

## INTRODUZIONE

L'inquinamento acustico può essere prodotto dal traffico, dagli insediamenti produttivi e, più in generale, da impianti, macchine, attrezzature, dispositivi, nonché da attività umane.

Il controllo di tale tipo di inquinamento può richiedere molteplici azioni da parte dei soggetti interessati. Tra queste assume un'importanza fondamentale la misura e la valutazione del rumore finalizzata all'ottenimento di dati che possano essere confrontati con i valori limite.

Il presente lavoro comprende uno studio sulle previsioni dell'inquinamento acustico connesso all'esercizio delle attività portuali e all'impiego della rete viaria esistente in seguito alla realizzazione di un approdo turistico in località S.Erasmo a Palermo.

In genere gli ambiti portuali sono inseriti in contesti urbani con la conseguenza che risulta difficile, specialmente per i porti che presentano maggiori dimensioni, una separazione tra la componente di rumore legata all'attività del porto rispetto alle restanti attività presenti nell'intorno. Spesso infatti la maggior parte del disturbo è dovuto al traffico insistente sulle strade limitrofe, sulle quali l'effetto della presenza del porto è quello di comportare un aumento di flusso veicolare legato all'indotto, difficilmente stimabile perché in funzione di parametri giornalieri e/o stagionali.

Altre sorgenti che contribuiscono a innalzare i livelli di rumore in prossimità degli ambiti portuali sono rappresentate da una serie di emissioni connesse a comportamenti degli addetti al controllo delle operazioni, degli automobilisti o dei presenti in genere quali utilizzo di segnalatori acustici, grida, ecc.

## L' INQUINAMENTO ACUSTICO

Il rumore è costituito dall'insieme dei suoni che risultano indesiderati perché di intensità eccessiva, fastidiosi o improvvisi. L'inquinamento acustico è caratteristico delle zone urbane e fonte di inquietudine per i cittadini. Si stima che circa il 20% della popolazione dell'Europa occidentale (ovvero 80 milioni di persone) subisca livelli di inquinamento acustico considerati inaccettabili. Le principali cause sono il traffico, l'industria e diverse attività ricreative.

### 1.1 LE SORGENTI DI RUMORE

Si distinguono essenzialmente due tipologie di sorgenti:

- **puntuali o areali**, come per esempio le attività industriali, artigianali, cantieri, i locali musicali, gli esercizi commerciali, gli impianti di condizionamento ecc.

L'area di esposizione al rumore riguarda essenzialmente le aree nell'intorno della sorgente. I livelli di rumore dipendono dall'intensità della sorgente, dalla sua collocazione spaziale e dalla sua presenza temporale. In funzione del tipo di impianto, il rumore emesso da queste sorgenti può essere a lungo stazionario oppure fluttuare alternando punte di breve intensità. In generale, l'inquinamento acustico generato dalle sorgenti puntuali non mostra un significativo incremento nel tempo, soprattutto grazie all'applicazione delle norme che disciplinano le emissioni acustiche insieme alle procedure di pianificazione territoriale; tale approccio dovrebbe garantire la separazione delle sorgenti di rumore dalle zone residenziali (abitazioni ed altri fabbricati sensibili).

- **Lineari**, ovvero il traffico veicolare, ferroviario e aeroportuale. Il traffico stradale e quello ferroviario sono considerati sorgenti lineari rispetto all'area di impatto del rumore, parallela agli assi di scorrimento; il rumore prodotto può essere messo in relazione con i parametri del traffico e con le proprietà acustiche della superficie della sovrastruttura. Il rumore stradale, specie ad una certa distanza dagli assi di scorrimento, è un rumore di tipo stazionario non soggetto a significative fluttuazioni; al contrario, l'impatto sonoro generato dal traffico ferroviario e da quello aereo è caratterizzato da singoli eventi di elevata intensità e breve durata. L'impatto acustico di un aereo dipende da una serie di fattori quali la quota, le caratteristiche di emissione sonora dei motori e dalla rotta seguita; l'impatto viene generalmente rappresentato sotto forma di contorni delimitanti l'area di esposizione in prossimità degli aeroporti.

### Rumore da traffico stradale

Il traffico veicolare rappresenta la principale fonte di inquinamento acustico nelle aree urbane, coinvolgendo la quasi totalità della popolazione residente. Le emissioni sonore prodotte dal traffico sono essenzialmente dovute al motore, allo scarico dei gas combusti, alle segnalazioni acustiche, alle caratteristiche aerodinamiche delle carrozzerie e al rotolamento dei pneumatici sulla superficie stradale, in particolare all'aumentare della velocità dei veicoli. Nella lotta all'inquinamento acustico di origine veicolare diventa quindi fondamentale una strategia integrata volta sia al decremento del numero dei veicoli circolanti, sia alla riduzione delle emissioni sonore prodotte da ciascun veicolo, sia al miglioramento delle caratteristiche di fonoassorbimento del manto stradale.

### Rumore da traffico ferroviario

Il rumore da traffico ferroviario, a differenza di quello stradale, interessa un numero di persone esposte considerevolmente inferiore, essenzialmente quelle residenti in prossimità delle linee stesse. Inoltre il rumore ferroviario risulta meglio accettato dalla popolazione per diversi motivi: l'immagine positiva dei treni legata alla loro utilità sociale, l'assuefazione a tale rumore caratterizzata da una traccia acustica stabile, la debole impulsività di tale rumore.

