Progetto L.I.S.T. PORT

Limitazione Inquinamento Sonoro da Traffico nei Porti commerciali

Componente	**T2:** Realizzazione sistema integrato ITS intelligente
Attività	**T2.2** Progettazione e sviluppo del sistema ITS con l'ausilio della app
Prodotto	**T2.2.1:** Sistema ITS basato su app di info-mobilità
Luogo e data :	Pisa Gennaio 2022

SOGGETTO RESPONSABILE DELLA STESURA DEL DOCUMENTO	**Prof. Ing. Marino Lupi**
RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO	**Prof. Ing. Paolo Fadda**
RESPONSABILE TECNICO DEL PROGETTO	**Ing. Federico Sollai**
ESTENSORI E AUTORI DEL DOCUMENTO	**Dott. MARCO BOERO** **Dott. LUCA NASO RAPPIS** **Dott. MAURO VANNUCCI**

Sommario

1 Abbreviazioni ed acronimi 2
2 Introduzione 2
2.1 Documenti di riferimento 2
3 Generalita' 3
3.1 Il progetto LIST PORT 3
3.2 Il sistema ITS LIST PORT 3
3.3 La App LIST PORT 4
3.4 Sistemi, servizi e dati disponibili nelle città LIST PORT 5
3.4.3 Olbia 6
3.4.4 Bastia (FR) 7
4 Impatti acustici del traffico 7
4.1 Modello di stima delle emissioni acustiche 8
5 Struttura e funzionalità dell'App 16
5.1 Organizzazione generale dei contenuti 16
5.2 Spalsh screen e home page 17
5.3 Servizio Traffico 18
5.4 Servizio Percorsi 19
5.5 Servizio Traghetti 20
5.6 Servizio Treni 20
5.7 Altri servizi 21
6 Architettura del sistema 21
6.1 Sistema di Back-End 22
6.2 Tecnologie realizzative 24
7 Ambiente operativo di rilascio 24
8 Appendice 1: TABELLE PER IL CALCOLO DEL RUMORE DEL TRAFFICO stradale 25

1 ABBREVIAZIONI ED ACRONIMI

ABBREVIAZIONE	DESCRIZIONE
ICT	Information and Communications Technologies
ITS	Intelligent Transport System
LBS	Location Based Service
PMV	Pannello a Messaggio Variabile
PoI	Point of Interest

2 INTRODUZIONE

Questo documento descrive la App di infomobilità realizzata per il progetto Interreg Marittimo LIST PORT.

Nel seguito viene brevemente introdotto il contesto progettuale offerto dal progetto LIST PORT e dalle città aderenti all'azione, la struttura, funzionalità e caratteristiche principali della App LIST PORT, le tecnologie utilizzate per la realizzazione e rilasci in produzione della App.

2.1 Documenti di riferimento

DOCUMENTO	DESCRIZIONE
DOC-01	Progetto LIST PORT – T1.9, Definizione degli scenari di riassetto – caso di studio di Piombino, 21/04/2020; Relazione Tecnica
DOC-02	Progetto LIST PORT – T1.9, Definizione degli scenari di riassetto – caso di studio di Vado Ligure; Relazione Tecnica
DOC-03	Progetto LIST PORT – T1.9.1, Report scenari alternativi di riassetto del traffico; Olbia, 10/07/2020; Relazione Tecnica
DOC-04	Progetto LIST PORT – T1.9, Definizione degli scenari di riassetto – caso di studio di Bastia (in Italiano), 07/08/2020; Relazione Tecnica

3 GENERALITA'

3.1 Il progetto LIST PORT

Il progetto LIST PORT, parzialmente finanziato nell'ambito del programma Comunitario Interreg Marittimo Italia-Francia, si propone l'obiettivo strategico di realizzare, installare e sperimentare – in un'ottica di successiva stabile adozione – strumenti di informazione e instradamento del traffico veicolare volti ad ottenere una limitazione dell'inquinamento sonoro da traffico nelle aree limitrofe ai porti commerciali.

A questo fine, partecipano alla sperimentazione quattro città italiane e francesi che rappresentano casi emblematici di viabilità urbana significativamente influenzata dalla presenza di un porto commerciale, caratterizzato da flussi passeggeri connessi alla stagionalità turistica e da flussi commerciali (merci e servizi) in tutti i periodi dell'anno: Olbia, Piombino e Vado Ligure in Italia, Bastia in Francia.

Il progetto affronta le tematiche dell'indirizzamento dei flussi in ottica di riduzione della pressione del traffico e dell'inquinamento acustico tramite la realizzazione e installazione sul campo di sistemi ITS (Intelligent Transport Systems) di infoutenza volti a fornire informazioni e indicazioni agli utenti della strada in arrivo o in partenza dai terminal portuali. I sistemi ITS realizzati nel progetto hanno l'obiettivo di consentire agli utenti scelte del percorso di avvicinamento o allontanamento dal terminal regolate dalle politiche di instradamento dei flussi messe in atto dalla Amministrazioni Locali in funzione della rilevazione dei flussi di traffico e dei conseguenti impatti acustici.

Questo obiettivo viene perseguito tramite la realizzazione di due tipologie principali di dispostivi ITS:

- Pannelli a Messaggio Variabile (PMV) installati in punti opportuni sulla rete stradale, tramite i quali sono diffuse indicazioni di instradamento (in forma testuale e grafica) circa i percorsi di accesso e deflusso dai terminal portuali
- una App fruibile su dispositivi mobili quali smartphone e tablet, tramite la quale gli utenti possono ricevere, prima e durante il viaggio, informazioni analoghe a quanto diffuso dai PMV installati su strada oltre a ulteriori informazioni complementari utili al viaggio diretto in entrata o uscita dal terminal.

Le politiche di diffusione delle informazioni e di instradamento dei flussi sono definite ed attuate dagli Enti Locali preposti al governo della mobilità nei bacini comprendenti i terminal portuali, con la consulenza scientifica dell'Università di Pisa. In particolare, sono state definite nell'ambito delle attività di progettazione svolte nel progetto LIST PORT con la collaborazione dei diversi Enti Locali nei territori interessati e dei partner del progetto: l'Università di Cagliari, Capofila del progetto LIST PORT, ANCI Toscana per Piombino, ANCI Liguria per Vado Ligure, Chambre de Commerce et d'Industrie de Bastia et de la Haute-Corse per Bastia, Comune di Olbia.

Una visione generale delle politiche di instradamento per le diverse città LIST PORT partecipanti al progetto LIST PORT è inclusa nei report DOC-01, DOC-02, DOC-03 e DOC-04.

L'attivazione di uno specifico piano di instradamento è basata su due tipologie di informazioni principali, ottenute ed elaborate in tempo quasi-reale dal sistema ITS LIST PORT:

- lo stato del traffico, inteso come misurazione dei flussi veicolari acquisita tramite sensori e rilevatori installati in punti opportuni della rete stradale;
- una stima degli impatti sonori ottenuta da un modello di calcolo che utilizza, quale input, le misure dei flussi veicolari raccolte dai sensori su strada.

3.2 Il sistema ITS LIST PORT

Complessivamente, la tecnologia realizzata nel progetto LIST PORT comprende i due sottosistemi introdotti al capitolo precedente oltre ad alcuni sistemi e fonti di informazione esterne. Tutte le tecnologie e i flussi informativi e di elaborazione dei dati sono gestiti dalla Centrale LIST PORT, un sistema ICT ospitato su

infrastruttura virtualizzata (server virtuali in cloud) sulla quale “girano” le applicazioni che implementano le varie funzionalità e servizi previsti nel progetto.

La figura seguente illustra in modo schematico l’architettura *high level* della Centrale LIST PORT. Come evidenziato in figura, la App LIST PORT acquisisce dati e informazioni da tre principali fonti:

1. La piattaforma integrata di gestione del sistema ITS (Centrale LIST PORT)
2. Sistemi terzi installati sul territorio nelle diverse città LIST PORT
3. Servizi terzi disponibili ed accessibili su internet

