

# REGIONE SICILIANA

ISTITUTO MEDITERRANEO PER I TRAPIANTI E  
TERAPIE AD ALTA SPECIALIZZAZIONE

*IS.ME.T.T. s.r.l*

SEDE CLINICA: Via E. Tricomi n° 5 - 90127 PALERMO

SEDE LEGALE: Via Discesa dei Giudici n° 4 - 90134 PALERMO



TAVOLA

*DT-03*

FORNITURA "CHIAVI IN MANO" DI UN IMPIANTO DI  
TRIGENERAZIONE PRESSO LA SEDE CLINICA

Progetto di Fornitura

SCALA -

Documenti tecnici - Studio di prefattibilità ambientale

IL PROGETTISTA  
(ing. Sisto Bosco)



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
(ing. Vincenzo Sferruzza)

Collaborazione specialistica  
(ing. Antonio Covais)

Handwritten signature of Vincenzo Sferruzza.

Rev. n°	Data	Oggetto	Redatto	Verificato	Approvato
0	09/12/2013	EMISSIONE			
1	19/12/2016	REVISIONE ED AGGIORNAMENTO			

FORNITURA IN OPERA “CHIAVI IN MANO” DI UN IMPIANTO  
DI TRIGENERAZIONE

SEDE CLINICA DI ISMETT - VIA TRICOMI N. 5 - PALERMO

**STUDIO DI PREFATTIBILITA' AMBIENTALE**

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PROGETTO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>IL CONTESTO</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PRINCIPALI EFFETTI SULL'AMBIENTE</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>EMISSIONI DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE IN AMBIENTE IN ESERCIZIO</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>EMISSIONI SONORE IN AMBIENTE IN ESERCIZIO</b>	<b>7</b>
<b>6.1</b>	<b>Riferimenti normativi</b>	<b>7</b>
<b>6.2</b>	<b>Ubicazione del sito</b>	<b>9</b>
<b>6.3</b>	<b>Individuazione dei Ricettori</b>	<b>10</b>
<b>6.4</b>	<b>Analisi della Sorgente Sonora</b>	<b>10</b>
<b>6.5</b>	<b>Criteri di dimensionamento della barriera acustica</b>	<b>13</b>
<b>6.6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>16</b>
<b>6.7</b>	<b>Limiti del calcolo previsionale</b>	<b>16</b>

## **1 PREMESSA**

Il documento prende in esame gli impatti diretti ed indiretti sulle singole e principali componenti ambientali considerate significative nel territorio urbano, nella zona limitrofa al luogo di realizzazione dell'impianto di trigenerazione a servizio dell'Istituto Mediterraneo per i Trapianti e le Terapie ad Alta Specializzazione, di Palermo, nella sede clinica di Via Tricomi.

La relazione ha per oggetto la verifica della compatibilità ambientale attraverso le valutazioni previste all'art.20 del D.P.R. 207/2010, ovvero lo studio degli effetti prevedibili a seguito della realizzazione dell'intervento e l'illustrazione di eventuali soluzioni progettuali individuate al fine della minimizzazione dell'impatto ambientale.

## **2 PROGETTO**

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di produzione combinata di elettricità e calore con possibilità di produrre acqua refrigerata, i cui principali costituenti sono:

- un'unità di produzione elettrica costituita da gruppo elettrogeno con motore endotermico alimentato a gas metano;
- le unità di recupero calore dal circuito raffreddamento camicie e dai fumi di scarico dell'unità di produzione elettrica;
- un'unità di produzione di acqua refrigerata (gruppo ad assorbimento) alimentata dall'acqua calda di recupero per raffreddamento motore e fumi di scarico del motore;
- torre di raffreddamento a servizio macchina ad assorbimento.

Il cogeneratore sarà alloggiato in un container adatto all'installazione all'aperto e posizionato nello spazio esterno scoperto, in prossimità dei locali tecnici elettrici che già ospitano i gruppi elettrogeni e la cabina di trasformazione, al livello -4.50 rispetto al livello dell'ingresso principale.

La posizione del container è stata studiata tenendo in considerazione gli spazi ed i locali attualmente utilizzati dall'ISMETT, ovvero il deposito bombole gas medicali e tecnici, l'isola ecologica, il locale gruppi elettrogeni ed il tunnel ispezionabile attraverso cui passano le canne fumarie degli stessi generatori elettrici, si è considerato poi sia l'ingombro della scala esterna sia della manovrabilità dei mezzi di servizio che eseguono operazioni di carico e scarico nel piazzale.

L'assorbitore sarà installato al piano copertura in una posizione originariamente occupata da un gruppo frigorifero da tempo dismesso, e la torre evaporativa sarà ubicata nel piano penthouse, al livello +4.40 rispetto alla copertura.





Fig.2 edificio ISMETT

Limitrofo all'edificio, e precisamente sul lato NE, ad una distanza di circa 15 metri si trova l'edificio delle Chirurgie Speciali, mentre sul lato NO, a circa 40 metri sono ubicati altri due edifici, uno dei quali ospita il Pronto Soccorso.

Sul lato SE sono ubicati alcuni locali tecnici e magazzini, mentre sul fronte SO, a circa 70 metri oltre la strada pubblica, sorgono edifici residenziali.

#### 4 PRINCIPALI EFFETTI SULL'AMBIENTE

L'incidenza che l'intervento avrà sulle componenti ambientali deve essere valutata sia durante la fase di cantiere sia sulla fase di esercizio. La prima è riferita ad un tempo limitato, quello necessario alla realizzazione dei lavori, la seconda invece è permanente e si deve dunque analizzare in maniera approfondita.

