



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

CUP F2602000340001 CIG 652449686B



GARA CA 08/15 - NUOVA SS 554 CAGLIARITANA

ADEGUAMENTO DELL'ASSE ATTREZZATO URBANO ED ELIMINAZIONE DELLE INTERSEZIONI A RASO DAL KM 1+500 AL KM 11+850



Pregio tecnico



Caratteristiche ambientali



Cantierizzazione e fasi di lavoro

OFFERTA TECNICA

C-ASSE STRADALE PRINCIPALE

URBANISTICA E PAESAGGIO

INSERIMENTO PAESAGGISTICO - AMBIENTALE

Inquinamento acustico: caratterizzazione del clima acustico ante operam e di taratura del modello (risultati dell'indagine fonometrica)

CODICE PROGETTO			CODICE ELABORATO					SCALA	DATA	CODICE ELABORATO DI OFFERTA
progetto	liv.	numero	campo 1	campo 2	campo 3	campo 4	rev			
D P C A 0 6	D	1 5 0 1	T 0 0	U P 0 1	A M B	R E 0 4	B		05/11/2017	17.29

CONCORRENTE:



PROGETTISTA INDICATO COSTITUENDO R.T.P.

Capogruppo Mandataria R.T.P.



Mandante



Mandante

ING. FRANCESCA LEO

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE FRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Paolo Cucino

RESPONSABILE ELABORATO

Ing. Francesca Manganotti



INDICE

1.	MONITORAGGIO	2
2.	ANALISI DEL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERA	2
2.1.	<i>Scelta del modello di simulazione</i>	2
2.2.	<i>Dati di input del modello</i>	3
2.3.	<i>Input e taratura del modello di simulazione</i>	4
2.4.	<i>Lo scenario ante operam</i>	4

ALLEGATO – Monitoraggio Acustico

1. Monitoraggio

Con il fine di

- tarare del modello previsionale
- definire i livelli acustici ante operam

è stata effettuata un'apposita campagna di indagini sperimentali presso due postazioni della durata di 24 ore in continuo. Le metodologie di rilievo risultano idonee e documentare il clima acustico nelle 24 ore, e quindi di valutare il livello ambientale diurno (6:00 – 22:00) e notturno (22:00 – 6:00) da confrontare con i limiti di riferimento.

In tali punti è stata installata una postazione fonometrica e ne sono stati rilevati i parametri acustici descrittivi.

Le indagini fonometriche sono state finalizzate a diagnosticare il reale impatto dell'infrastruttura stradale in adeguamento, in postazioni prevalentemente esposte alle SS 554 e SS125 (infrastrutture stradale delle quali per l'appunto è previsto l'adeguamento), che definisce il clima acustico dell'area.

Di seguito si riporta l'elenco dei punti di misura sopra menzionati

Postazione	Durata	Strada	Ubicazione
20 092109 PV1 014	24 ore	SS554	SS554 Km 5+800 – Monserrato (CA)
20 092105 PV1 022	24 ore	SS125	SS125 Km 9+500 – Quartucciu (CA)

Le schede di monitoraggio, riportanti lo stralcio planimetrico con l'indicazione della postazione di misura, la catena di misura, l'evoluzione temporale dei livelli acquisiti, i dati di traffico e la documentazione fotografica, sono riportate in calce alla seguente relazione.

2. Analisi del clima acustico ante opera

2.1. Scelta del modello di simulazione

L'impatto prodotto dalle infrastrutture di trasporto può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la l'analisi dell'impatto acustico prodotto dal traffico è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN rel. 7.1.

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH/Soundplan LLC sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente.

Grazie alla sua versatilità e ampiezza del campo applicativo, è all'attualità il Software più diffuso al mondo. In Italia è in uso a centri di ricerca, Università, Agenzie per l'Ambiente, ARPA, Comuni e decine di studi di consulenza

Il software SoundPLAN lavora in ambiente Windows 95/98/2000/NT/XP e consente la simulazione e previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali (sorgenti esterne ed interne) nonché il calcolo di barriere acustiche.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi" (Ray Tracing). Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata un porzione

di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto sorgenti lineari come strade e ferrovie vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.

Il modello è quindi in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono infatti evidenziati nei diagrammi di output ove la lunghezza dei raggio è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero massimo di riflessioni che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera più che mai *realistica e dettagliata*.

Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici.

Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati o l'assorbimento dovuto alla presenza di aree boschive.

Il software non ha limiti nel numero di oggetti e sorgenti inseribili, né limiti sulla dimensione dell'area trattabile.

L'inserimento dei dati può avvenire tramite mouse/tavola digitalizzatrice o tramite importazione da files in diversi formati.

In particolare nel presente studio tra gli standard di calcolo implementati nel modello di calcolo è stato utilizzato quello indicato nell'allegato 2 del suddetto decreto e cioè il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-2008 (STRACERTU-LCPC-CSTB) citato nell' "Arrêté du mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières – Journal Officiel du 10 mai 1995 article 6" e della norma francese XPS 31 133.

