

PROGETTO REPORT

“Rumore e Porti”

CUP E48B17001310007

Prodotto T3.3.1

Report di validazione dei modelli in A.4.3

Componente T3

Attività T3.3

Data di consegna prevista: 08/2020

Data di consegna effettiva: 09/2021

Organizzazione responsabile: **UNIFI**

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

Numero della documentazione da consegnare:	T3.3.1
Responsabile della documentazione da consegnare:	Prof. Romano Giglioli
Componente:	T3

Autore/i - in ordine alfabetico		
Nome	Organizzazione	E-mail
Fidecaro Francesco	UNIFI (professore ordinario)	francesco.fidecaro@unifi.it
Giagoni Walter	UNIFI (borsista di ricerca)	

Revisione del Documento			
Versione	Data	Modifiche	
		Tipo di modifiche	Modificato da

Sintesi
Report contenente i rapporti delle verifiche effettuate (localizzazione, valori, condizioni di misura) e le considerazioni sulla validazione delle soluzioni modellistiche (limiti di utilizzo, possibili indicazioni per il loro miglioramento).

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	4
1 Descrizione dell'attività	5
2 Caratterizzazione delle sorgenti.....	6
2.1 Descrizione delle sorgenti di rumore.....	6
2.2 Ubicazione delle sorgenti di rumore	9
2.3 Cicli di Funzionamento e ricalcolo spettro di potenza	13
2.4 Tempi di funzionamento delle macchine operatrici	20
2.5 Distribuzione nelle sottozone delle sorgenti.....	26
3 Modello e realizzazione delle mappe	28
3.1 Modello	28
3.2 Mappe	30
4 Conclusioni	32
5 ALLEGATO 1: Mappe.....	33

INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di illustrare il lavoro svolto per la predisposizione di mappe acustiche inerenti al Terminal Darsena Toscana (di seguito denominato TDT), ubicato in Località Darsena Toscana, Porto Industriale – 57123 Livorno.

Il seguente lavoro ha lo scopo di valutare l'effettiva efficacia, sull'impatto acustico, della transizione elettrica delle macchine operatrici e dei trattori che operano nella suddetta area, ottenendo così un abbassamento delle emissioni sonore e un minore disturbo percepito dai più vicini ricettori.

Verranno illustrati i passaggi metodologici effettuati con i quali è stato possibile redigere le varie mappe di rumore nei diversi scenari.

Bisogna tenere presente che le merci movimentate sono contenute all'interno di contenitori metallici, che la loro movimentazione avviene tramite macchine operatrici e che una quota importante dell'emissione sonora è dovuta alle componenti impulsive derivanti da urti e cadute di gravi dall'alto. Inoltre, le operazioni di movimentazione sono notevolmente influenzate dall'operatore. Operatori molto esperti riescono a movimentare i containers con poche operazioni, andando quindi a ridurre il più possibile le emissioni sonore dovute agli urti, operatori meno esperti movimentano i container con un numero maggiore di manovre aumentando quindi l'emissione sonora.

1 DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ

Con una superficie complessiva di circa 390.000 mq, il terminal è situato nel porto industriale, nella fascia di territorio in corrispondenza della sponda ovest della Darsena Toscana confinante a nord con il canale scolmatore dell'Arno, ad est con il bacino di Evoluzione - Darsena Toscana - Fosso dei Navicelli, a sud con il canale di accesso Darsena Petroli-Bacino Santo Stefano, a ovest con mare aperto. Terminal Darsena Toscana svolge attività commerciali, amministrative, di pianificazione, di controllo ed esecutive relative al carico e scarico, trasbordo, deposito, custodia, movimento di contenitori pieni e vuoti, nonché di merce varia sfusa, svuotamento e riempimento contenitori, da/per camion/nave/vagone mediante utilizzo di mezzi di sollevamento gommati, di vario tipo e portata, e gru di banchina di proprietà.

Gli orari dello svolgimento dell'attività di terminal sono continuativi da lunedì alla domenica., tuttavia, al suo interno possono essere distinte numerose sorgenti. Lo svolgersi dell'attività del terminal dipende, o non, dalla presenza delle navi in banchina.



2 CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI

2.1 DESCRIZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE

Nel terminal sono presenti e vengono utilizzate diverse macchine operatrici che hanno emissione sonora significativa. Di seguito si riporta in Tabella 1 viene indicato il numero di macchine presenti per ogni tipologia.

N° Operatrici	Macchine	Tipo Operatrice	Macchina
13		Reach Stacker	
13		Transtainer	
7		Gru di banchina	
16		Trattori	

TABELLA 1: MACCHINE OPERATRICI PRESENTI NELL'AREA

Sono inoltre presenti un numero variabile di container refrigerati nel piazzale, considerato come 216 unità in un giorno medio.

Le sorgenti sono state misurate e ne è stato determinato il relativo livello di potenza per ogni singolo evento dal dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni dell'Università di Pisa. Se ne riporta come esempio un breve estratto del DataBase.

		Media H		dev std		10.56	10.32	9.91	8.95	8.57	10.17	9.68	10.91	10.75	11.93	11.97	10.89	10.39	8.99	9.07	8.83	9.80	12.08	10.82	10.52	9.17	10.10	10.57	10.47	9.37	9.25	10.20
		media		62.98	68.26	76.31	80.93	84.74	84.45	89.28	94.35	96.87	98.70	100.63	101.11	101.62	104.82	104.62	106.60	108.12	107.42	106.33	106.70	105.29	102.15	97.25	94.37	90.01	86.16	81.34		
GB-01-A-01	Posizionamento container su automezio	1.6	20	114.4	61.18	64.40	71.11	83.24	86.20	82.27	88.66	91.63	91.69	89.70	93.47	92.73	96.19	97.26	98.97	104.26	103.59	111.82	105.14	103.12	108.17	102.97	95.71	88.91	81.67	75.33	72.33	
GB-01-B-05	Posizionamento container su automezio	1.6	20	123.9	65.71	67.35	73.17	82.19	83.12	87.14	89.55	93.68	100.89	107.33	105.56	109.85	107.79	111.93	109.49	116.13	116.17	114.32	114.39	115.61	112.86	110.53	107.83	103.45	98.15	94.03	89.28	
GB-01-C-06	GB avviso di sicurezza (aggancio non corretto del container)	2	20	117.2	59.92	62.64	72.07	77.31	84.69	82.65	86.73	87.37	88.63	91.54	91.21	94.16	93.43	103.59	105.14	114.47	112.56	109.93	108.46	112.17	105.13	97.79	90.09	84.10	81.99	83.51	74.09	
GB-01-C-08	Posizionamento ponte di coperta nave portaccontainer al suolo	0	20	124.6	77.29	86.27	95.21	95.89	98.12	103.19	106.04	108.24	111.94	110.49	113.14	113.12	114.19	113.09	113.29	114.12	113.55	114.01	115.07	113.17	110.37	108.52	104.61	102.24	96.24	91.43	85.17	
GB-01-F-13	Transito automezio per container	0.8	20	105.7	56.29	62.35	64.07	73.93	75.04	76.77	78.74	84.44	85.26	88.97	86.82	86.54	94.24	97.88	93.10	95.93	93.58	93.29	92.96	92.84	95.54	89.74	86.74	89.60	81.88	78.70		
GB-02-A-03	Posizionamento container su automezio	1.6	10	122.8	74.39	69.64	77.24	80.01	84.44	86.67	88.49	95.04	100.68	99.03	101.97	97.34	99.10	104.37	114.36	104.81	117.22	114.59	112.15	116.48	112.42	108.31	102.06	98.68	93.50	88.26	88.31	
GB-02-B-04	Posizionamento container su automezio	1.6	10	125.3	73.08	68.81	88.39	92.26	94.07	98.11	99.49	109.02	109.11	110.34	110.57	112.14	114.00	112.97	112.82	114.06	114.42	110.89	117.19	115.73	112.10	112.18	108.38	106.00	101.61	98.43	89.94	
GB-02-C-07	Transito automezio (estraneo all'azione svolta)	0.8	10	110.4	58.44	66.49	77.31	81.85	92.05	84.11	89.04	100.56	96.40	97.28	100.39	100.52	98.87	100.94	100.32	99.31	99.40	99.04	98.34	97.21	95.79	94.35	91.18	87.60	84.03	82.56	76.26	
GB-02-C-11	GB avviso di sicurezza (spostamento del mezzo)	2	2	104.8	59.65	49.63	58.21	61.68	65.86	63.42	69.07	69.00	71.81	69.95	72.31	77.57	81.37	86.53	88.52	100.82	95.88	85.32	86.27	92.04	92.77	88.15	78.29	73.66	71.50	66.30	63.21	
GB-02-C-14	Posizionamento container su automezio	1.6	20	127.4	64.92	71.52	79.72	83.24	83.36	83.90	92.42	96.12	101.01	113.67	113.85	112.88	114.53	117.48	114.97	114.99	119.97	125.64	115.29	113.11	112.47	112.08	107.03	98.44	94.43	90.51	83.10	
GB-02-D-17	Posizionamento container su automezio	1.6	20	124.6	73.87	74.90	82.79	86.07	87.95	88.77	98.98	101.54	103.64	102.11	110.63	110.61	109.72	112.49	109.72	110.97	115.57	117.00	116.27	116.98	115.86	115.14	109.93	105.87	102.75	98.98	94.49	
GB-02-E-19	Transito automezio (estraneo all'azione svolta)	0.8	20	125.6	54.25	59.12	72.43	74.10	81.76	76.75	84.54	96.53	92.21	89.94	94.96	94.12	96.07	100.27	96.02	92.60	95.07	94.91	92.84	91.77	90.83	88.95	86.12	82.92	80.18	80.71	76.15	

FIGURA 1: DATABASE LIVELLO DI POTENZA DELLE SORGENTI

Cautelativamente si è calcolata la media energetica piuttosto che la media aritmetica, quindi i presenti dati sono stati raggruppati per evento identificato per ciascuna macchina operatrice e si sono ricavati i valori medi per ogni singolo evento di ogni singola macchina operatrice. Se ne riporta di seguito un breve esempio



MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

ID	EVENTO	Durata (s)	H sorg.	d sorg-micLW (Q=1)	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	
TSF-03-A-01	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	9	4.5	15	117.6	54.6	56.9	66.1	68.9	72.7	80.8	82.2	88.3	90.0	91.0	85.6	91.6	93.2	88.8	92.3	93.7	97.3	98.7	104.9	111.4	113.4	111.0	98.3	93.3	77.2	78.1	
TSF-03-A-02	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	16	4.5	15	117.0	56.7	57.1	66.6	68.6	71.8	82.0	84.1	84.5	87.1	90.8	88.7	87.6	89.4	87.8	92.1	92.6	93.6	100.7	105.2	105.0	105.7	110.0	112.4	99.6	91.5	78.0	78.1
TSF-03-A-03	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	12	116.8	53.5	56.8	67.0	68.5	72.7	81.7	85.4	87.7	90.0	88.1	93.3	95.7	95.5	94.0	94.0	94.5	93.8	103.4	105.1	104.7	109.6	111.3	110.2	100.1	95.9	83.8	77.7
TSF-03-B-13	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	15	117.8	57.0	57.5	71.9	76.4	79.1	83.7	86.3	89.5	93.3	91.9	92.5	96.7	97.7	93.1	95.2	96.8	96.2	98.9	106.2	108.0	110.7	109.6	113.3	98.4	95.1	83.7	80.0
TSF-03-B-14	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	7	4.5	15	117.9	62.6	60.8	67.8	72.3	78.9	82.4	88.3	89.1	91.0	92.7	92.6	98.7	98.6	95.5	97.5	98.4	99.5	101.5	107.3	110.1	111.3	109.2	113.0	97.7	95.0	84.5	83.3
TSF-03-C-19	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	8	4.5	15	117.6	57.7	57.9	69.6	73.5	73.1	82.4	83.5	83.3	87.2	88.4	87.2	92.3	91.8	91.7	91.7	92.7	95.4	97.6	100.4	106.9	111.8	113.0	109.8	99.7	92.7	80.4	82.3
TSF-03-C-20	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	8	4.5	15	117.4	57.2	59.5	68.9	74.7	72.9	83.3	84.2	85.6	89.2	86.9	88.1	92.2	92.3	93.6	91.9	92.0	94.4	96.3	98.8	103.0	110.6	111.7	112.9	97.1	89.7	78.0	80.8
TSF-03-D-28	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	14	4.5	15	120.1	60.6	59.4	69.0	74.8	81.7	102.3	102.2	94.3	99.9	101.6	103.1	102.7	104.4	105.1	100.8	105.7	103.2	107.5	108.4	115.8	113.4	114.8	110.1	93.7	87.0	88.1	81.1
TSF-03-D-29	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	15	117.6	60.2	59.1	66.9	69.2	74.7	85.8	89.6	90.7	90.9	89.6	94.4	98.1	98.3	96.8	95.1	95.6	96.1	97.4	101.5	107.6	114.5	112.0	109.2	102.3	93.5	82.4	80.3
TSF-05-A-01	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	4	4.5	5	115.8	62.1	62.5	68.7	73.9	76.7	80.1	83.0	83.3	89.3	91.7	92.4	99.2	100.9	105.5	100.1	101.8	102.6	101.8	103.6	110.4	107.2	98.5	94.8	90.1	86.1	82.1	76.7
TSF-05-A-02	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	5	116.5	52.4	52.9	62.4	70.7	76.6	81.8	83.6	84.2	88.3	90.3	93.5	98.8	100.4	104.1	100.9	100.9	102.3	101.7	104.8	111.5	109.1	101.4	96.0	90.4	86.5	82.3	76.7
TSF-06-B-04	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	19	4.5	5	115.8	46.7	52.5	59.4	61.3	65.0	76.7	73.6	73.8	77.6	83.2	82.6	79.6	81.3	82.2	81.7	84.9	92.3	100.5	105.6	111.4	109.4	103.7	100.2	96.2	82.7	76.1	72.2
TSF-06-C-10	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	14	4.5	5	117.9	49.7	50.8	61.5	65.1	66.0	76.0	73.2	82.6	84.3	90.8	83.8	83.1	82.9	83.6	91.9	91.0	105.0	109.0	112.9	112.0	101.2	95.1	90.3	93.2	81.7	69.9	
TSF-06-C-11	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	4	4.5	5	115.1	48.0	56.5	60.0	63.7	70.3	77.9	73.5	78.2	80.3	82.4	87.1	83.4	82.5	81.4	82.4	87.0	85.4	103.1	105.8	110.4	105.9	102.6	98.9	94.2	79.4	71.7	73.0
TSF-06-D-14	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	9	4.5	5	113.3	52.8	57.0	66.6	64.1	69.3	73.9	75.5	73.7	82.0	92.1	89.2	84.3	86.0	86.8	83.8	85.2	91.9	94.9	99.7	106.7	107.5	103.9	96.2	92.9	82.0	73.9	78.2
TSF-06-D-16	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	15	4.5	5	113.9	43.1	48.4	58.4	58.5	63.8	74.1	75.1	71.0	80.8	79.9	79.8	86.7	82.5	83.3	84.0	87.3	92.5	96.5	102.4	107.6	108.5	105.5	93.3	84.3	92.5	79.4	69.8
TSF-06-D-18	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	17	4.5	5	110.9	55.5	59.6	66.2	70.5	66.2	73.8	74.5	74.1	79.8	81.4	82.6	87.8	82.9	84.6	83.0	89.1	90.1	96.5	104.4	105.3	102.6	101.8	98.3	93.9	83.7	74.1	73.5
TSF-06-E-20	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	4	4.5	5	117.8	55.1	61.8	63.1	72.4	78.6	76.7	76.4	86.4	88.2	87.4	85.3	83.8	86.7	92.1	93.5	92.5	102.2	102.9	114.1	111.7	105.7	101.8	94.2	84.3	73.5	76.3	
TSF-06-E-23	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	13	4.5	5	117.4	51.7	55.8	63.2	65.5	67.3	76.3	77.4	75.9	81.8	87.6	85.5	83.9	83.6	88.2	87.6	91.7	90.1	101.7	106.5	111.8	111.4	104.2	102.0	95.5	85.1	78.0	74.9
TSF-07-A-05	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	5	112.4	50.8	60.7	69.2	59.1	63.5	75.1	72.1	72.3	80.6	83.4	86.4	81.0	82.6	84.5	85.0	87.8	91.5	96.4	100.8	104.4	106.9	107.7	92.6	89.5	76.2	76.0	
TSF-07-A-07	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	5	4.5	10	113.6	69.0	69.2	74.9	74.7	75.0	80.3	79.1	81.1	85.1	88.3	90.1	84.7	87.7	87.5	87.4	89.5	90.0	96.1	96.8	101.1	109.6	108.1	104.2	90.6	87.3	79.9	77.8
TSF-07-B-09	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	7	4.5	5	118.6	46.7	60.9	69.5	62.3	65.3	75.7	74.5	74.3	81.9	84.6	87.0	80.2	83.7	85.3	86.8	90.4	93.2	101.2	108.7	113.5	112.2	107.0	102.6	96.6	84.6	75.1	72.4
TSF-07-B-12	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	11	4.5	5	119.1	45.6	51.4	59.6	60.8	70.3	78.2	86.6	82.4	83.3	83.2	89.4	87.4	89.8	92.4	88.9	91.5	95.7	103.6	110.4	114.1	112.4	104.1	98.4	88.7	93.3	82.2	69.8
TSF-07-C-16	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	5	115.8	51.2	52.3	58.8	57.9	64.0	75.2	74.4	74.3	81.4	81.3	81.3	79.9	81.5	85.5	83.8	86.9	91.3	100.2	105.5	111.5	108.3	102.0	101.4	91.3	83.8	72.9	75.3
TSF-07-C-17	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	5	4.5	5	115.3	49.7	53.4	56.8	55.4	65.0	74.6	72.0	72.3	80.5	81.8	84.2	76.2	81.5	83.2	78.6	86.1	92.8	100.8	106.8	110.7	108.8	101.1	99.4	94.7	82.0	74.8	74.5
TSF-07-E-27	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	7	4.5	5	115.5	47.2	54.4	62.8	60.9	64.9	74.9	73.1	71.6	77.4	81.1	82.3	79.2	82.0	82.4	81.8	89.1	90.2	98.5	106.5	111.0	108.1	102.4	100.7	95.0	91.6	78.4	73.0
TSF-07-E-29	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	9	4.5	5	117.2	43.5	52.1	58.6	58.1	62.8	73.3	76.9	73.5	79.1	81.3	78.3	76.5	82.1	81.3	82.1	90.4	88.6	96.7	105.6	113.4	109.2	103.6	101.1	96.4	83.2	72.7	75.0
TSF-07-F-33	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	9	4.5	5	116.2	54.2	61.3	68.8	60.0	71.8	79.9	77.2	78.7	80.8	89.3	89.9	84.2	89.6	85.8	86.7	89.7	93.2	103.2	103.2	111.2	109.9	103.3	102.8	97.3	85.5	88.5	79.4
TSF-07-F-36	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	10	4.5	5	118.5	54.9	64.2	72.6	67.6	71.3	79.8	77.8	83.7	83.6	90.1	91.5	87.4	89.0	88.5	88.0	90.6	94.4	101.4	106.5	115.0	111.5	106.4	101.5	95.3	86.8	80.3	79.1
TSF-07-F-37	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	7	4.5	5	117.5	59.6	67.8	74.5	66.6	70.4	79.7	74.8	78.3	83.5	88.8	89.6	82.1	88.4	88.1	85.7	88.9	92.9	100.7	108.7	112.8	110.5	105.7	102.3	94.0	84.5	77.8	78.7
TSF-07-F-38	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	5	118.1	54.2	63.2	71.6	60.3	70.7	80.1	75.3	85.9	82.4	90.3	90.1	82.0	86.7	87.6	86.3	90.4	94.2	101.4	106.4	114.1	112.0	105.5	101.7	95.9	85.0	77.2	78.6
TSF-07-G-42	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	8	4.5	5	110.0	62.2	66.1	71.8	70.3	72.3	76.2	76.6	77.7	87.1	87.0	84.8	90.6	98.8	99.2	94.4	97.8	97.1	103.6	97.2	103.5	102.7	93.2	82.3	79.1	83.8	78.5	69.1
TSF-08-B-08	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	19	4.5	5	112.4	43.0	49.6	64.3	63.1	66.3	74.4	76.7	74.9	81.5	79.2	81.9	83.5	79.9	82.8	83.4	88.4	96.0	101.8	105.8	107.3	99.8	93.7	84.8	73.6	72.0		
TSF-08-B-11	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	6	4.5	5	112.5	51.9	48.3	56.7	63.0	68.9	74.8	76.0	74.0	84.3	81.4	82.6	85.1	81.6	83.2	84.4	86.3	86.0	89.9	94.5	101.2	104.4	109.0	104.3	94.0	85.0	73.1	72.6
TSF-08																																