Nel primo caso si valuta se le lavorazioni pregiudicheranno il livello qualitativo ambientale e, nel caso ciò dovesse accadere, si identificano le opere di mitigazione che dovranno essere messe in atto per limitarne gli effetti; nel secondo caso si valuta anche se l'intervento in oggetto produce un miglioramento delle condizioni ambientali locali e globali.

Data la natura delle opere che si andranno a realizzare, si sono identificati come componenti ambientali principali la qualità dell'aria ed il rumore, per entrambe le fasi.

Infatti i lavori per la realizzazione di un impianto di trigenerazione sono prettamente di tipo impiantistico, e nella sostanza prevedono l'inserimento di componenti preassemblati nel sistema tecnologico già esistente; dunque le operazioni tipiche saranno il trasporto ed il posizionamento delle apparecchiature principali con mezzi semoventi, installazione di

tubazioni e cavi elettrici, operazioni che si svolgeranno in parte all'aperto ed in parte all'interno dei locali tecnologici dell'Istituto.

Sono stati quindi valutati nulli gli impatti:

- sul regime idrico del suolo,
- sulla vegetazione e sulla fauna,
- sul paesaggio,
- sulla produzione di rifiuti solidi,
- sulle emissioni elettromagnetiche puntuali,
- su aree a valenza archeologica e culturale,
- sul traffico urbano ed sul contesto sociale della zona.

Non si rilevano quindi, durante la fase di cantiere, impatti di natura significativa sul contesto circostante, poiché non vi saranno emissioni di polveri e l'emissione dei gas combustibili, comunque limitata alle fasi di scarico e tiro in alto o posizionamento delle apparecchiature, sarà dovuta ai soli automezzi di trasporto. L'impatto dunque sarà di lieve entità, per brevi periodi e comunque reversibile.

Anche il rumore sarà limitato nel tempo e rientrerà, per via della natura delle lavorazioni, all'interno dei parametri ambientali consueti.

Il cantiere poi avrà limitati impatti sulla popolazione residente, i fruitori del plesso ospedaliero ed i lavoratori, e sulle attività mediche, che non subiranno limitazioni all'uso delle aree limitrofe alla zona di cantiere, se non per brevissimi periodi ed in modo reversibile.

Per quanto riguarda la fase di esercizio dell'impianto, si è proceduto ad un'analisi ancora più approfondita sui due componenti ambientali individuati, che si riporta di seguito.

## **5 EMISSIONI DEI PRODOTTI DELLA COMBUSTIONE IN AMBIENTE IN ESERCIZIO**

L'impianto di cogenerazione è costituito da un motore endotermico alimentato a gas metano collegato ad un generatore elettrico che, secondo le previsioni progettuali, avrà una potenza nominale elettrica continua di 600 kW, una potenza termica in uscita di circa 700 kW ed una potenza termica introdotta di circa 1470 kW, per un consumo di gas combustibile pari a 155 Smc/h.

Da ricerca di mercato, i cogeneratori attualmente commercializzati hanno emissioni inferiori a quanto previsto dal D.lgs 152 ed in particolare dagli allegati I e IX alla parte Quinta, inoltre la posizione del gruppo cogeneratore garantisce le seguenti condizioni:

- il camino disterà circa 18 metri dall'edificio più vicino (lo stesso ISMETT),
- la facciata dell'edificio ha le superfici finestrate non apribili,
- le prese aria esterna dell'impianto di ventilazione a servizio dell'ISMETT sono situate sul lato opposto dell'edificio rispetto al punto di posizionamento del cogeneratore,
- l'edificio residenziale più vicino dista più di 70 metri.

## **6 EMISSIONI SONORE IN AMBIENTE IN ESERCIZIO**

L'impatto acustico risulta l'aspetto più critico dell'intervento di realizzazione dell'impianto, infatti non solo, generalmente, i gruppo cogenerativi presentano notevoli livelli di pressione sonora (alle diverse frequenze), ma è necessario anche che l'impianto funzioni in continuo.

Per questo motivo, su tale aspetto, si è redatto uno studio approfondito per valutare il rispetto e la conformità alla L. 447/95, *Legge quadro sull'inquinamento acustico*, ed ai suoi successivi decreti attuativi, delle immissioni di rumore nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi limitrofi, ponendosi come obiettivo del progetto un livello di pressione sonora massimo in facciata presso i ricettori pari a 45 dBA attraverso l'individuazione delle soluzioni tecnico-progettuali atte a garantire un sufficiente confort acustico presso i ricettori individuati in precedenza.

Per tale studio specialistico il progettista si è avvalso della consulenza del "Tecnico Competente in Acustica" ai sensi dell'art. 2 della L. 447/95, prot. 11926 del 24 febbraio 2005.

