intermodale di Guasticce

L'intera penisola è costellata di nodi intermodali realizzati per servire il sistema produttivo e commerciale nazionale. Queste strutture sono principalmente nel centro-nord del Paese e lungo i confini, e fungono da punti di interconnessione delle reti autostradale, ferroviaria e portuale nazionali e anche europee. Le stesse strutture sono spesso in grado di fornire vari servizi, dal semplice stoccaggio, ai servizi amministrativi e doganali, o di altro tipo ancora. Uno degli strumenti chiave per la competitività è la possibilità di utilizzare le diverse modalità di trasporto in maniera complementare, onde sommare i vantaggi resi da ciascuna modalità.

L'Interporto di Guasticce, nel Comune di Collesalveti, ha dovuto nel tempo, viste le difficoltà di gestione e ambientali, modificare le strategie per adeguarsi alla rapida evoluzione della logistica, dei trasporti e della mobilità. Esso prevede (Tavola III-1-6) un impegno di territorio di oltre due milioni di mq, di cui 250.000 coperti. Esso nasce soprattutto come insediamento per fare intermodalità del trasporto.

La condizione di prossimità tra porto ed Interporto, né fa una condizione pressoché unica nel panorama trasportistico nazionale; ciò risulta un grande vantaggio nel momento in cui ci sia distinzione e specializzazione, e laddove necessario integrazione, tra traffici marittimi e quelli esclusivamente terrestri. Ciò significa, tra l'altro, evitare

che qualsiasi attività non compatibile con l'ambito portuale, diventi acriticamente ospitabile nell'ambito Interporto.

L'Interporto, nelle aspettative, dovrà rispondere a diverse esigenze, tra le quali l'export della regione Toscana, la cui economia è rivolta verso l'estero, con traffici diretti in Germania, Spagna, Francia, Inghilterra, Paesi Scandinavi ed est Europa; i poli del marmo, della chimica, del cartario, del tessile sono realtà presenti in particolare nell'ambito costiero. Forte è anche la richiesta del settore agroalimentare, anche con riferimento ai prodotti del nord Italia con destinazione paesi nordafricani e isole del Mediterraneo. Inoltre Livorno è nodo di passaggio di grandi flussi commerciali per la distribuzione italiana ed europea delle automobili; traffici che richiedono grandi spazi.

Il progetto di realizzazione prevede: un centro direzionale, un'area di ristoro, una piattaforma agro-alimentare, un terminal ferroviario, magazzini (gomma-gomma, ferro-gomma, generali), un centro servizi per gli automezzi, piattaforme dedicate all'autotrasporto, alle merci e servizi vari, alle auto.

L'Interporto sarà prima di tutto un grande terminal ferroviario di 100.000 mq, dove effettuare carico e scarico dalla rotaia e per la rotaia; un grande centro ferro-gomma con servizi annessi di magazzinaggio, trasporto e movimentazione, quindi un importante contributo al sistema trasportistico dell'Italia centrale.

La previsione, a regime, stima un transito di 1.000 automezzi pesanti al giorno.

Descrizione dello stato attuale

Per la realizzazione dell'Interporto si è dovuto procedere con la sistemazione idraulica e con la bonifica geotecnica dei suoli, al fine di rendere compatibile i terreni, a suo tempo assoggettati a bonifica idraulica, con le opere previste.

Le opere fuori terra al oggi disponibili sono i magazzini ferro-gomma (per 12.000 mq), e due magazzini gomma-gomma (per 28.000 mq), l'edificio uffici del magazzino ferro-gomma. Sono in corso i lavori del Centro direzionale.

Recentemente sono stati completati gli svincoli (est ed ovest) di collegamento con al S.G.C. Firenze –Porto, che determina un collegamento veloce con il sistema portuale, che verrà completato con l'asse diretto di penetrazione nella darsena Toscana. Parimenti è previsto la realizzazione del collegamento con la SS 555.

Per quanto riguarda i collegamenti ferroviari, sono stati definiti gli impegni sul terminal, con la possibile integrazione con l'Interporto di Prato; è possibile inoltre sviluppare un collegamento diretto col Porto di Livorno, mentre risulta importante il potenziamento della Pontremolese ed il collegamento diretto con la linea Cecina-Vada-Collesalveti-Pisa.

Le prospettive e le strategie

Le ipotesi di utilizzo delle aree dell'Interporto riguardano:

- ❑ Le piattaforme per lo stoccaggio auto e merci varie, che interessano circa 400.000 mq (in gran parte realizzate)
- ❑ La logistica di supporto ai prodotti manifatturieri che interessano il settore chimico, meccanico, della carta, del cuoio e pelli, che hanno una collocazione su circa 200.000 mq
- ❑ La piattaforma agroalimentare, per la quale è in corso la valutazione sul suo collocamento nell'ambito della riorganizzazione delle strutture annonarie della Regione.

Il pieno decollo ed utilizzo dell'Interporto di Guasticce innescherà un processo di riorganizzazione in quanto interviene nel rapporto tra porto e territorio, nella riorganizzazione delle ferrovie nel nodo Livorno-Pisa, nonché sull'autotrasporto in quanto ridisegnerà sul territorio la distribuzione delle merci.

L'Interporto inciderà sensibilmente sull'attuale logistica del sistema produttivo che attualmente si svolge all'interno delle aziende, in una prospettiva di esternalizzazione. Difatti l'Interporto potrà ospitare e promuovere la diversa organizzazione del trasporto sia nell'approvvigionamento delle materie prime, dei semilavorati, che nella distribuzione delle produzioni nei mercati finali.

L'ambiente interportuale è destinato a generare nuova intraprendenza imprenditoriale ed attirare nuovi investimenti e nuove imprese.

Si intende parlare di Interporto di “seconda generazione”, intendendo col termine la necessità di superare la logica di tipo tradizionale legata ai servizi di magazzinaggio, trasporto, movimentazione e gestione spedizioni, per rivolgersi ad un insieme potenziale di competenze, di *know how*, di tecnologie che possono svolgere molteplici funzioni logistiche relative a cicli produttivi appartenenti a differenti settori economici. Il processo di individuazione e di selezione delle attività da localizzare nell'Interporto è volto alla ricerca di complementarietà e di possibili sinergie tra le “nuove” funzioni e le funzioni tradizionalmente svolte dal porto di Livorno e dall'aeroporto di Pisa.

L'obiettivo è di ottenere un'efficienza del processo di trattamento delle merci, in un'ottica di complementarietà alle attività portuali ed aeroportuali, garantendo risparmi di tempi e di risorse per le imprese; quindi la riduzione del tempo di attraversamento delle infrastrutture logistiche ed il tempo medio di permanenza nell'ambito delle differenti modalità di trasporto, comporterà l'attrazione di nuovi flussi di merci con evidenti ricadute economiche per l'intera area.

Sono state avanzate alcune concrete proposte⁷ così riassumili:

- ❑ Costituzione di un polo di laboratori in grado di rispondere alla domanda di certificazione dei prodotti e dei processi nel campo della qualità e della sicurezza del lavoro.
- ❑ Realizzazione di un centro agro-alimentare, completo di mercato polivalente, in grado di trattare la commercializzazione, accanto a quella dei prodotti agro-alimentari, anche dei prodotti ittici, floricoli, ecc. e dotato di un centro per la certificazione, il confezionamento ed il condizionamento delle derrate alimentari.
- ❑ Costituzione di un centro per la raccolta, il recupero ed il condizionamento degli imballaggi, in connessione con il polo cartario della Lucchesia.
- ❑ Realizzazione di un centro di formazione avanzata per la logistica, nel campo della qualità e della certificazione, finalizzato alla creazione di specifiche competenze professionali.

Esistono, inoltre, altre esigenze connesse a richieste che vengono dal territorio, quali:

- ❑ Delocalizzare ed accentuare i servizi di officina connesse al terminal (es: assistenza e manutenzione di container)
- ❑ Implementare le aree di stazionamento di quelle derrate (conservazione sotto freddo) che non hanno bisogno di servizi a banchina (- 22°C)

1.3.5 L'aeroporto Galileo Galilei di Pisa

L'aeroporto Toscano Galileo Galilei si trova al centro del vasto territorio formato dalle province di Pisa, Livorno e Lucca che si qualifica come la più importante area della Toscana occidentale caratterizzata da una popolazione di circa 853.000 abitanti, di cui 625.000 distribuiti lungo le direttrici Pisa-Livorno, Pisa-Lucca, Pisa-Empoli, Pisa-Viareggio e da una quantità di poli ed attività complementari tra di loro.

E' collegato alla stazione di Pisa Centrale tramite un raccordo ferroviario e quindi alla linea Genova- Pisa- Roma. Il ruolo della linea è quello di rispondere ad una domanda di grande traffico nord-sud di valenza internazionale, nazionale e di collegamento diretto tra i porti del tirreno con le aree padane. Le strutture attuali sono caratterizzate da un doppio binario elettrificato con un andamento plano-altimetrico scorrevole; la linea è dotata di impianti tecnologici moderni.

Da Pisa parte la linea per Firenze che svolge non solo la funzione di collegare la direttrice tirrenica con quella centrale, ma anche quella di sostenere il traffico dei

⁷ Gruppo di lavoro coordinato dal prof. R. Lanzara (1998)

collegamenti regionali e sub urbani nei tratti Pisa-Pontedera-Empoli-Firenze, nonché il collegamento diretto della stazione di Firenze con l'aeroporto. Da Pisa parte anche una linea per Lucca, che la collega con Montecatini-Pistoia-Prato. Infine esiste una linea Pisa-Collesalveti-Vada che costituisce un itinerario alternativo alla linea tirrenica di notevole importanza per il trasporto delle merci.

L'area dell'aeroporto è direttamente collegata con la S.G.C. FI-PI-LI che è a quattro corsie con svincoli di immissione a livelli sfalsati. A Firenze Signa la superstrada è direttamente collegata con la A1, mentre a Pisa sud è collegata con l'A12. Quest'ultima ha diramazione a nord: a Migliarino Pisano con la A11 e a Sarzana con la A15 della Cisa; a sud a Cecina con la nuova Aurelia a quattro corsie da Livorno fino a Grosseto. Attraversano Pisa le strade di grande comunicazione S.S. n.1 Aurelia e la S.S. n.12 del Brennero.

La Toscana genera il 14% del traffico merci nazionale. La merce movimentata via aerea è stata nel 1998 di 5.388 t, in superficie 3.211 t, la posta 2.336 t; 1.165 sono stati i movimenti di aeromobili "all cargo" e postali.

I dati mostrano che nell'ultimo quinquennio si registra un incremento medio annuo del traffico merci dell'8%, determinato da un forte incremento dei voli "all cargo" e da uno sviluppo del traffico di superficie; anche la posta presenta un andamento in forte crescita. I movimenti di merce evidenziano una leggera prevalenza delle esportazioni, la cui principale direttrice è il nord America. Le tipologie di merci più comuni sono tessuti, pelli, abbigliamento, parti di ricambio, materiale elettronico, ma anche prodotti chimici e macchinari.

Per quanto riguarda il *traffico merci*, le quote di mercato dello scalo di Pisa ammontano al 46% per l'import e al 4% per l'export; si può dunque ritenere che esista un mercato potenziale ancora da sfruttare di consistente dimensione.

La proiezione del flusso merci preventivata per l'aeroporto "G. Galilei" con riferimento agli anni 1998/2010 ipotizza uno sviluppo dei traffici considerevole, se si pensa che dalle attuali 8.600 t, si passerebbe a circa 14.000 nel 2005 e a 22.000 nel 2010.

1.4 Il sistema dei trasporti

1.4.1 Trasporti delle merci su gomma

I dati (1999) ACI relativi alla Provincia di Livorno indicano che su 243.396 veicoli circolanti, 14.344 sono gli autocarri merci (più di 1.011 trattori o motrici, 6.152 rimorchi o semirimorchi, e 3.357 motocarri). Sul nodo infrastrutturale livornese è stato stimato che giornalmente transitano 5.000 mezzi pesanti, che movimentano oltre l'80% delle merci scaricate in porto.

Lo studio d'area per il rischio industriale ha messo in evidenza la particolare criticità del trasporto delle merci pericolose su gomma, segnalando in particolare, quale situazione su cui porre la maggiore attenzione, il tratto terminale della S.G.C. Firenze-Porto, via L. Da Vinci; la raccomandazione è di prevedere interventi di ottimizzazione della struttura viaria e dei flussi veicolari per l'accesso all'area industriale/portuale, ovvero il trasferimento in area remota del caricamento del GPL sui vettori.

Difatti il contributo maggiore ai livelli di rischio stimati è rappresentato dal trasporto di GPL che fa capo al deposito Costiero Gas, consistente in circa 27.000 autocisterne per anno, il cui movimento, tra l'altro, non è uniformemente distribuito, ma concentrato nei periodi del riscaldamento.

Le soluzioni suggerite possono sostanzialmente individuarsi in: redistribuzione del flusso di autocisterne in uscita dal deposito su percorsi alternativi e complementari e maggiore utilizzo del trasporto ferroviario.

Gli interventi infrastrutturali non sono né facili né economici: una soluzione ipotizzabile consiste nel raddoppio del tratto terminale dello svincolo della S.G.C. con destinazione privilegiata presso lo stabilimento, la qual cosa implicherebbe il ricorso a viadotti ed opere d'arte complesse, con elevato rapporto costi/benefici. D'altronde un significativo potenziamento del trasporto su ferro comporterebbe investimenti di potenziamento dello scalo del Calabrone, eliminando, tra l'altro, il pericoloso attraversamento ferroviario di via L. Da Vinci. Un'ipotesi in tal senso approfondita, porterebbe una riduzione di circa il 15% del traffico su gomma, ed un incremento dalle attuali 1.500 FC/anno a 3.500 FC/anno.

Tra i progetti valutati nell'ambito dello studio del rischio d'area, fu particolarmente apprezzata l'ipotesi di raddoppio della carreggiata di via L. Da Vinci, soluzione che, oltre a consentire un complessivo miglioramento della viabilità e differenziazione dei tipi di traffico (commerciale, industriale, locale, turistico) che transita su questa via, può permettere un migliore accesso, in sicurezza, alla S.G.C. da parte dei vettori di GPL. Altra ipotesi è il trasferimento in area remota delle operazioni di caricamento delle sostanze pericolose e del GPL in particolare, anche in considerazione dei prevedibili

maggiori traffici indotti dall'implementazione delle attività sull'Interporto A. Vespucci. Tali sito dovrebbe essere raccordato con le principali direttrici stradali e ferroviarie.

Altro punto di criticità messo in evidenza dallo studio dei rischi d'area è il progetto che prevede le opere di miglioramento della viabilità della frazione di Stagno, nel Comune di Collesalveti. L'elevata concentrazione di insediamenti nella zona e la vicinanza del porto industriale induce, infatti, un'intensa movimentazione di sostanze pericolose via terra. La SS.1 Aurelia è attualmente in punto di confluenza della variante Aurelia, dell'Autostrada A12 e della S.G.C. Firenze-Porto per il traffico in entrata e in uscita della zona industriale; per cui il rischio di incidente dovuto alle installazioni fisse si aggiunge quello connesso al trasporto stradale. Il progetto mira a decongestionare la via Aurelia con una serie d'interventi del traffico industriale da quello residenziale, e per facilitare l'attuazione dei Piani di emergenza nell'area della raffineria Agip Petroli.

Sempre nell'ambito degli studi sull'area a rischio d'incidenti è stato candidato al finanziamento un progetto più complessivo per la razionalizzazione dei traffici portuali ed industriali. Il porto di Livorno è caratterizzato da una "struttura" che presenta una commistione dei traffici commerciali, industriali e turistici, che fanno capo ad un unico sistema viario, con forti interferenze e sovrapposizioni tali da causare situazioni di congestione dell'area sulla quale insistono numerose fonti di rischio industriale e da trasporto. L'obiettivo è la realizzazione di opere infrastrutturali che permettano la distinzione fra i traffici e consentano anche un collegamento fra le aree doganali e quelle "periportuali", attualmente separate fisicamente dalla via L. Da Vinci e dallo scalo ferroviario del Calabrone. Un primo intervento prevede il completamento della copertura dell'ex canale delle Cateratte, la sistemazione della rotatoria viale Genova, via S. Orlando, via delle Cateratte e la realizzazione di un nuovo ponte su via delle Industrie-via Paleocapa.

1.4.2 Il trasporto ferroviario

I traffici ferroviari, nonostante la difficoltà di doversi confrontare con una situazione che presenta una forte dispersione degli scali marittimi sul territorio nazionale, hanno avuto, sia per i container che per le merci solide, uno sviluppo sostenuto (rispettivamente +8,7% e 8,8%). La quota ferroviaria nei porti rimane a livelli significativi: del 22% nei container e del 17% nelle merci solide.

Le Ferrovie danno grande importanza all'area della Toscana costiera perché intravedono grande possibilità di crescita dei loro traffici. Su questo territorio collocheranno la direzione regionale ed il centro manutenzioni.

In particolare per quanto riguarda il porto di Livorno, la ferrovia ha movimentato circa 1.821.000 t con un incremento rispetto al 1999 del 5.8%. E' importante ricordare che tra

i principali porti europei la quota ferroviaria del porto di Livorno si colloca, per quanto riguarda in particolare i container, ai primi posti in Europa.

Da un'indagine relativa al '95⁸, da ritenersi nel complesso attuale, è possibile evidenziare l'utilizzo del treno per area geografica di riferimento.

Tabella III- 1-14
Utilizzo treno per area geografica

Area di riferimento	A	B
Toscana	0,98	5,57
Emilia	17,59	63,73
Triveneto	4,24	47,64
Liguria	0	0
Centro sud	1,3	9,59
Varie	0	80,67

A: percentuale via treno di merce in partenza dal porto di Livorno

B: percentuale di merce in arrivo al porto di Livorno

* seppur le merci provenienti da varie destinazioni sono quantitativamente poco rilevanti, la percentuale inviata via treno è altissima

La stazione di Livorno-Calambrone è la stazione di base di tutto lo scalo Marittimo, ed il sistema di collegamenti che si sviluppa per circa 70 km di binari, consente il raccordo con il Porto Nuovo, il Porto Vecchio e San Marco.

Nella fase attuale le F.S. stanno concentrando tutte le operazioni ferroviarie tecniche e commerciali sulla stazione di Livorno Calambrone, esaltandone il ruolo di smistamento per tutto il traffico ferroviario in origine od in destinazione al terminale portuale livornese. Tale ruolo risulta sottolineato anche dagli interventi sulle infrastrutture realizzati per l'abilitazione dello scalo ad operare per l'inoltro e la ricezione anche dei trasporti internazionali a 22,5 t/asse. La stazione si configura quindi come porta di ingresso dalla rete nazionale FS al sistema ferroviario interno al porto, attestato sui terminali di porto Vecchio, S. Marco, Porto Nuovo, della darsena Toscana e dell'insieme degli operatori raccordati. Resta aperta la necessità di razionalizzare e migliorare l'organizzazione gestionale della movimentazione delle tradotte per il trasferimento dei carri delle banchine allo scalo di formazione dei treni.

Sono in corso trattative per procedere ad un parziale smantellamento di binari oggi non più funzionali ed inutilizzati, al fine di realizzare una complessiva razionalizzazione delle infrastrutture ferroviarie e renderle così più funzionali alle esigenze logistiche del porto.

⁸ Cazzaniga Francesetti D. "Origine e destinazione delle merci del porto di Livorno" (1996)

L'incremento di traffici nel porto di Livorno ed il contemporaneo aumento dei carri destinati allo scalo del Calabrone per manutenzione, ha causato momenti di congestione e crisi dello scalo. Livorno infatti produce la quasi totalità del traffico cargo della regione, ma è anche diventato sede di uno dei cinque grandi centri di manutenzione italiani.

Il ruolo della ferrovia nella darsena Toscana può essere decisivo per consentire allo scalo livornese di inserirsi appieno, insieme con Genova-Voltri e La Spezia, nel sistema integrato di terminali marittimo/ferroviari specializzati nel traffico contenitori, con particolare riferimento al trasporto dei container a media-lunga distanza. E' peraltro necessario il miglioramento dell'efficienza complessiva dei servizi, favorendo l'integrazione della catena logistica e riducendo i costi complessivi dei cicli sbarco/imbarco. In altre parole sono necessari investimenti per rendere più moderno il sistema di movimentazione dei container.

Nel sistema dei collegamenti ferroviari, diventerà sempre più importante quello tra porto ed Interporto di Guasticce. La discussione sull'opportunità di tale collegamento, che presuppone opere impegnative tra cui il sovrappasso della linea ferroviaria tirrenica, è stata legata anche alla costituzione di una "zona franca manifatturiera", con l'insediamento di attività che comportino operazioni di manipolazione usuali delle merci. Il collegamento fisico indipendente tra le diverse "aree franche" (del porto e dell'Interporto), consentirebbe di trasferire le merci da sottoporre alle varie operazioni di manipolazione all'interno di un circuito extraterritoriale senza doverle sottoporre a formalità doganali. Solo, infatti, in presenza di trasferimento di rilevanti quantità di merci, la bretella ferroviaria di collegamento appare indispensabile.

L'ipotesi di un vero e proprio scalo presso l'Interporto di Guasticce dove si formano i treni pronti per l'instradamento, può giustificare il collegamento con la linea Pisa-Vada, per le direttrici sud e verso Firenze. Ciò appare legato ad una prospettiva di sviluppo della struttura interportuale non solo ausiliaria rispetto al porto, ma capace altresì di attrarre e generare traffico rispetto ad un bacino di raccolta autonomo interessante non solo l'interland della fascia costiera, ma anche un territorio assai più vasto in ambito regionale.

1.4.3 Il trasporto marittimo a corto raggio e il cabotaggio

Ci soffermiamo su questo particolare aspetto del trasporto via mare, per la particolare rilevanza per il porto di Livorno.

La promozione del trasporto marittimo a corto raggio (*Short Sea Shipping – SSS*) rimane per l'UE un obiettivo prioritario, soprattutto in funzione del trasferimento dei traffici dalla modalità stradale a quella marittima con conseguente riduzione del congestionamento viario e delle fonti di inquinamento. Lo SSS è per l'UE strumento della sostenibilità generale dei trasporti che può consentire l'aumento di efficienza per soddisfare la domanda attuale e futura legata alla crescita economica. Lo SSS può

diventare parte integrante della catena logistica attraverso un effettivo servizio *door-to-door*.

L'obiettivo delle azioni di sostegno è rivolto non al trasporto merci in quanto tale, ma al miglioramento dell'efficienza delle catene logistiche secondo una determinata struttura di rapporti tra fornitore e committente.

Le ragioni principali per promuovere il trasporto marittimo a corto raggio nella Comunità sono tre:

- (i) promuovere la sostenibilità generale dei trasporti. Il trasporto marittimo a corto raggio dovrebbe essere in questo contesto evidenziato come un'alternativa sicura ed ecologica al trasporto stradale, ormai saturo;
- (ii) rafforzare la coesione della Comunità per facilitare le connessioni tra gli Stati membri e tra le regioni in Europa e rilanciare le regioni periferiche;
- (iii) aumentare l'efficienza dei trasporti per soddisfare la domanda attuale e futura legata alla crescita economica. A tal fine, il trasporto marittimo a corto raggio dovrebbe diventare parte integrante della catena logistica e diventare un effettivo servizio porta a porta.

Il trasporto marittimo a corto raggio può essere considerato un modo di trasporto particolarmente favorevole per l'ambiente, soprattutto a causa dei costi esterni comparativamente bassi e della grande efficienza energetica. Un maggiore ricorso al trasporto marittimo a corto raggio potrebbe aiutare la Comunità a raggiungere l'obiettivo in materia di CO₂ - stabilito dal protocollo di Kyoto. ossidi di azoto (NO_x) del trasporto marittimo a corto raggio sono attualmente inferiori – per tonnellata-chilometro – a quelle di altri modi, ma possono essere ulteriormente ridotte. Le emissioni di anidride solforosa (SO₂) della navigazione marittima sono invece troppo elevate e devono essere ridotte rapidamente.

La notevole differenza tra le distanze medie di una tonnellata trasportata mediante navigazione a corto raggio (1385 km) e su strada (100 km) porta a concludere che i mercati per questi due modi sono in parte separati. Circa il 90% delle merci sono trasportate su brevi distanze e in genere all'interno dei confini nazionali. Il trasporto marittimo a corto raggio è comunque competitivo su un notevole segmento di mercato. Tale segmento potrebbe aumentare considerevolmente se, – grazie a soluzioni logistiche – si riesce ad attirare l'utenza a ricorrere al trasporto marittimo a corto raggio per le più brevi distanze.

Gli indicatori ambientali elaborati da Eurostat⁹ sono riportati in tabella [Tabella III-1-15].

⁹ Le ipotesi di base usate nei calcoli sono le seguenti:

Strada: categorie di peso dei veicoli: 5,5-36 tonnellate; velocità standard: zone rurali 50 km/h, autostrade 80 km/h (fattori di emissione dipendenti dalla velocità); capacità di carico: (peso lordo del veicolo-1,5921)/ 1,3228; fattori di carico 50% e 100%; valore di riscaldamento più basso del diesel 42,5 MJ/kg; tenore di zolfo nel diesel 0,0005 kg/kg.

Tabella III- 1-15

Indicatori ambientali Eurostat		
Modalità di trasporto	Consumo di combustibile (g/t Km)	Emissioni CO ₂ (g/t Km)
Strade	31,330	98,301
Ferrovia	8,911	28,338
Marittimo (a corto raggio)	4,828	15,45

Fattori di emissione per un veicolo di 36 tonnellate a pieno carico (metodologia COPERT): consumo di combustibile: 350,908; CO 2 : 1101,007; CO: 2,151; VOC (HC): 0,858; particelle: 0,564; NO x : 13,590 e SO 2 : 0,351 g/km.

Ferrovia: peso lordo di un treno: 250-2.500 t; parte del treno disponibile per le merci in base alla massa: 0,6; fattori di carico 65% e 100%. Valore di riscaldamento più basso del diesel: 42,5 MJ/kg; consumo di energia: EC=15,313*peso lordo^{-0,6489 MJ/tkm}. **Fattori di emissione:** CO 2 : 3,18; CO: 0,022; HC: 0,011; particelle: 0,003; NO x : 0,053 e SO 2 : 0,004 g/g diesel.

Trasporto marittimo a corto raggio: navi portacontainer e navi portarinfuse in categorie 500-10.000 gt; velocità media di servizio 19,09 (nave portacontainer) e 14,32 (nave portarinfuse) nodi; frazione del peso morto disponibile per le merci 0,95; fattori tipici di carico 65% e 100% per navi portacontainer e 50% e 100% per navi portarinfuse; consumo di energia (tonnellate al giorno) per navi portacontainer EC=8,0552+0,00235*GT e per navi portarinfuse EC=0,9724+0,0019*GT; fattore di riduzione del consumo di energia ipotizzato in condizioni di zavorramento: 0,8; tenore di zolfo del combustibile 3%. **Fattori di emissione:** CO 2 : 3,2; CO: 0,0074; HC: 0,0024; particelle: 0,0012; NO x : 0,0645 (nell'ipotesi di una ripartizione 50/50 tra motori diesel a media e bassa velocità) e SO 2 : 0,06 g/g combustibile consumato.

2 QUADRO DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE

2.1 Quadro regionale

2.1.1 *La legge urbanistica della Regione Toscana*

La legge urbanistica della regione Toscana è la n. 5/1995 "Norme per il governo del territorio", che ha introdotto nuovi strumenti e procedure per l'approntamento dei Piani regolatori generali (PRG) dei Comuni, prevedendo un meccanismo di interrelazione tra gli enti che hanno competenza nella pianificazione urbanistica:

- la Regione elabora il Piano di indirizzo territoriale (PIT), strumento contenente orientamenti generali di sviluppo e di tutela del territorio;
- le Province elaborano i Piani di coordinamento territoriale (PTC), in adeguamento agli indirizzi del PIT;
- i Comuni, in coerenza con gli indirizzi forniti dal PIT e dal PTC, elaborano il PRG, che è formato dal Piano strutturale (PS) e dal Regolamento urbanistico (RU): quest'ultimo risulta lo strumento operativo sul territorio.

La Regione, con la L.R. 5/1995, si è proposta di riportare la pianificazione urbanistica alla sua logica originaria, integrandola con i più moderni criteri di compatibilità ambientale e sviluppo sostenibile nelle scelte territoriali.

Il processo di costruzione del PRG prevede che i Comuni predispongano uno strumento preliminare (il PS), con carattere generale di indirizzo per lo sviluppo della comunità locale.

Ad esso farà seguito lo strumento attuativo (il RU), che disciplina i rapporti tra le unità territoriali, secondo gli obiettivi generali tracciati dal PS.

Nell'area individuata, ricadono due comuni, quello di Livorno e quello di Collesalveti; il primo, allo stato attuale ha approvato sia il PS che il RU, mentre a Collesalveti è in corso l'adeguamento alla L.R. n.5.

2.1.2 *Il Piano di indirizzo territoriale (PIT)*

Il PIT¹⁰ assume l'integrazione intermodale tra le diverse reti di trasporto quale strumento per il perseguimento delle finalità generali, di riqualificazione ambientale e funzionale del territorio regionale (art.33), e considera il sistema portuale tra le "infrastrutture puntuali".

Al proposito l'art. 35 (infrastrutture puntuali) così si esprime:

¹⁰ Approvato con Delibera n. 12 del Consiglio della regione Toscana del 25 gennaio 2000

“1. Relativamente al sistema portuale, il PIT assume quale gerarchia dell’organizzazione portuale della Toscana quella individuata dal PRIT.

2. Il PIT individua quale sistema portuale commerciale di livello internazionale e nazionale della toscana quello incentrato sui 3 scali commerciali di Livorno Marina di Carrara e Piombino, complementari fra loro per la presenza di attracchi di navi con carico di merci gommati, che generano traffico finalizzato allo sviluppo del cabotaggio.

3. Le caratteristiche di complementarietà, pur con vocazioni e tendenze diversificate, costituiscono un elemento da rafforzare attraverso il coordinamento degli strumenti di pianificazione territoriale coordinati con gli strumenti regolatori degli assetti portuali.

4. Relativamente al porto di Livorno, il PIT assume quale riferimento per la programmazione e lo sviluppo delle attività portuali e dei servizi annessi, le previsioni degli assetti contenute nei sistemi e sottosistemi individuati nel Piano Strutturale del Comune; per quanto attiene l’attività portuale, il PIT indica quali riferimenti programmatici:

- la valorizzazione degli edifici e manufatti storici presenti all’interno del sottosistema (Torre del Marzocco, fortificazioni e Porto Mediceo);
- la valorizzazione della Fortezza Vecchia è subordinata alla verifiche delle conseguenze idrauliche e marittime;
- la realizzazione all’interno del Porto Mediceo di strutture a servizio della nautica da diporto e della navigazione crocieristica;
- il miglioramento dell’infrastruttura del porto;
- la realizzazione della vasca di colmata alla Darsena Toscana a cui attribuire funzioni portuali;
- la realizzazione del molo Italia secondo quanto previsto dal Piano regolatore portuale del 1953;
- la localizzazione di servizi d’interesse generale quali l’impianto di depurazione delle acque di zavorra;
- il miglioramento della sicurezza ambientale in ambito portuale;
- la conferma della localizzazione dell’impianto di stoccaggio conto terzi e trattamento rifiuti tossico nocivi;
- il tombamento del canale dei Navicelli nel tratto della Darsena Toscana al Calambrone, subordinato alla realizzazione del nuovo sbocco a mare alla foce dello Scolmatore;

e per quanto attiene le attività collaterali:

- la realizzazione della stazione Marittima intesa come parte integrante della città;
- la trasformazione in centro per la nautica, servizi e attività terziaria con quote di residenza e per le attrezzature ricettive di parte del cantiere Orlando;
- la realizzazione di una linea di trasporto pubblico integrato ad alta frequenza.

Il PIT assume inoltre quale azione programmatica ai fini del potenziamento delle attività portuali quanto contenuto nell'apposito Accordo di Programma del 16/9/97 tra Regione, la Provincia, il Comune e l'Autorità portuale di Livorno.”

Nella sezione dedicata alla Toscana della costa e dell'arcipelago, il PIT (art.53) assume tra gli altri i seguenti obiettivi strategici relativi all'intero sistema:

“... c) la definizione del corridoio tirrenico quale itinerario plurimodale europeo rispetto al quale il PIT individua le seguenti prestazioni principali che diventano invarianti strutturali del PIT:

- *il collegamento nord sud ai fini del servizio al traffico merci e passeggeri di attraversamento e di origine e destinazione nel principale nodo infrastrutturale costituito dal porto di Livorno, dall'aeroporto di Pisa e dall'interporto di Guasticce;*

...

... e) potenziamento e qualificazione del principale nodo di trasporto a livello internazionale, nazionale e regionale rappresentato dal porto di Livorno, dall'aeroporto di Pisa e dell'interporto di Guasticce, che assume anche un ruolo di cerniera con il sistema infrastrutturale trasversale del sistema territoriale dell'Arno;..”

2.2 Quadro provinciale

2.2.1 Il Piano territoriale di coordinamento (PTC)

Il PTC, come strumento di sviluppo sostenibile, si prefigge di migliorare la qualità della vita di coloro che vivono, lavorano e utilizzano i territori della Provincia di Livorno nell'ambito delle compatibilità ambientali di carattere sia globale che locale.

Si riportano qui di seguito alcuni stralci del PTC che riguardano gli aspetti strategici, infrastrutturali e specifici energetici.

Per raggiungere il fine dello sviluppo sostenibile, il PTC ha identificato alcuni obiettivi di riferimento:

- un ambiente più sano e più sicuro che sia di garanzia anche per la salute di chi vi risiede;
- l'equilibrio tra l'ambiente naturale e quello costruito;
- permettere l'accessibilità al territorio a tutti i gruppi e le classi sociali e favorire la mobilità sostenibile;
- perseguire lo sviluppo economico migliorando nel contempo le condizioni per l'occupazione e la tutela delle risorse naturali;
- conseguire un uso sostenibile delle risorse. Quello energetico rappresenta il settore simbolo dello sviluppo sostenibile della provincia, sia per la grande concentrazione di produzione che per l'impatto sulle risorse naturali: aria, acqua e suolo;

- identificare gli obiettivi a cui la comunità intende far riferimento per conseguire la sostenibilità dello sviluppo;
- migliorare il coinvolgimento e la partecipazione di tutte le forze sociali ed economiche della provincia per raggiungere e migliorare gli obiettivi concordati;
- incrementare l'efficienza economica e l'equità sociale come componenti essenziali della sostenibilità.

La Provincia si propone di sostenere e promuovere le azioni necessarie a migliorare le relazioni infrastrutturali, l'interscambio economico, sociale e culturale, la qualità dell'immagine del territorio provinciale nel contesto nazionale ed europeo.

Lo sviluppo sostenibile di quest'area è limitato infatti da fattori esterni ed interni all'ambito provinciale, veri e propri condizionamenti da rimuovere. Tra questi c'è:

- l'inadeguato grado di efficienza del sistema infrastrutturale intermodale che attraversa la provincia come spina di mobilità interna e la collega verso nord e verso sud con il territorio nazionale;
- la presenza di fattori di crisi ambientale conseguenti ad un modello di sviluppo in fase di esaurimento: il consumo di suolo, la qualità dell'acqua e dell'aria, lo squilibrio modale dei trasporti, il consumo di energia.

E' possibile oggi confrontare i problemi di quest'area con quelli delle regioni dell'Arco Mediterraneo occidentale, costituito dall'insieme delle regioni rivierasche italiane, francesi e spagnole. Le radici comuni di quest'area, chiamata anche Arco Latino, portano a ipotizzare un progetto integrato per questa grande regione di frontiera dell'Europa che non riesce ad esprimere tutte le sue potenzialità nei confronti dei Paesi del Nord, riuniti nell'Arco Atlantico.

Alle decisioni già operate nell'Arco Latino, ed a cui può fare riferimento la Provincia soprattutto per la contiguità geografica, si sono aggiunte quelle più propriamente di contenuto che fanno riferimento all'appartenenza dell'Italia all'Unione europea (UE) ed alle possibili conseguenze per la politica territoriale della Provincia di Livorno.

La Provincia mantiene tra i suoi obiettivi promozionali la conclusione del corridoio plurimodale tirrenico corrispondente all'itinerario europeo E80: La Coruna - Narbonne - Ventimiglia - Roma e dei suoi collegamenti marittimi con le isole mediterranee e più in generale con il cabotaggio, sostenendo tra l'altro il ruolo storico, culturale ed istituzionale di Roma come polo conclusivo del sistema di relazioni e scambi interessanti l'Arco Latino ed il mare.

A livello nazionale, si tratta di riequilibrare, in senso infrastrutturale e di offerta di servizi ferroviari, la direttrice tirrenica rispetto alla dorsale MI-BO-FI-Roma sul cui sviluppo pesano i due grandi capoluoghi di Bologna e Firenze, mentre Genova, grande città portuale, non ha interesse allo sviluppo della tirrenica.

In questa visione non può mancare l'impegno dell'Amministrazione per sollecitare prioritariamente la funzionalità del sistema integrato Autostrada-Variante Aurelia nel tratto Grosseto- Civitavecchia.

Inoltre, per favorire il riequilibrio modale a vantaggio del modo ferroviario si continuerà a perseguire l'obiettivo del rafforzamento della direttrice tirrenica-pontremolese, la maggiore qualificazione dell'aeroporto Galilei come polo di interscambio passeggeri integrato alla linea ferroviaria tirrenica ed alla trasversale Livorno-Pisa-Firenze.

L'integrazione della provincia nell'Area Vasta della costa toscana è fortemente sentita ormai anche dagli operatori economici e dagli Enti Locali. Lo sviluppo delle relazioni interne al sistema, caratterizzato da poli insediativi, scientifici, industriali di varia dimensione e specializzazione, distribuiti sul territorio con discontinuità e con l'interposizione di vaste aree di elevato interesse ambientale e paesaggistico è quindi un obiettivo che trova ormai una via già aperta dal lavoro delle istituzioni locali che continueranno l'opera di promozione per l'ammodernamento generale del sistema e delle sue relazioni con l'intero territorio regionale. La Provincia quindi sosterrà le iniziative tese a migliorare le trasversali stradali e ferroviarie del Basso Valdarno e della Val di Cecina, nonché la direttrice dei due mari.

Una specifica sezione è dedicata alla risorsa energetica, che è considerata negativamente perché caratterizzata da un elevato divario tra: effettivo fabbisogno e consumi di combustibili fossili impiegati per soddisfarlo.

L'esigenza da normare è quella di soddisfare quota del fabbisogno CIVILE con l'impiego degli scarti termici potenziali rilevati nella produzione industriale a Livorno/ Piombino/Rosignano/Collesalveti.

2.2.2 Il Piano integrato idrico energetico (PIIE)

La Provincia di Livorno ha elaborato il Piano integrato idrico energetico con il compito di elaborare e definire:

- le aree dove sono elevati i livelli di stress (crisi), i settori all'interno delle aree di crisi, dove è prioritario intervenire perché l'utilizzo delle risorse raggiungono i massimi livelli di pressione o di utilizzo;
- le Linee Guida; cioè quali sono le possibili strategie per attuare, secondo le priorità prima definite per la pianificazione ambientale e territoriale.

Per il settore energetico sono stati elaborati:

- a. il bilancio energetico provinciale, con particolare riguardo ai livelli di produzione ed autoproduzione di energia elettrica, al consumo delle fonti primarie non rinnovabili come gasolio e metano, alla suddivisione settoriale dei consumi in rapporto anche alle caratteristiche della tipologia industriale, al

- rapporto di produzione e consumo di energia elettrica tra la Provincia di Livorno e la Regione Toscana.
- b. il bilancio provinciale delle emissioni dei gas climalteranti, con particolare attenzione alle quantità di anidride carbonica (CO₂) emessa in funzione dei fattori industriali e di produzione di energia elettrica.
 - c. l'analisi del fabbisogno energetico del comparto civile, con particolare attenzione alla suddivisione del fabbisogno per soggetti privati e pubblici, alle emissioni derivanti e/o evitate in caso di interventi di risparmio e cogenerazione.
 - d. l'analisi del fabbisogno energetico del comparto industriale, con particolare attenzione alle caratteristiche di utilizzo e consumo per i soggetti con potenza installata superiore ai 500 kW, ai livelli attuali e per scenario futuro di cogenerazione ed autoproduzione.