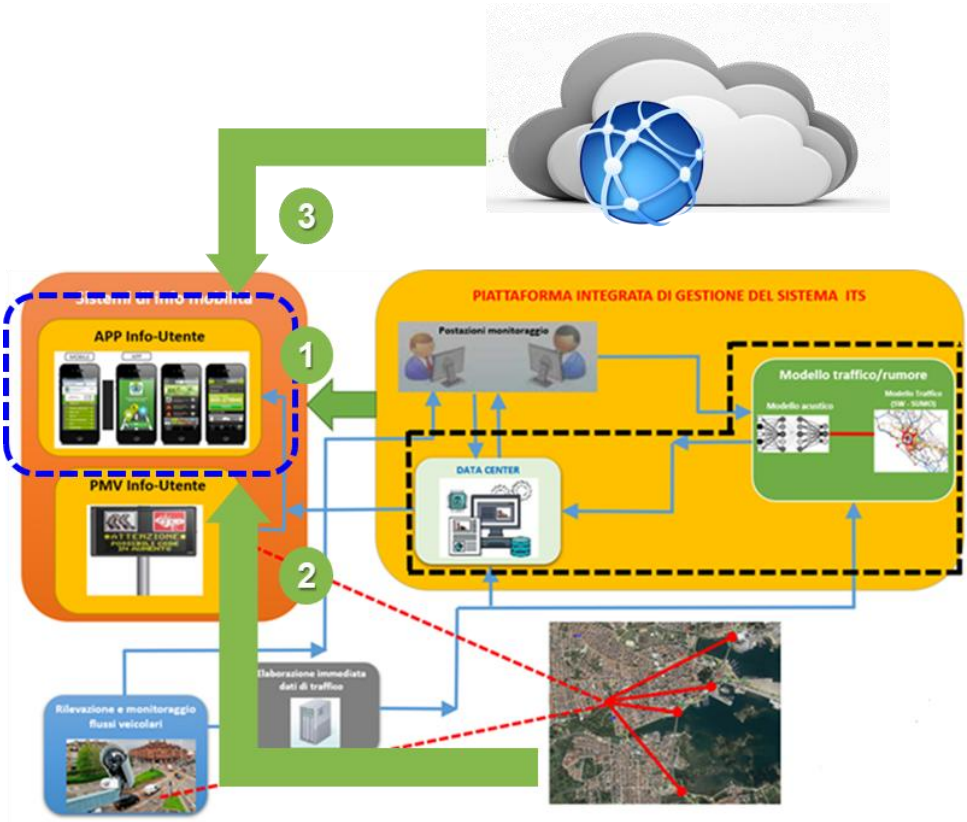

Fig. 3.1 – Architettura high level del sistema ITS LIST PORT

3.3 La App LIST PORT

Complementare ai sistemi di diffusione di informazioni installati su strada (pannelli PMV) la App LIST PORT costituisce lo strumento principale per consentire all’utente di ottenere informazioni aggiornate in tempo reale e l’itinerario per/da l’area portuale nelle città oggetto della sperimentazione nel progetto LIST PORT. Tali informazioni variano in funzione delle condizioni del traffico e delle strategie di instradamento elaborate dal sistema di infomobilità. Rappresenta uno strumento in grado di completare le indicazioni puntuali ottenibili su strada in corrispondenza della segnaletica PMV fornendo informazioni sull’intero itinerario di accesso/uscita dall’area portuale fruibili sia prima del viaggio (pianificazione *pre-trip*) sia in modalità *location based* (Location Based Services, LBS) durante l’effettivo svolgimento del viaggio. Realizzata in tecnologia *cross-platform*, l’App può essere utilizzata dagli utenti su dispositivi Android e iOS.

3.3.1 Servizi forniti

Complessivamente, la App LIST PORT offre i seguenti servizi:

- pianificazione e visualizzazione su mappa degli itinerari di accesso/uscita dall'area portuale in funzione delle condizioni di traffico, delle emissioni sonore da traffico stimate in relazione ai flussi di traffico rilevati, delle strategie di instradamento elaborate dal sistema ITS di infomobilità LIST PORT;
- visualizzazione di informazioni complementari in tempo reale sul traffico e la mobilità, in funzione di quanto disponibile nelle città LIST PORT. Tali informazioni comprendono, ad esempio: partenze/arrivi dei servizi ferry nei terminal portuali inclusi nel progetto, informazioni sul trasporto pubblico, parking e risorse per la sosta, immagini da webcam traffico, informazioni su punti di interesse (PoI), ecc.;
- notizie di interesse nell'area, da sorgenti e canali digitali locali;
- connessione ai servizi di informazione e per la prenotazione ed acquisto del posto a bordo nave, quando resi disponibili dalle Società di navigazione;

La struttura dettagliata e i servizi implementati nella App LIST PORT sono descritti più dettagliatamente nel Cap. 5.

3.3.2 Pianificazione e visualizzazione dei percorsi

E' importante osservare che la funzionalità principale dell'App, costituita dalla visualizzazione su mappa degli itinerari di accesso/uscita dalle aree portuali LIST PORT è accoppiata strettamente alle funzionalità di selezione degli itinerari attuata dalla Centrale LIST PORT.

Le strategie di instradamento, sia per quanto riguarda i percorsi in avvicinamento sia per i percorsi di uscita dal terminal portuale, costituiscono scenari precalcolati di *routing* dei flussi e vengono implementate dalla Centrale LIST PORT tramite opportune configurazioni di messaggi testuali e pittogrammi mostrati sui pannelli PMV, selezionate sulla base delle rilevazioni provenienti dai sensori di traffico e le relative stime degli impatti sonori.

La App LIST PORT genera e mostra su mappa i corrispondenti percorsi sulla base delle scelte effettuate dalla Centrale LIST PORT, senza attuare alcuna pianificazione autonoma degli itinerari. Questa scelta realizzativa costituisce un'assunzione fondamentale al fine di garantire la completa coerenza tra le indicazioni mostrate sui PMV distribuiti lungo l'itinerario e la visualizzazione complessiva dell'itinerario mostrato su mappa dalla App.

3.4 Sistemi, servizi e dati disponibili nelle città LIST PORT

Come illustrato in precedenza, la App LIST PORT aggrega, elabora e distribuisce contenuti (dati, informazioni, servizi) acquisiti mediante accesso a tre tipologie di fonti:

- la Centrale ITS LIST PORT, che gestisce sistemi (sensori di rilevamento dei flussi veicolari, segnaletica PMV) installati nell'ambito del progetto;
- eventuali altri sistemi ITS disponibili nelle città aderenti al progetto;
- dati e servizi terzi accessibili agli utenti via internet.

Le funzionalità e i servizi erogati dall'App LIST PORT in qualsiasi momento sono dipendenti dall'effettiva accessibilità delle fonti esterne e dalla qualità dei relativi dati, informazioni e servizi.

Nel seguito sono riassunte schematicamente le fonti che alimentano l'App LIST PORT nelle quattro città aderenti al progetto alla data di redazione di questa relazione.

3.4.1 Piombino

- Centrale ITS:

- livelli di traffico (scorrevole, rallentato) in punti chiave delle vie di accesso/deflusso dall'area portuale (dato *real time*);
- messaggi (testo, grafica segnaletica) esposti dai PMV installati nell'area (dato *real time*)

- Percorsi:
  - rappresentazione grafica su mappa del percorso suggerito per l'arrivo/partenza dall'area portuale,
  - indicazione testuale di "navigazione" lungo il percorso suggerito
- Traghetti: orari stimati delle partenze e arrivi nel terminal di Piombino dei servizi ferry da e verso l'isola d'Elba; integrazione del servizio MONI.C.A. realizzato nell'ambito del progetto Interreg Marittimo IT-FR MOBIMART (informazioni *real time*)
- Treni: orari delle partenze/arrivi dei treni nelle stazioni del bacino di interesse nel bacino di trasporto di interesse (stazioni di Piombino, Piombino Porto)

3.4.2 Vado Ligure

- Centrale ITS:
  - livelli di traffico (scorrevole, rallentato) in punti chiave delle vie di accesso/deflusso dall'area portuale (dato *real time*);
  - messaggi (testo, grafica segnaletica) esposti dai PMV installati nell'area (dato *real time*)
- Percorsi:
  - rappresentazione grafica su mappa del percorso suggerito per l'arrivo/partenza dall'area portuale,
  - indicazione testuale di "navigazione" lungo il percorso suggerito

Alla data sono in corso contatti per l'accesso e distribuzione tramite la App LIST PORT di altre informazioni gestite da sistemi di governo della mobilità presenti nell'area.

3.4.3 Olbia

- Google Maps: stato del traffico nell'area

Alla data di redazione della presente relazione l'installazione dei sistemi ITS (sensori, PMV) nell'area LIST PORT risulta ancora in corso. A installazione ultimata, risulteranno accessibili tramite l'App:

- Centrale ITS:
  - livelli di traffico (scorrevole, rallentato) in punti chiave delle vie di accesso/deflusso dall'area portuale (dato *real time*);
  - messaggi (testo, grafica segnaletica) esposti dai PMV installati nell'area (dato *real time*)
- Percorsi:
  - rappresentazione grafica su mappa del percorso suggerito per l'arrivo/partenza dall'area portuale,
  - indicazione testuale di "navigazione" lungo il percorso suggerito

3.4.4 Bastia (FR)

- Google Maps: stato del traffico nell'area

Alla data sono in corso contatti per l'accesso e distribuzione tramite la App LIST PORT di altre informazioni gestite da sistemi di governo della mobilità presenti nell'area.

4 IMPATTI ACUSTICI DEL TRAFFICO

Tra le diverse tipologie di servizi e informazioni supportate, la App LIST PORT integra l'indicazione delle emissioni sonore dei flussi di traffico stimate lungo i principali assi viari di accesso e uscita dalle aree portuali che partecipano al progetto.

Le indicazioni relative agli impatti sonori del traffico sono presentate all'utente nella sezione "Traffico" della App (v. cap. 5).