### **6.1 Riferimenti normativi**

- art.6, c.1 del D.P.C.M. 01/03/91, limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- art.4 ed art 8, c.3 del D.P.C.M. 14/11/97, "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. 16/03/98, "tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- Circolare 6 settembre 2004 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, "interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limiti differenziali" (G.U. n. 217 del 15-9-2004);



- Art. 7 della Legge 31 luglio 2002 n. 179, “Disposizione in materia ambientale” (G.U. n. 189 del 13-8-2002).
- UNI 8199:1998 Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione
- Piano di Classificazione acustica del Comune di Palermo – Delibera del Consiglio Comunale 557 del 21/10/2016, affissa all’Albo Pretorio dal 26/10/2016 esecutiva dal 5/11/2016.
- UNI 8199: 1998 Acustica - Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione

Nella presente relazione sono, inoltre, state prese in considerazione le seguenti norme UNI in quanto applicabili:

- UNI 9884 (II ediz. – Lug. 1997): Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale;
- UNI ISO 9613-1 (Set. 2006): Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto – Parte 1: Calcolo dell’assorbimento acustico;
- UNI ISO 9613-2 (Set. 2006): Attenuazione sonora nella propagazione all’aperto – Parte 2: metodo generale di calcolo;
- UNI 11143-5 (Mar. 2005): Metodologia per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 5 Rumore da insediamenti produttivi (industriali ed artigianali).
- UNI 10855 (1999) - Acustica - Misura e valutazione del contributo acustico di singole sorgenti
- UNI EN 20140-2: 1994, Acustica – Misura dell’isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio. Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati
- UNI/TR 11175: 2005, Acustica - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
- UNI 10722/1-2-3: 2007, Edilizia - Qualificazione e verifica del progetto edilizio di nuove costruzioni.
- UNI 11367: 2010, Acustica in edilizia - Classificazione acustica delle unità immobiliari, Procedura di valutazione e verifica in opera.

## 6.2 Ubicazione del sito

Per quanto riguarda la classificazione acustica del territorio comunale (o zonizzazione acustica), il comune di Palermo è dotato di tale strumento, che è esecutivo dal 5/11/2016. Si quindi applicano i limiti di rispetto acustico per classi di aree definiti dal DPCM 14/11/1997.

Tabella 1 - Valori limite di emissione in dB(A).

	L <sub>Aeq</sub> in dB(A)	
	Periodo diurno (06:00-22:00)	Periodo notturno (22:00-06:00)
<i>I AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE</i>	45	35
<i>II AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI</i>	50	40
<i>III AREE DI TIPO MISTO</i>	55	45
<b>IV AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
<i>V AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI</i>	65	55
<i>VI AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI</i>	65	55

Tabella 2 Valori limite di immissione in dB(A).

	L <sub>Aeq</sub> in dB(A)	
	Periodo diurno (06:00-22:00)	Periodo notturno (22:00-06:00)
<i>I AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE</i>	50	40
<i>II AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI</i>	55	45
<i>III AREE DI TIPO MISTO</i>	60	50
<b>IV AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA</b>	<b>65</b>	<b>55</b>
<i>V AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI</i>	65	55
<i>VI AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI</i>	70	70

L'area dell'insediamento rientra nella zona del territorio comunale definita "Classe 1- AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE" e vicino ci sono insediamenti anche in "Classe 2- AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI". (vedi allegato). Le immissioni sonore nell'ambiente circostante prodotte dall'impianto nella configurazione di massimo disturbo

dovranno rispettare i limiti assoluti di 50 dB(A)” per il periodo di riferimento diurno, e di 40 dB(A) per il periodo di riferimento notturno relativamente alla zona “Classe 1- AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE”.

Il rumore residuo, sia nelle ore diurne che nelle ore notturne, è prevalentemente dovuto all’intenso traffico veicolare.

Secondo l’attuale PRG del Comune di Palermo, l’area dell’insediamento rientra nella zona del territorio comunale definita “Tutto il territorio nazionale” ai sensi del D.M. 1444/68. Ed in Particolare in ZONA F2. Questa zona rientra in quelle che hanno creato delle discordanze con il nuovo piano di Classificazione acustica, in quanto la destinazione urbanistica attuale non è ancora adeguata ai requisiti richiesti dalla stessa zonizzazione acustica. Per tale ragione il documento di classificazione acustica del comune di Palermo prevede anche che in certe condizioni dovranno essere messi in opera i piani di risanamento. In particolare, prevede anche eventuali verifiche delle infissioni sonore all’interno delle unità abitative con un limite massimo di 35 dB. Si ritiene che l’applicazione della UNI 8199 è utile e congrua nella fattispecie considerata; ove ,all’interno della struttura ospedaliera i livelli di riferimento fissati dalla UNI 8199 sono pari a a 30 dB(A) nelle degenze e 40 dB negli uffici.

### **6.3 Individuazione dei Ricettori**

I ricettori prossimi all’impianto di trigenerazione in oggetto sono i seguenti:

- OSPEDALE Edificio 10 (a circa 20 m di distanza);
- ISMETT (a circa 10 m di distanza);
- ABITAZIONI VICINE (oltre i 50 m di distanza).

### **6.4 Analisi della Sorgente Sonora**

L’impianto di trigenerazione a servizio del complesso si compone dei seguenti dispositivi principali che sono individuati come sorgenti sonore:

- unità di produzione elettrica costituita da gruppo elettrogeno alimentato a gas metano (cogeneratore);
- unità di produzione di acqua refrigerata (gruppo ad assorbimento);
- torre di raffreddamento a servizio macchina ad assorbimento.

Dal punto di vista delle immissioni rumorose il gruppo elettrogeno (cogeneratore) alimentato da un motore endotermico risulta essere il componente più rumoroso.

Vista la vicinanza dei ricettori è stato fatto un primo calcolo per valutare se una barriera acustica potesse essere sufficiente ad abbattere le immissioni a livelli accettabili per i ricettori circostanti.

I dati di seguito riportati sono stati desunti dalle schede tecniche di cogeneratori attualmente in commercio e prodotti da case di primaria importanza.