Il PIIE, per coordinarsi con lo schema del PTC, ha adottato una suddivisione del processo di Analisi e Bilanci in Aree Omogenee che fanno riferimento agli ambiti principali in cui è stata suddivisa il sistema provinciale.

Dal punto di vista metodologico le fasi di Analisi, Bilancio e Linee Guida sono state elaborate con una continua integrazione tra dati e modelli per un approccio concettuale che vede il territorio e le sue risorse locali come un unicum spaziale e relazionale in cui, qualunque sia il dato-tematismo di ingresso o l'azione individuata, le ripercussioni e gli effetti di questa sono distribuiti sull'intero sistema.

L'obiettivo operativo della politica energetica è la riduzione del livello nazionale di dipendenza dall'importazione dal mercato mondiale delle fonti energetiche (non rinnovabili), la funzione lasciata agli Enti Locali è l'individuazione delle strategie operative attraverso cui si può giungere all'abbassamento dei consumi ed all'innalzamento dei livelli di efficienza termodinamica del sistema.

Un obiettivo di riduzione dei consumi richiede necessariamente una forte riconsiderazione del nostro sistema di produzione, distribuzione e consumo di energia e richiede che, accanto al rendimento di primo grado - il solo che fino ad ora sia mai stato considerato - venga introdotto il rendimento di secondo ordine ed il concetto di usi finali.

Il lavoro di analisi e ricerca del PIIE è stato mirato a classificare energeticamente le industrie ed il sistema di produzione energetica (pubblico e privato) per comprendere dove fosse possibile creare una "rete energetica urbana" per chiudere il ciclo di utilizzo della fonte energetica utilizzata.

In termini di priorità il PIIE individua quelle aree urbane e produttive i cui livelli di consumo energetico e di potenzialità ottenibili dalla cogenerazione, teleriscaldamento e teleraffrescamento sono i più alti, e verso cui deve essere data precedenza per l'assegnazione dei fondi e la realizzazione del progetto.

Questo approccio di pianificazione alle problematiche energetiche deriva dalle direttive che il CIPE ha emanato nel dicembre 1993, relativamente a quella che è definita l'Agenda XXI Italia, cioè la traduzione nel contesto nazionale di quelli che sono gli accordi internazionali firmati a Rio de Janeiro nel giugno del 1992 durante lo svolgimento della seconda sessione mondiale sull'Ambiente e sullo sviluppo sostenibile.

Il PTC ha previsto un apposito articolo della normativa che si occupa di disciplinare l'uso e la valorizzazione della risorsa energetica:

“1. Classificazione

Il PTC individua per i Comuni della provincia la seguente classificazione:

- Classe A

Rientrano in questa categoria tutti quei comuni il cui livello di emissioni inquinanti e climalteranti sia superiore del 30% a quello del 1990.

- Classe B

Rientrano in questa categoria tutti quei comuni il cui livello di emissioni inquinanti e climalteranti sia superiore tra il 10% ed il 30% a quello del 1990.

- Classe C

Rientrano in questa categoria tutti quei comuni il cui livello di emissioni inquinanti e climalteranti sia inferiore a quello del 1990 (tolleranza + 10%).

Il Comune procederà in sede di P.S. alla redazione del bilancio delle emissioni inquinanti (metodologia CORINAIR) al fine di determinare la classificazione di appartenenza.

Per i Comuni che rientrano in Classe A è richiesta la redazione del Piano Energetico Comunale (P.E.C.) i cui contenuti risultano dagli indirizzi e l'inserimento di N.T.A. energetiche nei P.S., secondo gli indirizzi della presente normativa.

In attesa della classifica di cui sopra e dell'eventuale redazione del P.E.C. nei Comuni di Collesalveti, Rosignano e Piombino (e Livorno in attesa del recepimento del suo P.E.C. nel P.S.) è da applicare, la seguente Norma Transitoria:

I soggetti - pubblici e/o privati - proponenti una trasformazione soggetta a concessione edilizia dovranno prevedere nella progettazione dell'intervento la valutazione della fattibilità tecnico-economica:

dell'uso di cogenerazione per la soddisfazione completa (elettrica e termica) dei fabbisogni energetici dell'insediamento proposto;

dell'uso di scarti di calore da processi produttivi o trasformazioni impiantistiche per la soddisfazione dei fabbisogni energetici dell'insediamento proposto;

della possibilità di cessione degli scarti termici dell'insediamento proposto all'insieme di fabbisogni civili presenti nell'intorno dell'area in oggetto

In relazione all'accertata fattibilità il Comune, nella sua autonoma valutazione, condizionerà o meno il soggetto proponente all'attuazione dell'intervento e, ove

necessario per il coinvolgimento di terzi, si renderà promotore di intese/accordi per incentivare la realizzazione della trasformazione stessa.

2. Redazione del Piano Energetico Comunale (P.E.C.)

1 - Il PEC si configura quale componente del Piano Strutturale e del Sistema Informativo (settore energia) a scala urbana a cui tutti gli altri strumenti di pianificazione e regolamentazione comunale fanno riferimento e si coordinano.

2 - Il PEC costituisce lo strumento organico di definizione delle Strategie, delle Politiche e degli strumenti di valorizzazione delle risorse energetiche locali e di relativa tutela ambientale del territorio comunale.

3 - Il PEC prende origine dal Sistema Informativo del PTC, ne sviluppa e ne amplia annualmente la base dati, le Strategie e le Politiche.

4 - Il P.E.C. ha i seguenti obiettivi:

riduzione delle emissioni dei gas climalteranti ai livelli sottoscritti dall'Italia negli accordi internazionali;

riduzione dell'uso delle fonti non rinnovabili;

diversificazione delle fonti per la produzione di energia;

assimilazione del risparmio e la riduzione della domanda alla categoria "produzione"

valorizzazione delle Risorse Energetiche Locali, con particolare attenzione alla cogenerazione;

razionalizzazione dell'uso dell'energia, con particolare attenzione alla gestione corretta ed efficiente della domanda;

definizione delle Linee Guida e delle NTA necessarie alla concretizzazione della politica energetica individuate dalla Delibera CIPE 1993 relativa all'attuazione dell'Agenda 21 in Italia (protocollo di Rio '92);

definizione delle Linee-Guida e delle NTA necessarie alla concretizzazione della politica energetica residenziale ed all'applicazione del DPR 412/93;

coordinamento con i piani di settore regionali e provinciali;

la riduzione degli impatti ambientali connessi all'uso dell'energia.

l'aggiornamento annuale dei dati per il PTC.”

2.3 Quadro comunale

2.3.1 Le previsioni urbanistiche del PRG di Livorno

Il PS del Comune di Livorno individua sul territorio sistemi e sottosistemi territoriali e sistemi funzionali, nonché le unità territoriali organiche elementari. La loro definizione non è casuale ma deriva da indagini approfondite su struttura, morfologia e caratteri della città e del territorio. L'individuazione di sistemi e sottosistemi deriva sia dal riconoscimento della situazione esistente, sia dal carattere prevalente che il PS intende loro attribuire.

Il PS individua, all'interno dell'area portuale alcune significative "aree di trasformazione" chiamate "unità territoriale organica elementare" (UTOE), e precisamente quella del Cantiere Orlando (4B4), Stazione Marittima (4C19), Stazione S.Marco (4C21), Porto Mediceo (5A1).

Nelle aree di trasformazione sono consentiti gli interventi finalizzati alla riqualificazione dello spazio pubblico e della qualità urbana, al recupero dell'immagine storicamente consolidata, alla razionalizzazione degli usi inerenti la nautica.

La manovra complessiva urbanistica del Comune di Livorno, si è completata nel 1999 con l'approvazione del RU, che ha specificato per le aree normative individuate, le modalità attuative e le destinazioni d'uso.

Per quanto attiene alle aree oggetto dell'audit, nelle aree per le attività portuali (rif. art. 22), e in quelle destinate alle attività industriali (rif. art. 23), la normativa è molto snella e sono ammesse le attività produttive e le attrezzature ed impianti di interesse generale; nelle attività produttive sono ricomprese quelle di deposito e movimentazione merci.

Per le aree portuali è peraltro previsto il raccordo, sancito con apposito accordo di programma, con il redigendo Piano regolatore portuale (P.R.P.).

L'art.22 del RU inserisce nell'area normativa "Aree per attività portuali" le aree occupate da installazioni al servizio del porto, le aree utilizzate da attività produttive con banchina, le aree destinate ad ampliamento, completamento e servizio del porto, le aree destinate ad attrezzature ed impianti di interesse generale del polo ecologico livornese¹¹. E' particolarmente semplificata la possibilità di procedere alle modifiche degli edifici esistenti e delle aree; per i nuovi edifici e le nuove attività sono consentiti i seguenti (principali) parametri edilizi: indice fondiario 1 mq slp/SF, rapporto di copertura 0,7 mq SC/SF. Agli edifici destinati ad attività portuali ed attività portuali, produttive, di deposito, ai parcheggi in elevazione, ed ai relativi impianti tecnologici, non si applicano limiti di altezza.

Nell'area normativa, sono ammesse le seguenti destinazioni d'uso: attività produttive insediate, attività produttive che necessitano di banchina, attività di deposito e movimentazione merci, attrezzature ed impianti di interesse generale, polo ecologico.

Il RU, con riferimento alle aree dichiarate ad alta concentrazione di attività industriali, prevede che gli interventi devono essere rivolti alla riduzione o eliminazione degli effetti dannosi prevedibili, nonché rispettate le prescrizioni delle normative sul rischio d'incidente rilevante.

Un particolare vincolo viene posto introno all'emergenza storico-architettonica della Torre del Marzocco (fascia di rispetto).

¹¹ Il Polo Ecologico è definito quale insieme di impianti destinati al trattamento dei rifiuti solidi e liquidi, impianti di incenerimento, impianti di produzione di energia elettrica alimentati da rifiuti, impianti termoutilizzatori e termovalorizzatori. Il Polo ecologico è finalizzato a rispondere alle esigenze pubbliche e private in un contesto unitario d'intervento.

L'art.23 disciplina le “aree per le attività industriali”, nelle quali sono insediate le attività produttive nonché le altre destinate al completamento del polo produttivo. La modifica degli edifici compatibili esistenti è consentita “una tantum”, sino ad un rapporto di copertura di 0.75 mq SC/mq Sf. I parametri edilizi per la nuova edificazione sono: indice fondiario 0,8 mq di slp/mq SF, rapporto di copertura massimo 0.75 mq SC/mq Sf. Sono ammesse le attività produttive e le attrezzature di interesse generale.

Il RU disciplina separatamente ciascuna delle UTOE individuate dal PS (art.17 ed allegato C), unità territoriali per le quali sono previsti interventi di ristrutturazione urbanistica. Lo strumento possibile è il Piano Attuativo, esteso all'intero ambito.

Le previsioni relative alle UTOE 4B4 (Cantiere Orlando) e 5A1 (Porto Mediceo) devono essere raccordate, in maniera da liberare lo spazio ed organizzare un disegno complessivo della nuova “Porta a mare”. In particolare la ristrutturazione del Porto Mediceo deve prevedere la realizzazione di almeno 650 posti barca; è previsto il restauro delle mura storiche ed il ripristino della condizione di isolamento dalla terraferma della Fortezza Vecchia. Il RU destina altresì l'uso delle aree suddividendole in aree di concentrazione dell'edificato ed in aree a servizi, ed individuando i tracciati della viabilità principale.

Le previsioni relative all'UTOE 4C19 “stazione Marittima”, prevede la realizzazione della nuova stazione marittima, consentendo altresì l'arretramento della porta doganale, e la collocazione di parcheggi, uffici privati e di direzionalità pubblica, nonché un complesso alberghiero. L'attuazione è collegata a stipula di convenzioni tra l'amministrazione comunale, l'autorità portuale, le ferrovie e la camera di commercio.

La trasformazione urbanistica dell'UTOE 4C21 “Stazione S. Marco”, si pone come obiettivo l'utilizzo delle aree per attrezzature di interesse generale e di pubblico interesse, con modalità e procedure che saranno definite da apposita convenzione tra i soggetti coinvolti. La realizzazione è condizionata da interventi infrastrutturali che migliorino l'offerta merci complessiva del sistema logistico porto-Interporto-aeroporto, il ripristino di linee ferroviarie a servizio viaggiatori (Stazione centrale di Livorno-Porto Vecchio), ed il miglioramento dei servizi passeggeri metropolitano.

2.3.2 *L'eco-piano energetico del comune di Livorno (EPEC)*

L'EPEC - Eco Piano Energetico Comunale - è stato adottato dall'Amministrazione Livornese con delibera della Giunta n.2941/93¹².

Parallelamente il progetto di realizzazione dell'EPEC è stato presentato alla Direzione Generale dell'Energia dell'Unione Europea (DG XVII A/2) ed ha ottenuto un co-finanziamento all'interno del Programma Quadro di Ricerca & Sviluppo 1990-1994, nel

¹² Il lavoro è stato pubblicato da F. Angeli “L'eco piano energetico del Comune di Livorno” a cura di R. Butta e D. Verdesca

comparto mirato alla Pianificazione Energetica a scala Regionale ed Urbana (PERU). Il lavoro è stato completato nel febbraio 1995.

Il programma di lavoro è stato svolto in cooperazione ed in rete con altre città italiane ed europee che hanno adottato il Piano Energetico ed ottenuto il co-finanziamento dall'Unione europea:

1. Rovigo (Italia)
2. Aarhus (Danimarca)
3. Coimbra (Portogallo)
4. Contea di Leicester (Inghilterra)

Con l'adozione dell'Eco Piano Energetico il Comune di Livorno è stato inserito all'interno dell'ICLEI, Associazione Internazionale dei Comuni contro l'effetto serra.

La città ricade all'interno della fascia di quei comuni con più di 50.000 abitanti che debbono adottare il Piano Energetico per inserirlo all'interno del Piano Regolatore Generale, secondo quanto previsto dalla Legge 10/91 sul risparmio energetico e le fonti alternative.

Partendo dal contesto in cui è inserito Livorno, i principali obiettivi dell'EPEC sono stati:

1. Mitigare e ridurre, attraverso strategie operative di coordinamento ed uso razionale dei flussi energetici del comparto produttivo, gli effetti del declino industriale che colpiscono la città;
2. Definire linee-guida ed indicatori energetici espressamente costruiti per essere integrati all'interno del Piano regolatore generale per la gestione del comparto residenziale (esistente e di futura edificazione) mirata al risparmio ed all'efficienza.

I principali dati di riferimento assunti per la città di Livorno sono riportati in tabella:

Tabella III- 2-1

Dati principali città di Livorno	
Dati fisici	
Superficie	104,79 kmq
Abitanti	170.000
Abitazioni	64.768 case
Superficie residenziale	5.476.304 mq
Volume costruito	114.458.304
Caratteristiche energetiche	
Dipendenza d'importazione energetica	1
Sistema di riscaldamento	Metano (92%)
Impianti di produzione di e.e.	2x 220 MW
Impianti di cogenerazione	160 MW
Consumi energetici	
Residenza	1.649.789.017 Mj
Sistema sanitario	103.298.555 Mj
Scuole e servizi pubblici	62.981.751 MJ
Strutture turistiche	28.896.527 Mj
Attività Artigianali	53.034.194 Mj
Attività del terziario	72.399.424 Mj
Servizi sociali	39.024.770 Mj
Industrie	3.458.459.014 Mj
Emissioni in atmosfera	
Anidride carbonica	63.000 t/anno
Ossidi di zolfo	201.000 t/anno
Ossidi di azoto	124.000 t/anno

Le priorità con cui sono stati costruiti gli scenari, le strategie e gli interventi operativi sono stati:

- I. Riduzione degli impatti ambientali legati all'uso delle fonti energetiche non rinnovabili;
- II. Riduzione del costo della “Bolletta Energetica” derivante dalla dipendenza dall'importazione di fonti energetiche;
- III. Riduzione dei finanziamenti a “fondo perduto” e convenienza economica dei progetti e degli scenari di risparmio energetico;
- IV. Riduzione della settorialità e specificità dei fattori energetici e loro integrazione nelle normali prassi tecnico-amministrative;
- V. Riduzione della rigidità dei dati e delle caratteristiche relative alle strategie ed agli interventi operativi, ma implementazione di un Sistema Informativo di supporto al processo decisionale dei soggetti Pubblici e Privati.

Le caratteristiche di innovazione della ricerca sono state:

- I. Valutazione complessiva di tutti i settori energetici urbani (da quelli tecnici a quelli ambientali, economici ed amministrativi), per superare i rischi della settorialità dello strumento;
- II. Metodologia ottimale di stima del fabbisogno energetico del comparto residenziale, a scala urbana - “Zoning Energetico”;
- III. Integrazione e traduzione delle variabili energetiche all’interno degli strumenti di pianificazione urbana come il Piano Regolatore Generale, il Piano del Traffico, il Programma di reindustrializzazione;
- IV. Linee-guida finali basate su studi ed analisi tecnico-scientifiche ma costruite e restituite in forma amministrativa ed economica per la comprensione ed il supporto del processo decisionale dei Soggetti Pubblici;
- V. Flessibilità basata sulla struttura per “Scenari possibili”.

I risultati finali dell’EPEC sono legati alla struttura adottata che è quella per “Scenari possibili”; la necessità di questa impostazione deriva dal livello di indeterminatezza delle scelte evolutive future della città, scelte ancora nella fase di discussione e confronto.

Conseguentemente, per raggiungere gli obiettivi di integrazione e supporto al processo decisionale, tre sono gli Scenari considerati su cui si sono sviluppate le analisi e le ricerche:

1. Scenario “A” (Opzione Zero);
2. Scenario “B” (Opzione PRG e Traffico);
3. Scenario “C” (Opzione Centrale Enel).

I tre scenari partono dalle possibili configurazioni evolutive della città:

- I. Scenario “A” (Opzione Zero): non avviene nessun cambiamento sostanziale nella realtà livornese, non viene adottato nessuno strumento di pianificazione o i loro calendari di approvazione e realizzazione sono dilatati nel tempo: in questo scenario si valutano solo i possibili interventi attuabili dall’Amministrazione Pubblica, interventi con caratteristiche di necessità (legale e tecnica) e fattibilità finanziaria.
- II. Scenario “B” (Opzione PRG e Traffico): il Comune di Livorno adotta e rende operative le scelte di evoluzione costruite dal Piano Regolatore Generale e dal Piano del Traffico; in questo scenario si valutano le opzioni energetiche possibili in riferimento agli indirizzi scelti dai due strumenti, sia in termini di consolidamento dell’esistente, sia di sviluppo futuro del tessuto urbano.
- III. Scenario “C” (Opzione Centrale Enel): si valutano e si definiscono le strategie possibili per l’uso a cascata dell’energia in caso di variazione e ripotenziamento

della Centrale termoelettrica, Centrale da cui recuperare la fonte energetica primaria: le priorità sono per una Rete Industriale di distribuzione del vapore, e per una Rete Urbana di teleriscaldamento (raggiungimento dei vantaggi economici per il comparto industriale e residenziale, e conseguente riduzione degli impatti ambientali).

I tre scenari sono dotati di una loro autonomia - temporale, economica e di fattibilità - ma sono costruiti in modo da garantirne l'integrazione - anche parziale - e la sinergia degli effetti.

I risultati attuabili all'interno degli Scenari sono:

-Scenario "A"

- i. Opzione 1: Impianto di cogenerazione nel complesso degli "Ospedali Riuniti", con valutazione delle potenzialità per Rete Urbana Decentrata di Teleriscaldamento;
- ii. Opzione 2: Sfruttamento del biogas prodotto dalle discariche di Rsu per la cogenerazione, la produzione di energia elettrica, l'uso diretto nell'area industriale;
- iii. Opzione 3: Sfruttamento del salto di pressione nella rete di distribuzione urbana del metano per la cogenerazione e la produzione di energia elettrica;
- iv. Opzione 4: Creazione di un'Agenzia Locale per l'Energia;
- v. Opzione 5: Politica di interventi su edifici pubblici per l'utilizzo di energie rinnovabili.

Scenario "B"

- i. Opzione 1: Strumento tecnico a supporto della Pianificazione Urbanistica per il risparmio energetico nell'edilizia residenziale;
- ii. Opzione 2: Potenzialità dell'utilizzo di vettori collettivi a trazione elettrica mista per la riduzione delle emissioni del traffico urbano.

Scenario "C"

- i. Opzione 1: Rete Urbana di Teleriscaldamento con fonte primaria dalla Centrale Enel (piano tecnico dei tempi di penetrazione e di massima copertura del fabbisogno residenziale);
- ii. Opzione 2: Rete Industriale di Distribuzione del Vapore con fonte primaria dalla Centrale Enel (piano tecnico fattibilità e penetrazione).

Nell'Allegato III-1 si riporta un commento alle proposte degli scenari e delle opzioni costituito da un estratto del libro "L'eco Piano energetico del Comune di Livorno".

Nell'Allegato III-2 è contenuto lo stralcio dello scenario C, opzione 1 che interessa le industrie inserite nell'ambito portuale, oggetto del presente lavoro.

Un altro risultato dell'EPEC è stata la costruzione di un Sistema Informativo Territoriale energetico composto da 20 tavole tematiche, tra le quali:

- ◆ Suddivisione del territorio in unità urbanistiche omogenee
- ◆ Censimento e georeferenziazione degli edifici pubblici
- ◆ Età di costruzione degli alloggi
- ◆ Tipologie degli impianti termici
- ◆ Combustibile utilizzato
- ◆ Fabbisogni energetici
- ◆ Consumi energetici
- ◆ Rapporto fabbisogno/consumo
- ◆ Riduzione del fabbisogno energetico.

Il Piano si caratterizzava, oltre che da un originale approccio metodologico, anche dalla concretezza delle proposte, supportata da analisi di fattibilità dei singoli interventi proposti.

Ad alcuni anni di distanza alcuni risultati si possono contare: costituzione di una Agenzia Energetica (a livello provinciale), introduzione di alcune significative esperienze di uso di fonti rinnovabili (funicolare alimentata da pannelli fotovoltaici, captazione del biogas dalla discarica), costruzione di un impianto di cogenerazione per usi civili, la costituzione di una società pubblico-privata per gestione dell'energia.

La più significativa opportunità, legata al repowering della CTE dell'ENEL, non si è potuta approfondire a causa delle incertezze della società elettrica.

Per contro non si è consolidata presso le istituzioni locali una sensibilità per le problematiche energetiche e del risparmio che non è stata tradotta in una vera e propria politica sul territorio.

2.3.3 Le previsioni urbanistiche del PRG di Collesalveti

Il PRG del Comune di Collesalveti distingue le zone industriali in D1 di interesse comprensoriale e D2 di interesse locale.

Fra le zone D1 si annovera il Centro Intermodale, e la vicina area dell'ex CMF, la quale è oggetto di una fase di reindustrializzazione per l'accoglimento di un "parco industriale" comprensivo di aree per servizi all'impresa. Trattasi di un'area particolarmente dedicata in quanto è stata soggetta a bonifica idraulica e pertanto sono previste fasce di rispetto e salvaguardia.

La lottizzazione convenzionata per il riutilizzo delle aree ex CMF prevede il potenziamento della viabilità di collegamento con lo svincolo della S.G.C. FI-PI-LI, uscita Centro Intermodale est, che consente, tra l'altro il raccordo con la SS 555.

Attualmente la norma del PRG di Collesalveti impedisce la destinazione d'uso delle aree produttive per parcheggio e per autotrasporto.

La realizzazione del Centro Intermodale di Guasticce è stata soggetta a successive fasi realizzative e a Piani Particolareggiati Attuativi. In particolare l'ultima versione si è resa necessaria per aggiornare il progetto di sviluppo dell'Interporto alla nuova situazione infrastrutturale del territorio, allo sviluppo del trasporto combinato, ad una più mirata razionalizzazione degli spazi, allo sviluppo industriale del bacino di riferimento.

2.4 Quadro portuale

2.4.1 Le prospettive di sviluppo del porto di Livorno

Dal 1970, il trasporto merci in Europa è aumentato di più del 70% e quello passeggeri di circa il 110%. La crescita annua di circa il 2% dovrebbe continuare in ambedue i settori. Nel 1996 sono circolate nell'UE 12 miliardi di t di merci, ossia 2.600 miliardi di t/km. Il 90% di queste tonnellate e il 50% del valore espresso in t/km sono stati trasportati all'interno di un unico Stato membro¹³.

Nel corso degli ultimi dieci anni il trasporto delle merci nell'UE è aumentato in media del 2,8% annuo: nel 1998 sono stati raggiunti i 2.870 miliardi di t, e nel 2000 si ritiene che abbiano superato i 3.000 miliardi. Questa immensa massa di traffici ha esercitato una fortissima pressione sul sistema infrastrutturale europeo, giungendo a saturare le reti stradali e ferroviarie ed a minacciare seriamente la stabilità stessa del sistema europeo dei trasporti

La mobilità delle merci in Italia, dal 1990 al 1997, è passata da 247,2 a 279,7 miliardi di tonnellate km.¹⁴. I volumi di traffico merci svolto da vettori nazionali su distanze superiori ai 50 km si attestano intorno a 223 Gt*km; dal 1985 al 1998 il traffico interno delle merci ha subito un incremento di 56 punti percentuali. La strada ha assorbito la maggior parte di questo aumento; nell'ultimo decennio la ferrovia ha pressoché mantenuto la propria quota di traffico, mentre il cabotaggio ha subito un'ulteriore perdita di quota percentuale.

Recentemente si è assistito a importanti cambiamenti nell'organizzazione della produzione e del commercio nazionale, fornendo di fatto un diverso impulso alle attività di trasporto delle merci:

- La dispersione delle imprese sul territorio nazionale;
- L'investimento di capitale d'impresa nei paesi dell'est europeo;
- L'adozione di cicli produttivi che sfruttano i costi relativamente bassi del trasporto per realizzare una sorta di "magazzino viaggiante".

¹³ Europe Transport in Figures, febbraio 1999 (aggiornamento), DG VII E-1 (RD)

¹⁴ ENEA- Rapporto Energia e Ambiente 2000

Tali fenomeni hanno comportato un aumento delle distanze medie percorse su strada dall'unità di merce, ed un rallentamento nella crescita dell'efficienza tecnico-economica del trasporto.

Un ulteriore problema emergente è connesso al settore del commercio elettronico; l'incidenza del trasporto di piccole partite, caratterizzate da ridotti coefficienti di utilizzazione, comportano elevati consumi per unità di prodotto, con elevate emissioni ed elevato costi unitari medi.

Infine, a partire dal 1995, un fenomeno nuovo (ed ancora in evoluzione) si è affacciato alla ribalta economica internazionale: l'apertura e lo sviluppo del mercato dell'est europeo e del far east asiatico, che si servono preferibilmente dei porti mediterranei per i loro scambi con il centro-nord Europa. Questo potrebbe significare una maggiore centralità dell'Italia negli scambi fra Europa e resto del mondo.

L'importanza dei porti è fondamentale laddove si tenga conto che il settore portuale comunitario gestisce oltre il 90% del commercio UE con i Paesi Terzi e circa il 30% dei traffici interni, nonché gli spostamenti di oltre 200 milioni di passeggeri l'anno.

Le previsioni di attività dei porti sono valutabili solo all'interno di un contesto internazionale.

Lo scenario mondiale dei porti è oggi attraversato da grandi fenomeni di trasformazione: la privatizzazione delle risorse portuali è per l'Italia l'aspetto forse più significativo. Altro fenomeno sicuramente importante sono i nuovi scenari di traffico est-ovest, collegati all'apertura dei nuovi mercati asiatici; le correnti di traffico che si originano in direzione Europa e costa USA dell'Atlantico procedono attraverso Suez e Gibilterra, interrando quindi anche il bacino del Mediterraneo. La competizione è nella "cattura" dei nuovi traffici in transito.

Le previsioni ipotizzano una concentrazione del traffico merci e una concentrazione su alcuni porti, con una possibile scomparsa dei porti intermedi, come Livorno. Per la loro sopravvivenza, non solo è indispensabile procedere con gli adeguamenti funzionali, ma volgere anche una pressante azione di marketing che valga a testimoniare la presenza di un'offerta efficace di servizi portuali.

Oggi l'area del Mediterraneo si è riappropriata di un ruolo primario nello *shipping* internazionale in particolare nel settore della containerizzazione; si può infatti affermare che circa un ventesimo del traffico marittimo mondiale viene svolto interamente tra i Paesi del bacino del Mediterraneo, e che il volume di traffico dell'UE con i 12 Stati mediterranei ammonta oggi a circa il 10% dell'intero commercio estero comunitario.

L'aumento dell'interscambio tra Europa ed estremo Oriente, le riforme portuali operate nei principali Paesi del Mediterraneo, la privatizzazione dei terminali, la nascita dei porti "hub" e lo sviluppo delle rotte "pendulum" (quelle cioè che dall'Asia raggiungono il Nord America via Suez e non utilizzano le rotte transpacifiche) sono principali fattori che, attraverso il sempre maggior uso del *transshipment*, hanno consentito la nascita di

nuovi flussi di traffico nel Mediterraneo nonché la rivitalizzazione del sistema dei trasporti marittimi.

E' grazie a questi elementi che per il 2012 è prevista nel Mediterraneo una crescita dei traffici containerizzati fino a 40 Mteu.

Passando dalle rotte oceaniche a quelle più limitate, lo sviluppo dei porti “*hub*” mediterranei ha avuto come conseguenza lo sviluppo dei traffici “*feeder*” che costituiscono la prosecuzione dei servizi oceanici. Questi traffici quindi non possono essere considerati tra quelli SSS, in quanto la pura attività *feeder* non genera traffico.

Lo SSS e il cabotaggio appaiono i sistemi più propri per i traffici del Mediterraneo, i quali, per esprimersi al meglio, hanno bisogno di sviluppare il più possibile il concetto di intermodalità. Recenti studi hanno dimostrato come le procedure burocratiche penalizzino pesantemente lo SSS rispetto al trasporto stradale, vanificando così i vantaggi del trasporto marittimo a corto raggio. Indubbiamente un ruolo fondamentale è quello giocato da caricatori e spedizionieri i quali continuano, nonostante tutto a ritenere poco funzionale ai loro scopi lo SSS.

Quello che generalmente si continua a lamentare è la scarsità di terminali retroportuali, per cui il trasporto marittimo, laddove efficiente, perde se non si inserisce in una rete logistica competitiva, collegata con i mercati.

Ciò richiama alla realizzazione di porti ed interporti e sistemi integrati di logistica.

In Italia lo squilibrio modale è nettamente maggiore rispetto agli altri Paesi europei, con particolare riferimento al trasporto stradale. La quota di merci trasportata via ferrovia è costantemente diminuita, mentre il trasporto stradale è aumentato, nonostante lo sviluppo combinato.

Il Piano Generale dei trasporti pone come opzioni di fondo la realizzazione di un sistema di trasporto integrato ed intermodale attraverso il riequilibrio della domanda (orientato sul trasporto marittimo e ferroviario). Traffico marittimo e portualità sono state chiamate a svolgere un ruolo strategico non solo per gli scambi esterni, ma anche per quelli interni; a tal fine il PGT prevede uno specifico progetto operativi denominato “progetto cabotaggio”.

La Toscana appare caratterizzata da un'elevata domanda di movimento di merci sia per il mercato carattere manifatturiero dell'industria, sia per la natura dei suoi consumi, sia per il valore aggiunto dei suoi prodotti; alcune sue parti necessitano di razionalizzazione logistica, in modo da ridurre diseconomie dovute all'elevata intensità di traffico.

Nel proprio Piano di Indirizzo Territoriale la Regione Toscana individua nella rete infrastrutturale di interesse nazionale e regionale il sistema portuale, il sistema dei centri di servizio al trasporto merci ed il sistema aeroportuale trovano collocazione nell'ambito delle cosiddette “infrastrutture puntuali” (“affiancate dalle “infrastrutture lineari”).

Per quanto riguarda i porti toscani, mentre Piombino e Carrara sono dei porti specializzati legati prevalentemente ad un tipo di prodotto (Piombino alla siderurgia e

Carrara ai marmi), Livorno deve considerarsi uno **scalo polivalente**, l'unico nell'Alto Tirreno, oltre Voltri, ad avere grandi spazi che gli permettono un vasto ventaglio di traffici ed un ricco hinterland alle spalle.

Per il porto di Livorno intermodalità e cabotaggio (grazie alla presenza di porto ed interporto), rappresentano l'unica possibilità per attuare in Toscana lo scambio modale strada-ferrovia-mare. Più in generale Livorno costituisce uno dei più rilevanti luoghi geografici dove attuare il trasferimento al trasporto marittimo di una quota di quello terrestre.

Al di là di quelle che possono essere le prospettive su scala internazionale e nazionale, è di tutta evidenza che ogni realtà portuale debba affrontare le problematiche dello scalo attraverso la *pianificazione strategica*, con essa intendendo la capacità non di un unico soggetto, ma dei soggetti istituzionali ed imprenditoriali portatori di interessi, a definire gli obiettivi di sviluppo, in un contesto di concertazione.

Per valutare un porto si deve tenere presenti due punti di vista¹⁵: il punto di vista delle compagnie di *shipping* che attraccano al porto, ed il punto di vista della merce, dei caricatori che si servono del porto per fare arrivare e far partire le merci.

Le compagnie vogliono trovare attrezzature efficienti per tagliare i tempi di sosta nel porto che per loro sono quelli più costosi ed una logistica dell'hinterland che assicuri rapidamente le consegne.

I caricatori, gli spedizionieri vogliono trovare molte navi a disposizione per caricare la merce ed efficienti servizi di handling.

Maggiore è dunque il numero delle navi che frequentano un porto e maggiore è la tecnologia disponibile, compresa quella informatica/telematica, più un porto attirerà le compagnie di *shipping* e più sarà ricco di traffici.

Queste condizioni si verificheranno tanto più facilmente quanto i mercati alle spalle del porto, sia come produzione che come consumi, saranno ampi e ricchi.

Un alto numero di navi, inoltre, assicurerà il lavoro di rimessaggio e riparazione ai cantieri adiacenti il porto diversificando la produzione cantieristica.

I porti più sviluppati tecnologicamente hanno la tendenza alla diminuzione degli addetti diretti ed ad una significativa espansione dell'indotto, con questo intendendo tutto ciò che gravita e lavora sul porto: agenti, spedizionieri, piloti, ormeggiatori, battellieri, rimorchiatori, trasportatori, magazzini di vario tipo, riparatori vari, terminalisti, ecc. Ma fanno parte dell'indotto anche molti enti come l'*Authority*, la dogana, la finanza, la Capitaneria di porto, la polizia, i vigili del fuoco, i rifornimenti idrici, il servizio di ritiro rifiuti e di disinquinamento portuale, ecc.

Per quanto riguarda Livorno, l'analisi degli "addetti ai lavori" offre luci ed ombre.

I pregi consistono nella collocazione geografica e nell'ampiezza sia del *waterfront land* che nel *non-waterfront land*, nella capacità economica dell'area di riferimento, nella

¹⁵ Prof. Dionisia Cazzaniga Franceschetti, Università degli studi di Pisa

crescente dotazione infrastrutturali, nella qualità e quantità dei servizi offerti, nel clima sociale e nel rapporto con le forze di lavoro.

I limiti si riferiscono principalmente al completamento delle opere infrastrutturali, al potenziamento rispetto alle nuove esigenze emergenti, allo sviluppo di un'efficace promozione dell'immagine.

E' fondamentale la risoluzione della concessione del *Terminal Darsena Toscana*, il più grande del porto, e del rinnovo tecnologico delle sue dotazioni (gru, mezzi, informatica), anche in considerazione che, alla luce delle previsioni di utilizzo delle aree che verranno sottratte al mare grazie al completamento della vasca di colmata, il terminal assumerebbe un'estensione di circa un milione di mq.

A questo proposito è necessario proporre un approfondimento, vista la rilevanza strategica di questa parte del porto. L'attuale dotazione di mezzi di movimentazione in attività presso la sponda ovest della darsena Toscana per il trasferimento delle unità di carico (u.d.c.) da bordo nave sino al destinazione (carri ferroviari o *trailers*), non consente di avere condizioni competitive con altre realtà più modernamente attrezzate.

Nello specifico il gruaggio da stiva a banchina viene effettuato con gru su rotaia, ed il trasferimento a modulo di temporanea custodia (m.t.c.) con sollevatori semoventi; una gru a portale (*transtainer*) provvede al riordino interno del m.t.c.. Infine il trasferimento sui carri ferroviari o sui mezzi gommati, avviene con sollevatori semoventi e/o con la gru a portale. In sintesi, il ciclo di movimentazione del container fa ricorso a semoventi gommati, mentre sarebbe più economico, ad esempio, far ricorso a carriponte.

In particolare la configurazione attuale dell'handling della darsena Toscana, che vede il piazzale ferroviario sul lato mare con l'interposizione fisica della viabilità di accesso alla darsena, rappresenta un grosso handicap agli effetti della sua integrazione funzionale con le altre strutture di movimentazione. Sono state studiate soluzioni tecniche per ovviare a questi inconvenienti.

La destinazione d'uso della sponda est della darsena Toscana è maggiormente diversificata, ed ha una configurazione assai particolare dal punto di vista dell'assetto proprietario delle aree retrostanti. A lavori ultimati della nuova banchina, il rapporto tra potenzialità di sbarco/imbarco non sarà equilibrato, e pertanto sarà necessario acquisire gli spazi delle FS.

La sponda est potrebbe svolgere una duplice funzione di supporto, quale terminal multipurpose, sia sul versante dei terminal contenitori che su quello della darsena 1, Ro-Ro e multicargo., assumendo anche la previsione della collocazione altrove delle attività svolte alla radice della darsena dalla SEAL.

Va inoltre considerato che le navi tendono ad aumentare la loro stazza e il corrispondente aumento di pescaggio costituisce uno dei fattori limitanti per il porto di Livorno, almeno finché non sarà completato il previsto programma di escavo.

La tendenza al gigantismo navale, considerati i tre principali vettori che interessano il porto e cioè i portacontainers, i prodotti forestali, e i trasporti di automobili, mette in difficoltà le attività di trasporto delle ultime due categorie.

Strategico per lo scalo livornese appare l'inserimento nel sistema "autostrade del mare", nel quadro dello SSS e della sua versione Ro-Ro. Le linee di cabotaggio riguardano attualmente il servizio Livorno-Valencia, con collegamenti bisettimanali, le linee Livorno-Catania e Livorno-Tunisi, sempre bisettimanali, e il servizio settimanale Livorno Castellon (in Spagna). Altre ipotesi con i Paesi magrebini sono nei piani di sviluppo.

Contestualmente sono in corso di potenziamento le strutture a supporto di questo tipo di traffico; citiamo tra le opere in corso il rifacimento di aree e piazzali della Darsena 1, mentre saranno attivati i progetti per la realizzazione dell'attracco Ro-Ro di Calata Bendasi. I progetti futuri riguardano la realizzazione di un nuovo attracco Ro-Ro alla radice della Calata Alto Fondale e due denti di attracco alla Darsena.

Altro aspetto peculiare del porto di Livorno è il *traffico delle auto nuove*, il cui terminal dedicato è il Leonardo Da Vinci, ma spesso le navi car/carriers di grandi dimensioni (sempre più utilizzate) non hanno a disposizione in quella zona adeguati spazi e fondali, per cui vengono spesso ormeggiate anche alle banchine del Porto Commerciale. Nel 1998 il traffico auto nuove ammonta ad oltre 400.000 mezzi (385.000 nel 1997). Più precisamente le aree portuali utilizzate prevalentemente per lo stoccaggio di auto nuove sono le seguenti:

- Terminal Leonardo da Vinci e piazzali dello stabilimento Laviosa lungo il canale industriale,
- Sponda Est della Darsena Toscana,
- Alcune aree del Porto Vecchio (zone K, L, M),

che, sommate alle aree utilizzate per deposito containers, ammontano ad un totale di circa 447.000 mq. Come previsto dal protocollo d'intesa per il "consolidamento della piattaforma logistica costiera", queste attività di stoccaggio dovranno essere delocalizzate per destinare tali aree ad attività più strettamente funzionali nell'ambito portuale.

E' del tutto evidente che nell'ottica di sviluppo, per un più razionale e produttivo utilizzo delle banchine operative, tutte le aree ed i piazzali retrostanti le stesse, non dovranno più essere utilizzate per lo stoccaggio prolungato delle merci (di qualunque tipo di merci) bensì dovranno essere impegnate per il tempo strettamente necessario per l'organizzazione delle operazioni di sbarco/imbarco delle navi, che dovranno svolgersi nel più breve tempo possibile.

