

**RAPPORTO DI PROVA N. 367252**  
*TEST REPORT No. 367252*

Cliente / Customer

**NAV-SYSTEM S.p.A.**

Piazzale Piero Sraffa, 45 - 47521 CESENA (FC) - Italia

Oggetto / Item\*

**copertura denominata "SUN 100"**  
*roof named "SUN 100"*

Attività / Activity

**misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per  
via aerea secondo la norma UNI EN ISO 10140-2:2010**  
*laboratory measurements of airborne sound insulation in  
accordance with standard UNI EN ISO 10140-2:2010*

Risultati / Results

**$R_w(C, C_{tr}) = 30 (-1, -3) \text{ dB}$**

Commessa:

Order:  
81413

Provenienza dell'oggetto:

Item origin:  
campionato e fornito dal cliente  
*sampled and supplied by the customer*

Identificazione dell'oggetto in accettazione:

Identification of item received:  
2019/2161/D del 6 settembre 2019  
*2019/2161/D dated 6 September 2019*

Data dell'attività:

Activity date:  
25 ottobre 2019  
*25 October 2019*

Luogo dell'attività:

Activity site:  
Istituto Giordano S.p.A. - Strada Erbosa Uno, 78 -  
47043 Gatteo (FC) - Italia

Indice	Pagina
Descrizione dell'oggetto*	2
Riferimenti normativi	4
Apparecchiature	5
Modalità	6
Incertezza di misura	8
Condizioni ambientali	8
Risultati	9
Contents	Page
Description of item*	2
Normative references	4
Apparatus	5
Method	6
Uncertainty of measurement	8
Environmental conditions	8
Results	9

Il presente documento è composto da n. 10 pagine e n. 1 allegato (in formato bilingue (italiano e inglese), in caso di dubbio è valida la versione in lingua italiana) e non può essere riprodotto parzialmente, estrapolando parti di interesse a discrezione del cliente, con il rischio di favorire una interpretazione non corretta dei risultati, fatto salvo quanto definito a livello contrattuale.

I risultati si riferiscono solo all'oggetto in esame, così come ricevuto, e sono validi solo nelle condizioni in cui l'attività è stata effettuata.

L'originale del presente documento è costituito da un documento informatico firmato digitalmente ai sensi della Legislazione Italiana applicabile.

*This document is made up of 10 pages and 1 annex (in a bilingual format (Italian and English), in case of dispute the only valid version is the Italian one) and shall not be reproduced except in full without extrapolating parts of interest at the discretion of the customer, with the risk of favouring an incorrect interpretation of the results, except as defined at contractual level.*

*The results relate only to the item examined, as received, and are valid only in the conditions in which the activity was carried out. The original of this document consists of an electronic document digitally signed pursuant to the applicable Italian Legislation.*

Responsabile Tecnico di Prova: / Chief Test Technician:

Geom. Omar Nanni

Responsabile del Laboratorio di Acustica e

Vibrazioni: / Head of Acoustics and Vibrations Laboratory:

Dott. Ing. Roberto Baruffa

Compilatore: / Compiler: Agostino Vasini

Revisore: / Reviewer: Geom. Omar Nanni

Pagina 1 di 10 / Page 1 of 10



(\*) secondo le dichiarazioni del cliente.  
*according to that stated by the customer.*

Bellaria-Igea Marina - Italia, 27 novembre 2019  
*Bellaria-Igea Marina - Italy, 27 November 2019*

L'Amministratore Delegato  
*Chief Executive Officer*  
(Dott. Arch. Sara Lorenza Giordano)



Firmato digitalmente da SARA LORENZA GIORDANO



LAB N° 0021 L

## Descrizione dell'oggetto\*

### Description of item\*

L'oggetto in esame è costituito da una copertura in pannelli sandwich, avente le caratteristiche fisiche riportate nella seguente tabella.

The item under examination consists of a roof in sandwich panels, having the physical characteristics stated in the following table.