L'informazione relativa al livello di inquinamento sonoro è associata alla tratta stradale attrezzata con sensori di rilevamento dei flussi veicolari. Selezionando un punto di rilevamento del traffico, rappresentato su mappa o su lista da un'icona facilmente identificabile, l'utente ottiene informazioni di dettaglio comprendenti:

- stato del traffico
- emissione acustica (stimata)

L'emissione acustica è indicata come livello sonoro in DB (A) calcolato sull'intero periodo di riferimento diurno/serale/notturno. La seguente figura mostra la presentazione delle informazioni relative agli impatti acustici da traffico nella pagina dedicata della App LIST PORT.

Fig. 4.1 – Presentazione della stima delle emissoni acustiche da traffico nella App LIST PORT

4.1 Modello di stima delle emissioni acustiche

Per determinare la stima delle emissioni sonore sulla base dei flussi di traffico rilevati dai sensori, l'applicazione LIST PORT utilizza è stato utilizzato il modello CNOSSOS-EU, che utilizza diversi dati di input (alcuni forniti dai sensori e altri no) e produce come output l'emissione acustica come livello di potenza sonora emesso dal tronco stradale.

Nel seguito viene descritto il modello alla base della stima delle emissioni sonore. I vari coefficienti utilizzati nelle formule di calcolo sono definiti e valorizzati nell'Appendice 1.

4.1.1 Descrizione della sorgente

Classificazione dei veicoli

Per determinare la sorgente di rumore del traffico veicolare è necessario combinare l'emissione di rumore di ogni singolo veicolo che forma il flusso di traffico. Tali veicoli sono raggruppati in cinque categorie distinte in base alle loro caratteristiche di emissione di rumore:

- Categoria 1: veicoli a motore leggeri
- Categoria 2: veicoli medio-pesanti
- Categoria 3: veicoli pesanti
- Categoria 4: veicoli a motore a due ruote
- Categoria 5: Categoria aperta

La categoria dei veicoli a motore a due ruote è suddivisa in due sottoclassi distinte, una per i ciclomotori e una per i motocicli più potenti. Tale suddivisione è dovuta alle differenze significative che questi veicoli presentano in termini di modalità di guida e numero di unità circolanti.

Le prime quattro categorie sono obbligatorie, la quinta invece è facoltativa. È stata prevista per gli eventuali nuovi veicoli che saranno sviluppati in futuro e che potrebbero presentare differenze tali in termini di emissione di rumore da giustificare la definizione di una categoria supplementare. In tale categoria potrebbero rientrare ad esempio i veicoli elettrici o ibridi o qualsiasi veicolo futuro sostanzialmente diverso da quelli delle categorie da 1 a 4.

I dettagli delle diverse classi di veicoli figurano nella seguente tabella:

Classi di veicoli

Categoria	Nome	Descrizione		Categoria di veicoli nel sistema CE Omologazione dei veicoli completi (1)
1	Veicoli a motore leggeri	Autovetture, furgoni ≤ 3,5 tonnellate, SUV (2), MPV (3), inclusi rimorchi e roulotte		M1 e N1
2	Veicoli medio-pesanti	Veicoli medio-pesanti, furgoni > 3,5 tonnellate, autobus, camper, ecc. a due assi e con pneumatici accoppiati sull'asse posteriore		M2, M3 e N2, N3
3	Veicoli pesanti	Veicoli commerciali pesanti, vetture da turismo, autobus, con tre o più assi		M2 e N2 con rimorchio, M3 e N3
4	Veicoli a motore a due ruote	4a	Ciclomotori a due, tre e quattro ruote	L1, L2, L6
		4b	Motocicli con e senza sidecar, tricicli e quadricicli	L3, L4, L5, L7
5	Categoria aperta	Da definire in base alle esigenze future		n.d.

(1) Direttiva 2007/46/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 settembre 2007 (GU L 263 del 9.10.2007, p. 1), che istituisce un quadro per l'omologazione dei veicoli a motore e dei loro rimorchi, nonché dei sistemi, componenti ed entità tecniche destinati a tali veicoli
(2) Acronimo di Sport Utility Vehicle (veicolo utilitario sportivo)
(3) Acronimo di Multi-Purpose Vehicle (veicolo multifunzionale)

Numero e posizione delle sorgenti sonore equivalenti

In questo metodo ogni veicolo (categoria 1, 2, 3, 4 e 5) è rappresentato da una singola sorgente puntiforme con irraggiamento uniforme nel semispazio 2-π al di sopra del suolo. La prima riflessione sulla superficie stradale è trattata in modo implicito. Come illustrato nella figura seguente, questa sorgente puntiforme si trova a 0,05 m al di sopra della superficie stradale:

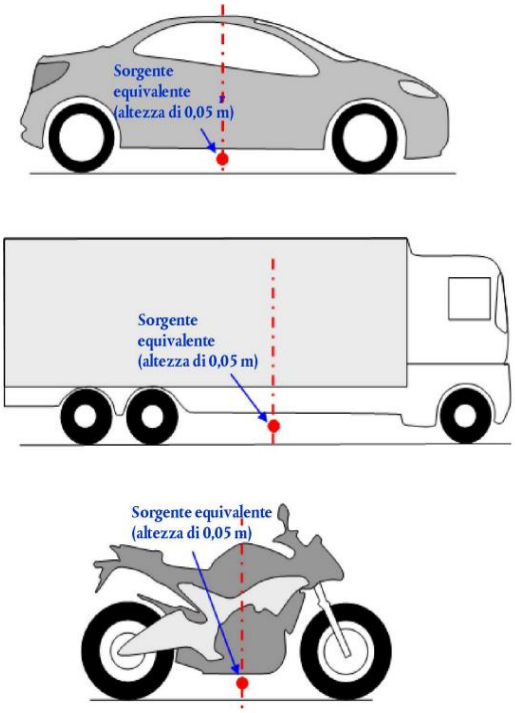

Fig. 4.2 – Posizione della sorgente puntiforme equivalente sui veicoli leggeri (categoria 1), sui veicoli pesanti (cat. 2) e sui veicoli a due ruote (cat. 4)

Il flusso del traffico è rappresentato da una linea sorgente. Nella modellizzazione di una strada a più corsie, idealmente ogni corsia dovrebbe essere rappresentata da una linea sorgente posta al centro di ciascuna corsia. Tuttavia, è accettabile anche modellizzare una linea sorgente al centro di una strada a doppio senso di marcia o una linea sorgente per carreggiata nella corsia esterna delle strade a più corsie.

Emissione di potenza sonora

Osservazioni generali

La potenza sonora della sorgente è definita in «campo semilibero»; essa comprende pertanto l'effetto della riflessione del suolo immediatamente al di sotto della sorgente modellizzata ove non siano presenti ostacoli nelle immediate vicinanze, ad eccezione della riflessione sulla superficie stradale che non si trova immediatamente al di sotto della sorgente modellizzata.

Flusso di traffico

L'emissione di rumore di un flusso di traffico è rappresentata da una linea sorgente caratterizzata dalla sua potenza sonora direzionale per metro e per frequenza. Essa corrisponde alla somma delle emissioni sonore dei singoli veicoli nel flusso di traffico, tenendo conto del tempo passato dai veicoli nel tratto stradale considerato. L'inserimento del singolo veicolo nel flusso richiede l'applicazione di un modello di flusso di traffico.

Presupponendo un flusso di traffico costante di Q_m veicoli della categoria m per ora, con una velocità media v_m (in km/h), la potenza sonora direzionale per metro nella banda di frequenza i della linea sorgente $L_{W',eq,line,i,m}$ è definita con la seguente formula:

$$L_{W',eq,line,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1\,000 \times v_m}\right)$$

dove $L_{W,i,m}$ è la potenza sonora direzionale di un singolo veicolo. $L_{W',m}$ è espresso in dB (re. 10^{-12} W/m). Questi livelli di potenza sonora sono calcolati per ogni banda d'ottava i da 125 Hz a 4 kHz.

I dati del flusso di traffico Q_m sono espressi come media annuale per ora, per periodo (diurno-serale-notturno), per classe di veicoli e per linea sorgente. Bisogna utilizzare per tutte le categorie i dati di immissione del flusso di traffico risultanti dalla rilevazione del traffico o dai modelli di traffico.

La velocità v_m è una velocità rappresentativa per categoria di veicoli, che nella maggior parte dei casi corrisponde alla più bassa tra due velocità: la velocità massima consentita per il tratto stradale e la velocità massima consentita per la categoria di veicoli. Se non si dispone di dati acquisiti mediante misurazioni locali, occorre utilizzare la velocità massima consentita per la categoria di veicoli.

Singolo veicolo

Si presuppone che tutti i veicoli della categoria m nel flusso di traffico circolino alla stessa velocità, ossia v_m, la velocità media del flusso di veicoli della categoria.