L'Autorità Portuale ritiene ormai improcrastinabile la liberazione di tutte le aree portuali (circa 447.000 mq) attualmente impegnate per lo stoccaggio prolungato delle auto, limitandone la sosta al tempo strettamente necessario per l'effettuazione delle operazioni doganali.

Prospettiva di tutta rilevanza, accanto ai traffici merci, è lo sviluppo del porto passeggeri e segnatamente della cantieristica nell'area che il Piano Strutturale del Comune di Livorno denomina "*Porta a mare*". Finalità della strategia urbanistica è rendere maggiormente compatibili queste aree con il centro urbano, interfaccia immediata di questa parte del porto.

La destinazione funzionale di queste aree può essere così articolata:

- un'area destinata alla cantieristica maggiore (lo spazio pressappoco occupato attualmente dal Cantiere Navale Fratelli Orlando) che con il ripristino dello Scalo Morosini, con il completamento della nuova banchina di allestimento sulla sponda di ponente del Molo Mediceo, con la prevista realizzazione di un nuovo bacino galleggiante e il previsto banchinamento della sponda nord della Darsena Morosini sposterà a mare il baricentro della produzione industriale realizzandone un notevole incremento;
- un'area destinata alla nautica da diporto da collocare nell'ambito del Porto Mediceo, della Darsena Nuova e della Darsena Vecchia da attuarsi attraverso una razionalizzazione delle attuali concessioni demaniali;
- un'area destinata al Terminal crocieristico da collocare nella parte terminale della Stazione Marittima comprendente gli ex capannoni della Camera di Commercio e il Silos Italgrani, realizzando i relativi accosti in parte nel Porto Mediceo (Calata Sgarallino, molo Capitaneria e molo Elba) e in parte su Calata Punto Franco. Nella fase successiva all'entrata a regime del Molo Italia- che prevede l'ulteriore spostamento a nord delle attività del porto commerciale ancora oggi insistenti su Calata Pisa e Calata Orlando- tutti gli accosti del bacino Cappellini e del bacino Firenze potranno essere destinati al Porto passeggeri e quindi potrà essere riconvertito l'uso del Molo Elba e dell'accosto sud del Molo Capitaneria ai fini dell'ampliamento dello spazio per la nautica da diporto;
- la parte restante dell'area definita Stazione Marittima dal Piano Strutturale del Comune di Livorno - che nella fase successiva all'entrata a regime del Molo Italia potrà essere ampliata fino a ricomprendere anche le banchine di Calata Pisa e Calata Orlando- da destinare a Porto passeggeri, prevalentemente per i traghetti da e per le isole e altre varie destinazioni, e ad attività direzionali portuali.

2.4.2 *Le linee guida del Piano Regolatore Portuale*

Come in ogni porto, compito dell'Autorità Portuale è l'individuazione, che dovrà tradursi nel Piano Regolatore del Porto, delle specifiche aree portuali per l'assolvimento delle funzioni tipiche quali: commerciale, industriale, cantieristica, di servizio passeggeri, turistica e di diporto, peschereccia.

Inoltre il PRP dovrà definire le aree destinate o da destinare alle opere infrastrutturali stradali e ferroviarie necessarie, mentre le aree destinate alla difesa militare e alla

sicurezza dello Stato sono identificate con decreto del Ministro dei Trasporti e dei Lavori Pubblici.

Il PRP, sulla base delle attuali destinazioni funzionali delle aree portuali, in un contesto di garanzie della sicurezza delle attività portuali e di compatibilità con le indicazioni emerse dagli studi sui rischi industriali, e in considerazione delle trasformazioni in corso, dovrà dare risposte dell'evoluzione dell'economia marittima. In questo quadro obiettivo primario è il recupero e la razionalizzazione degli spazi, in maniera funzionale alle esigenze del porto.

In questo contesto, ed in relazione a quanto dettato dal PRG, dovranno essere sviluppati e proposti i Piani Urbanistici attuativi della "Porta a mare" e "Stazione Marittima".

2.4.3 Il Piano Operativo Triennale dell'Autorità Portuale

L'attuale POT redatto dall'Autorità Portuale ai sensi dell'art.9, c.2, lett. e) della L. 84/1994, è relativo agli anni 2000-2002 e, tra l'altro, individua le infrastrutture necessarie a dare continuità all'impiego per l'ammodernamento del porto.

La strategia degli interventi previsti dall'Autorità portuale è volta verso due direzioni:

- a) l'acquisizione/disponibilità per l'economia portuale di aree che ne completino il miglior layout possibile all'interno e che consentano il decollo di strutture ad alto valore aggiunto in quelle contigue,
- b) la dismissione di aree non più utili al traffico portuale, e l'attivazione di politiche di *waterfront revitalization*.

Per questo motivo il POT mentre conferma la scelta di "liberalizzare" le aree del Terminal crociere, assume come necessità a valenza strategica quella di acquisire le aree libere o sottoutilizzate collocate nell'ambito portuale e periportuale, nonché quelle limitrofe all'asse dello scolmatore dell'Arno in direzione dell'interporto di Guasticce e/o quelle che si rilevassero indispensabili per la definizione di un continuum fisico e funzionale che consenta la realizzazione di aree di flussi, di servizi, di stock contigue tra loro. Per corrispondere meglio a questa prospettiva l'Autorità Portuale potrebbe costituire il soggetto promotore del *distripark*.

L'intervento fondamentale per la concretizzare una politica di *waterfront revitalisation* è la liberalizzazione del porto passeggeri, da realizzarsi attraverso:

- trasformazione in albergo del Silos Livornesi, in conformità delle previsioni di dismissione delle attività operative;
- realizzazione di un nuovo Centro direzionale;
- costruzione della cosiddetta "Terrazza Sgarallino";
- insediamento di attività commerciali;
- compatibilità ed integrazione con i traffici passeggeri.

Il POT suddivide il Programma di interventi secondo la seguente classificazione (Tavola III-2-1):

a) Stato delle opere in corso di realizzazione:

- 5° Lotto Darsena Toscana sponda Ovest
- Arredo binario scorrimento gru 4° Lotto
- Darsena Toscana sponda Est
- Vasca di contenimento fanghi di escavo
- 2° Lotto Darsena Toscana sponda Est
- 3° Lotto Darsena Toscana sponda Est
- 2° Lotto banchina di Allestimento
- Nuovo magazzino ex zona “M”
- Nuovo magazzino ex “Valessini”
- Risanamento piazzale zona M K I° Lotto
- Nuovi uffici piano I° Terminal Crociere
- Piazzali retrostanti Pontile Capitaneria – Elba
- Fornitura nuova gru su rotaia per banchina di allestimento
- Arretramento Cinta doganale
- Pavimentazione magazzino ex zona “M”

b) Opere progettate/finanziate/ed in fase di gara di appalto

- Risanamento piazzale zona M K II° Lotto
- Ristrutturazione magazzino ex Tabacchi calata Pisa
- Costruzione magazzino area radice calate Pisa e Carrara
- Asfaltatura area parco Azzimi
- Fornitura e posa in opera parabordi e bitte
- Costruzione cabina elettrica banchina di allestimento
- Nuovo Ponte girante Ansaldo / Lips
- Costruzione cunicoli alloggiamento gasdotto Darsena Toscana
- Costruzione nuovo pontile 12 Darsena Petroli

c) Opere Progettate ed in attesa di finanziamento

- Nuovo Molo Italia
- Nuovo bacino di Carenaggio
- Resezione Calata Bengasi
- Resezione Calata Carrara
- Eliminazione barriere fisse antinquinamento Darsena Petroli

d) Nuove opere in corso di Progettazione da finanziare

- 4° Lotto di completamento sponda Est D.T.

- Costruzione nuova banchina Morosini
- Riprofilamento banchina Torre del Marzocco
- Risanamento e sistemazione area Darsena Calafati
- Ripristino banchina di Levante del Canale Industriale
- Costruzione nuovo magazzino denominato “Budella”
- Avanzamento banchina Bacino di Carenaggio
- Nuovo Centro Direzionale
- Sistemazione pennello sponda di Levante Darsena Vecchia
- Trasformazione in albergo e strutture di servizio del Silos Livornese

e) Interventi in corso di valutazione

- Tombamento Canale Navicelli – Dragaggio imboccatura foce dello Scolmatore
- Resecuzione Calata Orlando
- Costruzione denti di attracco navi RO-RO Darsena 1
- Resecuzione Calata del Magnale
- Costruzione Parco lamiere Cantiere Orlando
- Spostamento stramazzo ENEL e rettifica banchina Canale Navicelli
- Adeguamento diga della Vegliaia per ormeggi imbarcazioni da diporto

2.4.4 I finanziamenti e le opere

Allo stato attuale è cospicuo il “pacchetto” di finanziamenti e quindi di opere che potranno essere realizzate sul porto di Livorno nei prossimi mesi; i finanziamenti fanno capo alle finanziarie 2000 e 2001, e a fondi del Ministero dei LL.PP. e dell’Ambiente.

Per quanto riguarda i primi, essi ammontano a complessivi 136 miliardi, e la previsione di utilizzo è la seguente:

- Costruzione di due denti per RO/RO in Darsena 1
- Interventi sulla Darsena Calafati per la sistemazione del bacino galleggiante Salvatori
- Interventi strutturali sulla Calata Sgarallino
- Lavori sul bacino galleggiante del Cantiere L. Orlando, comprensivi della nuova banchina e della sede
- Accesso lato sud al Cantiere L.Orlando, con creazione di una passeggiata nella zona della Bellana
- Allargamento del Canale Industriale sotto la torre del Marzocco e costruzione della relativa banchina
- Resecuzione della Calata Orlando
- Costruzione di un centro direzionale nella zona delle stazioni passeggeri (crociere e traghetti)

Il Ministero dei LL.PP. ha stanziato 29 miliardi sul bilancio ordinario per investimenti di ammodernamento e costruzione di strutture da completare, i cui progetti sono stati proposti da tempo:

- Resecuzione della Calata Bendasi
- Vasca di contenimento per i fanghi portuali
- Completamento sponda est Darsena Toscana (4° lotto)
- Resecuzione della Calata Carrara
- Ricostruzione del ponte presso la LIPS
- Ristrutturazione del magazzino delle “Budella”
- Banchinamento del Magnale sino alla foce del torrente Ugione (Canale Industriale)
- Banchinamento del tratto Rhodia Chem (Canale Industriale)
- Risanamento diga curvilinea
- Banchinamento dello scalo Morosini, lato nord
- Completamento Darsena dei Calafati
- Riassetto Darsena Petroli (Pontile 12)
- Tombamento di pipeline in darsena Toscana
- Raccordo del Terminal in darsena Toscana ovest con viabilità S.G.C.

In prospettiva, ed in accordo con il Comune, è previsto di candidare con riferimento ai finanziamenti del DOCUP i seguenti interventi:

- Demolizione del magazzino ex Camera di Commercio, in zona Sgarallino
- Sistemazione delle aree intorno al varco Valessini
- Tettoia per merci in darsena 1
- Tombamento del Canale dei Navicelli in fondo alla Darsena Toscana
- Escavo e bonifica del Canale Industriale (in parte)

Si propone la Tavola III-2-2, nella quale viene rappresentato il porto di Livorno con riferimento alla funzionalità attuale delle aree; nella stessa carta sono localizzati gli interventi previsti dal P.O.T.

2.5 I progetti infrastrutturali

2.5.1 Infrastrutture stradali

Il rapporto tra i due grandi poli infrastrutturali per le merci costituiti dalla darsena Toscana e dall’Interporto di Guasticce, vedrà un sostanziale rafforzamento:

- a) sia sotto l’aspetto viario, con la realizzazione della penetrazione della S.G.C. (5° lotto) e la conseguente organizzazione semplificata della viabilità di raccordo intra ed extra portuale e separazione dei flussi merci da quelli autoveicolari,

- b) sia sotto l'aspetto ferroviario, con il potenziamento dei binari di banchina sulla sponda ovest e lo spostamento a nord del fascio merci a compensazione delle aree attualmente impegnate a San Marco.

La realizzazione del tratto terminale della S.G.C. Firenze – Porto è la priorità per concretizzare la penetrazione in Darsena Toscana.

Più in generale occorre realizzare una viabilità dedicata di collegamento e di accesso per le varie aree portuali e periportuali separata dalla viabilità ordinaria.

Quest'ultimo aspetto è stato sottolineato anche dallo studio sul rischio d'area precedentemente citato e nel quale si propone il raddoppio della via L. Da Vinci, e più in generale la necessità di separare i flussi di traffico commerciale ed industriale da quelli turistici ed urbani.

In particolare occorre completare il sistema viario di penetrazione al porto turistico (crociere, traghetti e diporto), realizzare una viabilità dedicata per l'accesso al Varco Valessini del Porto Commerciale e realizzare il collegamento, indipendentemente dalla viabilità ordinaria, tra la Darsena Toscana, Porto Nuovo, Canale industriale e Porto Commerciale.

2.5.2 *Infrastrutture ferroviarie*

Gli strumenti programmatici relativi alle strategie delle ferrovie contengono obiettivi di potenziamento della funzionalità del nodo ferroviario Pisa-Livorno, nel contesto di più generali interventi di modernizzazione e velocizzazione della linea tirrenica e delle linee connesse, con particolare attenzione per il servizio merci.

Più in generale, per lo sviluppo del traffico ferroviario merci sulla linea tirrenica (linea dei porti) è comunque necessario un sostanziale miglioramento della trasversale di nord-est, la linea pontremolese. Tale apertura sulla Pianura Padana, e quindi sui valichi alpini, è la condizione necessaria a rendere i porti tirrenici accessibili ai convogli merci della rete internazionale con sagome UIC, idonee al combinato gomma-rotai.

Numerosi sono stati gli accordi tra le Ferrovie dello Stato s.p.a., la Regione Toscana e gli Enti Territoriali di area vasta (Pisa, Livorno, Lucca). I contenuti degli impegni sottoscritti riguardano interventi infrastrutturali per lo sviluppo (tra l'altro) del traffico merci e più in generale sulla Direttrice Tirrenica; oggetto degli accordi è anche la ristrutturazione degli scali merci di Livorno-Calambrone (entro il 2003).

A completamento del quadro programmatico sono stati individuati altri interventi per i quali sono in corso studi di fattibilità, precisamente: il ripristino della linea Collesalveti-Calambrone, dall'Interporto di Guasticce all'allacciamento con la linea Pisa-Vada, il collegamento diretto della linea Pisa-Vada con il porto di Livorno, la riattivazione della stazione marittima Porto Vecchio a servizio passeggeri e ripristino dei collegamenti con Livorno Stazione Centrale e Livorno-Calambrone.

Le previsioni possono così sintetizzarsi:

- *Collegamento per un servizio passeggeri tra Livorno centrale e Livorno marittima.*
Dalle analisi effettuate sui dati sbarchi/imbarchi, si sono evidenziati i presupposti per la realizzazione di un collegamento dedicato della stazione marittima con la stazione centrale e quindi con la rete dei servizi ferroviari. La multivalenza di tale collegamento, che dovrebbe non solo assolvere funzioni di servizio passeggeri ai traghetti (certamente minoritario rispetto ai movimenti autoveicolari, per i quali, comunque, sarebbe auspicabile l'istituzione di un nuovo servizio ferroviario di auto al seguito), ma anche alle navi da crociera, per l'effettuazione di servizi specializzati dal porto alle mete storiche della toscana, nonché alla mobilità di ambito urbano.
- *Delocalizzazione dello scalo merci di Livorno San Marco presso lo scalo del Calambrone*

Obiettivo è l'allontanamento dalla zona urbana di San Marco dei servizi merci a vantaggio di una separazione funzionale con i movimenti passeggeri e di una migliore operatività della stessa funzione delle merci. In questo contesto si realizzerebbe uno spostamento del baricentro ferroviario merci a nord di Calambrone verso il porto industriale (sponda est) e verso Guasticce.

- *Elettrificazione della linea Pisa-Collesalvetti-Vada*

Per il traffico merci sia diretti al porto di Livorno, sia di scorrimento nord-sud, con scalo merci di Vada da rendere idoneo all'interscambio modale ferro-gomma.

- *Riattivazione della Livorno-Guasticce-Collesalvetti*

Prevede altresì il raccordi diretto del centro intermodale di Guasticce.

2.6 Patti territoriali

Il Patto territoriale di Livorno e dell'area livornese, è stato approvato e finanziato con decreti del Ministero del tesoro nel gennaio 1999, e stipulati a fine marzo dello stesso anno.

In esso sono compresi 28 progetti imprenditoriali e due interventi infrastrutturali: allo stato attuale si registrano tre rinunce, 17 programmi attivati e 4 ultimati.

Gli interventi promossi da soggetti operanti nell'ambito portuale, o che comunque possono avere una influenza e ripercussioni sullo stesso sono:

1. Ristrutturazione e ammodernamento dello scalo Morosini. Proponente Cantieri Navali F.lli Orlando Soc. Coop. a.r.l.
2. Ampliamento terminal Marchi. Proponente: Marchi Terminal S.p.A.
L'iniziativa, concernente la costruzione di un fabbricato destinato al deposito merci e la parziale sostituzione dei mezzi di sollevamento, è conclusa.
3. Nuovo impianto di un terminal attrezzato. Proponente: S.I.A. Servizi Intermodali Automobilistici S.p.A.

L'iniziativa concerne la creazione e la gestione di un terminal destinato allo stoccaggio, ricondizionamento e movimentazione di autoveicoli nuovi in località Falda nel Comune di Collesalveti.

4. Ampliamento terminal Darsena Toscana. Proponente: Terminal Darsena Toscana s.r.l.

L'iniziativa prevede l'ampliamento e la ristrutturazione del terminal container.

3 ANALISI ENERGETICA DEL PORTO DI LIVORNO

3.1 Le infrastrutture energetiche

3.1.1 Energia elettrica

Livorno, sede di una centrale termoelettrica dell'ENEL ad olio combustibile e di un gruppo cogenerativo dell'AgipPlas alimentato a metano, è inserita con un certo rilievo nella rete distributiva regionale (Tavola III-3-1).

In particolare il territorio del Comune di Livorno è interessato dalle seguenti linee di distribuzione dell'energia elettrica (Tavola III-3-2):

- Linea 132 kV Livorno est-Livorno la Rosa n. 533
- Linea 132 kV AgipPlas- Pisa (Porta a mare) n.523
- Linea 132 kV Guasticce- Livorno Marzocco n. 529
- Linea 132 kV Acciaiole- Livorno Marzocco n. 544
- Linea 132 kV Livorno est- Livorno Lodolo n. 593
- Linea 220 kV Avenza- Livorno Marzocco n. 286

Nella Tavola III-3-3 sono riportati i percorsi degli elettrodotti che interessano la zona nord della città.

La rete di erogazione dell'energia elettrica è diffusa in tutta l'area portuale.

La maggior parte dei fabbisogni energetici elettrici sono imputabili alle attività industriali.

Le altre utenze sono legate al carico/scarico delle merci, e principalmente concentrate sui terminal e magazzini; alle attività commerciali e di servizio sono relazionabili consumi di tipo civile.

Nel corso degli sviluppi dello studio, sarà necessario effettuare un censimento dei consumi, in relazione ai contratti di erogazione, ai cicli di produzione, agli effettivi fabbisogni più tipicamente civili.

Occorrerà predisporre un'apposita indagine rivolta agli utenti individuati rilevando: tipo di contratto di erogazione- consumi negli ultimi tre anni o con riferimento ad un anno tipo- suddivisione per ogni tipo di utenza e sub-utenza.

3.1.2 Gas metano

La rete ad alta pressione è gestita dalla SNAM, ma non alimenta utenze direttamente nell'ambito portuale; la distribuzione del gas metano a livello locale è assicurata dalla ASA S.p.a ., la cui rete è riportata nella Tavola III-3-4.

I principali utilizzi del gas sono presso le attività industriali ricadenti nell'ambito portuale, che negli anni '90 ha sostituito l'olio combustibile.

Altri usi sono fondamentalmente assimilabili a quelli civili (riscaldamento ambienti).

I consumi delle attività industriali furono valutati in sede di predisposizione dell'Eco-Piano energetico. Sarebbe opportuno il loro aggiornamento (il rilevamento fa riferimento ai primi anni '90).

Occorrerà predisporre un'apposita indagine rivolta agli utenti individuati rilevando: tipo di contratto di erogazione- consumi negli ultimi tre anni o con riferimento ad un anno tipo- suddivisione per ogni tipo di utenza e sub-utenza.

3.1.3 Altri combustibili

La presenza di rilevanti impianti di produzione di benzine e di stoccaggio di prodotti petroliferi, comporta un'importante rete di condotte di convogliamento e distribuzione di combustibili, quali gasolio, oli lubrificanti combustibili, petrolio, benzine e GPL.

Le principali caratteristiche delle condotte presenti sul territorio sono riportate in tabella [Tabella III- 3-1].

Tabella III- 3-1

Principali caratteristiche delle condotte									
Sostanze trasportate	Accorpamento	Pressione	Diametro	Portata	Ricoprimento	Max distanza tra due valvole di intercettazione	Lunghezza condotta	Società	Frequenza di utilizzo
		[bar]	[in]	[m ³ /h]	[m]	[m]	[m]		[giorni/anno]
Gasolio	Greggio	60	8	145	1,2-5	28.000	88.500	Agip Petroli	105
	Greggio	10	12	600	1	900	5.300	Agip Petroli	36
Olii lubrificanti, combustibili, petrolio	Greggio	10	12	700	0,9-6	750	750	Costieri D'Alesio	132
	Greggio	2	6	120	0	500	850	Agip DEINT	270
	Greggio	60	8	160	1,2-5	28.000	88.500	Agip Petroli	15
	Greggio	10	30	3.500	1	900	5.500	Agip Petroli	54
	Greggio	10	12	500	1	800	5.200	Agip Petroli	24
Benzina	Benzina	60	8	160	1,2-5	28.000	88.500	Agip Petroli	180
	Benzina	10	12	1.100	1	900	5.300	Agip Petroli	50
	Benzina	10	8	350	0,9-6	750	750	Costieri D'Alesio	264
	Benzina	2	10	230	0	500	850	Agip DEINT	270
	Benzina	2	10	230	0	500	850	Agip DEINT	270
GPL	GPL	20	6	1.200	0	250	2.500	Consorzio Movimentazioni Petrolifere	40

Le principali di queste, di proprietà dell'Agip Petroli S.p.A. sono riportate nella Tavola III-3-4.

Nella stessa tavola sono anche riportate le tubazioni di collegamento tra la darsena Petroli e i depositi D.O.C. Livorno e Costiero D'Alesio e l'oleodotto che collega la darsena Ugione con il D.O.C. Livorno.

3.2 Quadro dei consumi energetici dei sistemi territoriali locali

3.2.1 Energia Elettrica

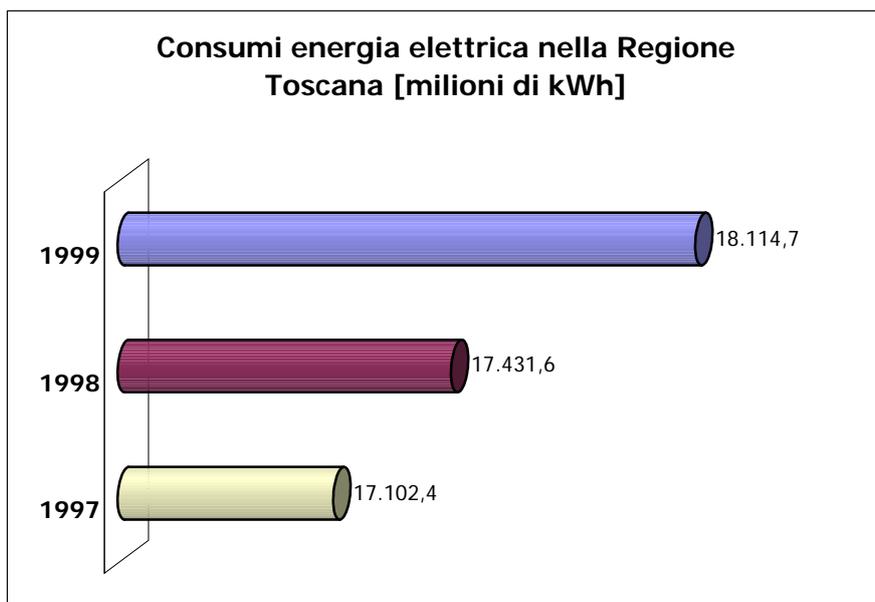
Nel triennio 1997-99 i consumi totali di energia elettrica nella Regione Toscana hanno confermato il trend di crescita rilevato negli anni precedenti, dopo una serie di oscillazioni avvenute nei primi anni '90, raggiungendo il picco di 18.115 milioni di kWh, con una variazione rispetto all'anno precedente del +3,9% [Tabella III- 3-2, Figura III- 3-1].

Tabella III- 3-2

Consumi energia elettrica nella Regione Toscana [milioni di kWh]					
	1997	1998	1999	var.% 97-98	var.% 98-99
Regione Toscana	17.102,4	17.431,6	18.114,7	1,9	3,9

Fonte dati: ENEL

Figura III- 3-1



L'andamento dei consumi nella provincia di Livorno vede una diminuzione del 5% dei consumi nel periodo 97-98 ed un aumento del 10% nel periodo 98-99.

La provincia di Livorno è al terzo posto fra le province della Toscana, dietro la provincia di Firenze e la provincia di Lucca, con valori che superano i 2.500 GWh (superiori rispetto a quella che è la media regionale di circa 1.700 GWh).

I consumi totali provinciali sono quindi del 60% circa superiori a quelli medi regionali, con una maggiore quantità di energia elettrica consumata pari a circa 1.000 GWh in tutti e tre gli anni esaminati [Tabella III- 3-3, Figura III- 3-2].

Suddividendo i consumi totali di energia elettrica del 1999 nelle quattro categorie principali dell'agricoltura, dell'industria, del terziario e del domestico, si evidenzia che nella provincia di Livorno, non si registrano andamenti difforni dal consumo totale in termini di differenze con le medie regionali tranne che per il valore del consumo nel settore dell'industria che con circa 2.042 GWh è più di due volte superiore al consumo medio regionale (pari a circa 940 GWh) [Tabella III- 3-4].

Tabella III- 3-3

Consumi energia elettrica nelle province toscane - [milioni di kWh]					
Provincia	1997	1998	1999	var. % 97-98	var % 98-99
Arezzo	1.130,5	1.189,5	1.234,5	5,2	3,8
Firenze	3.552,9	3.681,5	3.782,1	3,6	2,7
Grosseto	711,8	737,2	759,7	3,6	3,1
Livorno	2.692,9	2.559,3	2.815,7	-5,0	10,0
Lucca	2.673,2	2.777,9	2.900,8	3,9	4,4
Massa	800,8	830,6	839,6	3,7	1,1
Pisa	1.581,6	1.637,8	1.690,0	3,6	3,2
Pistoia	1.056,4	1.084,0	1.121,6	2,6	3,5
Prato	1.390,1	1.387,9	1.404,5	-0,2	1,2
Siena	978,0	1.012,2	1.045,1	3,5	3,3
Media regionale	1.656,8	1.689,8	1.759,4	2,5	3,6

Fonte dati: ENEL

Figura III- 3-2

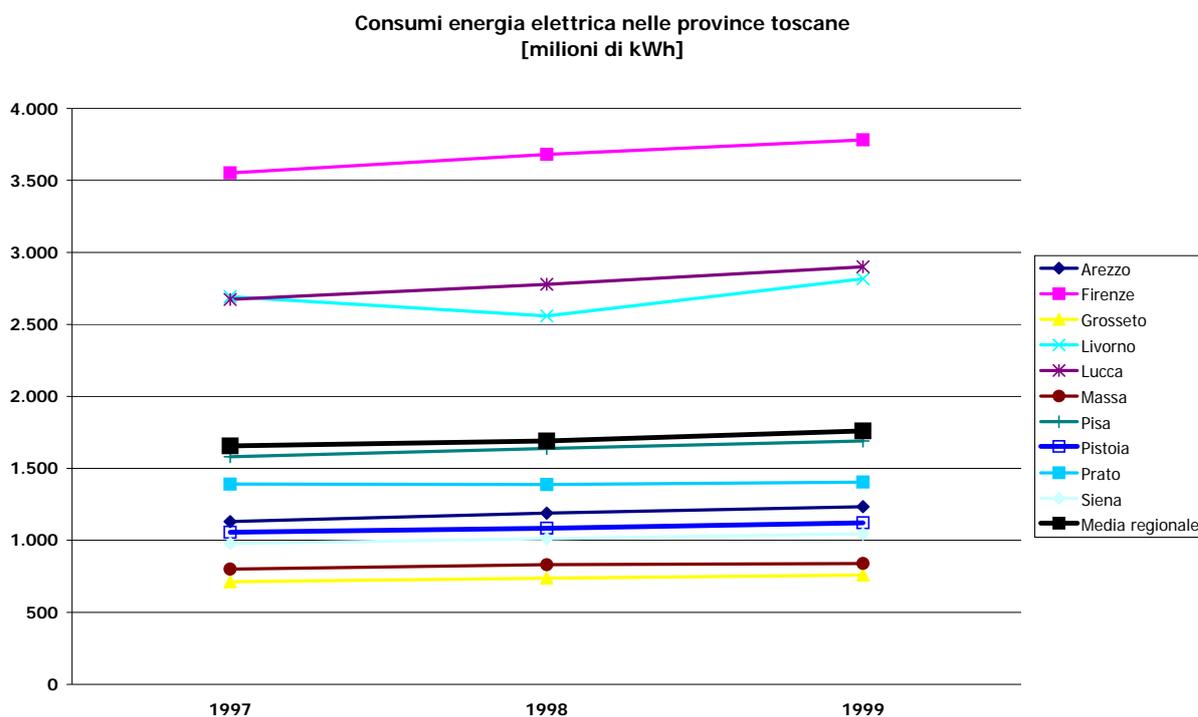


Tabella III- 3-4

Consumo energia elettrica per categorie (1999) - [milioni di kWh]					
Provincia	Agricoltura	Industria	Terziario	di cui Pubblico (ill. pubb.+amm.)	Domestico
Arezzo	25,0	609,9	274,7	37,9	324,9
Firenze	30,7	1.477,5	1.208,3	125,2	1.065,6
Grosseto	49,5	129,7	244,2	41,8	268,3
<i>Livorno</i>	<i>12,4</i>	<i>2.041,9</i>	<i>385,5</i>	<i>43,7</i>	<i>375,9</i>
Lucca	13,9	2.069,6	396,5	9,6	420,8
Massa	1,4	470,1	171,3	38,0	196,8
Pisa	13,3	762,8	494,4	25,0	419,5
Pistoia	17,4	505,5	282,2	58,0	316,5
Prato	1,9	933,4	227,2	31,9	242,0
Siena	4,4	411,2	305,6	25,0	284,3
Media regionale	17,0	941,2	399,0	38,7	391,5

Fonte dati: ENEL

Confrontando i consumi totali con la popolazione residente, la provincia di Livorno è nettamente al primo posto con un valore dell'energia *pro-capite* di circa 8.400 kWh/ab. [Tabella III- 3-5, Figura III- 3-3].

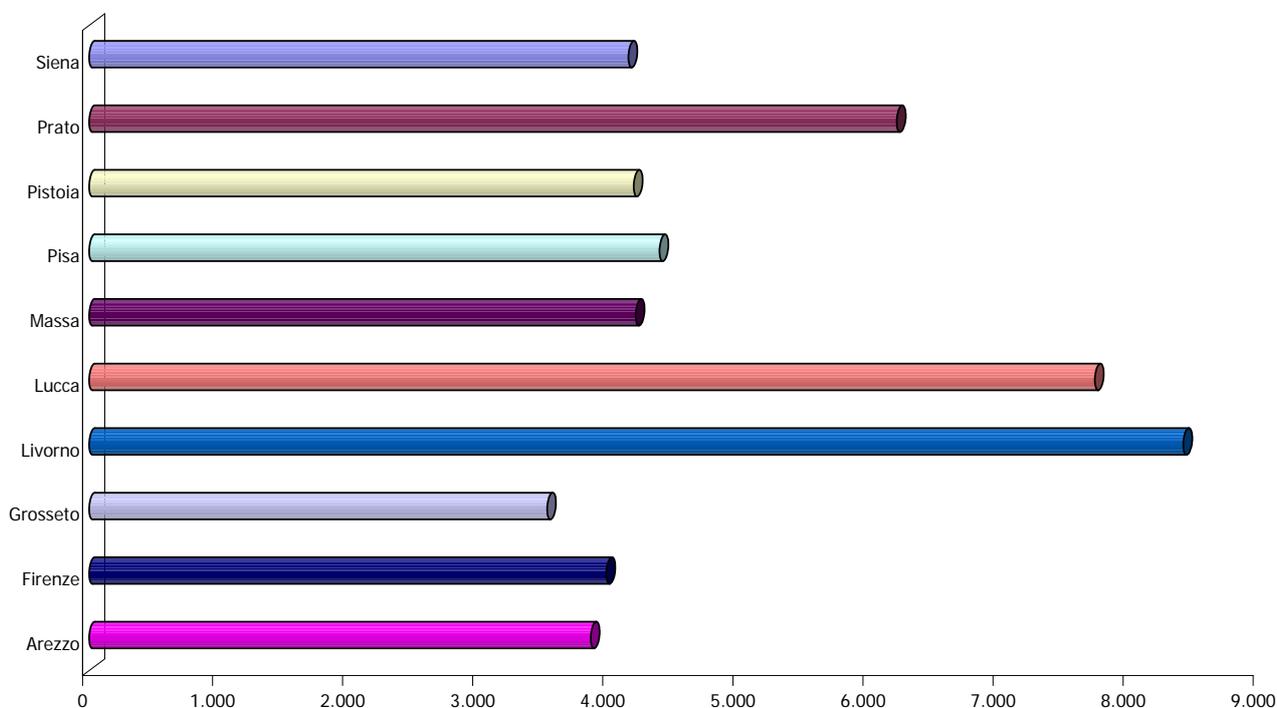
Tabella III- 3-5

Consumi provinciali di energia elettrica pro capite (1999) - [kWh/ab]	
Provincia	1999
Arezzo	3.856,6
Firenze	3.975,6
Grosseto	3.520,1
<i>Livorno</i>	<i>8.411,6</i>
Lucca	7.731,5
Massa	4.201,5
Pisa	4.384,4
Pistoia	4.187,2
Prato	6.208,8
Siena	4.146,1
Media regionale	5.062,3

Fonte dati: ENEL - RT

Figura III- 3-3

Consumi provinciali di energia elettrica pro capite (1999) - [kWh/ab]



Depurando i consumi totali del settore industriale, i valori dei consumi elettrici per abitante si appiattiscono tutti intorno alla media regionale di 2.250 kWh/ab; la provincia di Livorno con 2.311,6 kWh/ab non si discosta da questo valore [Tabella III- 3-6, Figura III- 3-4].

Nel settore pubblico, la provincia di Livorno ha valori di consumo molto vicini a quelli medi regionali, leggermente superiori nel caso della pubblica amministrazione e leggermente inferiori nel caso dell'illuminazione pubblica (rispettivamente 17,1 GWh contro 16,9 e 26,6 GWh contro 30,6 GWh).

Dai dati evidenziati si nota come, ad eccezione della provincia di Firenze (125,2 GWh di consumo nel settore pubblico), non vi sono forti differenze fra i consumi delle altre province della regione passando da un minimo di 25,0 GWh delle province di Massa-Carrara e Prato ad un massimo di 58,0 GWh della provincia di Pisa [Tabella III- 3-7].

Tabella III- 3-6

Consumi* provinciali energia elettrica pro capite (1999) - [kWh/ab]

Provincia	1999
Arezzo	1.951,3
Firenze	2.422,5
Grosseto	2.604,0
Livorno	2.311,6
Lucca	2.215,4
Massa	1.849,0
Pisa	2.405,5
Pistoia	2.300,1
Prato	2.082,6
Siena	2.357,7
Media regionale	2.250,0

* consumi settori agricoltura, terziario e domestico

Fonte dati: ENEL - RT

Figura III- 3-4

Consumi* provinciali energia elettrica pro capite (1999) - [kWh/ab]

* consumi agricoltura, terziario e domestico

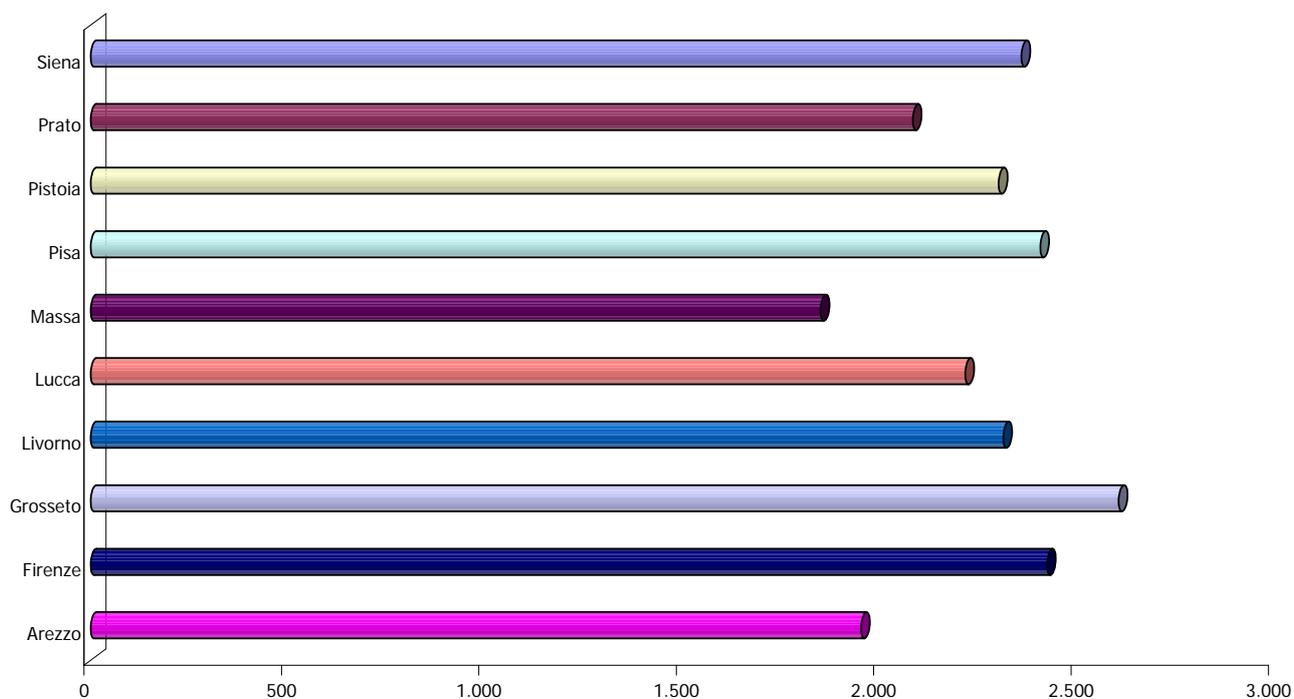


Tabella III- 3-7

**Consumi energia elettrica settore pubblico province toscane (1999) -
[milioni di kWh]**

Provincia	Pubblica Amministrazione	Illuminazione Pubblica	Totale
Arezzo	8,8	29,1	37,9
Firenze	50,7	74,5	125,2
Grosseto	17,8	24,0	41,8
<i>Livorno</i>	<i>17,1</i>	<i>26,6</i>	<i>43,7</i>
Lucca	9,6	38,0	47,6
Massa	7,4	17,6	25,0
Pisa	26,0	32,0	58,0
Pistoia	11,1	20,8	31,9
Prato	8,1	16,9	25,0
Siena	12,7	26,0	38,7
Media regionale	16,9	30,6	47,5

Fonte dati: ENEL

Spostando il dettaglio delle analisi a livello comunale bisogna osservare che gli ultimi dati a disposizione sui consumi si riferiscono all'anno 1997 (fonte ENEL).

Il Comune di Piombino è quello con il massimo dei consumi di energia elettrica, con circa 544 GWh annui, seguito dai comuni di Rosignano Marittimo e Livorno rispettivamente con 540 e 433 GWh annui. Questi tre valori sono fortemente influenzati dai consumi del comparto industriale, a dimostrazione di questo vi è la netta differenza di valori con tutti gli altri comuni, infatti alle spalle di questi tre il comune con il maggiore consumo di energia elettrica è Collesalveti con circa 136 GWh [Tabella III-3-8, Figura III-3-5].