	RS sotto sforzo per movimento braccio telescopico
	RS sotto sforzo per sollevamento container
	Tentativo di aggancio container da automezzo
	Tentativo di posizionamento container su pila di container
	Tentativo di sollevamento container da automezzo

TABELLA 3: ATTIVITÀ SVOLTE DAL REACH STACKER

	Attività
Transtainer Ferrovie	Aggancio container da automezzo
	Aggancio container da treno
	Attesa, TSf in stand-by
	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)
	Automezzo in movimento (accelerazione)
	Contraccolpo sollevamento container
	Impianto frenante automezzo
	Posizionamento container su automezzo
	Posizionamento container su treno
	Tentativo di aggancio container da automezzo
	Tentativo di posizionamento container su treno
	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)
	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)

TABELLA 4: ATTIVITÀ SVOLTE DA TRANSTAINER FERROVIA

	Attività
Transtainer Piazzale	Aggancio container da automezzo
	Aggancio container da piazzale
	Aggancio container da pila di container
	Aggancio container frigo da piazzale
	Aggancio container frigo dal suolo
	Attesa, TS in stand-by
	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)
	Automezzo in movimento (accelerazione)
	Automezzo in movimento (retromarcia)
	Automezzo in movimento (ripartenza)
	Automezzo in movimento (ripartenza) - con container -
	Clacson automezzo
	Clacson TS
	Contraccolpo posizionamento container
	Contraccolpo ripartenza automezzo
	Contraccolpo sgancio container
	Impianto frenante automezzo
	Impianto frenante automezzo (estraneo all'azione svolta)
	Motore TS a basso regime
	Posizionamento container frigo su automezzo
Posizionamento container nel piazzale	



	Posizionamento container su automezzo
	Posizionamento container su pila di container
	Tentativo di aggancio container da automezzo
	Tentativo di aggancio container da piazzale
	Tentativo di aggancio container frigo dal suolo
	Tentativo di posizionamento container frigo su automezzo
	Tentativo di posizionamento container su automezzo
	Tentativo di posizionamento container su pila di container
	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)
	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)
	Ventola motore container frigo

TABELLA 5: ATTIVITÀ SVOLTE DA TRANSTAINER PIAZZALE

	Attività
Gruppo	Gruppo frigo in funzione
Frigorifero	Ciclo di funzionamento

TABELLA 6: ATTIVITÀ SVOLTE DA GRUPPO FRIGORIFERO

	Attività
Trattore	Transito automezzo

TABELLA 7: ATTIVITÀ SVOLTE DAGLI AUTOMEZZI

Per ognuna delle suddette macchine operatrici si sono ricostruiti cicli di carico, scarico e movimentazione dei containers. Verranno riportate nei paragrafi successivi le tabelle dove vengono mostrati vari cicli ricomposti.

2.2 UBICAZIONE DELLE SORGENTI DI RUMORE

L'area "Terminal Darsena Toscana" ha una estensione di 390.000 mq al proprio interno vengono scaricati, caricati, movimentati e stoccati diverse migliaia di containers.

Per effettuare le suddette operazioni è necessario utilizzare numerose macchine operatrici distribuite più o meno equamente su tutta l'area. Utilizzando Google Earth è stato possibile individuare l'ubicazione più o meno esatta dei macchinari. Per poter effettuare i calcoli tramite SoundPLAN l'area è stata suddivisa in fasce dove sono state distribuite equamente le sorgenti. Si riportano nelle immagini sottostanti le zone di suddivisione.

In rosso è stata indicata la zona dove lavorano i Reach Stacker per il carico scarico dei containers da convoglio ferroviario, in blu sono identificate le aree dove lavorano i Reach Stacker all'interno dell'area del terminal.

Per quanto riguarda le aree dove sono utilizzati i Transtainer è indicata in verde la zona dove opera la macchina che movimentata i containers dai vagoni ferroviari, in viola le aree dove lavorano le macchine all'interno del piazzale.

Infine, in giallo è stata identificata l'area nella quale lavorano le Gru da Banchina.

Ogni area è stata identificata con un ID ed a ciascuna sono stati assegnati un numero preciso di macchine operatrici. Per quanto riguarda le Gru da Banchina e i Transtainer la loro posizione è pressoché fissa in quanto possono lavorare esclusivamente su determinati percorsi. I Reach Stacker invece possono circolare liberamente su tutta l'area quindi si è ipotizzata la più verosimile suddivisione delle macchine.



FIGURA 3: AREA DI LAVORO REACH STACKER



FIGURA 4 AREA DI LAVORO TRANSTAINER



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA



REPORT

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



FIGURA 5: AREA DI LAVORO GRU DA BANCHINA

2.3 CICLI DI FUNZIONAMENTO E RICALCOLO SPETTRO DI POTENZA

Come anticipato nei paragrafi e nei capitoli precedenti, le varie attività analizzate dai colleghi del dipartimento di ingegneria sono state raggruppate in cicli di carico scarico.

È stato necessario suddividere le attività in due macro gruppi che risultano essere:

- Elettrificabili
- Non Elettrificabili

Dove per Elettrificabili si intendono tutte quelle attività nelle quali la sostituzione della propulsione da tradizionale ad elettrico ha un impatto rilevante sull'emissione sonora della sorgente, ad esempio gli spostamenti delle macchine operatrici. Mentre per non elettrificabili si intendono tutte quelle attività dove la propulsione non è una componente rilevante e che sono maggiormente influenzate da rumori principalmente impulsivi dovuti alla caduta di gravi e ad urti. Per poter utilizzare correttamente i dati elaborati dai colleghi, è stato necessario scalare il livello di potenza di ciascuna attività in funzione della durata dei cicli. La durata del ciclo è stata determinata sommando i tempi di durata di ogni singola attività.

Il ricalcolo dello spettro di potenza misurato per ottenere lo spettro di potenza utilizzato nella modellazione è stato determinato utilizzando la seguente relazione:

$$L_W = L_{W,mis} + 10 \cdot \log \left(\frac{t_{mis}}{t_{ciclo}} \right)$$

Dove:

- L_W : Valore da inserire nella libreria di SoundPLAN
- $L_{W,mis}$: Livello di potenza sonora di ogni singola frequenza ottenuto dalle misure (singolo evento)
- t_{mis} : Tempo di misura singolo evento
- t_{ciclo} : Somma dei tempi di misura singoli eventi esclusi i transiti

Si riportano di seguito dalla Tabella 8 alla Tabella 18 i cicli di funzionamento ricomposti delle macchine operatrici, l'identificativo della libreria di import dello spettro di emissione di SoundPLAN, il gruppo di appartenenza, la durata delle singole attività, l'altezza della sorgente e le bande di terzi d'ottava scalati tramite la formula descritta pocanzi.

Si sottolinea il fatto che si è ritenuto necessario non aggregare le attività in una singola macro-attività in quanto ognuna ha un'altezza di emissione ben determinata e che andando ad aggregare e creando una singola sorgente si sarebbe sottostimato il livello di emissione di potenza sonora. Per questo motivo si è scelto di considerare ogni singola attività come una singola sorgente con il proprio spettro di potenza e il proprio istogramma di funzionamento orario per un totale di 9675 sorgenti distribuite sull'intera area studio.

	N° Sp SP	Carico-Scarico da nave a automezzo	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz				
						25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz				
GB	1	GB avviso di sicurezza (spostamento del mezzo)	NO	8.0	2	31.9	41.9	50.5	54.0	58.2	55.7	61.4	61.3	64.1	62.2	64.6	69.9	73.7	78.8	80.8	93.1	88.2	77.6	78.6	84.3	85.1	80.4	70.6	66.0	63.8	58.6	53.5				
	2	Posizionamento ponte di coperta nave portacontainer al suolo	NO	9.0	0	70.1	79.1	88.0	88.7	90.9	96.0	98.9	101.1	104.8	103.3	106.6	106.0	107.0	105.8	106.1	106.9	106.4	106.8	107.9	106.1	103.2	101.3	97.4	95.1	89.1	84.2	78.0				
	3	Posizionamento container su automezzo	NO	7.2	1.6	62.5	69.7	74.4	78.5	80.8	83.4	87.1	94.2	95.4	100.3	101.2	101.7	102.5	104.5	103.8	104.7	108.2	111.2	106.5	106.8	104.7	103.3	98.5	94.7	90.6	86.7	84.1				
	4	GB avviso di sicurezza (aggancio non corretto del container)	NO	23.0	2	56.8	59.5	69.0	74.2	81.6	79.5	83.6	84.3	95.5	88.4	88.1	91.0	90.3	100.5	102.0	111.4	109.4	100.8	105.3	109.1	102.0	94.7	87.0	81.0	80.9	80.4	71.0				
Durata Totale Ciclo				47.2																																