Per quanto concerne le emissioni sono state utilizzate quelle pubblicate nel 2008 (Guide de Bruite) già implementati nella versione 7.1 di SoundPLAN.

2.2. Dati di input del modello

Per l'elaborazione del DGM (Digital Ground Model) sono stati implementati nel modello i seguenti elementi:

- Punti quota
- Curve di livello
- Bordi della carreggiata stradale
- Sommità e base di rilevati e trincee

Per le facciate dei fabbricati è stato utilizzato un fattore di *reflection loss* pari a 2 dB(A) corrispondente a facciate con balconi.

Per quanto concerne la sorgente sono stati inseriti l'asse di mezzera e la larghezza delle carreggiate per l'individuazione

delle linee di emissione.

Lo standard di calcolo utilizzato si nota che è stato utilizzato quello di cui alle norme francesi NMPB-Routes-2008, mentre per l'assorbimento dell'aria la valutazione è stata effettuata secondo quanto previsto dalla ISO 9613.

I parametri di calcolo utilizzati sono i seguenti:

- Ordine delle riflessioni da considerare pari a 3
- Massimo raggio di ricerca pari a 1000 m
- Massima distanza per riflessione da ricettore pari a 200 m
- Massima distanza per riflessione da sorgente pari a 50 m
- Coefficiente assorbimento terreno (ground factor) = 0,5
- condizioni meteo favorevoli alla propagazione del suono: 25% periodo diurno, 50% periodo notturno

L'applicazione del modello previsionale per il calcolo dei valori di emissione ha richiesto quindi l'acquisizione dei dati sulle caratteristiche dei flussi di traffico sul tronco stradale e delle relative velocità.

Tali dati sono quelli derivati dalle misure condotte in sede di campagna di monitoraggio (vedi paragrafo 2 Monitoraggio).

I flussi veicolari sono stati inseriti come valori medi orari dei mezzi leggeri (autovetture, roulotte, furgoni, etc.) e di pesanti (autoarticolati, veicolo con massa superiore a 2,8 t).

2.3. Input e taratura del modello di simulazione

Il modello di simulazione, per lo scenario ante operam ha analizzato il traffico all'attualità dello studio trasportistico. Per la distribuzione dei flussi nei periodi di riferimento diurno e notturno si è assunta quella riscontrata in sede di monitoraggio, durante le misure in continuo di 24 ore (vedi paragrafo 1 - Monitoraggio).

L'affidabilità delle tecniche previsionali utilizzate è stata verificata utilizzando i dati a disposizione ottenuti attraverso le misurazioni effettuate durante le misura sopra menzionate.

Il confronto tra i dati misurati e l'output del modello sono riportati nella tabella seguente.

Punto	Strada	Leq Diurno misurato dB(A)	Leq Diurno calcolato dB(A)	Δ Leq D dB(A)	Leq Notturno misurato dB(A)	Leq Notturno calcolato dB(A)	Δ Leq N dB(A)
20 092109 PV1 014	SS554	68,5	69,8	+1,3	64,2	64,0	-0,2
20 092105 PV1 022	SS125	58,9	59,1	+0,2	52,8	51,9	-0,9

Gli scostamenti tra dati derivati dalle misure in campo e dati calcolati con l'ausilio del modello di simulazione risultano contenuti (con scarto quadratico medio pari a 0,8 dB(A)).

2.4. Lo scenario ante operam

Per la caratterizzazione del territorio si sono analizzati una serie di dati quali: la destinazione d'uso, l'urbanizzazione esistente (quantificata in termini di densità abitativa), le attività economiche prevalenti, la rete di trasporto, tenendo nel contempo presenti gli sviluppi previsti dagli strumenti di pianificazione dei Comuni. Tali informazioni sono state tratte dalla interpretazione dei rilievi aerofotogrammetrici, da indagini bibliografiche e da sopralluoghi in campo.

Sull'elaborato *Inquinamento acustico: planimetria di localizzazione dei ricettori censiti e degli interventi di mitigazione*, (scala 1:5.000), cod. DPCA06-D-1501-T00-UP-01-AMB-CO-03-04-B, oltre alla planimetria di progetto dell'infrastruttura, le fasce di pertinenza acustica delle varie infrastrutture viarie, l'ubicazione delle barriere antirumore, è riportata graficamente la destinazione d'uso di ciascun edificio censito (edifici residenziali, scuole, non abitativi), il codice di riferimento.

Il clima acustico ante operam è graficamente descritto nell'elaborato presente nel SIA *Rumore: clima acustico stato attuale* (diurno, cod. DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-PP-14-15-B e notturno, cod. DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-PP-16-17-B), ove vengono riportate le mappe isofoniche.