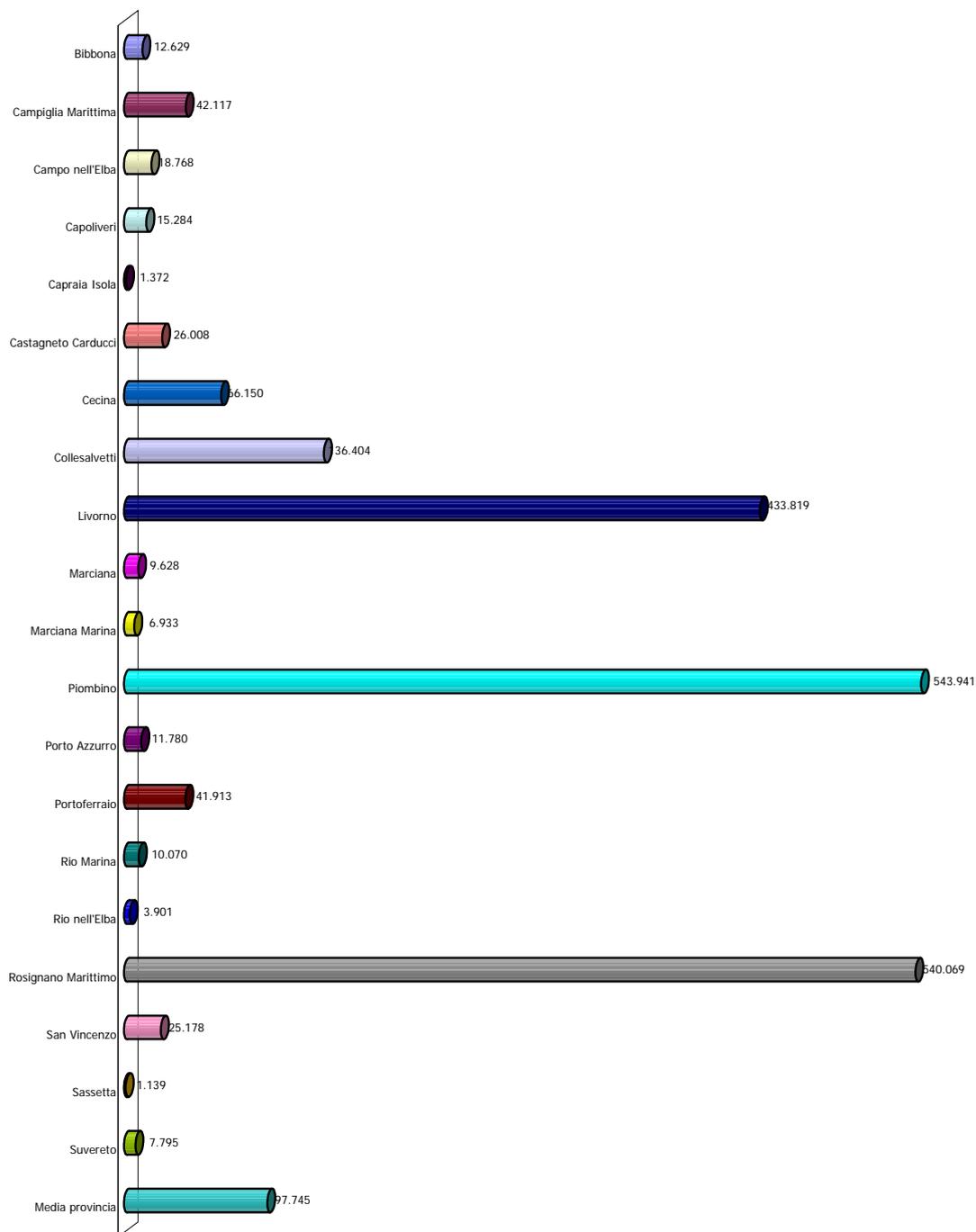
Tabella III- 3-8

Consumi energia elettrica comuni in Provincia di Livorno (1997) -	
Comune	Consumo [MWh]
Bibbona	12.629
Campiglia Marittima	42.117
Campo nell'Elba	18.768
Capoliveri	15.284
Capraia Isola	1.372
Castagneto Carducci	26.008
Cecina	66.150
Collesalveti	136.404
Livorno	433.819
Marciana	9.628
Marciana Marina	6.933
Piombino	543.941
Porto Azzurro	11.780
Portoferraio	41.913
Rio Marina	10.070
Rio nell'Elba	3.901
Rosignano Marittimo	540.069
San Vincenzo	25.178
Sassetta	1.139
Suvereto	7.795
Media provincia	97.745

Fonte dati: ENEL - RT

Figura III- 3-5

Consumi energia elettrica comuni in Provincia di Livorno (1997) - [MWh]



3.2.2 Gas Metano

I dati più recenti a disposizione si riferiscono al triennio 1996-98 per la regione Toscana ed al solo anno 1998 per le province (fonte SNAM).

Nel periodo a disposizione, i consumi totali di gas metano nella regione Toscana sono in continuo aumento, con tassi percentuali di variazione nettamente superiori a quelli relativi all'energia elettrica [Tabella III- 3-9, Figura III- 3-6].

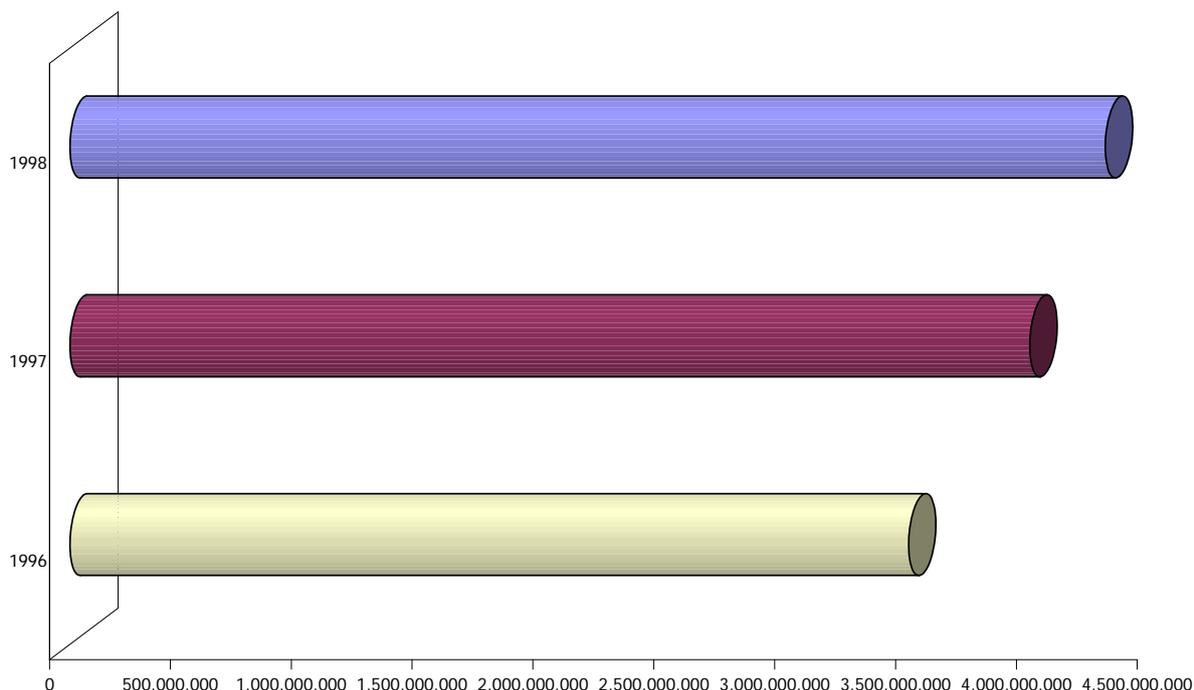
Tabella III- 3-9

Consumi gas naturale nella Regione Toscana [m ³]					
	1996	1997	1998	var. % 96-97	var. % 97-98
Regione Toscana	3.468.976.596	3.970.722.812	4.282.592.312	14,5	7,9

Fonte dati: SNAM

Figura III- 3-6

Consumi gas naturale Regione Toscana [m³]



La provincia di Livorno è quella con il più alto consumo di gas metano con 1.257.000.000 m³, con una differenza di circa +300% rispetto a quello medio regionale (pari ad una differenza di circa 800 milioni di metri cubi) [Tabella III- 3-10, Figura III- 3-7].

Tabella III- 3-10

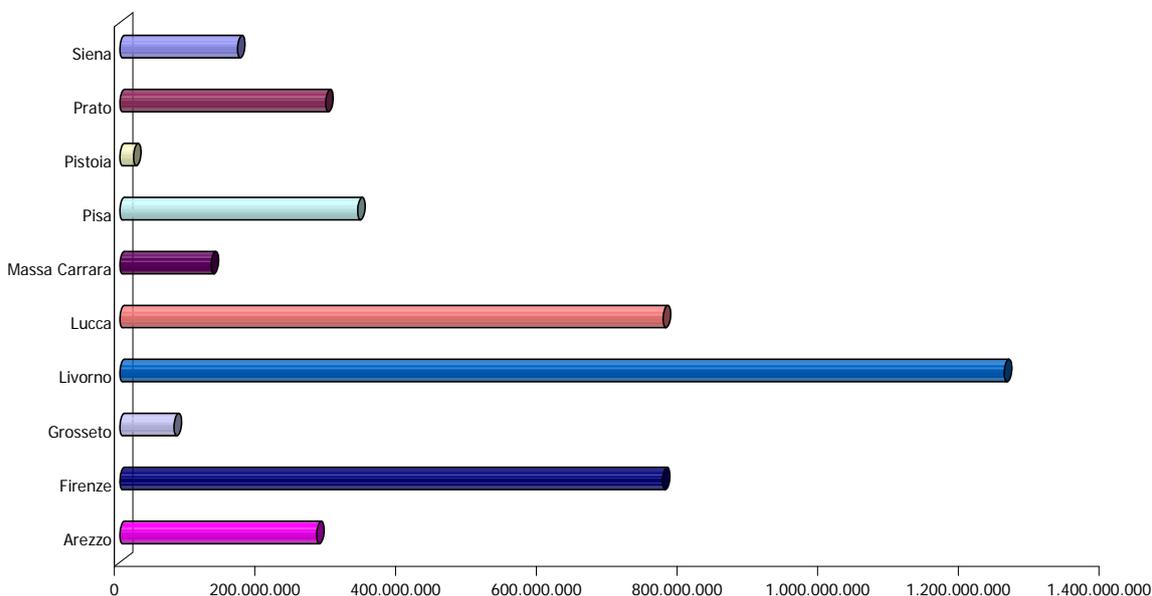
Consumi di gas naturale province toscane (1998) - [m³]

Provincia	1998
Arezzo	279.920.601
Firenze	771.537.885
Grosseto	77.226.161
Livorno	1.257.489.487
Lucca	772.418.293
Massa Carrara	129.903.408
Pisa	338.195.931
Pistoia	19.583.098
Prato	292.686.324
Siena	167.383.242
Media	410.634.443

Fonte dati: SNAM

Figura III- 3-7

Consumi gas naturale province toscane (1998) - [m³]



Il primato della provincia di Livorno è dovuto al forte contributo dato al consumo dal settore dell'energia termoelettrica, come si evince anche dalla tabella successiva, nella

quale sono evidenziati i consumi provinciali di gas metano nel 1998, distinti per categorie di destinazione d'uso [Tabella III- 3-11].

Tabella III- 3-11

Consumi gas naturale province toscane per destinazione d'uso (1998) - [milioni di m ³]						
Provincia	Agricoltura	Industria	Energia termoelettrica	Domestici e civili	Autotrazione	Altri
Arezzo	1,41	115,72	0,00	148,03	8,51	6,25
Firenze	0,23	211,86	0,00	551,65	7,29	0,51
Grosseto	0,00	30,41	0,00	44,33	2,49	0,00
<i>Livorno</i>	<i>0,00</i>	<i>215,48</i>	<i>924,06</i>	<i>117,01</i>	<i>0,75</i>	<i>0,20</i>
Lucca	0,76	406,96	165,68	193,85	5,00	0,17
Massa Carrara	0,00	39,25	0,00	89,05	1,61	0,00
Pisa	0,42	93,28	1,10	236,26	6,53	0,60
Pistoia	0,55	67,71	0,00	126,60	0,90	0,07
Prato	0,00	179,22	0,00	112,78	0,69	0,00
Siena	0,73	58,99	0,00	105,39	2,24	0,03
Totale Toscana	4,10	1.418,87	1.090,84	1.724,95	36,01	7,82
Media regionale	0,41	141,89	109,08	172,50	3,60	0,78

Fonte dati: SNAM

Rapportando i consumi di gas metano alla popolazione residente, considerando i consumi totali ed i consumi totali depurati della componente relativa al settore dell'energia termoelettrica, si ottengono valori del gas metano consumato per abitante nella provincia di Livorno rispettivamente pari a 3.756,6 m³/ab e 996,1 m³/ab, contro una media che nei due casi vale rispettivamente 1.207,5 m³/ab e 887 m³/ab, il secondo valore dei consumi sposta al terzo posto la posizione fra le province della Toscana [Tabella III- 3-12, Figura III- 3-8, Figura III- 3-1].

Tabella III- 3-12

Consumi gas metano province toscane per abitante residente (1998) - [m³/ab]

Provincia	Consumi totali	Consumi (ecl. Sett. energia termoel.)
Arezzo	874,5	874,5
Firenze	811,0	811,0
Grosseto	357,8	357,8
Livorno	3.756,6	996,1
Lucca	2.058,7	1.617,1
Massa-Carrara	650,1	650,1
Pisa	877,4	874,5
Pistoia	731,1	731,1
Prato	1.293,9	1.293,9
Siena	664,0	664,0
Media regionale	1.213,7	904,5

Fonte dati: SNAM

Figura III- 3-8

Consumi gas metano province toscane per abitante residente (1998) - [m³/ab]

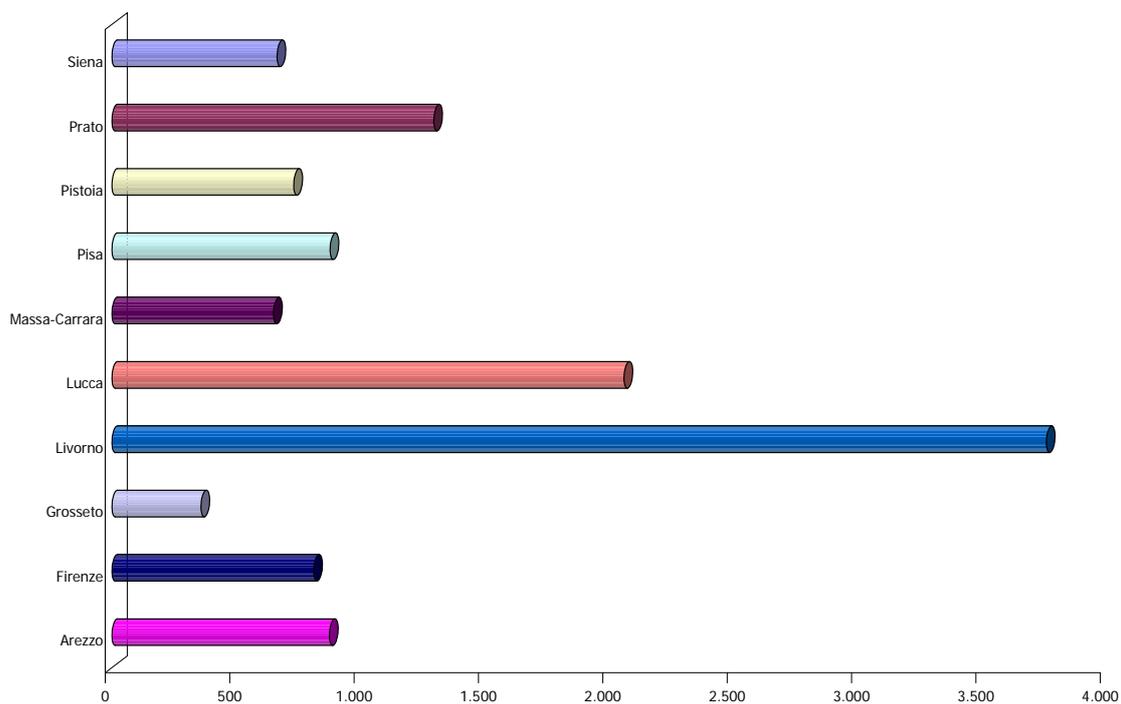
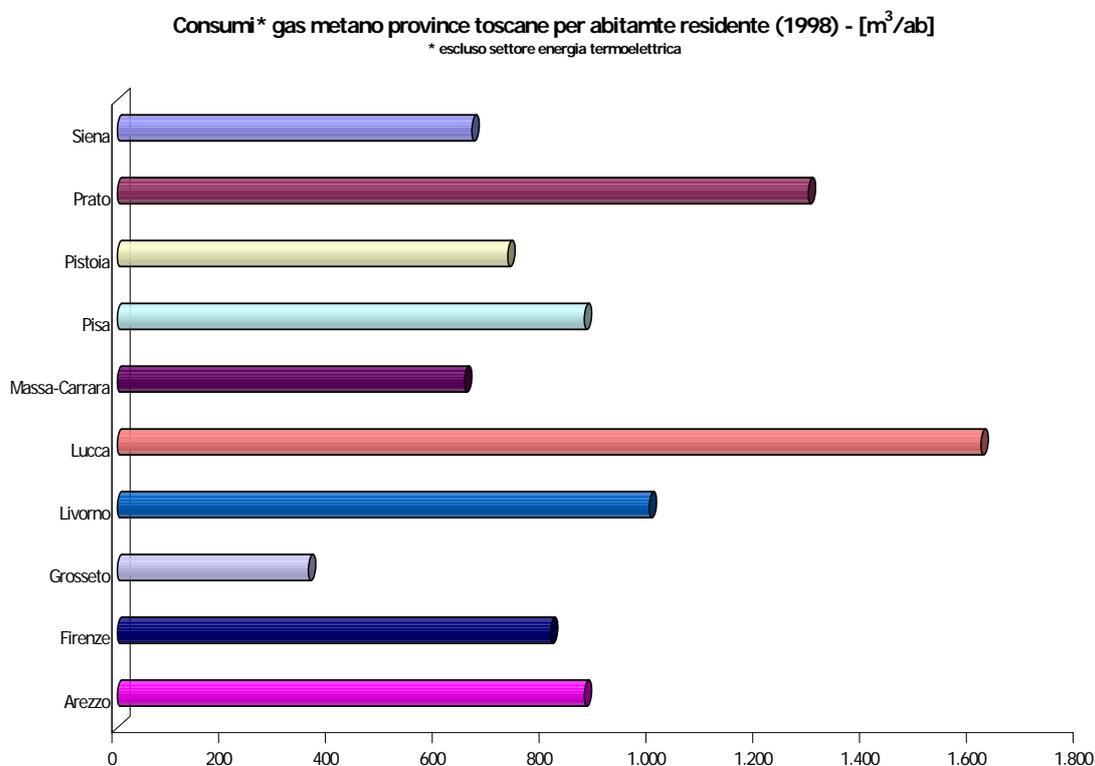


Figura III- 3-9



3.2.3 Gasolio

I dati a disposizione si riferiscono all'anno 1997 e sono suddivisi per provincia e per uso finale. I valori delle province di Firenze e Prato sono accorpati.

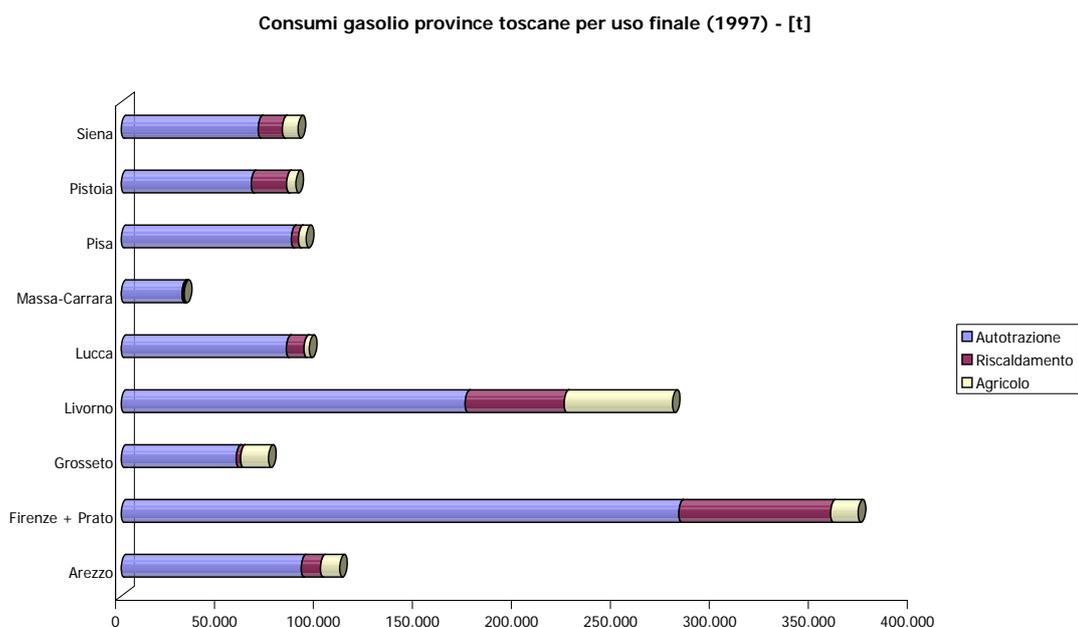
La provincia di Livorno è al secondo posto dopo quelle di Firenze e Prato con un consumo totale di 278.503 t di gasolio. La provincia di Livorno e l'accoppiata Firenze-Prato sono le uniche ad avere valori superiori alle medie regionali per tutti e tre i settori di uso finale (ad eccezione della provincia di Grosseto per il settore agricolo). I pesi dei tre settori di uso finale sono del 62,4% per autotrazione, del 17,9% per riscaldamento e del 19,7% per l'agricoltura [Tabella III- 3-13, Figura III- 3-10].

Tabella III- 3-13

Consumi gasolio province toscane per uso finale (1997) - [t]				
Provincia	Autotrazione	Riscaldamento	Agricolo	Totale
Arezzo	91.029	9.704	9.700	110.433
Firenze + Prato	281.728	76.692	13.948	372.368
Grosseto	58.179	2.170	14.121	74.470
<i>Livorno</i>	<i>173.804</i>	<i>50.019</i>	<i>54.680</i>	<i>278.503</i>
Lucca	83.461	8.949	2.680	95.090
Massa-Carrara	30.752	784	377	31.913
Pisa	86.030	3.543	3.931	93.504
Pistoia	65.748	17.848	4.705	88.301
Siena	69.208	12.226	7.986	89.420
Media regionale	104.437,7	20.215,0	12.458,7	137.111,3

Fonte dati: Regione Toscana

Figura III- 3-10



3.3 Bilancio delle emissioni inquinanti

La valutazione dei sistemi energetici e dei possibili scenari di modificazione e di ottimizzazione all'interno di un sistema territoriale, quale una realtà portuale, di gestione ed utilizzo dell'energia non può differire dalla valutazione delle condizioni ambientali di impatto determinate nelle diverse opzioni di utilizzo o di impiego delle tecnologie e dei sistemi esistenti.

Dal punto di vista del bilancio ambientale, lo sfruttamento delle fonti energetiche per i diversi utilizzi a cui queste sono finalizzate all'interno di un complesso sistema portuale ha una serie di impatti diretti ed indiretti, che hanno nella componente ambientale atmosferica il maggiore dei riferimenti.

La valutazione di un sistema energetico complesso, composto dai diversi sottosistemi che coesistono all'interno del porto, non può quindi non tenere conto del bilancio di emissione in atmosfera di inquinanti, nelle diverse forme di tipo gassoso e particellare.

La valutazione delle emissioni inquinanti è stata effettuata per una serie di livelli territoriali a partire dal livello superiore regionale, sulla base dell'Inventario Regionale delle Sorgenti di Emissione in aria ambiente (IRSE). Tale data-base, pur essendo datato (anno 1995), costituisce un documento consistente che permette di effettuare sia un bilancio di un'area ristretta, che il peso che questo assume rispetto ai sistemi territoriali entro i quali il porto è compreso (Regione, Provincia, Comune).

L'inventario delle emissioni su scala regionale è basato sulla stima degli inquinanti prodotti e immessi in atmosfera, suddivisi per tipologia di inquinante, tipologia di sorgente e tipologia di processo responsabile.

Le tipologie di inquinanti valutati sono i seguenti:

- inquinanti di mesoscala: monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (COV), ossidi di azoto (NOX), materiale particolato solido (PM), ossidi di zolfo (SOX);
- inquinanti responsabili di effetto serra: metano (CH₄), anidride carbonica (CO₂), protossido di azoto (N₂O).

Le sorgenti di emissione sono suddivise in:

- puntuali, corrispondono alle sorgenti a maggiore significatività in termini di emissioni complessive di inquinanti rispetto ad un valore limite imposto;
- lineari, corrispondono alle emissioni da traffico veicolare e sono caratterizzate sulla base delle grandi reti di trasporto;
- diffuse, corrispondenti a tutte quelle emissioni che non rientrano nelle precedenti classi individuate.

La lettura del quadro di riferimento provinciale è eseguita basandosi su analisi per tipologia di emissione, mentre il quadro di riferimento comunale è basato sui processi antropici e naturali responsabili delle emissioni.

Un dettaglio ulteriore viene fornito per la verifica degli indicatori di pressione ambientale.

3.3.1 Bilancio Regionale

In tabella sono riportati i valori relativi alle emissioni complessive a livello regionale così come stimato dal documento IRSE [Tabella III- 3-14]. Nella medesima tabella è

riportato il valore complessivo di emissioni a livello provinciale e la relativa stima del contributo della Provincia di Livorno.

Tabella III- 3-14

Quadro emissioni complessive regione Toscana e contributo provincia di Livorno					
Regione Toscana	CO [t/a]	COV [t/a]	NOX [t/a]	PM10 [t/a]	SOX [t/a]
Diffuse	306.368	149.161	66.153	15.950	6.009
Puntuali	33.588	4.575	28.460	1.919	85.057
Totale	339.956	153.736	94.613	17.869	91.066
Provincia di Livorno	58.555	15.542	23.832	2.352	73.093
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Provincia di Livorno (contrib. relativo)	17,22%	10,11%	25,19%	13,16%	80,26%

Appare chiaro il pesante contributo che la Provincia di Livorno ha, rispetto alle emissioni complessive regionali, per quanto riguarda gli ossidi di zolfo. Infatti circa l'80,3% delle emissioni toscane sono dovute a processi localizzati all'interno della Provincia di Livorno.

Per gli altri inquinanti il contributo delle sorgenti localizzate entro la provincia di Livorno, rispetto ai quantitativi stimati per l'intera regione, appare variabile ma comunque sempre pari o inferiori al 25%.

3.3.2 Bilancio Provinciale

In tabella è riportato il quadro delle emissioni complessive della provincia di Livorno stimate dal documento IRSE [Tabella III- 3-15]. Nella medesima tabella è riportato il valore complessivo di emissioni del comune di Livorno e la relativa stima del contributo delle emissioni collocate in territorio comunale rispetto al valore stimato per l'intera provincia di Livorno.

Tabella III- 3-15

Quadro delle emissioni complessive nella provincia di Livorno e contributo comune di Livorno								
Provincia di Livorno	CO [t/a]	COV [t/a]	NOX [t/a]	PM10 [t/a]	SOX [t/a]	CH4 [t/a]	CO2 [t/a]	N2O [t/a]
Diffuse	27.421	12.956	7.489	1.246	794	25.119	2.331.555	534
Puntuali	31.134	2.586	16.343	1.106	72.299	1.028	11.668.229	4.509
lineari	6.597	1.639	5.232	392	1.029	39	439.942	141
Totale	65.152	17.181	29.064	2.744	74.122	26.186	14.439.726	5.184
Comune di Livorno	16.706	7.714	8.509	683	15.648	3.803	2.576.819	1.008
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Comune di Livorno (contrib. relativo)	25,64%	44,90%	29,28%	24,89%	21,11%	14,52%	17,85%	19,44%

Rispetto alle emissioni totali stimate per l'intera provincia, le sorgenti localizzate all'interno del territorio del comune di Livorno hanno un contributo sensibile specialmente per le emissioni di composti organici volatili (COV), con l'emissione del

44,9% del totale prodotto a livello provinciale. Inferiori invece i contributi determinati dalle sorgenti localizzate all'interno del comune per gli altri inquinanti, con quote sempre comunque inferiori al 30%.

3.3.3 Bilancio Comunale

Il bilancio comunale delle emissioni permette di caratterizzare il sistema territoriale entro il quale si colloca il porto.

La struttura del porto tende a caratterizzare fortemente il territorio comunale e non solo dal punto di vista urbanistico e paesaggistico. Le attività che sono presenti nel territorio comunale sono infatti in forte connessione con le tipologie di attività svolte presso il porto o viceversa.

La caratterizzazione delle emissioni inquinanti rappresenta una chiave di lettura delle interazioni tra il porto ed il territorio circostante o meglio ancora tra le diverse attività umane presenti all'interno del comune disaggregabili tra quelle portuali, quelle che con il porto hanno connessione diretta (attività logistiche, di supporto alle attività portuali, ma anche attività sorte per effetto delle particolari opportunità logistiche costituite dal porto) a quelle non connesse assolutamente con il porto.

Le diverse fonti di emissioni inquinanti sono suddivise in base alla classificazione definita da CORINAIR, documento base per la stima dei fattori di emissioni da sistemi produttivi, di trasporto e naturali.

I dati riportati relativamente al comune di Livorno fanno riferimento anch'essi all'inventario regionale delle sorgenti di emissione in aria ambiente (IRSE).

In termini di emissioni di gas serra, il bilancio complessivo è stato calcolato come tonnellate di CO₂ equivalenti emessi annualmente (2.981.748 t/a) e riporta un effetto determinato per la gran parte da emissioni di sistemi energetici di conversione: il 55,6% delle emissioni complessive sono determinate da sistemi di conversione a potenza superiore ai 300 MW (centrali di produzione di energia), per un totale 76,4% delle emissioni se si tiene conto anche dei sistemi di conversione a potenze inferiori (potenze < 50 MW) impiegate ad uso industriale e terziario (per riscaldamento) [Tabella III-3-16, Tabella III- 3-17, Tabella III- 3-18, Tabella III- 3-19].

Molto inferiore il contributo determinato dalle attività portuali e dai trasporti marittimi, stimati responsabili di un complessivo 6,9% delle emissioni complessive.

Le emissioni di ossidi di zolfo sono particolarmente sensibili all'interno del comune di Livorno, in modo particolare se si tiene conto del quadro emissivo medio riscontrato nelle altre aree della regione Toscana (15.650 t/a). Tale scenario è determinato palesemente dalla presenza di sistemi di conversione di energia ad alta potenza, per il cui funzionamento sono utilizzati combustibili ad alto contenuto di zolfo: il 96,6% delle emissioni di ossidi di zolfo è dovuto infatti a centrali termoelettriche (potenza superiore ai 300 MWth). Per la restante parte un significativo contributo, anche se limitato

rispetto alle emissioni complessive, è dovuto alle sorgenti portuali e al trasporto marittimo (1,5% pari a 23.000 t/a) [Tabella III- 3-20].

La presenza di centrali termoelettriche, entro l'area comunale, porta ad avere elevate emissioni anche di NO_x (39,6% dei complessivi 8512 t/a) [Tabella III- 3-21] e di particolato totale (39,5% dei complessivi 683 t/a) [Tabella III- 3-22].

Le attività portuali e il traffico marittimo hanno anche in questo caso un peso sensibile, stimabile nella emissione del 23,0% delle emissioni di ossidi di azoto e del 7,9% delle emissioni complessive di particolato solido.

Le emissioni di ossido di carbonio (18.053 t/a) sono dovute invece in gran maggioranza dalle diverse tipologie di traffico veicolare e anche il porto con le sue attività e i trasporti connessi ha un contributo non trascurabile pari al 20,7% [Tabella III- 3-23].

Il bilancio dei composti organici volatili (COV) mostra un notevole quantitativo di emissioni in atmosfera (7.676 t/a) dovuti in grande parte allo stoccaggio di combustibili. A questo riguardo le attività connesse con il porto, con la notevole attività di stoccaggio di combustibili liquidi, comportano un contributo notevole al bilancio complessivo, per una quota pari al 38,8% delle emissioni totali [Tabella III- 3-24].

La stima delle emissioni comunali è stata anche rappresentata sulla base di due diversi indicatori ambientali:

- un indice di pressione territoriale espresso come chilogrammi di inquinanti emessi per unità di chilometri quadrati;
- un indice di pressione ambientale per abitante espresso come chilogrammi di inquinanti emessi per unità di abitanti.

I due indicatori sono utilizzati anche per porre a confronto il quadro di riferimento ambientale atmosferico provinciale con quello comunale.

Sono quindi riportati i risultati del confronto tra indici di carico ambientale provinciale e comunale [Tabella III- 3-25, Tabella III- 3-26].

Tabella III- 3-16

Comune di Livorno - Emissioni CO2 equivalenti per attività		
	CO2 equivalente [t/a]	Contributo relativo [%]
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	1.659.160	55,64%
Industria - Caldaie < 50 MWth	437.811	14,68%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	181.733	6,09%
Porti	151.347	5,08%
Automobili - Strade Urbane	85.262	2,86%
Produzione di cemento (Processi)	63.769	2,14%
Interramento di rifiuti	63.308	2,12%
Automobili - Strade Extraurbane	61.921	2,08%
Traffico marittimo	55.584	1,86%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	42.881	1,44%
Umani	33.087	1,11%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	27.118	0,91%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	24.236	0,81%
Reti di distribuzione di gas	16.850	0,57%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	14.748	0,49%
Produzione di silicato di sodio vetroso	13.790	0,46%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	11.998	0,40%
Pesca	7.833	0,26%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	5.691	0,19%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	5.164	0,17%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	4.385	0,15%
Non emettitrici di isoprene - Collina	2.843	0,10%
Produzione di Agglomerati bituminosi	2.240	0,08%
Terreni arabili - fertilizzati	1.802	0,06%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	1.544	0,05%
Praterie - fertilizzate	1.519	0,05%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	1.070	0,04%
Motocicli < 50 cm3	710	0,02%
Bovini selezionati da latte - fermentazione intestinale	504	0,02%
Coltivazioni permanenti - fertilizzate	398	0,01%
Foreste di conifere - Collina	358	0,01%
Maiali - escrementi	290	0,01%
Bovini selezionati da latte - escrementi	222	0,01%
Produzione di Materiali di ceramica fine	149	0,01%
TOTALE	2.981.748	100%

Tabella III- 3-17

Comune di Livorno - Emissioni CO2 per attività		
	CO2 equivalente [t/a]	Contributo relativo [%]
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	1.394.191	53,85%
Industria - Caldaie < 50 MWth	431.255	16,66%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	175.294	6,77%
Porti	134.500	5,19%
Automobili - Strade Urbane	82.692	3,19%
Produzione di cemento (Processi)	63.769	2,46%
Automobili - Strade Extraurbane	59.926	2,31%
Traffico marittimo	49.400	1,91%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	41.508	1,60%
Umani	32.914	1,27%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	26.372	1,02%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	23.952	0,93%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	13.981	0,54%
Produzione di silicato di sodio vetroso	13.790	0,53%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	11.150	0,43%
Pesca	7.744	0,30%
Interramento di rifiuti	7.424	0,29%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	5.050	0,20%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	4.978	0,19%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	3.891	0,15%
Produzione di Agglomerati bituminosi	2.240	0,09%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	1.451	0,06%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	950	0,04%
Motocicli < 50 cm3	650	0,03%
Produzione di Materiali di ceramica fine	149	0,01%
TOTALE	2.589.221	100%

Tabella III- 3-18

Comune di Livorno - Emissioni CH4 per attività		
	CH4 [t/a]	Contributo relativo [%]
Interramento di rifiuti	2.661,14	69,98%
Reti di distribuzione di gas	802,37	21,10%
Non emettitrici di isoprene - Collina	64,24	1,69%
Automobili - Strade Urbane	46,48	1,22%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	28,02	0,74%
Bovini selezionati da latte - fermentazione intestinale	24,00	0,63%
Praterie - fertilizzate	19,43	0,51%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	15,94	0,42%
Maiali - escrementi	13,80	0,36%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	12,90	0,34%
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	12,85	0,34%
Industria - Caldaie < 50 MWth	10,80	0,28%
Bovini selezionati da latte - escrementi	10,56	0,28%
Automobili - Strade Extraurbane	9,80	0,26%
Umani	8,23	0,22%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	7,29	0,19%
Terreni arabili - fertilizzati	7,21	0,19%
Porti	7,18	0,19%
Ovini - fermentazione intestinale	5,82	0,15%
Foreste di conifere - Collina	4,86	0,13%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	3,66	0,10%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	3,37	0,09%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	3,31	0,09%
Traffico marittimo	2,64	0,07%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	2,50	0,07%
Motocicli < 50 cm3	2,49	0,07%
Altri bovini - fermentazione intestinale	2,30	0,06%
Coltivazioni permanenti - fertilizzate	1,73	0,05%
Galline (da uova) - escrementi	0,97	0,03%
Altri bovini - escrementi	0,96	0,03%
Alte emettitrici di isoprene - Collina	0,92	0,02%
Scrofe - escrementi	0,80	0,02%
Capre - fermentazione intestinale	0,69	0,02%
Pollastri - escrementi	0,64	0,02%
Combustione di residui agricoli	0,62	0,02%
Altri pollami (anatre, oche, etc.) - escrementi	0,45	0,01%
Pesca	0,42	0,01%
Equini - fermentazione intestinale	0,41	0,01%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	0,27	0,01%
Ovini (incluse capre) - escrementi	0,24	0,01%
Suini - fermentazione intestinale	0,22	0,01%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	0,21	0,01%
TOTALE	3.802,75	100%

Tabella III- 3-19

Comune di Livorno - Emissioni N2O per attività		
	N2O [t/a]	Contributo relativo [%]
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	853,87	84,68%
Porti	53,86	5,34%
Industria - Caldaie < 50 MWth	20,42	2,02%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	19,90	1,97%
Traffico marittimo	19,77	1,96%
Automobili - Strade Extraurbane	5,77	0,57%
Terreni arabili - fertilizzati	5,32	0,53%
Automobili - Strade Urbane	5,14	0,51%
Non emettitrici di isoprene - Collina	4,82	0,48%
Praterie - fertilizzate	3,59	0,36%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	2,57	0,25%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	2,53	0,25%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	2,25	0,22%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	2,05	0,20%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	1,58	0,16%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	1,33	0,13%
Coltivazioni permanenti - fertilizzate	1,17	0,12%
Foreste di conifere - Collina	0,83	0,08%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	0,69	0,07%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	0,39	0,04%
Pesca	0,26	0,03%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	0,11	0,01%
Alte emettitrici di isoprene - Collina	0,07	0,01%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	0,05	0,01%
TOTALE	1.008,30	100%

Tabella III- 3-20

Comune di Livorno - Emissioni SOX per attività		
	SOX [t/a]	Contributo relativo [%]
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	15.110,00	96,55%
Porti	168,20	1,07%
Traffico marittimo	61,80	0,39%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	60,48	0,39%
Pesca	50,25	0,32%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	34,66	0,22%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	31,14	0,20%
Automobili - Strade Urbane	26,40	0,17%
Industria - Caldaie < 50 MWth	22,11	0,14%
Distillazione di catrame di carbone	21,00	0,13%
Automobili - Strade Extraurbane	20,47	0,13%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	15,03	0,10%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	12,49	0,08%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	6,42	0,04%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	4,94	0,03%
Motocicli > 50 cm ³ - Strade Urbane	2,10	0,01%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	1,21	0,01%
Motocicli > 50 cm ³ - Strade Extraurbane	0,65	0,00%
Motocicli < 50 cm ³	0,50	0,00%
Produzione di Agglomerati bituminosi	0,20	0,00%
Produzione di Materiali di ceramica fine	0,17	0,00%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	0,03	0,00%
Agricoltura - Caldaie < 50 MWth	0,02	0,00%
TOTALE	15.650,26	100%