TABELLA 8: CICLO DI FUNZIONAMENTO GRU DA BANCHINA - CARICO-SCARICO DA NAVE A AUTOMEZZO

	N° Sp SP	Carico-Scarico da automezzo a pila	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz				
						25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz				
RS	5	Impianto frenante automezzo	NO	3	1.6	38.8	40.5	54.8	62.8	60.5	64.4	67.3	66.6	69.6	71.4	69.3	78.1	75.0	76.4	77.7	80.1	81.6	82.2	77.2	76.3	74.5	71.8	76.5	94.5	73.1	74.4	62.9				
	6	Aggancio container da automezzo	NO	3.0	0.8	54.5	54.2	62.9	82.2	78.6	69.7	72.7	77.6	82.7	81.2	82.5	89.7	89.7	91.5	90.7	93.7	94.2	93.6	94.2	93.8	92.2	93.6	89.5	87.7	84.5	80.1	77.7				
	7	Clacson RS	NO	4.5	2.3	46.2	51.7	62.2	75.1	72.2	73.0	76.2	81.5	83.4	83.1	80.4	85.7	87.2	98.6	86.5	91.6	101.4	94.6	98.3	99.6	99.3	95.1	88.6	82.2	79.3	80.0	72.2				
	8	Contraccolpo sollevamento container	NO	5.3	3.8	57.8	59.3	65.1	72.7	76.0	83.4	88.9	92.1	93.9	90.8	94.4	98.9	96.3	101.8	98.6	100.4	105.6	105.9	101.6	100.0	102.5	102.4	92.7	88.3	90.5	82.9	77.0				
	9	Posizionamento container su pila di container	NO	3.8	5.15	51.2	56.8	67.9	84.3	83.8	82.6	90.6	82.0	86.4	90.6	91.5	90.3	91.2	93.9	94.1	93.8	93.9	93.2	91.6	89.5	87.1	85.4	83.8	78.2	75.8	69.7	62.8				
	10	RS avviso di sicurezza	NO	9.0	2.3	49.9	56.2	70.7	81.1	83.1	82.2	80.2	83.4	89.6	89.0	88.1	85.7	87.7	92.0	89.0	90.0	92.3	91.4	101.1	117.7	95.7	86.8	88.6	79.6	78.8	74.2	73.1				
	11	RS in movimento (manovre varie)	SI	7.0	0.8	38.0	42.5	53.8	65.1	68.8	85.3	77.4	79.4	86.1	91.1	93.0	92.8	91.6	92.3	93.3	92.6	91.8	89.1	86.9	85.1	85.6	84.3	83.1	77.9	73.9	69.8	65.6				
	12	RS in movimento (retromarcia)	SI	6.0	0.8	37.4	41.6	53.3	60.0	62.6	73.2	82.1	79.8	83.6	90.4	91.7	92.7	93.1	96.2	92.1	95.5	92.9	92.0	87.9	88.6	87.3	85.9	81.5	77.6	74.8	69.3	65.3				
	13	RS sotto sforzo per movimento braccio telescopico	SI	6.9	0.8	49.4	56.9	63.8	76.8	80.5	83.0	89.6	83.9	89.6	97.3	98.7	97.8	94.7	98.6	97.5	99.4	97.0	96.3	94.2	92.9	92.4	90.7	87.8	84.1	80.9	77.8	74.3				
	14	RS sotto sforzo per sollevamento container	SI	9.3	0.8	54.5	61.4	64.6	74.9	75.8	79.1	93.4	88.1	91.2	101.8	104.2	102.2	99.1	101.9	102.3	104.0	99.0	98.7	97.5	96.3	95.0	96.0	93.2	88.6	85.6	81.5	77.5				
Durata Totale Ciclo				57.8																																

TABELLA 9: CICLO DI FUNZIONAMENTO REACK STACKER - CARICO-SCARICO DA AUTOMEZZO A PILA

	N° Sp SP	Carico-Scarico da treno a automezzo	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
						25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
RSF	15	Aggancio container da treno	NO	5.6	3.8	62.2	64.8	71.8	77.8	80.0	85.7	95.3	97.1	103.2	100.2	100.1	102.6	104.7	107.4	109.3	108.0	107.7	108.1	106.4	104.0	104.8	102.7	100.0	96.8	94.2	93.7	88.4
	16	Clacson RS	NO	4.5	2.3	46.1	51.5	62.1	75.0	72.1	72.9	76.0	81.4	83.3	83.0	80.3	85.6	87.1	98.5	86.4	91.5	101.3	94.5	98.1	99.5	99.1	95.0	88.5	82.1	79.2	79.9	72.1
	17	Contraccolpo sollevamento container	NO	5.3	3.8	57.7	59.2	65.0	72.6	75.9	83.2	88.8	91.9	93.8	90.7	94.3	98.8	96.1	101.6	98.5	100.2	105.5	105.8	101.5	99.8	102.4	102.3	92.6	88.2	90.4	82.8	76.9
	18	Posizionamento container su automezzo	NO	5.8	1.6	55.3	60.4	66.4	68.2	74.9	78.2	83.5	89.0	91.6	94.2	94.2	99.9	103.0	101.8	102.1	102.0	105.2	105.5	107.7	104.2	104.4	105.3	104.6	101.4	101.4	99.0	90.0
	19	RS avviso di sicurezza	NO	9.0	2.3	49.8	56.1	70.6	81.0	83.0	82.1	80.1	83.2	89.5	88.9	88.0	85.6	87.6	91.9	88.9	89.9	92.2	91.3	101.0	117.6	95.6	86.7	88.5	79.5	78.7	74.0	73.0
	20	RS in movimento (manovre varie)	SI	7.0	0.8	37.9	42.4	53.7	65.0	68.6	85.2	77.3	79.3	86.0	91.0	92.8	92.7	91.5	92.2	93.2	92.5	91.6	89.0	86.7	85.0	85.5	84.2	83.0	77.7	73.8	69.7	65.5
	21	RS in movimento (retromarcia)	SI	6.0	0.8	37.3	41.5	53.1	59.9	62.5	73.1	82.0	79.6	83.5	90.3	91.6	92.6	92.9	96.1	92.0	95.4	92.7	91.9	87.8	88.5	87.2	85.8	81.4	77.5	74.7	69.2	65.2
22	RS sotto sforzo per movimento braccio telescopico	SI	6.9	0.8	49.3	56.8	63.7	76.7	80.4	82.9	89.5	83.8	89.5	97.2	98.6	97.7	94.6	98.5	97.4	99.3	96.9	96.2	94.0	92.8	92.3	90.6	87.6	84.0	80.8	77.7	74.2	

23	RS sotto sforzo per sollevamento container	SI	9.3	0.8	54.4	61.3	64.5	74.7	75.7	79.0	93.3	88.0	91.1	101.7	104.1	102.1	99.0	101.8	102.2	103.9	98.9	98.6	97.4	96.2	94.9	95.9	93.1	88.5	85.5	81.4	77.4
	Durata Totale Ciclo			59.4																											

TABELLA 10: CICLO DI FUNZIONAMENTO REACH STACKER - CARICO-SCARICO DA TRENO A AUTOMEZZO

N° Sp SP	Carico-Scarico da treno a automezzo	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
					24	Attesa, TSf in stand-by	SI	295.0	1.5	50.8	52.4	61.8	66.6	73.1	81.6	82.6	81.0	83.6	88.9	96.5	92.7	95.1	101.1	98.4	96.9	99.3	98.2	99.0	98.7	98.5	96.1
25	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	NO	9.1	4.5	41.5	44.1	51.7	52.9	56.8	71.1	70.8	67.7	72.0	73.8	75.0	76.3	77.8	79.5	76.2	77.7	79.2	84.1	88.8	93.9	93.7	91.6	90.7	80.0	73.7	64.1	61.4
26	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)	NO	22.1	4.5	40.0	43.0	52.7	56.7	63.8	67.9	68.2	72.4	74.5	76.2	78.5	80.3	81.8	83.5	82.0	85.7	84.1	88.8	94.9	99.2	97.6	94.2	91.6	83.1	75.6	68.5	65.4
27	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)	NO	18.0	4.5	43.1	51.7	55.4	52.1	56.7	65.5	66.1	66.8	76.5	82.2	82.7	83.5	82.8	84.8	89.2	91.3	94.6	104.8	87.8	83.2	84.2	83.0	81.5	74.3	70.9	71.2	67.7
28	Impianto frenante automezzo	NO	4.2	0.4	48.8	45.4	53.2	55.9	53.2	59.7	64.6	72.3	70.9	72.4	75.5	78.1	79.8	82.9	85.2	85.1	86.5	88.4	90.1	90.7	92.0	92.7	91.6	91.8	91.3	89.6	86.5
29	Aggancio container da treno	NO	3.8	3.8	49.6	47.3	55.9	62.2	67.6	72.6	76.1	76.0	79.6	81.9	83.5	83.5	88.5	89.8	90.8	90.7	91.2	89.7	90.0	88.8	88.4	86.6	83.0	80.6	77.0	72.9	70.0
30	Contraccolpo sollevamento container	NO	4.4	4.1	51.2	57.1	61.8	65.0	65.1	67.9	72.0	76.8	80.3	81.3	80.5	85.6	86.3	82.4	82.4	83.8	82.9	83.9	93.2	91.1	82.0	88.3	84.1	82.0	77.6	73.1	65.3
31	Posizionamento container su automezzo	NO	4.3	1.6	45.2	46.1	54.9	61.0	67.0	70.3	73.2	75.2	80.4	82.5	84.0	86.0	89.1	90.6	90.0	91.4	92.7	96.0	93.9	91.4	95.2	89.4	88.8	84.4	80.6	78.0	72.7
Durata Totale Ciclo					360.7																										

TABELLA 11: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSTAINER FERROVIA - CARICO-SCARICO DA TRENO A AUTOMEZZO

N° Sp SP	Carico-Scarico da automezzo a treno	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
					32	Attesa, TSf in stand-by	SI	295.0	1.5	50.6	52.2	61.7	66.5	73.0	81.5	82.5	80.9	83.5	88.8	96.4	92.5	95.0	101.0	98.3	96.8	99.2	98.1	98.9	98.5	98.4	96.0
33	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	NO	9.1	4.5	41.4	43.9	51.6	52.7	56.7	71.0	70.6	67.6	71.9	73.7	74.9	76.2	77.7	79.4	76.1	77.6	79.1	84.0	88.7	93.8	93.5	91.5	90.6	79.9	73.5	64.0	61.3
34	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)	NO	22.1	4.5	39.9	42.9	52.6	56.6	63.7	67.8	68.1	72.3	74.4	76.1	78.4	80.2	81.7	83.4	81.9	85.5	84.0	88.7	94.7	99.1	97.4	94.1	91.5	83.0	75.4	68.3	65.3
35	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)	NO	18.0	4.5	43.0	51.6	55.3	52.0	56.5	65.3	66.0	66.6	76.4	82.0	82.6	83.4	82.7	84.7	89.1	91.2	94.4	104.7	87.7	83.1	84.1	82.9	81.4	74.2	70.8	71.1	67.6
36	Impianto frenante automezzo	NO	4.2	0.4	48.6	45.3	53.1	55.8	53.1	59.6	64.5	72.1	70.8	72.3	75.4	78.0	79.7	82.8	85.1	85.0	86.3	88.3	90.0	90.6	91.8	92.5	91.5	91.7	91.2	89.5	86.4
37	Tentativo di aggancio container da automezzo	NO	4.6	4.1	57.5	59.9	62.8	67.1	67.3	71.3	74.7	80.6	84.5	86.4	88.0	89.6	93.8	90.3	92.5	90.2	92.8	93.1	91.6	89.1	88.2	86.3	84.4	80.9	78.2	74.5	69.0
38	Aggancio container da automezzo	NO	4.9	4.1	55.0	61.4	68.4	68.6	67.2	72.2	78.7	82.4	86.7	88.2	86.1	86.4	90.7	90.6	91.7	92.1	94.0	93.0	91.7	90.9	87.2	86.9	83.6	77.6	74.1	71.3	64.2
39	Contraccolpo sollevamento container	NO	4.4	4.1	51.1	57.0	61.7	64.9	65.0	67.8	71.9	76.7	80.2	81.2	80.4	85.5	86.2	82.3	82.3	83.6	82.7	83.8	93.1	91.0	81.9	88.2	84.0	81.9	77.5	73.0	65.2
40	Tentativo di posizionamento container su treno	NO	4.2	1.3	51.9	57.7	60.6	64.7	63.4	66.3	71.5	74.8	79.5	80.7	81.0	81.0	86.1	87.0	89.4	87.7	85.6	86.8	85.2	87.0	86.1	85.0	81.4	78.4	75.9	69.9	62.9
41	Posizionamento container su treno	NO	4.7	1.3	55.2	57.1	60.9	65.3	64.5	70.2	74.7	77.7	82.2	84.1	87.6	85.7	88.1	87.1	88.6	91.1	91.5	90.6	89.2	87.8	87.4	86.2	83.7	79.9	75.7	71.8	66.4
Durata Totale Ciclo					371.1																										

