

PROGETTO REPORT

“Rumore e Porti”

Prodotto T2.1.1

Rapporto tecnico sullo sviluppo di un modello di simulazione

Componente T2

Attività T2.1

Data di consegna prevista: 10/2019

Data di consegna effettiva: 10/2019

Partner responsabile: CSTB

Livello di diffusione		
PU	Pubblico	X
CO	Confidenziale	

Numero del documento da consegnare:	T2.1.1
Responsabile del documento da consegnare:	CSTB
Componente:	T2

Autore/i - in ordine alfabetico		
Nome	Partner	E-mail
Jean-Benoit DUFOUR	Geomod	jbdufour@geomod.fr
Alexandre JOLIBOIS	CSTB	alexandre.jolibois@cstb.fr
Mathieu LAPICORÉ	Geomod	mlapicore@geomod.fr
Dirk VAN MAERCKE	CSTB	dirk.vanmaercke@cstb.fr

Revisione del Documento			
Versione	Data	Modifiche	
		Tipo di modifica	Modificato da
V1	1/10/2019	Versione iniziale	

Sintesi
Questo documento presenta i principi tecnici ed ergonomici della funzionalità «Porti» che dovranno essere aggiunti nel software MithraSig v5 nell'ambito dell'attività T2.1.2.

Sommario

I.	Obiettivo del documento	5
II.	Generalità sugli strumenti di simulazione del rumore ambientale.....	5
III.	Funzionalità esistenti di MithraSIG	6
A.	Tipo di oggetto del modello di simulazione	6
B.	Fenomeni di propagazione sonora presi in considerazione	7
IV.	Specificità legate alle attività portuali.....	8
A.	Oggetti.....	8
B.	Sorgenti di rumore	9
C.	Scenari d'utilizzo delle sorgenti.....	9
V.	Specifiche delle funzionalità aggiuntive da sviluppare in MithraSIG.....	10
A.	Miglioramento del modello di calcolo e degli oggetti portuali.....	10
Modellizzazione del mare	10	
Container	10	
Moli	10	
Dighe.....	10	
Oggetti galleggianti	11	
B.	Miglioramento della modellizzazione delle fonti.....	11
Revisione della banca dati.....	11	
Arricchimento della base di dati con nuovi modelli di fonti.....	12	
Aggiunta di metadati a fonti industriali	12	
Interfaccia di scelta del modello di una sorgente	12	
Navi	13	
Tracce di navi.....	14	
Gestione della flotta dei veicoli elettrici.	14	
C.	Miglioramento del calcolo	15
Una modellazione fine del rumore di fondo	15	
Considerazione delle condizioni meteorologiche delle zone portuali	15	
Integrazione della variabilità stagionale	16	
D.	Miglioramento dei risultati	16
Calcolo delle emergenze	16	

Appendice A : presentazione di MithraSIG	18
Costruzione di un modello	18
Molteplici possibilità di rendering.....	19
Calcoli rapidi ed efficienti.....	19
Rispetto delle norme	19
Aiuto alla comunicazione.....	20
Appendice B: creazione di rosa di occorrenza meteorologica	21
Dati meteorologici necessari	21
Metodo di creazione della rosa di occorrenza.....	21
Automazione del processo tramite modulo software.....	24

I. Obiettivo del documento

L'attività T2.1 del progetto Report mira a creare una metodologia di simulazione multidisciplinare per effettuare studi di impatto del rumore emesso nelle zone portuali. Ci si interessa in particolare agli adattamenti da apportare al metodo Cnossos-UE - che ora fa riferimento nell'applicazione della normativa europea sul rumore - ma anche agli oggetti e alle fonti di rumore particolari che si possono trovare nei porti. Queste modifiche sono destinate ad essere implementate all'interno di uno strumento esistente, il software MithraSig v5, co-sviluppato dal CSTB e dall'azienda Geomod, dedicato agli studi di impatto acustici in esterni e alle mappe acustiche strategiche.

La relazione chiarisce gli adattamenti previsti per tenere adeguatamente conto delle specificità delle zone portuali nel quadro di un'analisi su scala urbana del rumore, nell'ambito di una mappatura dell'esposizione delle popolazioni in prossimità delle zone portuali, di una valutazione d'impatto in occasione di una modifica o di un nuovo progetto, oppure della valutazione dell'effetto di una soluzione di limitazione del rumore.

II. Generalità sugli strumenti di simulazione del rumore ambientale

Gli strumenti che consentono l'analisi dell'esposizione al rumore su scala urbana utilizzano concetti simili:

- Dati di ingresso **geografici** (terreno, uso del suolo, linea costiera, tracciati stradali...)
- Dati di ingresso delle **fonti** (flusso stradale medio per tratto, numero di passaggi di convogli ferroviari e tipo di materiale rotabile, livello di potenza delle sorgenti industriali...)
- Input **fisici** (condizioni meteorologiche, proprietà acustiche delle superfici)
- **Parametri** di **calcolo** (numero di riflessioni, considerazione della diffrazione)
- Definizione dei **risultati attesi** (tipo di mappa, tipo di indicatore, formato di risultati)

I dati di input devono essere trasformati per creare un **modello**. Il modello è la rappresentazione della realtà creata dai dati di input e che contiene tutte le informazioni necessarie per realizzare la simulazione del rumore. Questo processo di trasformazione dei dati di input al modello è propriamente detto il processo di modellizzazione (si può anche parlare di **integrazione**).