Tabella III- 3-21

Comune di Livorno - Emissioni NOX per attività		
	NOX [t/a]	Contributo relativo [%]
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	3.370,00	39,59%
Porti	942,70	11,07%
Traffico marittimo	881,40	10,35%
Industria - Caldaie < 50 MWth	770,53	9,05%
Automobili - Strade Extraurbane	705,06	8,28%
Automobili - Strade Urbane	477,30	5,61%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	335,67	3,94%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	278,03	3,27%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	158,74	1,86%
Pesca	137,93	1,62%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	78,01	0,92%
Produzione di silicato di sodio vetroso	70,14	0,82%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	63,36	0,74%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	61,58	0,72%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	61,09	0,72%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	58,57	0,69%
Distillazione di catrame di carbone	30,00	0,35%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	15,12	0,18%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	7,61	0,09%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	5,02	0,06%
Produzione di Agglomerati bituminosi	1,77	0,02%
Produzione di Lattice stirene-butadiene	1,50	0,02%
Motocicli < 50 cm3	0,75	0,01%
Produzione di Materiali di ceramica fine	0,50	0,01%
TOTALE	8.512,38	100%

Tabella III- 3-22

Comune di Livorno - Emissioni particolato per attività		
	PTS [t/a]	Contributo relativo [%]
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	270,27	39,54%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	175,74	25,71%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	46,10	6,75%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	43,99	6,44%
Porti	36,50	5,34%
Estrazione di materiali da cave	17,20	2,52%
Traffico marittimo	15,20	2,22%
Industria - Caldaie < 50 MWth	14,42	2,11%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	11,95	1,75%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	9,87	1,44%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	9,15	1,34%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	7,05	1,03%
Produzione di silicato di sodio vetroso	6,54	0,96%
Produzione di cemento (Processi)	6,04	0,88%
Automobili - Strade Extraurbane	3,07	0,45%
Automobili - Strade Urbane	2,47	0,36%
Pesca	2,38	0,35%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	1,76	0,26%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	1,31	0,19%
Combustione di residui agricoli	1,12	0,16%
Distillazione di catrame di carbone	0,64	0,09%
Produzione di Agglomerati bituminosi	0,48	0,07%
Produzione di Materiali di ceramica fine	0,25	0,04%
TOTALE	683,49	100%

Tabella III- 3-23

Comune di Livorno - Emissioni CO per attività

	CO <i>[t/a]</i>	Contributo relativo <i>[%]</i>
Automobili - Strade Urbane	7.288,38	40,37%
Porti	3.605,80	19,97%
Automobili - Strade Extraurbane	2.805,30	15,54%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	1.778,03	9,85%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	664,17	3,68%
Motocicli < 50 cm3	373,91	2,07%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	351,10	1,94%
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	275,54	1,53%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	177,89	0,99%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	157,40	0,87%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	134,57	0,75%
Industria - Caldaie < 50 MWth	130,29	0,72%
Traffico marittimo	114,40	0,63%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	100,57	0,56%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	25,25	0,14%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	24,61	0,14%
Pesca	17,91	0,10%
Combustione di residui agricoli	10,84	0,06%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	4,81	0,03%
Veicoli fuori-strada e macchine - Silvicoltura	4,03	0,02%
Produzione di Agglomerati bituminosi	3,30	0,02%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	3,09	0,02%
Distillazione di catrame di carbone	2,20	0,01%
TOTALE	18.053,41	100%

Tabella III- 3-24

Comune di Livorno - Emissioni COV per attività

	COV [t/a]	Contributo relativo [%]
Terminali marittimi di comb. liquidi (esc. benzine)	2.076,00	27,04%
Motori a benzina - emissioni evaporative	962,80	12,54%
Automobili - Strade Urbane	913,40	11,90%
Porti	837,20	10,91%
Uso di solventi domestici (eccetto verniciatura)	422,28	5,50%
Automobili - Strade Extraurbane	371,21	4,84%
Motocicli < 50 cm3	224,35	2,92%
Produzione di Vetro (Processi)	188,72	2,46%
Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli)	185,80	2,42%
CTE pubbliche - Caldaie >= 300 MWth	183,65	2,39%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Urbane	175,60	2,29%
Verniciatura: uso domestico	98,74	1,29%
Sgrassaggio metalli	94,76	1,23%
Lavorazione di cloruro di polivinile	87,62	1,14%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Urbane	78,33	1,02%
Altra verniciatura industriale	62,63	0,82%
Veicoli pesanti > 3.5 t e autobus - Strade Extraurbane	59,35	0,77%
Reti di distribuzione di gas	55,75	0,73%
Pulitura a secco	51,02	0,66%
Non emettitrici di isoprene - Collina	47,96	0,62%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Urbane	46,37	0,60%
Verniciatura nell' industria del legno	43,55	0,57%
Applicazione di colle e adesivi	41,14	0,54%
Industria - Caldaie < 50 MWth	38,60	0,50%
Interramento di rifiuti	38,57	0,50%
Deparaffinazione di veicoli	37,90	0,49%
Traffico marittimo	37,10	0,48%
Motocicli > 50 cm3 - Strade Extraurbane	26,50	0,35%
Verniciatura: edilizia	24,12	0,31%
Verniciatura di navi	22,50	0,29%
Terziario - Caldaie < 50 MWth	22,24	0,29%
Industria della stampa	20,87	0,27%
Produzione di Pane	16,72	0,22%
Veicoli leggeri < 3.5 t - Strade Extraurbane	11,54	0,15%
Veicoli fuori-strada e macchine - Industria	11,33	0,15%
Veicoli fuori-strada e macchine - Militari	9,83	0,13%
Produzione di Lattice stirene-butadiene	6,25	0,08%
Pesca	5,81	0,08%
Maiali - escrementi	5,14	0,07%
Conservazione del legno	4,76	0,06%
Lavorazione della gomma	3,36	0,04%
Produzione di Agglomerati bituminosi	2,95	0,04%
Bovini selezionati da latte - escrementi	2,79	0,04%
Alte emettitrici di isoprene - Collina	2,32	0,03%
Veicoli fuori-strada e macchine - Agricoltura	2,18	0,03%
Veicoli fuori-strada e macchine - Silvicoltura	2,18	0,03%
Pavimentazione stradale con asfalto Viabilità minore	2,12	0,03%
Foreste di conifere - Collina	1,83	0,02%
Incenerimento di rifiuti solidi urbani	1,47	0,02%
Pavimentazione stradale con asfalto Grande viabilità	1,22	0,02%
Terreni arabili - fertilizzati	1,20	0,02%
Galline (da uova) - escrementi	0,89	0,01%
Praterie - fertilizzate	0,79	0,01%
Distillazione di catrame di carbone	0,66	0,01%
Combustione di residui agricoli	0,62	0,01%
Pollastri - escrementi	0,58	0,01%
Calzaturifici	0,55	0,01%
Altri pollami (anatre, oche, etc.) - escrementi	0,41	0,01%
TOTALE	7.676,13	100%

Tabella III- 3-25

Carico ambientale per unità di abitanti

	CO [kg/ab]	COV [kg/ab]	NOX [kg/ab]	PM10 [kg/ab]	SOX [kg/ab]	CH4 [kg/ab]	CO2 [kg/ab]	N2O [kg/ab]
Provincia di Livorno	193,5	51,0	86,3	8,2	220,2	77,8	42.895,5	15,4
Comune di Livorno	99,7	46,1	50,8	4,1	93,4	22,7	15.382,9	6,0

Tabella III- 3-26

Carico ambientale per unità territoriale

	CO [kg/kmq]	COV [kg/kmq]	NOX [kg/kmq]	PM10 [kg/kmq]	SOX [kg/kmq]	CH4 [kg/kmq]	CO2 [t/kmq]	N2O [kg/kmq]
Provincia di Livorno	53.720	14.166	23.964	2.263	61.116	21.591	11.906	4.274
Comune di Livorno	159.424	73.614	81.200	6.518	149.327	36.292	24.590	9.619

3.3.4 Bilancio Sistema Portuale

Rispetto al quadro riassuntivo dell'intero comune, sono stati semplicemente estratte le voci di attività direttamente connesse con il sistema portuale, che nella classificazione CORINAIR presa a riferimento nel documento IRSE, sono rappresentabili in:

1. Terminali marittimi di combustibili liquidi (escluso benzine);
2. Stazioni di servizio (incluso rifornimento di veicoli);
3. Verniciatura di navi;
4. Porti;
5. Traffico marittimo;
6. Pesca.

Le emissioni di inquinanti da tali attività sono riportati in tabella [Tabella III- 3-27].

Tabella III- 3-27

Emissioni di inquinanti da attività portuali

	CH4 [t/a]	CO [t/a]	CO2 [t/a]	COV [t/a]	N2O [t/a]	NOX [t/a]	PTS [t/a]	SOX [t/a]
Terminali marittimi di comb. liquidi (esc. benzine)	0,00	0,00	0	2.076,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Verniciatura di navi	0,00	0,00	0	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Porti	7,18	3.605,80	134.500	837,20	53,86	942,70	36,50	168,20
Traffico marittimo	2,64	114,40	49.400	37,10	19,77	881,40	15,20	61,80
Pesca	0,42	17,91	7.744	5,81	0,26	137,93	2,38	50,25

Nella tabella seguente sono riportati i contributi relativi che le diverse sorgenti di attività del porto hanno rispetto al totale di emissioni stimate per l'intero territorio comunale [Tabella III- 3-28].

Tabella III- 3-28

Emissioni di inquinanti da attività portuali - Contributi relativi rispetto al totale comunale								
	CH4	CO	CO2	COV	N2O	NOX	PTS	SOX
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Terminali marittimi di comb. liquidi (esc. benzine)	0,00	0,00	0,00	27,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Verniciatura di navi	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
Porti	0,19	19,97	5,19	10,90	5,34	11,07	5,34	1,07
Traffico marittimo	0,07	0,63	1,91	0,48	1,96	10,35	2,22	0,39
Pesca	0,01	0,10	0,30	0,08	0,03	1,62	0,35	0,32
TOTALE	0,27	20,71	7,40	38,79	7,33	23,05	7,91	1,79

3.4 Quadro del fabbisogno energetico e delle potenze richieste per il riscaldamento degli edifici

3.4.1 Premessa

Le leggi numero 9 e 10 del 1991 ed il relativo Decreto Presidente della Repubblica (DPR) n.412 del 1993 sono state emesse in attuazione del Piano Energetico Nazionale del 1988 (Vedi Allegato II-1).

La *legge n. 9/1991* regola gli aspetti istituzionali in materia di energia. Essa consente ed incentiva l'autoproduzione di energia elettrica, liberalizzando l'installazione di gruppi elettrogeni di soccorso e quelli di potenza nominale non superiore ai 500 kW. Prevede inoltre la possibilità di accordi per la cessione di calore prodotto in cogenerazione alle reti pubbliche di riscaldamento, con prezzi definiti dal Comitato Interministeriale Prezzi (CIP).

All'art.29 prevede detrazioni fiscali sul reddito delle unità immobiliari destinate a civile abitazione su cui siano stati effettuati interventi di risparmio energetico senza contributi pubblici, fino al 25% della spesa sostenuta dal titolare del reddito.

La *legge n. 10/1991* prevede che le singole Regioni provvedano ad erogare i contributi previsti dallo Stato per l'incentivazione dell'uso razionale dell'energia e delle fonti rinnovabili. Tali contributi vengono concessi in base al risparmio energetico ottenibile, da un minimo del 20% ad un massimo del 40% della spesa sostenuta, fatti salvi alcuni casi particolari. Sono finanziabili gli interventi di coibentazione che risparmino almeno il 20%, l'installazione di caldaie ad alto rendimento (>90%), l'uso di pompe di calore o energie rinnovabili che coprano almeno il 30% del fabbisogno, l'installazione di impianti di cogenerazione, fotovoltaici, di regolazione, di illuminazione ad alto rendimento, di teleriscaldamento.

Essa prevede la nomina di un tecnico responsabile dell'energia per le organizzazioni private o pubbliche del settore civile e terziario che superino determinati consumi di energia, la certificazione energetica degli edifici e dei componenti degli impianti. Per i lavori di ammodernamento o realizzazione degli edifici e relativi impianti è prevista una

relazione tecnica che deve essere consegnata agli uffici comunali prima dell'inizio lavori, pena la sospensione degli stessi.

E' prevista anche la certificazione energetica degli edifici, che devono comunque essere realizzati non solo in conformità alla norma da emanare sulla base dell'art.4, ma "in modo da contenere al massimo, in relazione ai progressi della tecnica, i consumi di energia termica ed elettrica" (art. 26 comma 3). Per gli edifici pubblici "è fatto obbligo di soddisfare il fabbisogno energetico degli stessi favorendo il ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate salvo impedimenti di natura tecnica od economica" (art. 26 comma 7). La definizione delle fonti di energia assimilate a quelle rinnovabili è data dal provvedimento CIP n.6 /1992, che considera tali i combustibili fossili quando usati in sistemi di cogenerazione termoelettrica che abbiano un indice di qualità, definito nello stesso provvedimento, superiore ad un valore dato.

Il D.P.R. 26 agosto 1993 n.412 riporta le norme di attuazione dell'art.4 della legge 10/1991, per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici. Definisce le zone climatiche del territorio nazionale ed i livelli della temperatura ammessi per le diverse destinazioni degli edifici. Richiede che il Fabbisogno Energetico Normalizzato (FEN), definito dal Decreto per il sistema edificio-impianto, sia inferiore a dei valori predeterminabili in funzione delle zone climatiche. Il FEN è infatti il fabbisogno di energia primaria, comprendendo anche quella necessaria alla produzione dell'energia elettrica consumata, rapportata al volume dell'edificio ed ai gradi giorno. Per il suo calcolo si fa riferimento alla normativa UNI (Ente Nazionale Italiano Unificazione).

Il Decreto definisce anche quali sono i limiti di convenienza economica per l'uso di fonti rinnovabili negli edifici pubblici di cui alla legge 10/1991. Si vedano anche il Decreto Ministeriale del 6 agosto 1994 di approvazione della normativa di riferimento.

Gli edifici esistenti all'interno dell'area portuale hanno destinazioni d'uso diverse e solo parzialmente riconducibili a quelle per cui la normativa prevede standard limite di consumo. In particolare i magazzini e le zone di lavoro non sono soggette ad una legislazione generale per il risparmio energetico, ma solo a normative di tipo sanitario. Di conseguenza il calcolo è stato effettuato con ipotesi di utilizzazione e quindi di consumi energetici, definite in base alle schede di rilievo.

3.4.2 Censimento degli edifici e degli impianti termici in area portuale

Il patrimonio edilizio del porto di Livorno si presenta alquanto eterogeneo in relazione alle molteplici e differenti attività che si svolgono. Peraltro la stragrande maggioranza delle costruzioni risale al dopoguerra, essendo stato lo scalo duramente colpito dai bombardamenti bellici.

I materiali da costruzione di molti magazzini e depositi risultano "poveri", mentre è significativa la presenza delle costruzioni della marina militare.

Obiettivo del rilevamento è stata la caratterizzazione fisica e geometrica degli edifici, dei quali sono stati presi in considerazione solo quelli significativi da punto di vista energetico; si sono difatti esclusi le costruzioni non riscaldate, che risultano numerose in quanto adibite al deposito delle merci.

Partendo da una possibile lista di un centinaio di edifici, sono stati selezionati 43 fabbricati, a cui corrispondono 34 utenze.

Tale scelta è stata dettata dalla non rilevanza dimensionale di certe costruzioni in relazione all'attività in esse svolta (p.e. modesti prefabbricati, chioschi, locali di servizio, ecc.. o capannoni adibiti ad attività di semplice deposito).

Si è proceduto pertanto ad una prima ricognizione delle tipologie costruttive più comuni (p.e. capannoni: prefabbricati - in c.a. o c.a.p. – in acciaio ecc..), per meglio predisporre le schede di rilevamento strutturale, da compilare successivamente tramite un attento accertamento sul posto.

Data la diversità e la complessità di alcuni edifici (spesso inglobati o collegati ad antiche strutture preesistenti), si è resa necessaria la predisposizione di una check list che si potesse adattare ad ogni particolare situazione (si veda Scheda strutturale in Appendice I). In tal modo, per ogni utente e per ciascun fabbricato, sono state raccolte e ordinate indicazioni sulla copertura e, in dettaglio, le caratteristiche delle facciate per ogni orientamento (dimensioni, materiali usati per il rivestimento, n° e tipologie delle aperture, eventuali balconi, aggetti e variazioni di altezza).

Per quel che concerne invece gli aspetti impiantistici, si è provveduto ad elaborare una scheda (si veda Scheda termica riportata in appendice), che comprendesse dati quali i tipi d'impianto sanitario e di riscaldamento/raffrescamento, le potenze installate, i consumi energetici, i combustibili utilizzati, ecc.. nonché l'anno di costruzione, la destinazione d'uso, le superfici disperdenti, i volumi, ecc..).

Questo tipo di approccio è stato indicato dal Dipartimento di Energetica dell'Università di Firenze, che ha in seguito provveduto all'elaborazione di stime e delle valutazioni che seguiranno.

E' stata peraltro indispensabile, in questa fase, la collaborazione con l'Autorità Portuale (Direzione Sicurezza, Ambiente e Qualità), che si è adoperata nel contattare ciascun utente e nell'informarlo sull'iniziativa in corso.

Di seguito è stata indetta una riunione preliminare espositiva, con alcuni dei soggetti interessati più rappresentativi (in riferimento ad edifici con superfici e volumetrie consistenti o adibiti a particolare uso).

Grazie alla suddetta campagna informativa è stato possibile intrecciare una fitta rete di referenti a cui rivolgersi per reperire le informazioni occorrenti e per garantire le disponibilità di accesso nelle fasi del rilievo. I sopralluoghi sull'area portuale hanno permesso, per ciascun edificio, di analizzare al dettaglio sia le caratteristiche geometriche e costruttive, sia quelle termotecniche.

Il lavoro si è poi arricchito di una attenta georeferenziazione dei dati raccolti, con riferimento ad una visione d'insieme dell'area portuale, e a particolari aree di pertinenza degli edifici in esame.

La catalogazione delle strutture e degli involucri edilizi, è stata completata con una documentazione fotografica in formato digitale, a cui è possibile accedere sia in relazione alla cartella di ciascun utente, sia dalla postazione georeferenzata da cui è stata effettuata la ripresa.

In sintesi, si è giunti alla caratterizzazione visiva, geometrica, strutturale ed energetica degli stabili oggetto dell'audit, tramite un supporto magnetico comprensivo di:

- cartella contenente schede strutturali degli edifici in formato excel (la prima scheda contiene un indice di tutte le utenze censite, numerate in ordine progressivo ed individuate dal nominativo e l'ubicazione dell'utenza stessa; le schede seguenti, contraddistinte dal n° dell'utente contengono le informazioni geometrico-strutturali ad esso riferite);
- cartella contenente schede termiche degli edifici in formato excel (la prima scheda contiene un indice di tutte le utenze censite, numerate in ordine progressivo ed individuate dal nominativo e l'ubicazione dell'utenza stessa; le schede seguenti, contraddistinte dal n° dell'utente contengono le informazioni energetico-impiantistiche ad esso riferite);
- cartella contenente la planimetria generale dell'area portuale in esame (formato JPG) e le planimetrie delle aree riguardanti di volta in volta solo alcuni gruppi di edifici oggetto dell'audit (formato JPG), in cui è anche possibile individuare le ubicazioni e i nominativi di ciascuna utenza e le postazioni da cui sono state scattate le fotografie in formato digitale;
- cartella contenente le fotografie scattate per ogni edificio da diverse angolazioni, al fine di rendere un'immagine complessiva della struttura e permettere una migliore comprensione dei dati contenute nelle schede tecniche sopra citate;
- cartella contenente la planimetria generale dell'area portuale in esame (formato doc), in cui è anche possibile individuare le ubicazioni e i nominativi di ciascuna utenza e le postazioni da cui sono state scattate le fotografie in formato digitale (in questo file è stato inoltre creato un collegamento ipertestuale tra le postazioni fotografiche e la rispettiva fotografia dell'edificio).

3.4.3 Procedura di calcolo

I - Sono stati verificati i dati riportati sulle schede del rilievo degli edifici. Tale verifica ha evidenziato la possibilità di eseguire solo un calcolo di larga massima, mancando una specifica dei volumi e delle partizioni, con conseguenti caratteristiche termofisiche, interne agli edifici.

Di conseguenza, per i volumi totali degli edifici e dei loro ambienti, che sono diversi per destinazione d'uso, sono state seguite le seguenti procedure.

- 1) Il volume totale dell'edificio è stato ripartito per le quote parti di volume destinate alle diverse destinazioni d'uso. Tuttavia i dati sulle superfici disperdenti per i diversi orientamenti e tipologie sono complessivi, cioè riferiti all'edificio; non è quindi possibile sapere ad esempio quanti metri quadrati di superficie opaca verticale (di una certa tipologia) esposta a sud appartiene ad una destinazione d'uso anziché ad un'altra dello stesso edificio.
- 2) Se di un edificio viene riportata l'area di base totale e la sua altezza, quando sono presenti varie destinazioni d'uso sono indicati solo i metri quadri di superficie per le varie destinazioni (uffici, oppure mensa, etc.). Tuttavia manca l'indicazione dell'altezza del piano a cui questi spazi per diversa destinazione si trovano; in questi casi non si può risalire alla volumetria per diversa destinazione d'uso.

Per quanto possibile, i dati sono stati controllati attraverso il confronto con le planimetrie e le foto fornite, con riferimento sia alle volumetrie che ai diversi tipi di superfici disperdenti. Si sono in ogni caso rilevate diverse incongruenze.

II – Sono stati utilizzati i dati climatici di Livorno ricavati dalle Norme UNI10349 e calcolate le temperature fittizie sole-aria.

III – I valori delle trasmittanze medie k_i [$W/m^2 K$] dei diversi tipi di superfici disperdenti sono stati valutati in funzione dell'età media di costruzione dell'edificio, del tipo di struttura della parete identificato dalle lettere riportate in tabella [Tabella III-3-29]. Nel caso in cui la scheda di rilevamento non riportava l'età dell'edificio, sono stati usati i valori delle tipologie di edifici più prossimi.

Tabella III- 3-29

Valori di trasmittanza delle diverse tipologie di pareti		
Descrizione	Tipo	Trasmittanza media della struttura k_m [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$]
parete ventilata (tutti i possibili tipi) + rivestimento esterno ad intonaco	A + M	1.5
muro esterno in mattoni pieni + intercapedine ventilata	A + B	1.1
muro esterno in mattoni forati + rivestimento esterno in pietra o mattonelle o mattoni	C + L	1.52
muro esterno in mattoni pieni + intonaco	B + M	1.3
muro esterno in mattoni pieni + rivestimento esterno in pietra o mattonelle o mattoni	B + L	1.2
muro esterno in mattoni pieni + rivestimento esterno in pietra o mattonelle o mattoni + intonaco	B + L + M	1.2
muro esterno in pietra + intonaco	D + M	2.3
muro esterno in mattoni forati + intonaco	C + M	1.15
muro esterno in mattoni forati + rivestimento esterno in pietra o mattonelle o mattoni + parti con intonaco	C + L + M	1.15
muro esterno di muratura mista	E	2

muro esterno di muratura mista + intonaco	E + M	1.7
muro esterno in vetro cemento	F	0.26
muro esterno in calcestruzzo	G	3.8
muro esterno in prefabbricato leggero	H	3
muro esterno in prefabbricato pesante	I	2.5
Finestra con vetro semplice		5
Finestra con vetro doppio		2.5

IV – Il calcolo della trasmittanza media pesata totale dell’edificio k_m [$W/m^2 \text{ } ^\circ C$] è stato effettuato con la seguente relazione, usando le superfici S_i come peso:

$$k_m = \sum_i k_i S_i / \sum_i S_i$$

V – Il calcolo del fabbisogno di energia per ciascun mese del periodo di riscaldamento e per l’intera stagione (da novembre a gennaio, 151 giorni), di ogni edificio rilevato è stato effettuato valutando le dispersioni attraverso le pareti verticali opache e vetrate, il pavimento ed il tetto. La differenza di temperatura considerata è stata tra la temperatura dell’aria dell’ambiente interno e la temperatura fittizia sole-aria, calcolata per i diversi orientamenti, al posto della temperatura esterna media mensile. La temperatura sole-aria consente di tenere conto in modo semplificato, dell’effetto dei fenomeni radiativi sulle pareti opache. Viene definita come quella temperatura dell’aria esterna tale da provocare uno scambio termico convettivo tra l’aria e la parete uguale a quello causato effettivamente dall’aria e dalla radiazione solare. Indicando con t_e la temperatura dell’aria esterna media mensile, con H_s l’irraggiamento solare totale medio mensile incidente sulla superficie con un certo orientamento ed inclinazione, con α l’assorbanza emisferica media della superficie stessa, assunta pari a 0.5, con h_e la conduttanza superficiale esterna, assunta pari a $24 \text{ W/m}^2\text{K}$, si ha:

$$t_{s-a} = t_e + \alpha H_s / h_e$$

Il calcolo è stato effettuato per tutto l’edificio comprendendo i diversi corpi di fabbrica, per le sole volumetrie destinate a magazzini ed infine per l’edificio scorporando il volume destinato a magazzini. Nel caso dei magazzini, la temperatura dell’ambiente interno è stata assunta pari a $17^\circ C$, anziché $20^\circ C$ come per tutti gli altri casi.

Per quanto riguarda le dispersioni per rinnovo dell’aria, si è assunto un diverso numero di ricambi orari d’aria, in funzione della destinazione d’uso dell’ambiente, tenendo anche conto del periodo di utilizzo stimato. Il calcolo è stato effettuato sulle 24 ore, avendo usato i dati climatici con valori medi, di conseguenza per alcune destinazioni sono stati usati valori diversi nel calcolo del fabbisogno, rispetto a quelli necessari per valutare la potenza richiesta oltre ad usare valori relativamente bassi. Quindi per corpi di fabbrica destinati ad uffici, alloggi e locali con bagni e docce si è assunto un numero

di ricambi orari pari a 1 vol/h; per corpi di fabbrica destinati a bar e mense-ristorazione, il calcolo del fabbisogno energetico per il riscaldamento è stato eseguito considerando 1 vol/h, mentre per il calcolo della potenza si sono assunti 6 vol/h; per corpi di fabbrica destinati a magazzini è stato preso come numero di ricambi orari il valore di 0,5 vol/h. Il numero medio delle persone è stato utilizzato per valutare i consumi per acqua calda, su 300 giorni lavorativi, e per la potenza, valutata tenendo conto di un fattore di contemporaneità, con una variazione di temperatura dell'acqua di 45°C.

3.4.4 Risultati

I risultati sono esposti nelle tabelle riportate nel seguito.

Tabella III – 3- 30 - ENERGIA-POTENZE DATI																																	
numero edificio	destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Mese	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio	Fabbisogno totale stagione riscaldamento Edificio	Fabbisogno riscaldamento medio mensile indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua san.	Potenza stimata acqua san.	Pot. max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.		
			[m3]	[m-1]		[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	
1	uffici		18.840	0,36	nov dic genn febb marzo aprile	296 444 500 428 366 126	2.161					81	291				150	254	31	323	310	50	130 HP	130		336		6.732					
2	uffici	1972	2.380	0,51	nov dic genn febb marzo aprile	108 164 186 159 134 46	797					238	110				16	27	3	113	167		167	317		1.025		9.720					
3	uffici	1950	1.365	0,45	nov dic genn febb marzo aprile	35 52 59 51 43 15	255					133	34				31	53	6	41	88		88 GPL			260		11					
4	uffici+magazzini	1960	3.173	0,37	nov dic genn febb marzo aprile	99 143 159 137 120 43	701	18 32 37 31 24 7	149	81 111 122 106 96 37	553	157	90	23	66		20	34	4	71	35	35				0,1		9					
5	uffici; superficie= 216 m ² zona celle frigorifere; superficie= 280 m ²	1978-1980	2.008	0,51	nov dic genn febb marzo aprile	64 95 107 92 79 27	465	24 44 51 43 33 9	203	40 52 56 49 46 19	262	165	62	33	29		6	12	20	3	32	21	1	10				18					
6	uffici+magazzini+alloggi	1958	21.720	0,34	nov dic genn febb marzo aprile	521 775 871 747 641 224	3.779	17 31 36 30 23 6	144	505 745 835 716 618 217	3.636	124	504	23	481		50	85	10	515	546		546			1.092		187					
7	alloggi	1950	3.780	0,45	nov dic genn febb marzo aprile	85 124 139 119 104 37	608					114	79				10	17	10	90	136		136					11					
8	alloggi	1950	2.871	0,49	nov dic genn	60 88 98	429					106	56				10	17	10	67	136		136					11					

Tabella III – 3- 30 - ENERGIA-POTENZE DATI																																			
numero edificio	destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Mese	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio	Fabbisogno totale stagione riscaldamento Edificio	Fabbisogno riscaldamento medio mensile indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua san.	Potenza stimata acqua san.	Pot. max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.				
			[m3]	[m-1]		[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]				
					febb	84																													
					marzo	73																													
					aprile	26																													
9	docce+ spogliatoi		4.185	0,47	nov	102	748					127	101						0	0	101	172		172			1.260		288						
					dic	154																													
					genn	174																													
					febb	148																													
					marzo	126																													
					aprile	43																													
10	mensa+ uffici	1906	6.761	0,44	nov	137	1.013					106	325					11	19	5	330	358	3	355			1.092		43.200						
					dic	209																													
					genn	237																													
					febb	202																													
					marzo	171																													
					aprile	58																													
11	uffici+ servizi	1970	4.025	0,56	nov	99	694					122	88					11	19	2	91	56	4	25			79.800		1.440						
					dic	141																		27											
					genn	157																													
					febb	135																													
					marzo	119																													
					aprile	43																													
12	uffici+ magazzini	1997	3.885	0,56	nov	66	470	25	209	41	261	86	61	33	28			4	7	1	29	17		17					144			11			
					dic	96		45		51																									
					genn	107		52		55																									
					febb	92		44		48																									
					marzo	80		34		46																									
					aprile	29		9		19																									
13	Tutto magazzini		5.796	0,60	nov	100	784					96	136						0	0	136	0													
					dic	165																													
					genn	190																													
					febb	161																													
					marzo	130																													
					aprile	40																													
14	uffici		2.145	0,54	nov	78	569					188	77						0	0	77	0													
					dic	117																													
					genn	132																													
					febb	113																													
					marzo	96																													
					aprile	33																													
15	uffici		2.575	0,45	nov	55	398					110	53					24	41	5	58	0								32					
					dic	82																													
					genn	92																													
					febb	79																													
					marzo	68																													
					aprile	24																													
16	uffici+		19.819	0,39	nov	279	1.946	144	1.185	135	761	70	244	182	62			5	8	5	67	35	19	8	8				1.080						
					dic	395		252		143													elettrici	HP											

Tabella III – 3- 30 - ENERGIA-POTENZE DATI																																
numero edificio	destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Mese	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio	Fabbisogno totale stagione riscaldamento Edificio	Fabbisogno riscaldamento medio mensile indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua san.	Potenza stimata acqua san.	Pot. max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.	
			[m3]	[m-1]		[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]
	magazzini+ docce				genn febb marzo aprile	438 377 335 123		292 247 195 55		146 130 140 68																						
17	bar+uffici	1960	11.491	0,48	nov dic genn febb marzo aprile	305 448 501 430 373 132	2.189					135	319				30	51	6	325	174	7	167					429	220			
18	uffici+ magazzini+ altro-varie		22.500	0,47	nov dic genn febb marzo aprile	380 556 623 534 463 164	2.720	225 407 476 401 309 84	1.901	155 150 147 134 154 80	820	86	357	305	52		400	678	84	136	581		581			1.470		14				
19	uffici+ magazzini	1951	1.430	0,54	nov dic genn febb marzo aprile	27 40 45 39 33 12	196	2 3 4 3 3 1	16	25 37 41 35 31 11	180	97	26	3	24		12	20	3	29	28		28				259	40				
20	uffici		45.000	0,25	nov dic genn febb marzo aprile	603 919 1.038 887 751 255	4.454					70	611				20	34	4	615	369	9 elet.	180 HP					4				
21	magazzino+ produttivo+ varie	1979	1.960	0,82	nov dic genn febb marzo aprile	31 52 59 50 40 12	245					89	43				10	17	2	45	93	28	65	65				684				
22	uffici		17.821	0,43	nov dic genn febb marzo aprile	495 486 546 468 402 140	2.537					101	495				30	51	6	501	384		384			2.856		756				
23	uffici+ magazzini+ altro-varie		81.600	0,20	nov dic genn febb marzo aprile	727 1.090 1.228 1.051 898 311	5.306	361 669 787 661 502 133	3.113	366 422 441 390 396 177	2.193	46	572	410	162	314	16	27	3	166	303	3	150 HP	150	350			25				7

Tabella III – 3- 30 - ENERGIA-POTENZE DATI																																	
numero edificio	destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Mese	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio	Fabbisogno totale stagione riscaldamento Edificio	Fabbisogno riscaldamento medio mensile indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua san.	Potenza stimata acqua san.	Pot. max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.		
			[m3]	[m-1]		[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	
24	uffici+ mensa	1950	23.044	0,24	nov dic genn febb marzo aprile	295 446 503 430 366 125	2.165					67	323				120	203	25	349	182	10	172				28	166					
25	alloggi	1950	7.540	0,69	nov dic genn febb marzo aprile	179 267 300 257 221 77	1.302					123	174				60	102	63	237	238		238				19	115					
26	uffici+ magazzini		9.668	0,53	nov dic genn febb marzo aprile	198 298 335 287 245 84	1.448	61 113 133 112 85 22	525	137 185 203 175 160 62	922	106	196	87	109		37	63	8	203	287	4	283				259	234					
27	uffici	1950	3.835	0,54	nov dic genn febb marzo aprile	88 132 149 128 109 37	643					119	87					0	0	87	240		240			84		65					
28	uffici+ magazzini+ altro-varie		24.030	0,28	nov dic genn febb marzo aprile	350 535 606 517 437 148	2.592	54 102 121 101 76 20	473	296 433 485 416 361 128	2.119	77	358	80	278		75	127	16	374	516	186	330				285	144					
29	alloggi+ uffici	1960	46.487	0,28	nov dic genn febb marzo aprile	655 982 1.105 946 809 280	4.777					73	643				10	17	4	648	808		808				2.590	907					
30	uffici+ magazzini+ alloggi	1962	2.337	0,52	nov dic genn febb marzo aprile	54 80 90 77 66 23	390	4 7 9 7 6 1	34	50 73 81 70 61 21	355	118	52	6	47		7	12	7	54	65		65			21		41					
31	alloggi	< 1950	2.788	0,58	nov dic genn febb	74 113 128 110	549					140	76				16	27	17	92	66	6	60			168							

Tabella III – 3- 30 - ENERGIA-POTENZE DATI																																		
numero edificio	destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Mese	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio	Fabbisogno totale stagione riscaldamento Edificio	Fabbisogno riscaldamento medio mensile indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento medio mensile edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua san.	Potenza stimata acqua san.	Pot. max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.			
			[m3]	[m-1]		[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]		
					marzo	92																												
					aprile	31																												
32	uffici+altro	1947	1.105	0,79	nov	29	209	15	131	13	77	134	28	22	6		16	27	3	31	62	2	60			109		42						
					dic	43		28		15																								
					genn	48		33		15																								
					febb	41		28		13																								
					marzo	35		21		14																								
					aprile	12		6		7																								
33	uffici+magazzini+produttivo+altro-varie		2.026	0,60	nov	40	286	16	139	23	148	100	38	23	16		10	17	4	20	35		35	GPL			35	70						
					dic	59		30		29																								
					genn	66		35		31																								
					febb	57		29		27																								
					marzo	49		22		26																								
					aprile	17		6		11																								
34	bar+mensa		1.734	0,71	nov	45	326					133	102				8	68	17	119	51	16	35		1,5		0,4	115						
					dic	67																			6°C									
					genn	75																												
					febb	64																												
					marzo	55																												
					aprile	20																												
TOTALE			411.723	0,48			48.155		8.222	12.288	12.288	112,92	6.813	1.228	1.359	320	1.231	2.142	370	6.169	6.558	382	5.698	670	352	89.313	4.163	66.525	0	0	18			

Tabella III – 3 – 31 - ENERGIA-POTENZE																														
Numero edificio	Destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Fabbisogno totale stagione riscaldamento edificio	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno Stimato come per potenza	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua sanitaria	Potenza stimata acqua sanitaria	Pot. max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Cons. gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.	FEN reale	FEN
			[m3]	[m-1]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]		
1	uffici		18.840	0,36	2.161			2.161	81	291				150	254	31	323	310	50	130	130		336		6.732				13	81
2			2.380	0,51	797			797	238	110				16	27	3	113	167		167	317		1.025		9.720				306	238

Tabella III – 3 – 31 - ENERGIA-POTENZE

Numero edificio	Destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Fabbisogno totale stagione riscaldamento edificio	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno Stimato come per potenza	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua sanitaria	Potenza stimata acqua sanitaria	Pot max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Cons. gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.	FEN reale	FEN
			[m3]	[m ⁻¹]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]		
	uffici	1972																												
3	uffici	1950	1.365	0,45	255			255	133	34				31	53	6	41	88		88					260	11			135	133
4	uffici+magazzini	1960	3.173	0,37	701	149	553	553	157	90	23	66		20	34	4	71	35	35				0,1			9			0	157
5	uffici; superficie= 216 m ² zona celle frigorifere; superficie= 280 m ²	1978-1980	2.008	0,51	465	203	262	262	165	62	33	29		6	12	20	3	32	21	1	10					18			0	165
6	uffici+magazzini+alloggi	1958	21.720	0,34	3.779	144	3.636	3.779	124	504	23	481		50	85	10	515	546		546			1.092			187			36	124
7	alloggi	1950	3.780	0,45	608			608	114	79				10	17	10	90	136		136						11			0	114
8	alloggi	1950	2.871	0,49	429			429	106	56				10	17	10	67	136		136						11			0	106
9	docce+spogliatoi		4.185	0,47	748			748	127	101					0	0	101	172		172			1.260			288			214	127
10	mensa+uffici	1906	6.761	0,44	1.013			1.013	106	325				11	19	5	330	358	3	355			1.092			43.200			115	106
11	uffici+servizi	1970	4.025	0,56	694			694	122	88				11	19	2	91	56	4	25 27			992			1.440			175	122
12	uffici+magazzini	1997	3.885	0,56	470	209	261	261	86	61	33	28		4	7	1	29	17		17						144		11	0	86
13	Tutto magazzini		5.796	0,60	784			784	96	136					0	0	136	0											0	96
14	uffici		2.145	0,54	569			569	188	77					0	0	77	0											0	188
15			2.575	0,45	398			398	110	53				24	41	5	58	0								32			0	110

Tabella III – 3 – 31 - ENERGIA-POTENZE

Numero edificio	Destinazione d'uso	Età	Volume	Fattore di Forma	Fabbisogno totale stagione riscaldamento edificio	Fabbisogno riscaldamento stagionale indicativo MAGAZZINI	Fabbisogno riscaldamento stagionale edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Fabbisogno Stimato come per potenza	FENs edificio totale	Potenza di progetto edificio	Potenza di progetto MAGAZZINI	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI	Potenza di progetto Estate MAGAZZINI	Numero persone	Consumo stimato acqua sanitaria	Potenza stimata acqua sanitaria	Pot max stim. inv.	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san.	Potenza rilev. Inverno	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Cons. gasolio	Gas	Consumo elettricità	Cons. gasolio acqua san.	Gas acqua san.	Consumo elettricità est. o frigo.	FEN reale	FEN	
			[m3]	[m ⁻¹]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[kJ/m3GG]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW] indicativa		[GJ]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[GJ]			
	uffici																														
16	uffici+magazzini+docce		19.819	0,39	1.946	1.185	761	761	70	244	182	62		5	8	5	67	35	19	8	8				1.080				0	70	
17	bar+uffici	1960	11.491	0,48	2.189			2.189	135	319				30	51	6	325	174	7	167				429	220				27	135	
18	uffici+magazzini+altro-varie		22.500	0,47	2.720	1.901	820	820	86	357	305	52		400	678	84	136	581		581			1.470		14				46	86	
19	uffici+magazzini	1951	1.430	0,54	196	16	180	196	97	26	3	24		12	20	3	29	28		28				259	40				129	97	
20	uffici		45.000	0,25	4.454			4.454	70	611				20	34	4	615	369	9	180					4				0	70	
21	magazzino+produttivo+varie	1979	1.960	0,82	245			245	89	43				10	17	2	45	93	28	65	65				684				0	89	
22	uffici		17.821	0,43	2.537			2.537	101	495				30	51	6	501	384		384				2.856		756				114	101
23	uffici+magazzini+altro-varie		81.600	0,20	5.306	3.113	2.193	2.193	46	572	410	162	314	16	27	3	166	303	3	150	150	350			25			7	0	46	
24	uffici+mensa	1950	23.044	0,24	2.165			2.165	67	323				120	203	25	349	182	10	172				28	166				1	67	
25	alloggi	1950	7.540	0,69	1.302			1.302	123	174				60	102	63	237	238		238				19	115				2	123	
26	uffici+magazzini		9.668	0,53	1.448	525	922	1.448	106	196	87	109		37	63	8	203	287	4	283				259	234				19	106	
27	uffici	1950	3.835	0,54	643			643	119	87					0	0	87	240		240			84		65				16	119	
28	uffici+magazzini+altro-varie		24.030	0,28	2.592	473	2.119	2.592	77	358	80	278		75	127	16	374	516	186	330				285	144				8	77	
29	alloggi+uffici	1960	46.487	0,28	4.777			4.777	73	643				10	17	4	648	808		808				2.590	907				40	73	
30	uffici+		2.337	0,52	390	34	355	355	118	52	6	47		7	12	7	54	65		65			21		41				6	118	

Tabella III- 3- 32

K-MEDIO EDIFICI PESATO PER SUPERFICIE DISPONIBILE					
numero edificio	età media di costruzione	altezza media	Volume	Fattore di Forma	Kmedio-pesato
		[m]	[m ³]	[m ⁻¹]	[W/m ² °C]
1		7,9	18.840	0,36	1,59
2	1972	6,8	2.380	0,51	1,78
3	1950	6,5	1.365	0,45	1,74
4	1960	5,8	3.173	0,37	2,26
5	1978-1980	4,0	2.008	0,51	1,67
6	1958	12,0	21.720	0,34	2,36
7	1950	7,0	3.780	0,45	1,56
8	1950	9,8	2.871	0,49	1,47
9		9,0	4.185	0,47	1,89
10	1906	8,8	6.761	0,44	1,68
11	1970	6,3	4.025	0,56	1,95
12	1997	7,0	3.885	0,56	1,13
13		5,1	5.796	0,60	1,86
14		7,8	2.145	0,54	2,05
15		9,5	2.575	0,45	1,86
16		5,8	19.819	0,39	1,34
17	1960	6,7	11.491	0,48	2,10
18		8,7	22.500	0,47	1,38
19	1951	6,5	1.430	0,54	1,21
20		15,0	45.000	0,25	1,46
21	1979	3,5	1.960	0,82	1,12
22		7,8	17.821	0,43	1,43
23		16,0	81.600	0,20	1,32
24	1950	8,6	23.044	0,24	1,35
25	1950	4,3	7.540	0,69	1,30
26		8,6	9.668	0,53	1,50
27	1950	6,5	3.835	0,54	1,44
28		18,0	24.030	0,28	1,61
29	1960	11,5	46.487	0,28	1,36
30	1962	7,0	2.337	0,52	1,57
31	< 1950	9,7	2.788	0,58	1,80
32	1947	5,0	1.105	0,79	1,45
33		11,5	2.026	0,60	1,27
34		4,2	1.734	0,71	1,39

1) Nella prima tabella [Tabella III – 3 - 30 - Energia-Potenze dati] vengono forniti:

- numero identificativo dell'edificio;
- età di costruzione;
- volume totale dell'edificio [m³];
- fattore di forma [m⁻¹];
- mese;

- fabbisogno energetico per il riscaldamento medio mensile [GJ] e stagionale per tutto l'edificio, per i soli magazzini e per l'edificio senza magazzini;
- il fabbisogno energetico per il riscaldamento dell'edificio semplificato FENs [kJ/m³ GG];
- la potenza di progetto [kW] di tutto l'edificio, dei soli magazzini e dell'edificio senza magazzini.