<b>Larghezza rilevata</b> <i>Measured width</i>	5100 mm
<b>Altezza rilevata</b> <i>Measured height</i>	3350 mm
<b>Spessore rilevato</b> <i>Measured thickness</i>	100 mm
<b>Superficie acustica utile (5130 mm × 3155 mm)</b> <i>Effective acoustic surface</i>	16,19 m <sup>2</sup>
<b>Massa unitaria (determinazione analitica)</b> <i>Mass per unit area (analytical determination)</i>	18,8 kg/m <sup>2</sup>

L'oggetto, in particolare, è composto da una serie di pannelli isolanti autoportanti a doppio rivestimento con paramenti metallici; ogni pannello è stratificato nel seguente modo:

- lamiera piena e microgrecata in acciaio zincato preverniciato, spessore nominale 0,5 mm;
- lana di roccia lamellare a fibra orientata perpendicolare alle facce del pannello, densità nominale 100 kg/m<sup>3</sup>;
- lamiera piena e microgrecata in acciaio zincato preverniciato, spessore nominale 0,5 mm.

Le lamiere e la lana di roccia sono state incollate mediante adesivo poliuretano.

L'oggetto è prodotto dal cliente ed è stato montato nell'apertura di prova a cura del personale dell'Istituto Giordano.

More specifically, the item consists of a series of self-supporting double-covering insulating panels with metal facings; each panel is layered as follows:

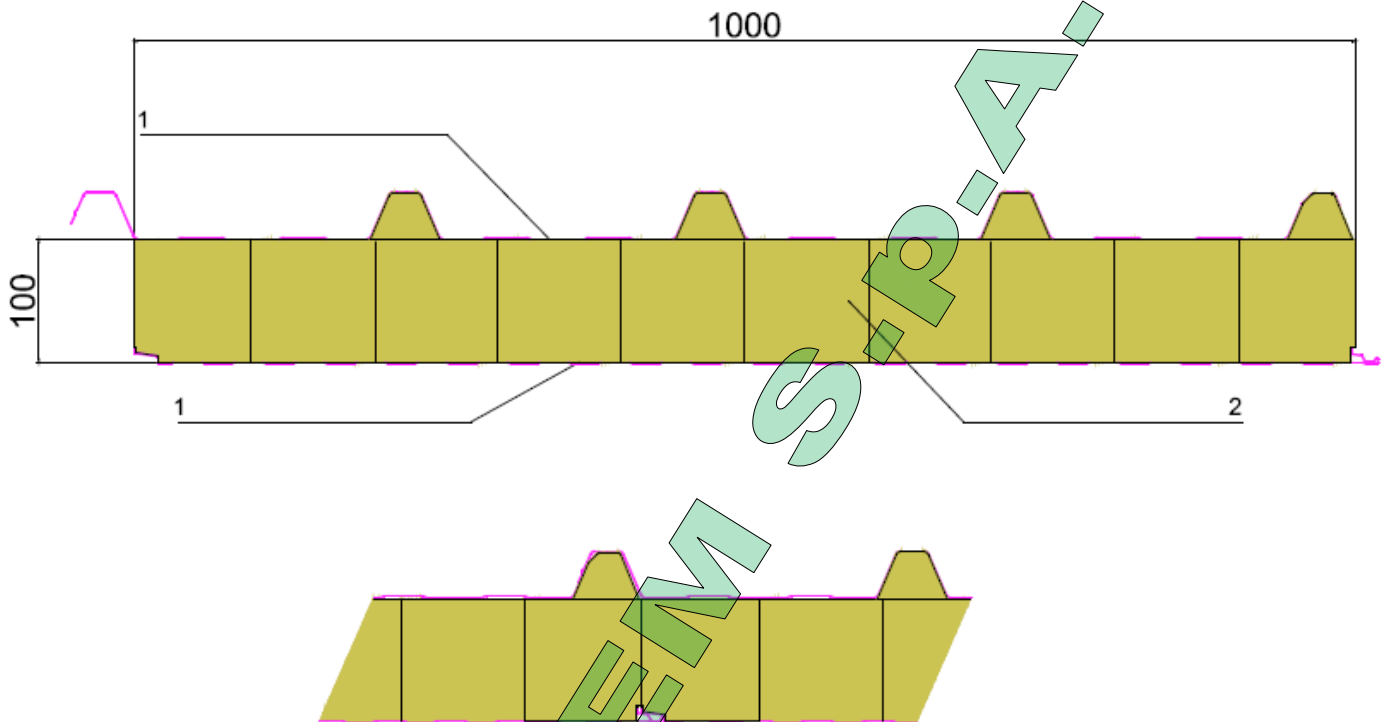
- microribbed, pre-painted galvanized steel sheet, nominal thickness 0,5 mm;
- lamellar mineral wool fiber oriented perpendicular to the faces of the panel, nominal density 100 kg/m<sup>3</sup>;
- microribbed, pre-painted galvanized steel sheet, nominal thickness 0,5 mm.