Il rumore ferroviario è determinato fondamentalmente dall'attrito ruota-rotaia durante il transito. Il livello di emissione dipende da fattori quali: le condizioni delle ruote, le loro caratteristiche, il tipo di materiale rotabile, la velocità e le condizioni del binario. A velocità elevata il rumore aerodinamico è quello preminente.

In generale, grazie principalmente alla elettrificazione delle linee, alla graduale introduzione di binari saldati e ad un uso diffuso di materiale rotabile con freni a disco, le emissioni sonore provenienti dai treni sono diminuite.

Le previsioni di sviluppo del trasporto ferroviario ad alta velocità introducono però nuovi elementi di criticità in termini di inquinamento acustico di origine ferroviaria.

### Rumore da traffico aereo

Il rumore da traffico aereo ha avuto, negli ultimi anni, una crescente rilevanza in ambito territoriale a causa soprattutto dell'incremento della richiesta di trasporto aereo da parte del pubblico.

Esso, per fortuna, determina un grado elevato di disturbo solo in prossimità degli aeroporti, anche se la zona di influenza può estendersi anche ai cosiddetti "corridoi di sorvolo", specie per gli aeroporti principali.

Per tale rumore la sorgente più importante è rappresentata dai motori dell'aereo, specie

durante la fase di decollo, durante la quale si possono raggiungere livelli di intensità particolarmente elevati.

Le principali misure adottate a livello internazionale volte alla riduzione dell'inquinamento acustico di origine aeroportuale sono: la diminuzione della rumorosità degli aerei, la pianificazione del territorio, le tassazioni sul rumore, la limitazione dei voli notturni, il monitoraggio del rumore, le procedure antirumore, la regolamentazione di orari e rotte (slot allocation), lo sviluppo di altre modalità di trasporto.

#### Rumore da attività industriali ed artigianali

Diversamente dal rumore dei mezzi di trasporto, il rumore prodotto da impianti industriali ed artigianali non ha subito significativi incrementi negli ultimi anni, sia grazie all'introduzione di nuove norme che hanno provveduto ad una loro migliore regolamentazione acustica, sia per gli interventi di risanamento attuati per la riduzione delle emissioni sonore.

## LA NORMATIVA

Di seguito viene fornito un elenco delle norme nazionali e regionali che disciplinano le varie problematiche del rumore.

- DPCM 1 marzo 1991 sui "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"
- L. 447 del 26 ottobre 1995: Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DPCM del 14 novembre 1997 sulla "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore"
- DM del 16 marzo 1998 su "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- D.Leg. 262 del 4 settembre 2002 su "Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed apparecchiature destinate a lavorare all'aperto"
- Leggi Regionali in attuazione alle prescrizioni contenute nella L. 447/95 e nel DPCM 14/11/1997.
- DM del 29 novembre 2000 sui "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"

- D.P.R. 30 marzo 2004 n. 142 su “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell’inquinamento acustico derivante da traffico veicolare, a norma dell’art. 11 della Legge 26 Ottobre 1995, n°447.

- DM del 1 aprile 2004 su “Linee guida per l’utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale”

- Circolare del 6 settembre 2004 del Ministero dell’Ambiente su “Criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziale.

- D. LGS. 19 agosto 2005, n.194 (G.U. Serie Generale n. 222 del 23/09/2005)

Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.

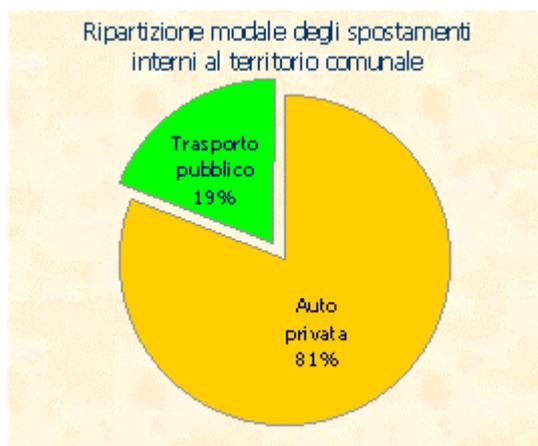
### IL SISTEMA DELLA VIABILITA' NEL COMUNE DI PALERMO

Il comune di Palermo (160,11 kmq) ha una popolazione di 729.855 abitanti al 31.12.2001, da cui una densità territoriale di 4.558,46 abitanti/kmq.

Le analisi relative al tema del traffico automobilistico hanno evidenziato un quadro della domanda di mobilità di Palermo che può essere riassunto con alcuni grandi numeri riportati di seguito.