Un modello è composto da un insieme di **oggetti** (in senso computerizzato) di cui ogni tipo è caratterizzato da un insieme di proprietà: proprietà fisiche, proprietà geometriche (poligono, polilinea, attributo dell'altezza nominale), relazioni tra oggetti.

Nell'ambito di questa relazione, quindi, cerchiamo essenzialmente di individuare le modifiche che potrebbero essere necessarie alla versione esistente MithraSig, per poter rappresentare il più fedelmente possibile l'esposizione acustica in prossimità delle zone portuali e facilitare il lavoro degli operatori che saranno successivamente incaricati di effettuare studi di impatto acustici in prossimità delle zone portuali (questo sarà in parte il caso di UNIGE).

Si prevedono pertanto le seguenti modifiche per realizzare questo obiettivo:

- > aggiungere tipologie di oggetto (e quindi definirli completamente)
- > completare le tipologie di oggetti esistenti con nuovi attributi o nuove proprietà
- > completare le banche dati di oggetti esistenti (in particolare per le sorgenti di rumore)

In funzione delle modifiche, occorre prevedere sviluppi più o meno importanti. Si cercherà pertanto di individuare e dare priorità agli sviluppi che sembrano necessari ma che sono realizzabili nel quadro del progetto Report e della missione di subappalto affidata dal CSTB a un fornitore. In particolare, si cercherà se necessario di utilizzare al massimo gli oggetti e le funzionalità disponibili in MithraSig.

III. Funzionalità esistenti di MithraSIG

MithraSig nasce dalla collaborazione del CSTB e della società Geomod, che uniscono le rispettive competenze per creare, sviluppare e mantenere questo software dedicato agli studi d'impatto e alla cartografia acustica. Una breve presentazione delle funzionalità di MithraSig è riportata nell'appendice A.

A. Tipo di oggetto del modello di simulazione

La tabella seguente fornisce i tipi di oggetti principali attualmente presenti in MithraSig, così come alcune proprietà che definiscono i tipi di oggetto, geometricamente e fisicamente (l'elenco di oggetti, le proprietà e gli attributi non sono completi).

Tipo oggetto	Definiti geometricamente da...	Definito fisicamente da...
MNT (Modello Numerico di Terreno)	TIN (Triangular Irregular Network), costruito a partire da linee di livello o da una griglia di punti	NA
Edificio	Poligono Attributo d'altezza	Classificazione (habitat collettivo, ufficio...) Materiale (tetto/facciata) Numero di piani
Occupazione del suolo	Polygone	Tipo (vegetazione, acqua,) Materiale
Muro	Polilinea Attributo di altezza (o insieme delle altezze)	Materiale (faccia anteriore/faccia posteriore) Incoronazione Inclinazione
Ricettori	Punto	Direttività Altezza Attaccamento a un edificio
Strada (tratto di strada)	Polilinea	Flusso di traffico (es. TMJA) per periodo Percentuale di veicoli pesanti
Linea ferroviaria	Polilinea	Tipo(i) di treno Numero di passaggi per periodo
Sorgente puntiforme	Punto	Spettro del livello di potenza Direttività Scenario di utilizzo
Altre sorgenti	Linea, superficie, volume	Spettro del livello di potenza Direttività Scenario di utilizzo

B. Fenomeni di propagazione sonora presi in considerazione

I metodi di calcolo standardizzati in uso nell'Unione Europea sono per la maggior parte implementati in MithraSig. Si tratta in particolare del metodo NMPB'08 (metodo detto «francese») e del metodo Cnossos-EU (descritto nella direttiva 2015/996 che rende obbligatorio l'uso di questo metodo per la produzione delle mappe acustiche strategiche dal 1° gennaio 2019).

Questi metodi tengono intrinsecamente conto di un insieme di fenomeni che influiscono sulla propagazione delle onde sonore, in particolare la riflessione sulle superfici, l'effetto del suolo, l'assorbimento atmosferico e la rifrazione delle onde sonore dovute alle condizioni meteorologiche.

Questi fenomeni sono tutti presenti nelle zone portuali e nelle vicinanze, ma non presentano specificità particolari, il che implica che non sembra esserci necessità di sviluppo specifico legato a un fenomeno particolare.

Si può tuttavia precisare che per difetto la **superficie dell'acqua** deve essere generalmente considerata **acusticamente riflettente**.

IV. Specificità legate alle attività portuali

I porti urbani presentano una grande varietà di attività, di oggetti urbani specifici e di sorgenti sonore le cui condizioni di funzionamento sono anch'esse molto variabili. È quindi indispensabile anticipare e integrare al massimo queste specificità nello sviluppo della nuova funzionalità di MithraSig. Queste specificità possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

- > Oggetti
- > Fonti di rumore
- > Scenari di sorgenti

A. Oggetti

Alcuni oggetti urbani presenti nei porti sono specifici e potrebbero quindi essere oggetto di un'attenzione particolare. L'elenco presentato non è esaustivo, ma è il risultato delle riflessioni preliminari dei partner.



Container

I contenitori assomigliano da un certo punto di vista agli edifici (sono oggetti parallelepipedi), ma presentano una **disposizione complessa**. Inoltre, la superficie di tali contenitori può eventualmente presentare proprietà di **diffusione**.



Moli e dighe

Questi oggetti fanno parte tecnicamente del modello di terreno, ma i dati disponibili mancano talvolta di precisione, il che può indurre forti imprecisioni, sapendo che le dighe possono essere **riflettori** o **schermi** nei confronti delle fonti di rumore portuali.