Un veicolo stradale è modellizzato mediante una serie di equazioni matematiche che rappresentano le due principali sorgenti di rumore:

1. il rumore di rotolamento dovuto all'interazione tra pneumatico e strada;
2. il rumore da propulsione generato dalla trasmissione (motore, scappamento, ecc.) del veicolo.

Il rumore aerodinamico è compreso nella sorgente del rumore di rotolamento.

Per i veicoli a motore leggeri, medi e pesanti (categorie 1, 2 e 3), la potenza sonora totale corrisponde alla somma energetica del rumore di rotolamento e del rumore da propulsione. Pertanto, il livello di potenza sonora totale delle linee sorgente m = 1, 2 o 3 è definito nel seguente modo:

$$L_{W,i,m}(v_m) = 10 \times \lg(10^{L_{WR,i,m}(v_m)/10} + 10^{L_{WP,i,m}(v_m)/10})$$

dove $L_{WR,i,m}$ è il livello di potenza sonora per il rumore di rotolamento e $L_{WP,i,m}$ è il livello di potenza sonora per il rumore da propulsione. Ciò vale per tutte le fasce di velocità. Per le velocità inferiori a 20 km/h, il livello di potenza sonora è quello risultante dall'applicazione della formula per v_m = 20 km/h.

Nel caso dei veicoli a due ruote (categoria 4), viene preso in considerazione soltanto il rumore da propulsione per la sorgente:

$$L_{W,i,m=4}(v_{m=4}) = L_{WP,i,m=4}(v_{m=4})$$

Ciò vale per tutte le fasce di velocità. Per le velocità inferiori a 20 km/h, il livello di potenza sonora è quello risultante dall'applicazione della formula per v_m = 20 km/h.

4.1.2 Condizioni di riferimento

Le equazioni e i coefficienti della sorgente sono validi per le seguenti condizioni di riferimento:

- velocità costante del veicolo
- rettilineo
- temperatura dell'aria τ_{ref} = 20°
- manto stradale di riferimento virtuale, costituito da una media di conglomerato bituminoso denso 0/11 e di asfalto splittmastix 0/11, di 2-7 anni, in uno stato di manutenzione rappresentativo
- fondo stradale asciutto
- pneumatici non chiodati

4.1.3 Rumore di rotolamento

Equazione generale

Il livello di potenza sonora del rumore di rotolamento nella banda di frequenza i per un veicolo della classe m = 1, 2 o 3 è definito nel seguente modo:

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \times \lg\left(\frac{v_m}{v_{ref}}\right) + \Delta L_{WR,i,m}$$

I coefficienti $A_{R,i,m}$ e $B_{R,i,m}$ sono indicati in bande d'ottava per ciascuna categoria di veicoli e per una velocità di riferimento v_{ref} = 70 km/h. $\Delta L_{WR,i,m}$ corrisponde alla somma dei coefficienti di correzione da applicare all'emissione del rumore di rotolamento per condizioni specifiche della strada o del veicolo che si discostano dalle condizioni di riferimento:

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{studdedtyres,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp}$$

$\Delta L_{WR,road,i,m}$ tiene conto dell'effetto sul rumore di rotolamento di un manto stradale con proprietà acustiche diverse da quelle della superficie di riferimento virtuale del capitolo precedente. Esso comprende l'effetto sia sulla propagazione che sulla generazione.

$\Delta L_{studdedtyres,i,m}$ è un coefficiente di correzione che tiene conto del rumore di rotolamento più elevato dei veicoli leggeri con pneumatici chiodati.

$\Delta L_{WR,acc,i,m}$ tiene conto dell'effetto di un incrocio con semafori o di una rotonda sul rumore di rotolamento. Comprende l'effetto della variazione della velocità sul rumore.

$\Delta L_{W,temp}$ è un termine di correzione per una temperatura media τ diversa dalla temperatura di riferimento τ_{ref} = 20 °C.

Correzione per l'utilizzo di pneumatici chiodati

Nei casi in cui un numero significativo di veicoli leggeri del flusso di traffico utilizzi ogni anno pneumatici chiodati per diversi mesi, è necessario tenere conto dell'effetto indotto sul rumore di rotolamento. Per ogni veicolo della categoria m = 1 su cui sono montati pneumatici chiodati si utilizza la seguente equazione per calcolare l'aumento del rumore di rotolamento dipendente dalla velocità:

$$\Delta_{stud,i}(v) = \begin{cases} ai + bi \times \lg(50/70) \text{ per } v < 50 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(v/70) \text{ per } 50 \le v \le 90 \text{ km/h} \\ a_i + b_i \times \lg(90/70) \text{ per } v > 90 \text{ km/h} \end{cases}$$

dove i coefficienti a_i e b_i sono indicati per ogni banda d'ottava.

L'aumento del rumore di rotolamento deve essere attribuito unicamente in base alla proporzione di veicoli leggeri con pneumatici chiodati e durante un periodo limitato T_s (in mesi) nel corso dell'anno. Se $Q_{stud,ratio}$ è la proporzione media del volume totale di veicoli leggeri per ora dotati di pneumatici chiodati durante il periodo T_s (in mesi), la proporzione media annuale di veicoli dotati di pneumatici chiodati p_s è espressa nel seguente modo:

$$p_s = Q_{stud,ratio} \times \frac{T_s}{12}$$

La correzione risultante da applicare all'emissione di potenza sonora del rumore di rotolamento a causa dell'utilizzo di pneumatici chiodati per i veicoli della categoria m = 1 nella banda di frequenza i deve essere la seguente:

$$\Delta L_{studdedtyres,i,m=1} = 10 \times \lg\left[(1 - p_s) + p_s\, 10^{\frac{\Delta_{stud,i,m=1}}{10}}\right]$$

Per i veicoli di tutte le altre categorie non bisogna applicare alcuna correzione:

$$\Delta L_{studdedtyres,i,m \neq 1} = 0$$

Correzione dovuta all'effetto della temperatura dell'aria sul rumore di rotolamento

La temperatura dell'aria influisce sull'emissione del rumore di rotolamento; il livello della potenza sonora del rotolamento diminuisce con l'aumentare della temperatura dell'aria. La correzione dovuta al manto stradale tiene conto di questo effetto. Le correzioni dovute al manto stradale sono generalmente valutate a una temperatura dell'aria di τ_{ref} = 20 °C. Se la temperatura media annuale dell'aria è diversa, il rumore associato al manto stradale deve essere corretto applicando la seguente formula:

$$\Delta L_{W,temp,m}(\tau) = K_m \times (\tau_{ref} - \tau)$$

Il termine di correzione è positivo (ossia, il rumore aumenta) per le temperature inferiori a 20 °C e negativo (ossia, il rumore diminuisce) per le temperature più alte. Il coefficiente K dipende dal manto stradale e dalle caratteristiche degli pneumatici e in genere presenta una certa dipendenza dalla frequenza. Per tutti i manti stradali bisogna applicare un coefficiente generico $K_{m=1}$ = 0,08 dB/°C per i veicoli leggeri (categoria 1) e $K_{m=2} = K_{m=3}$ = 0,04 dB/°C per i veicoli pesanti (categorie 2 e 3). Il coefficiente di correzione deve essere applicato allo stesso modo su tutte le bande d'ottava da 63 a 8000 Hz.

4.1.4 Rumore da propulsione

Equazione generale

Al rumore da propulsione contribuiscono tutte le emissioni generate da motore, scappamento, cambio, presa d'aria, ecc. Il livello di potenza sonora del rumore da propulsione nella banda di frequenza i per un veicolo della classe m è definito nel seguente modo:

$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \times \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP,i,m}$$

I coefficienti $A_{P,i,m}$ e $B_{P,i,m}$ sono indicati in bande d'ottava per ciascuna categoria di veicoli e per una velocità di riferimento v_{ref} = 70 km/h.

$\Delta L_{WP,i,m}$ corrisponde alla somma dei coefficienti di correzione da applicare all'emissione del rumore da propulsione per condizioni di guida o regionali specifiche che si discostano dalle condizioni di riferimento:

$$\Delta L_{WP,i,m} = \Delta L_{WP,road,i,m} + \Delta L_{WP,grad,i,m} + \Delta L_{WP,acc,i,m}$$

$\Delta L_{WP,road,i,m}$ rappresenta l'effetto del manto stradale dovuto all'assorbimento sul rumore da propulsione.

$\Delta L_{WP,acc,i,m}$ e $\Delta L_{WP,grad,i,m}$ rappresentano l'effetto della pendenza della strada e dell'accelerazione e della decelerazione dei veicoli agli incroci. Devono essere calcolati come descritto più avanti nella sezione "Effetto dell'accelerazione e della decelerazione dei veicoli"

Effetto della pendenza della strada

La pendenza della strada ha due effetti sull'emissione di rumore del veicolo: in primo luogo, incide sulla velocità del veicolo e, di conseguenza, sul suo rumore di rotolamento e da propulsione; in secondo luogo, incide sul carico del motore e sul regime del motore attraverso la scelta della marcia e quindi sul rumore da propulsione emesso dal veicolo. In questa sezione viene preso in considerazione solo l'effetto sul rumore da propulsione, ipotizzando una velocità costante.

