PROGETTO REPORT

"Rumore e Porti"

CUP [_____]

Prodotto T2.2.1

[Report analisi regime di moto di composizione del traffico e di manto stradale, Report analisi regolazione traffico]

Componente [T2 Creazione di Modelli di Simulazione e Scenari Previsionali per la Valutazione del Rumore Portuale]

Attività [T2.2: Analisi delle emissioni sonore al variare delle condizioni di traffico attraverso interventi di gestione e regolazione]

Data di consegna prevista: [12_2019]

Data di consegna effettiva: [04_2020]

Organizzazione responsabile: [UNICA-DICAAR]

Livello di diffusione		
PU	Pubblico	
CO	Confidenziale, solo per i partner	X

Numero della documentazione da consegnare:	[T2.2.1]
Responsabile della documentazione da consegnare:	[Prof. Ing. Paolo Fadda]
Componente:	[T2]

Autore/i – in ordine alfabetico		
Nome	Organizzazione	E-mail
Roberto Baccoli	UNICA-DICAAR	rbaccoli@unica.it
Paolo Fadda	UNICA-DICAAR	fadda@unica.it
Andrea Medda	UNICA-DICAAR	a.medda@unica.it
Luigi Serra	UNICA-DICAAR	luigi.sserra@gmail.com
Federico Sollai	UNICA-DICAAR	fsollai@unica.it

Revisione del Documento			
Versione	Data	Modifiche	
		Tipo di modifiche	Modificato da

Sintesi
Il report riporta l'analisi regime di moto di composizione del traffico in funzione delle condizioni infrastrutturali al contorno della città portuale pilota di Olbia. Il documento descrive l'analisi sperimentale dei dati sui flussi di traffico ed acustici rilevati nel waterfront portuali. Tale analisi verranno utilizzati per l'implementazione del modello predittivo traffico-rumore con l'applicazione delle reti neurali artificiali sviluppato in T2.2.2.

1. PREMESSA

Il presente studio affronta lo sviluppo di un modello predittivo traffico-rumore a supporto di un sistema ITS (cfr.Figura 1) di Infomobilità basato su PMV, APP, web information ed altri sistemi che veicolano le informazioni all'utente della strada in relazione ai flussi veicolari misurati sulla rete stradale in tempo reale. L'obiettivo del sistema ITS è quello di reindirizzare il traffico, razionalizzandone gli itinerari in particolare per quelle correnti veicolari che hanno origine e destinazione dal e verso porto, ai fini di ridurre l'impatto complessivamente generato sul fronte delle città portuali.

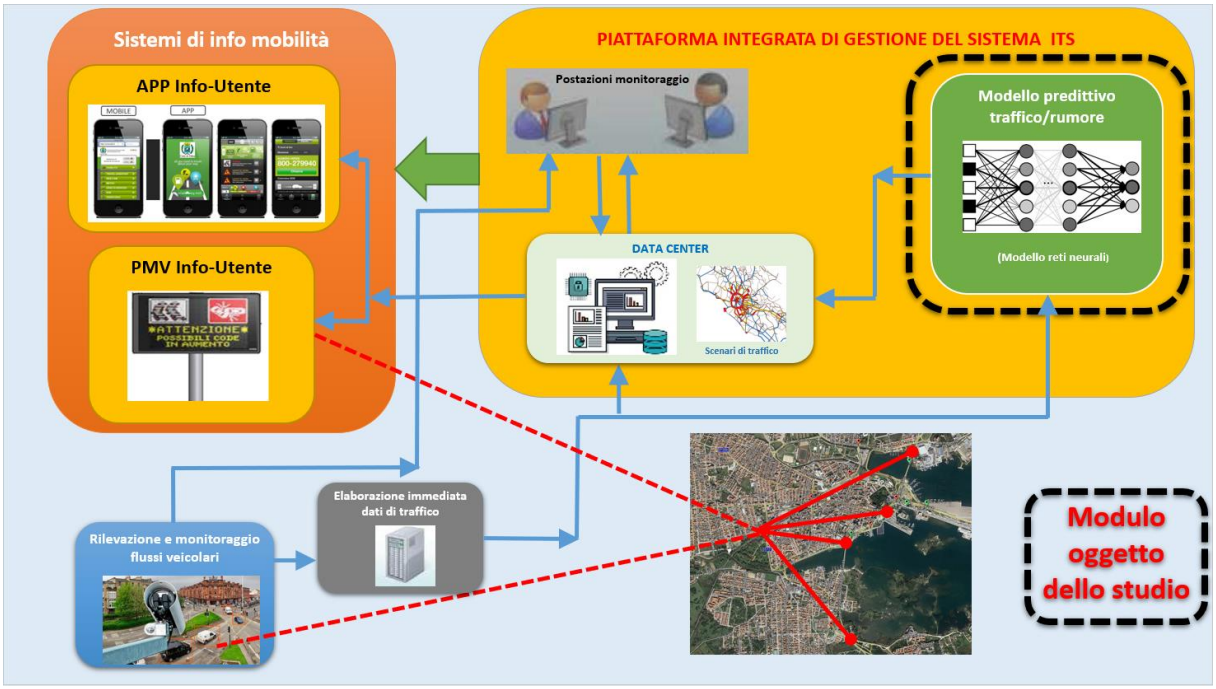


FIGURA 1:SCHEMATIZZAZIONE DEL SISTEMA ITS

Le tecnologie dei sistemi intelligenti di trasporto (ITS) sono strumenti molto importanti per la pianificazione della mobilità urbana e coadiuvano le pubbliche autorità (PA) nel conseguimento dei loro obiettivi strategici e nella gestione delle concrete operazioni di gestione del traffico, soprattutto nell'affrontare le dirette problematiche che il traffico determina sul benessere e sull'inquinamento ambientale. Tali sistemi costituiscono inoltre un ausilio per gli utilizzatori finali, consentendo loro di operare scelte consapevoli in materia di mobilità come l'ottimizzazione dell'uso dell'infrastruttura esistente mediante una serie di mezzi, quali segnali stradali, sistemi di pianificazione degli itinerari o sistemi cooperativi (compresi i sistemi di comunicazione da veicolo a veicolo e da

veicolo a infrastruttura). La gestione integrata e sistemica di questi strumenti garantisce una migliore gestione coordinata delle reti stradali e di trasporto pubblico e facilitano l'attuazione di regimi integrati di logistica urbana e di accesso regolamentato, soprattutto finalizzato alla riduzione della pressione dell'inquinamento ambientale ed acustico nei confronti delle città, in particolare per quelle dove la presenza dei nodi portuali accentua l'attrazione di traffico sia leggero che pesante.

Il sistema sperimentale è innovativo perché si caratterizza per la presenza del modello predittivo traffico-rumore che permette di valutare, sulla base dei dati di traffico rilevati in tempo reale, i livelli di emissione acustica, rispetto ai quali, quando questi superano quelli soglia definiti dalla normativa, il Datacenter del sistema ITS attraverso sistemi di info mobilità veicola messaggi sullo stato della mobilità agli utenti della strada.

I messaggi e le informazioni da veicolare attraverso i sistemi di infomobilità saranno preventivamente costruiti sulla base di una serie di scenari sviluppati preventivamente attraverso modelli di simulazione del traffico. Pertanto gli scenari predisposti verranno veicolati solamente nel caso in cui verranno superati i limiti soglia di rumore determinati da una certa composizione ed entità del flusso di traffico transitante nei punti di monitoraggio della rete.

Nella prima parte dello studio (Prodotto T2.2.1), verranno illustrati i risultati dell'analisi sperimentale dei flussi di traffico e quelli di emissione acustica effettuati in simultanea lungo il waterfront della città Portuale Pilota di Olbia. Tali dati costituiscono la base informativa fondamentale per l'implementazione del modello predittivo traffico rumore che verrà sviluppato nel prodotto T2.2.2. La sperimentazione della componente modellistica del sistema ITS (T2.2.2), è quella parte del sistema che consente di valutare i livelli di rumore, in punti caratteristici della rete particolarmente "sensibili", al variare del traffico, ovvero della sua composizione, dell'entità del flusso, delle velocità, della tipologia della pavimentazione stradale e del contesto urbano rispetto al quale il sistema dovrà esercitare i suoi effetti.

Il modello che verrà definito in T2.2.2 ha l'obiettivo di valutare i livelli di emissione sonora istantanea generati dal traffico in funzione dei quali, il sistema ITS attraverso messaggi di info-mobilità all'utente, trasmessi attraverso Panelli a Messaggio Variabile (PMV) o applicazioni per device mobili (APP) suggerisce comportamenti di guida e di viaggio (es. riduzione della velocità), fino ad obbligare gli utenti stessi ad intraprendere itinerari o percorsi alternativi. Tali messaggi sono finalizzati a decongestionare le arterie principali verso i nodi portuali, e quindi ridurne i livelli di emissione sonora. L'aspetto rilevate è che tale monitoraggio fornirà una risposta in tempo reale in funzione del monitoraggio continuo dei flussi di traffico (spire induttive, sistemi laser recorder, oppure videocamere). Il traffico rilevato costituisce il dato di input del modello predittivo

traffico-rumore. Lo sviluppo del modello predittivo è stato effettuato per il contesto urbano del Waterfront portuale di Olbia, con l'auspico, nelle successive fasi di sviluppo del Modello di implementarlo anche per le realtà portuali di Piombino Vado Ligure e Bastia.

L'articolazione dell'attività T2.2 (prodotti T2.2.1, T2.2.2) viene definita attraverso lo schema delle fasi attuative riportate di seguito e che sono state sviluppate per la definizione e testing del modello predittivo traffico-rumore progettato attraverso l'utilizzo di un algoritmo a "reti neurali".

1. Analisi acustica ambientale della città portuale di Olbia;
2. Rilievi acustici;
3. Rilievi dei flussi di traffico e loro caratterizzazione;
4. Elaborazione del modello sperimentale previsionale di emissione acustica;
5. Risultati del modello
6. Considerazioni conclusive

2. ANALISI ACUSTICA AMBIENTALE

2.1 Report analisi acustica

La prima parte delle attività ha riguardato l'analisi acustica ambientale dell'area portuale finalizzata a definire un quadro conoscitivo sufficientemente esaustivo di tutti gli elementi che concorrono alla determinazione degli scenari di clima acustico e di traffico. L'analisi è volta anche alla individuazione delle eventuali criticità per la successiva esecuzione del piano dei rilievi e per la costruzione del modello acustico previsionale.