Nell'Allegato 2 al SIA *Componente Rumore - Tabulati di calcolo*, cod. DPCA06-D-1501-T00-IA-03-AMB-RE-03-B, per ciascun ricettore simulato, sono riportate le caratteristiche del ricettore (quali il codice di riferimento, il piano abitativo), i rispettivi limiti di riferimento (determinati dalla fascia di appartenenza del ricettore o dalla sua classificazione come sensibile e dal numero di sorgenti significative), e i livelli sonori diurni e notturni stimati, per ciascuno scenario considerato.

Il codice riportato nel tabulato di calcolo è composto da 13 cifre: le prime 6 cifre indicano il codice ISTAT del comune di appartenenza (6 numeri), la settima e l'ottava indicano il codice della strada/intersezione tra due strade¹, infine, gli ultimi 5 numeri individuano il codice progressivo del ricettore.

Il Codice dei Comuni (ISTAT 2008) è:

- per il Comune di Cagliari: 092009
- per il Comune di Quartu S. Elena: 092051
- per il Comune di Selargius: 092068
- per il Comune di Quartucciu: 092105

Il Codice delle strade/intersezioni è:

- per la strada SS131dir: CE
- per la strada SS387: EK
- per la strada SS554: FV
- per la strada SS125: BR
- per l'intersezione tra la SS387 e la SS554: Q9
- per l'intersezione tra la SS554 e la SS131dir: XD

Dall'analisi degli elaborati sopra descritti si evince come il rumore indotto dal traffico della infrastruttura in adeguamento, all'attualità, produce superamenti dai limiti di norma in corrispondenza di ricettori abitativi e scolastici.

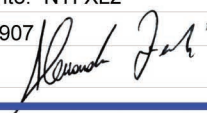
¹ L'area di intersezione tra due strade è la superficie compresa tra le fasce di pertinenza acustica delle due infrastrutture



MONITORAGGIO ACUSTICO

MONITORAGGIO ACUSTICO

Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

CODICE PUNTO: 20 092109 PV1 014		Coordinate X,Y = 32S 511651 4346295	
Tipo di rilievo: Sorgente Principale di durata 24h		Infrastruttura: SS 554	
Regione: Sardegna	Provincia: Cagliari	Indirizzo: SS554 Km 5+800 - Monserrato	
Data inizio: 11/07/2012	Ora Inizio: 15:00:00	Durata [s]: 86400.0	Strumento: NTI XL2
Data fine: 12/07/2012	Ora fine: 15:00:00	Operatore: Ing. Alessandro Zenti T.C. 12 907	
Altezza microfono (m): 4	Distanza microfono (m): 21	Note: 	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E SINTESI DELLE ELABORAZIONI

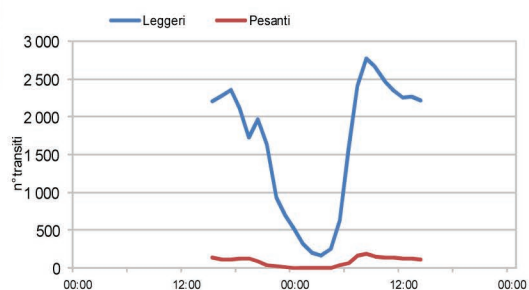


DATI ACUSTICI		
DMA 29/11/2000	LAeq 06-22	68.5
	LAeq 22-06	64.2
D.LGS 194/2005	LAeq 06-20	68.6
	LAeq 20-22	67.8
	LAeq 22-06	64.2
	LDEN	71.6