Navi

Le navi sono oggetti particolarmente complessi per quanto riguarda il loro impatto sull'ambiente acustico. In effetti, sono allo stesso tempo degli «**edifici**» (oggetti voluminosi che inducono riflessioni delle onde sonore) che contengono numerose **fonti di rumore** (camino, ventilazione, generatori) e infine una **fonte di traffico stradale** aggiuntiva durante le operazioni di carico/scarico. Infine, è un oggetto allo stesso tempo **mobile** (nelle fasi di

avvicinamento e di partenza) e **fisso** durante i momenti di sosta in banchina.

B. Sorgenti di rumore

Anche le fonti di rumore nei porti presentano specificità e possono essere oggetto di caratterizzazione specifica se i dati non sono accessibili. Nella funzionalità Porti sarà quindi necessario rielaborare le fonti di rumore, sia dal punto di vista dell'accessibilità e della completezza della base di dati esistente, sia attraverso una migliore presa in considerazione di fonti specificamente caratterizzate.

La tabella seguente propone una categorizzazione di fonti specificamente portuali.

Categorie di sorgenti portuali	Esempi
Navi in navigazione	Turbine, bocche di ventilazione...
Navi ormeggiate	Generatori, bocche di ventilazione...
Movimentazione orizzontale	Trasportatori di rimorchi (veicoli di Roro)
Movimentazione verticale	Gru...
Attrezzature industriali	Cimenterie...
Salita/discesa dai veicoli	Rumore d'urto di rampa delle navi
Traffico stradale dovuto al carico/scarico	Flusso di veicoli leggeri durante lo scarico
Altre	

C. Scenari d'utilizzo delle sorgenti

Infine, le fonti portuali possono presentare sequenze di attivazione/arresto particolari (cioè si ritrova poco nelle fonti urbane usuali). Si tratta del cosiddetto **scenario di utilizzo** di una sorgente, che di solito è definito dalla percentuale del tempo in un giorno intero durante il quale una sorgente è attiva, per tutti i periodi temporali di interesse (per ore del giorno, nei periodi giorno/notte/notte, ecc.).

Inoltre, le attività portuali presentano una **variabilità annuale** in funzione della stagione (alta/media/bassa o solo alta/bassa), il che implica che a priori le fonti possono seguire uno scenario diverso a seconda della stagione.

Infine, si potranno anche definire scenari d'uso tipico del giorno, ad esempio per quanto riguarda le navi, che presentano diverse fasi: arrivo in porto, scarico, sosta a cosa, carico, partenza.

V. Specifiche delle funzionalità aggiuntive da sviluppare in MithraSIG

Alla luce di tutti gli elementi che sono stati presentati in precedenza, si propone in questa parte una prima versione del capitolato per l'adeguamento di MithraSig alle attività portuali (si chiamerà in seguito questo adattamento la funzionalità «Porto» in MithraSig). Tenuto conto dell'aspetto innovativo del progetto e dell'approccio di ricerca del progetto Report, si riconosce che questa prima versione del capitolato d'onori potrà essere rivista, criticata e completata dal fornitore incaricato della missione di sviluppo.

A. Miglioramento del modello di calcolo e degli oggetti portuali

Modellizzazione del mare

Per facilitare la modellazione e la leggibilità dei dati, verrà aggiunto un nuovo oggetto di tipo "Mare". Questo oggetto corrisponderà ad un materiale riflettente come l'acqua e ad un vincolo di terreno: zona piatta di altitudine costante (0 per il mare, da definirsi da un utilizzatore per un lago).

Un trattamento particolare sarà messo in atto per importare automaticamente le zone di mare da Open Street Map¹.

Container

Studieremo la possibilità di inserire un nuovo tipo di oggetto, l'ostacolo (il nome rimanente da definire). Questi oggetti si comportano come gli edifici durante i calcoli da un punto di vista geometrico e materiale, ma senza nozione di piano, di popolazione e senza calcoli in facciata per questi oggetti. I contenitori possono essere considerati ostacoli metallici.

Moli

La modellazione delle banchine (che corrispondono a muri di sostegno) sarà migliorata. Una particolare simbologia permetterà di comprendere meglio il materiale e il senso della parete. Questo miglioramento sarà visibile sia nel taglio che nell'interfaccia grafica del software.

Dighe

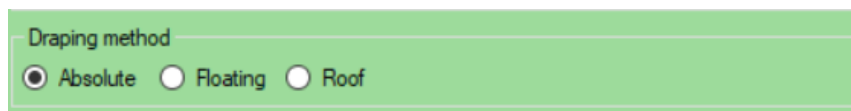
¹ <https://www.openstreetmap.fr/>

Saranno inoltre migliorati i modelli di dighe, collinette e scarpate. Una particolare simbologia permetterà di comprendere meglio il senso delle collinette e delle scarpate. Questo miglioramento avverrà nella visualizzazione 2D e nella finestra di taglio. L'oggetto grafico che rappresenta una collinetta (3 superfici) sarà semplificato e studieremo l'opportunità di assegnare un materiale particolare alle dighe.

Oggetti galleggianti

Tutti gli oggetti del software avranno una nuova opzione: galleggiante. Ciò significa che seguiranno il terreno e i movimenti del terreno indipendentemente dal terreno associato.

Ad esempio, una stessa rotta può avere 2 altitudini diverse in 2 diverse varianti di calcolo.