Spostamenti interni al territorio comunale	600.000
Spostamenti di scambio e attraversamenti	150.000
Coefficiente medio di occupazione delle auto (persone/auto)	1,3
Flusso giornaliero di persone su mezzo pubblico (spost. interni al territorio comunale)	180.000

<b>Flusso giornaliero di persone su auto</b>	
Spostamenti interni al territorio comunale	780.000
Spostamenti di scambio e di attraversamento	195.000
<b>Totale</b>	<b>975.000</b>



Flusso di auto nell'ora di punta 8.00-9.00	
Spostamenti interni al territorio comunale	60.000
Spostamenti di scambio e di attraversamento	13.000
<b>Totale</b>	<b>73.000</b>

Flusso di persone su trasporto collettivo nell'ora di punta 8.00-9.00	
Spostamenti interni dei residenti	24.000
Spostamenti interni dei non residenti	3.000
<b>Totale</b>	<b>27.000</b>

Le indagini di traffico eseguite lungo le arterie a ridosso della Circonvallazione (Viale Regione Siciliana) hanno permesso di quantificare il volume di autovetture che ogni giorno si riversa nel centro della città (con ciò intendendo l'area a valle della Circonvallazione): è risultato un flusso giornaliero di circa 390.000 autovetture, equamente ripartite nei due versi di marcia (ingresso e uscita dal centro).

In generale, la rete stradale di Palermo presenta elevati livelli di congestione veicolare, che determinano gravi problemi per la mobilità delle persone, su mezzo pubblico e privato, e delle merci.

Il sistema della viabilità urbana è incentrato sul reticolo di strade a maglia ortogonale dell'area centrale (identificata dal PRG nella zona comprendente il Centro Storico e il Centro Nuovo, e delimitata dal fiume Oreto a sud, da Via De Gasperi a nord, dal mare ad est e dal tracciato della ferrovia ad ovest) che si attesta sul nucleo più antico.

In particolare, l'area centrale di Palermo risulta caratterizzata dalla presenza di due importanti assi ortogonali:

- C.so Vittorio Emanuele-C.so Calatafimi, che costituisce la direttrice est-ovest su cui è sorto il nucleo originario della città (Cassero), poi proseguita in epoca normanna fino a Monreale (SS 186);
- Via Maqueda, lungo il cui asse seicentesco sono state ordinate le successive espansioni a sud lungo Via Oreto, e a nord lungo Via R.Settimo-Via della Libertà.

I suddetti assi dividono in quattro settori ("mandamenti") il Centro Storico (compreso tra Via Volturno-Via Cavour, Via Tukory-Via Lincoln, C.so Amedeo-C.so Re Ruggero e il mare), caratterizzato al suo interno da una viabilità poco permeabile con sezione molto ridotta e discontinua.

Unica eccezione è Via Roma, che attraversa il Centro Storico parallela a Via Maqueda, collegando la Stazione Centrale con la zona Politeama.

Altri assi stradali principali che attraversano l'area urbana di Palermo in direzione Nord-Sud sono:

- la strada costiera, che partendo dalla S.S. 113 prosegue lungo l'itinerario Foro Italico-La Cala-Via Crispi-Via Montepellegrino-Via Sampolo-Mondello;
- Via Oreto, che dalla Circonvallazione si innesta in Piazza G.Cesare (Stazione Centrale) sulla direttrice di Via Roma;
- Corso dei Mille, che collega la zona Brancaccio con il Centro Storico;
- l'asse Corso Re Ruggero-Piazza Indipendenza-Corso Alberto Amedeo, che segue il perimetro a monte delle mura del Centro Storico e, proseguendo con Via Goethe, si collega con la viabilità principale del Centro Nuovo;
- l'asse costituito dalle vie Lanza-Strasburgo-Restivo-Sciuti-Terrasanta-Cusmano, che collega il quartiere Resuttana-S.Lorenzo e lo Zen con il Centro Storico;
- l'asse costituito dalle vie Saline-Mattei-Castelforte-Duca degli Abruzzi-Del Fante, che costeggiando a monte il Parco della Favorita collega Partanna con la zona Stadio e Piazza Vittorio Veneto;
- l'asse Via Margherita di Savoia-Via Diana, che parallelo all'asse precedente e costeggiando a valle il Parco della Favorita, collega Mondello con la zona Fiera.

I principali assi trasversali Est-Ovest sono:

- Via Lincoln-Corso Tukory (antiche mura e bastioni sud), che passando dalla Stazione Centrale prosegue a monte con Via Basile;

- Corso Vittorio Emanuele (il Cassero) che costituisce l'asse principale dell'antica città e collega il mare con Piazza Indipendenza, sulla quale confluiscono 4 importanti arterie stradali: Corso Calatafimi (in prosecuzione con l'asse del Cassero) verso Monreale, Corso Pisani verso Aquino e Altofente, Via Cappuccini-Via Pitrè verso Boccadifalco, Via Colonna Rotta verso i quartieri Zisa e Borgo Nuovo;
- Via Cavour-Via Volturno, sul tracciato delle vecchie mura e bastioni Nord, prosegue con Corso Finocchiaro Aprile-Via Noce-Via Evangelista-Via Castellana verso Borgo Nuovo;
- l'asse Via Emerico Amari-Piazza Castelnuovo-Via Dante;
- l'asse costituito dalle vie dei Cantieri-Duca della Verdura-Notarbartolo-Leonardo da Vinci fino a Borgo Nuovo;
- l'asse costituito dalle vie Imperatore Federico-Lazio-Michelangelo fino a Borgo Nuovo;
- l'asse Via Galatea-Via Partanna, che collega Mondello con Tommaso Natale.