TABELLA 12: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSTAINER FERROVIA - CARICO-SCARICO DA AUTOMEZZO A TRENO

N° Sp SP	Carico-scarico da pila a automezzo	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
42	Attesa, TS in stand-by	SI	272.8	1.5	24.1	39.2	44.9	54.6	54.7	65.6	71.9	78.5	83.1	83.9	83.4	86.3	88.1	88.9	88.4	89.2	90.5	88.7	87.5	87.1	86.2	83.8	82.7	76.8	74.7	69.1	65.1
43	Motore TS a basso regime	SI	426.0	1.5	32.7	44.2	56.6	65.4	75.2	71.5	77.3	83.9	83.5	84.2	86.9	89.4	93.0	95.0	92.9	91.6	91.0	90.7	88.4	89.0	88.1	86.8	84.7	79.5	75.1	69.8	64.6
44	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	NO	7.9	4.5	35.5	42.4	49.6	58.9	57.7	65.1	69.1	71.7	74.0	75.7	76.7	79.4	80.7	80.7	80.2	81.9	82.0	80.1	79.3	84.3	97.7	96.6	75.5	79.9	71.2	67.3	61.4
45	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)	NO	20.8	4.5	31.8	45.7	55.6	61.5	66.4	71.9	77.7	80.0	82.9	81.4	84.9	89.7	92.0	93.6	93.2	89.8	89.2	91.2	89.1	90.5	103.6	96.3	83.9	85.9	78.2	77.4	67.6
46	Automezzo in movimento (retromarcia)	SI	6.0	1	25.1	44.3	53.0	68.9	77.4	69.1	78.7	77.5	76.0	78.7	80.2	82.7	81.5	84.7	86.8	87.6	89.0	88.3	87.6	87.5	87.3	86.0	81.7	77.0	78.1	75.9	76.8
47	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)	NO	6.0	1.5	23.5	37.6	43.1	52.8	53.2	58.2	65.0	66.2	71.1	72.0	70.1	74.1	76.1	78.6	80.7	80.5	81.5	80.5	84.9	82.5	94.0	91.0	78.4	75.1	73.5	71.3	67.1
48	Impianto frenante automezzo	NO	4.6	0.4	34.8	45.2	47.9	57.3	60.3	65.2	69.2	71.3	74.6	76.0	75.0	78.5	81.1	82.3	84.1	85.4	87.4	89.8	91.7	94.5	102.7	105.3	95.5	93.6	95.4	93.3	89.4
49	Clacson automezzo	NO	4.3	0.4	39.4	43.8	46.4	49.7	56.7	63.7	68.6	67.7	72.7	73.9	72.3	76.8	81.5	83.8	80.8	93.5	102.8	93.7	93.0	95.1	107.7	109.9	84.7	74.5	72.1	66.9	62.8
50	Aggancio container da pila di container	NO	4.5	6.25	52.4	57.1	67.4	77.0	84.3	86.8	90.8	95.9	99.1	102.6	105.8	110.1	111.7	113.7	111.8	112.5	111.2	110.8	114.6	110.5	110.2	109.3	106.9	101.4	96.0	92.8	89.0
51	Tentativo di posizionamento container su automezzo	NO	4.3	1.6	39.9	53.1	59.4	68.0	71.7	75.5	81.9	85.3	86.8	90.2	92.0	97.5	95.6	95.7	95.9	96.7	98.3	96.7	97.4	97.9	99.0	101.3	100.1	96.6	93.3	89.7	85.9
52	Posizionamento container su automezzo	NO	4.6	1.6	45.2	57.7	66.6	74.5	77.0	78.1	84.6	90.4	90.3	92.3	95.2	99.9	98.9	100.0	101.5	101.4	102.7	102.4	102.8	103.9	104.9	104.7	103.9	99.6	96.4	91.8	86.3
53	Contraccolpo posizionamento container	NO	4.0	4.1	30.0	47.4	47.4	58.3	71.5	69.7	71.9	79.6	79.4	80.1	84.7	86.7	87.5	90.9	96.1	93.4	93.8	99.0	98.6	100.2	98.5	99.8	96.0	94.8	91.2	92.0	90.4
54	Contraccolpo sgancio container	NO	4.0	2.5	37.9	51.3	54.4	64.9	73.7	77.4	86.3	90.3	88.1	91.1	93.3	96.7	97.9	95.5	98.4	96.5	97.4	97.0	96.8	97.0	94.7	94.7	91.3	85.1	79.0	73.3	66.0
55	Clacson TS	NO	4.0	4.5	39.0	43.1	46.3	56.2	53.5	61.1	66.0	67.4	73.4	73.9	74.3	75.1	89.6	79.6	75.5	81.7	82.3	89.0	88.3	90.0	94.3	110.5	101.9	81.2	81.6	91.6	83.6
56	Contraccolpo ripartenza automezzo	NO	4.0	1	52.2	67.2	68.7	66.7	70.5	77.5	80.1	87.6	92.8	101.1	100.3	101.4	102.5	100.7	100.2	98.9	101.9	98.8	98.7	99.1	98.2	98.6	95.9	92.4	88.3	84.0	80.7
			Durata Totale Ciclo	777.8																											

TABELLA 13: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSTAINER PIAZZALE - CARICO-SCARICO DA PILA A AUTOMEZZO

N° Sp SP	Carico-scarico da automezzo a pila	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
57	Attesa, TS in stand-by	SI	272.8	1.5	24.2	39.2	44.9	54.7	54.7	65.6	71.9	78.6	83.2	83.9	83.5	86.3	88.1	88.9	88.5	89.2	90.5	88.8	87.5	87.2	86.3	83.8	82.7	76.9	74.7	69.1	65.2
58	Motore TS a basso regime	SI	426.0	1.5	32.7	44.3	56.7	65.4	75.3	71.6	77.3	84.0	83.5	84.2	86.9	89.5	93.0	95.0	92.9	91.6	91.0	90.7	88.4	89.0	88.2	86.8	84.7	79.5	75.1	69.8	64.7
59	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	NO	7.9	4.5	35.5	42.4	49.6	58.9	57.7	65.1	69.1	71.7	74.0	75.7	76.7	79.4	80.7	80.7	80.3	81.9	82.0	80.1	79.3	84.3	97.7	96.7	75.5	79.9	71.2	67.3	61.5
60	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)	NO	20.8	4.5	31.8	45.7	55.6	61.5	66.4	71.9	77.7	80.0	82.9	81.4	84.9	89.7	92.0	93.6	93.2	89.9	89.2	91.2	89.1	90.5	103.6	96.4	83.9	85.9	78.2	77.5	67.6
61	Automezzo in movimento (retromarcia)	SI	6.0	1	25.2	44.3	53.0	68.9	77.5	69.1	78.7	77.5	76.0	78.7	80.2	82.8	81.5	84.7	86.8	87.6	89.1	88.3	87.6	87.5	87.4	86.0	81.7	77.0	78.2	75.9	76.8
62	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)	NO	6.0	1.5	23.5	37.6	43.2	52.8	53.2	58.2	65.1	66.2	71.1	72.0	70.1	74.1	76.1	78.6	80.8	80.5	81.5	80.5	85.0	82.6	94.0	91.0	78.4	75.1	73.5	71.3	67.2
63	Impianto frenante automezzo	NO	4.6	0.4	34.8	45.3	48.0	57.3	60.4	65.2	69.2	71.3	74.7	76.0	75.1	78.5	81.1	82.4	84.1	85.4	87.4	89.8	91.8	94.5	102.7	105.3	95.5	93.6	95.4	93.3	89.4
64	Clacson automezzo	NO	4.3	0.4	39.5	43.9	46.4	49.7	56.7	63.8	68.6	67.7	72.7	73.9	72.3	76.8	81.6	83.8	80.9	93.6	102.8	93.7	93.0	95.2	107.8	109.9	84.7	74.6	72.1	67.0	62.9
65	Aggancio container da automezzo	NO	3.0	4.1	36.4	53.3	54.0	66.5	65.3	68.3	73.1	75.6	80.3	80.3	83.7	88.2	89.5	85.9	87.0	86.6	85.8	86.4	85.4	84.1	82.2	80.7	77.8	72.5	68.5	63.6	58.7
66	Tentativo di posizionamento container su pila di container	NO	5.0	2.5	57.8	70.0	73.6	82.4	90.2	91.6	93.4	95.8	98.8	96.8	98.6	103.6	104.7	102.0	102.6	103.5	102.4	104.5	103.9	101.5	102.0	100.7	99.0	93.5	88.9	83.9	78.1
67	Contraccolpo posizionamento container	NO	4.0	4.1	30.0	47.4	47.4	58.3	71.5	69.7	71.9	79.6	79.4	80.1	84.7	86.7	87.5	90.9	96.1	93.5	93.8	99.0	98.7	100.3	98.6	99.8	96.1	94.8	91.3	92.0	90.4
68	Contraccolpo sgancio container	NO	4.0	2.5	37.9	51.4	54.4	64.9	73.7	77.4	86.4	90.3	88.1	91.1	93.3	96.7	97.9	95.5	98.4	96.6	97.5	97.0	96.8	97.0	94.7	94.8	91.4	85.1	79.1	73.4	66.0