B. Miglioramento della modellizzazione delle fonti

Revisione della banca dati

MithraSIG permette attualmente di selezionare il modello di una fonte di rumore di tipo industriale da due canali:

- > La banca dati Immagine (Progetto di ricerca Europeo)²
- > La banca dati interna, contenente le sorgenti aggiunte dall'utente.

Nella versione che include la funzionalità Porta, il database interno al software sarà arricchito per integrare modelli di fonti provenienti dal database Immagine (modelli ritenuti pertinenti), ma anche da altre banche dati. La selezione del modello di una sorgente direttamente dalla base Immagine non avrà più luogo e sarà pertanto soppressa.

La base Immagine possiede degli spettri per frequenza definiti in dB(A), il che non è omogeneo con gli altri spettri definiti in MithraSig. Così, per mantenere una coerenza con il resto del software e per facilitarne la comprensione, tutti gli spettri dei modelli di fonti memorizzati nel database interno del software saranno definiti in dB, con la somma presentata in dB(A), come nel caso delle fonti personali.

² IMAGINE : Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment, Contract Number: SSPI-CT-2003-503549-IMAGINE

Arricchimento della base di dati con nuovi modelli di fonti

Nuovi modelli di sorgenti specifici per i porti verranno aggiunti al database interno del software. Un utente può sempre aggiungere i propri modelli di sorgenti.

Aggiunta di metadati a fonti industriali

Sarà fatto un grande lavoro per aggiungere metadati a tutti i modelli di fonti del database interno. Per ogni modello si troveranno i seguenti metadati :

- > Una foto rappresentante la sorgente
- > La qualità acustica della sorgente (vedere in basso)
- > La provenienza (campi testo che possono valere Geomod/CSTB, Imagine, personale (nell'interfaccia, questo campo apparirà sotto forma di icone)
- > Una categoria, che permette di classificare la fonte (esempio: Nave, Carico, Trasporto, Sito industriale, Aerotrasportato, Siti di costruzione, ecc.)

Qualità acustica della sorgente

La definizione di questo campo è descritta nel progetto europeo Imagine:

"Quality: Quality of the source in terms of noise emissions and extent of applied noise control will be categorized into "poor", "average" and "good" only.

The terms poor, average and good have the following interpretation:

- > *Poor: no noise mitigation measures have been taken and the machine/source is either old or badly maintained. The sound power levels are not always based on detailed measurements, but some examples have been found.*
- > *Average: some noise mitigation measures have been taken and the machine/source is adequately maintained. If no other information of a specific machine/source is available, the source is called average.*
- > *Good: the sound power levels of these machines/sources are among the lowest you can buy or manufacture. No research has been done whether these sources may be called Best Available Techniques."*

Una fonte di buona qualità non è quindi una fonte poco rumorosa, ma piuttosto una fonte ben mantenuta e che opera secondo buone prassi. Di solito emette meno rumore di una fonte di bassa qualità.

Interfaccia di scelta del modello di una sorgente

Nuova presentazione dei modelli di sorgente

Al fine di migliorare la gestione e l'uso delle diverse fonti di rumore nei porti, l'interfaccia scelta del modello di una fonte industriale sarà completamente rivista. La presentazione dei modelli sarà completamente ripensata per evidenziare meglio

le diverse specificità di ogni modello. Così, i modelli saranno presentati in forma di "tuile", con ogni "tuile" contenente:

- > Il nome del modello di sorgente
- > La foto associata al modello di sorgente
- > La qualità acustica del modello di sorgente
- > La potenza acustica del modello di sorgente
- > La categoria del modello di sorgente
- > La provenienza del modello di sorgente
- > Se è utilizzato o no nel le progetto attuale
- > Gli eventuali commenti associati al modello di sorgente

I modelli possono anche essere presentati sotto forma di un elenco, con la visualizzazione delle varie informazioni di cui sopra.

Miglioramento della ricerca di un modello di sorgente

Verrà installata una funzione di ricerca che consente di filtrare la visualizzazione dei modelli secondo i criteri seguenti:

- > Tipo di sorgente al quale è associato il modello: Puntiforme, Lineare, Facciata, Superficiale.
- > Nome del modello
- > Provenienza
- > Categoria
- > Utilizzazione o no nel progetto corrente

Ciò consentirà, ad esempio, di selezionare rapidamente un modello che rappresenti una nave, filtrandolo sulla categoria «Nave».

Navi

Un nuovo tipo di sorgente sta per essere creato. Questo tipo rappresenta le navi che possono essere in movimento o ormeggiate.

Una nave è definita da una superficie 3D rappresentata dal tipo, dalla lunghezza e dalla larghezza. Ogni tipo di nave avrà una serie di sorgenti ad esso assegnati (Rumore del motore, Rumore del trasformatore,). Tali sorgenti (un sottoinsieme di sorgenti puntiformi) devono essere posizionate su una sezione della nave (altezza rispetto alla linea di galleggiamento, distanza dall'inizio della nave).

Le informazioni sulla stazza, la larghezza e la lunghezza di ogni imbarcazione sono liberamente accessibili grazie all'AIS (Automatic Identification System)³ Un esempio di fonte è disponibile qui⁴.

Diverse categorie di imbarcazioni saranno create in funzione del loro uso e della loro forma, quali:

- > Cargo
- > Tanker
- > Navi di pesca
- > Plaisance
- > Trasporti dei passeggeri
- > Rimorchi

Tracce di navi

Le tracce delle navi saranno modellate mediante linee, sulle quali saranno specificati i traffici di navi con velocità.