2.1.1 Premessa e articolazione dello studio

Nei successivi paragrafi verrà trattata la sezione finalizzata alla caratterizzazione acustica dell'area portuale della città di Olbia, effettuata attraverso una analisi propedeutica preliminare nella quale si è provveduto alla raccolta dei dati informativi pertinenti alla descrizione del contesto socio-economico e demografico, del sistema dei trasporti, del sistema ambientale e della pianificazione territoriale.

2.1.2 Analisi della legislazione vigente

Per le finalità previste nel dal presente progetto, di seguito viene riportato, per i vari livelli, il corpo normativo di riferimento.

Il 25 giugno 2002 è stata emanata la Direttiva 2002/49/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. In essa l'Unione europea definisce un approccio comune per evitare, prevenire o ridurre, secondo le rispettive priorità, gli effetti nocivi dell'esposizione al rumore ambientale. L'approccio si fonda sulla determinazione dell'esposizione al rumore ambientale mediante la mappatura acustica realizzata sulla base di metodi comuni, sull'informazione del pubblico e sull'attuazione di piani di azione a livello locale. Questa direttiva fornisce anche una base per lo sviluppo di misure comunitarie relative alle principali sorgenti di rumore.

Il 19 maggio 2015 la Commissione Europea ha emanato la Direttiva 2015/996 che stabilisce metodi comuni per la determinazione del rumore a norma della direttiva 2002/49/CE.

A livello nazionale il riferimento è alla Legge quadro sull'inquinamento acustico a cui hanno fatto seguito i relativi decreti attuativi. Di seguito sono riportato gli atti legislativi in ordine cronologico:

- D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno";

- Legge 26 OTTOBRE 1995 n. 447 “Legge quadro sull'inquinamento acustico”;
- Decreto del Ministero Ambiente 11 Dicembre 1996 “Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo”;
- D.P.C.M. 14/11/1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”;
- Decreto del Ministero Ambiente 16 /03/1998 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico”;
- D.M. 29 novembre 2000 “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”;
- Decreto Legislativo 4 settembre 2002, n. 262 “Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto”;
- D.P.R. 30 marzo 2004, n. 142 “Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447;
- Circolare 6 Settembre 2004 “Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali;
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 194 - Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale;
- Decreto Legislativo 17 febbraio 2017, n. 42 “Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161”.

Di seguito un estratto della normativa emanata dalla UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) e dalla ISO (International Organization for Standardization):

- ISO 1996-1:2003 Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 1: Basic quantities and assessment procedures
- ISO 1996-2:2017 Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 2: Determination of sound pressure levels
- UNI ISO 9613-1:2006 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto - Parte 1: Calcolo dell’assorbimento atmosferico
- UNI ISO 9613-2:2006 Acustica - Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo
- UNI/TR 11727:2018 Acustica – Indicazioni operative per la redazione delle informazioni sulle emissioni acustiche delle macchine

- UNI EN ISO 3745:2017 – Acustica – Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora – Metodi di laboratorio in camere anecoica e semi-anecoica
- UNI EN ISO 11819-2:2017 –Acustica – Misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico – Parte 2:Metodo per la misura del rumore di rotolamento in prossimità del pneumatico
- UNI EN 1793-1:2017 – Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale – Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica – Parte 1: Caratteristiche intrinseche di assorbimento acustico in condizioni di campo sonoro diffuso
- UNI EN ISO 11819-1:2004 Acustica - Misurazione dell'influenza delle superfici stradali sul rumore da traffico - Metodo statistico applicato al traffico passante
- UNI EN 1793-3:1999: Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Spettro normalizzato del rumore da traffico
- UNI ISO 13472-1:2004 Acustica - Misurazione in situ del coefficiente di assorbimento acustico di superfici stradali - Metodo della superficie estesa
- UNI 11143-1:2005, "Acustica Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti Parte 1: Generalità;
- UNI 11143-2:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 2: Rumore stradale
- UNI 11143-3:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 3: Rumore ferroviario
- UNI 11143-5:2005 Acustica - Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti - Parte 5: Rumore da insediamenti produttivi (industriali, artigianali, commerciali, agricoli ed ogni altra forma di attività anche di tipo terziario)
- UNI EN 1793-2:2018 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 2: Caratteristiche intrinseche di isolamento acustico per via aerea in condizioni di campo sonoro diffuso
- UNI EN 1793-4:2015 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 4: Caratteristiche intrinseche - Valori in situ della diffrazione sonora
- UNI EN 1793-5:2016 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 5: Caratteristiche intrinseche - Valori in sito della riflessione sonora in condizioni di campo sonoro diretto

- UNI EN 1793-6:2018 Dispositivi per la riduzione del rumore da traffico stradale - Metodo di prova per la determinazione della prestazione acustica - Parte 6: Caratteristiche intrinseche - Valore in sito di isolamento acustico per via aerea in condizioni di campo sonoro diretto
- UNI/TS 11659-1:2016 Acustica - Misure di mitigazione sonora – Parte 1: Generalità
- UNI 11022:2003 Acustica- Misurazione dell'efficacia acustica dei sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto, installati in ambiente esterno;
- UNI 11160: 2005 Linee guida per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di sistemi antirumore per infrastrutture di trasporto via terra;
- UNI EN 12354-3:207 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 3: Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- UNI EN 12354-4: 2017 Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 4: Trasmissione del rumore interno all'esterno;
- UNI CEI ENV 13005: 2005 Guida all'espressione dell'incertezza di misura
- UNI 9884: 1997 Acustica - Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale
- UNI 10855:1999 Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti
- UNI EN ISO 12001:2009 Acustica - Rumore emesso da macchine ed apparecchiature - Regole per la stesura e la presentazione di una procedura per prove di rumorosità;
- UNI/TS 11387:2010, “Acustica - Linee guida alla mappatura acustica e mappatura acustica strategica. Modalità di stesura delle mappe;
- UNI/TR 11326: 2009 Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica.

L’ISPRA ha redatto alcune Linee Guida che possono fornire supporto alla definizione di un sistema di monitoraggio per il rumore da traffico veicolare.

- Linee guida per la progettazione di reti di monitoraggio per il disegno di stazioni di rilevamento relativamente all’inquinamento acustico”, RTI CTN_AGF 3/2001;
- Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21/12/2001, n.443)”, ANPA, rev. 1 del 4 settembre 2003.

2.1.3 Analisi acustica preliminare

2.1.3.1 Raccolta dei dati e degli elementi preliminari

In questa fase propedeutica è stata acquisita innanzitutto la cartografia di base relativa all'area di interesse.

I dati cartografici sono stati acquisiti tramite il SITR (Sistema Informativo Territoriale Regionale) della Regione Sardegna il quale fa riferimento a diversi standard internazionali che rispettano i principi di condivisione dei dati geografici emanati dalla Direttiva INSPIRE ai fini della realizzazione di un'infrastruttura dati territoriali comunitaria. I dati cartografici sono accessibili tramite il portale web Sardegna Geoportale.

Dal SITR è stato possibile accedere al DBGT (Data Base Geotopografico) e nello specifico al DBMP (Data Base Multiprecisione), dal quale è stato possibile acquisire nel formato SHP (shape file) le seguenti fonti informative georeferenziate utili ai fini della modellazione geometrica per la caratterizzazione acustica dell'area di interesse:

- DBMP Strato 01 - Viabilità, mobilità e trasporti
    - Tema 01 - Strade
        - Classe 01 - Area di circolazione veicolare
        - Classe 04 – Area stradale (Superficie compresa entro i confini stradali: piano formato dalla carreggiata e dalle fasce di pertinenza, cioè banchine, marciapiedi e piste)
        - Classe 05 – Viabilità mista secondaria
        - Classe 07 – Elemento stradale (Elemento del grafo stradale al livello di dettaglio (element road))
        - Classe 09 – Tratto stradale (Percorso ottenuto per sintesi di uno o più elementi stradali e che connette due intersezioni)
- DBMP Strato 02 – Immobili ed antropizzazioni
    - Tema 01 - Edificato
        - Classe 01 – Unità volumetrica
        - Classe 02 – Edificio
    - Tema 02 – Manufatti
        - Classe 05 – Manufatti stradali

        - Classe 09 – Manufatti portuali
    - Tema 03 – Opere d'arte
        - Classe 01 - Ponte o viadotto
        - Classe 03 – Galleria
        - Classe 08 – Cavalcavia
- DBMP Strato 06 – Vegetazione
    - Tema 04 – Verde urbano ed extraurbano antropizzato
        - Classe 01 – Aree verdi

Inoltre dal SITR si è acquisito il modello digitale del terreno (DTM) sotto forma di griglia di punti quotati, con struttura a maglie quadrate con passo di 10 metri, in formato ASCII GRID (file .asc).

I dati geografici acquisiti sono georeferenziati con sistema di riferimento WGS84 UTM32N.Per la loro visualizzazione e rielaborazione è stato utilizzato il software open source QGIS.

Per la costituzione del database geografico sono stati anche utilizzati, ad integrazione, dati acquisiti da altre fonti. Per la verifica dei tracciati stradali, ad esempio, è stato consultato il portale open source Open Street Map che consente l'esportazione del sistema viario nel formato OSM. È poi risultato particolarmente importante il rilievo diretto delle caratteristiche dell'ambiente urbano del fronte portuale, delle attività che vi si svolgono, delle caratteristiche specifiche delle sezioni stradali (pavimentazione, larghezza delle corsie, senso di marcia, etc...).

FIGURA 2: ESTRATTO DEL PIANO DI FABBRICAZIONE VIGENTE

Allo scopo di verificare le destinazioni di zona e la presenza di aree a destinazione speciale anche in funzione della verifica della presenza dei ricettori sensibili sono stati

consultati (ed è stata acquisita la relativa cartografia) il P.U.C. (Piano Urbanistico Comunale) vigente (Piano di fabbricazione) ed il Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna.