69	Posizionamento container su pila di container	NO	4.8	2.5	51.1	62.5	66.4	77.1	80.6	83.6	88.7	92.5	96.4	96.7	97.1	100.8	101.0	100.3	100.2	100.1	100.3	99.6	99.3	98.7	96.7	96.3	92.1	87.1	83.8	78.4	72.5	
70	Clacson TS	NO	4.0	4.5	39.0	43.1	46.3	56.2	53.5	61.2	66.0	67.5	73.4	73.9	74.4	75.1	89.7	79.6	75.5	81.7	82.3	89.0	88.3	90.0	94.3	110.5	101.9	81.2	81.6	91.6	83.6	
Durata Totale Ciclo			773.1																													

TABELLA 14: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSTAINER PIAZZALE - CARICO-SCARICO DA AUTOMEZZO A PILA

N° Sp SP	Carico-scarico da piazzale ad autocarro	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	
71	Attesa, TS in stand-by	SI	272.8	1.5	24.1	39.2	44.9	54.6	54.7	65.6	71.9	78.5	83.1	83.8	83.4	86.2	88.1	88.9	88.4	89.2	90.5	88.7	87.4	87.1	86.2	83.8	82.7	76.8	74.7	69.1	65.1	
72	Motore TS a basso regime	SI	426.0	1.5	32.7	44.2	56.6	65.4	75.2	71.5	77.2	83.9	83.5	84.1	86.9	89.4	92.9	95.0	92.9	91.5	90.9	90.7	88.4	89.0	88.1	86.7	84.7	79.5	75.0	69.7	64.6	
73	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	NO	7.9	4.5	35.5	42.4	49.6	58.8	57.7	65.0	69.1	71.7	74.0	75.6	76.6	79.3	80.7	80.6	80.2	81.9	81.9	80.1	79.3	84.3	97.6	96.6	75.5	79.9	71.1	67.3	61.4	
74	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)	NO	20.8	4.5	31.8	45.6	55.5	61.5	66.3	71.9	77.6	79.9	82.9	81.4	84.9	89.7	91.9	93.6	93.1	89.8	89.2	91.2	89.0	90.4	103.6	96.3	83.8	85.9	78.1	77.4	67.6	
75	Automezzo in movimento (retromarcia)	SI	6.0	1	25.1	44.3	52.9	68.9	77.4	69.1	78.7	77.5	76.0	78.6	80.2	82.7	81.5	84.6	86.8	87.6	89.0	88.3	87.5	87.5	87.3	86.0	81.7	76.9	78.1	75.8	76.8	
76	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)	NO	6.0	1.5	23.5	37.5	43.1	52.8	53.2	58.2	65.0	66.1	71.0	71.9	70.1	74.1	76.1	78.6	80.7	80.5	81.4	80.5	84.9	82.5	94.0	91.0	78.3	75.1	73.5	71.3	67.1	
77	Impianto frenante automezzo	NO	4.6	0.4	34.8	45.2	47.9	57.3	60.3	65.2	69.1	71.3	74.6	75.9	75.0	78.5	81.1	82.3	84.0	85.4	87.4	89.8	91.7	94.5	102.7	105.3	95.4	93.6	95.3	93.3	89.3	
78	Clacson automezzo	NO	4.3	0.4	39.4	43.8	46.4	49.7	56.7	63.7	68.5	67.6	72.6	73.9	72.3	76.8	81.5	83.7	80.8	93.5	102.7	93.7	93.0	95.1	107.7	109.9	84.7	74.5	72.0	66.9	62.8	
79	Tentativo di aggancio container da piazzale	NO	5.0	2.5	51.5	56.7	59.2	63.4	79.3	79.5	86.4	87.5	87.5	89.8	86.6	96.9	97.4	96.5	95.0	94.7	95.9	95.5	94.2	94.6	92.6	89.9	87.8	81.6	80.7	77.0	71.7	
80	Aggancio container da piazzale	NO	4.0	2.5	50.3	61.9	64.2	75.3	84.5	84.5	89.8	97.0	93.1	94.0	99.5	105.5	106.1	103.6	104.9	101.4	102.0	101.8	101.6	102.1	99.5	95.0	95.4	87.8	87.3	83.6	79.5	
81	Tentativo di posizionamento container su automezzo	NO	4.3	1.6	39.9	53.1	59.4	67.9	71.7	75.5	81.9	85.3	86.8	90.2	91.9	97.5	95.5	95.7	95.9	96.6	98.3	96.6	97.4	97.9	99.0	101.3	100.1	96.6	93.3	89.7	85.8	
82	Posizionamento container su automezzo	NO	4.6	1.6	45.2	57.7	66.6	74.4	76.9	78.1	84.6	90.3	90.3	92.3	95.2	99.9	98.9	99.9	101.5	101.3	102.6	102.4	102.8	103.8	104.9	104.7	103.8	99.6	96.3	91.8	86.2	
83	Contraccolpo posizionamento container	NO	4.0	4.1	29.9	47.3	47.4	58.2	71.5	69.6	71.9	79.6	79.4	80.1	84.7	86.6	87.5	90.9	96.1	93.4	93.8	98.9	98.6	100.2	98.5	99.8	96.0	94.8	91.2	92.0	90.3	
84	Contraccolpo sgancio container	NO	4.0	2.5	37.9	51.3	54.3	64.9	73.6	77.3	86.3	90.3	88.0	91.0	93.3	96.7	97.9	95.5	98.3	96.5	97.4	96.9	96.7	96.9	94.7	94.7	91.3	85.0	79.0	73.3	66.0	
85	Clacson TS	NO	4.0	4.5	39.0	43.1	46.3	56.1	53.5	61.1	66.0	67.4	73.3	73.8	74.3	75.0	89.6	79.6	75.5	81.6	82.3	89.0	88.3	89.9	94.3	110.5	101.9	81.2	81.5	91.6	83.6	
86	Contraccolpo ripartenza automezzo	NO	4.0	1	52.1	67.2	68.7	66.7	70.5	77.5	80.1	87.6	92.8	101.1	100.3	101.4	102.4	100.6	100.1	98.9	101.9	98.7	98.6	99.1	98.2	98.6	95.9	92.4	88.3	83.9	80.6	
Durata Totale Ciclo			782.3																													

TABELLA 15: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSTAINER PIAZZALE - CARICO-SCARICO DA PIAZZALE A AUTOMEZZO

N° Sp SP	Carico-scarico da autocarro a piazzale	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz
87	Attesa, TS in stand-by	SI	272.8	1.5	24.2	39.2	45.0	54.7	54.7	65.6	71.9	78.6	83.2	83.9	83.5	86.3	88.2	88.9	88.5	89.2	90.5	88.8	87.5	87.2	86.3	83.8	82.7	76.9	74.8	69.1	65.2
88	Motore TS a basso regime	SI	426.0	1.5	32.7	44.3	56.7	65.4	75.3	71.6	77.3	84.0	83.5	84.2	86.9	89.5	93.0	95.0	92.9	91.6	91.0	90.7	88.5	89.0	88.2	86.8	84.7	79.5	75.1	69.8	64.7
89	TS avviso di sicurezza (movimento impercettibile)	NO	7.9	4.5	35.5	42.4	49.6	58.9	57.8	65.1	69.1	71.7	74.1	75.7	76.7	79.4	80.7	80.7	80.3	81.9	82.0	80.1	79.3	84.4	97.7	96.7	75.5	79.9	71.2	67.3	61.5
90	TS avviso di sicurezza (spostamento mezzo)	NO	20.8	4.5	31.8	45.7	55.6	61.5	66.4	72.0	77.7	80.0	83.0	81.4	85.0	89.7	92.0	93.7	93.2	89.9	89.2	91.2	89.1	90.5	103.6	96.4	83.9	85.9	78.2	77.5	67.6
91	Automezzo in movimento (retromarcia)	SI	6.0	1	25.2	44.4	53.0	69.0	77.5	69.1	78.7	77.5	76.0	78.7	80.2	82.8	81.5	84.7	86.9	87.6	89.1	88.4	87.6	87.5	87.4	86.0	81.7	77.0	78.2	75.9	76.9
92	Automezzo avviso di sicurezza (retromarcia)	NO	6.0	1.5	23.6	37.6	43.2	52.8	53.2	58.2	65.1	66.2	71.1	72.0	70.1	74.1	76.1	78.6	80.8	80.6	81.5	80.5	85.0	82.6	94.0	91.0	78.4	75.1	73.6	71.3	67.2
93	Impianto frenante automezzo	NO	4.6	0.4	34.8	45.3	48.0	57.3	60.4	65.2	69.2	71.4	74.7	76.0	75.1	78.5	81.1	82.4	84.1	85.4	87.5	89.8	91.8	94.5	102.7	105.4	95.5	93.7	95.4	93.4	89.4
94	Clacson automezzo	NO	4.3	0.4	39.5	43.9	46.4	49.7	56.7	63.8	68.6	67.7	72.7	73.9	72.3	76.9	81.6	83.8	80.9	93.6	102.8	93.7	93.0	95.2	107.8	110.0	84.7	74.6	72.1	67.0	62.9

95	Tentativo di aggancio container da automezzo	NO	4.3	1.6	40.0	53.1	59.4	68.0	71.7	75.6	81.9	85.3	86.9	90.2	92.0	97.6	95.6	95.7	96.0	96.7	98.3	96.7	97.4	98.0	99.0	101.3	100.2	96.7	93.4	89.8	85.9
96	Aggancio container da automezzo	NO	3	4.1	36.4	53.3	54.0	66.5	65.3	68.4	73.1	75.6	80.3	80.3	83.7	88.2	89.5	85.9	87.0	86.6	85.8	86.4	85.4	84.1	82.2	80.7	77.8	72.5	68.5	63.6	58.7
97	Contraccolpo posizionamento container	NO	4.0	4.1	30.0	47.4	47.4	58.3	71.6	69.7	71.9	79.6	79.4	80.1	84.7	86.7	87.5	90.9	96.1	93.5	93.8	99.0	98.7	100.3	98.6	99.8	96.1	94.8	91.3	92.0	90.4
98	Contraccolpo sgancio container	NO	4.0	2.5	37.9	51.4	54.4	64.9	73.7	77.4	86.4	90.3	88.1	91.1	93.3	96.8	98.0	95.5	98.4	96.6	97.5	97.0	96.8	97.0	94.8	94.8	91.4	85.1	79.1	73.4	66.0
99	Posizionamento container nel piazzale	NO	4	0	44.2	57.6	61.2	72.8	78.2	82.5	83.8	89.9	86.8	88.9	90.9	93.4	96.2	94.3	95.9	94.4	94.9	93.8	93.2	91.0	90.0	88.4	84.1	77.5	73.1	66.6	61.5
100	Clacson TS	NO	4.0	4.5	39.0	43.2	46.4	56.2	53.5	61.2	66.0	67.5	73.4	73.9	74.4	75.1	89.7	79.6	75.6	81.7	82.3	89.0	88.3	90.0	94.3	110.5	101.9	81.2	81.6	91.6	83.6
Durata Totale Ciclo			771.6																												