Sono state inoltre riportate le persone presenti mediamente, i consumi e le potenze stimati per acqua calda, oltre ai dati rilevati relativi alle potenze e consumi.

Due colonne permettono il confronto diretto tra il totale delle potenze stimate e di quelle rilevate. Non sono state valutate le potenze estive, se non in rari casi, causa scarsità dei dati disponibili e mancanza di una norma di riferimento.

2) Nella seconda tabella [Tabella III – 3 - 31 - Energia-Potenze], vengono forniti gli stessi dati del primo, ma con alcune correzioni di dati in ingresso che paiono incongrui con gli altri forniti (consumi edificio n. 11). Sono stati stimati anche i consumi sulla base di un numero di Gradi Giorno inferiore a quello di legge, con un rapporto derivante dai dati climatici rilevati a Firenze, che mostrano un notevole innalzamento della temperatura media durante la stagione di riscaldamento.

3) Nella terza tabella [Tabella III – 3 - 32 - K-medio edifici pesato per Superficie disponibile] viene fornito, in corrispondenza del numero identificativo dell'edificio, per ciascuna colonna:

- età di costruzione;
- numero progressivo dell'edificio totale;
- altezza media [m];
- volume totale dell'edificio [m³];
- fattore di forma [m⁻¹];
- trasmittanza media pesata [W/m² °C].

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati geografici, climatici e la temperatura calcolata sole-aria.

Tabella III- 3- 33

Dati climatici Livorno					
mese	numero giorni	Differenza di temperatura (20-te) media mensile	te	Irraggiamento totale medio mensile su orizzontale	Irraggiamento totale medio mensile su orizzontale
		°C	°C	(MJ/m ²)	(W/m ²)
nov	30	7,3	12,7	6,2	2,36
dic	31	11	9	4,7	1,75
genn	31	12,5	7,5	5,4	2,01
febb	28	11,8	8,2	8,3	3,43
marzo	31	8,9	11,1	12,4	4,63
aprile	15	6,1	13,9	17,9	6,89
maggio	31	8,7	17,3	22,5	8,40
giugno	30	4,2	21,8	24,6	9,49
luglio	31	1,6	24,4	26,2	9,78
agosto	31	1,9	24,1	22,3	8,33
sett	30	4,5	21,5	16,6	6,40
ott	31	8,9	17,1	11,3	4,22
Gradi Giorno per Livorno				1408	
Altitudine (m)				3 m	
Latitudine				43° 33'	
Longitudine				10° 19'	

Tabella III- 3- 34

Irraggiamento totale medio mensile su verticale per i diversi orientamenti(W/m ²)								
mese	Sud verticale	Nord verticale	Est verticale	Ovest verticale	Sud/Est verticale	Sud/Ovest verticale	Nord/Ovest verticale	Nord/Est verticale
nov	3,84	0,80	1,86	1,86	3,04	3,04	0,91	0,91
dic	3,21	0,60	1,42	1,42	2,50	2,50	0,67	0,67
genn	3,51	0,71	1,60	1,60	2,76	2,76	0,78	0,78
febb	4,63	1,12	2,64	2,64	3,88	3,88	1,40	1,40
marzo	4,33	1,42	3,32	3,32	4,10	4,10	2,09	2,09
aprile	4,39	2,16	4,70	4,70	4,93	4,93	3,35	3,35
maggio	3,96	3,02	5,49	5,49	5,04	5,04	4,37	4,37
giugno	3,90	3,82	6,10	6,10	5,17	5,17	5,13	5,13
luglio	4,11	3,55	6,38	6,38	5,56	5,56	5,15	5,15
agosto	4,59	2,50	5,64	5,64	5,56	5,56	4,07	4,07
sett	5,36	1,70	4,63	4,63	5,44	5,44	2,85	2,85
ott	5,38	1,16	3,25	3,25	4,63	4,63	1,64	1,64

Tabella III- 3- 35

Temperatura sole-aria per la parete verticale diversamente orientata (°C); coeff. assorbimento medio opaco 0.5; $h_e = 23 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$								
mese	t _{sa} Sud	t _{sa} Nord	t _{sa} Est	t _{sa} Ovest	t _{sa} Sud/Est	t _{sa} Sud/Ovest	t _{sa} Nord/Ovest	t _{sa} Nord/Est
nov	12,77	12,71	12,73	12,73	12,75	12,75	12,72	12,72
dic	9,06	9,01	9,02	9,02	9,04	9,04	9,01	9,01
genn	7,56	7,51	7,53	7,53	7,55	7,55	7,51	7,51
febb	8,28	8,22	8,25	8,25	8,27	8,27	8,22	8,22
marzo	11,18	11,12	11,16	11,16	11,17	11,17	11,14	11,14
aprile	13,98	13,94	13,98	13,98	13,99	13,99	13,96	13,96
maggio	17,40	17,38	17,44	17,44	17,43	17,43	17,41	17,41
giugno	21,90	21,90	21,96	21,96	21,93	21,93	21,93	21,93
luglio	24,51	24,49	24,57	24,57	24,55	24,55	24,53	24,53
agosto	24,22	24,17	24,25	24,25	24,25	24,25	24,21	24,21
sett	21,64	21,54	21,62	21,62	21,64	21,64	21,57	21,57
ott	17,24	17,13	17,18	17,18	17,22	17,22	17,14	17,14

Nelle tabelle di seguito sono riportati i dati relativi soprattutto alle potenze installate e stimate, con l'elaborazione delle differenze percentuali e dei rapporti tra potenze rilevate e stimate [Tabella III – 3 - 36 – Potenze]; nella seconda tabella, [Tabella III – 3 - 37 – Potenze ordinate], sono riportati gli stessi dati ordinati in base al rapporto e, nella terza [Tabella III – 3 - 38 – Gruppi], le potenze degli edifici che sono proponibili per il teleriscaldamento.

Tabella III – 3 – 36 - POTENZE

Numero edificio	Denominazione	Destinazione d'uso	volume [m³]	Fattore di Forma [m ⁻¹]	FENs edificio totale [kJ/m³GG]	Potenza di progetto edificio [kW]	Potenza di progetto MAGAZZINI [kW]	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI [kW]	Numero persone	Potenza stimata acqua san. [kW]	Pot max stim. inv.	DIFF % su Wmax stim	rap ril/stim	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san. Elettr.	Potenza rilev. acqua san. Fos.	Potenza rilev. invernale foss.	Potenza rilev. invernale ele.	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio	Gas	Consumo elettricità	Consumo elettricità est. o frigo	
															[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[GJ]
1	TERMINAL DARSENA TOSCANA	TERMINAL	18.840	0,36	81	291			150	31	323	13	0,96	310		50		130	130		336			6.732	
2	SINTERMAR	CANALE INDUSTRIALE - BANCHINA TERMINAL -	2.380	0,51	238	110			16	3	113	54	1,48	167			167		317		1.025			9.720	
3	S.E.A.L. s.r.l.	ZONA GALVANI - SEDE STABILIMENTO -	1.365	0,45	133	34			31	6	41	47	2,15	88			88					260		11	
4	LABROMARE	CALATA ADDIS ABEBA - GARAGE OFFICINA-	3.173	0,37	157	90	23	66	20	4	71	36	0,50	35		35					0,1			9	
5	LORENZINI	CALATA BENGASI - UFFICI SEDE -	2.008	0,51	165	62	33	29	12	3	32	10	0,67	21	1			10						18	
6	G.d.F. 1° Brig. Comm. E 3° sez. operativa	Via L. Da Vinci - UFFICI ZONA BENGASI -	21.720	0,34	124	504	23	481	50	10	515	31	1,06	546			546				1.092			187	
7	CAPITANERIA DI PORTO	ZONA GALVANI - ALLOGGI -	3.780	0,45	114	79			10	10	90	46	1,51	136			136							11	
8	CAPITANERIA DI PORTO	VARCO ZARA - ALLOGGI -	2.871	0,49	106	56			10	10	67	69	2,04	136			136							11	
9	COMPAGNIA PORTUALE LIVORNO	ZONA UGIONE - SPOGLIATOI PERSONALE -	4.185	0,47	127	101				0	101	71	1,69	172			172				1.260			288	
10	SACCI S.p.a.	CALATA DEL MAGNALE - CAPANNONE -	6.761	0,44	106	325			11	5	330	28	1,09	358	3		355				1.092			43.200	
11	SILOS E MAGAZZINI TIRRENO	DARSENA PISA -STABILIMENTO RISTRUTTURATO	4.025	0,56	122	88			11	2	91	35	0,62	56	4		25	27			991			1.440	
12	TOMMASO MONTANO E FIGLI	DARSENA PISA -CANTIERI UFFICI -	3.885	0,56	86	61	33	28	4	1	29	12	0,59	17			17							144	11
13	F.LLI NERI S.p.a.	DARSENA PISA E CALAFATI - COSTRUZIONI NAVALI	5.796	0,60	96	136				0	136	136	0,00	0											
14	FILI NER S.p.a.	DARSENA PISA - SEDE -	2.145	0,54	188	77				0	77	77	0,00	0											
15	MARCHI TERMINAL	ZONA VALESSINI - SEDE -	2.575	0,45	110	53			24	5	58	58	0,00	0											32
16	INTERCONTAINERS LIVORNO	VIA DEL MARZOCCO 15 - EDIFICIO 1(uffici) / EDIFICIO 2(uffici+servizi)	19.819	0,39	70	244	182	62	5	5	67	32	0,52	35	19			8	8					1.080	
17	AUTORITA' PORTUALE	PIAZZA PORTUALE -SEDE DIREZIONE SICUREZZA	11.491	0,48	135	319			30	6	325	151	0,54	174	7		167					429		220	
18	PORTO DI LIVORNO 2000	PIAZZALE MARMI -STAZIONE MARITTIMA -	22.500	0,47	86	357	305	52	400	84	136	38	0,72	98			98				1.470			14	
19	GRUPPO ORMEGGIATORI	PIAZZALE MARMI	1.430	0,54	97	26	3	24	12	3	29	1	0,98	28			28					259		40	
20	PORTO DI LIVORNO 2000	PIAZZALE MARMI -STAZIONE CROCIERE -	45.000	0,25	70	611			20	4	615	246	0,60	369	9			180						4	
21	COOP. 8 MARZO	CALATA LTO FONDALE -SELF SERVICE LA PALMA -	1.960	0,82	89	43			10	2	45	48	2,06	93		28	65		65					684	
22	C.I.L.P. LIVORNO	ALTO FONDALE - UFFICI OFFICINA MAGAZZINO -	17.821	0,43	101	495			30	6	501	117	0,77	384			384				2.856			756	
23	DOLE TERM.	CALATA LTO FONDALE -STOCCAGGIO MERCI -	81.600	0,20	46	572	410	162	16	3	166	137	1,83	303	3			150	150	350				25	7
24	CAPITANERIA DI PORTO	PIAZZALE SANITA' -SEDE PRINCIPALE -	23.044	0,24	67	323			120	25	349	167	0,52	182	10		172					28		166	
25	CAPITANERIA DI PORTO	PIAZZALE SANITA' -SEDE PRINCIPALE (alloggi) -	7.540	0,69	123	174			60	63	237	1	1,00	238			238					19		115	
26	COMANDO PROVINCIALE VV.FF.	DARSENA VECCHIA - CASERMA -	9.668	0,53	106	196	87	109	37	8	203	84	1,41	287	4		283					259		234	
27	CAPITANERIA DI PORTO	PIAZZALE SANITA' -SEDE STACCATA -	3.835	0,54	119	87				0	87	153	2,75	240			240				84			65	
28	CIRCOSCRIZIONE DOGANALE	PIAZZA ARSENALE 2 - SEDE DUIREZIONE LIVORNO -	24.030	0,28	77	358	80	278	75	16	374	142	1,38	516		186	330					285		144	
29	G..d..F.	SCALO DARSENA 10 - SEDE ATTRACCHI -	46.487	0,28	73	643			10	4	648	160	1,25	808			808					2.590		907	
30	POLIZIA DI STATO	RETRO MOLO MEDICEO -CASERMETTA RETRO MURA MEDICEE -	2.337	0,52	118	52	6	47	7	7	54	11	1,21	65			65				21			41	
31	MARIGENIMIL MARINA MILITARE	MOLO MEDICEO -PALAZZINE FORESTERIA -	2.788	0,58	140	76			16	17	92	26	0,71	66	6		60					168			
32	MARIGENIMIL MARINA MILITARE	MOLO MEDICEO -COMPAGNIA GRUPPO 74° -	1.105	0,79	134	28	22	6	16	3	31	30	1,96	62	2		60					109		42	
33	PILOTI PORTO LIVORNO	ESTREMITA' MOLO MEDICEO -SEDE SOCIALE -	2.026	0,60	100	38	23	16	10	4	20	15	1,77	35			35					35		70	
34	YACHT CLUB LIVORNO	MOLO MEDICEO - DEP. E SERVIZI IGIENICI -	1.734	0,71	133	102			8	17	119	68	0,43	51	16		35			1,5		0,4		115	
TOTALE			411.723	0,48	3.839	6.813	1.228	1.359	1.231	370	6.169			6.075	83	299	4.710	505	670	352	10.504	4.163	66.525	18	

Stima Pot. 6.169 7.353 2.914 66.525

Tabella III – 3 – 37 - POTENZE ORDINATE

Numero edificio	Denominazione	Destinazione d'uso	volume [m³]	Fattore di Forma [m ⁻¹]	FENs edificio totale [kJ/m³GG]	Potenza di progetto edificio [kW]	Potenza di progetto MAGAZZINI [kW]	Potenza di progetto edificio SENZA volume destinato MAGAZZINI [kW]	Numero persone	Potenza stimata acqua san. [kW]	Pot max stim. inv.	DIFF % su Wmax stim	rap ril/stim	Pot. Max ril inv.	Potenza rilev. acqua san. Elettr.	Potenza rilev. acqua san. Fos.	Potenza rilev. invernale foss.	Potenza rilev. invernale ele.	Potenza rilev. Estiva	Potenza rilev. Frigo	Consumo gasolio [GJ]	Gas [GJ]	Consumo elettricità [GJ]	Consumo elettricità est. o frigo [GJ]
															[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]				
27	CAPITANERIA DI PORTO	PIAZZALE SANITA' -SEDE STACCATA -	3.835	0,54	119	87				0	87	153	2,75	240			240				84		65	
3	S.E.A.L. s.r.l.	ZONA GALVANI - SEDE STABILIMENTO -	1.365	0,45	133	34			31	6	41	47	2,15	88			88					260	11	
21	COOP. 8 MARZO	CALATA LTO FONDALE -SELF SERVICE LA PALMA -	1.960	0,82	89	43			10	2	45	48	2,06	93		28	65		65				684	
8	CAPITANERIA DI PORTO	VARCO ZARA - ALLOGGI -	2.871	0,49	106	56			10	10	67	69	2,04	136			136						11	
32	MARIGENIMIL MARINA MILITARE	MOLO MEDICEO -COMPAGNIA GRUPPO 74° -	1.105	0,79	134	28	22	6	16	3	31	30	1,96	62	2		60				109		42	
23	DOLE TERM.	CALATA LTO FONDALE -STOCCAGGIO MERCI -	81.600	0,20	46	572	410	162	16	3	166	137	1,83	303	3			150	150	350			25	7
33	PILOTI PORTO LIVORNO	ESTREMITA' MOLO MEDICEO -SEDE SOCIALE -	2.026	0,60	100	38	23	16	10	4	20	15	1,77	35			35					35	70	
9	COMPAGNIA PORTUALE LIVORNO	ZONA UGIONE - SPOGLIATOI PERSONALE -	4.185	0,47	127	101				0	101	71	1,69	172			172				1.260		288	
7	CAPITANERIA DI PORTO	ZONA GALVANI - ALLOGGI -	3.780	0,45	114	79			10	10	90	46	1,51	136			136						11	
2	SINTERMAR	CANALE INDUSTRIALE - BANCHINA TERMINAL -	2.380	0,51	238	110			16	3	113	54	1,48	167			167		317		1.025		9.720	
26	COMANDO PROVINCIALE VV.FF.	DARSENА VECCHIA - CASERMA -	9.668	0,53	106	196	87	109	37	8	203	84	1,41	287	4		283					259	234	
28	CIRCOSCRIZIONE DOGANALE	PIAZZA ARSENАLE 2 - SEDE DUIREZIONE LIVORNO -	24.030	0,28	77	358	80	278	75	16	374	142	1,38	516		186	330					285	144	
29	G..d..F.	SCALO DARSENА 10 - SEDE ATTRACCHI -	46.487	0,28	73	643			10	4	648	160	1,25	808			808					2.590	907	
30	POLIZIA DI STATO	RETRO MOLO MEDICEO -CASERMETTA RETRO MURA MEDICEE -	2.337	0,52	118	52	6	47	7	7	54	11	1,21	65			65				21		41	
10	SACCI S.p.a.	CALATA DEL MAGNALE - CAPANNONE -	6.761	0,44	106	325			11	5	330	28	1,09	358	3		355				1.092		43.200	
6	G.d.F. 1° Brig. Comm. E 3° sez. operativa	Via L. Da Vinci - UFFICI ZONA BENGASI -	21.720	0,34	124	504	23	481	50	10	515	31	1,06	546			546				1.092		187	
25	CAPITANERIA DI PORTO	PIAZZALE SANITA' -SEDE PRINCIPALE (alloggi) -	7.540	0,69	123	174			60	63	237	1	1,00	238			238					19	115	
19	GRUPPO ORMEGGIATORI	PIAZZALE MARMI	1.430	0,54	97	26	3	24	12	3	29	1	0,98	28			28					259	40	
1	TERMINAL DARSENА TOSCANA	TERMINAL	18.840	0,36	81	291			150	31	323	13	0,96	310		50		130	130		336		6.732	
22	C.I.L.P. LIVORNO	ALTO FONDALE - UFFICI OFFICINA MAGAZZINO -	17.821	0,43	101	495			30	6	501	117	0,77	384			384				2.856		756	
18	PORTO DI LIVORNO 2000	PIAZZALE MARMI -STAZIONE MARITTIMA -	22.500	0,47	86	357	305	52	400	84	136	38	0,72	98			98				1.470		14	
31	MARIGENIMIL MARINA MILITARE	MOLO MEDICEO -PALAZZINE FORESTERIA -	2.788	0,58	140	76			16	17	92	26	0,71	66	6		60				168			
5	LORENZINI	CALATA BENGASI - UFFICI SEDE -	2.008	0,51	165	62	33	29	12	3	32	10	0,67	21	1			10					18	
11	SILOS E MAGAZZINI TIRRENO	DARSENА PISA -STABILIMENTO RISTRUTTURATO	4.025	0,56	122	88			11	2	91	35	0,62	56	4		25	27			80		1.440	
20	PORTO DI LIVORNO 2000	PIAZZALE MARMI -STAZIONE CROCERE -	45.000	0,25	70	611			20	4	615	246	0,60	369	9			180					4	
12	TOMMASO MONTANO E FIGLI	DARSENА PISA -CANTIERI UFFICI -	3.885	0,56	86	61	33	28	4	1	29	12	0,59	17			17						144	11
17	AUTORITA' PORTUALE	PIAZZA PORTUALE -SEDE DIREZIONE SICUREZZA	11.491	0,48	135	319			30	6	325	151	0,54	174	7		167				429		220	
16	INTERCONTAINERS LIVORNO	VIA DEL MARZOCCO 15 - EDIFICIO 1(uffici) / EDIFICIO 2 (uffici+servizi)	19.819	0,39	70	244	182	62	5	5	67	32	0,52	35	19			8	8				1.080	
24	CAPITANERIA DI PORTO	PIAZZALE SANITA' -SEDE PRINCIPALE -	23.044	0,24	67	323			120	25	349	167	0,52	182	10		172				28		166	
4	LABROMARE	CALATA ADDIS ABEBA - GARAGE OFFICINA-	3.173	0,37	157	90	23	66	20	4	71	36	0,50	35		35					0,1		9	
34	YACHT CLUB LIVORNO	MOLO MEDICEO - DEP. E SERVIZI IGIENICI -	1.734	0,71	133	102			8	17	119	68	0,43	51	16		35			1,5		0,4	115	
15	MARCHI TERMINAL	ZONA VALESSINI - SEDE -	2.575	0,45	110	53			24	5	58	58	0,00	0									32	
14	FILI NER S.p.a.	DARSENА PISA - SEDE -	2.145	0,54	188	77				0	77	77	0,00	0										
13	F.LLI NERI S.p.a.	DARSENА PISA E CALAFATI - COSTRUZIONI NAVALI	5.796	0,60	96	136				0	136	136	0,00	0										
TOTALE			411.723	0,48	3.839	6.813	1.228	1.359	1.231	370	6.169			6.075	83	299	4.710	505	670	352	9.593	4.163	66.525	18

Stima Pot. 6.169
 Consumo gasolio 9.593
 Gas 4.163
 Consumo elettricità 66.525

Tabella III –3 – 38 - GRUPPI

Numero edificio	Denominazione	volume [m ³]	Fattore di Forma [m ⁻¹]	Potenza di progetto edificio [kW]	Potenza di progetto MAGAZZINI [kW]	Numero persone	Potenza stimata acqua san. [kW]	Pot max stim. inv. [kW]	DIFF % su Wmax stim [kW]	rap ril/stim [kW]	Pot. Max ril inv. [kW]	Potenza rilev. acqua san. Elettr. [kW]	Potenza rilev. acqua san. Fos. [kW]	Potenza rilev. invernale foss. [kW]	Potenza rilev. invernale ele. [kW]	Potenza rilev. Estiva [kW]	Potenza rilev. Frigo [kW]	Consumo gasolio [GJ]	Gas [GJ]	Consumo elettricità [GJ]	Consumo elettricità est. o frigo [GJ]	
17	AUTORITA' PORTUALE	11.491	0,48	319		30	6	325	151	0,54	174	7		167					429	220		
18	PORTO DI LIVORNO 2000	22.500	0,47	357	305	400	84	136	38	0,72	98			98				1.470		14		
19	GRUPPO ORMEGGIATORI	1.430	0,54	26	3	12	3	29	1	0,98	28			28					259	40		
20	PORTO DI LIVORNO 2000	45.000	0,25	611		20	4	615	246	0,60	369	9			180					4		
24	CAPITANERIA DI PORTO	23.044	0,24	323		120	25	349	167	0,52	182	10		172					28	166		
25	CAPITANERIA DI PORTO	7.540	0,69	174		60	63	237	1	1,00	238			238					19	115		
26	COMANDO PROVINCIALE VV.FF.	9.668	0,53	196	87	37	8	203	84	1,41	287	4		283					259	234		
27	CAPITANERIA DI PORTO	3.835	0,54	87			0	87	153	2,75	240			240				84		65		
28	CIRCOSCRIZIONE DOGANALE	24.030	0,28	358	80	75	16	374	142	1,38	516		186	330					285	144		
29	G..d..F.	46.487	0,28	643		10	4	648	160	1,25	808			808					2.590	907		
TOTALE								3.002			2.940							1.554	3.868	1.908	0	
Altri aggiungibili																						
21	COOP. 8 MARZO	1.960	0,82	43		10	2	45	48	2,06	93		28	65		65				684		
22	C.I.L.P. LIVORNO	17.821	0,43	495		30	6	501	117	0,77	384			384				2.856		756		
23	DOLE TERM.	81.600	0,20	572	410	16	3	166	137	1,83	303	3			150	150	350			25	7	
								712			779							2.856	0	1.465	7	
TOTALE								3.714			3.719							4.410	3.868	3.373	7	

3.4.5 *Discussione dei risultati*

Si evidenzia una notevole variazione all'interno dei dati stimati e rilevati. La stima della potenza totale corrisponde abbastanza bene a quella rilevata nel valore totale, pur esistendo notevoli discrepanze per singoli edifici. Le potenze spesso paiono notevolmente alte, per le destinazioni considerate, per diversi edifici, come si in tabella [Tabella III – 3 - 37 – Potenze ordinate]. Ci sono inoltre potenze di vario tipo, comprese le elettriche, elevate, corrispondenti tuttavia a consumi dichiarati molto bassi. I consumi paiono complessivamente molto bassi, un terzo circa, anche utilizzando gradi giorno ridotti. Ciò è probabilmente dovuto ad un periodo di utilizzazione ridotto, non facilmente stimabile con il metodo seguito, che usa la normativa vigente, concepita essenzialmente per edifici occupati a lungo nella giornata. Stime più accurate richiederebbero una analisi più approfondita delle destinazioni d'uso ed una simulazione oraria delle richieste di energia.

I dati portano tuttavia a riflettere sul fatto che un numero importante di edifici presenta notevoli differenze: in particolare sembrerebbe opportuno che fosse verificata la congruenza per le strutture che compaiono ai primi posti nella succitata tabella.

E' interessante notare come esista un gruppo di strutture (edifici n.17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29) che sono molto vicini tra loro, in una area ristretta, presentando una potenza complessiva installata per riscaldamento ed acqua sanitaria di circa 3 MW. La proprietà è per lo più pubblica e le funzioni tali da far pensare ad una buona coincidenza della richiesta. La potenza richiesta fa pensare che sia proponibile un impianto di cogenerazione di energia elettrica e calore, unificato per questi edifici, con una potenza elettrica installata di circa 500 kW, così da poter lavorare con notevole continuità. Se gli edifici richiedono condizionamento, durante il periodo estivo sarebbe possibile usare il calore, circa 1500 kW, per azionare macchine frigorifere ad assorbimento, con una resa di almeno 800 kW frigoriferi, oltre all'elettricità.

Sul molo di fronte, vicini ma divisi dalla darsena, ci sono altri tre edifici con una potenza termica invernale di circa 700 kW (edifici n.21, 22, 23). Inserendo anch'essi nell'impianto di teleriscaldamento, sarebbe possibile aumentare la potenza installata, ma anche avere un utilizzatore estivo importante. Uno di questi edifici ospita infatti i magazzini del terminale Dole, refrigerati d'estate per conservare frutta a temperatura più che compatibile con un sistema frigorifero ad assorbimento. La potenza frigorifera estiva da loro dichiarata è di 350 kW; se questa è, come pare, la potenza elettrica installata, essa comporta almeno 700 kW frigoriferi. Le varie richieste, estive ed invernali paiono quindi essere complementari in modo interessante, anche se l'ipotesi avrebbe bisogno di una molto più accurata verifica tecnico economica.

Non bisogna trascurare comunque la riduzione delle emissioni dovuta al ridotto consumo di energia elettrica, sia per l'autoproduzione effettuabile che per il ridotto uso nei sistemi frigoriferi, che spinge anche l'UE a proporre incentivi per la realizzazione di impianti di cogenerazione.

3.5 Caratterizzazione dei consumi energetici e del bilancio delle emissioni del sistema portuale

3.5.1 Metodologia

La base di riferimento per la caratterizzazione dei consumi energetici e del bilancio delle emissioni del sistema portuale è la caratterizzazione delle diverse sorgenti presenti, rispetto alle diverse finalità e alle diverse attività specifiche svolte all'interno del sistema portuale:

- operazioni di movimentazione di mezzi marittimi in ingresso ed uscita dal porto e relativi a spostamenti interni alle aree portuali
- operazioni di banchinaggio dei mezzi marittimi durante le operazioni di carico/scarico e relativi a fasi di stazionamento di varia origine;
- operazioni di carico e scarico dei mezzi navali eseguiti da mezzi di supporto idonei per le diverse tipologie di merci e per le diverse tipologie di mezzi marittimi coinvolti;
- operazioni di carico e scarico di mezzi di trasporto idonei alla movimentazione delle merci verso l'esterno dell'area portuale eseguiti da mezzi di supporto idonei per le diverse tipologie di merci e per le diverse tipologie di mezzi marittimi coinvolti;
- operazioni di carico e scarico di passeggeri e relativi mezzi di movimentazione, relativi alle attività di trasporto marittimo mediante traghetti e navi da crociera;
- logistica connessa ai processi di trasformazione e/o di stoccaggio presenti entro l'area portuale e quindi non direttamente connesse con i traffici marittimi;
- processi di conversione energetica presenti all'interno dell'area portuale e connessi direttamente con gli edifici presenti entro tale area.

Per la caratterizzazione della movimentazione delle merci direttamente connessa con i sistemi marittimi si è fatto riferimento a diverse classi di merci, per ognuna delle quali è stato definito uno specifico modello di processo, in grado di definire il bilancio energetico ed ambientale per unità funzionale rappresentativa. Nel caso specifico del sistema portuale di Livorno, sulla base delle specificità del sistema di movimentazione presente e sulla base del peso specifico che le diverse tipologie di merci hanno sull'intero sistema sono state definite le seguenti classi tipologiche di movimentazioni:

- movimentazione di merci rinfuse solide
- movimentazione di merci rinfuse liquide
- movimentazione di merci in container (pieni e vuoti)
- movimentazioni di veicoli (autoveicoli e trattori, come componenti principali)
- movimentazione di merci su RO/RO
- movimentazione di mezzi di supporto alle attività portuali (rimorchiatori)
- movimentazione di passeggeri e veicoli su traghetti

- movimentazione crocieristica di passeggeri e attività di turismo connesse.

Ognuna delle diverse tipologie di movimentazioni è stata caratterizzata sulla base dell'analisi di dettaglio dell'intera filiera di processo, sulla base di specifici approfondimenti conoscitivi condotti con i soggetti di mercato presenti nell'area portuale, individuati in ragione della significatività rispetto all'intero volume di movimentazione presente all'interno dell'area portuale.

L'analisi di dettaglio è stata condotta in modo da poter individuare per ogni specifica tipologia di merce, movimentata all'interno dell'area portuale, l'intera filiera del processo connesso:

- potenzialità di movimentazione complessiva, classificata su base mensile;
- numero di mezzi marittimi movimentati complessivamente, su base mensile;
- dettaglio merceologico dei carichi movimentati, classificati su base mensile;
- tipologia di sistema di carico/scarico applicato per le diverse tipologie di attività connesse;
- consumi di carburanti per autotrazione e/o valore complessivo di percorrenza, per i mezzi di supporto impiegati durante le fasi di carico/scarico, su base annuale;
- caratterizzazione termodinamica dei diversi mezzi di supporto impiegati durante le fasi di carico/scarico, relativamente sia ai mezzi alimentati a combustibile, che ai mezzi elettrici;
- caratterizzazione della squadra tipo di esecuzione delle operazioni di carico/scarico;
- caratterizzazione dei mezzi di trasporto impiegati per il vettoriamento delle diverse tipologie di merci verso aree di stoccaggio intermedie o verso le destinazioni commerciali finali;
- caratterizzazione dei tempi medi di esecuzione delle operazioni di carico/scarico e dei relativi tempi di banchinaggio.

Per la definizione del bilancio energetico ed ambientale del sistema portuale si è inteso prendere a riferimento non solo le operazioni rigorosamente effettuate all'interno dell'area portuale, ma anche tutte le operazioni ed i processi che originano impatto in un'area più vasta e che hanno una relazione di casualità sull'area territoriale della città di Livorno.

Per questo la classificazione delle movimentazioni di merci e passeggeri in ingresso ed in uscita dall'area portuale ha preso in considerazione il bilancio connesso alla movimentazione dei mezzi anche al di fuori delle aree portuali, che abbiano riferimento a percorsi lungo i quali sia possibile stabilire una relazione di impatto sull'area cittadina.

L'intero quadro di riferimento delle movimentazioni di merci e persone connesse con le attività portuali o comunque delle attività originate all'interno dell'area portuale, è

riferito ad uno stesso intervallo temporale, che nel caso specifico fa riferimento all'anno 2001.

Complessivamente, il bilancio energetico ed ambientale delle attività comprese all'interno dell'area portuale è basato sulla definizione di fattori specifici di processo, in grado di parametrizzare le risultanze dei singoli processi classificati, rispetto ad unità funzionali prese a riferimento (numero di passeggeri, tonnellate di merci o numero di colli movimentati). La stima del bilancio complessivo è quindi ricavata sulla base del bilancio di flusso del porto definito sulla base temporale più idonea per la specifica finalità dell'analisi predisposta.

$$Q = \sum_i q_i(M_i) \cdot M_i$$

essendo:

- Q bilancio complessivo rispetto ad un parametro energetico o ambientale
q(M) funzione parametrica di definizione del fattore specifico (di consumo energetico o di produzione di inquinanti) rispetto ad una unità funzionale del parametro di processo preso a riferimento (numero di passeggeri, tonnellate di merci o numero di colli movimentati)
M valore del parametro di processo considerato, rispetto all'intervallo temporale considerato
i indice delle diverse tipologie di processi in cui viene suddiviso l'intero sistema portuale

La finalità di tale stima è chiaramente connessa con la possibilità di avere la formulazione di un quadro di riferimento energetico ambientale sulla base del quale poter tracciare le diverse ipotesi di mitigazioni o alterazioni del sistema, e quindi avere come risultanze la valutazione comparativa di variazione percentuale o assoluta del bilancio energetico/ambientale del sistema portuale.

Ad ognuna delle diverse tipologie di sistemi presenti all'interno di un area portuale è possibile associare un parametro di consumo energetico e di densità di consumo energetico (intesa come consumo energetico per unità di merce o per massa unitaria di merce "trattata"). La classificazione dei consumi energetici necessita di una adeguata separazione rispetto alla diversa qualità termodinamica delle diverse tipologie di consumi:

- consumi energetici termici (combustibili o calore da reti calore di teleriscaldamento)
- consumi energetici elettrici (autoprodotti o acquistati da rete).

Analogamente, dal punto di vista ambientale è possibile esaminare il sistema portuale dal punto di vista del carico ambientale prodotto sia in termini di valutazione dei flussi (bilancio delle emissioni) che in termini di valutazione degli effetti (bilancio degli impatti).

Per la predisposizione di una corretta valutazione degli impatti è ovviamente necessario creare un riferimento sia metodologico che fisico e quindi territoriale sul quale basare la valutazione, si potrà avendo quindi a che fare, a seconda dell'impostazione scelta, con:

- valutazione a breve termine temporale (short term)
- valutazione a lungo termine temporale (long term)
- valutazione a scala locale
- valutazione a scala urbana
- valutazione di mesoscala (o scala regionale)
- valutazione a scala sinottica (impatti globale)

Le diverse tipologie di valutazione potranno poi essere basate sulla comprensione dei soli impatti del sistema, oppure sulla valutazione comparativa degli impatti dovuti al sistema rispetto a quelli determinati dagli altri sistemi esistenti all'interno del riferimento spaziale.

All'interno di una valutazione di tipo energetico la valutazione ambientale rappresenta un criterio di valutazione ulteriore di merito rispetto alla bontà dei sistemi energetici, basilare rispetto alla possibile ulteriore fase di investigazione di soluzioni ottimali sia dal punto di vista del risparmio energetico che dal punto di vista della riduzione degli impatti ambientali.

Per tale finalità la metodologia più idonea di valutazione ambientale del sistema, rispetto alle sue diverse attività e quindi rispetto alle attività a valenza "energetica" appare quella della definizione e della messa a punto di un bilancio delle emissioni, riferibili sia alla scala locale (emissioni di inquinanti ad attività locale) che alla scala sinottica (emissioni di inquinanti aventi attività di larga scala, quali effetto serra, assottigliamento ozonosfera etc.).

Una successiva fase di affinazione dello strumento valutativo può comprendere (per la valutazione comparativa di scenari di intervento) anche la fase di valutazione degli impatti, mediante applicazione di modellistica diffusionale.

3.5.2 Definizione dei flussi di riferimento

Il sistema portuale nel suo complesso ha un ruolo di interfaccia tra diverse tipologie e metodologie di trasporto, che rendono evidente l'importanza strutturale del trasporto nelle diverse accezioni che questo può assumere.

Il ruolo del sistema dei trasporti ha sicuramente una forte dipendenza dal tipo di sistema gestionale scelto, oltre che dalle tipologie di trasporti che insistono sulla struttura portuale.

Il bilancio energetico del porto ha un bilancio significativo derivante dai consumi energetici determinati dal sistema di trasporti, con cui si intendono i consumi delle diverse tipologie di trasporti presenti. Dal punto di vista metodologico possono essere

individuare diversificazioni nella classificazione e quindi nell'analisi del sistema dei trasporti.