Le traiettorie delle navi in movimento possono essere recuperate dal sito:

Gestione della flotta dei veicoli elettrici.

I porti hanno forti inconvenienti legati allo spostamento di veicoli a basse velocità. Una delle soluzioni per ridurre il rumore sarebbe quello di prendere in considerazione i veicoli elettrici.

- > **Per velocità > 50 km/h**, il rumore di rotolamento è dominante e non vi è motivo di distinguere i veicoli elettrici dagli altri, tranne forse per gli autobus o i piccoli camion di consegna.
- > **Per velocità < 30 km/h**, il rumore di trazione è dominante. Il motore elettrico è nettamente più silenzioso di un motore termico, ma rimane il rumore di trasmissione motore -> ruota che dipende fortemente dalla tecnologia impiegata. Un motore elettrico può anche generare segnali armonici.

C. Miglioramento del calcolo

Una modellazione fine del rumore di fondo

Poiché l'attività portuale non è l'unica fonte di rumore di cui tener conto nella modellazione di un porto, a MithraSig sarà aggiunta una funzionalità che consente di applicare un rumore di fondo (rappresentato da più fonti di inquinamento acustico) a un'area. Questo rumore ha lo scopo di essere agganciato con le fonti presenti durante i calcoli al momento dei rendering.

Questa atmosfera sonora potrà essere definita:

- > a livello di variante (applicata a tutti i settori e a tutti i calcoli di questa variante),
- > a livello di un dominio di calcolo (applicato a tutti i calcoli di tale settore),
- > a livello di un calcolo (applicato unicamente a tale calcolo).

Potrà essere creato un database di ambiente sonoro. I modelli di ambienti sonori aggiunti avranno il loro spettro definito in ottava o in terzi di ottava.

Considerazione delle condizioni meteorologiche delle zone portuali

Le condizioni meteorologiche dei porti possono presentare specificità che influiranno sulle condizioni di propagazione acustica (direzioni di vento specifiche). Il metodo armonizzato Cnossos-EU permette di prendere in considerazione questi effetti con una **rosa di occorrenza** di condizioni favorevoli per ogni direzione di vento (e che può essere definito dall'utente in MithraSig). Nell'allegato B è descritto il metodo da seguire per creare questa rosa di occorrenza a partire da dati meteorologici standard (ciò potrà essere integrato come funzionalità del modulo «Porte»). Questo metodo può essere aggiunto a MithraSig in modo che gli utenti possano impostare le proprie condizioni meteorologiche.

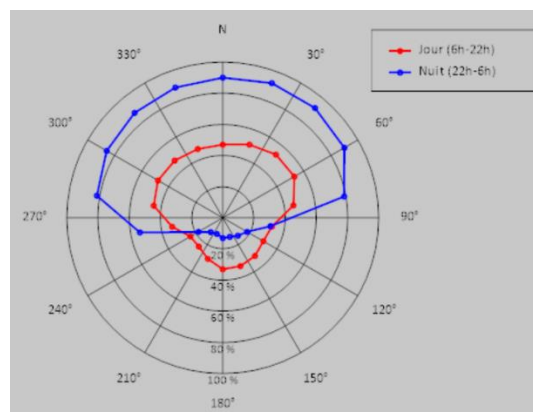


Figura 1 : rappresentazione di una rosa di occorrenza di condizioni di propagazione favorevole in Mithrasig

La rappresentazione degli effetti meteorologici sulla propagazione acustica attraverso la rosa di occorrenza ha senso solo se ci si interessa agli indicatori di esposizione a lungo termine (di tipo L_{den}) in quanto si utilizza una **rappresentazione statistica media** degli effetti meteorologici. Si potrebbero tuttavia definire anche condizioni **meteorologiche rappresentative** di condizioni particolari (es. forte vento proveniente da ovest a fine giornata, atmosfera calma sotto forte sole) il che avrebbe più senso nel caso in cui si cerchi di interessarsi ad un particolare evento sonoro, ad esempio lo scarico di un'imbarcazione tra le 7 e le 8. In questo caso si può utilizzare nuovamente una rosa di condizioni favorevoli in funzione della direzione di propagazione, ma i valori possibili sono solo 0 e 1 (la propagazione può essere solo favorevole o omogenea in un preciso momento).

Integrazione della variabilità stagionale

I porti, e in particolare i porti mediterranei, hanno un'altissima variabilità di traffico con picchi di affluenza durante la stagione estiva. La modellazione terrà conto di questo dato migliorando la gestione dei periodi di tempo.

Attualmente, un periodo corrisponde ad un passo orario, si potrebbe immaginare che il periodo corrisponde ad una stagione, l'arrivo di una nave o un altro evento.

Ciò consentirebbe di definire scenari di funzionamento in funzione del tempo.

D. Miglioramento dei risultati

Infine, nella fase di analisi, gli indicatori e le modalità di rappresentazione dei risultati saranno adattati per tener conto delle specificità portuali. In particolare, la molteplicità delle fonti e i loro particolari scenari di utilizzazione fanno sì che ci si possa naturalmente interessare alla nozione **di emergenza** di una fonte (nozione che interviene nel quadro regolamentare francese e italiano per quanto riguarda la limitazione del **rumore da vicinanza**).