Viabilità area approdo di S.Erasmo

## IL RILEVAMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO NEL COMUNE DI PALERMO

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico della città di Palermo è effettuato dall'AMIA S.p.A. mediante una rete costituita da sette stazioni fisse (Tab. 1) e 8 stazioni ETL (Tab. 2).

Nome	Tipo	Dati rilevati	Indirizzo	Caratteristiche
Boccadifalco	fondo sub_urbano	chimici, rumore,	Presidio Ospedaliero "Casa del Sole", Via	Posizionata all'interno del parco del Pr. Osp. su uno spazio a quota 141 m slm; a ovest del centro urbano e

		meteo	Roccazzo	sottovento con brezza di mare
Giulio Cesare	traffico urbano	chimici, rumore	P.zza Giulio Cesare	La zona è caratterizzata da intenso traffico veicolare, in particolare autobus urbani ed extraurbani per la vicinanza della stazione ferroviaria Palermo Centrale
Castelnuovo	traffico urbano	chimici, rumore, meteo	P.zza Castelnuovo	La zona, posta al centro della città, è sede di uffici ed attività commerciali varie. Caratterizzata da traffico sostenuto nelle ore serali e notturne dei fine settimana
Unità d'Italia	traffico, urbano	chimici, rumore	Viale Piemonte	La zona è caratterizzata da alta densità abitativa, e da traffico medio su strada a senso unico di circolazione
Torrelunga	traffico, urbano	chimici, rumore	P.zza Torrelunga	La zona è caratterizzata da periodici ingorghi per la confluenza di 5 strade che sboccano nella piazza. Il lunedì in una via nelle immediate vicinanze ha luogo un mercatino rionale
Belgio	traffico, urbano	chimici, rumore	V.le Strasburgo ang, V.le Praga	La zona è caratterizzata da un incrocio stradale di ampia carreggiata con medio traffico e dalla vicinanza di uno svincolo della circonvallazione (via Belgio)
Di Blasi	traffico	chimici, rumore	Viale Regione Siciliana tra via Perpignano e via E. Di Blasi	La zona è caratterizzata da un intenso traffico veicolare, sia leggero che pesante, su strada a quattro corsie dotata di incroci e attraversamenti pedonali semaforizzati

Tab. 1: stazioni di rilevamento fisse AMIA S.p.A.

Stazione	Ubicazione
Roma 1	Via Roma 67
Roma 2	Via Roma 491
Emanuele	C.so V. Emanuele angolo via Chiavettieri
Maqueda	Via Maqueda angolo Piazza Bellini
Aprile	C.so F. Aprile angolo Via Imera
Crispi	Via Crispi altezza Via M. Stabile
Notarbartolo	Via Notarbartolo altezza Via Sciuti
Tukory	C.so Tukory angolo Via Cadorna

Tab. 2: stazioni rilevamento ETL AMIA

In allegato si riportano, in forma grafica, i valori del livello equivalente giornaliero (0-24 h), diurno (6-22 h) e notturno (22-6 h) rilevati nel corso degli anni 2003 e 2004 per la stazione Giulio Cesare, scelta perché la più vicina all'area in esame oltre che la più rappresentativa in termini di flusso di traffico.

Si allegano, inoltre, i dati relativi alle stazioni Belgio e Di Blasi collocate lungo i percorsi che i mezzi pesanti effettueranno per raggiungere le aree di cantiere.

## DESCRIZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

La simulazione del clima acustico consiste nella determinazione della mappatura acustica dell'area, effettuata per mezzo dell'impiego di un modello di simulazione.

In generale i modelli di simulazione consentono:

- di determinare la propagazione del rumore di sorgenti multiple e di diverse tipologie (puntuali, lineari, areali, industriali, stradali, ferroviari e aeroportuali);
- di inserire la morfologia tridimensionale del terreno (curve di livello, dune), gli elementi su di esso presenti (edifici, muri, vegetazione) e i dati relativi alle sorgenti (potenza sonora, direttività e variazione temporale delle emissioni);
- di calcolare il livello continuo equivalente (sulla base dei periodi di riferimento temporali orario, diurno, notturno) in ogni punto indicato e di visualizzare graficamente i risultati in forma di isofoniche sovrapposte alla topografia dell'area, sia in due che in tre dimensioni, oppure in modo analitico sui singoli ricettori;
- di tenere conto dell'assorbimento dell'aria e del terreno, della riflessione degli ostacoli e dell'attenuazione di oggetti schermanti, degli effetti meteorologici (direzione e velocità del vento);
- di dimensionare gli interventi di mitigazione (barriere) in base ai limiti di legge: zonizzazione acustica del territorio, DPR 459/98 (ferrovie), DPR 142/04 (strade), DM 31/10/97 – DM 20/05/99 – DM 03/12/99 (aeroporti).

Il modello di simulazione utilizzato per il calcolo delle emissioni e per la propagazione delle emissioni imputabili alle sorgenti tipo industriale si fonda sul codice di calcolo proposto nella norma ISO 9613-2: "Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation". La ISO 9613-2 è una norma dedicata alla modellazione della propagazione acustica in ambiente esterno.

Per il calcolo delle emissioni e per la propagazione delle emissioni imputabili al traffico veicolare è stato utilizzato lo standard RLS 90.