The steel sheets and mineral wool are glued using a polyurethane adhesive.

The item is manufactured by the customer and it was mounted in the test opening by Istituto Giordano staff.

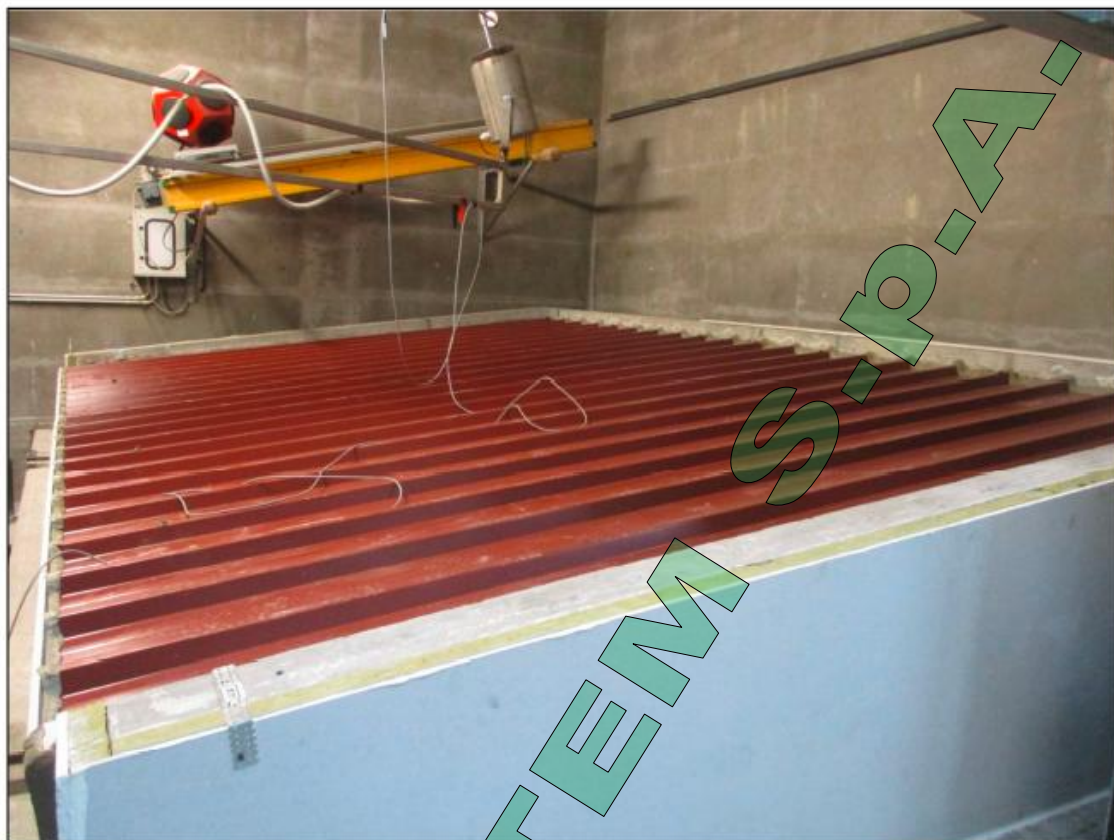
(\*) secondo le dichiarazioni del cliente, ad eccezione delle caratteristiche espressamente indicate come rilevate. Istituto Giordano declina ogni responsabilità sulle informazioni e sui dati forniti dal cliente che possono influenzare i risultati.  
 according to that stated by the customer, apart from characteristics specifically stated to be measurements. Istituto Giordano declines all responsibility for the information and data provided by the customer that may influence the results.