TGM EQ 45 215

Coeff. Equivalenza 3

DATI DI TRAFFICO



INQUADRAMENTO DEL PUNTO DI MISURA

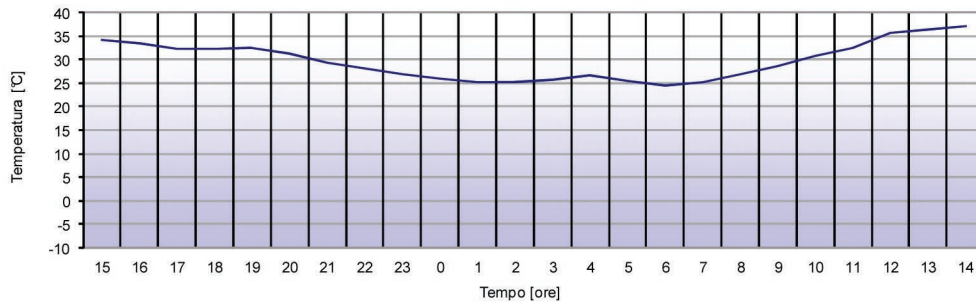


MONITORAGGIO ACUSTICO

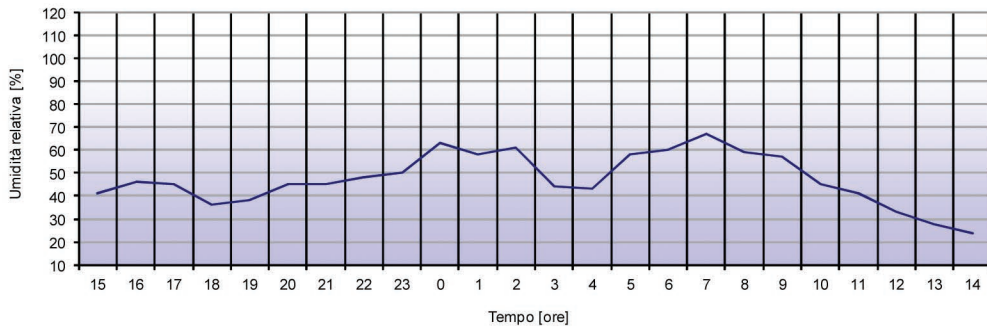
Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

DATI METEOROLOGICI

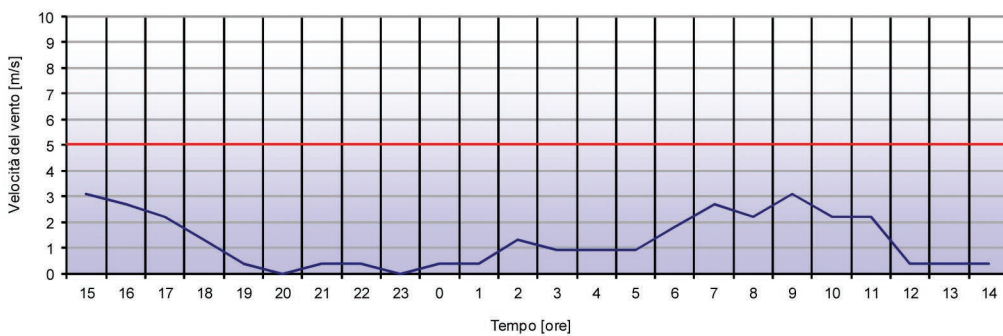
Evoluzione temporale della temperatura



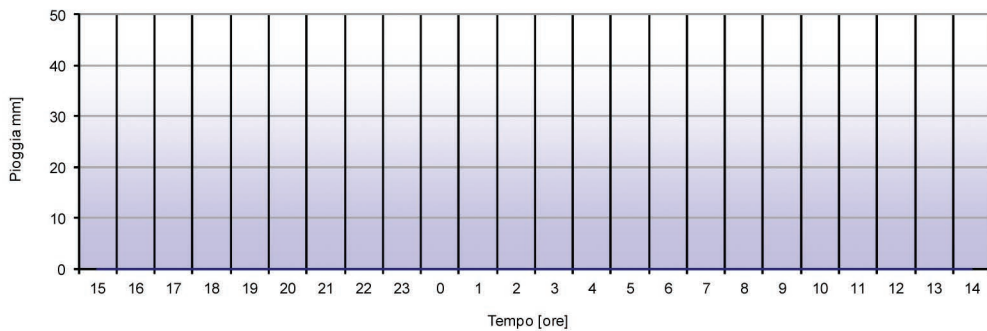
Evoluzione temporale dell'umidità



Evoluzione temporale della velocità del vento



Evoluzione temporale della pioggia



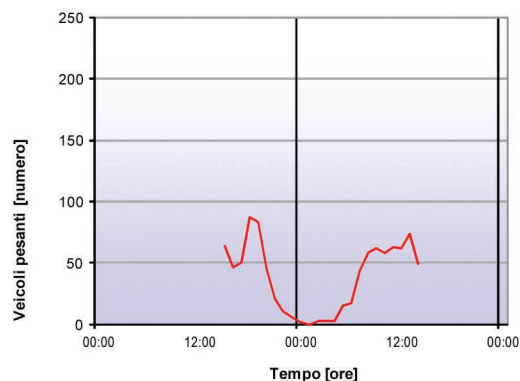
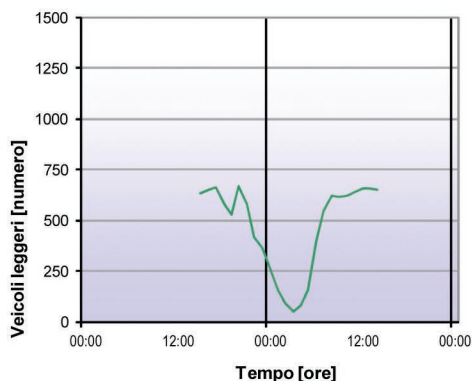
MONITORAGGIO ACUSTICO

Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

DATI DI TRAFFICO

DIREZIONE 1 - Est

CORSIA 1 - DIAGRAMMI DEI FLUSSI MEDI NEI PERIODI DI RIFERIMENTO



CORSIA 1 - TABELLE DEI FLUSSI ORARI MEDI

VALUTAZIONE AI SENSI DM 29/11/2000

Data	VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	D	N	D	N
11/07/2012	4 302	1 579	398	43
12/07/2012	5 407	0	487	0