Il motore endotermico avrà almeno 10 cilindri con un regime di rotazione non superiore a 1.500 rpm e, secondo il dimensionamento preliminare del progetto, al 100% del carico elettrico con una potenza termica introdotta compresa nell'intervallo 1.400-1.500 kW termici, sarà in grado di consentire il recupero di 650 – 700 kWt.

I dati acustici di partenza che si useranno per il progetto sono i dati acustici di targa di un gruppo elettrogeno individuato secondo quanto precedentemente riportato (Tabella 2).

Esso sarà posizionato, come detto, nello spazio esterno scoperto, in prossimità dei locali tecnici elettrici che ospitano i gruppi elettrogeni e la cabina di trasformazione, al livello -4.50 m rispetto al livello dell'ingresso principale.

**Tabella 2:** Dati acustici della macchina

*pressione sonora di picco del motore e generatore misurato in campo libero a 1m di distanza dal perimetro del gruppo*

Frequenza	Livello di pressione sonora @ 1 metro
Hz	dB(A)
63	87
125	89
250	91
500	93
1000	93
2000	92
4000	89
8000	95
<b>Larga Banda</b>	<b>99</b>

*n.b. – il livello di pressione sonora allo sbocco gas di scarico motore misurato in campo libero a 1 m di distanza dalla bocca è pari a 122 dB(A)*

In Tabella 3 sono riportati i calcoli predittivi di immissione acustica. In Tabella si è proceduto a verificare l'abbattimento delle immissioni con l'istallazione di una barriera fono isolante. Il risultato è che, anche con l'istallazione della barriera, non si soddisfano le condizioni di accettabilità ( $L_{pc} = 63,6$  dBA).

**Tabella 3**

Calcolo predittivo della propagazione sonora del gruppo elettrogeno a 10 metri con e senza barriera.

MACCHINA NON INSONORIZZATA				Calcolo predittivo dal centro acustico delle macchine per un ricettore a <b>10</b> metri								Globali
				Frequenza Nominale in Banda di Ottava								[dB]
				[dB]								
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
LW	Livello di pressione a 1 m		1	87,00	89,00	91,00	93,00	93,00	92,00	89,00	95,00	99,82
Lp	Livello di pressione a 10 m senza Barriera		10 metri	67,00	69,00	71,00	73,00	73,00	72,00	69,00	75,00	79,82
$\Delta d$	Attenuazione dovuta alla distanza		10 metri	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	
$\lambda$	Lunghezza d'onda	$\lambda$ [m]		5,50	2,80	1,40	0,70	0,35	0,17	0,09	0,04	
H	Altezza Barriera		5									
H/ $\lambda$				0,91	1,79	3,57	7,14	14,29	29,41	55,56	125,00	
A		2,5										
B		9,5										
C		10										
$\delta$		2,0										
N				0,73	1,43	2,86	5,71	11,43	23,53	44,44	100,00	
$\Delta b$	Attenuazione dovuta alla Barriera			11,84	14,57	17,54	20,55	23,56	26,70	29,46	32,98	
Lp C	Livello di pressione a 10 mt con Barriera		10 metri	55,16	54,43	53,46	52,45	49,44	45,30	39,54	42,02	63,61

Per tale ragione è opportuno dotarsi un container adatto all'installazione all'aperto che al suo interno ospiterà tutta l'impiantistica di produzione elettrica, scambio e recupero del calore al fine di insonorizzare l'emissione sonora del motore endotermico e dei suoi accessori.

I dati di targa di alcuni fornitori di Container forniscono solamente i livelli di abbattimento globale, senza la distribuzione in frequenza, essenziale per il calcolo predittivo. Nella fattispecie i container insonorizzati utilizzati per il calcolo sono in grado di abbattere la rumorosità sin a valori inferiori a 75 dB(A) ad 1 metro e 62 dB(A) a 7 metri, mentre i cassoni di ingresso ed espulsione dell'aria, necessaria al processo della combustione ed alla ventilazione del locale, aria avranno emissione sonora non superiore a 62 dB(A) a 5 metri.

In tabella 4 sono riportati i calcoli relativamente al contributo dell'abbattimento acustico del container.

**Tabella 4**

Simulazione dello spettro del Livello di Pressione Sonora a 1 m dalla macchina con CONTAINER

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	68	69	70	70	65	62	57	61

In Tabella 5 sono riportati i calcoli predittivi di immissione acustica con il motore endotermico inserito all'interno del container (MACCHINA INSONORIZZATA). Anche in questo caso, utilizzando solamente il container non si riesce ad ottenere livelli di pressione acustica accettabili ( $L_p = 55,1$  dBA) e quindi è necessario prevedere anche una barriera fonoisolante ( $L_{pc} = 42,9$  dBA).

Tabella 5

Calcolo predittivo della propagazione sonora del gruppo elettrogeno a 10 metri con e senza barriera fonoisolante .