Il modello utilizzato, operante in ambiente Windows ©, è denominato SOUNDPLAN 6.3, ed è stato sviluppato da Braunstain + Berndt, GmbH ©.

I dati di previsione dei valori di immissione sono stati rapportati ai limiti della normativa del settore con particolare riferimento ai nuovi limiti relativi alle infrastrutture stradali, fissati dal D.P.R. 30-03-2004 n.142 per il contenimento e la previsione

dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, e, in assenza di zonizzazione acustica comunale, ai valori limite indicati dal DPCM 1/3/91, che fanno riferimento alle zone individuate, per il PRG attualmente vigente, all'art. 2 del Decreto Ministeriale n. 1444/68. Peraltro questa ipotesi di lavoro conduce alle stesse valutazioni alle quali si perviene collocando l'infrastruttura portuale nella classe IV ("area di intensa attività umana") indicata nella Tabella C, allegata al DPCM 14 Novembre 1997.

## **DESCRIZIONE DEL PROGETTO**

Il progetto, in sintesi, prevede la realizzazione di una diga foranea costituita da due tratti di cui il primo quasi perpendicolare alla scogliera radente del Foro Italico, avente uno sviluppo di circa 117m, ed il secondo parallelo alla costa avente uno sviluppo di circa 238 m, lo specchio acqueo portuale viene definito con un molo di sottoflutto anche esso perpendicolare alla costa dello sviluppo di circa 92,00 m.

Con tali opere foranee si forma un'imboccatura esposta a SE della larghezza di circa 60 m. Lo specchio acqueo protetto avrà un'estensione di circa 32.000 mq e ospiterà circa 272 imbarcazioni. Il progetto prevede inoltre parcheggi per circa 130 posti auto.

## **DATI DI IMPUT UTILIZZATI E DESCRIZIONE DELLE SITUAZIONI ANALIZZATE**

Nel presente studio sono state analizzate le seguenti situazioni:

- Situazione attuale
- Situazione di cantiere
- Situazione di progetto

### Situazione attuale:

Viene presa in esame l'area interessata dalla realizzazione delle opere e le strade di accesso ad essa nella situazione attuale.

Il modello utilizzato richiede che al codice di calcolo vengano forniti i necessari dati di input, descritti sommariamente qui di seguito:

*Caratteristiche del sito:*

- Cartografia tridimensionale del sito oggetto di studio;
- Massima distanza percorsa dal raggio sonoro prima che il suo contributo sono divenga trascurabile: 5000 m;
- Numero delle riflessioni: 2;
- Caratteristiche acustiche delle superfici: la superficie del mare e quella del terreno sono state considerate come perfettamente riflettenti; il centro abitato è stato definito come area urbana.

*Caratteristiche delle sorgenti:*

1) strade di accesso al porto, considerate come sorgente di tipo lineare

- Dati sui flussi orari di traffico;
- Caratteristiche della pavimentazione stradale: ricavate da rilevazioni in situ;
- Pendenza del piano stradale: calcolata automaticamente dal software in base alle informazioni introdotte nella cartografia tridimensionale del sito.

La valutazione dei flussi di traffico è stata effettuata a partire dai dati forniti dal Comune di Palermo - Servizio Traffico ed Autoriy relativi ad un'indagine di mobilità su mezzo privato eseguita nel 1995. Da tali dati emerge un valore di picco di traffico nella sezione all'incrocio tra corso Umberto I e via Lincoln tra le 8,00 e le 9,00.

Al fine di aggiornare i dati relativi al traffico veicolare si è fatto riferimento alla serie storica del parco circolante di autovetture nel comune di Palermo dal 1985 al 2002 pubblicata nell'Annuario ACI 2003. Dai dati è possibile notare come dopo un rapido incremento dal 1985 al 1992, si è avuto un incremento più ridotto negli anni tra il 1992 e il 2002. La stima della retta di regressione calcolata tra il 1995 e il 2006 fornisce per l'anno 2006 un incremento rispetto al 1995 pari a circa l'8%.

Anni	Autovetture
1985	280.956
1986	292.252
1987	305.411
1988	309.278
1989	316.879
1990	334.838
1991	357.346
1992	371.312
1993	370.603
1994	372.496
1995	377.395
1996	379.025
1997	380.208
1998	374.829
1999	387.055
2000	390.844
2001	393.177
2002	397.06