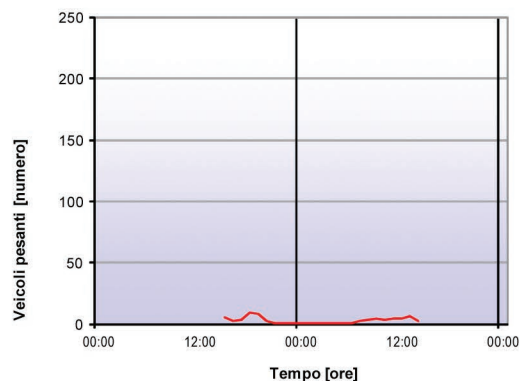
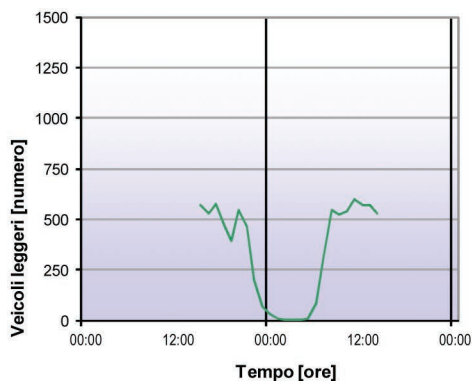
VALUTAZIONE AI SENSI D.LGS 194/2005

Data	VEICOLI LEGGERI			VEICOLI PESANTI		
	D	S	N	D	S	N
11/07/2012	3 051	1 251	1 579	331	67	43
12/07/2012	5 407	0	0	487	0	0

MEDIA veh/h	607	197	55	5
-------------	-----	-----	----	---

MEDIA veh/h	604	626	197	58	34	5
-------------	-----	-----	-----	----	----	---

CORSIA 2 - DIAGRAMMI DEI FLUSSI MEDI NEI PERIODI DI RIFERIMENTO



CORSIA 2 - TABELLE DEI FLUSSI ORARI MEDI

VALUTAZIONE AI SENSI DM 29/11/2000

Data	VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	D	N	D	N
11/07/2012	3 547	332	36	8
12/07/2012	4 283	0	37	0

VALUTAZIONE AI SENSI D.LGS 194/2005

Data	VEICOLI LEGGERI			VEICOLI PESANTI		
	D	S	N	D	S	N
11/07/2012	2 536	1 011	332	32	4	8
12/07/2012	4 283	0	0	37	0	0

MEDIA veh/h	489	42	5	1
-------------	-----	----	---	---

MEDIA veh/h	487	506	42	5	2	1
-------------	-----	-----	----	---	---	---

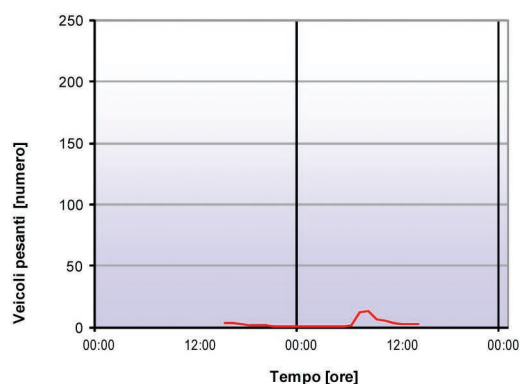
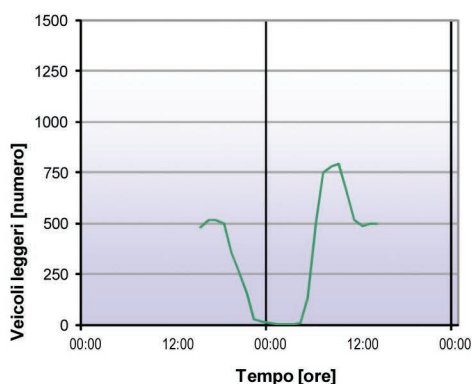
MONITORAGGIO ACUSTICO

Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

DATI DI TRAFFICO

DIREZIONE 2 - Ovest

CORSIA 3 - DIAGRAMMI DEI FLUSSI MEDI NEI PERIODI DI RIFERIMENTO



CORSIA 3 - TABELLE DEI FLUSSI ORARI MEDI

VALUTAZIONE AI SENSI DM 29/11/2000

Data	VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	D	N	D	N
11/07/2012	2 789	202	18	8
12/07/2012	5 466		53	