Calcolo delle emergenze

Possono essere implementate funzionalità per facilitare il calcolo e l'analisi delle emergenze corrispondenti ai seguenti scenari:

- > Arrivo di una nave nel porto
- > Partenza di una nave dal porto
- > Operazione di carico di una nave
- > Operazione di scarico di una nave

- > Individuazione del rumore dovuto alle attività portuali (navi, veicoli/gru di carico/scarico) rispetto alle altre fonti di rumore (traffico stradale, rumore ambientale, rumore urbano, ecc.)
- > Sostituzione della flotta dei veicoli di carico/scarico con veicoli elettrici
- > Riorganizzazione degli orari di lavoro

Questi singoli casi potranno essere oggetto di un calcolo specifico alla situazione e successivamente confrontati rispetto ad un calcolo che rappresenti una situazione di riferimento. Si potranno poi effettuare varie operazioni su questi due calcoli:

- > Creazione di una mappa (estensione delle operazioni tra griglie) basata su questi due calcoli (a condizione che siano compatibili)
- > Creazione di etichette che evidenzino le differenze tra i risultati di questi due calcoli

Appendice A : presentazione di MithraSIG

La documentazione utente di MithraSig è disponibile a questo link:
<https://data.geomod.fr/MithraSIG/v5/Help/FR/>

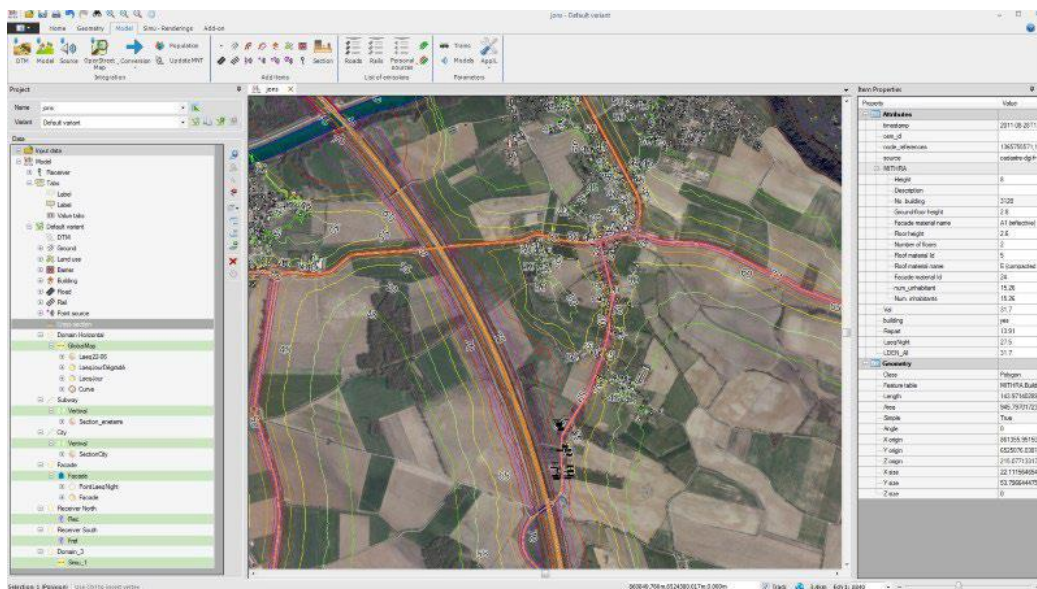
MITHRASIG nasce dalla collaborazione del CSTB e di Geomod, che uniscono le rispettive competenze per creare questo software dedicato agli studi d'impatto e alla cartografia acustica.

Ecco una panoramica delle funzionalità esistenti nella versione 5 del software MithraSig (rilasciato nel 2017).

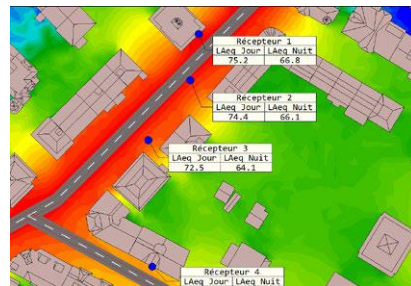
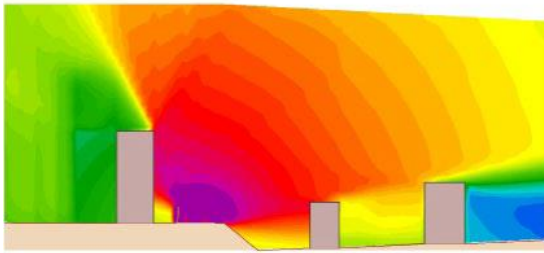
Costruzione di un modello

Un modello viene creato da interfacce

- **Importazione e conversione** di strati di dati provenienti da diverse organizzazioni, in diverse forme ed in diversi formati (SHP, MIF/ MID, TAB, DXF, DWG, DGN, ecc.).
- Creazione **automatica** di progetti dai dati **SRTM** e **Openstreetmap** per creare rapidamente dei progetti.
- Potenti **strumenti di disegno** per la costruzione e l'editing



Molteplici possibilità di rendering



Le mappe del rumore possono essere create **semplicemente e rapidamente** impostando tutti i parametri di una mappa: indici, sorgenti, frequenze, tavolozze di colori, tipo di rendering, precisione.

MithraSig consente quindi di presentare i risultati in forma di tabelle, schede poligonali/ punti/ linee/ griglia, viste 3D.

- 4 tipi di cartografia: sezioni **verticali**, sezioni **orizzontali**, mappe **in facciata** degli edifici ed etichette di ricevitori posizionate dall'utente.
- Creazione di mappe differenziali (prima/dopo l'installazione di un'infrastruttura, aumento/diminuzione del traffico o della velocità,).