TABELLA 16: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSTAINER PIAZZALE - CARICO-SCARICO DA AUTOMEZZO A PIAZZALE

N° Sp SP	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz		
GF	101	Gruppi Frigo	NO			40.7	43.6	51.0	63.6	55.4	61.7	72.9	69.9	77.5	86.5	78.0	85.4	84.2	83.3	84.3	83.9	84.3	84.2	82.4	82.5	80.3	77.7	75.8	73.6	72.2	70.7	64.7

TABELLA 17: CICLO DI FUNZIONAMENTO GRUPPO FRIGORIFERO

N° Sp SP	Elett	Durata [s]	H sorg [m]	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz		
TRANSITO	102	Transito	SI			9.6	21.4	31.3	33.1	42.0	42.1	42.3	49.3	47.4	49.3	52.7	51.3	52.9	55.2	53.2	53.6	54.5	55.0	55.0	54.3	53.4	52.7	53.8	44.7	42.5	37.6	32.8

TABELLA 18: CICLO DI FUNZIONAMENTO TRANSITO TRATTORI - AUTOMEZZI

2.4 TEMPI DI FUNZIONAMENTO DELLE MACCHINE OPERATRICI

I tempi di funzionamento sono stati forniti dalla società che opera e gestisce il terminal. È stato necessario suddividere i tempi per ciascuna macchina operatrice e per ciascuna area. Le aree a loro volta sono state suddivise in punti dove sono state collocate le sorgenti. I punti tra di loro hanno una spaziatura di 25 metri e corrispondono ai possibili punti di lavoro delle macchine operatrici.

Si è ritenuto necessario, quindi, andare ad assegnare a ogni azione componente un ciclo e ad ogni punto il tempo di funzionamento in base oraria. In primo luogo, si sono ricavate le percentuali di funzionamento orarie di ciascuna macchina operatrice (Tabella 19), si è poi proceduti al calcolo utilizzando la seguente formula:

$$\%_{Tf} = \frac{t_f \cdot N_{sorg}}{t_r \cdot N_{sudd.}}$$

Dove:

$\%_{Tf}$: Percentuale tempo di funzionamento

t_f : Tempo di funzionamento oraria espresso in secondi

t_r : Tempo di riferimento pari a 3600 secondi

N_{sorg} : Numero sorgenti presenti nella sotto area

$N_{sudd.}$: Numero suddivisioni delle sotto aree

Si riportano in Tabella 19 la percentuale di funzionamento orario di ciascuna macchina operatrice e in Tabella 20 il riepilogo della suddivisione delle aree.

In Tabella 20 vengono riportati rispettivamente:

- *Aree TDT*: Sottozone identificate nel paragrafo “Ubicazione delle sorgenti di rumore”
- *Attività nell'area*: Identificativo delle sotto aree corrispondente al nome dello shape file creato con QGIS ed importato su SoundPLAN
- *N° import SP*: Nome dell'istogramma temporale importato su SoundPLAN
- *Tipo Attività*: Cicli di carico scarico
- L_{corsia} Lunghezza sottozona
- $L_{suddivisioni}$ Lunghezza delle suddivisioni

- T_r : Tempo di riferimento
- $N_{sorgenti}$: Numero sorgenti presenti nella sottozona
- $N_{suddivisioni}$: Numero suddivisioni delle sottozone ottenuto dal rapporto $\frac{L_{corsia}}{L_{suddivisioni}}$

Inoltre, per poter importare gli istogrammi di funzionamento orari nel software SoundPLAN i tempi di funzionamento sono espressi in percentuale.

	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24	
GB	39%	39%	39%	39%	39%	39%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	42%	39%	39%	
1 TSF	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	0%	0%	0%	0%
2 TSP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	0%	0%	0%	0%
3 TSP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	0%	0%	0%	0%
4 TSP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	0%	0%	0%	0%
5 TSP	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	6%	0%	0%	0%	0%
1 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
2 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
3 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
4 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
5 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
6 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
7 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
8 RS	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%	36%
GF	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

TABELLA 19 PERCENTUALE DI FUNZIONAMENTO ORARIO DI OGNI SINGOLA MACCHINA OPERATRICE:



Interreg



UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA



REPORT

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fonds européen de développement régional
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Aree TDT	Attività nell'area	N° import SP	Tipo Attività	Lcorsia	I _{suddivisioni}	T _r	N _{sorgenti}	N _{suddivisioni}
GB	GB	1	Carico-Scarico da nave a automezzo	1150	25	3600	7	46
1 TSF	1 TSF 1	2	Carico-Scarico da treno a automezzo	475	25	3600	1	19
	1 TSF 2	3	Carico-Scarico da automezzo a treno	475	25	3600	1	19
2 TSP	2 TSP 1	4	Carico-scarico da pila a automezzo	925	25	3600	2	37
	2 TSP 2	5	Carico-scarico da automezzo a pila	925	25	3600	2	37
	2 TSP 3	6	Carico-scarico da piazzale ad autocarro	925	25	3600	2	37
	2 TSP 4	7	Carico-scarico da autocarro a piazzale	925	25	3600	2	37
3 TSP	3 TSP 1	8	Carico-scarico da pila a automezzo	925	25	3600	4	37
	3 TSP 2	9	Carico-scarico da automezzo a pila	925	25	3600	4	37
	3 TSP 3	10	Carico-scarico da piazzale ad autocarro	925	25	3600	4	37
	3 TSP 4	11	Carico-scarico da autocarro a piazzale	925	25	3600	4	37
4 TSP	4 TSP 1	12	Carico-scarico da pila a automezzo	925	25	3600	4	37
	4 TSP 2	13	Carico-scarico da automezzo a pila	925	25	3600	4	37
	4 TSP 3	14	Carico-scarico da piazzale ad autocarro	925	25	3600	4	37
	4 TSP 4	15	Carico-scarico da autocarro a piazzale	925	25	3600	4	37
5 TSP	5 TSP 1	16	Carico-scarico da pila a automezzo	275	25	3600	2	11
	5 TSP 2	17	Carico-scarico da automezzo a pila	275	25	3600	2	11
	5 TSP 3	18	Carico-scarico da piazzale ad autocarro	275	25	3600	2	11
	5 TSP 4	19	Carico-scarico da autocarro a piazzale	275	25	3600	2	11
1 RS	RS	20	Carico-Scarico da treno a automezzo	475	25	3600	1	19
2 RS	RS	21	Carico-Scarico da automezzo a pila	925	25	3600	2	37
3 RS	RS	22	Carico-Scarico da automezzo a pila	900	25	3600	2	36
4 RS	RS	23	Carico-Scarico da automezzo a pila	925	25	3600	2	37

5 RS	RS	24	Carico-Scarico da automezzo a pila	875	25	3600	2	35
6 RS	RS	25	Carico-Scarico da automezzo a pila	275	25	3600	1	11
7 RS	RS	26	Carico-Scarico da automezzo a pila	275	25	3600	2	11
8 RS	RS	27	Carico-Scarico da automezzo a pila	275	25	3600	1	11
GF	GF	28	Gruppi Frigo					

TABELLA 20: SUDDIVISIONE DI AREE

Aree TDT	Attività nell'area	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
GB	GB	41.54	41.54	41.54	41.54	41.54	41.54	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	44.74	47.93	47.93	41.54	41.54
1 TSF	1 TSF 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
	1 TSF 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
2 TSP	2 TSP 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 TSP 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 TSP 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
	2 TSP 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00
3 TSP	3 TSP 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 TSP 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 TSP 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	3 TSP 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
4 TSP	4 TSP 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 TSP 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 TSP 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
	4 TSP 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
5 TSP	5 TSP 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 TSP 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 TSP 3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00
	5 TSP 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00

1 RS	RS	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89		
2 RS	RS	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89		
3 RS	RS	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00		
4 RS	RS	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89	3.89		
5 RS	RS	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11	4.11		
6 RS	RS	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27		
7 RS	RS	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09		
8 RS	RS	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27	3.27		
GF	GF	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
TRANSITI	TRANSITI	81.25	81.25	81.25	81.25	81.25	81.25	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	85.71	90.00	90.00	81.25	81.25

TABELLA 21: PERCENTUALE DI FUNZIONAMENTO DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI NELLA SOTTOZONA

2.5 DISTRIBUZIONE NELLE SOTTOZONE DELLE SORGENTI

Nella seguente mappa (Figura 6: Disposizione delle sorgenti) viene riportata la posizione delle sorgenti nell'intera area.