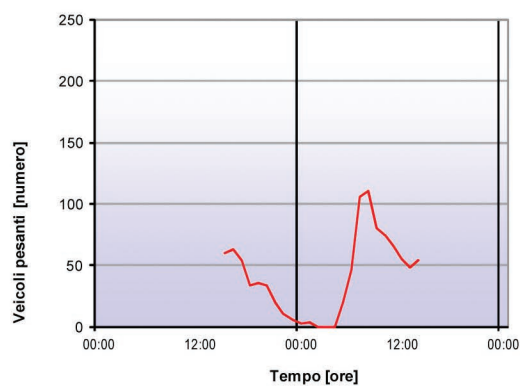
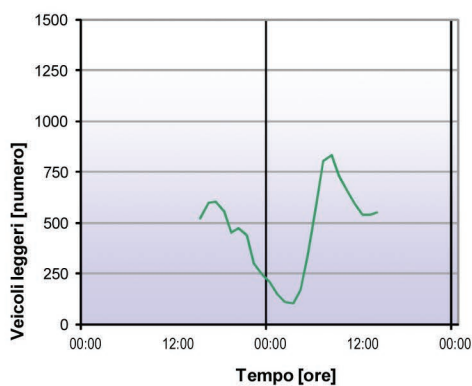
MEDIA veh/h	516	25	4	1
-------------	-----	----	---	---

VALUTAZIONE AI SENSI D.LGS 194/2005

Data	VEICOLI LEGGERI			VEICOLI PESANTI		
	D	S	N	D	S	N
11/07/2012	2 368	421	202	15	3	8
12/07/2012	5 466			53		

MEDIA veh/h	560	211	25	5	2	1
-------------	-----	-----	----	---	---	---

CORSIA 4 - DIAGRAMMI DEI FLUSSI MEDI NEI PERIODI DI RIFERIMENTO



CORSIA 4 - TABELLE DEI FLUSSI ORARI MEDI

VALUTAZIONE AI SENSI DM 29/11/2000

Data	VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	D	N	D	N
11/07/2012	3 639	1 617	301	44
12/07/2012	5 824		643	

MEDIA veh/h	591	202	59	6
-------------	-----	-----	----	---

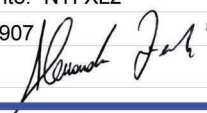
VALUTAZIONE AI SENSI D.LGS 194/2005

Data	VEICOLI LEGGERI			VEICOLI PESANTI		
	D	S	N	D	S	N
11/07/2012	2 725	914	1 617	247	54	24
12/07/2012	5 824			54		

MEDIA veh/h	611	457	202	22	27	3
-------------	-----	-----	-----	----	----	---

MONITORAGGIO ACUSTICO

Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

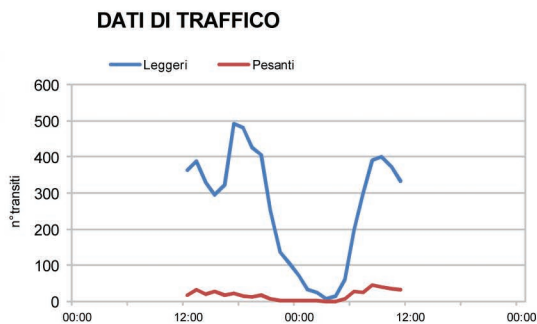
CODICE PUNTO: 20 092105 PV1 022		Coordinate X,Y = 32S 516900 4345713	
Tipo di rilievo: Sorgente Principale di durata 24h		Infrastruttura: SS 125	
Regione: Sardegna	Provincia: Cagliari	Indirizzo: SS125 km9+500 - Quartuccio	
Data inizio: 11/07/2012	Ora Inizio: 12:00:00	Durata [s]: 86400.0	Strumento: NTI XL2
Data fine: 12/07/2012	Ora fine: 12:00:00	Operatore: Ing. Alessandro Zenti T.C. 12 907	
Altezza microfono (m): 4	Distanza microfono (m): 53	Note: 	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA E SINTESI DELLE ELABORAZIONI



DATI ACUSTICI		
DMA 29/11/2000	LAeq 06-22	58.9
	LAeq 22-06	52.8
D.LGS 194/2005	LAeq 06-20	59.0
	LAeq 20-22	57.8
	LAeq 22-06	52.8
	LDEN	61.0