Calcoli rapidi ed efficienti

Integrando il know-how del CSTB, MithraSig combina rapidità e precisione nei suoi calcoli. Le simulazioni della propagazione delle onde acustiche utilizzano algoritmi basati su metodi asintotici di lancio di raggi e lancio di fasci adattivi. Questi algoritmi sono progettati per:

- Ambienti chiusi come quello **denso urbano**
- Ambienti aperti come quello **rurale**
- I **siti montani** in ambiente aperto o chiuso

Rispetto delle norme

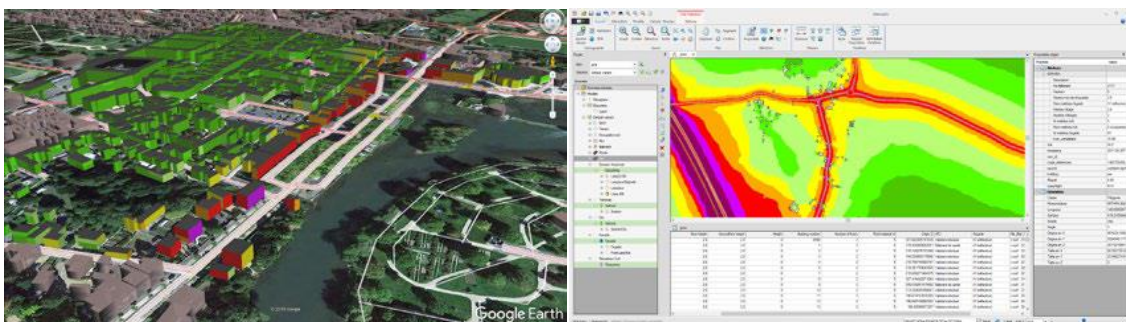
Il motore di calcolo fisico calcola la propagazione del rumore conformemente ai requisiti della normativa vigente, tenendo conto degli effetti delle condizioni meteorologiche.

- Motori geometrici che vanno dal colpo di raggio rapido al tiro di fascio che permette la diffrazione sugli spigoli orizzontali e verticali degli oggetti.
- Metodi di calcolo: CNOSSOS-EU, NMPB 2008, ISO 9613, NMPB 96 (XP S31- 133), Harmonoise.

Aiuto alla comunicazione

MithraSig si distingue per la qualità dei documenti prodotti. Le schede 2D e 3D costituiscono dei formidabili vettori di comunicazione. Esse forniscono un parere obiettivo nei dibattiti pubblici legati a una nuova infrastruttura o a un nuovo assetto. MithraSig permette la diffusione delle carte prodotte in varie forme, come:

- PDF dinamici con livelli, attributi e georeferenziazione
- KMZ che consente tra l'altro la visualizzazione rapida sotto Google Earth™.
- Esportazione di modelli virtuali in tempo reale.
- Più di 50 formati di export, vettoriali e raster (SHP, TAB, ECW, JPEG, TIFF, BIL, città).



Appendice B: creazione di rosa di occorrenza meteorologica

Dati meteorologici necessari

I dati meteorologici di partenza devono essere registrati come file tabulati. I dati che questi file devono comprendere sono descritti qui di seguito:

File di alba/tramonto del sole (disponibile gratuitamente su Internet):

- Data
- Ora UTC dell'alba
- Ora UTC del passaggio al meridiano (zénith)
- Ora UTC del tramonto del sole
- Indicatore di stagione, «estate» a partire dall'equinozio primaverile (20/03/2018, nel caso specifico) fino all'equinozio autunnale (23/09/2018)

File di dati meteorologici orari:

- Data e Ora UTC di osservazione
- Quantità di pioggia su un'ora (in mm)
- Forza del vento (in km/h, à 10m sopra il suolo)
- Direzione del vento (relativo al nord, nel senso orario)
- Nuvolosità in octas
- Indicatore d'orario estivo (dal 25/03/2018, ore 2 del mattino alle ore 3 del mattino del 28/10/2018)
- Ora legale (Ora UTC + 1 ora in inverno, ora UTC + 2 ore in estate)

Metodo di creazione della rosa di occorrenza

I metodi di calcolo comunemente utilizzati in Francia (NF S31-133 o CNOSSOS-EU) tengono conto di questi effetti calcolando un indicatore di rumore medio mediante ponderazione di due condizioni rappresentative:

$$L_{eq,T} = 10 \lg \left(\frac{p_{FAV}}{100} 10^{L_{p,FAV}/10} + \left(1 - \frac{p_{FAV}}{100}\right) 10^{L_{p,HOM}/10} \right)$$

Per la Francia metropolitana, la frequenza di occorrenza delle condizioni favorevoli è stata valutata sulla base di registrazioni climatiche rappresentative (su 10-30 anni di osservazioni) per 40 stazioni meteorologiche distribuite sul territorio. Questi valori sono pubblicati nell'allegato della norma NF S31-133 e presentati sotto forma di «rose di occorrenza» per diverse direzioni di propagazione sorgente-ricevente e per diversi periodi della giornata.

I principi del metodo di analisi sono descritti nelle norme NF S31-110:2005. Essa si basa su una griglia di valutazione qualitativa, detta «griglia di Zouboff», che utilizza una caratterizzazione euristica dello stato aerodinamico e termico dell'atmosfera.