L'effetto della pendenza della strada sul rumore da propulsione è preso in considerazione mediante un termine di correzione $\Delta L_{WP,grad,m}$ che è una funzione dell'inclinazione s (in %), della velocità del veicolo v_m (in km/h) e della classe del veicolo m. Nel caso di un flusso di traffico bidirezionale, è necessario dividere il flusso in due componenti e correggerne una metà per la salita e l'altra metà per la discesa. Il termine di correzione è attribuito allo stesso modo a tutte le bande d'ottava:

Per $m = 1$

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=1}(v_m) = \begin{cases} \dfrac{Min(12\,\%; -s) - 6\,\%}{1\,\%} & per\ s < -6\,\% \\ 0 & per\ -6\,\% \le s \le 2\,\% \\ \dfrac{Min(12\,\%;s) - 2\,\%}{1{,}5\,\%} \times \dfrac{v_m}{100} & for\ s > 2\,\% \end{cases}$$

Per $m = 2$

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=2}(v_m) = \begin{cases} \dfrac{Min(12\,\%; -s) - 4\,\%}{0{,}7\,\%} \times \dfrac{v_m - 20}{100} & per\ s < -4\,\% \\ 0 & per\ -4\,\% \le s \le 0\,\% \\ \dfrac{Min\ (12\,\%;s)}{1\,\%} \times \dfrac{v_m}{100} & for\ s > 0\,\% \end{cases}$$

Per $m = 3$

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=3}(v_m) = \begin{cases} \dfrac{Min(12\,\%; -s) - 4\,\%}{0{,}5\,\%} \times \dfrac{v_m - 10}{100} & per\ s < -4\,\% \\ 0 & per\ -4\,\% \le s \le 0\,\% \\ \dfrac{Min\ (12\,\%;s)}{0{,}8\,\%} \times \dfrac{v_m}{100} & for\ s > 0\,\% \end{cases}$$

Per $m = 4$

$$\Delta L_{WP,grad,i,m=4} = 0$$

La correzione $\Delta L_{WP,grad,m}$ comprende implicitamente l'effetto dell'inclinazione sulla velocità.

Effetto dell'accelerazione e della decelerazione dei veicoli

Prima e dopo gli incroci con semafori e le rotonde è necessario tenere conto dell'effetto dell'accelerazione e della decelerazione applicando la correzione descritta di seguito.

Il termine di correzione per il rumore di rotolamento, $\Delta L_{WR,acc,m,k}$ e quello per il rumore da propulsione, $\Delta L_{WP,acc,m,k}$ sono funzioni lineari della distanza x (in m) della sorgente puntiforme dall'intersezione più vicina della corrispondente linea sorgente con un'altra linea sorgente. Essi sono attribuiti allo stesso modo a tutte le bande d'ottava:

$$\Delta L_{WR,acc,m,k} = C_{R,m,k} \times \mathrm{Max}(1 - \frac{|x|}{100}\,;0)$$

$$\Delta L_{WP,acc,m,k} = C_{P,m,k} \times \mathrm{Max}(1 - \frac{|x|}{100}\,;0)$$

I coefficienti $C_{R,m,k}$ e $C_{P,m,k}$ dipendono dal tipo di incrocio k (k = 1 per un incrocio con semafori; k = 2 per una rotonda) e sono indicati per ogni categoria di veicoli. La correzione comprende l'effetto della variazione di velocità quando il veicolo si avvicina a un incrocio o a una rotonda o quando se ne allontana.

Si noti che a una distanza $|x| \geq 100$ m, $\Delta L_{WR,acc,m,k} = \Delta L_{WP,acc,m,k} = 0$.

4.1.5 Calcolo della propagazione del rumore per le sorgenti veicolari, ferroviarie e industriali

Divergenza geometrica

L'attenuazione dovuta alla divergenza geometrica, A_{div} , corrisponde a una riduzione del livello sonoro imputabile alla distanza di propagazione. Per una sorgente sonora puntiforme in campo libero, l'attenuazione in dB è data da:

$$A_{div} = 20 \times \lg(d) + 11$$

dove d è la distanza inclinata diretta in 3D tra la sorgente e il ricettore.

Ci sono numerosi altri termini di propagazione ma vengono trascurati essendo il ricevitore vicino alla sorgente.

5 STRUTTURA E FUNZIONALITÀ DELL'APP

5.1 Organizzazione generale dei contenuti

La App LIST PORT aggrega e rende fruibili un set di servizi per l'utente accessibili secondo diverse modalità. La App è organizzata secondo i seguenti principi generali:

- Una *home page* che consente la scelta della città LIST PORT di interesse per l'utente. Un'opzione presentata nella pagina consente di ricordare la scelta in modo tale che ai successivi avvii dell'App l'utente accederà direttamente ai servizi della città selezionata.
- Una serie di pagine che consentono l'accesso, tramite pulsanti mostrati nella *tabbar*, ai diversi servizi principali erogati dalla App. Tutte le pagine di accesso ai servizi principali hanno la medesima struttura mostrata in figura 4.1, nella quale si possono distinguere tre parti principali:
    1. la mappa, mostrata con posizionamento al centro della *bounding box* dell'area LIST PORT selezionata dall'utente, navigabile con le consuete modalità;
    2. un pannello centrale, che fornisce le informazioni aggregate relative allo specifico servizio selezionato dall'utente tramite la *tabbar* (in figura, il servizio di informazione sul traffico). Per un accesso a tutti i contenuti mostrati, il pannello è agevolmente scrollabile nel senso verticale;
    3. la *tabbar* per l'accesso ai diversi servizi tramite pressione sull'icona corrispondente.

  I servizi accessibili dalla *tabbar* dipendono dalle informazioni e servizi accessibili dall'App nel sito LIST PORT selezionato dall'utente. Per tutti i siti LIST PORT sono sempre disponibili i seguenti due servizi:

  (a) "Percorsi", che consente di visualizzare i percorsi indicati da LIST PORT mostrati tramite grafica (polilinea) su mappa e indicazioni testuali nel pannello,

  (b) "Home", che consente di tornare alla home page e alla relativa selezione della città LIST PORT di interesse

- Un menu aggiuntivo accessibile tramite pannello scrollabile dal lato destro della pagina, che consente di accedere a ulteriori servizi quali, ad es., connessione a servizi terzi accessibili su internet come news, siti delle Società di navigazione, sito del progetto LIST PORT, ecc.

Fig. 5.1 – struttura generale delle pagine della App

5.2 Spalsh screen e home page

Ad ogni avvio la App mostra inizialmente uno *spalsh screen* per il tempo necessario alla connessione della App al proprio back-end (v. Cap. 5) e al caricamento delle informazioni locali.

Successivamente allo splash screen viene mostrata la home page, nella quale l'utente può effettuare la scelta della città LIST PORT di interesse. La sezione della città può essere ricordata dalla App tramite spunta su una corrispondente opzione. In caso di attivazione dell'opzione, ai successivi avvii dell'App la home page non viene mostrata e l'utente accede direttamente ai servizi della città LIST PORT selezionata in precedenza.

Fig. 5.2 – Splash screen e home page

La selezione di una diversa città LIST PORT è sempre possibile tramite il pulsante “Home” mostrato nella *tabbar* visibile in tutte le pagine della App.

5.3 Servizio Traffico

Il Servizio Traffico è accessibile all’utente in tutti i siti LIST PORT ed è consultabile dalla *tabbar* tramite apposito pulsante.

In questa sezione l’utente ottiene, con riferimento all’area LIST PORT selezionata, due tipi di informazioni:

- io stato del traffico in specifici punti della rete, acquisito dai sensori di flusso disponibili nella rete LIST PORT. Le condizioni del traffico sono valutate in termini qualitativi, rilevati sulla base di soglie: traffico regolare, traffico intenso;
- i messaggi con le indicazioni di instradamento dei flussi attivi in quel momento sui pannelli PMV nell’area

La pagina principale mostra il set di punti informativi disponibili nell’area, rappresentati come icona su mappa e come lista nel pannello scrollabile (Fig. 4.3)

Selezionando un singolo oggetto, tramite click sull’icona rappresentata sulla mappa o sulla corrispondente riga nella lista presente nel pannello sottostante, l’utente ha accesso alle informazioni di dettaglio che verranno mostrate all’interno del pannello (Fig. 44).