2.1.3.2 Pianificazione di settore

Il Comune di Olbia ha elaborato e approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 24 del 08/03/2016 il Piano di Zonizzazione Acustica del territorio comunale ai sensi del D.P.C.M. 14/11/1997. Dalla consultazione degli elaborati si evince che l'area portuale destinata al traffico passeggeri ed il fronte mare sono in CLASSE IV - aree di intensa attività umana, con valori limiti assoluti di immissione pari a 65 dB(A) nel periodo diurno e 55 dB(A) nel periodo notturno.

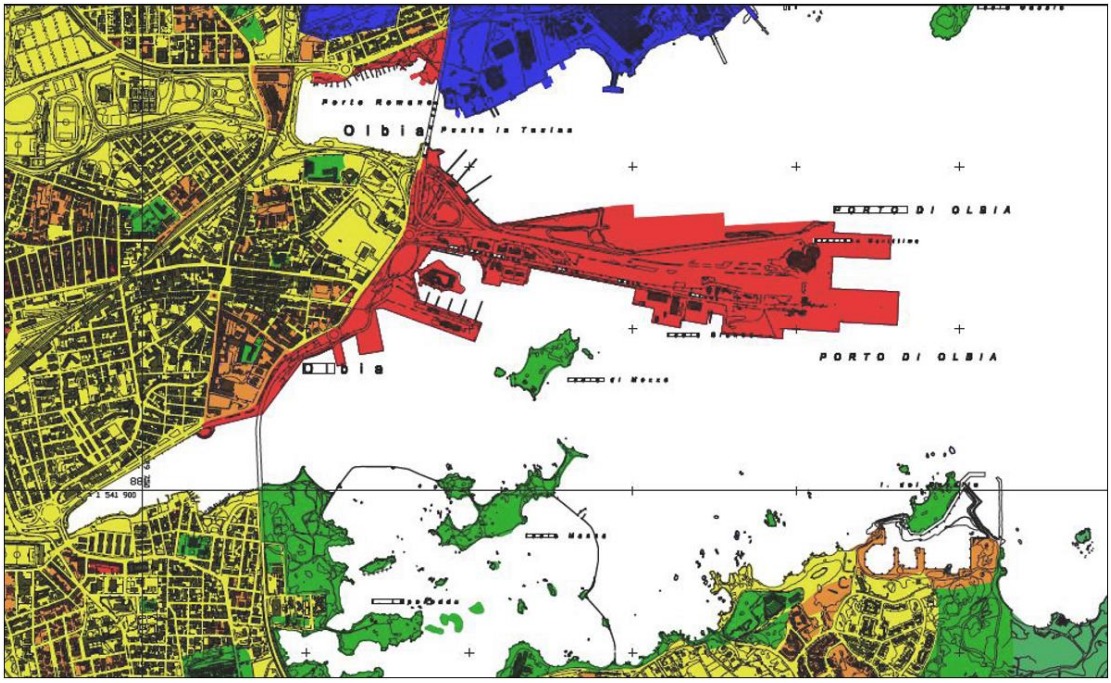


FIGURA 3: ESTRATTO DEL PIANO DI CLASSIFICAZIONE ACUSTICA

Nell'anno 2014 il Comune di Olbia ha adottato il P.U.M. (Piano Urbano della Mobilità) che rappresenta un importante strumento conoscitivo della realtà urbana. Nel Piano viene condotta un'analisi della struttura e delle criticità del sistema di trasporto attuale, si individuano gli indicatori di obiettivo ed i valori attuali e si pianificano le strategie di intervento. Il P.U.M. rappresenta uno strumento di programmazione di medio e lungo periodo nel quale vengono analizzati gli scenari di progetto sulla base degli scenari di riferimento. Pur essendo esteso all'intero sistema trasportistico della città,in esso si esamina anche il sistema della viabilità in relazione all'infrastruttura portuale.

Nella relazione tecnica e negli elaborati del P.U.M sono riportati i risultati di campagne di rilievo del traffico, di indagini statistiche sulla mobilità, di analisi dei flussi di traffico che sono stati utilizzati per l'analisi dell'area di studio.

Il quadro informativo del contesto socio-economico e demografico è stato implementato con la raccolta dei dati ISTAT relativi alla popolazione residente al 1 gennaio 2019 nonché dei dati del censimento generale della popolazione dell'anno 2011 dai quali si possono ricostruire gli andamenti storici dei dati demografici.

Altri dati sulle infrastrutture e sui trasporti sono disponibili, per la parte di interesse del presente progetto, presso l'Autorità di Sistema Portuale del Mare di Sardegna - autorità portuale di Olbia Golfo Aranci che fornisce i dati relativi agli attracchi ed al traffico passeggeri nel pontile Isola Bianca.

Tramite l'A.S.P.O (Azienda Servizi Pubblici Olbia) sono stati inoltre analizzati i tracciati di percorrenza dei mezzi pubblici nell'area di interesse. Sono stati anche richiesti i dati giornalieri delle corse effettuate.

Per quanto riguarda l'acquisizione dei dati meteo sono disponibili i dati della centralina di rilevamento meteo dell'aereonautica militare installata in prossimità dell'aeroporto Olbia Costa - Smeralda, nonché i dati delle serie storiche di velocità del vento e di umidità relativa rilevati da diverse centraline meteo installate nel territorio.

L'amministrazione comunale dispone inoltre di una propria centralina di acquisizione installata sulla copertura del museo archeologico, proprio in prossimità del porto, che fornisce i dati di umidità relativa di velocità e direzione prevalente del vento, temperatura, pressione. La centralina è stata utilizzata per un'ulteriore validazione dei dati forniti dalla centralina meteo in prossimità dei punti di misura.

2.1.3.3 Valutazione preliminare dell'area di studio

La valutazione dell'area di studio è stata condotta, inizialmente, tramite l'analisi della cartografia e delle immagini satellitari disponibili nel portale Sardegna Foto Aeree e nei portali webgis. Per meglio comprendere le dinamiche del sistema dei trasporti si è cercato quindi di definire un inquadramento generale dell'area urbana. E' emerso come, a seguito della recente infrastrutturazione, l'assetto viario della città alla scala comunale sia determinato dalla presenza della Circonvallazione e della S.S. 125 Orientale Sarda. La prima, dallo svincolo sulla S.S.131 d.c.n. costeggia il centro urbano ad Ovest e si ricongiunge a Nord con la seconda la quale costituisce tuttora un importante via di accesso alla città e un asse di attraversamento Sud-Nord dal lato mare. Pure importante è la S.S. 597/SS729 Sassari-Olbia che conduce in città da Sud e si riconnette al sistema di svincoli dello scalo aereoportuale. Si possono poi rilevare chiaramente le vie preferenziali di accesso al centro costituite da assi stradali a raggiera tra cui Via

Barcellona, Corso Vittorio Emanuele e Via Aldo Moro. Costituiscono inoltre importanti poli nel sistema trasportistico l'area industriale a Nord della città e l'aeroporto Olbia - Costa Smeralda a Sud.

L'area del porto marittimo è in realtà molto diversificata e suddivisa tra scalo passeggeri, aree di attracco per la diportistica, porto industriale. Nell'insieme si tratta di uno dei poli marittimi principali nel Mediterraneo e tra i primi a livello nazionale per volumi di traffico.

Restringendo l'area di interesse del presente studio ad una scala compatibile con gli obiettivi del progetto, l'analisi si è concentrata sull'area interessata dallo scalo commerciale e passeggeri in corrispondenza della banchina Isola Bianca, considerando i tratti stradali potenzialmente interessati dal traffico veicolare riconducibile all'attività portuale (traffico indotto).

Ad una prima fase di studio documentale ha fatto seguito un sopralluogo "in situ" per verificare l'andamento reale dei flussi veicolari e le caratteristiche delle sezioni stradali. Sono stati quindi individuati i seguenti assi viari principali:

- S.S. 125: asse viario di valenza regionale che si immette nel fronte mare da un tratto sopraelevato, lo attraversa con un tratto interrato per poi re-immettersi in un tratto sopraelevato in corrispondenza della Rotonda del sacro Cuore;
- Il sistema di svincoli a raso o sopraelevati all'uscita della banchina Isola Bianca;
- Via Principe Umberto: strada urbana di percorrenza del fronte-mare;
- Via Punta Istaulas: strada principale di accesso alla banchina Isola Bianca per chi proviene da Nord e dal sottopasso della S.S. 125;
- Viale Isola Bianca: principale strada di accesso alla banchina isola Bianca dal lungomare cittadino;
- Via Genova: strada urbana di percorrenza del lungomare che collega il fronte mare con Via Redipuglia.

È stato inoltre accertato che:

- Il flusso di traffico dal fronte mare verso il centro storico è in qualche modo contenuto dalla presenza della Zona a Traffico Limitato che di fatto interdice l'accesso al Corso Umberto I;
- tutte le strade individuate hanno caratteristiche di pavimentazione stradale abbastanza uniformi avendo tutte il manto d'usura in conglomerato bituminoso fatta eccezione per Via Principe Umberto e Via Genova le quali sono realizzate con basoli di granito disposti in diagonale:
- nell'area in prossimità del porto non sono presenti ricettori sensibili di classe I. E' presente un complesso scolastico in Via Alessandro Nanni a circa 250 m dallo svincolo portuale, tuttavia il traffico in quel tratto non sembra univocamente e

direttamente determinato dalle dinamiche del porto. Un potenziale ricettore potrebbe essere il Museo Archeologico ma si trova comunque distante dalle sedi stradali. Si è invece individuato un ricettore sensibile "di bordo", rappresentativo degli edifici che insistono sul lungomare, nel palazzo del Municipio, il quale, sulla base dei rilievi effettuati, risulta esposto a notevoli livelli di pressione sonora;

- non sono presenti sorgenti concorrenti con emissione sonora la cui durata temporale può contribuire significativamente al clima acustico.