MACCHINA INSONORIZZATA CON CONTAINER				Calcolo predittivo dal centro acustico delle macchine per un ricettore a 10 metri								Globali	
				Frequenza Nominale in Banda di Ottava								[dB]	
				[dB]									
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
LW	Livello di pressione a 1 m			1	68,00	69,00	70,00	70,00	65,00	62,00	57,00	61,00	75,10
Lp	Livello di pressione a 10 m senza Barriera			10 metri	48,00	49,00	50,00	50,00	45,00	42,00	37,00	41,00	55,10
$\Delta d$	Attenuazione dovuta alla distanza			10 metri	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	-20,00	
$\lambda$	Lunghezza d'onda			$\lambda$ [m]	5,50	2,80	1,40	0,70	0,35	0,17	0,09	0,04	
H	Altezza Barriera			5									
H/ $\lambda$					0,91	1,79	3,57	7,14	14,29	29,41	55,56	125,00	
A				2,5									
B				9,5									
C				10									
$\delta$				2,0									
N					0,73	1,43	2,86	5,71	11,43	23,53	44,44	100,00	
$\Delta b$	Attenuazione dovuta alla Barriera				11,84	14,57	17,54	20,55	23,56	26,70	29,46	32,98	
Lp C	Livello di pressione a 10 m con Barriera			Lp C 10 metri	36,16	34,43	32,46	29,45	21,44	15,30	7,54	8,02	42,88

Solamente con ambedue le soluzioni (container e barriera) si ottiene un Lpc (livello di pressione sonora) accettabile pari a 42,9 dB(A) a circa 10 metri dalla sorgente di rumore.

La barriera dovrà avere un potere fonoisolante  $R_w$  di almeno 27 dB, dovrà avere la superficie rivolta verso le macchine (superficie interna) fonoassorbente e dovrà essere costituita da pannelli opportunamente sigillati tra loro, “senza spifferi”. Ulteriori valori di  $R_w$  sono indifferenti per l’obiettivo prefissato di progetto. Infatti per valori di  $R_w$  maggiori di 30 dB la quota di energia sonora che la attraversa è normalmente trascurabile rispetto a quella che la “agira” per diffrazione di conseguenza l’attenuazione sonora presso il ricettore dipende dalla geometria sorgente-barriera-ricettore.

La notevole altezza della barriera è necessaria per minimizzare la trasmissione sonora verso i ricettori a causa del fenomeno di diffrazione delle onde sonore. Tale fenomeno consiste nel fatto che l’energia sonora incidente sulla sommità della barriera viene “sarpagliata” nello spazio; in altre parole la direzione di propagazione della energia sonora cambia in prossimità della sommità della barriera riuscendo così a “scavalcare” l’ostacolo ed a propagarsi nel resto dello spazio.

In Figura 1 è rappresentata una sezione della Barriera.

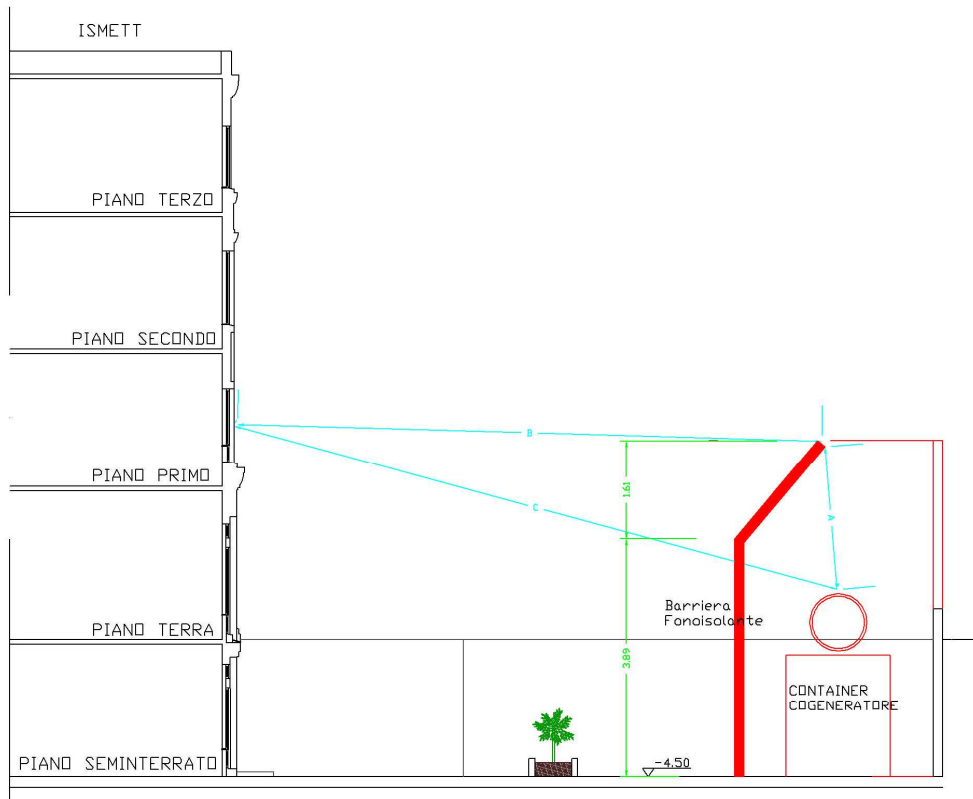
In Figura 2 è rappresentata una vista in pianta da cui si evince la forma a “C” della Barriera Fonoisolante.

## 6.5 Criteri di dimensionamento della barriera acustica

Un ostacolo può essere considerato una barriera acustica vera e propria se:

- ha un’altezza sufficiente a bloccare la linea di vista sorgente-osservatore;

- la sua lunghezza proiettata sulla normale alla linea di vista è maggiore della lunghezza d'onda;
- la sua superficie è continua, senza fessure ne interruzioni;
- la sua massa superficiale è almeno  $10 \text{ kg/m}^2$ .