Basandosi sui flussi è possibile distinguere:

- trasporti di merci o mezzi in ingresso al porto (per le diverse tipologie di mezzo vettore)
- trasporti di merci o mezzi in uscita dal porto (per le diverse tipologie di mezzo vettore)
- trasporti interni al porto (per le diverse tipologie di mezzo vettore)
- trasporti secondari in ingresso e in uscita dal porto a servizio delle attività portuali complessive (per le diverse tipologie di mezzo vettore)

Basandosi invece sulla tipologia di mezzi operanti all'interno del sistema portuale o comunque componenti il parco dei mezzi operanti all'interno della struttura portuale è possibile individuare le seguenti classi:

- mezzi su gomma pesanti di trasporto (in ingresso ed in uscita o di movimentazione interna)
- mezzi passeggeri su gomma convenzionali (in ingresso ed in uscita o di movimentazione interna)
- mezzi speciali su gomma a servizio del porto o dei trasporti interni
- mezzi ferroviari
- mezzi marittimi di trasporto
- mezzi marittimi di supporto

La caratterizzazione dei diversi flussi aventi effetti sul bilancio energetico e sul bilancio ambientale dell'area portuale è basata sulla individuazione di classi di merci presi a riferimento, sulla base della cui movimentazione sono determinati gli impatti specifici (energetici ed ambientali) dei flussi.

Per la determinazione dei flussi specifici, oltre che per la definizione delle tipologie di merci rispetto alle quali definire gli indici specifici si è fatto riferimento ad una metodologia analitica basata sulla valutazione di dettaglio delle attività dei diversi terminalisti presenti entro l'area portuale.

La individuazione dei soggetti terminalisti facenti parte del campione analitico è stata definita sulla base delle attività prevalenti caratteristiche, riferite alle merci trattate e alla tipicità sia metodologiche che operative di lavoro, dei diversi soggetti di mercato presenti.

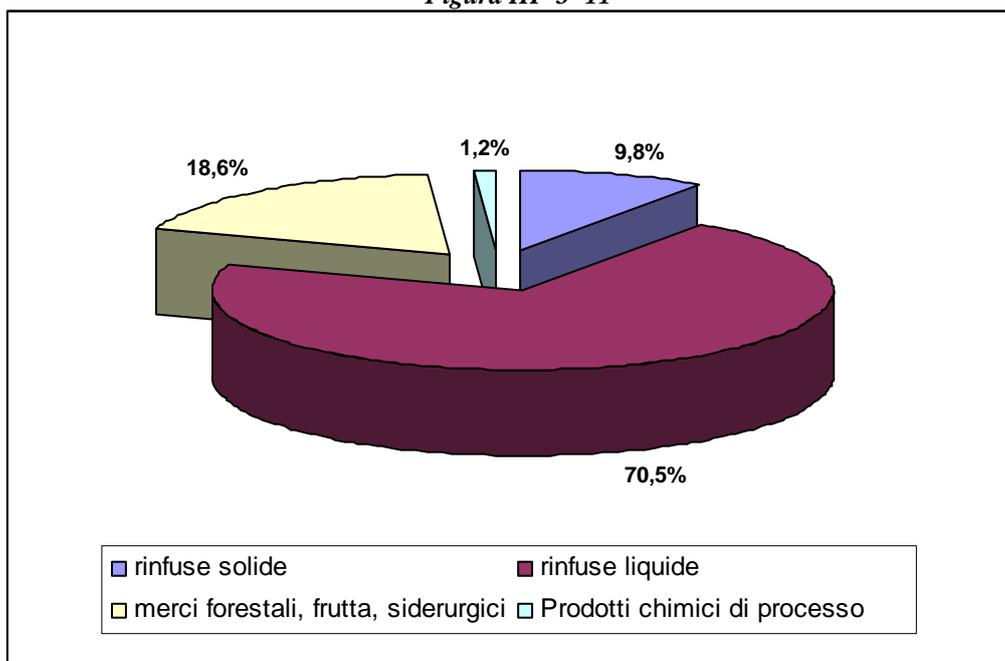
Le classi di merci individuate come di riferimento per la definizione dei flussi di riferimento sono di seguito indicate.

Tabella III- 3- 39

Tipologie di Merci
rinfuse solide
veicoli (vetture, trattori e mezzi in generei)
container
flussi di autobus per crociere
traffici connessi con le attività di carico e scarico traghetti
merci forestali, frutta, siderurgici
rinfuse liquide

Di seguito è riportata una valutazione di peso relativo, rispetto alla massa movimentata, delle merci trattate all'interno dell'area portuale di Livorno. Il riferimento temporale individuato è l'anno 2001.

Figura III- 3- 11



Complessivamente i flussi di merci movimentati, impiegati per la determinazione del bilancio di movimentazione di mezzi di trasporto e quindi per la definizione di flussi energetici impegnati, all'interno delle attività portuali, riferiti all'anno 2001, sono indicati nella tabella seguente.

Tabella III- 3- 40

Volume traffico merci e mezzi anno 2001		
veicoli	[numero]	249.855
rinfuse solide	[tonnellate]	1.314.121
rinfuse liquide	[tonnellate]	9.499.913
container	[numero pezzi]	228.685 solo imbarchi
passengeri crociere	[num passeggeri]	34.661
passengeri traghetti	[num passeggeri]	1.630.985
merci forestali, frutta, siderurgici	[tonnellate]	2.502.374 solo imbarchi
prodotti chimici (Dow Chemical)	[tonnellate]	158.299

La definizione di un modello rappresentativo delle attività portuali è stato predisposto basandosi sui dati ricavati dai singoli terminalisti presi a riferimento e sulla base dei flussi specifici da questi calcolati rispetto al numero di mezzi marittimi movimentati. Rispetto ai volumi di merci trattate dai singoli terminalisti presi a riferimento per la definizione del campione di flusso medio è stato possibile ricavare i flussi specifici riportati nella tabella seguente.

Tabella III- 3- 41

Indicatori specifici di flusso
merci movimentate per singola nave
flusso di merci movimentate per unità di trasporto su gomma
flusso di merci movimentate per unità di trasporto su ferro
merci movimentate per singola tipologia di mezzo speciale
flussi di passeggeri per unità di nave da crociera
flussi di passeggeri per unità di nave traghetto

Tali indicatori rappresentano la base parametrica per la costruzione del modello dinamico di bilancio energetico ed ambientale predisposto per la valutazione degli impatti dovuti a scenari variabili di flussi portuali.

3.5.3 Bilancio dei flussi dei sistemi territoriali e comunali

Il bilancio degli effetti di mutua contaminazione che un sistema portuale ha su di un sistema urbano di riferimento deve ovviamente basarsi sulla caratterizzazione non solo del bilancio dei flussi propriamente ed esclusivamente connessi con il sistema delle attività portuali.

A seconda del livello di interazione che il porto ha con la realtà urbana e a seconda delle finalità specifiche dell'intervento di analisi è ovvio che dovranno essere definite adeguate linee di approfondimento in merito ai flussi dovuti alle attività territoriali aventi ricadute ed effetti sull'area scelta come riferimento.

Tale caratterizzazione permette di definire la scala analitica di riferimento sulla quale poter analizzare il peso relativo del sistema portuale.

La valutazione dei flussi dei sistemi territoriali e comunali dovrà essere predisposta in modo da poter fornire elementi di supporto alla valutazione successiva degli effetti sinergici dovuti alla contemporanea presenza dei sistemi di trasporto connessi direttamente con le attività portuali e dei sistemi di trasporto territoriali residenti.

La definizione dei flussi dei sistemi territoriali e comunali è basata sulla caratterizzazione dei seguenti parametri:

- intensità di percorrenza sulle reti di traffico individuate per la particolare significatività (presenza di traffico misto urbano e di origine portuale) o aventi maggiori flussi (arterie a maggiore volume);
- caratterizzazione della tipologia di percorrenza (velocità di percorrenza, eventuali presenze di condizioni di limitazione alla libera percorrenza del traffico);
- determinazione delle condizioni della infrastruttura che influenzino il bilancio energetico ambientale relativo ai veicoli (ripidità della sede stradale);
- eventuale specificità del parco circolante, rispetto al parco circolante medio classificato (presenza statisticamente ripetuta di flussi tipici di veicoli in misura percentuale differenziata rispetto al quadro medio).

La definizione del parco circolante medio urbano è il parametro fondamentale per la definizione di una adeguata procedura di valutazione dei bilanci sia energetici (consumi di combustibili) che ambientali (bilancio delle emissioni).

Per la definizione del parco medio circolante è possibile fare riferimento ad elaborazioni statistiche riferite al parco circolante medio nazionale o provinciale.

Tale fase di indagine rende necessaria la caratterizzazione delle aree di interferenza tra i due sistemi e quindi la classificazione e l'analisi dettagliata delle infrastrutture di trasporto urbano lungo le quali si abbia la contemporaneità dei carichi da parte dei due sistemi.

Nel caso specifico del porto di Livorno, l'approfondimento analitico è stato basato sulla analisi dei varchi di ingresso ed uscita delle merci e quindi la successiva allocazione delle diverse merci ai diversi varchi di ingresso.

Mediante la definizione dei varchi di passaggio e dei terminal di arrivo di origine è stato possibile definire i percorsi delle diverse tipologie di merci.

Sulla base della definizione dei percorsi applicati al trasporto da e verso l'area portuale sono determinate le infrastrutture sulle quali esiste una comune presenza di flussi sia di origine locale e inoltre sono stabilite le distanze percorse dalle merci all'interno dell'area urbana di indagine scelta come dominio spaziale di riferimento.

3.5.4 Bilancio dei flussi in uscita ed in ingresso dal porto

La determinazione dei flussi in uscita ed in ingresso dal porto è definita sulla base della predisposizione del modello di parametrizzazione dei flussi rispetto alle unità di trasporto marittimo in movimentazione al porto, considerate come sistemi principali di generazione dei flussi di merci da e verso il porto.

Per la caratterizzazione dei percorsi delle diverse merci si è individuato uno schema di corrispondenza tra merce e varco di transito (sia in ingresso che in uscita dal porto) a cui è stato poi fatto riferimento per la determinazione dei percorsi e quindi della lunghezza dei tratti di rete urbana “utilizzate” dalle diverse tipologie di merci.

Nella tabella seguente sono riportate le corrispondenze tra merce e varco di transito.

Tabella III- 3- 42

Merce	Varco di corrispondenza
rinfuse solide	
veicoli (vetture, trattori e mezzi in genere)	
container	
flussi di autobus per crociere	
traffici connessi con le attività di carico e scarico traghetti	
merci forestali, frutta, siderurgici	
rinfuse liquide	

Sulla base dei percorsi delle diverse tipologie di merci da e verso le aree portuali, rispetto alla loro origine o alla loro destinazione, è possibile individuare i tratti di rete comunale urbana percorsa dalle merci stesse, per le quali quindi stimare un valore di impatto energetico e/o ambientale riferito all’area territoriale di analisi.

La movimentazione delle merci e delle persone all’interno e all’esterno dell’area portuale è basata su una vasta e differenziata tipologia di mezzi che sono raggruppati nelle seguenti classi:

- mezzi pesanti
- mezzi speciali (mezzi per movimentazione merci ad uso esclusivo interno all’area portuale)
- auto
- moto
- bus
- treno

Nel caso di trasporti esterni alle aree portuali i mezzi classificati come mezzi speciali, non sono quindi compresi nel parco veicolare circolante.

Per i flussi entranti ed uscenti dal porto sono state stimate le distanze percorse dalle singole tipologie di merci, per le diverse tipologie di mezzi operanti per il trasporto e la movimentazione.

Tabella III- 3- 43

	km percorsi da mezzi pesanti	km percorsi da treno	km percorsi da veicoli	km percorsi da BUS	km percorsi da Moto
Veicoli	4	3,2	4		
rinfuse solide	5,2	3,6			
rinfuse liquide	5,2	3			
container	4,4	3			
passengeri crociere			4,4	4,4	
passengeri traghetti	5,2	3	5,2	5,2	5,2
merci forestali, frutta, siderurgici	4	3,2			
Prodotti chimici di processo	3,4	1			

Le distanze stimate permettono, sulla base dei coefficienti di impatto energetico (consumo di combustibili) e dei coefficienti di impatto ambientale (emissioni di inquinanti) presi a riferimento, per le diverse tipologie di mezzi di trasporto presi in esame, di rappresentare l'effetto di consumo energetico e di carico ambientale connesso con il sistema di trasporti e il sistema di mobilità delle merci su terra.

Per la determinazione dell'intensità e numerosità dei flussi è necessario definire i parametri di flusso specifico di mezzi rispetto alle unità di rappresentazione della movimentazione delle merci e delle persone verso l'area portuale e dall'area portuale. Tali parametri costituiscono un insieme di indici specifici di flusso del sistema di trasporto e movimentazione.

Tabella III- 3- 44

Indici specifici di flusso rispetto ai flussi di merci/persone
tonnellate di portata nominale treno rinfuse solide
numero vagoni treno rinfuse solide
tonnellate di portata nominale rinfuse solide
numero container per vagone-treno
numero vagoni treno-container
numero di container trasportati da mezzo su gomma
coefficiente di passeggeri coinvolti in gite turistiche fuori Comune di Livorno
coefficiente di passeggeri coinvolti in gite turistiche entro Comune di Livorno
numero di passeggeri per autobus
numero di passeggeri per navetta turistica

Sulla base degli indici specifici dei flussi rispetto ai volumi di merci e persone movimentate all'interno dell'area portuale è stato predisposto un modello dinamico rispetto alla variazione nel tempo del sistema portuale, rappresentabile sulla base della

variazione dei flussi marittimi per le singole tipologie di merci e di movimentazioni residenti all'interno dell'area portuale.

Nel caso del Porto di Livorno si è tenuto conto di un coefficiente di carico di rinfuse solide per mezzo su gomma pari a 30 t/mezzo, mentre il coefficiente di carico per mezzo ferroviario è stato considerato pari a 55 t/vagone, avendo tenuto conto di una composizione media di un treno pari a 12 vagoni.

Il numero di container mediamente trasportati su gomma è stato considerato pari a 2 container per mezzo, analogamente al coefficiente di carico considerato per i mezzi ferroviari adibiti al trasporto container.

Il trasferimento di persone mediante mezzi da turismo è stato stimato sulla base di un coefficiente di carico pari a 54 pp/mezzo, per bus turistico adibito a gite turistiche extra comunali e 20 pp/mezzo, per bus operante per gite turistiche comunali (eseguito con mezzo elettrico). Complessivamente il traffico generato dai flussi crocieristici corrisponde alla movimentazione del 70% dei crocieristi verso località extra comunali e del 10% dei crocieristi per aree turistiche comunali.

Sulla base dei coefficienti di impiego dei mezzi costituenti il sistema di trasporti e di movimentazione di merci e persone è possibile definire un modello risultante di flussi di mezzi basato sulla impostazione della quantità di merci movimentate da e verso il porto. Sulla base del modello risultante di flussi di mezzi in transito nell'area portuale, è possibile quindi determinare i bilanci energetici ed i bilanci ambientali

Nella tabella seguente sono riportati i valori risultanti di mezzi movimentati complessivamente (comprensivi dei mezzi marittimi) nell'anno 2001, così come rappresentati dal modello dinamico tarato sull'analisi estesa ad un campione ristretto di terminalisti.

Tabella III- 3- 44

Numero di mezzi movimentati all'anno 2001	
Navi movimentate	7.672
Mezzi Pesanti (MP)	548.926
Mezzi Speciali (M.Spec.)	
Auto	546.648
Moto	38.147
Treni	2.610
BUS	447

3.5.5 Bilancio dei flussi interni al porto

La determinazione dei bilanci di flussi interni all'area portuale è definita sulla base della caratterizzazione di diverse attività:

- movimentazioni a mare: movimentazione di navi e delle relative merci (o persone trasportate)
- movimentazioni a terra:

1. movimentazione da magazzini (o stoccaggio provvisorio) a navi mercantili in fase di carico e viceversa, in fase di scarico
2. movimentazione di merci da navi mercantili a diverse modalità di caricamento idoneo al trasporto verso le località di destinazione, mediante mezzi su gomma o su ferro
3. movimentazioni di merci tra diverse aree di stoccaggio o magazzinaggio interne all'area portuale.

Per la caratterizzazione del processo di movimentazione dei mezzi marittimi sono stati predisposti una serie di modelli specifici per le diverse tipologie di attività basati sulla caratterizzazione di una serie di parametri caratteristici indipendenti:

- tempo di movimentazione;
- tempo di banchinaggio;
- stazza di riferimento della nave (riferita a valori di stazza media per tipologia di attività presa in esame);
- potenza motore impegnata per le operazioni di movimentazione all'intero dell'area portuale;
- potenza motore impegnata durante le fasi di banchinaggio e di carico/scarico;
- tipologia di combustibile impiegato e relative caratteristiche chimico-fisiche (potere calorifico e tenori di carbonio e zolfo medi).

Per la definizione di dettaglio dei tempi di movimentazione e dei tempi di banchinaggio si è fatto riferimento alla base dati costituita dai tempi archiviati dall'avvisatore marittimo, che registra per le diverse unità marittime in transito all'area portuale i seguenti dati:

- nome del mezzo;
- classificazione del tipo di mezzo ;
- classificazione del tipo di trasporto;
- tempo di arrivo all'area portuale;
- tempo di arrivo in banchina;
- tempo di partenza dalla banchina (in uscita dall'area portuale);
- tempo di partenza dalla banchina (rispetto alle diverse movimentazioni interne all'area portuale);
- tempo di arrivo in banchina (rispetto alle diverse movimentazioni interne all'area portuale);
- tempo di uscita dall'area portuale.

Le tipologie di mezzi marittimi riportati dalla classifica del registro dell'avvisatore marittimo sono le seguenti:

- M/C – Mezzo da trasporto container

- RORO – mezzi da trasporto di RO/RO
- M/N – Moto nave
- M/T –
- T/N -
- M/TR - Moto traghetto

La classificazione dei mezzi marittimi riportati dalla classifica del registro dell'avvisatore marittimo, rispetto alla tipologia di trasporto, è la seguente:

- I – trasporto di infiammabili (rinfuse liquide)
- ACQ – trasporto di acqua
- AUT – autoveicoli
- BAN – banane
- CON – container
- M/V – merci varie
- BUN – buncheraggi
- PAS – trasporto passeggeri (sia traghetti che crociere)
- R/N –
- ROT – merci rotabili

Data la enorme mole di dati presenti all'interno del registro dell'avvisatore marittimo, si è definita una metodologia di analisi in grado di fornire un quadro di riferimento in merito ai tempi di movimentazione delle diverse tipologie di mezzi navali (raggruppati per classi di trasporto).

Sulla base delle diverse registrazioni di transito dall'area portuale, i mezzi marittimi sono ordinati per numero di transiti effettuati durante un anno e quindi si è definito un insieme di mezzi che compone complessivamente un campione percentualmente rappresentativo della totalità delle movimentazioni avvenute.

Sulla base del campione di mezzi navali così definiti è possibile effettuare la caratterizzazione dei tempi medi, rispetto alle diverse tipologie di mezzi classificati sulla base della tipologia di trasporti effettuati.

In questo modo è stato possibile restringere il campione di studio e di caratterizzazione dalle migliaia di transiti, complessivamente registrati su di un anno solare, alle decine di mezzi marittimi, aventi complessivamente un peso percentuale rappresentativo dell'intero parco dei transiti.

Nel caso specifico è stato definito un campione di 110 mezzi marittimi che contribuiscono complessivamente a 5429 transiti dal porto, rispetto al valore complessivo di transiti registrati nell'anno di riferimento (anno 2001) pari a 8231, per un valore di rappresentatività pari al 66,0 % dell'intero scenario di flussi al porto.

La determinazione dei flussi a terra, interni alle aree portuali, sono definiti sulla base delle specifiche determinazioni dei coefficienti di impiego o utilizzo delle diverse

modalità di mezzi impiegati per tali attività interne (fork lift, ruspe, paccoco , carrelli vari, maxi roll-trailer, trattori RO/RO, mezzi vari per specifiche merci etc.) essendo assai complessa la determinazione di un quadro completo delle logistiche di movimentazione di tutte le merci in transito.

L'espressione del coefficiente di impiego per tali mezzi può essere caratterizzata rispetto a diverse unità di riferimento:

- combustibile consumato
- chilometri percorsi
- tempo operativo.

3.5.6 Bilancio dei consumi dei combustibili per autotrazione

Per la valutazione del consumo di combustibili per autotrazione e movimentazione navi mercantili all'interno delle aree portuali sono state applicate metodologie di calcolo diversificate a seconda della tipologia di mezzo.

Il riferimento CORINAIR 99 è stato impiegato per la caratterizzazione dei consumi di combustibili imputabili alle diverse tipologie di mezzi di trasporto determinate dal modello di simulazione dei flussi del sistema portuale:

- autoveicoli
- autobus
- mezzi pesanti per trasporto merci
- moto
- mezzi speciali per la movimentazione all'interno delle aree portuali
- treni a combustibile

Per la determinazione dei consumi energetici (combustibili) imputabili alla movimentazione di autoveicoli e di mezzi in genere connessi con il traffico di traghetti, si è fatto riferimento al parco medio circolante italiano, così come definito dall'annuario ACI 1999, di cui viene riportato di seguito il riferimento alla sole vetture.

Tabella III- 3- 45

PARCO VEICOLI (veicoli passeggeri)		
	Classe di età	Percentuale
Benzina <1400 cc	PRE ECE	0,752%
	ECE 15/00-01	1,065%
	ECE 15/02	1,347%
	ECE 15/03	2,700%
	ECE 15/04	20,710%
	91/441/EEC	9,311%
	94/12/EEC	11,603%
Benzina 1400< cc <2000	PRE ECE	0,148%
	ECE 15/00-01	0,203%
	ECE 15/02	0,377%
	ECE 15/03	0,606%
	ECE 15/04	9,254%
	91/441/EEC	6,970%
	94/12/EEC	5,342%
Benzina >2000 cc	PRE ECE	0,044%
	ECE 15/00-01	0,039%
	ECE 15/02	0,052%
	ECE 15/03	0,050%
	ECE 15/04	0,170%
	91/441/EEC	0,378%
	94/12/EEC	0,384%
Diesel <2000 cc	convenzionali	7,153%
	91/441/EEC	1,441%
	94/12/EEC	7,513%
Diesel >2000 cc	convenzionali	3,159%
	91/441/EEC	0,574%
	94/12/EEC	2,238%
GPL	convenzionali	5,071%
	91/441/EEC	1,006%
	94/12/EEC	0,339%

Sulla base del parco circolante medio è possibile esprimere quindi il consumo di combustibile come:

$$FC_A = f(v, m, m_c, F, c)$$

essendo:

FC_A = consumo di combustibile da autoveicolo

v = velocità media di circolazione

F = tipo di combustibile impiegato

m_c = cilindrata del mezzo

c = classe di immatricolazione del mezzo

Per la determinazione dei consumi energetici imputabili ai mezzi di trasporto merci (mezzi pesanti) è necessario esprimere il parametro di coefficiente di carico secondo la seguente:

$$FC_{MP} = f(v, m, F, k_c)$$

essendo:

FC_{MP} = consumo di combustibile da mezzo pesante

v = velocità media di circolazione

F = tipo di combustibile impiegato

m = massa del mezzo

k_c = coefficiente di carico del mezzo (variabile tra 0% e 100%)

Nel caso specifico si è tenuto conto del diverso coefficiente di carico dei mezzi tra ingresso ed uscita dall'area portuale, considerando i veicoli mediamente carichi (coefficiente di carico pari allo 100%) in uno dei due sensi e scarichi nell'altro senso (coefficiente di carico pari allo 0%).

Tale schema logico conduce a considerare un carico medio complessivo pari quindi al 50% del coefficiente di carico, nel caso di movimentazione lungo percorsi uguali in ingresso ed in uscita.

Per la determinazione degli altri mezzi di movimentazione merci sono state applicate specifiche parametrizzazioni corrispondenti ai codici SNAP di CORINAIR 080201 (treno alimentato a combustibile), 080115 (fork lift e similari) 080111 (mezzi di carico/scarico in genere), 080109 (mezzi speciali fuori sagoma).

Di seguito sono riportati i consumi specifici ricavati per i mezzi non convenzionali su gomma (treno e mezzi speciali da trasporto e movimentazione aree interne al porto) che sono stati considerati per la rappresentazione dei consumi energetici complessivi.

Tabella III- 3- 46

Consumi specifici carburante mezzi non convenzionali	
Consumo combustibile treno	[kg/km] 1,3
Consumo combustibile Mezzi Speciali	[kg/km] 0,42

Per la determinazione dei consumi energetici in termini di combustibili per autotrazione è necessaria la definizione di una velocità media di circolazione come parametro caratteristico delle condizioni di impiego del motore.

Per le diverse tipologie di mezzi sono state individuate velocità di circolazione medie diverse, in ragione della specificità del mezzo.

Tabella III- 3- 47

Velocità medie di circolazione		
Velocità BUS	[km/h]	30
velocità MP	[km/h]	30
velocità AUTO	[km/h]	40
velocità M.Spec.	[km/h]	15
velocità moto	[km/h]	40

Il consumo energetico dovuto ai mezzi marittimi all'interno dell'area portuale sono connessi a due differenti attività:

- movimentazione dei mezzi in ingresso/uscita dal porto e in spostamento da una banchina ad un'altra;
- funzionamento ridotto dei motori per il mantenimento degli impianti e degli ausiliari durante le fasi di banchinaggio.

Il riferimento MEET (MEET Project – contract n°ST-96-SC.204) è stato utilizzato per la determinazione dei consumi di combustibile dovuti alla movimentazione dei mezzi marittimi, fatta esclusione per i consumi dei mezzi rimorchiatori, per i quali si è fatto riferimento direttamente ad un bilancio complessivo stimato per l'anno 2001.

La determinazione dei consumi di combustibile dovuti alla movimentazione di mezzi marittimi è stata effettuata mediante parametrizzazione del tipo:

$$FC_N = C_k \cdot (S_t, GT) \cdot p_m$$

essendo:

FC_N = consumo di combustibile da mezzo marittimo nell'unità di tempo (ore)

C_k = coefficiente di consumo funzione della stazza (GT) e della tipologia di mezzo (S_t)

p_m = coefficiente di riduzione rispetto al tipo di attività del mezzo (marcia, movimentazione interna la porto, banchinaggio)

Per la determinazione della stazza media del mezzo marittimo impiegato per ogni singola tipologia di merce in transito dall'area portuale, si è preso a riferimento il Lloyd's Register, sulla base dei mezzi transitati e registrati nominalmente dall'avvisatore marittimo.

La fase di definizione della stazza media delle diverse navi in transito è stata eseguita mediante la definizione di un insieme ridotto di mezzi aventi percentuale di presenza entro l'area portuale significativa, in modo da ridurre il numero di query da effettuare presso il Lloyd's Register.

Per la determinazione del consumo di combustibile complessivo da mezzi marittimi in fase di manovra o in fase di banchinaggio si rende necessaria la determinazione dei tempi impegnati durante tali fasi.

La determinazione dei tempi di manovra è stata effettuata sulla base dei tempi riportati dall'avvisatore marittimo come:

$$t_m = (t_{out} - t_{in}) - t_b$$

essendo:

t_m = tempo di manovra (ore) all'interno dell'area portuale

t_{in} = ora di ingresso nell'area portuale registrato dall'avvisatore marittimo

t_{out} = ora di uscita dall'area portuale registrato dall'avvisatore marittimo

t_b = tempo di banchinaggio (ore)

Di seguito sono riportati i tempi di manovra medi calcolati, sulla base dei dati registrati dall'avvisatore marittimo, riferiti all'anno di gestione 2001.

Tabella III- 3- 48

Tempi di manovra	
navi rinfuse solide [h]	1,2
Navi trasporto veicoli RO/RO e misti [h]	2,4
navi CONTAINER [h]	1,5
navi crociere [h]	0,8
navi traghetti [h]	0,5
Navi merci forestali, frutta, siderurgici [h]	1,0
navi rinfuse liquide [h]	2,2

La determinazione dei tempi di banchinaggio medi (per tipologia di merce trasportata) è stata effettuata sulla base di due diverse fonti di dati:

- dati registrati dall'avvisatore marittimo
- dati medi (su base annuale o mensile) di banchinaggio forniti dai terminalisti.

Complessivamente è stato quindi possibile determinare i tempi di banchinaggio (attracco) riportati nella tabella seguente.

Tabella III- 3- 49

Tempo attracco stimato	
Navi trasporto veicoli RO/RO e misti [h]	10,0
Navi rinfuse solide [h]	32,0
Navi rinfuse liquide [h]	8,1
Navi container [h]	19,0
Navi crociere [h]	14,2
Traghetti [h]	5,9
Navi merci forestali, frutta, siderurgici [h]	23,3

3.5.7 Bilancio dei consumi complessivi dei combustibili nell'area portuale

Per la determinazione dei consumi complessivi energetici in termini di consumi di combustibili si è fatto riferimento alla sommatoria delle diverse voci di consumo:

- consumi di combustibile per autotrazione a terra
- consumi di combustibile per movimentazione di mezzi marittimi a mare
- consumi di combustibili per uso civile (riscaldamento e condizionamento delle aree coperte, tecniche e di stoccaggio).

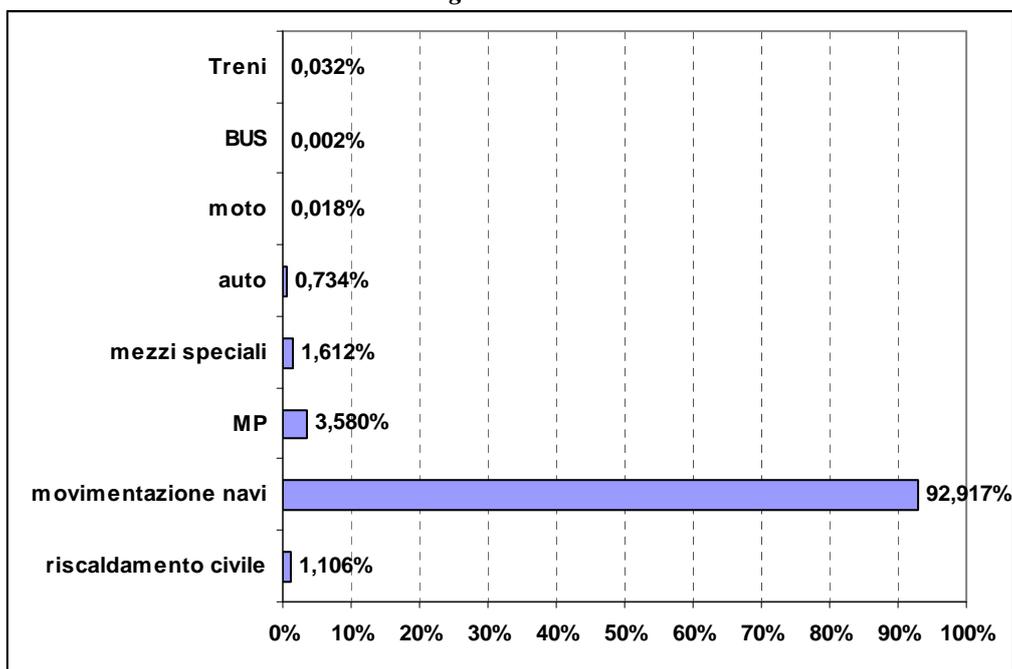
Complessivamente è stato determinato il consumo energetico dell'intero sistema portuale, rispetto a tre diverse tipologie di combustibili (combustibili liquidi, combustibili gassosi e GPL), in termini di GJ/anno consumate.

Tabella III- 3- 50

	combustibili liquidi	combustibili gassosi	GPL
	[GJ]	[GJ]	[GJ]
riscaldamento civile	10.505	3.869	295
movimentazione navi	1.232.438		
MP	47.483		
mezzi speciali	21.384		
auto	9.461		270
moto	235		
BUS	26		
Treni	421		
Totale	1.321.953	3.869	565

In termini percentuali il riferimento quantitativo riportato permette di verificare la seguente distribuzione dei consumi:

Figura III- 3- 12



Appare evidente come la componente predominante di consumi energetici dell'intera area portuale sia da indicarsi nella movimentazione e nel banchinaggio di navi, all'interno dell'area portuale, che corrispondono al 92,9% dei consumi totali.

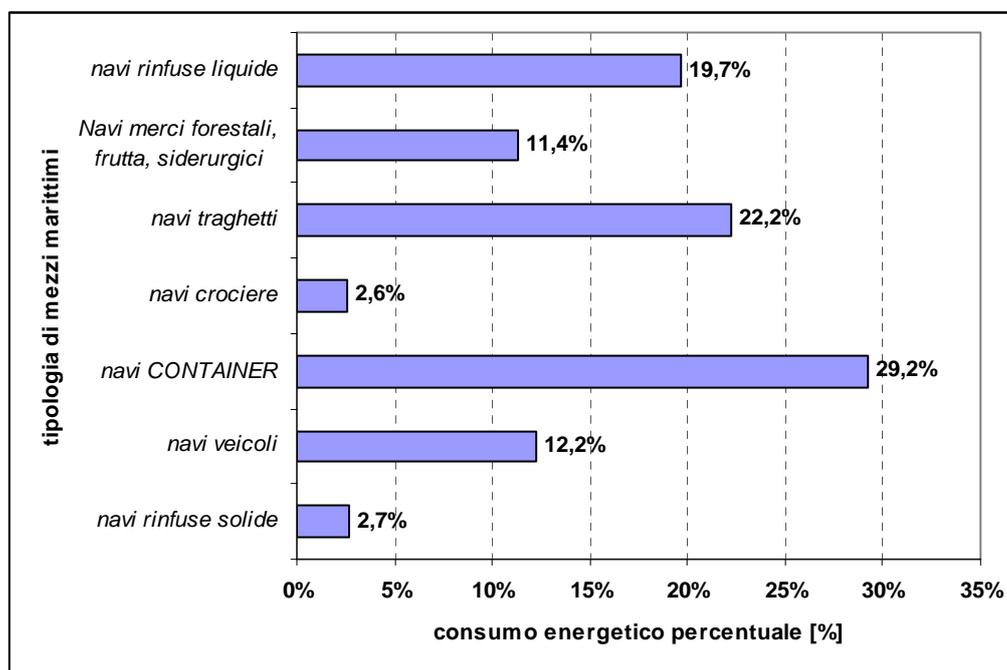
La movimentazione delle merci sia internamente (mezzi speciali e mezzi pesanti) che esternamente (mezzi pesanti) all'area portuale contribuisce al consumo di circa un 5,2% dell'energia complessivamente impiegata.

I consumi energetici derivanti dalle attività di riscaldamento e raffrescamento dei volumi edificati risultano assai ridotti essendo corrispondenti complessivamente ad un 1,1% dei consumi totali.

Da un'analisi di dettaglio sulle diverse tipologie di mezzi marittimi in transito è possibile evidenziare, rispetto alla tipologia di merci trasportate, una prevalenza dei consumi energetici dovuti alla movimentazione di container (29,2% dei consumi totali da mezzi marittimi), navi traghetti (22,2% dei consumi totali da mezzi marittimi) e navi di trasporto di rinfuse liquide (19,7% dei consumi totali da mezzi marittimi).

Impatti limitati, in termini di consumi di energia (intesa come consumo di combustibile) sono da imputare al traffico crocieristico (2,6% dei consumi totali da mezzi marittimi) e al trasporto di rinfuse solide (2,7% dei consumi totali da mezzi marittimi).

Figura III- 3- 13



Rispetto alla voce dei consumi marittimi è stato eseguito un dettaglio di confronto tra i consumi imputabili alla movimentazione e i consumi imputabili invece al banchinaggio dei mezzi marittimi.

E' possibile verificare che i consumi energetici dovuti al banchinaggio sono superiori a quelli imputabili alla movimentazione, essendo pari a circa il 77,5% dei consumi energetici totali.

Tabella III- 3- 51

Consumi energetici per combustibili [GJ]		
movimentazione navi	276.790	22,5%
banchinaggio navi	955.648	77,5%

3.5.8 Bilancio delle emissioni inquinanti del Sistema Portuale

In generale si può dire che tutte le emissioni considerate da processi “energetici” derivano da:

- condizioni di combustione non completa o non perfetta dovuta alla cinetica della stessa che è assai rapida e impedisce il completamento delle reazioni con produzione di incombusti;
- condizioni di combustione a cinetica non sufficientemente rapida, con manifestazione di reazioni indesiderate (ossidazione di azoto molecolare)
- ossidazione di composti presenti nel combustibile (ossidi di zolfo e microinquinanti inorganici).

Tra le emissioni dei sistemi energetici ed in particolare dai sistemi di stoccaggio o trasporto dei combustibili devono essere annoverate anche le emissioni evaporative (serbatoi e sistemi di alimentazione).

Gli ossidi di azoto, derivano dall'ossidazione dell'azoto dell'aria comburente (essendo l'azoto del combustibile assai ridotto). E' presente una parte ridotta dovuta alla cinetica assai rapida (prompt NO_x) che ha luogo nel sottile fronte di fiamma, mentre quella più rilevante (thermal NO_x) deriva dalla successiva ossidazione a valle dello stesso favorita dalle alte temperature.

La mancata ossidazione a biossido di azoto è dovuta al congelamento della reazione. Questo accade soprattutto nei motori diesel per il raffreddamento durante l'espansione (dovuto all'eccesso d'aria maggiore) e per il mescolamento dei gas combusti più freddi con i gas caldi.

Inoltre nella prima fase dell'iniezione si ha una miscela disomogenea che favorisce la formazione di queste sostanze.

L'emissione di ossidi di azoto è per la maggior parte di NO mentre la percentuale nell'aria è soprattutto di NO_2 , dovuto all'ossidazione dell'inquinante primario, e assai più dannoso perché forte irritante per le vie respiratorie.

Inoltre gli NO_x partecipano allo smog fotochimico.

Il monossido di carbonio è un composto gassoso dannoso per le vie respiratorie perché si combina col sangue e impedisce il normale trasporto di ossigeno, il monossido di carbonio può provocare gravi danni all'organismo fino alla morte.

La formazione di CO è legata alla cattiva combustione.

Il CO è strettamente correlato al flusso di traffico e a riguardo esistono delle correlazioni evidenti.

La sua variabilità è anche influenzata dal vento e dal clima, favorevole all'emissione nel caso invernale.

Anche per tale sostanza il contributo maggiore all'emissione deriva dalla cinetica che impedisce la completa ossidazione del carbonio: in seguito al fenomeno della dissociazione della CO_2 ad alta temperatura, il monossido viene congelato dalla bassa temperatura, anche in condizioni di tenore di ossigeno sufficiente.

Gli idrocarburi si dividono, tra le molte specie, in reattivi e non reattivi (metanici). Gli effetti di tali inquinanti sono legati alla loro partecipazione al fotosmog, se reattivi, favorendo l'ossidazione dell'azoto, e alla loro intrinseca pericolosità perché cancerogeni (aromatici).

In particolare si osservi che il metano contribuisce all'effetto serra.

L'ossidazione non completa della miscela combustibile porta alla formazione di idrocarburi incombusti, essa può comunque proseguire all'interno dei gas di scarico oppure in un sistema di post ossidazione.

La formazione di *HC* è dovuta a sistemi non ottimali di miscelazione e diffusione nella camera di combustione o a miscele troppo ricche, che non hanno sufficiente ossigeno, o troppo povere, perché anche in tal caso la combustione peggiora.

Complessivamente gli inquinanti presi in considerazione per la definizione del bilancio ambientale per il sistema portuale sono riportati nella tabella seguente.

Tabella III- 3- 52

NOX	ossidi di azoto (misurati come NO2)
CO	monossido di carbonio
NM VOC	composti organici volatili non metanici
SO2	ossidi di zolfo
CO2	anidride carbonica (inquinante ad effetto serra)
CH4	metano (inquinante ad effetto serra)
N2O	protossido di azoto (inquinante ad effetto serra)
CO2 eq.	anidride carbonica equivalente
PM10	polveri fini (granulometria inferiore a 10 micron)

Per la valutazione delle emissioni di anidride carbonica equivalente, intesa come valutazione del complessivo potenziale effetto serra prodotto dalla somma dei gas climalteranti, sono stati applicati i coefficienti moltiplicativi *GWP* (*Greenhouse weight potential*) per N_2O e CH_4 stimati a 100 anni di tempo di vita.

$$CO_2^{eq} = CO_2 + CH_4 \cdot GWP_{CH_4} + N_2O \cdot GWP_{N_2O}$$

essendo:

$$GWP_{CH_4} = 21$$

$$GWP_{N_2O} = 310$$

Ulteriori parametri che in fase di impiego e di gestione dei sistemi antropici possono influenzare le emissioni di inquinanti rispetto alle condizioni nominali possono essere:

- stato di manutenzione e procedure di manutenzione. Tale componente pur essendo evidente risulta di complessa correlazione attraverso opportune relazioni parametriche rispetto agli indici tipici di impiego del sistema.
- condizioni di funzionamento del sistema (condizioni di esercizio in cui viene a trovarsi il sistema).