Per quanto esposto, per via del limitato numero di catene di misura a disposizione sono state ipotizzate, per la successiva campagna di misura del clima acustico, tre posizioni di rilievo del tipo "sorgente orientata" volte a caratterizzare direttamente l'emissione del traffico veicolare. Le postazioni di misura dovranno inoltre consentire di valutare in parallelo l'entità del traffico veicolare che, considerata la vocazione turistica della città e della costa, presenta un forte carattere di stagionalità.

2.1.3.4 Verifica dei punti di misura e delle sezioni stradali

A partire dall'analisi acustica preliminare sono stati valutati i potenziali punti di misura in funzione della loro attitudine a fornire un quadro sufficientemente completo e rappresentativo dei livelli di pressione sonora in tutta l'area prossima al porto commerciale. La scelta dei punti di misura definitivi, tra quelli potenziali, è stata ponderata sulla base delle risorse strumentali disponibili. I punti di rilievo scelti sono da considerarsi pertanto "di frontiera" in quanto si è ipotizzato che siano i punti maggiormente esposti al rumore da traffico veicolare secondo un rapporto di causa – effetto. L'ipotesi è stata confermata anche dalle rilevazioni fonometriche preliminari.

La valutazione dei livelli di pressione nei punti non monitorati, o comunque intermedi, è affidata all'applicazione dei modelli fisici previsionali di propagazione che potranno comunque essere tarati per comparazione con i valori rilevati nei punti di misura.

Si considera, inoltre, che ulteriori tratti stradali potenzialmente soggetti a livelli di pressione sonora elevati si trovano in genere più distanti dai ricettori e comunque in zone non interessate da attività sensibili.

Dopo un'attività di monitoraggio si è potuto concludere che in prossimità delle postazioni di rilievo non sono presenti sorgenti sonore che si sovrappongono a quelle mobili. Il traffico rappresenta pertanto la principale fonte di disturbo.
Le attività specifiche connesse al porto quali le manovre di attracco delle navi, le operazioni di imbarco/sbarco dei veicoli, la movimentazione dei mezzi pesanti rimangono confinate alle aree di sbarco e non contribuiscono significativamente ai livelli

di rumore in quanto gli attracchi distano circa 1,2 km dalla prima intersezione stradale e nelle prossimità delle banchine sono presenti per lo più strutture legate all'attività portuale stessa. Pertanto si è indagato sulla componente del traffico veicolare (nei periodo di morbida e di punta), che rappresenta la fonte principale di rumore direttamente ascrivibile e sistematicamente riconducibile alla presenza del porto. In ogni caso i flussi di traffico sia ordinari sia indotti si sono dimostrati in grado di generare il contributo preponderante al clima acustico in prossimità dei recettori presenti lungo il waterfront della città.
Una volta individuati i punti di misura fonometrica e le sezioni stradali per la misura del flusso veicolare, prima di dare corso sistematicamente alla campagna sperimentale, si è proceduto alla verifica della loro idoneità ad acquisire dati adatti ad alimentare il modello traffico-rumore, in modo tale da poter ottimizzare l'utilizzo degli strumenti di misura disponibili per la campagna sperimentale.

In seguito alla verifica ed alle valutazioni sulle priorità nell'impiego delle risorse sono state definite 10 sezioni stradali e 3 punti di acquisizione fonometrica per l'intera campagna sperimentale.

I criteri che hanno guidato la scelta dei punti e delle sezioni di misura, sono stati di due tipi. In primo luogo, si è verificato che i dati forniti mostrassero delle chiare correlazioni tra le due tipologie di dato (acustico e di flusso veicolare). Infatti, nel caso in cui non ci fosse stata una evidente correlazione, si sarebbe potuto senz'altro scartare il punto di acquisizione considerato di volta in volta poiché non idoneo ad essere implementato nel modello traffico-rumore.

In secondo luogo, si è valutata una graduatoria dei migliori punti di acquisizione (sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo) per impiegare nel modo migliore possibile le limitate risorse sperimentali disponibili.

Una ulteriore verifica ha riguardato la sensibilità dell'intera catena di misura alla congruenza della correlazione tra le fluttuazioni temporali delle emissioni dovute alle dinamiche del flusso veicolare e le simultanee fluttuazioni del clima acustico nell'area di interesse. In questo senso i punti considerati hanno dovuto soddisfare la capacità di discriminare le fonti di emissione tra quelle imputabili al traffico veicolare e quelle non attribuibili al traffico veicolare. Le posizioni di misura più adatte sono quelle il cui livello di rumore ambientale di fondo presenta valori accettabili e sufficientemente bassi per non mascherare il segnale emesso dalle sorgenti veicolari del traffico indotto.

2.1.3.5 Il piano di monitoraggio acustico

Sulla base di quanto esposto ai paragrafi precedenti sono state individuate tre posizioni fonometriche di rilievo di seguito descritte.+

Id	Posizione	Tipologia di rilievo
Pos. A	Rotonda Sacro Cuore	Centralina fissa su palo
Pos. B	Via Principe Umberto fronte Municipio	Centralina fissa su palo
Pos.C	Via Genova ingresso sottopasso stradale	Centralina fissa su palo

FIGURA 4: POSIZIONI DI RILIEVO FONOMETRICO

Nelle postazioni individuate è agevole l'installazione degli strumenti di misura a 4 metri di altezza dalla quota stradale e distanti dalle facciate degli edifici, come indicato dalla normativa.

Per avere un campione statisticamente rappresentativo dei livelli di pressione sonora è stato programmato il monitoraggio in continuo, in sincronia con i rilievi dei flussi di traffico, per un minimo di 72 ore per consentire di cogliere le fluttuazioni del livello di pressione sonora in funzione delle variazioni del traffico nell'arco delle 24 ore.

Le posizioni di rilievo fonometrico della campagna di monitoraggio hanno una doppia valenza riconducibile alle specifiche attività dei progetti di ricerca. Innanzitutto, le posizioni di riferimento devono essere funzionali alla determinazione del clima acustico dello stato di fatto sia nel periodo di morbida sia nel periodo di punta, inoltre devono

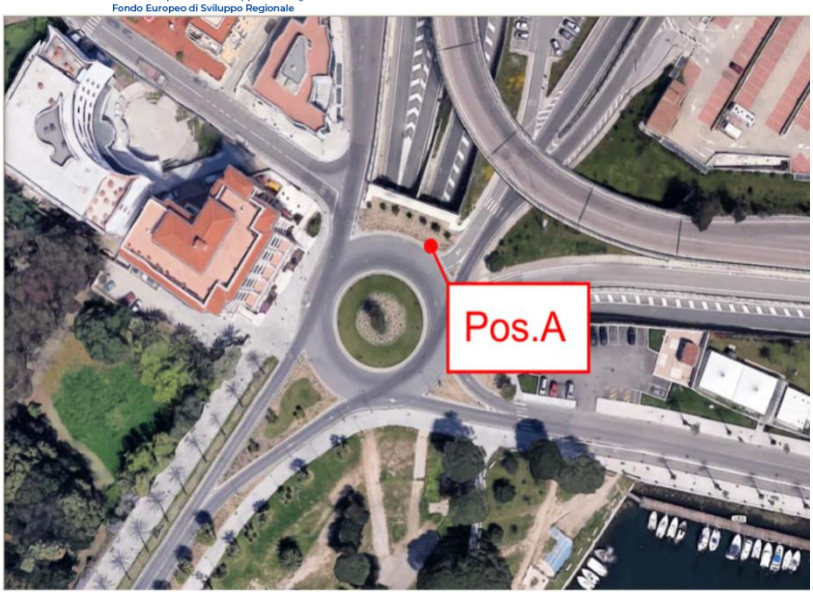
essere anche funzionali alla implementazione di un modello previsionale del clima acustico al variare dell'assetto dei flussi veicolari. Lo sviluppo di tale modello è a servizio del controllo e della attenuazione dei valori dei livelli di pressione sonora in punti critici rappresentativi delle variazioni del clima acustico tra il periodo di morbida ed il periodo di punta e funzionali alla valutazione dei valori di pressione acustica nei recettori sensibili. Qualora tali valori dovessero dimostrarsi superiori ai valori soglia disposti dalle norme di settore, il modello dovrebbe essere in grado di fornire l'input al sistema ITS, definito in premessa, per veicolare informazioni di infomobilità agli utenti sulla razionalizzazione dei percorsi e degli itinerari, ed a sollecitare modifiche ai comportamenti di guida, finalizzati alla riduzione dei flussi veicolari e quindi dell'impatto da rumore da essi generato.

Per questo motivo la posizione di rilievo A è da considerarsi strategica perché:

- è soggetta alle fluttuazioni stagionali del traffico relativo agli sbarchi nella banchina portuale;
- si trova in posizione baricentrica rispetto ai flussi di traffico che insistono su tutte le sezioni della infrastruttura stradale di connessione in uscita ed in entrata dallo scalo portuale;
- può essere considerata acusticamente influenzata prevalentemente dal flusso veicolare e non da altre sorgenti.

Trattandosi di una posizione in prossimità di una rotatoria stradale, particolare cura sarà posta nella individuazione delle sezioni stradali che saranno oggetto di misura dei flussi di traffico.

Di seguito le postazioni di rilievo fonometrico su foto aree di maggior dettaglio.



POSTAZIONE DI RILIEVO FONOMETRICO A

Rotatoria del Sacro Cuore

Coordinate:

4530549.91 N

542697.09 E

POSTAZIONE DI RILIEVO FONOMETRICO B

Via Principe Umberto

Coordinate

4530339.13 N

542530.94 E

POSTAZIONE DI RILIEVO FONOMETRICO C

Via Genova

Coordinate

4530164.33 N

542339.46 E

3. RILIEVI ACUSTICI E DEL TRAFFICO VEICOLARE

In questa sezione vengono descritte le attività di rilievo del rumore e del traffico veicolare nelle condizioni "ex ante" nel periodo di "morbida" e nel periodo di "punta" pianificate e poi svolte sulla base di quanto emerso nell'analisi conoscitiva preliminare.
L'acquisizione dei valori dei parametri descrittivi del clima acustico è stata condotta in parallelo con i rilievi di flusso di traffico allo scopo di correlare i trasporti (causa) all' inquinamento acustico (effetto).
Nell'ambito del progetto si prevede di eseguire rilievi acustici anche nelle condizioni "ex post" a seguito della implementazione delle azioni finalizzate alla gestione e regolazione dei flussi veicolari.