**Figura 1** Sezione della Barriera e riferimenti A, B, C

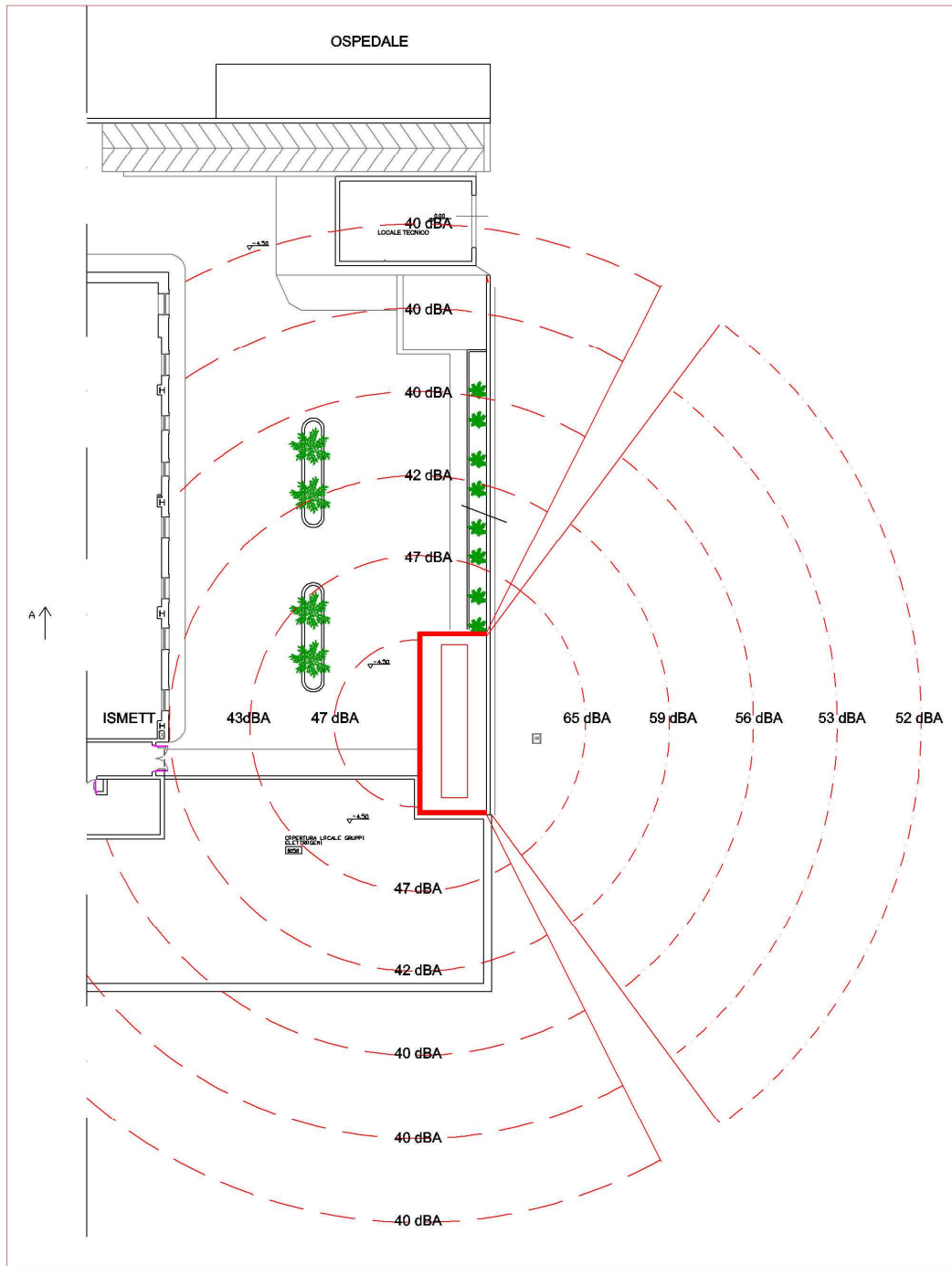


Figura 2 Pianta con indicazione della forma a "C" della Barriera



## 6.6 Conclusioni

Le Tabelle 3 e 5 mostrano che con il container e la barriera fonoisolante proposta è possibile ottenere elevati abbattimenti della energia sonora fino ad ottenere Livelli di Pressione Sonora al di sotto dei 43 dBA ad una distanza minima di circa 10 metri dal centro acustico delle macchine. In ogni tabella i parametri A, B e C riguardano le relazioni geometriche tra sorgente, barriera e ricevitore utili al calcolo predittivo mentre il valore previsto del Livello di Pressione Sonora ponderato A è rappresentato in grassetto, in basso a destra nella riga Lp C. Viene riportato inoltre, nella riga Lp, il valore previsto del Livello di Pressione Sonora ponderato A in assenza di barriera.

Il posizionamento geometrico della barriera può essere adattato ad eventuali esigenze costruttive in fase di progettazione esecutiva.

Per il futuro e corretto dimensionamento della barriera acustica sarà opportuno e necessario effettuare misure in situ dopo l'installazione del Container per valutarne lo spettro del Livello di Pressione Sonora rispettivamente a 1 metro ed in prossimità dei ricettori sensibili.

Questi spettri verranno utilizzati nel calcolo predittivo dell'attenuazione dell'energia sonora introdotta dalla barriera ad una certa distanza dalle macchine.