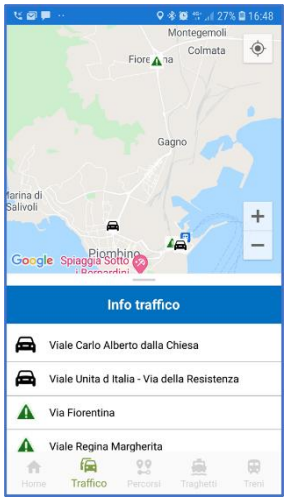

Fig. 5.3 – Servizio traffico: punti di rilevazione dei flussi e PMV nell’area

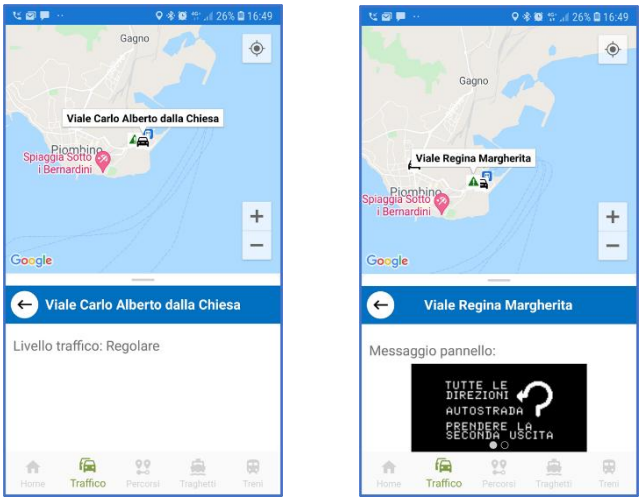

Fig. 5.4 – Servizio traffico, dettaglio: livelli di traffico, messaggi esposti sui pannelli PMV

5.4 Servizio Percorsi

Il servizio "Percorsi" mostra il percorso suggerito, relativamente al sito LIST PORT selezionato dall'utente, per l'arrivo o la partenza dall'area portuale.

Le informazioni sono mostrate con una doppia modalità:

- presentazione del percorso in forma grafica tramite itinerario (polilinea) su mappa,
- descrizione dettagliata del percorso come sequenza di scelte di direzione descritte in modo testuale e grafico

Entrambe le componenti descrittive sono mostrate all'interno di un'unica pagina. La descrizione testuale è inserita in un pannello scrollabile verticalmente per un'agevole consultazione.

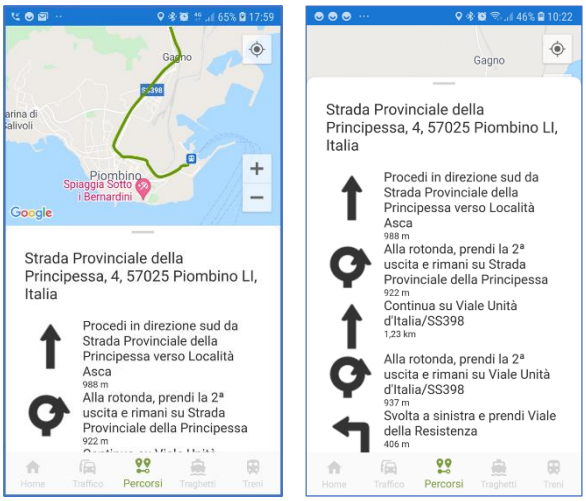

Fig. 5.5 – Servizio Percorsi: presentazione grafica e testuale del percorso suggerito

Il servizio presenta gli itinerari di accesso suggeriti al momento della consultazione relativamente ad entrambe le direzioni di arrivo e di partenza dal terminal portuale, consentendo di passare dall'una all'altra presentazione tramite Tab nel pannello dedicato alla descrizione dettagliata

5.5 Servizio Traghetti

Il servizio Traghetti utilizza ed integra fonti esterne dedicate alla gestione e diffusione di informazioni in tempo reale circa le partenze e gli arrivi di traghetti e servizi ferry nei porti LIST PORT.

Alla data di realizzazione dell'App è stato integrato il servizio di informazione su arrivi e partenze dal porto di Piombino denominato MONI.C.A. Il servizio è stato realizzato e reso pubblico nell'ambito del progetto Interreg Marittimo IT-FR MOBIMART (http://interreg-maritime.eu/web/mobimart).

Tramite il servizio Traghetti la App LIST PORT fornisce informazioni aggiornate (in tempo reale) relative alle partenze e agli arrivi dal porto di Piombino compreso: nave e compagnia di navigazione, servizio (passeggeri, veicoli), orario, molo programmato, destinazione, stato (in banchina, partita, ecc.).

Il servizio consente di passare dalla visualizzazione delle partenze alla presentazione degli arrivi. E' inoltre possibile selezionare altri terminal oltre a Piombino, accedendo alle informazioni relative ad altri porti presenti nell'area, in particolare i porti serviti sull'isola d'Elba (Portoferraio, Cavo e Rio Marina) e il porto di Livorno.

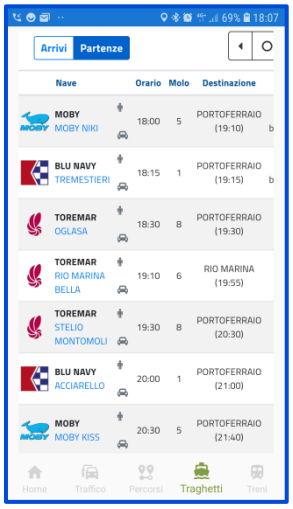

Fig. 5.6 – Servizio Traghetti: orari di partenza/arrivo traghetti dai porti nelle città LIST PORT; porto di Piombino (servizio MONI.C.A.)

5.6 Servizio Treni

Il servizio "Treni" è integrato nell'App LIST PORT allo scopo di fornire al viaggiatore nelle aree LIST PORT ulteriori informazioni per facilitare lo scambio intermodale e migliorare l'esperienza di viaggio.

Alla data di realizzazione dell'App il servizio è attivo nell'area di Piombino e sarà reso disponibile a breve per l'area di Olbia.

Le informazioni relative alle partenze/arrivi nelle stazioni ferroviarie di interesse sono messe a disposizione dagli Enti Regionali nelle aree LIST PORT nell'ambito delle relative policy di *open data* e *open service*.

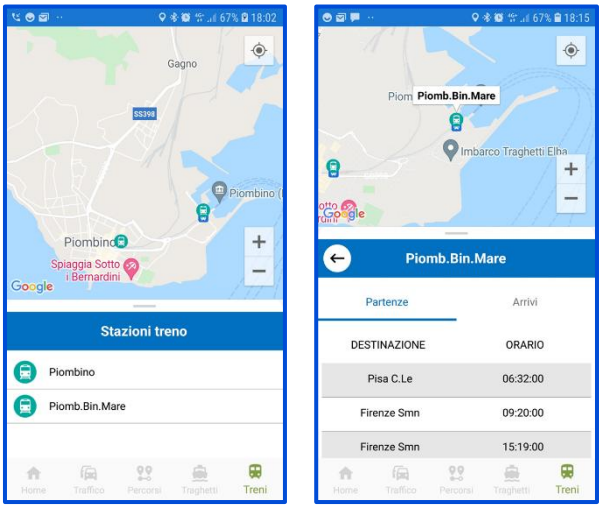

Fig. 5.7 – Servizio "Treni": partenze e arrivi nelle stazioni nell'area di Piombino

5.7 Altri servizi

I servizi aggiuntivi accessibili tramite l'App LIST PORT forniscono informazioni complementari ai servizi di base e sono accessibili tramite la voce "Altro" inserita nella *tabbar* e il relativo menu a comparsa.

Complessivamente, alla data di rilascio dell'App sono disponibili i seguenti servizi aggiuntivi:

- link alle compagnie di navigazione,
- link agli Enti Locali di riferimento nelle città LIST PORT
- link alle pagine web del progetto Interreg Marittimo IT-FR LIST PORT

6 ARCHITETTURA DEL SISTEMA

La App LIST PORT è un'applicazione software costituita da due componenti principali:

1. La App vera e propria, costituita da un codice eseguibile (APK nel caso della versione per piattaforma Android,.ipa per la piattaforma iOS)
2. Un sistema di *back-end*, ospitato su server virtuale, che implementa, gestisce ed espone tramite web services le diverse informazioni e servizi erogati all'utente finale dalla App

La componente di back-end è inoltre preposta all'interazione con la Centrale ITS LIST PORT e i moduli aggiuntivi dedicati alla stima delle emissioni acustiche dei flussi veicolari e alle relative indicazioni per la selezione delle strategie di instradamento.

L'architettura complessiva del sistema è illustrata nella figura seguente.