3.1 Data Base dei rilievi acustici e dei flussi di traffico (Ex-Ante) nel periodo di morbida e nel periodo di punta

3.1.1 Premessa

Il set delle informazioni acquisite nelle due distinte campagne di misura è stato strutturato in un database di riferimento per sviluppare l'analisi approfondita del clima acustico che si determina nel fronte portuale e la mappatura acustica dell'area secondo modelli fisici di propagazione. Su questo capitale informativo sono basati la ricerca e lo sviluppo di modelli previsionali traffico-rumore, specifica finalità del presente lavoro.
La prima campagna di rilievo "ex ante" si è svolta nel mese di Marzo dell'anno 2019, periodo dell'anno individuato come "di morbida" nel quale si registra solitamente un'attività ordinaria del porto passeggeri.
La seconda campagna "ex ante" si è svolta invece nel mese di Agosto dello stesso anno che è tipicamente periodo "di punta" e quindi con intensa attività del porto passeggeri nel vivo della stagione turistica. I rilievi sono stati eseguiti negli stessi punti di acquisizione e per le stesse sezioni stradali del periodo di morbida.
I parametri acustici e l'entità dei flussi veicolari rilevati in questi due periodi sono stati processati e organizzati in database funzionali all'addestramento del modello basato sulle Reti Neurali per ricostruire la correlazione causa-effetto tra i flussi veicolari ed il clima acustico generato nelle sezioni stradali d'interesse.

3.1.2 Modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti in conformità al D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" per i criteri generali e per la posizione dei microfoni per il rilevamento del rumore da traffico per l'intervallo temporale della misura.
Per le acquisizioni è stata impiegata strumentazione conforme alla classe 1 corredata dai relativi certificati di taratura in corso di validità, come prescritto dal citato decreto ministeriale. In particolare, sono stati utilizzati fonometri integratori Sound Level Meter 01dB Cube e microfoni prepolarizzati 1/2' type G.R.A.S. 40CD.

Tutti i rilievi fonometrici sono stati effettuati con postazioni fisse installate all'altezza di 4 metri dalla quota stradale secondo una logica sorgente-orientata (le cui caratteristiche sono descritte nelle linee guida dell'ISPRA al paragrafo 5.1) e in condizioni di sorveglianza per annotare eventuali singolarità o anomalie generate dall'attività occasionale di sorgenti acustiche non veicolari in prossimità dei punti di misura.
In tutti i casi, considerata l'obiettivo dell'attività di identificare la correlazione traffico veicolare - rumore, il monitoraggio è stato eseguito per un tempo di misura coincidente con il periodo di misura dei sistemi di rilevamento del traffico.

Nel corso dei rilievi sono state acquisiti e memorizzati su supporto digitale i valori medi delle seguenti grandezze acustiche, con base temporale pari a 100 [ms]: andamento temporale del livello di pressione sonora secondo le diverse curve di ponderazione in frequenza (A,B,C e Linear). Inoltre, in considerazione del fatto che le acquisizioni sul campo sono funzionali allo sviluppo di un modello previsionale del clima acustico, sono state anche acquisite, in via cautelativa e per eventuali ulteriori riscontri, gli andamenti della pressione sonora con diverse ponderazioni temporali: lineare ed esponenziale con costanti di tempo Slow, Fast e Impulse.
Le catene di misura del livello della pressione sonora impiegate hanno rilevato e memorizzato i dati fisici sia nel dominio del tempo sia nel dominio della frequenza. I dati in frequenza sono stati memorizzati anche in bande normalizzate di 1/3 di ottava.
Per poter validare le misure sono stati registrati i dati meteo relativi agli intervalli temporali delle misure del rumore ambientale come i valori delle precipitazioni, l'umidità relativa, la direzione e la velocità del vento, la temperatura, registrati da una centralina di acquisizione installata in prossimità delle strade monitorate[1].

3.1.3 Esecuzione dei rilievi fonometrici Ex-Ante (periodo di morbida)

[1] Centrale di rilevamento installata nel Museo Archeologico Comunale

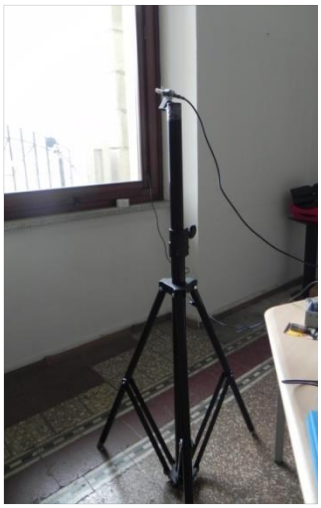
La campagna di misura programmata è stata eseguita nelle date 25, 26, 27 e 28 Marzo 2019. I rilievi hanno avuto inizio dalla sera del gorno 25.03.2019 alle ore 20.00 per tutte le postazioni sino alle ore 18.00 del giorno 28.03.2019 per 3 TR notturni e 3 TR diurni rilevati.

Postazioni di rilievo fonometrico campagna ex ante (periodo di morbida) Marzo 2019

Posizione microfono A

Posizione microfono B

Posizione microfono C



Posizione microfono D

FIGURA 5: POSTAZIONI DEI RILIEVI FONOMETRICI

Oltre alle posizioni di rilievo "sorgente orientate", per una maggiore completezza dell'indagine sul clima acustico, è stata aggiunta anche una postazione fonometrica in ambiente interno (Posizione microfono D). Il set up di acquisizione è stato posto in corrispondenza del ricettore "Municipio" direttamente prospiciente Via Principe Umberto, sezione stradale oggetto di rilievo fonometrico e dei flussi di traffico. Il microfono è stato posizionato all'interno di un locale al piano terra ad un'altezza di 1,5 m dal pavimento e distante 1,0 m dalle pareti. La misura è stata eseguita con una catena di misura della National Instruments collegato ad un microfono PCB pre-polarizzato s.n. 103768. La catena di misura è certificata in classe 1.
I dati acquisiti sono stati inseriti in un database georeferenziato con riferimento WGS84 UTM32N.
Di seguito si riportano sinteticamente i grafici delle rilevazioni dei dati meteo relativi al periodo di misura ed i grafici dell'andamento del Leq (A) per le tre postazioni di misura.

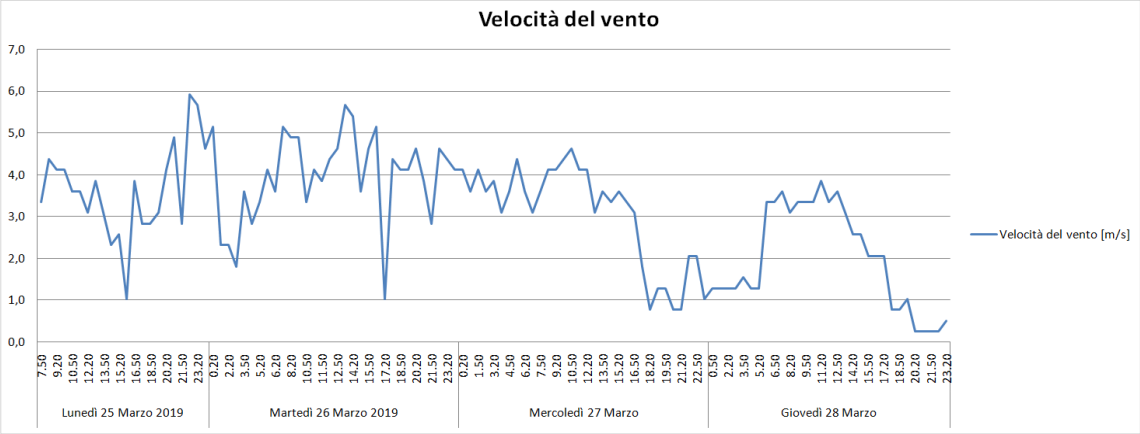


FIGURA 6: VELOCITÀ DEL VENTO NEI GIORNI DAL 25 AL 28 MARZO

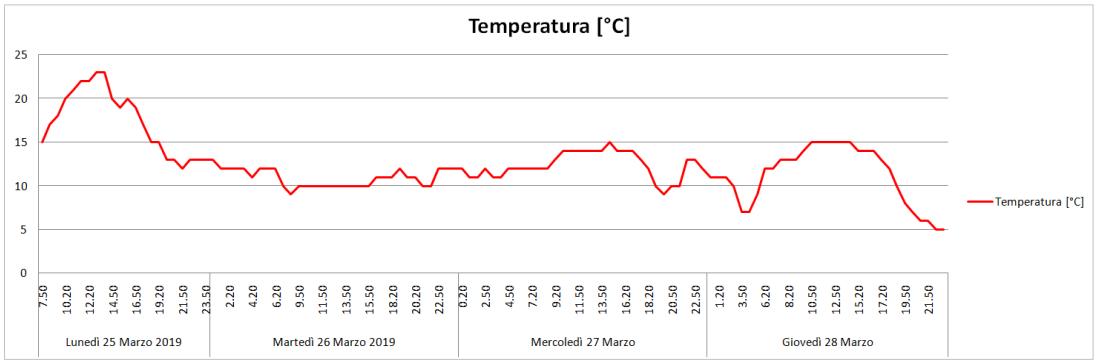


FIGURA 7: ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA NEI GIORNI DAL 25 AL 28 MARZO

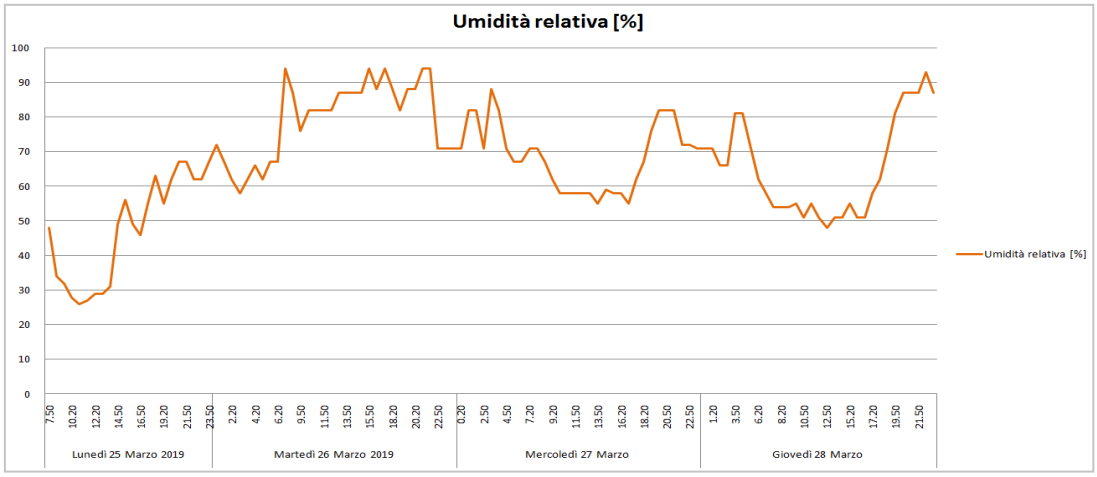


FIGURA 8: ANDAMENTO DELLA UMIDITÀ RELATIVA NEI GIORNI DAL 25 AL 28 MARZO.