## 6.7 Limiti del calcolo previsionale

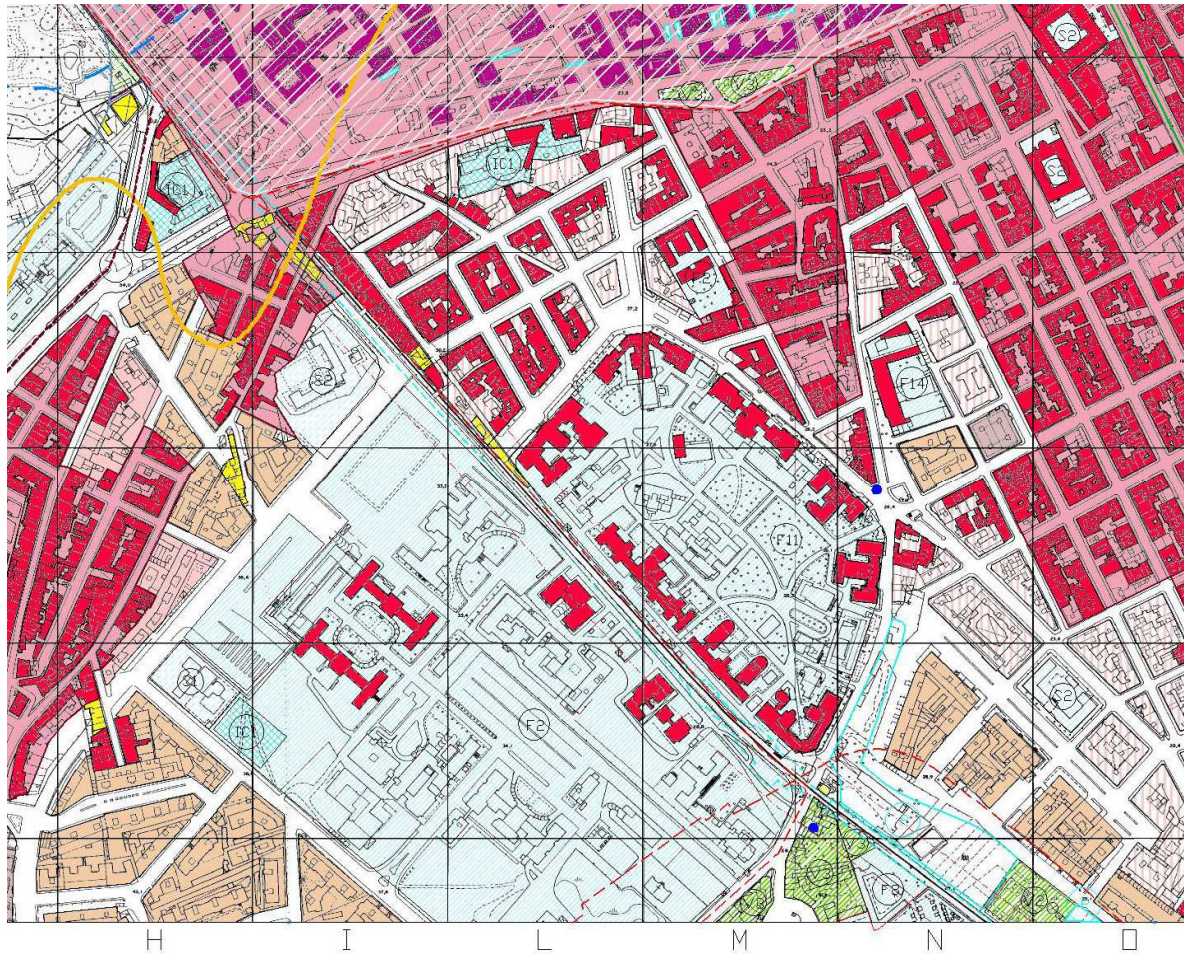
Le formule fin ora esposte riescono a dare valide previsioni solo per barriere non alte più di 5 metri e per sorgenti e ricettori la cui altezza dal suolo sia maggiore della radice quadrata della sua distanza dalla barriera, nel caso contrario il metodo di calcolo non è stato validato da misurazioni su esempi reali.

*Allegati:*

*All. 1 Stralcio della Variante PRG del Comune di Palermo*

*All. 2 Stralcio della Zonizzazione Acustica*

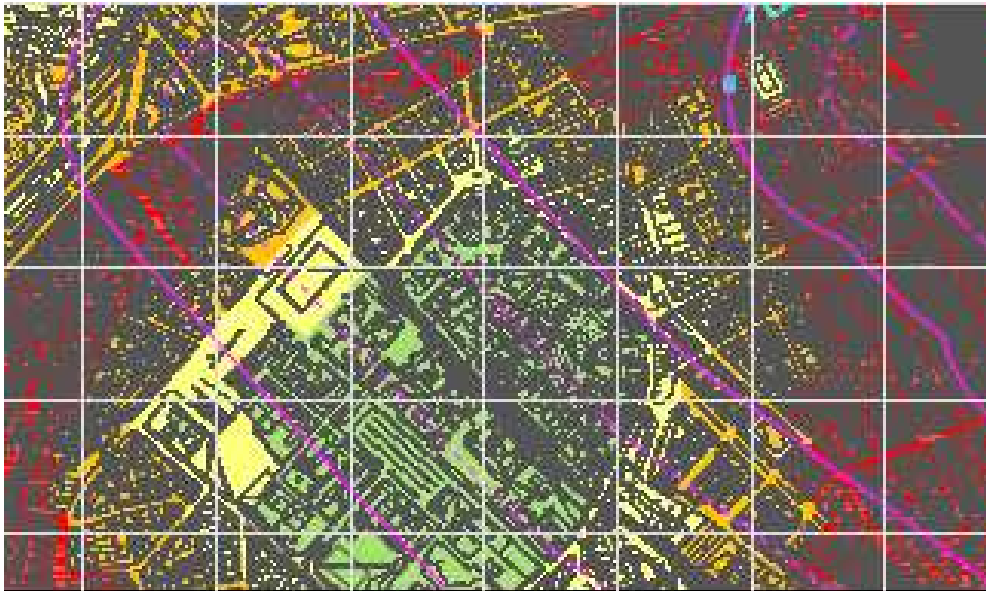
All. 1 Stralcio della Variante PRG del Comune di Palermo


