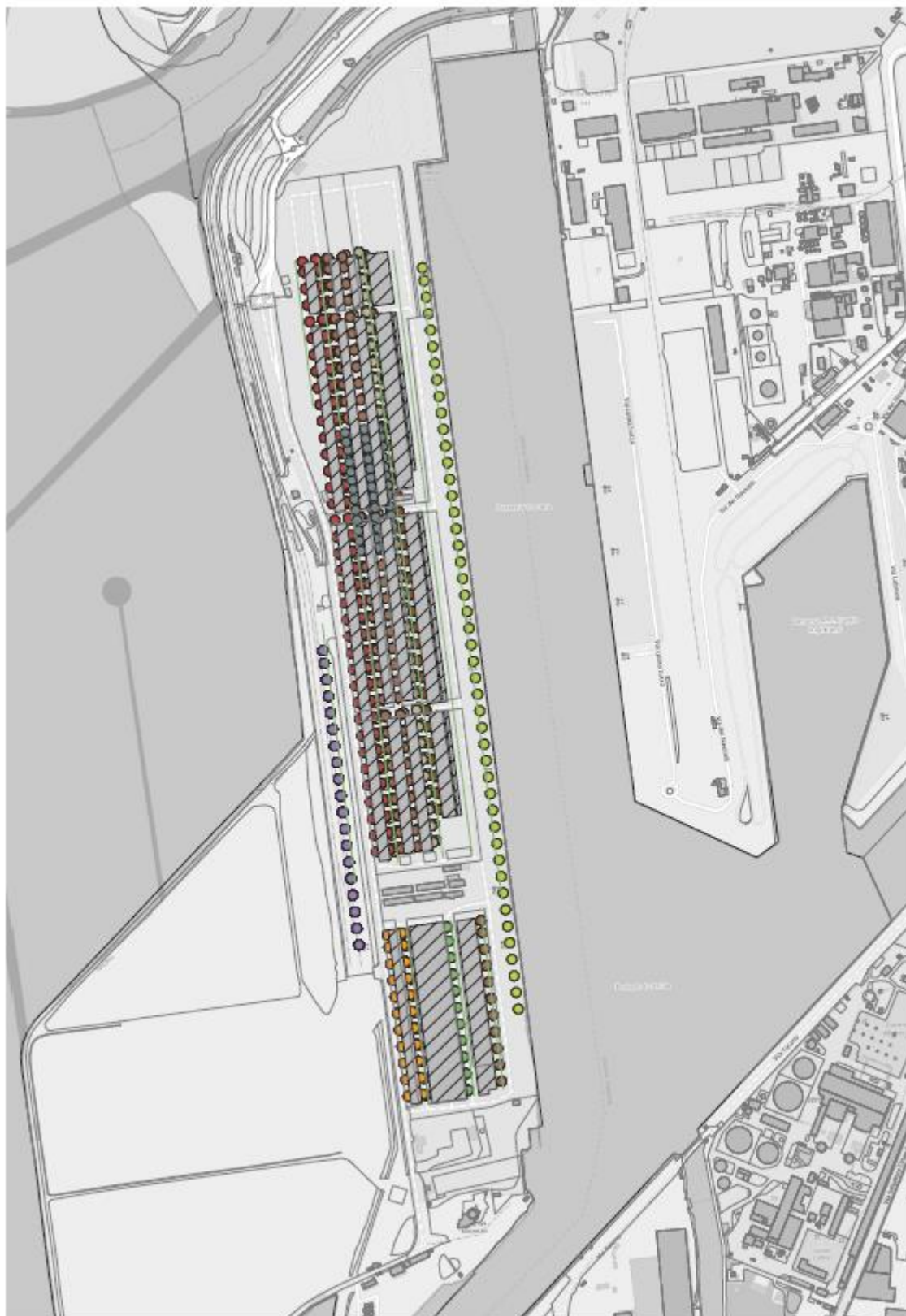


FIGURA 6: DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI

3 MODELLO E REALIZZAZIONE DELLE MAPPE

3.1 MODELLO

La realizzazione del modello è stata effettuata con il software SoundPLAN il quale si basa sul metodo del ray tracing, ed è in grado di calcolare la propagazione del rumore emesso da sorgenti di tipo puntuale, lineare o areale in tutto lo spazio circostante. Il risultato del calcolo è il livello sonoro complessivo dovuto a tutte le sorgenti, con la possibilità di distinguere i contributi delle singole sorgenti o di gruppi di sorgenti, su una predeterminata griglia di punti.

Generalmente, lo sviluppo di un modello acustico è realizzato seguendo i seguenti step:

- 1) caratterizzazione geografica del territorio;
- 2) definizione e localizzazione delle sorgenti e dei ricettori;
- 3) caratterizzazione acustica delle sorgenti;
- 4) esecuzione del calcolo;
- 5) realizzazione mappe acustiche

Per la caratterizzazione geografica del territorio sono stati reperiti i necessari dati cartografici: l'edificato, i punti quota e linee altimetriche e l'uso del suolo.

In particolare, sono stati affrontati i seguenti aspetti di modellizzazione legati alla definizione dell'input cartografico:

- la definizione del modello digitale del terreno (DTM), prodotto a partire dalla cartografia a disposizione, in particolare punti e linee altimetriche (ma anche ulteriori elementi quotati ritenuti utili a tal fine), ha costituito il primo input cartografico. Il DTM così ottenuto è stato verificato tramite opportune viste in sezioni verticali e/o 3D per la correzione di punti quota affetti da errore. Il DTM è necessario per il calcolo della propagazione, andando a

definire le altezze relative sorgente-ricettore e le dimensioni di eventuali ostacoli naturali;

- la definizione delle caratteristiche acustiche di copertura del suolo sulla base delle destinazioni d'uso del territorio fornite dallo strato informativo CLC, realizzato nell'ambito del progetto europeo Corine Land Cover , e dei valori di assorbimento del terreno forniti dalle linee guida "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure" (GPG2) , redatte dal gruppo di lavoro della Commissione Europea sulla valutazione dell'esposizione al rumore (WG-AEN);

La definizione delle sorgenti è stata descritta nei capitoli precedenti. Per quanto riguarda la localizzazione delle sorgenti è stata effettuata tramite l'utilizzo di QGIS. Per la sorgente lineare, si è utilizzato il modello NMPB 2008. Sono quindi stati inseriti in ciascun arco viario i flussi orari con le relative velocità di percorrenza stimata attorno a 20 km/h. I dati di traffico utilizzati sono stati presi dai passaggi annui misurati al varco Darsena Toscana, mediati sul tempo di riferimento medio. In Tabella 5 sono riportate le impostazioni di calcolo adottate per sviluppare il modello acustico:

IMPOSTAZIONI DI CALCOLO	
Ordine di riflessione	1
Max raggio di ricerca [m]	2000
Max distanza di riflessioni da ricettore [m]	500
Max distanza di riflessioni da sorgente [m]	100
Spaziatura griglia [m]	10
dB ponderati	dB(A)
Standard rumore industriale	ISO 9613-2:1996

IMPOSTAZIONI DI CALCOLO	
Standard rumore stradale	NMPB 2008

TABELLA 22: IMPOSTAZIONI DI CALCOLO UTILIZZATE NEL MODELLO.

- per “ordine di riflessione” si intende il numero di riflessioni oltre il quale si considerano trascurabili i contributi;
- per “max raggio di ricerca” si intende la distanza massima dal punto griglia (o ricettore) oltre la quale le sorgenti si considerano trascurabili ai fini del calcolo del livello complessivo;
- per “max distanza di riflessioni da ricettore” si intende la distanza massima dal punto griglia (o ricettore) oltre la quale le superfici riflettenti generano contributi che si considerano trascurabili ai fini del calcolo del livello complessivo;
- per “max distanza di riflessioni da sorgente” si intende la distanza massima dalla sorgente oltre la quale le superfici riflettenti generano contributi che si considerano trascurabili ai fini del calcolo del livello complessivo al punto griglia (o ricettore);
- per “spaziatura griglia” si intende il passo dei punti griglia i cui viene calcolato il livello sonoro complessivo;
- per “dB ponderati” si intende la ponderazione applicata al calcolo del livello sonoro;
- per “Standard rumore industriale” si intende il modello di sorgente e propagazione adottato per modellizzare il campo acustico generato da sorgenti di tipo industriale;
- per “Standard rumore stradale” si intende il modello di sorgente e propagazione adottato per modellizzare il campo acustico generato da sorgenti di tipo stradale.

3.2 MAPPE

Eseguito il calcolo si è passati alla predisposizione delle mappe. Grazie alla suddivisione in gruppi delle sorgenti è stato possibile andare a creare mappe che tenessero conto della presenza di tutte le sorgenti attive, della presenza delle sole sorgenti non elettrificabile e delle sorgenti che potrebbero essere elettrificate.

Inoltre, si è realizzata una mappa con le sole sorgenti dovute alla presenza dei gruppi frigoriferi. Quest’ultimi hanno un ciclo di funzionamento di 24h e il loro motore è già alimentato da corrente elettrica distribuita dalla rete.

Infine, è stata realizzata la mappa della differenza aritmetica tra il livello totale prodotto da tutte le sorgenti presenti nell'area (condizioni attuali) e il livello prodotto dalle sole sorgenti che non possono essere elettrificate ipotizzando che la nuova generazione di motori non emetta nessun rumore. Questo è servito per visualizzare l'effettiva efficacia, in termini di inquinamento acustico, dell'intervento proposto.

Le mappe sono state realizzate seguendo le indicazioni date dalla direttiva europea END 2002/49/CE e richiamate dal Decreto Legislativo 19 Agosto 2005 n.194 "Attuazione delle direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale" dove vengono indicati i nuovi descrittori acustici.

Pertanto, gli indicatori utilizzati sono stati:

- L_{den} : Livello giorno - sera - notte
- L_{day} : Livello giorno (06:00 - 20:00)
- $L_{evening}$: Livello sera (20:00 - 22:00)
- L_{night} : Livello notte (22:00 - 06:00)

Le mappe descritte saranno allegate alla presente relazione.

4 CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stata affrontata la modellazione acustica dell'area industriale "Terminal Darsena Toscana" andando ad indagare i miglioramenti in termini di emissioni sonore dovute alla sostituzione della propulsione tradizionale con propulsione elettrica delle macchine operatrici.

La modellizzazione è stata realizzata utilizzando come dati di input i livelli di potenza ricavati da misure effettuate sulle macchine operatrici operanti in loco. Le medesime misure sono state opportunamente elaborate in maniera tale che potessero essere importate agevolmente sul programma di calcolo SoundPLAN.

Creato il modello si è passati a realizzare le mappe acustiche ipotizzando diversi scenari. Gli scenari valutati mostrano le condizioni attuali di emissione sonora delle sorgenti, l'emissione dovuta alle sole sorgenti non elettrificabili, l'emissione dovuta alle sole sorgenti elettrificabili e l'emissione dovuta ai soli gruppi frigoriferi.

Per verificare se la transizione elettrica potrebbe comportare un miglioramento in termini di emissione acustiche si è proceduto ad effettuare la differenza aritmetica tra l'emissione prodotta da tutte le sorgenti attualmente presenti nell'area andando e la quota dovuta alle sole sorgenti non elettrificabili.

Da tale differenza è emerso che la riduzione di rumore risulta essere esigua rispetto al rumore presente nell'area e che il miglioramento comunque è circoscritto nell'area studio. Questo non significa che la transizione è inutile ma acusticamente non si ottengono miglioramenti netti. Ciò nonostante, la transizione potrebbe portare un miglioramento nelle condizioni di lavoro sia in termini acustici che in termini di vibrazioni indotte al motore termico sulle macchine operatrici.

5

ALLEGATO 1: MAPPE