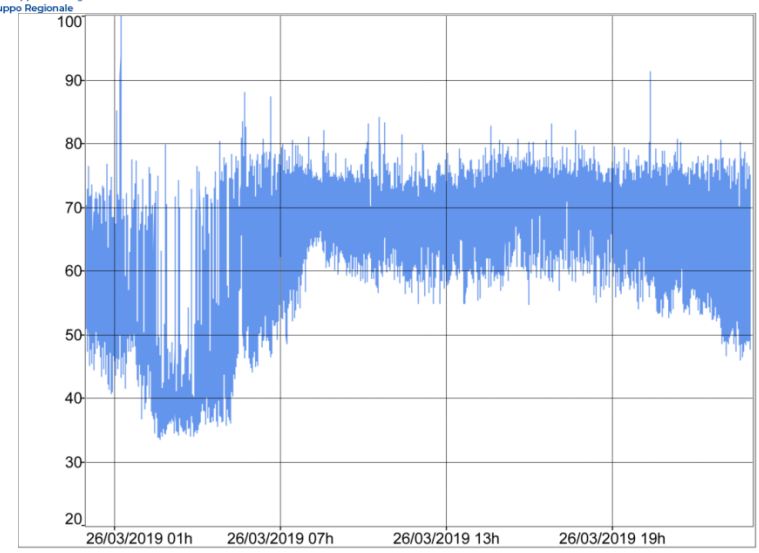


FIGURA 9: LIVELLO EQUIVALENTE LEQ(A) POSTAZIONE DI RILIEVO B (VIA PRINCIPE UMBERTO)

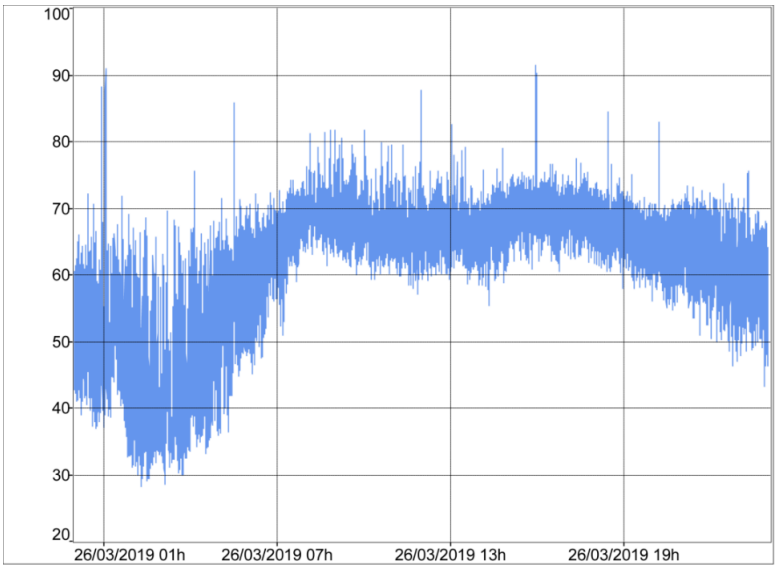


FIGURA 10: LIVELLO EQUIVALENTE LEQ(A) POSTAZIONE DI RILIEVO A (ROTATORIA SACRO CUORE)

3.1.4 Esecuzione dei rilievi fonometrici Ex-Ante (periodo di Punta)

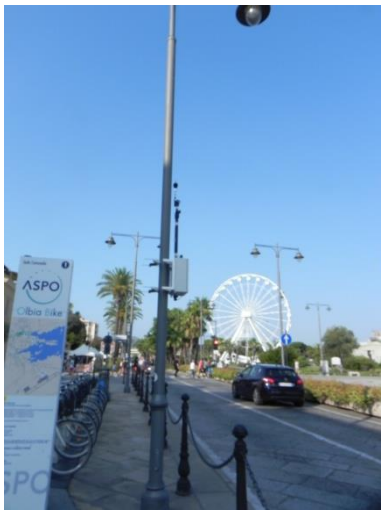
La campagna di misura nel periodo di punta. considerato il carattere marcatamente stagionale dei flussi legati alla stagione turistica, è stata programmata nelle giornate in cui statisticamente negli ultimi anni, secondo quanto indicato dall'Autorità Portuale di Olbia, si sono riscontrati i maggiori volumi di traffico passeggeri nel porto commerciale. Per l'esecuzione dei rilievi sono stati quindi individuati i giorni **23, 24, 25 e 26 del mese di Agosto 2019.** I rilievi hanno avuto inizio dal pomeriggio del giorno 23.08.2019 alle ore 16.00 per tutte le postazioni e si sono conclusi alle ore 18.00 del giorno 26.08.2019 per complessivi 3 TR notturni e 3 TR diurni rilevati.

Per le acquisizioni sono state impiegate le medesime catene di misura utilizzate nella campagna di rilievo del periodo di morbida.

Inoltre, al fine di valutare specificatamente come la variazione dei volumi di traffico connessi all'area portuale influisce sul rumore ambientale in prossimità del fronte urbano, i rilievi sono stati effettuati nelle stesse postazioni fisse impegnate nel periodo di morbida.

Postazioni di rilievo fonometrico campagna ex ante (periodo di punta) Agosto 2020

posizione microfono A



posizione microfono B

posizione microfono C

FIGURA 11: POSIZIONE DEI MICROFONI

flussi di traffico in fase di imbarco rilievi Agosto 2019:

flussi di traffico sul lungo mare rilievi Agosto 2019

FIGURA 12: ISTANTANEA FLUSSI DI TRAFFICO RILIEVI AGOSTO 2019

Di seguito si riportano sinteticamente i grafici delle rilevazioni dei dati meteo relativi al periodo di misura e alcuni estratti dei grafici dell'andamento del Leq(A) per alcune postazioni di misura.

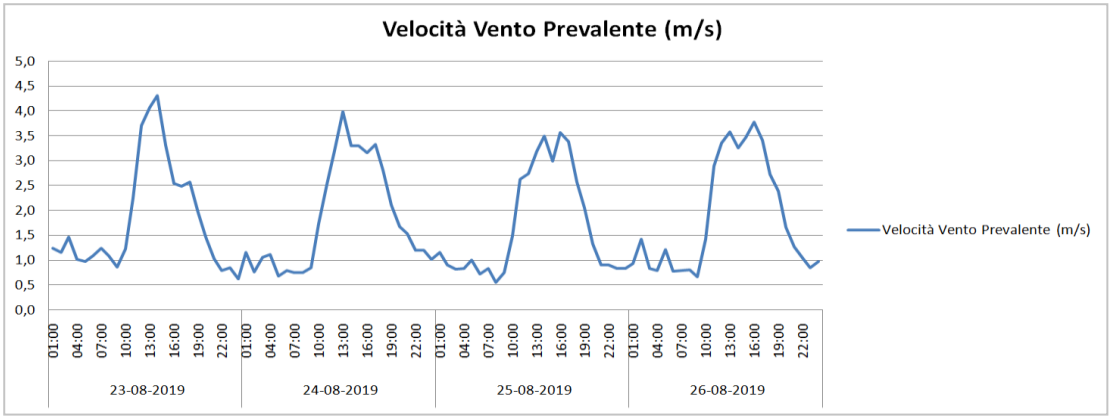


FIGURA 13. VELOCITÀ DEL VENTO NEI GIORNI DAL 23 AL 26 AGOSTO.

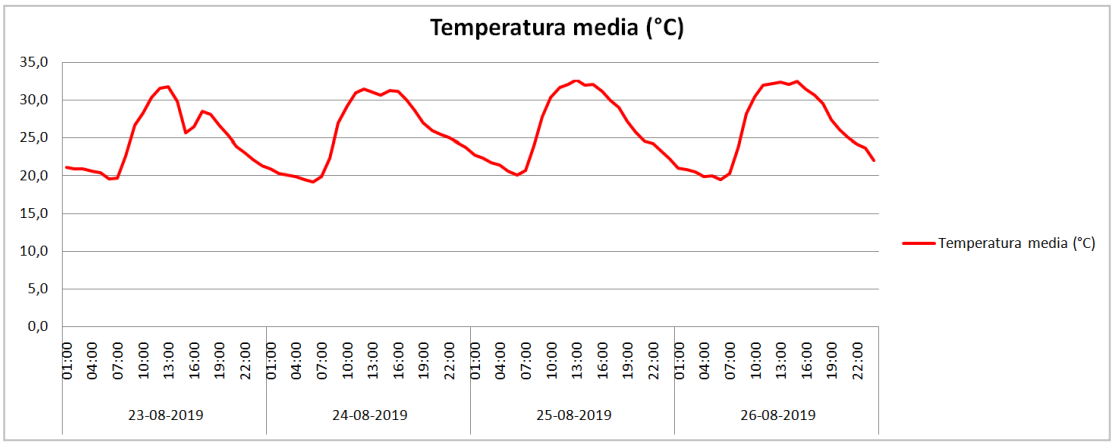


FIGURA 14. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA NEI GIORNI DAL 23 AL 26 AGOSTO.