TGM EQ	7 480
Coeff. Equivalenza	3



INQUADRAMENTO DEL PUNTO DI MISURA

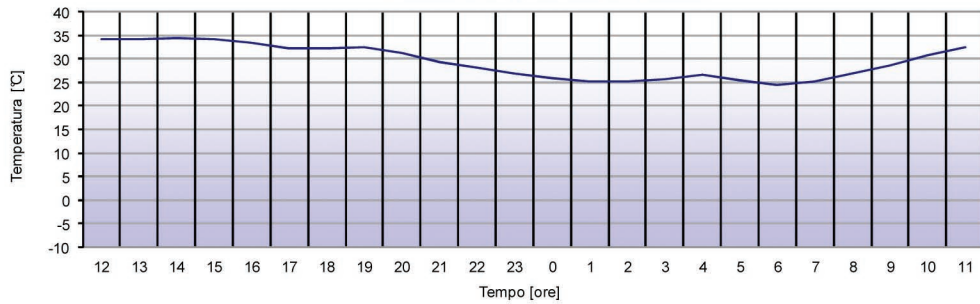


MONITORAGGIO ACUSTICO

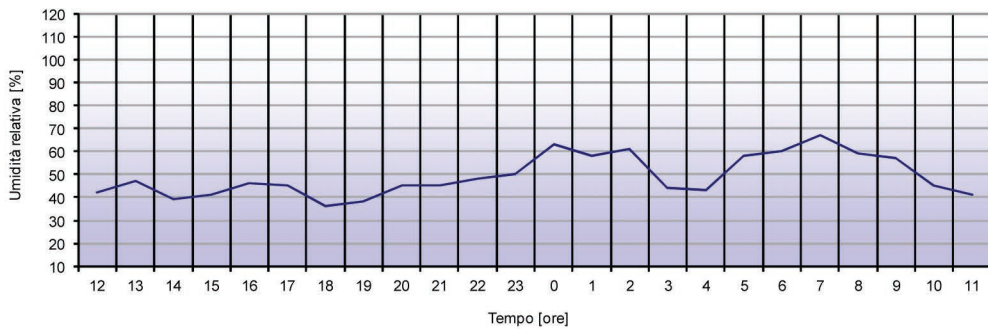
Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