**LEGENDA**  
**ZONIZZAZIONE**

<p><b>Zone "A"</b></p> <p><b>A1</b> Manifesti storici e relative pertinenze e foci di rilevante pregio storico ed ambientale.</p> <p><b>A2</b> Tessuti urbani storici.</p> <p><b>Zone "B"</b></p> <p><b>B0a</b> Aree urbane che ricompongono e perfezionano l'imparto urbanistico delle zone A2 fasce parti del centro urbano di Palermo.</p> <p><b>B0b</b> Aree urbane che ripropongono e perfezionano l'imparto urbanistico delle zone A2 fasce parti delle scoglie.</p> <p><b>B1</b> Aree urbane caratterizzate da edilizia residenziale a bassa densità con tipologia a casa unifamiliare.</p> <p><b>B2</b> Aree urbane caratterizzate da edilizia residenziale con densità pari o inferiore a 40mq/m.</p> <p><b>B3</b> Aree urbane caratterizzate da edilizia residenziale con densità superiore a 40mq/m.</p> <p><b>B4a</b> Parti di territorio urbanizzate sulla base di piani di edilizia economica e popolare o sovvenzionate realizzate fino agli anni 50.</p> <p><b>B4b</b> Parti di territorio urbanizzate sulla base di piani di edilizia economica e popolare o sovvenzionate realizzate dopo gli anni 50.</p> <p><b>B5</b> Parti di territorio agricole che hanno subito rinascita ed edilizia.</p> <p><b>Zone "C"</b></p>	<p><b>D2</b> Nuova area per insediamenti Produttivi da sottoporre a P.I.P. o P.E.</p> <p><b>Zone "E"</b></p> <p><b>E1</b> Parti di territorio prevalentemente pianeggianti caratterizzate da culture agricole.</p> <p><b>E2</b> Parti di territorio prevalentemente collinari caratterizzati da vegetazione di tipo spontaneo.</p> <p><b>Zone "F"</b> <b>Spazi ed Interesse Pubblico di Interesse Generale</b></p> <p><b>F1</b> Istituti di istruzione secondaria superiore</p> <p><b>F2</b> Ospedali, luoghi di cura, presidi sanitari e medicine di base.</p> <p><b>F3</b> Attrezzature sportive</p> <p><b>F4</b> Parchi urbani e territoriali</p> <p><b>F5</b> Mercati generali</p> <p><b>F6</b> Musei</p> <p><b>F7</b> Servizi giudiziari e penitenziari</p> <p><b>F8</b> Caserri</p> <p><b>F9</b> Casa espositiva</p> <p><b>F10</b> Caserme e aree militari</p> <p><b>F11</b> Università</p> <p><b>F12</b> Attrezzature museali, culturali ed espos.</p> <p><b>F13</b> Musei tecnologici</p> <p><b>F14</b> Attrezzature assistenziali</p> <p><b>F15</b> Uffici e sedi direzionali sovcomunitari</p> <p><b>F16</b> Aree ferroviarie o portuali</p> <p><b>F17</b> Aeroporto</p> <p><b>F18</b> Discariche R.S.U. o speciali</p> <p><b>F19</b> Luna park.</p> <p><b>F20</b> Aree dismesse</p> <p><b>F21</b> Autostazione</p> <p><b>F22</b> Deposito ferroviario</p> <p><b>F23</b> Laboratorio di sismologia speciale</p> <p><b>F24</b> Istituto Universitario Zoologico</p>
---	--

Allegato 2  
Stralcio del Piano di zonizzazione acustica del Comune di Palermo (PA)



### Legenda

<b>CLASSI ACUSTICHE</b> (ai sensi D.P.C.M. 14/11/97)		<b>FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA</b> <b>INFRASTRUTTURE FERROVIARIE</b> (ai sensi D.P.R. 18/11/98)	
	Classe I: <i>limite diurno 50 dB(A), notturno 40 dB(A)</i>		Fascia A di rispetto ferrovia
	Classe II: <i>limite diurno 55 dB(A), notturno 45 dB(A)</i>		Fascia B di rispetto ferrovia
	Classe III: <i>limite diurno 60 dB(A), notturno 50 dB(A)</i>	<b>FASCE DI PERTINENZA ACUSTICA</b> <b>INFRASTRUTTURE STRADALI</b> (ai sensi D.P.R. 30/4/2004 n.142)	
	Classe IV: <i>limite diurno 65 dB(A), notturno 55 dB(A)</i>		Fascia A di rispetto autostrada
	Classe V: <i>limite diurno 70 dB(A), notturno 60 dB(A)</i>		Fascia B di rispetto autostrada
	Classe VI: <i>limite diurno 70 dB(A), notturno 70 dB(A)</i>		Fascia A di rispetto strada extraurbana
	Discontinuità classe acustica		Fascia B di rispetto strada extraurbana
	Identificativo discontinuità classe acustica		Fascia di rispetto strada urbana di scorrimento

Il Progettista