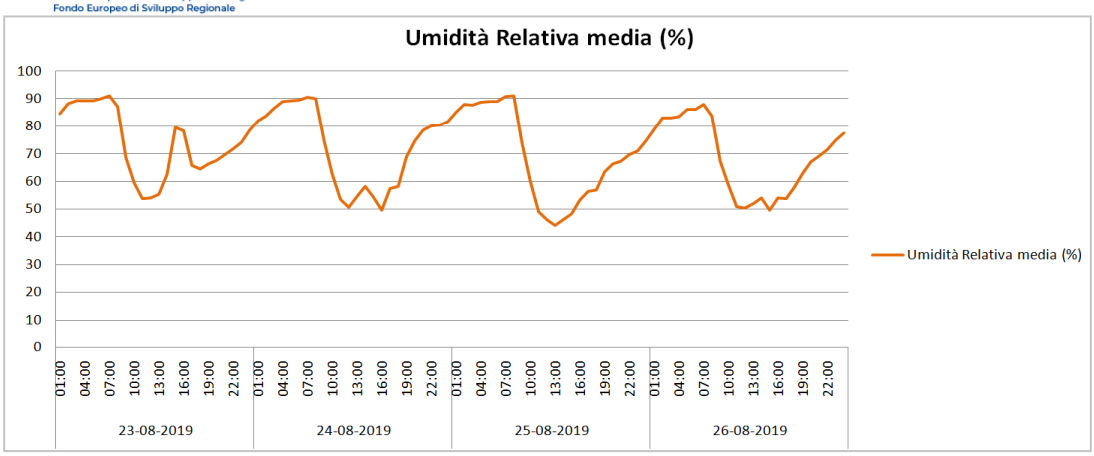


FIGURA 15. ANDAMENTO DELLA TEMPERATURA NEI GIORNI DAL 23 AL 26 AGOSTO.

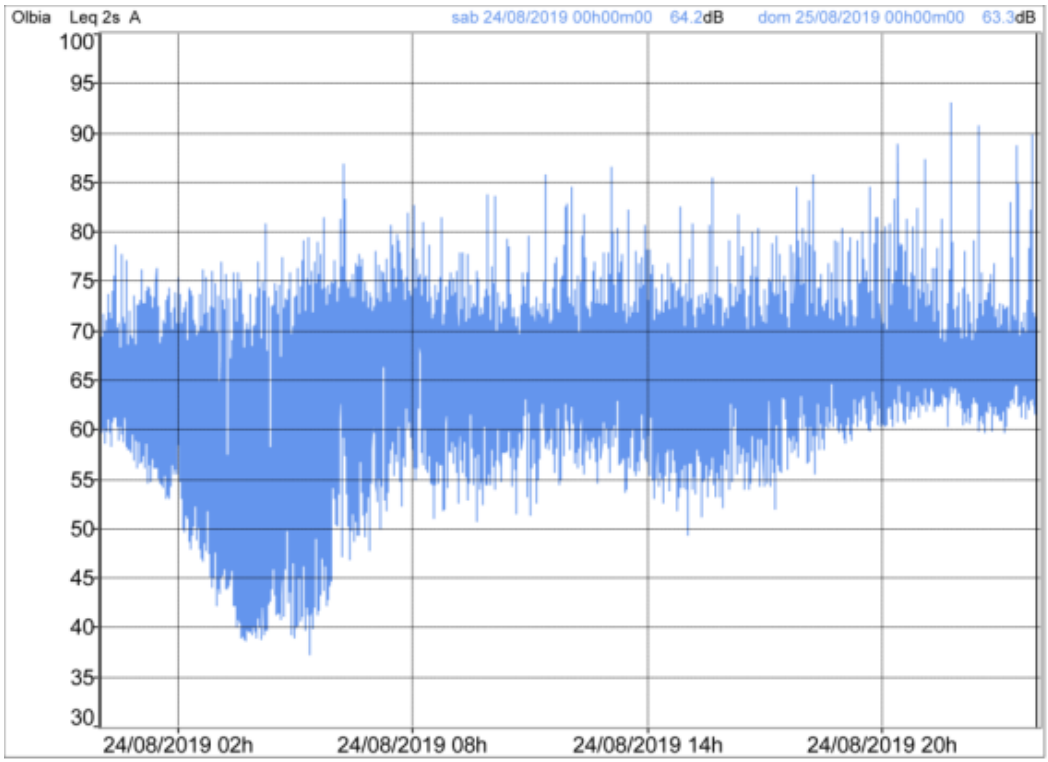


FIGURA 16: LIVELLO EQUIVALENTE LEQ(A) POSTAZIONE DI RILIEVO B 24.08.2019 -VIA PRINCIPE UMBERTO

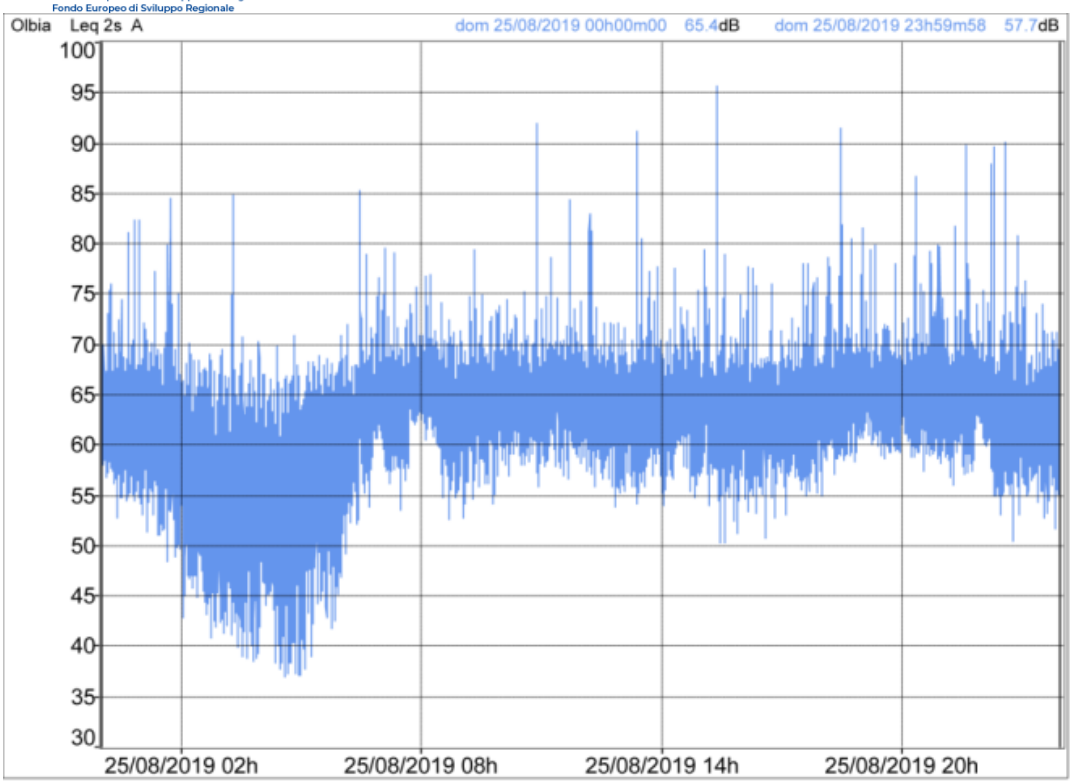


FIGURA 17: LIVELLO EQUIVALENTE LEQ(A) POSTAZIONE DI RILIEVO A 25.08.2019-VIA PRINCIPE UMBERTO

3.1.5 Modalità di rilievo dei flussi di traffico

Per avere un quadro più completo possibile dei flussi di traffico sono state individuate le diverse sezioni in cui effettuare le rilevazioni sulla base dei seguenti criteri:

- Sez.1A: rilevare flusso in entrata nella Rotonda Sacro Cuore;
- Sez.1B: rilevare flussi in entrata nel sottopasso stradale in direzione Sud;
- Sez.1C: rilevare flussi in uscita dal sottopasso stradale in direzione Nord;
- Sez.1D: rilevare flusso in entrata e in uscita dall'area portuale;
- Sez.1E: rilevare flusso in uscita dalla Rotonda Sacro Cuore;
- Sez.1F: rilevare flusso in entrata e in uscita dall'area portuale dalla Rotonda Sacro Cuore;
- Sez.2A: rilevare flussi di traffico in Via Principe Umberto;
- Sez.3A: rilevare flussi di traffico in Via Genova;
- Sez.3B: rilevare flussi di traffico S.S.125 sopraelevata;
- Sez.3C: rilevare flussi di traffico in entrata e in uscita dal sottopasso stradale.

FIGURA 18: SEZIONI DI RILIEVO DEI FLUSSI DI TRAFFICO

Le attività di rilevamento sono state condotte con modalità video mediante acquisizione in continuo delle immagini per un periodo di 72 h. Le apparecchiature consentono il monitoraggio dei due sensi di marcia contemporaneamente. E' stata quindi rilevata l'entità dei flussi di traffico determinando il numero dei veicoli per senso di marcia per ognuna delle seguenti classi:

- Classe 1: veicoli con lunghezza compresa tra 0,00 m e 2,50 m
- Classe 2: veicoli con lunghezza compresa tra 2,51 m e 4,50 m
- Classe 3: veicoli con lunghezza compresa tra 4,51 m e 6,00 m
- Classe 4: veicoli con lunghezza compresa tra 6,01 m e 7,50 m
- Classe 5: veicoli con lunghezza maggiore di 7,51 m

FIGURA 19: DISPOSITIVO DI RILEVAMENTO DEL TRAFFICO VEICOLARE

I rilievi del traffico sono stati sincronizzati con i rilievi acustici settando l'orario di ciascun rilevatore con l'orario di riferimento automatico del sistema operativo (NTP/orologio client) dell'elaboratore impiegato come interfaccia, allineando poi a quest'ultimo l'orario interno dei fonometri.