I modelli di emissione da sorgenti antropiche in generale e più in particolare da sorgenti “energetiche” mettono in relazione le emissioni e le variabili che le influenzano.

I modelli possono essere statici o dinamici, questi ultimi considerano le emissioni istantaneamente secondo le variabili scelte e richiedono una grande quantità di dati.

I modelli statici, come CORINAIR, permettono il calcolo di valori medi di emissione di ogni sostanza in un intervallo di tempo (fattori di emissione).

Infatti si è dimostrato che, nonostante sia elevata l'influenza dei profili di emissione istantanei, i fattori totali sono esprimibili tramite le condizioni medie di esercizio dei sistemi (carico termico nel caso di macchine termiche o velocità di circolazione, nel caso di macchine per autotrazione).

I fattori di emissione base possono essere integrati con le sovraemissioni dovute ai transitori termici (funzionamento a freddo) o alle condizioni particolarmente gravose di marcia.

Per la stima delle emissioni dovute a tutte le diverse tipologie di sorgenti da traffico sia su gomma che su ferro, si è applicato il modello CORINAIR.

Per la stima delle emissioni dovute all'impiego di combustibili in caldaie dedicate al riscaldamento (o al condizionamento) di aree civili (uffici, volumi di stoccaggio etc.) si è fatto riferimento al modello CORINAIR.

Per la stima delle emissioni di inquinanti dovuti alla movimentazione dei mezzi marittimi si è fatto riferimento al modello riportato nel progetto MEET (MEET Project – contract n°ST-96-SC.204).

Tra i modelli disponibili per il calcolo delle emissioni si è scelto il modello CORINAIR che è senza dubbio quello più usato e che si basa su acquisizione di dati a livello europeo, sviluppato nel 1985 e aggiornato successivamente. La versione di CORINAIR usata nella presente fase di analisi è l'up-grade del settembre 1999.

Il modello non considera tutti gli aspetti che concorrono all'emissione dell'autoveicolo o di una caldaia per produzione di energia termica. Rispetto ai sistemi di autotrazione il modello comunque valuta le influenze del contributo tecnologico per tutte le modifiche sul motore e sul sistema di abbattimento dei gas di scarico, anche sulla base del mutante quadro di riferimento normativo in fatto di limitazione delle emissioni di inquinanti all'immatricolazione.

La distinzione viene effettuata per categorie di veicoli (in ragione dell'anno di immatricolazione, del tipo di combustibile e di cilindrata) e per tre tipologie di guida (urbana, extraurbana, autostradale), quando la velocità non sia direttamente una variabile della relazione del fattore di emissione.

Il modello contempla una serie di parametrizzazioni rispetto alle emissioni per evaporazione e a freddo. Nel caso specifico tali tipologie di emissioni sono state trascurate.

Nella valutazione delle emissioni, riguardo alle emissioni da traffico, è importante considerare la dinamica del traffico. Questa è data dalla stima della domanda di viabilità e dall'offerta del sistema viario. I parametri che influenzano la domanda sono molteplici e danno luogo ad analisi e valutazioni assai complesse.

Il sistema viario contribuisce allo scorrimento del traffico con la capacità della strada e con il sistema di smistamento del traffico attraverso semafori, rotonde, precedenze e stop oppure sistemi sfalsati di strade.

I modelli di traffico sono modelli descrittivi per valutazione o verifica, sono basati sulla teoria delle reti e su scelte comportamentali del conducente, vengono diversificati a seconda del tipo di flusso (interrotto come accade in città o ininterrotto per la marcia extraurbana.)

La valutazione complessiva delle emissioni prodotte permette di valutare la prevalenza relativa delle emissioni dovute alle attività di movimentazione e di banchinaggio dei mezzi marittimi all'interno dell'area portuale.

Tabella III- 3- 53

Emissioni totali dalle attività area portuale									
	NOX	CO	NMVOC	SO2	CO2	CH4	N2O	CO2 eq.	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
riscaldamento civile	1.339	209	178	1477,80	891.346	1,2	154,0	939.109	
movimentazione navi	845.399	2.397.329	540.361	115458,41	69.188.451	0,0	0,0	69.188.451	28.403
mezzi pesanti	8.434	1.492	857	1166,03	609.755	80,9	13,9	615.755	440
mezzi speciali	20.973	6.790	3.043	2578,62	1.348.446	73,1	558,7	1.523.178	2.463
auto	1.035	7.368	906	68,59	254.603	44,7	15,9	260.463	24
moto	8	1.370	110	0	5.957	13,5	0,1	6.282	0
BUS	85	23	14	12,44	6.509	1,5	0,2	6.603	5
Treni	230	62	27	58,03	18.210	1,0	7,2	20.463	26
Totale	877.504	2.414.643	545.495	120819,95	72.323.277	215,9	750,0	72.560.304	31.359
emissioni dalle sorgenti diverse da NAVI	32.105	17.315	5.134	5.362	3.134.826	216	750	3.371.853	2.957

In termini percentuali relativi, infatti tali sorgenti hanno un peso sul totale delle emissioni individuate come determinate dal complesso delle attività presenti entro l'area portuale, variabile a seconda del tipo di inquinante tra il 90 ed il 99%, fatta esclusione per N₂O e CH₄, per i quali il modello di emissione scelto non stima tali fattori di emissione.

Tabella III- 3- 54

Peso relativo percentuale delle emissioni da attività area portuale									
	NOX	CO	NMVOC	SO2	CO2	CH4	N2O	CO2 eq.	PM10
	[kg/anno]								
riscaldamento civile	0,15%	0,01%	0,03%	1,22%	1,23%	0,56%	20,53%	1,29%	0,00%
movimentazione navi	96,34%	99,28%	99,06%	95,56%	95,67%	0,00%	0,00%	95,35%	90,57%
MP	0,96%	0,06%	0,16%	0,97%	0,84%	37,49%	1,85%	0,85%	1,40%
mezzi speciali	2,39%	0,28%	0,56%	2,13%	1,86%	33,84%	74,50%	2,10%	7,85%
auto	0,12%	0,31%	0,17%	0,06%	0,35%	20,70%	2,12%	0,36%	0,08%
moto	0,00%	0,06%	0,02%	0,00%	0,01%	6,24%	0,02%	0,01%	0,00%
BUS	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,69%	0,03%	0,01%	0,02%
Treni	0,03%	0,00%	0,00%	0,05%	0,03%	0,48%	0,96%	0,03%	0,08%
Totale	100,00%								

Considerando il bilancio ambientale ristretto a tutte le sorgenti fatta esclusione per le emissioni di origine marittima (sorgenti “minori”, ovvero a minore impatto), è possibile evidenziare che i maggiori impatti percentuali sono da riferirsi alle emissioni dovute alle movimentazioni di merci all’interno dell’area portuale.

Le emissioni dovute ai mezzi speciali (mezzi di trasporto e movimentazione ad esclusivo uso interno al porto, corrispondono infatti alla quota di bilancio predominante per la gran parte degli inquinanti presi in esame. Tale effetto è particolarmente evidente per ossidi di azoto (65,33% delle emissioni “minori” sono dovute ai mezzi speciali) e per le polveri fini, per le quali l’effetto di tali sorgenti è pari a più del 84% del totale delle sorgenti “minori”.

Tabella III- 3- 55

Peso relativo percentuale delle emissioni non marittime									
	NOX	CO	NM VOC	SO2	CO2	CH4	N2O	CO2 eq.	PM10
	[kg/anno]								
riscaldamento civile	4,17%	1,20%	3,46%	27,56%	28,43%	0,56%	20,53%	27,85%	0,00%
MP	26,27%	8,62%	16,68%	21,75%	19,45%	37,49%	1,85%	18,26%	14,87%
mezzi speciali	65,33%	39,22%	59,27%	48,09%	43,02%	33,84%	74,50%	45,17%	83,29%
auto	3,22%	42,55%	17,65%	1,28%	8,12%	20,70%	2,12%	7,72%	0,80%
moto	0,03%	7,91%	2,14%	0,00%	0,19%	6,24%	0,02%	0,19%	0,00%
BUS	0,27%	0,13%	0,27%	0,23%	0,21%	0,69%	0,03%	0,20%	0,16%
Treni	0,72%	0,36%	0,53%	1,08%	0,58%	0,48%	0,96%	0,61%	0,88%
Totale	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Rispetto alle origini delle emissioni nel settore specifico di massimo impatto ambientale, per una corretta valutazione delle possibili linee di intervento, è necessario verificare le attività che determinano le maggiori emissioni, rispetto alla tipologia di merce movimentata. Tale approfondimento può essere riferito sia alle singole fasi di banchinaggio e di movimentazione all’interno del porto, che all’impatto complessivo dovuto all’insieme delle attività svolte durante la permanenza dentro l’area portuale.

Tabella III- 3- 56

Emissioni dovute alle fasi di BANCHINAGGIO						
	NOX	CO	VOC	SO2	CO2	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
navi rinfuse solide	15.775	67.899	15.843	2.743	1.643.988	675
navi veicoli	45.195	194.534	45.391	7.860	4.710.090	1.934
navi CONTAINER	153.689	661.532	154.357	26.729	16.017.083	6.575
navi crociere	15.939	68.606	16.008	2.772	1.661.104	682
navi traghetti	133.328	573.890	133.908	23.187	13.895.099	5.704
Navi merci forestali, frutta, siderurgici	65.921	283.745	66.207	11.464	6.870.069	2.820
navi rinfuse liquide	84.939	365.608	85.309	14.772	8.852.155	3.634
TOTALE	514.785	2.215.815	517.024	89.528	53.649.587	22.024

Per questo scopo è stato verificato il peso relativo delle diverse tipologie di flussi di merci, per quanto riguarda sia le emissioni imputabili alle attività di movimentazione dei mezzi marittimi impiegati che alle emissioni dovute ai corrispondenti periodi di banchinaggio, necessari per le relative attività di scarico e successivo, eventuale carico.

Tabella III- 3- 57

Emissioni dovute alle fasi di MOVIMENTAZIONE						
	NOX	CO	VOC	SO2	CO2	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
navi rinfuse solide	4.332	2.379	306	340	203.621	84
navi veicoli	80.114	43.984	5.655	6.283	3.765.347	1.546
navi CONTAINER	89.795	49.299	6.338	7.043	4.220.366	1.733
navi crociere	2.588	1.421	183	203	121.632	50
navi traghetti	31.143	17.098	2.198	2.443	1.463.705	601
Navi merci forestali, frutta, siderurgici	20.941	11.497	1.478	1.642	984.231	404
navi rinfuse liquide	101.701	55.836	7.179	7.977	4.779.962	1.962
TOTALE	330.614	181.514	23.337	25.931	15.538.864	6.379

Innanzitutto è determinante verificare il maggiore impatto dovuto alle emissioni originate durante le fasi di banchinaggio, rispetto alle emissioni prodotte durante le altre diverse fasi di movimentazione. Tale effetto è evidente per quasi tutte le tipologie di merci trattate e per quasi tutte le specie inquinanti prese in considerazione. La variabilità dei dati di peso percentuale delle due fasi è determinata da:

- diversi tempi medi di banchinaggio e movimentazione stimati per le diverse tipologie di merci trattate;
- diversi fattori di emissioni tipici delle diverse tipologie di mezzi;
- diversi quantitativi medi di merci trasportate mediamente per le diverse tipologie di merci.

Tabella III- 3- 58

Peso percentuale della fase di BANCHINAGGIO						
	NOX	CO	VOC	SO2	CO2	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
navi rinfuse solide	78,45%	96,62%	98,11%	88,98%	88,98%	88,98%
navi veicoli	36,07%	81,56%	88,92%	55,57%	55,57%	55,57%
navi CONTAINER	63,12%	93,06%	96,06%	79,15%	79,15%	79,15%
navi crociere	86,03%	97,97%	98,87%	93,18%	93,18%	93,18%
navi traghetti	81,06%	97,11%	98,38%	90,47%	90,47%	90,47%
Navi merci forestali, frutta, siderurgici	75,89%	96,11%	97,82%	87,47%	87,47%	87,47%
navi rinfuse liquide	45,51%	86,75%	92,24%	64,94%	64,94%	64,94%
TOTALE	60,89%	92,43%	95,68%	77,54%	77,54%	77,54%

Dal punto di vista dell'analisi delle linee di intervento è assai importante la definizione dei possibili segmenti di mercato di interesse per la definizione di possibili azioni

correttive o di possibili azioni atte alla limitazione di eventuali fattori di crescita degli impatti originati da modifiche delle tipologie di flussi portuali.

Tale approfondimento è stato inteso in termini di valutazione del peso relativo dei diversi flussi classificati all'interno delle diverse attività portuali, per i diversi inquinanti, rispetto al valore complessivo di impatto originato dai mezzi marittimi.

Tabella III- 3- 59

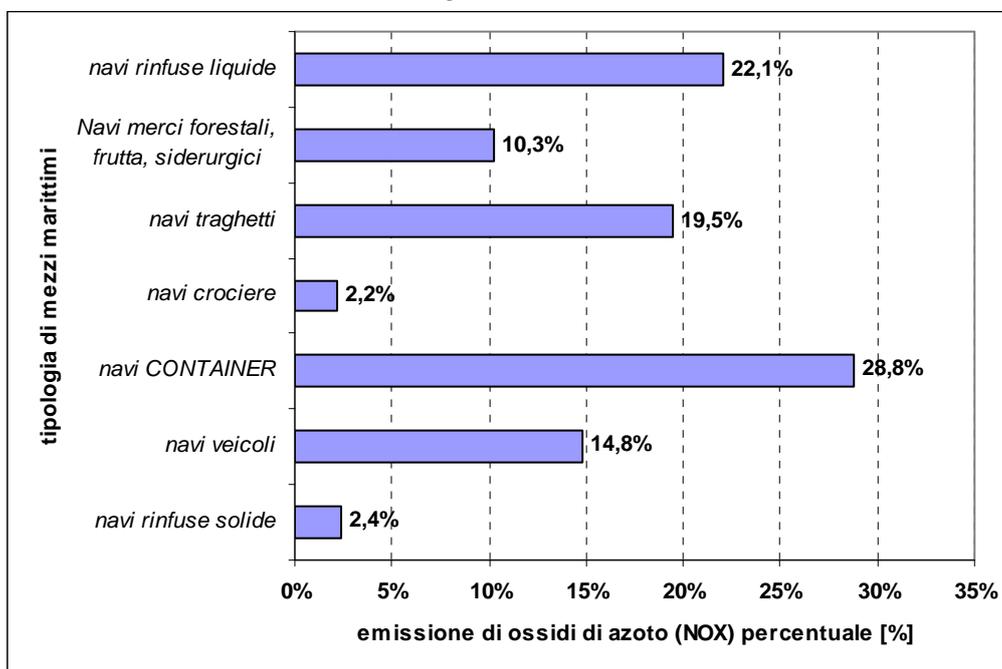
Peso relativo delle diverse attività nella emissione di inquinanti da movimentazione navi						
	NOX	CO	VOC	SO2	CO2	PM10
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
navi rinfuse solide	2,4%	2,9%	3,0%	2,7%	2,7%	2,7%
navi veicoli	14,8%	9,9%	9,4%	12,2%	12,2%	12,2%
navi CONTAINER	28,8%	29,7%	29,7%	29,2%	29,2%	29,2%
navi crociere	2,2%	2,9%	3,0%	2,6%	2,6%	2,6%
navi traghetti	19,5%	24,7%	25,2%	22,2%	22,2%	22,2%
Navi merci forestali, frutta, siderurgici	10,3%	12,3%	12,5%	11,4%	11,4%	11,4%
navi rinfuse liquide	22,1%	17,6%	17,1%	19,7%	19,7%	19,7%

I dati risultanti permettono di valutare come le attività connesse al trattamento e quindi alla movimentazione dei container costituiscono la maggiore fonte di impatto complessivo, per le diverse tipologie di inquinanti, contribuendo alla emissione di quote percentuali di inquinanti variabili a seconda dell'inquinante specifico, ma comunque sempre prossime al 30%.

Analogamente a quanto analizzato per i consumi energetici (stante la ovvia corrispondenza tra consumi di combustibile e attività antropiche e quindi produzione anche di inquinanti) fonti di emissioni notevoli sono anche le movimentazioni di merci rinfuse liquide e le attività dei traghetti.

Effetto ridotto di emissione di inquinamento è invece dovuto alla attività connesse con il settore crocieristico e con il settore delle rinfuse solide, per i quali il peso relativo è sempre comunque uguale o inferiore al 3% dell'impatto totale.

Figura III- 3- 14



Data la particolare criticità, un dettaglio è stato effettuato per quanto riguarda gli impatti percentuale relativi da ossidi di azoto, rispetto a cui, riferendosi sempre all'anno 2001, i flussi a maggiore impatto (container, rinfuse liquide e traghetti) contribuiscono alla produzione e alla emissione all'interno dell'area portuale del 70,4% del totale emesso.

La valutazione comparativa tra le emissioni originate dalle diverse attività legate all'area portuale e le emissioni complessivamente originate nell'area urbana della città di Livorno è stata effettuata prendendo a riferimento i dati del bilancio relativo all'inventario delle emissioni regionali (IRSE 1995).

Il confronto tra i dati ricavati e i dati relativi all'inventario delle emissioni è riferito a archi temporali diversi (anno 2001 per il bilancio portuale e 1995 per l'inventario regionale) e pertanto il confronto deve considerarsi valido solo a scopo di confronto qualitativo.

Tabella III- 3- 59

Emissioni dovute alle fasi di MOVIMENTAZIONE						
	NOX	CO	NMVOC	SO2	CO2 eq.	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
riscaldamento civile	158.740	177.892	22.241	60.480	181.732.724	46.103
porto	1.824.100	3.720.200	2.950.300	230.000	206.931.520	51.700
porto (solo movimentazioni navi)	942.700	3.605.800	837.200	168.200	151.347.380	36.500
traffico urbano	822.189	9.925.998	1.438.043	75.169	130.120.113	56.332
emix totali Comune di LI	8.512.600	18.053.536	7.678.085	15.650.263	2.981.747.875	683.497

Appare comunque interessante verificare come le emissioni complessive stimate per il totale delle attività connesse con l'area portuale corrispondano a quote sensibili per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto (10,84% delle emissioni comunali riferite al 1995) e di monossido di carbonio (13,51% delle emissioni comunali riferite al 1995), mentre un valore percentuale assai più limitato è quello relativo alle emissioni di ossidi di zolfo (SO₂ prodotto da attività "portuali" pari all'0,81% del totale stimato a livello comunale) e di gas climalteranti (CO₂ prodotta da attività portuali pari a circa il 2,56% del bilancio comunale totale).

Rispetto all'impatto dovuto al riscaldamento e raffrescamento per le costruzioni presenti in area portuale, queste contribuiscono alla emissioni di inquinanti pari complessivamente a valori molto ridotti rispetto a quanto stimato per l'intero settore del riscaldamento civile per il Comune di Livorno (valori percentuali sempre inferiori al 1% fatta eccezione per le emissioni di SO₂).

Tabella III- 3- 60

Confronti con dati IRSE 1995 - trasporti a terra						
	NOX	CO	NMVOC	SO2	CO2 eq.	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
emissioni da trasporti a terra Porto	76.087	41.553	11.399	9.975	6.094.558	5.499
traffico urbano	822.189	9.925.998	1.438.043	75.169	130.120.113	56.332
trasporti PORTO/totale trasporti Comune di LI	9,25%	0,42%	0,79%	13,27%	4,68%	9,76%

Sensibili invece gli impatti dovuti al traffico dovuto al complesso delle attività portuali, quindi riferiti sia alle movimentazioni su gomma e ferro sia interne che esterne all'area portuale, con particolare riferimento agli impatti da ossidi di azoto (emissioni dei trasporti "portuali" pari a circa il 9,25% delle emissioni dei trasporti urbani del Comune di Livorno), monossido di carbonio (emissioni dei trasporti "portuali" pari a circa il 13,51% delle emissioni dei trasporti urbani del Comune di Livorno) e idrocarburi (emissioni dei trasporti "portuali" pari a circa il 7,19% delle emissioni dei trasporti urbani del Comune di Livorno).

Tabella III- 3- 61

Confronti con dati IRSE 1995 - riscaldamento civile						
	NOX	CO	NMVOC	SO2	CO2 eq.	PM10
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
riscaldamento civile in area portuale	1.339	209	178	1.478	939.109	0
riscaldamento civile Comune Livorno (IRSE)	158.740	177.892	22.241	60.480	181.732.724	46.103
riscaldamento civile PORTO/totale riscaldamento Comune di LI	0,84%	0,12%	0,80%	2,44%	0,52%	0,00%

Tabella III- 3- 62

Confronti con dati IRSE 1995 - emissioni totali						
	NOX	CO	NM VOC	SO ₂	CO ₂ eq.	PM ₁₀
	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]	[kg/anno]
emissioni totali Porto	922.826	2.439.091	551.937	126.911	76.222.117	33.901
emissioni totali Comune di Livorno (IRSE)	8.512.600	18.053.536	7.678.085	15.650.263	2.981.747.875	683.497
emissioni PORTO/totale emissioni Comune di LI	10,84%	13,51%	7,19%	0,81%	2,56%	4,96%

4 CONCLUSIONI

Relativamente al bilancio energetico ed ambientale del sistema portuale, elemento cardine di questo lavoro, molti sono gli elementi di interesse emersi e, analogamente, molti gli spunti possibili dal punto di vista delle politiche di risposta.

Dalle analisi effettuate, appare evidente come la componente predominante di consumi energetici dell'intera area portuale sia da indicarsi nella movimentazione e nel banchinaggio di navi, all'interno dello specchio portuale, che corrispondono al 92,9% dei consumi totali.

La movimentazione delle merci sia internamente (mezzi speciali e mezzi pesanti) che esternamente (mezzi pesanti) all'area portuale contribuisce al consumo di circa un 5,2% dell'energia complessivamente impiegata.

I consumi energetici derivanti dalle attività di riscaldamento e raffrescamento dei volumi edificati risultano assai ridotti, essendo corrispondenti complessivamente ad un 1,1% dei consumi totali.

Inoltre, da un'analisi di dettaglio sulle diverse tipologie di mezzi marittimi in transito è possibile evidenziare, rispetto alla tipologia di merci trasportate, una prevalenza dei consumi energetici dovuti alla movimentazione di container (29,2% dei consumi totali da mezzi marittimi), navi traghetti (22,2% dei consumi totali da mezzi marittimi) e navi di trasporto di rinfuse liquide (19,7% dei consumi totali da mezzi marittimi).

Impatti limitati, in termini di consumi di energia (intesa come consumo di combustibile) sono da imputare al traffico crocieristico (2,6% dei consumi totali da mezzi marittimi) e al trasporto di rinfuse solide (2,7% dei consumi totali da mezzi marittimi).

Rispetto alla voce dei consumi marittimi è stato eseguito un dettaglio di confronto tra i consumi imputabili alla movimentazione e i consumi imputabili invece al banchinaggio dei mezzi marittimi.

E' possibile verificare che i consumi energetici dovuti al banchinaggio sono superiori a quelli imputabili alla movimentazione, essendo pari a circa il 77,5% dei consumi energetici totali.

Per quel che riguarda il bilancio complessivo delle emissioni inquinanti e climalteranti derivanti dai consumi energetici dell'intero sistema portuale livornese, è necessario evidenziare come, in conseguenza dei consumi energetici prima richiamati, la funzione a cui attribuire la prevalenza delle emissioni è sicuramente quella dell'attività di movimentazione e di banchinaggio dei mezzi marittimi all'interno dell'area portuale.

In termini percentuali relativi, infatti, tali sorgenti hanno un peso sul totale delle emissioni, individuate come determinate dal complesso delle attività presenti entro l'area portuale, variabile, a seconda del tipo di inquinante, tra il 90 ed il 99%.

Inoltre, considerando il bilancio ambientale ristretto a tutte le sorgenti, fatta esclusione per le emissioni di origine marittima (sorgenti "minori"), è emerso con chiarezza come i maggiori impatti percentuali sono da riferirsi alle emissioni dovute alle movimentazioni

di merci all'interno dell'area portuale; in particolare quelle dovute ai mezzi speciali (mezzi di trasporto e movimentazione ad esclusivo uso interno al porto).

Tale effetto è particolarmente evidente per ossidi di azoto (circa il 65% delle emissioni "minori") e per le polveri fini (circa l'84% del totale delle sorgenti "minori").

Rispetto alle origini delle emissioni, riferite sia alle singole fasi di banchinaggio e di movimentazione all'interno del porto, che all'impatto complessivo dovuto all'insieme delle attività svolte durante la permanenza dentro l'area portuale, si nota il maggiore contributo dovuto alle emissioni originate durante le fasi di banchinaggio, rispetto alle emissioni prodotte durante le altre diverse fasi di movimentazione. Tale effetto è evidente per quasi tutte le tipologie di merci trattate e per quasi tutte le specie inquinanti prese in considerazione.

Ancora, in termini di valutazione del peso relativo dei diversi flussi classificati all'interno delle diverse attività portuali, per i diversi inquinanti, rispetto al valore complessivo di impatto originato dai mezzi marittimi, i risultati del lavoro di analisi evidenziano come le attività connesse al trattamento e quindi alla movimentazione dei container, costituiscono la maggiore fonte di impatto complessivo, per le diverse tipologie di inquinanti, contribuendo alla emissione di quote percentuali di inquinanti variabili a seconda dell'inquinante specifico, ma comunque sempre prossime al 30%.

Analogamente a quanto analizzato per i consumi energetici, stante la ovvia corrispondenza tra consumi di combustibile delle attività antropiche e la produzione di inquinanti, fonti di emissioni notevoli sono anche le movimentazioni di merci rinfuse liquide e le attività dei traghetti.

Effetto ridotto di emissione di inquinamento è invece dovuto alla attività connesse con il settore crocieristico e con il settore delle rinfuse solide, per i quali il peso relativo è sempre comunque uguale o inferiore al 3% dell'impatto totale.

Di particolare criticità sono gli impatti, percentuali, relativi agli ossidi di azoto, rispetto a cui, riferendosi sempre all'anno 2001, i flussi a maggiore peso (container, rinfuse liquide e traghetti) contribuiscono alla produzione ed alla emissione all'interno dell'area portuale del 70,4% del totale emesso dello stesso inquinante.

Infine, di particolare significatività è la valutazione comparativa tra le emissioni originate dalle diverse attività legate all'area portuale e le emissioni complessivamente originate nell'area urbana della città di Livorno¹⁶.

Le emissioni complessive stimate per il totale delle attività connesse con l'area portuale corrispondano a quote sensibili per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto e di monossido di carbonio; valori percentuali assai più limitati per le emissioni di ossidi di zolfo e di gas climalteranti.

¹⁶ Il confronto è stato effettuato prendendo a riferimento i dati del bilancio relativo all'inventario delle emissioni regionali (IRSE 1995); il confronto tra i dati del lavoro di analisi svolto dai redattori del presente lavoro ed i dati relativi all'inventario delle emissioni è riferito a archi temporali diversi (anno 2001 per il bilancio portuale e 1995 per l'inventario regionale); di conseguenza, la comparazione deve considerarsi valida solo allo scopo di confronto qualitativo.

Valori ridotti sono stati valutati anche per il riscaldamento e raffrescamento delle costruzioni dell'area portuale rispetto a quanto stimato per l'intero settore del riscaldamento civile per il Comune di Livorno (fatta eccezione per le emissioni di anidride solforosa).

Sensibili invece gli impatti dovuti al traffico delle attività portuali (riferiti sia alle movimentazioni su gomma e ferro, sia interne che esterne all'area portuale), con particolare riferimento agli impatti da ossidi di azoto, monossido di carbonio e idrocarburi.

A conclusione del lavoro, pur non essendo prevista contrattualmente la definizione di scenari risolutivi delle diverse problematiche evidenziate dal consumo energetico e dalle emissioni inquinanti e climalteranti, è stato ritenuto corretto fornire al sistema decisionale alcuni spunti sui possibili indirizzi di razionalizzazione e riduzione del sistema portuale.

Dal punto di vista delle potenzialità di razionalizzazione energetica (riduzione dei costi economici e delle emissioni inquinanti/climalteranti) della domanda proveniente del sistema dei volumi edificati civili e terziari del porto, è interessante notare come esista un gruppo di edifici molto vicini tra loro, in una area ristretta, con una notevole potenza complessiva installata per riscaldamento ed acqua sanitaria; la proprietà è per lo più pubblica e le funzioni tali da far pensare ad una buona coincidenza della richiesta delle diverse strutture.

E' quindi possibile ipotizzare un impianto di cogenerazione di energia elettrica e calore, unificato per questi edifici, con una potenza elettrica installata di circa 500 kW, così da poter lavorare con notevole continuità; per quel che riguarda la domanda di condizionamento durante il periodo estivo, sarebbe possibile usare il calore, circa 1500 kW, per azionare macchine frigorifere ad assorbimento, con una resa di almeno 800 kW frigoriferi, oltre all'elettricità.

Inoltre, sul molo di fronte, vicini ma divisi dalla darsena, ci sono altri tre edifici con una potenza termica invernale di circa 700 kW; inserendo anch'essi nell'impianto di teleriscaldamento, sarebbe possibile aumentare la potenza installata, ma anche avere un utilizzatore estivo importante.

Uno di questi edifici ospita, infatti, i magazzini del terminale Dole, refrigerati d'estate per conservare frutta a temperatura più che compatibile con un sistema frigorifero ad assorbimento; le varie richieste, estive ed invernali, paiono, quindi, essere complementari in modo interessante, sia dal punto di vista tecnico che economico ambientale.

Non bisogna trascurare comunque la riduzione delle emissioni dovuta al ridotto consumo di energia elettrica, sia per l'autoproduzione effettuabile, che per il ridotto uso nei sistemi frigoriferi, che spinge anche l'UE a proporre incentivi per la realizzazione di impianti di cogenerazione.

Per quel che riguarda le possibili risposte di razionalizzazione dei consumi energetici e di riduzione delle emissioni climalteranti ed inquinanti della logistica portuale, dalle analisi sviluppate risulta evidente come i maggiori effetti ambientali positivi e la maggiore efficienza energetica si possano ottenere intervenendo sulla movimentazione e, soprattutto, sul banchinaggio dei vettori navali che transitano all'interno del porto.

Il maggior consumo energetico e, conseguentemente, il maggior bilancio di emissioni inquinanti, derivano, sostanzialmente, dall'utilizzo dei motori delle navi container e dei traghetti per la fornitura di energia elettrica all'intero sistema durante le fasi di banchinaggio; ovverosia, anche a nave "ferma", la potenza dei motori è necessaria per permettere lo svolgimento delle funzioni interne della stessa: dalla conservazione delle merci sino all'illuminazione dei ponti.

La seconda motivazione "di peso" nel bilancio dei consumi energetici e delle emissioni inquinanti nel sistema portuale livornese deriva ugualmente dai motori delle navi che vi transitano, utilizzati per le manovre di ingresso/uscita o per gli spostamenti interni tra le banchine, ma con una potenza erogata ben al di sopra di quella che è l'effettiva energia cinetica necessaria allo spostamento per brevi tratti prima dell'attracco¹⁷.

Di conseguenza, una riduzione drastica dei consumi e, quindi, delle emissioni inquinanti, potrebbe venire da una politica energetico-ambientale mirata a:

- fornire energia elettrica alle navi nella fase di banchinaggio, al fine di ridurre la necessità di utilizzare i motori della stessa per produrla;
- fornire combustibile a minor impatto ambientale (ad esempio il gasolio bianco o biodiesel), al fine di ridurre le emissioni inquinanti durante la fase di movimentazione interna al porto delle navi ed anche dei mezzi portuali di servizio (ad esempio le pilotine).

Per quel che riguarda la fornitura di energia elettrica, data la domanda potenziale degli edifici civili e delle navi, ed anche di tutte le strutture portuali, si potrebbero raggiungere ottime economie di scala se fosse l'intero porto ad utilizzare l'installazione, in situ, di un nuovo impianto di cogenerazione, per la fornitura di calore ed energia elettrica; ancora maggiori possono essere le potenzialità della cogenerazione locale se il nuovo impianto fosse progettato per servire, oltre al porto, anche parte della domanda industriale adiacente allo stesso.

Analogamente, per quel che riguarda la fornitura di combustibili a minor impatto ambientale, buone economie di scala potrebbero ottenersi attraverso specifico accordo commerciale con un'azienda livornese che produce, in situ, biodiesel.

¹⁷ Dall'analisi di dettaglio dei tempi di movimentazione delle navi all'interno del porto è evidente come molto del tempo che intercorre tra l'ingresso nel sito ed il conseguente attracco, o per la movimentazione tra due diverse banchine, trascorre con la nave costretta a posizionarsi in stand-by; cioè a dire in attesa negli spazi di manovra portuali per consentire lo spostamento di altri vettori o la liberazione dei punti di attracco da parte di altre navi. In questa fase di attesa, il motore può operare per molto tempo, a potenze elevate, anche se non viene messo in connessione meccanica con l'elica (il motore è a "folle"). Di conseguenza, i tempi di attesa, così come quelli di banchinaggio, comportano, comunque, un consumo energetico ed il relativo bilancio delle emissioni inquinanti.

Infine, è da segnalare la necessità di una riorganizzazione della logistica interna del porto per la movimentazione e lo stoccaggio delle merci; molti dei passaggi e delle transizioni che vengono effettuate possono essere razionalizzate e rese più efficienti, non solo nella tempistica, ma anche nei consumi energetici e nelle emissioni inquinanti che ne derivano.

Anche in questo caso, come per i precedenti, effettivi vantaggi possono essere ottenuti solo attraverso un processo di sinergia e cooperazione dei diversi attori e delle diverse infrastrutture esistenti nel porto.

APPENDICE I – SCHEDE DI RILEVAMENTO

Scheda n. 1 Rilevamento strutturale

FABBRICATO N° ____ ... _____

Tipo di tetto
a falda
piano
altro

Breve descrizione della tipologia di copertura

DATI DELLE FACCIATE E SUPERFICI DISPERDENTI

FACCIATA NORD

breve descrizione della tipologia del rivestimento della facciata

altezza Dimensione sup.tot. 1 m²

n° totale di finestre sulla facciata sup. vetro S m² sup. vetro D m²
n.b. S= vetro singolo
 D= vetro doppio

altezza 1 larghezza 1 sup.tot. 1 colore
 quantita'

altezza larghezza sup.tot. colore
 quantita'

n° delle porte sulla facciata sup. vetro S m² sup. vetro D m²
n.b. S= vetro singolo
 D= vetro doppio

altezza 1 larghezza 1 sup.tot. colore
 quantita'

FACCIATA SUD

breve descrizione della tipologia del rivestimento della facciata

altezza Dimensione sup.tot. 1 m²

n° totale finestre sulla facciata sup. vetro S m² sup. vetro D m²
n.b. S= vetro singolo
 D= vetro doppio

altezza 1 larghezza 1 sup.tot. 1 colore
 quantita'

altezza	larghezza 1	sup.tot. 1	colore	
quantita' 1				
n° delle porte sulla facciata		sup. vetro S	sup. vetro D	
n.b.	S= vetro singolo D= vetro doppio	m ²	m ²	
altezza 1	larghezza 1	sup.tot.	colore	
quantita' 1				
FACCIATA EST				
breve descrizione della tipologia del rivestimento della facciata				
altezza	Dimensione	sup.tot.	m ²	
n° totale di finestre sulla facciata		sup. vetro S	sup. vetro D	
n.b.	S= vetro singolo D= vetro doppio	m ²	m ²	
altezza 1	larghezza 1	sup.tot.	colore	
quantita' 1				
n° delle porte sulla facciata		sup. vetro S	sup. vetro D	
n.b.	S= vetro singolo D= vetro doppio	m ²	m ²	
altezza 1	larghezza 1	sup.tot.	colore	
quantita' 1				
FACCIATA/OVEST				
breve descrizione della tipologia del rivestimento della facciata				
altezza	Dimensione	sup.tot.	m ²	
n° totale di finestre sulla facciata		sup. vetro S	sup. vetro D	
n.b.	S= vetro singolo D= vetro doppio	m ²	m ²	
altezza 1	larghezza 1	sup.tot.	colore	
quantita' 1				
parete ventilata (tutti i possibili tipi)		A		
muro esterno in mattoni pieni		B		
muro esterno in mattoni forati		C		
muro esterno in pietra		D		
muro esterno di muratura mista		E		
muro esterno in vetro cemento		F		

<i>muro esterno in calcestruzzo</i>	G
<i>muro esterno in prefabbricato leggero</i>	H
<i>muro esterno in prefabbricato pesante</i>	I
<i>isolamento esterno(pannello o cappotto)</i>	N
<i>isolamento esterno in vetro</i>	P

Scheda n. 2 - Rilevamento termico

<u>Scheda Rilevamento Edificio</u>		
Nominativo dell'occupante	<input type="text"/>	
Nominativo del Proprietario	<input type="text"/>	
Ubicazione	<input type="text"/>	
Via/P.zza	<input type="text"/>	
Anno di costruzione	<input type="text"/>	
Superficie destinata uffici	<input type="text"/>	m ²
Superficie destinata magazzino	<input type="text"/>	m ²
Superficie destinata produttivo	<input type="text"/>	m ²
Altro	<input type="text"/>	m ²
Superficie di base dell'edificio	<input type="text"/>	m ² (totale riferito a n°4 fabbricati da 600m ² ciascuno)
Altezza degli edifici	<input type="text"/> m (per 2 fabbricati)	<input type="text"/> m(per gli altri 2 fabbricati)
Volume lordo complessivo	<input type="text"/>	m ³
Numero dei piani fuori terra	<input type="text"/> (per 2 fabbricati)	<input type="text"/> (per gli altri 2 fabbricati)
<hr/>		
Superficie disperdente totale	<input type="text"/>	m ²
sommare sup. tetto+sup.dei solai+sup. laterale (su spazi scoperti)		
Fattore di forma (sup. disperd. tot./volume)	<input type="text"/>	

Orario utilizzo medio del fabbricato	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
Numero occupanti medio giornaliero	<input type="text"/>					
Impianto di produzione acqua sanitaria						
caldaia	<input type="text"/>	50Kw				
scaldacqua elettrico	<input type="text"/>	Kw				
impianti solari	<input type="text"/>	Kw				
Tipo impianto di riscaldamento						
caldaia	<input type="text"/>	ore di funzionamento al giorno	<input type="text"/>			
n°2 pompe di calore	<input type="text"/>	ore di funzionamento al giorno	<input type="text"/>			
n°25 split	<input type="text"/>	ore di funzionamento al giorno	<input type="text"/>			
altro	<input type="text"/>	ore di funzionamento al giorno	<input type="text"/>			
Temperatura media interna di riferimento	<input type="text"/>					
Impianto di distribuzione						
n°60 fan-coils	<input type="text"/>					
radiatori	<input type="text"/>					
altro	<input type="text"/>					
Tipo di alimentazione						
gas	<input type="text"/>	n° caldaie	<input type="text"/>	potenza	<input type="text"/>	kW
gasolio	<input type="text"/>	n° caldaie	<input type="text"/>	potenza	<input type="text"/>	kW
elettrico	<input type="text"/>	n° caldaie	<input type="text"/>	potenza	<input type="text"/>	kW
altro	<input type="text"/>			potenza	<input type="text"/>	kW
Consumi annui						
	anno 2001	anno 2000	anno 1999			
gas	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> m ³			
gasolio	<input type="text"/> t	<input type="text"/> t	<input type="text"/> t			
elettrico	<input type="text"/> kW	<input type="text"/> kW	<input type="text"/> kW			

Impianto di raffreddamento

impianti frigoriferi

potenza

 kW

altro

potenza

Temperatura media interna di riferimento

Consumo annuo

elettrico

anno 2001

 kW

anno 2000

 kW

anno 1999

 kW

Tipo impianto di cogenerazione (breve descrizione)

Elaborati disponibili del fabbricato

strutturali

architettonici

impianti elettrici

impianti meccanici

Responsabile manutenzione impianti

Ditta

nome

cognome

Brevi commenti sull'efficienza dell'impianto, consumi, rumorosità, soddisfazione dell'utenza ed altro

Per chiarimenti relativi alla compilazione rivolgersi alla Sintesis s.r.l.e chiedere dell'ing. L. Pirozzi e/o ing. R. Butta Tel. 0586/815245 dalle ore 9,00 alle ore 13,00 e dalle ore 14,00 alle ore 18,00 e-mail sintes@tin.it