L'allegato A della norma NF S31-120:2018 fornisce ulteriori dettagli su un metodo operativo per collegare i dati di input del metodo alle osservazioni quantitative effettuate dalle stazioni meteorologiche.

il metodo quantitativo di Zouboff utilizza:

- > Una caratterizzazione U_i delle condizioni del vento

	Contraire	Peu contraire	De travers	Peu portant	Portant
Vent fort	U1	U2	U3	U4	U5
Vent moyen	U2		U3	U4	
Vent faible	U3				

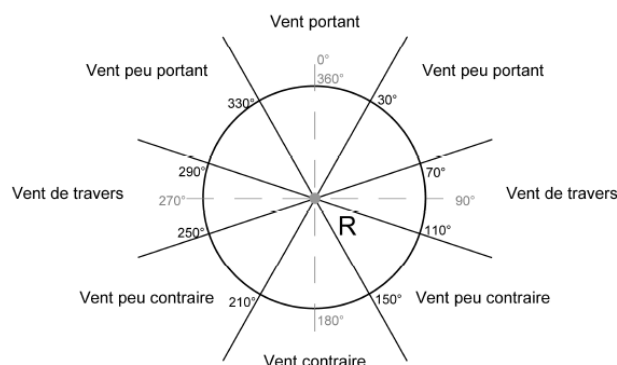
- > Una caratterizzazione T_i delle condizioni termiche

	Rayonnement	Humidité du sol	Vitesse du vent	T_i
Jour	Fort	Sec	Faible ou moyen	T1
	Faible ou moyen	Humide	Fort	T3
	Autres cas			T2
Période de lever ou coucher du soleil				T3
Nuit	Ciel dégagé	-	Faible	T5
	Autres cas			T4

- > Una griglia detta **UiTi** per caratterizzare la propagazione acustica seguente il criterio (molto) sfavorevole (--, -), neutro (Z) o (molto) favorevole (+, ++).

	U1	U2	U3	U4	U5
T1		--	-	-	
T2	--	-	-	Z	+
T3	-	-	Z	+	+
T4	-	Z	+	++	++
T5		+	+	++	

La quantificazione del vento si basa sui valori dell'angolo relativo tra la direzione di propagazione e la direzione del vento (0° rappresenta la direzione della sorgente vista dal ricettore):



La quantificazione della velocità del vento utilizza i limiti indicati di seguito. Nell'utilizzare i dati forniti dal cliente abbiamo ipotizzato che i dati di input siano dati in m/s ad un'altezza di 10m dal suolo.

Hauteur de mesure	h = 2m	h = 10m	Observations visuelles
Vent fort	vitesse > 3 m/s	vitesse > 4,3 m/s	Les feuilles sont sans cesse en mouvement. Les petites branches plient.
Vent moyen	1 m/s < vitesse < 3 m/s	1,4 m/s < vitesse < 4,3 m/s	On sent le vent sur le visage. Les feuilles s'agitent.
Vent faible	vitesse < 1 m/s	vitesse < 1,4 m/s	On ne sent pas le vent sur le visage. Les feuilles sont immobiles.

La forza della radiazione solare si apprezza in funzione della stagione, dell'ora e della nuvolosità:

> Per il periodo «estate», dall'equinozio primaverile all'equinozio autunnale:

Heure solaire	rayonnement fort	rayonnement moyen	rayonnement faible
soleil à ± 3 h par rapport au zénith	≤ 5 octas	≥ 6 octas	
1 h après le lever du soleil jusqu'à 3 h avant le zénith ou 3h après le zénith jusqu'à 1 h avant le coucher du soleil		≤ 4 octas	≥ 5 octas
jusqu'à 1 h après le lever du soleil ou jusqu'à 1h avant le coucher de soleil			Tous les cas

> Per il periodo «inverno» dall'equinozio autunnale all'equinozio primaverile:

Heure solaire	rayonnement fort	rayonnement moyen	rayonnement faible
soleil à ± 3 h par rapport au zénith	0 octa (absence totale de nuages)		
2 h après le lever du soleil jusqu'à 1 h avant le coucher du soleil		≤ 4 octas	≥ 5 octas
jusqu'à 2 h après le lever du soleil ou jusqu'à 1 h avant le coucher de soleil			Tous les cas

La nuvolosità è valutata in «octas», da 0 per un cielo limpido fino a 8 per una copertura nuvolosa totale. Per le ore notturne (tra il tramonto e l'alba), la condizione di radiazione si apprezza direttamente a partire dalla copertura nuvolosa: cielo limpido (oltre l'80%) o cielo coperto (oltre il 20%).

Lo stato idrico del suolo si calcola a partire dalle quantità di piogge accumulate su periodi che vanno da 4 ore ad 1 settimana:

- > Suolo asciutto: non vi sono state piogge entro 48 ore e non oltre 2 mm durante la settimana precedente la misurazione.
- > Terreno umido: pioggia da 4 a 5 mm nelle ultime 24 ore.

Automazione del processo tramite modulo software

Questo approccio può essere automatizzato da un modulo software dedicato che permette di trasformare i dati meteorologici a disposizione in indicatore di propagazione secondo il metodo descritto sopra e quindi calcolare le frequenze di occorrenza delle condizioni favorevoli per periodo orario. Questi risultati orari vengono poi combinati per produrre le tabelle per periodo regolamentare compatibile con il metodo di calcolo (NMPB-2008 per l'applicazione della legislazione nazionale, Cnossos-EU per le mappe strategiche conformi alla Direttiva Europea).

Si potrebbe considerare di integrare questo modulo di calcolo della rosa di occorrenza nella funzionalità Porte di MithraSig.