Tab. 3: Consistenza del parco veicolare nel comune di Palermo

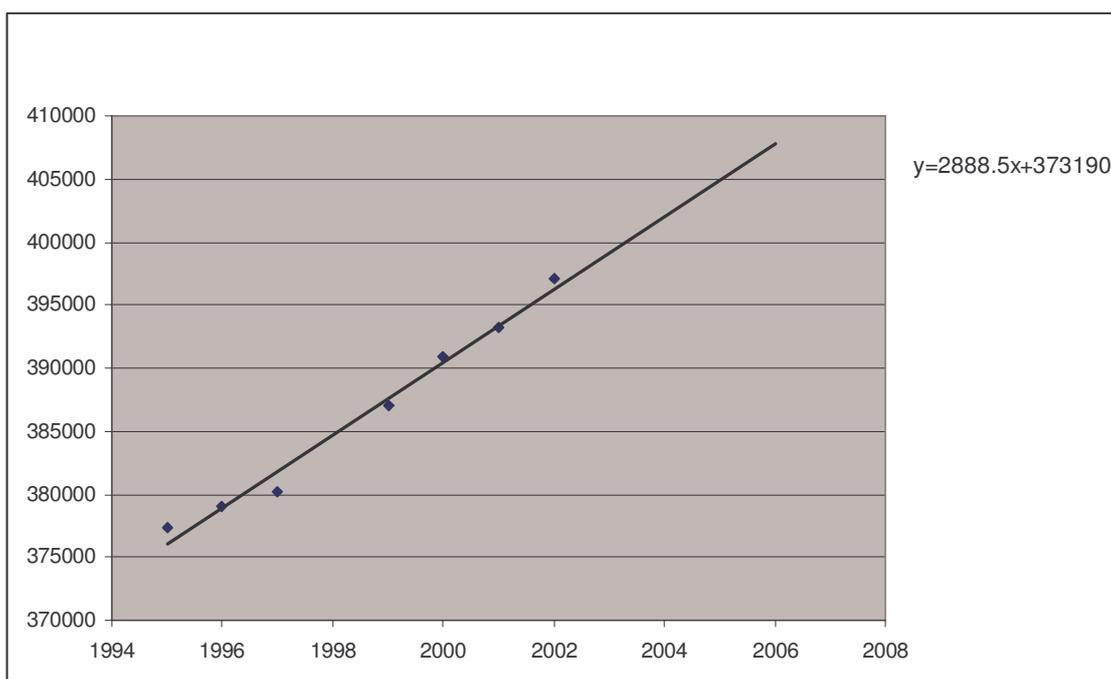


Fig. 1: Regressione lineare sulla serie storica delle autovetture circolanti nella città di Palermo

Sulla base di tali considerazioni il flusso veicolare, per entrambe le direzioni nelle infrastrutture viarie considerate è stato così stimato:

	<b>Autovetture</b>	<b>Mezzi leggeri</b>	<b>Mezzi pesanti</b>	<b>Autobus di Linea</b>	<b>Autobus turistici</b>	<b>Mezzi a 2 ruote</b>	<b>TOTALE</b>
Flussi	5672	345	67	30	24	575	6713

Al fine di rendere omogenea la categoria veicolare i volumi delle categorie dei veicoli commerciali, dei bus e dei motocicli sono stati trasformati in veicoli equivalenti alle autovetture.

	<b>Veicoli equivalenti</b>
Flussi	6958

Il volume equivalente è dato dalla somma:

$$V_{eq.} = \text{auto} + 0,5 * \text{moto} + 2 * \text{bus} + 2 * \text{tr} + 2 * \text{vc1} + 3 * \text{vc2} + 3 * \text{vc3} + 4 * \text{vc4}$$

dove sono state considerate le seguenti categorie di veicoli:

- moto e motocicli
- bus turistici
- tr: trattore stradale;
- vc1: veicolo commerciale leggero (2 assi)
- vc2: autoarticolato/semirimorchio
- vc3: motrice a 3 / 4 assi
- vc4: autotreno

#### Situazione di cantiere:

Viene presa in esame l'area di progetto durante la fase di realizzazione di tutte le infrastrutture previste. Oltre alle emissioni di rumore considerate nella situazione attuale vengono considerate le emissioni di rumore legate alle attività di cantiere. Si tratta di disturbi riconducibili ai macchinari, mezzi, apparecchiature degli impianti a terra e di quello a mare, quali, per esempio, escavatori, pale, gru mobili per l'esecuzione delle normali lavorazioni, pontoni, bettoline, rimorchiatori, apparecchiature per la realizzazione di getti di calcestruzzo, mezzi pesanti per il trasporto di materiali.

Allo scopo di stimare l'incremento di flusso veicolare pesante si riportano i quantitativi di materiali che verranno trasportati verso le aree di cantiere:

- 332.340 t di materiale lapideo (scogli e pietrame),
- 10.520 mc di conglomerati cementizi;
- 3480 mc di inerti per fondazioni stradali (tout venant e misto granulometrico);
- 11.290 mq di pavimentazioni e rivestimenti;
- 178.495 kg di armature ferri;
- 4383 mc di cls per cassoni:

Il trasporto dei materiali avverrà mediante l'utilizzo di camion il cui numero di corse giornaliere è sintetizzato nella sottostante tabella. Il calcolo dei camion necessari è stato effettuato ipotizzando 270 giorni lavorativi l'anno e 8 ore lavorative giornaliere. La durata complessiva dei lavori è di 18 mesi.