DATI METEOROLOGICI

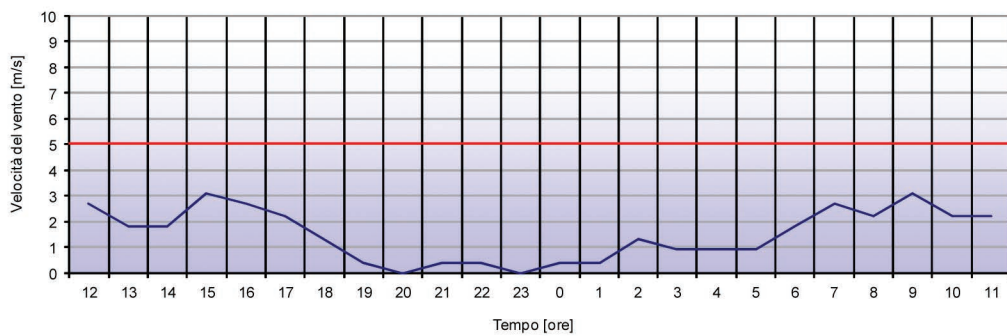
Evoluzione temporale della temperatura



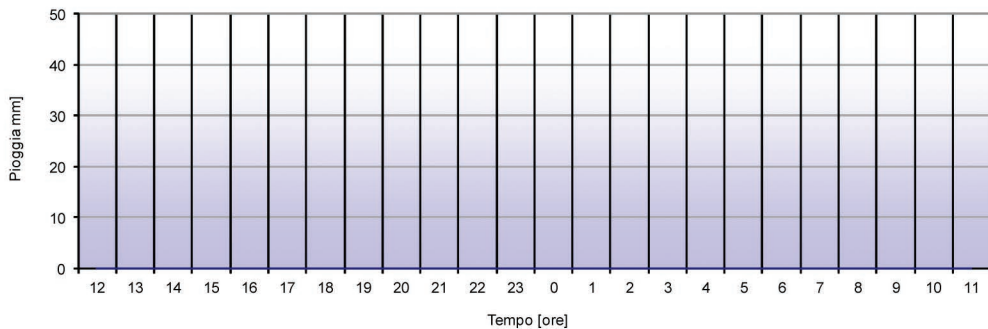
Evoluzione temporale dell'umidità



Evoluzione temporale della velocità del vento



Evoluzione temporale della pioggia



MONITORAGGIO ACUSTICO

Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

DATI DI TRAFFICO

DIREZIONE 1 - Nord

DIAGRAMMI DEI FLUSSI MEDI NEI PERIODI DI RIFERIMENTO

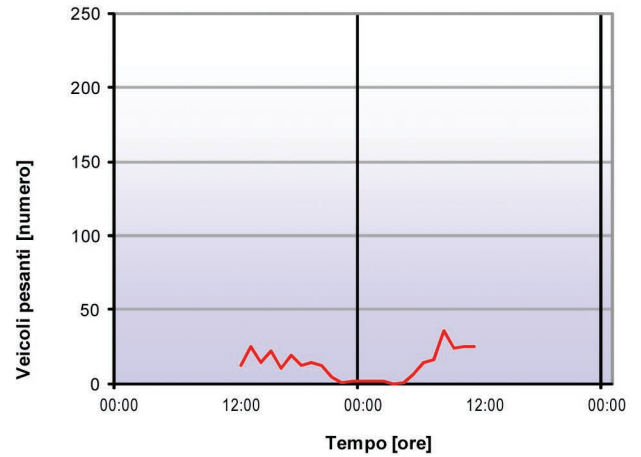
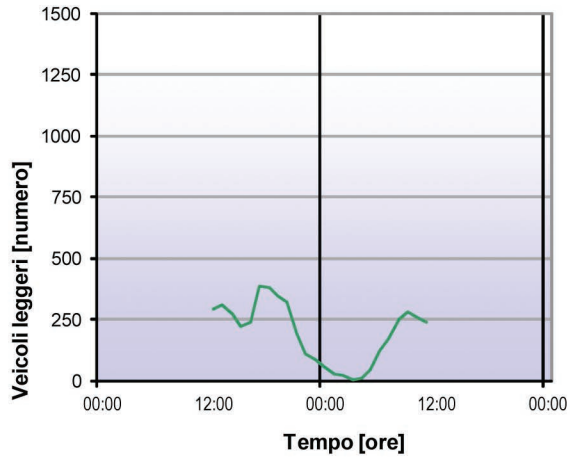


TABELLE DEI FLUSSI ORARI MEDI

VALUTAZIONE AI SENSI DM 29/11/2000

Data	VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	D	N	D	N
11/07/2012	2 961	354	146	17
12/07/2012	1 330	0	140	0

MEDIA veh/h	268	44	18	2
--------------------	------------	-----------	-----------	----------

VALUTAZIONE AI SENSI D.LGS 194/2005

Data	VEICOLI LEGGERI			VEICOLI PESANTI		
	D	S	N	D	S	N
11/07/2012	2 445	516	354	129	17	17
12/07/2012	1 330	0	0	140	0	0

MEDIA veh/h	270	258	44	19	9	2
--------------------	------------	------------	-----------	-----------	----------	----------

MONITORAGGIO ACUSTICO

Localizzazione punto di misura e sintesi del rilievo fonometrico

DATI DI TRAFFICO

DIREZIONE 2 - Sud

DIAGRAMMI DEI FLUSSI MEDI NEI PERIODI DI RIFERIMENTO

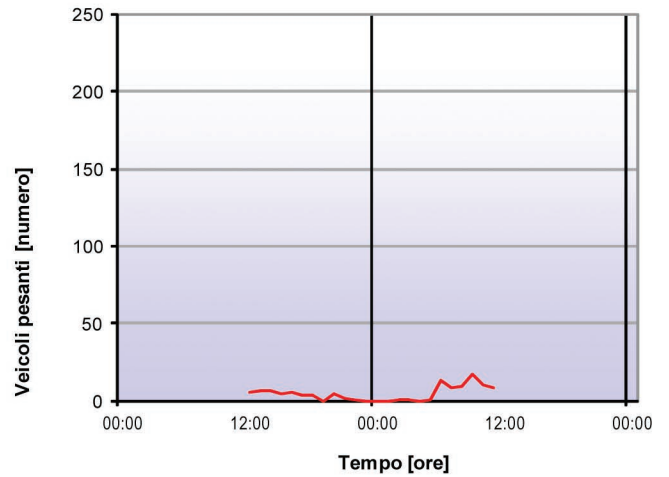
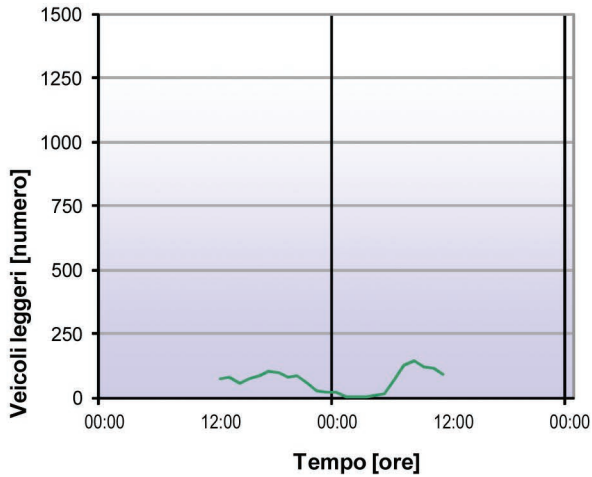


TABELLE DEI FLUSSI ORARI MEDI

VALUTAZIONE AI SENSI DM 29/11/2000

Data	VEICOLI LEGGERI		VEICOLI PESANTI	
	D	N	D	N
11/07/2012	797	105	46	4
12/07/2012	667	0	69	0

MEDIA veh/h	92	13	7	1
--------------------	-----------	-----------	----------	----------

VALUTAZIONE AI SENSI D.LGS 194/2005

Data	VEICOLI LEGGERI			VEICOLI PESANTI		
	D	S	N	D	S	N
11/07/2012	655	142	105	39	7	4
12/07/2012	667	0	0	69	0	0

MEDIA veh/h	94	71	13	8	4	1
--------------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------