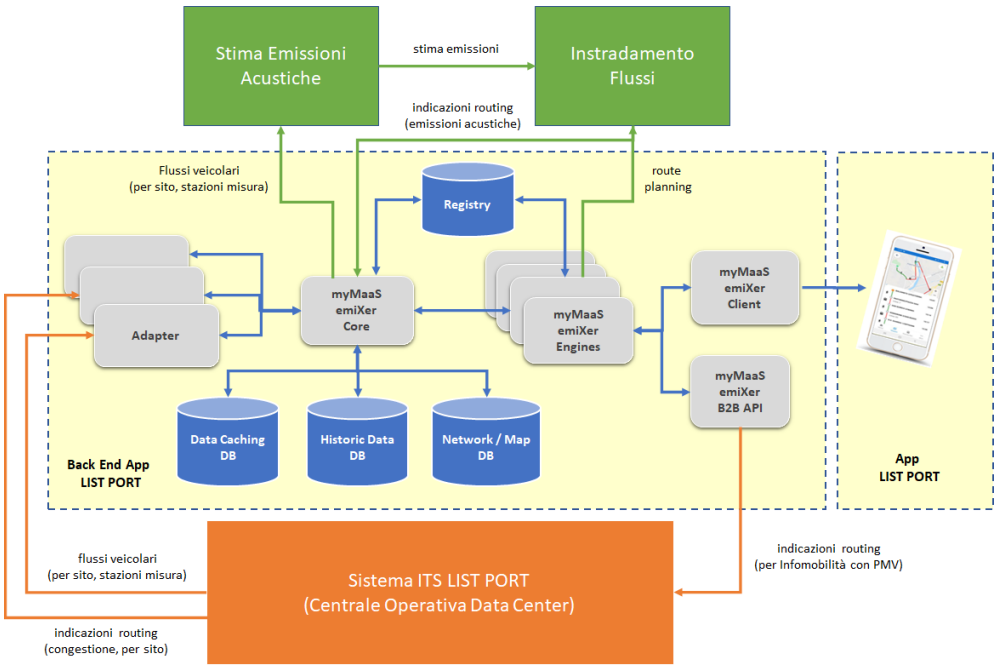

Fig. 6.1 – Architettura del sistema

6.1 Sistema di Back-End

Il sistema di Back End della App LIST PORT è realizzato utilizzando la piattaforma myMaaS emiXer, la soluzione realizzata da algoWatt S.p.A. per la gestione dei servizi di infomobilità.

La piattaforma myMaaS emiXer comprende diversi componenti principali:

- myMaaS emiXer Core: guida il processo di acquisizione e normalizzazione dei dati da servizi ITS esterni attraverso Data Adapters, in base ai profili di servizio memorizzati in un Registry;
- myMaaS emiXer Engines: un insieme di “motori applicativi” ciascuno dei quali fornisce una funzionalità specifica, tra cui pianificazione del percorso, elaborazione dei dati di traffico, elaborazione del feedback degli utenti, ecc.;
- myMaaS emiXer Clients: abilita la fornitura di servizi e informazioni all'utente finale e all'operatore tramite un’ampia gamma di canali e dispositivi;
- Data Adapters: operano la trasformazione di dati e servizi forniti da fonti esterne in modelli integrati in myMaaS emiXer basati su standard ITS;
- API (Application Programming Interface) B2B: offre un livello di accesso applicativo ai servizi myMaaS eMIXER per applicazioni terze, abilitando l’utilizzo di informazioni e servizi myMaaS emiXer da parte di sistemi e servizi esterni.

Nel caso specifico, la piattaforma emiXer funge da infrastruttura abilitante per l'integrazione, elaborazione, distribuzione e fruizione di servizi e informazioni in tempo reale sul traffico e la mobilità intermodale distribuiti dall’App LIST PORT. In particolare, i principali ruoli svolti dalla piattaforma di Back End nell’economia dell’interazione con il sistema della Centrale Operativa ITS LIST PORT (in particolare, con il Back End del sistema di infomobilità con PMV) e dell’integrazione dei nuovi moduli funzionali oggetto della presente fornitura, comprendono:

- *Modulo myMaaS emiXer Core*: orchestrazione dei flussi tra le diverse componenti funzionali costituenti la soluzione integrata; gestione dell'accesso e utilizzo alle componenti di persistenza (Network / Map DB, Data Caching DB, Historic Data DB) con selezione dei data services necessari ai nuovi moduli funzionali inclusi nella fornitura (accesso ai dati per area List Port, insieme di stazioni di rilevamento dati, singole stazioni); storicizzazione delle informazioni generate dai nuovi moduli funzionali;
- *Data Adapters*: adattamento dei flussi dati provenienti dalla C.O. (flussi veicolari, strategie di instradamento) nel formato interno utilizzato dall'App di infomobilità;
- *Modulo myMaaS emiXer Engines*: possibilità di utilizzare il motore di pianificazione dei percorsi (Route Planner) per calcolare gli itinerari verso/da i terminal nelle aree List Port, a complemento delle indicazioni di routing connesse alle strategie gestite dal sistema di infomobilità con PMV (Centrale Operativa ITS LIST PORT);
- *Modulo myMaaS emiXer B2B API*: interfaccia di programmazione per sistemi esterni, pubblica tramite Web Services i risultati delle elaborazioni dei nuovi moduli funzionali (Stima Emissioni Acustiche, Instradamento Flussi) per utilizzo da parte del sistema di infomobilità con PMV. La API consente completo accesso alle informazioni gestite dalla piattaforma myMaaS emiXer, tramite interfacce con i diversi servizi di infomobilità implementate secondo i principali standard Europei per i sistemi ITS (tra i quali, DATEX II, SIRI, TPEG, VDV, GTFS, Open-LS, ecc.). In funzione di quanto disponibile nei siti List Port (sistemi ITS e servizi di infomobilità terzi) questa componente offre un elemento di rilevante apertura per eventuali ulteriori sviluppi e servizi ad estensione di quanto offerto dall'App LIST PORT.

I principali flussi di interazione tra le componenti dell'architettura sono sintetizzati nella tabella seguente.

Sottosistema/Modulo	interazione con	input	output	metodo/tecnologia
Centrale Operativa ITS LIST PORT	Back End App List Port (Adapter emiXer)		flussi veicolari (portate, velocità, composizione, …) per ogni stazione di misura in ogni sito	Web Services (da concordare con fornitore C.O.)
	Back End App List Port (Adapter emiXer)		Strategie di routing basate su livelli congestione (per punti PMV, per sito)	Web Services (da concordare con fornitore C.O.)
	Back End App List Port (emiXer B2B API)	indicazioni routing per PMV (basate su stime inquinamento acustico)		Web Services (da concordare con fornitore C.O.)
Stima Emissioni Acustiche	Back End App List Port (emiXer Core, Map / Network DB)	flussi veicolari (area, stazione misura)		emiXer internal API
	Modulo Instradamento Flussi		stima emissioni (L_{den}, L_{day}, L_{night}, …)	metodi C#
Modulo Instradamento Flussi	Back End App List Port (emiXer Core)		Indicazioni routing (basate su stime inquinamento acustico)	emiXer internal API
	Back End App List Port (emiXer Engines – route planner)	itinerario con origine o destinazione terminal nell'area List Port		emiXer internal API

App LIST PORT	Back End App List Port (emiXer Client)	- indicazioni di instradamento - altri servizi infomobilità		emiXer internal API REST/JSON

6.2 Tecnologie realizzative

Le principali tecnologie utilizzate per la realizzazione dell'applicazione LIST PORT, comprensiva di App, back-end e applicazioni aggiuntive, sono pienamente compatibili con le tecnologie implementative utilizzate dalla piattaforma abilitante myMaaS emiXer, per garantire la completa interoperabilità delle diverse componenti della soluzione integrata e per garantire i livelli di apertura ed espandibilità della soluzione offerti dalla piattaforma myMaaS emiXer.

Le principali tecnologie e soluzioni architetturali utilizzate sono sinteticamente riassunte nel seguito:

- Back End App LIST PORT (myMaaS emiXer)
  - ASP.NET Core
  - Entity Framework Core (garantisce compatibilità diversi DBMS: MS SQL Server, MySQL, PostgreSQL, Oracle)
  - REST Web Services, http, JSON
  - OAuth2
  - Multi tenancy, caricamento dinamico Adapter
- App LIST PORT
  - ambiente cross-platform Xamarin, generazione APK Android e IPA iOS
  - Google maps
  - SQLite
  - Entity Framework Core
- Web Front End
  - Vue.js (framework)
  - Leaflet (visualizzazione mappa)
  - Vuetify (tema grafico)
  - Vue-router (navigazione tra le pagine)
  - Vuex (gestione stato delle web app)

7 AMBIENTE OPERATIVO DI RILASCIO

L'ambiente operativo per il rilascio in esercizio dell'App è basato su un Server Virtuale messo a disposizione da algoWatt S.p.A. per la fase sperimentale dell'applicazione.

La App LIST PORT viene rilasciata, nella sua versione definitiva, sui canali tradizionali di rilascio pubblico delle App: i marketplace Google Play per la versione Android e App Store Apple per la versione iOS.

8 APPENDICE 1: TABELLE PER IL CALCOLO DEL RUMORE DEL TRAFFICO STRADALE

Nel seguito si riportano le tabelle che definiscono i diversi coefficienti utilizzati nelle formule per il calcolo del rumore da traffico.