<b>TRASPORTO MATERIALI</b>	<b>1° anno</b>	<b>2° anno (6 mesi)</b>
		4817
<b>Materiale lapideo (pietrame e scogli)</b>	9633 camion/anno 36 camion/giorno	camion/anno 36 camion/giorno
<b>Armature ferri</b>	12 camion/anno	6 camion/anno
<b>Conglomerati cementizi</b>	877 camion/anno 3 camion/giorno	438 camion/anno 3 camion/giorno
<b>Tout venant e misto granulometrico</b>	178 camion/anno 1 camion/giorno	89 camion/anno 1 camion/giorno
<b>Cls cassoni</b>	365 camion/anno 1 camion/giorno	182 camion/anno 1 camion/giorno
<b>Trasporti vari</b>	1 camion/giorno	1 camion/giorno
<b>Rifornimento</b>	1 camion/giorno	1 camion/giorno
<b>Totale camion/giorno</b>	<b>43</b>	<b>43</b>

Complessivamente si hanno circa 43 camion al giorno diretti verso le aree di cantiere, considerando anche i ritorni il volume giornaliero totale è di 86 camion.

La valutazione è stata riportata all'ora media di simulazione dividendo per le otto ore lavorative, inoltre si è provveduto a trasformare i camion in veicoli equivalenti moltiplicando per un fattore di equivalenza pari a tre.

Pertanto il flusso orario di veicoli, lungo i percorsi effettuati dai mezzi di trasporto, subirà, durante la fase di realizzazione delle opere, un incremento rispetto allo stato attuale pari a circa 33 veicoli/ora.

Per la realizzazione delle opere sono state individuate due aree di cantiere.

La prima area è ubicata in un cantiere esistente presso la diga foranea del porto di Palermo; la seconda area è stata individuata in prossimità dell'approdo di S.Erasmo.

I percorsi che i mezzi di trasporto seguiranno per raggiungere le aree di cantiere sono stati attentamente studiati, anche in considerazione dell'esistenza di zone a traffico limitato. In particolare con riferimento ai mezzi provenienti dalle cave ubicate nel Comune di Palermo sono stati individuati due possibili percorsi. Il primo percorso attraversa arterie cittadine interessate da intenso traffico urbano (V.le Michelangelo, Via Belgio, ecc.) concludendosi presso il cantiere ubicato nella diga foranea del porto di Palermo. Da tale area i materiali verranno, quindi, collocati in opera tramite mezzi marittimi. Al fine di evitare di impattare ulteriormente sul traffico preesistente tale percorso verrà effettuato limitatamente alle prime ore del mattino.

Durante le ore di maggiore congestione veicolare i mezzi di trasporto seguiranno il secondo percorso che prevede l'attraversamento di un lungo tratto di circonvallazione culminando nell'area di cantiere del porticciolo di S.Erasmo. Gli scogli stoccati in un'apposita area del cantiere verranno quindi caricati sul pontone e collocati in opera.

E' possibile, pertanto, ipotizzare che i mezzi pesanti che raggiungeranno l'area di cantiere ubicata nei pressi dell'approdo saranno circa la metà del totale stimato.

*Caratteristiche delle sorgenti:*

1) strade di accesso al porto, considerate come sorgente di tipo lineare

	<b>Veicoli equivalenti</b>
Flussi	<b>6980</b>

2) area di cantiere, considerata come sorgente areale

- Caratteristiche del rumore prodotto dall'area di cantiere: è stato utilizzato il seguente spettro sonoro, tipico degli insediamenti industriali, ritrovato nella banca dati interna al software:

<b>Spettro in ottave</b>	
Freq.(Hz)	Leq(dB)
63	54
125	89
250	87
500	91
1000	90
2000	91
4000	87
8000	85

Situazione di progetto:

Viene presa in esame l'area adiacente all'approdo dopo la realizzazione di tutte le infrastrutture previste in progetto, considerando un incremento del flusso dei veicoli leggeri, dovuto ad una maggiore attrattività che l'area ha acquisito in seguito alla realizzazione dell'approdo. Tale incremento, ottenuto considerando l'attrattività di dispositivi portuali analoghi sulla base dei posti barca e dei parcheggi disponibili, è stato valutato in circa 100 veicoli all'ora provenienti e diretti verso tale area.

*Caratteristiche delle sorgenti:*

1) strade di accesso al porto, considerate come sorgente di tipo lineare

	<b>Veicoli equivalenti</b>
<b>Flussi</b>	<b>7080</b>

2) natanti all'interno dell'infrastruttura portuale, considerati come sorgenti puntuali

- Caratteristiche del rumore prodotto dai natanti: sono stati utilizzati i seguenti spettri sonori ritrovati nella banca dati interna al software:

Descrizione imbarcazione: piccola imbarcazione da pesca

Leq,A=60.2 dB(A) a 25 m

Lmax, A= 73.8 dB(A) a 25 m

Lmin,A= 44.7 dB(A) a 25 m

Spettro acustico, in terzi di ottava:

Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)	Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)
12.5	42.1	43.8	23.2	630	53.4	59.5	33.8
16	45.0	42.9	28.5	800	54.6	64.6	35.1
20	54.8	61.6	36.4	1000	48.8	54.1	33.4
25	51.1	54.9	41.1	1250	46.8	52.5	32.2
31.5	55.9	56.3	45.1	1600	46.5	57.6	31.0
40	60.2	67.2	44.5	2000	44.3	53.1	28.8
50	54.2	59.8	41.1	2500	42.0	51.1	25.3
63	57.0	61.8	45.6	3150	38.9	46.8	20.9
80	55.9	66.5	41.9	4000	34.1	38.6	18.7
100	54.0	62.2	41.1	5000	32.1	34.3	18.3
125	54.2	61.2	40.9	6300	29.1	30.2	18.4
160	55.0	60.7	43.9	8000	25.0	25.4	18.1
200	54.7	61.2	36.5	10000	23.0	21.7	18.5
250	52.7	59.1	34.1	12500	22.0	20.9	19.2
315	55.3	59.1	35.6	16000	23.5	24.7	21.3
400	56.3	60.6	37.5	20000	24.5	24.0	23.0