3.1.6 Rilevazioni dei flussi di traffico Ex Ante nel periodo di morbida

Il report dei rilievi contiene, per ogni singola sezione, il conteggio dei veicoli suddivisi per direzione e classe dei veicoli riferito sia all'intervallo orario sia, nel dettaglio, al minuto.

Di seguito si riporta, a titolo di esempio, il grafico a barre della sezione di rilievo 2A con le distinte contributi delle diverse classi.

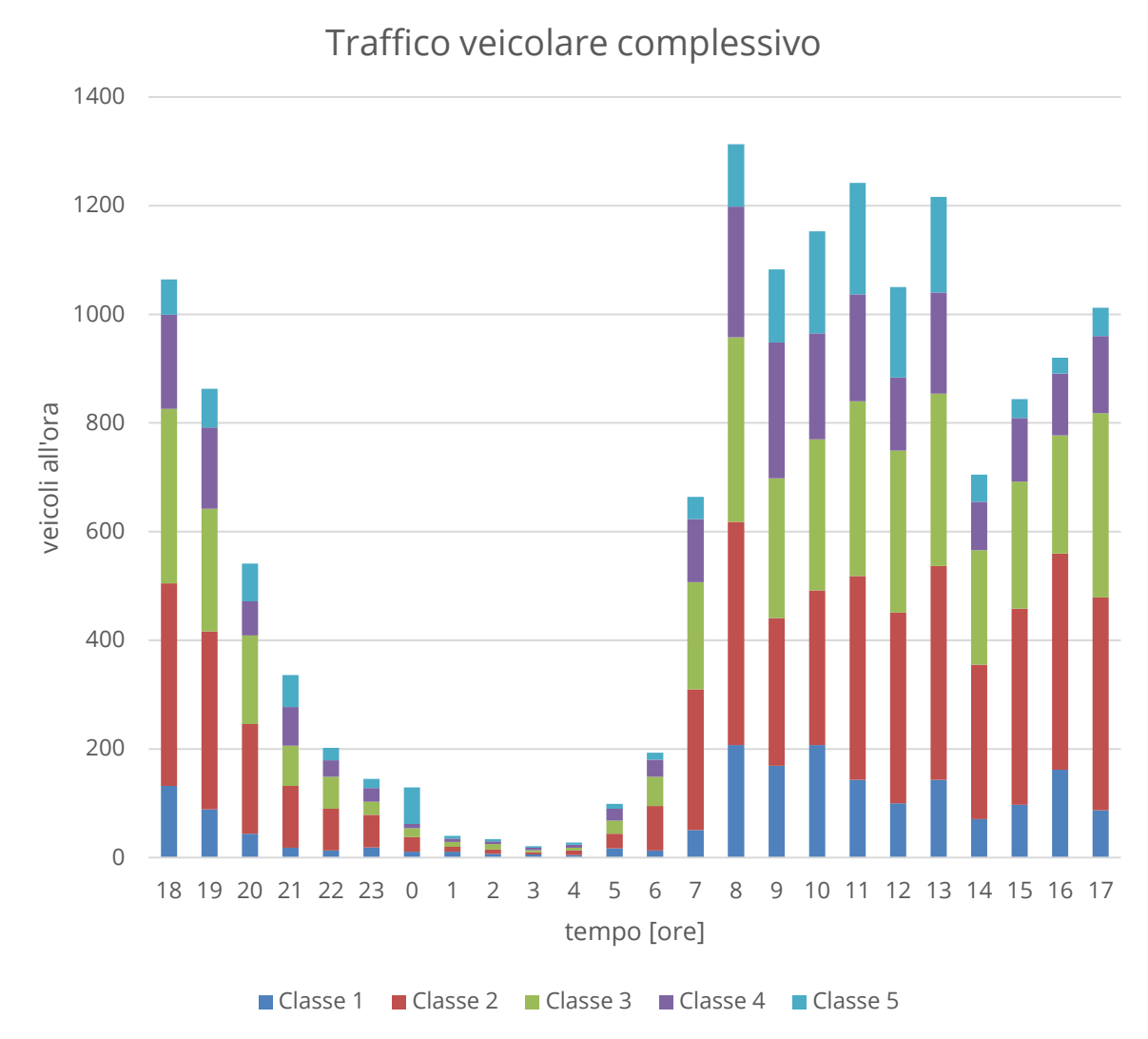


FIGURA 20: GRAFICO COMPLESSIVO CUMULATO PER LE DIVERSE TIPOLOGIE DI VEICOLI, DAL 27 AL 28 MARZO. POSTAZIONE VIA PRINCIPE UMBERTO.

3.1.7 Rilevazioni dei flussi di traffico Ex-Ante nel periodo di punta

I rilievi sono stati eseguiti nelle stesse sezioni stradali analizzate nel periodo di morbida nel marzo 2019 al fine di avere un quadro comparativo dei due periodi e della diversa distribuzione dei flussi nelle fasce orarie.

I dati sono stati raccolti con un report dei singoli passaggi per direzione e classe dei veicoli secondo l'intera *timeline* della rilevazione.

Anche per questa fase il report dei rilievi contiene, per ogni singola sezione, il conteggio dei veicoli suddivisi per direzione e classe di lunghezza riferito sia all'intervallo orario. Rispetto alle rilevazioni del periodo di morbida (per il quale sono stati registrati i

passaggi veicolari ogni minuto), nel periodo di punta sono stati registrati i passaggi dei veicoli e la loro velocità istantanea ogni secondo.

A titolo di esempio si riporta anche per tale periodo il grafico a barre della sezione di rilievo 2A con i contributi cumulati delle diverse classi.

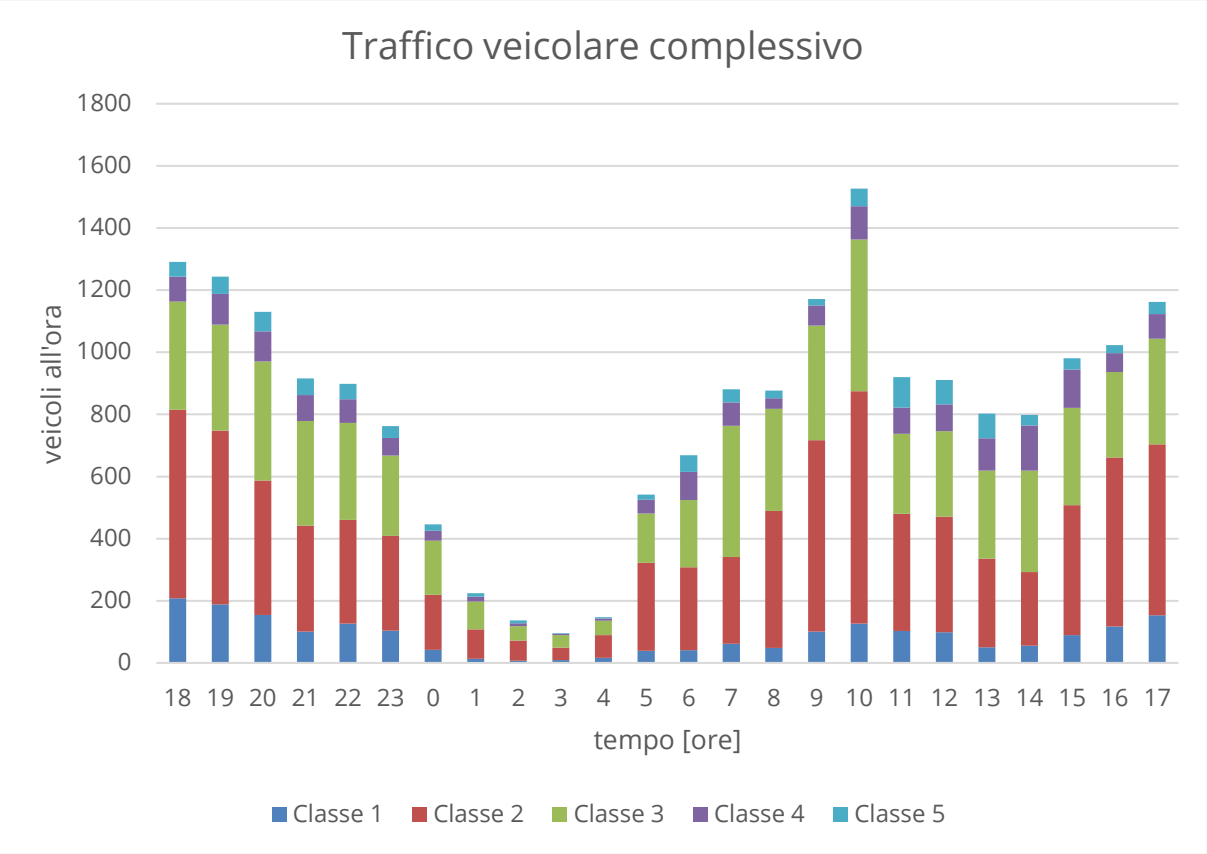


FIGURA 21: GRAFICO COMPLESSIVO CUMULATO PER LE DIVERSE TIPOLOGIE DI VEICOLI, DAL 24 AL 25AGOSTO. POSTAZIONE VIA PRINCIPE UMBERTO.

Sommario

1. PREMESSA 3
2. ANALISI ACUSTICA AMBIENTALE 6
2.1 Report analisi acustica 6
2.1.1 Premessa e articolazione dello studio 6
2.1.2 Analisi della legislazione vigente 6
2.1.3 Analisi acustica preliminare 10
3. RILIEVI ACUSTICI E DEL TRAFFICO VEICOLARE 21
3.1 Data Base dei rilievi acustici e dei flussi di traffico (Ex-Ante) nel periodo di morbida e nel periodo di punta 21
3.1.1 Premessa 21
3.1.2 Modalità di esecuzione dei rilievi fonometrici 22
3.1.3 Esecuzione dei rilievi fonometrici Ex-Ante (periodo di morbida) 22
3.1.4 Esecuzione dei rilievi fonometrici Ex-Ante (periodo di Punta) ... 25
3.1.5 Modalità di rilievo dei flussi di traffico 29
3.1.6 Rilevazioni dei flussi di traffico Ex Ante nel periodo di morbida 31
3.1.7 Rilevazioni dei flussi di traffico Ex-Ante nel periodo di punta 32