Coefficienti $A_{R,i,m}$ e $B_{R,i,m}$ per il rumore di rotolamento e $A_{P,i,m}$ e $B_{P,i,m}$ per il rumore di propulsione

Categoria	Coeffi-ciente	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
1	A_R	79,7	85,7	84,5	90,2	97,3	93,9	84,1	74,3
	B_R	30	41,5	38,9	25,7	32,5	37,2	39	40
	A_P	94,5	89,2	88	85,9	84,2	86,9	83,3	76,1
	B_P	– 1,3	7,2	7,7	8	8	8	8	8
2	A_R	84	88,7	91,5	96,7	97,4	90,9	83,8	80,5
	B_R	30	35,8	32,6	23,8	30,1	36,2	38,3	40,1
	A_P	101	96,5	98,8	96,8	98,6	95,2	88,8	82,7
	B_P	– 1,9	4,7	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
3	A_R	87	91,7	94,1	100,7	100,8	94,3	87,1	82,5
	B_R	30	33,5	31,3	25,4	31,8	37,1	38,6	40,6
	A_P	104,4	100,6	101,7	101	100,1	95,9	91,3	85,3
	B_P	0	3	4,6	5	5	5	5	5
4a	A_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	B_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	A_P	88	87,5	89,5	93,7	96,6	98,8	93,9	88,7
	B_P	4,2	7,4	9,8	11,6	15,7	18,9	20,3	20,6
4b	A_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	B_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	A_P	95	97,2	92,7	92,9	94,7	93,2	90,1	86,5
	B_P	3,2	5,9	11,9	11,6	11,5	12,6	11,1	12
5	A_R								
	B_R								
	A_P								
	B_P								

Coefficienti a_i e b_i per gli pneumatici chiodati

Categoria	Coeffi-ciente	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
1	a_i	0,0	0,0	0,0	2,6	2,9	1,5	2,3	9,2
	b_i	0,0	0,0	0,0	– 3,1	– 6,4	– 14,0	– 22,4	– 11,4

Tabella F-3:

Coefficienti $C_{R,m,k}$ e $C_{P,m,k}$ per l'accelerazione e la decelerazione

Categoria	k	Cr	Cp
1	1 = attraversamento	– 4,5	5,5
	2 = rotonda	– 4,4	3,1
2	1 = attraversamento	– 4	9
	2 = rotonda	– 2,3	6,7
3	1 = attraversamento	– 4	9
	2 = rotonda	– 2,3	6,7
4a	1 = attraversamento	0	0
	2 = rotonda	0	0
4b	1 = attraversamento	0	0
	2 = rotonda	0	0
5	1 = attraversamento		
	2 = rotonda		

Coefficienti $\alpha_{i,m}$ e β_m per il rivestimento stradale

Descrizione	Velocità minima alla quale è valido [km/h]	Velocità mas-sima a cui è valido [km/h]	Cate-goria	α_m (63 Hz)	α_m (125Hz)	α_m (250Hz)	α_m (500Hz)	α_m (1 kHz)	α_m (2 kHz)	α_m (4 kHz)	α_m (8 kHz)	ßm
Manto stradale di riferimento	—	—	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									

Descrizione	Velocità minima alla quale è valido [km/h]	Velocità massima a cui è valido [km/h]	Categoria	α_m (63 Hz)	α_m (125Hz)	α_m (250Hz)	α_m (500Hz)	α_m (1 kHz)	α_m (2 kHz)	α_m (4 kHz)	α_m (8 kHz)	ßm
ZOAB (*Zeer Open Asfalt Beton* o asfalto molto poroso) a singolo strato	50	130	1	0,5	3,3	2,4	3,2	– 1,3	– 3,5	– 2,6	0,5	– 6,5
			2	0,9	1,4	1,8	– 0,4	– 5,2	– 4,6	– 3,0	– 1,4	0,2
			3	0,9	1,4	1,8	– 0,4	– 5,2	– 4,6	– 3,0	– 1,4	0,2
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
ZOAB (*Zeer Open Asfalt Beton* o asfalto molto poroso) a doppio strato	50	130	1	0,4	2,4	0,2	– 3,1	– 4,2	– 6,3	– 4,8	– 2,0	– 3,0
			2	0,4	0,2	– 0,7	– 5,4	– 6,3	– 6,3	– 4,7	– 3,7	4,7
			3	0,4	0,2	– 0,7	– 5,4	– 6,3	– 6,3	– 4,7	– 3,7	4,7
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
ZOAB (*Zeer Open Asfalt Beton* o asfalto molto poroso) bistrato (fine)	80	130	1	– 1,0	1,7	– 1,5	– 5,3	– 6,3	– 8,5	– 5,3	– 2,4	– 0,1
			2	1,0	0,1	– 1,8	– 5,9	– 6,1	– 6,7	– 4,8	– 3,8	– 0,8
			3	1,0	0,1	– 1,8	– 5,9	– 6,1	– 6,7	– 4,8	– 3,8	– 0,8
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
SMA-NL5	40	80	1	1,1	– 1,0	0,2	1,3	– 1,9	– 2,8	– 2,1	– 1,4	– 1,0
			2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
SMA-NL8	40	80	1	0,3	0,0	0,0	– 0,1	– 0,7	– 1,3	– 0,8	– 0,8	– 1,0
			2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									

Descrizione	Velocità minima alla quale è valido [km/h]	Velocità massima a cui è valido [km/h]	Categoria	α_m (63 Hz)	α_m (125Hz)	α_m (250Hz)	α_m (500Hz)	α_m (1 kHz)	α_m (2 kHz)	α_m (4 kHz)	α_m (8 kHz)	ßm
Cemento spatolato	70	120	1	1,1	– 0,4	1,3	2,2	2,5	0,8	– 0,2	– 0,1	1,4
			2	0,0	1,1	0,4	– 0,3	– 0,2	– 0,7	– 1,1	– 1,0	4,4
			3	0,0	1,1	0,4	– 0,3	– 0,2	– 0,7	– 1,1	– 1,0	4,4
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Cemento spatolato ottimizzato	70	80	1	– 0,2	– 0,7	0,6	1,0	1,1	– 1,5	– 2,0	– 1,8	1,0
			2	– 0,3	1,0	– 1,7	– 1,2	– 1,6	– 2,4	– 1,7	– 1,7	– 6,6
			3	– 0,3	1,0	– 1,7	– 1,2	– 1,6	– 2,4	– 1,7	– 1,7	– 6,6
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Cemento spatolato fine	70	120	1	1,1	– 0,5	2,7	2,1	1,6	2,7	1,3	– 0,4	7,7
			2	0,0	3,3	2,4	1,9	2,0	1,2	0,1	0,0	3,7
			3	0,0	3,3	2,4	1,9	2,0	1,2	0,1	0,0	3,7
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Superficie lavorata	50	130	1	1,1	1,0	2,6	4,0	4,0	0,1	– 1,0	– 0,8	– 0,2
			2	0,0	2,0	1,8	1,0	– 0,7	– 2,1	– 1,9	– 1,7	1,7
			3	0,0	2,0	1,8	1,0	– 0,7	– 2,1	– 1,9	– 1,7	1,7
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Elementi rigidi a spina di pesce	30	60	1	8,3	8,7	7,8	5,0	3,0	– 0,7	0,8	1,8	2,5
			2	8,3	8,7	7,8	5,0	3,0	– 0,7	0,8	1,8	2,5
			3	8,3	8,7	7,8	5,0	3,0	– 0,7	0,8	1,8	2,5
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									

Descrizione	Velocità minima alla quale è valido [km/h]	Velocità massima a cui è valido [km/h]	Categoria	α_m (63 Hz)	α_m (125Hz)	α_m (250Hz)	α_m (500Hz)	α_m (1 kHz)	α_m (2 kHz)	α_m (4 kHz)	α_m (8 kHz)	ßm
Elementi rigidi non a spina di pesce	30	60	1	12,3	11,9	9,7	7,1	7,1	2,8	4,7	4,5	2,9
			2	12,3	11,9	9,7	7,1	7,1	2,8	4,7	4,5	2,9
			3	12,3	11,9	9,7	7,1	7,1	2,8	4,7	4,5	2,9
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Elementi rigidi silenziosi	30	60	1	7,8	6,3	5,2	2,8	– 1,9	– 6,0	– 3,0	– 0,1	– 1,7
			2	0,2	0,7	0,7	1,1	1,8	1,2	1,1	0,2	0,0
			3	0,2	0,7	0,7	1,1	1,8	1,2	1,1	0,2	0,0
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Strato sottile A	40	130	1	1,1	0,1	– 0,7	– 1,3	– 3,1	– 4,9	– 3,5	– 1,5	– 2,5
			2	1,6	1,3	0,9	– 0,4	– 1,8	– 2,1	– 0,7	– 0,2	0,5
			3	1,6	1,3	0,9	– 0,4	– 1,8	– 2,1	– 0,7	– 0,2	0,5
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									
Strato sottile B	40	130	1	0,4	– 1,3	– 1,3	– 0,4	– 5,0	– 7,1	– 4,9	– 3,3	– 1,5
			2	1,6	1,3	0,9	– 0,4	– 1,8	– 2,1	– 0,7	– 0,2	0,5
			3	1,6	1,3	0,9	– 0,4	– 1,8	– 2,1	– 0,7	– 0,2	0,5
			4a	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			4b	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			5									