Spettro in ottave:

Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)	Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)
16	55.4	61.7	37.2	1000	56.2	65.2	38.5
31.5	61.9	67.8	48.7	2000	49.4	59.6	33.7
63	60.6	68.4	48.1	4000	40.8	47.6	24.2
125	59.2	66.2	47	8000	31.2	31.9	23.1
250	59.1	64.7	40.3	16000	28.2	28.3	26.2
500	59.7	64.6	41.7				

Descrizione imbarcazione: piccola imbarcazione da diporto

Leq,A=59.6 dB(A) a 25 m

Lmax, A= 63.7 dB(A) a 25 m

Lmin,A= 54.4 dB(A) a 25 m

Spettro acustico, in terzi di ottava:

Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)	Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)
16	48.6	49	36.6	630	54.3	63.3	43
20	17.2	49.5	38.6	800	48	52.6	43.3
25	45.2	48.1	36.4	1000	47.5	50.5	42
31.5	52.1	53.5	43.8	1250	48.3	52.9	41.7
40	50.2	50.2	40.4	1600	47	51.4	40.2
50	57.5	61.9	48.6	2000	48.3	52	41
63	52.6	57.4	44.5	2500	45.9	50.1	40.7
80	60	60	44.8	3150	44.3	46.2	39.9
100	66.6	73	50.1	4000	43	44.5	38.5
125	51	54.3	43.9	5000	41.8	42.7	36.3
160	50.9	51.2	45.7	6300	41.5	42.8	35.7
200	52.8	61.5	41.3	8000	41.3	41.9	35.6
250	47.4	50.8	42	10000	40.9	41.3	35.1
315	51.6	52.3	44.4	12500	40.6	40.6	34.3
400	53	55.3	45.1	16000	40.5	40.5	33.2
500	50.3	53.1	43.7	20000	38.5	38.5	29.6

Spettro in ottave:

Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)	Freq. (Hz)	Leq (dB)	Max (dB)	Min (dB)
16	53.1	57.5	42.3	1000	52.7	56.9	47.2
31.5	54.8	55.5	45.9	2000	51.9	56	45.4
63	62.4	63.5	51.2	4000	47.9	49.5	43.2
125	66.8	73.1	52.1	8000	46	46.8	40.2
250	55.9	62.3	47.5	16000	44.7	44.1	37.6
500	57.6	64.3	48.8				

### 3) area adibita a parcheggio, considerata come sorgente areale

- Dati sul numero degli spostamenti orari nelle diverse situazioni esaminate.

La simulazione ha consentito di redigere, per le rispettive situazioni esaminate, delle mappe del clima acustico.

Tali mappe, che utilizzano una opportuna scala cromatica, sono state redatte per il periodo di riferimento diurno (6.00-22.00) alla quota di 2 e 4 m dal piano di campagna e dallo specchio acqueo.

Nelle **Figg. 1 - 2** sono riportate le mappe del clima acustico per la situazione attuale nel periodo diurno e notturno alla quota di 2 m dal piano di campagna e dallo specchio acqueo.

Nelle **Figg. 3 - 4** sono riportate le mappe del clima acustico per la situazione di cantiere nel periodo diurno e notturno alla quota di 2 m dal piano di campagna e dallo specchio acqueo.

Nelle **Figg. 5 – 6** sono riportate le mappe del clima acustico per la situazione di progetto nel periodo diurno e notturno di alla quota di 2 m dal piano di campagna e dallo specchio acqueo.

## CONCLUSIONI

L'analisi dei risultati relativi alla situazione attuale ha evidenziato valori al di sopra dei limiti previsti dalla normativa di settore nelle zone adiacenti alle principali vie di accesso all'area interessata dalle opere; ciò è dovuto al flusso di traffico veicolare intenso.

Nella situazione di cantiere l'innalzamento del livello di rumore è riconducibile all'incremento di traffico veicolare leggero e pesante, da e verso l'area di progetto, e alle attività di cantiere ivi svolte. Tale aumento risulta essere transitorio e non particolarmente significativo, per cui una volta terminate le operazioni di costruzione e di realizzazione dell'opera, le modifiche apportate al clima acustico della zona cesseranno di esistere. In ogni caso allo scopo di limitare l'impatto sulla viabilità urbana conseguente al flusso di mezzi pesanti diretti verso le aree di cantiere sono stati studiati degli opportuni percorsi.

Nella situazione di progetto va osservato come l'incremento del flusso veicolare, oltretutto di carattere stagionale, conseguente alla realizzazione dell'opera, non produca un' apprezzabile variazione del clima acustico attuale.

E', inoltre, da evidenziare nelle mappe relative alla situazione di progetto come la presenza dei natanti all'interno del porto non produca significative emissioni rumorose imputabili, dunque, essenzialmente al flusso di traffico preesistente alla realizzazione dell'opera.