**DISEGNI SCHEMATICI DELL'OGGETTO (FORNITI DAL CLIENTE)**  
SCHEMATIC DRAWINGS OF THE ITEM (SUPPLIED BY THE CUSTOMER)



**LEGENDA**  
KEY

Simbolo Symbol	Descrizione Description
1	lamiera zincata preverniciata, spessore nominale 0,5 mm <i>pre-painted galvanized steel sheet, nominal thickness 0,5 mm</i>
2	lana di roccia, densità nominale 100 kg/m <sup>3</sup> <i>mineral wool, nominal density 100 kg/m<sup>3</sup></i>



**Fotografia dell'oggetto**  
*Photograph of item*

**Riferimenti normativi**

*Normative references*

<b>Norma</b> <i>Standard</i>	<b>Titolo</b> <i>Title</i>
UNI EN ISO 10140-2:2010	Acustica - Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio - Parte 2: Misurazione dell'isolamento acustico per via aerea <i>Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation</i>
UNI EN ISO 717-1:2013	Acustica - Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Isolamento acustico per via aerea <i>Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation</i>





LAB N° 0021 L

## Apparecchiature

### Apparatus

Descrizione <i>Description</i>
Amplificatore di potenza 2000 W modello "EP2000" della ditta Behringer <i>Behringer "EP2000" 2000 W power amplifier</i>
Equalizzatore digitale a terzi d'ottava modello "DEQ2496" della ditta Behringer <i>Behringer "DEQ2496" digital 1/3-octave equaliser</i>
Diffusore acustico dodecaedrico mobile con percorso rettilineo, lunghezza 1,6 m e inclinazione 15°, posizionato nella camera emittente <i>Portable dodecahedron speaker with line-of-sight path, length 1,6 m and 15° tilt, positioned in the source room</i>
Diffusore acustico dodecaedrico fisso posizionato nella camera ricevente <i>Fixed dodecahedron speaker positioned in the receiving room</i>
N. 2 aste microfoniche rotanti con percorso circolare, raggio 1 m e inclinazione 30° <i>No. 2 rotating microphone booms with sweep radius 1 m and 30° tilt</i>
N. 2 microfoni $\varnothing$ 1/2", con preamplificatore, modello "46AR" della ditta G.R.A.S. <i>No. 2 G.R.A.S. "46AR" 1/2" microphones, with preamplifier</i>
Analizzatore a n. 4 canali in tempo reale modello "Soundbook" della ditta Sinus <i>Sinus "Soundbook" 4-channel real-time analyser</i>
Calibratore per la calibrazione dei microfoni modello "CAL200" della ditta Larson Davis <i>Larson Davis "CAL200" acoustic calibrator for microphone calibration</i>
N. 2 termoigrometri modello "HD206-1" della ditta Delta Ohm <i>No. 2 Delta Ohm "HD206-1" thermohygrometers</i>
Barometro modello "UZ001" della ditta Brüel & Kjær <i>Brüel &amp; Kjær "UZ001" barometer</i>
Bilancia a piattaforma elettronica modello "VB 150 K 50LM" della ditta Kern <i>Kern "VB 150 K 50LM" electronic platform scale</i>
Fettuccia metrica modello "Tri-Matic 5m/19mm" della ditta Sola <i>Sola "Tri-Matic 5 m/19 mm" metric tape measure</i>
Misuratore di distanza laser modello "DLE 50 Professional" della ditta Bosch <i>Bosch "DLE 50 Professional" laser range finder</i>
Vasca forata per la generazione della pioggia artificiale realizzata in policarbonato, dimensioni interne 1250 mm x 1300 mm x 280 mm, spessore della lastra inferiore forata 10 mm e diametro dei n. 100 fori pari a 1 mm <i>Perforated tank for artificial rainfall production realized in polycarbonate, internal dimensions 1250 mm x 1300 mm x 280 mm, thickness of lower perforated board 10 mm and NO. 100 holes diameter 1 mm</i>
Termocoppia modello "T/CK (ch-al)" della ditta Italcoppie <i>Italcoppie "T/CK (ch-al)" thermo-couple</i>
Misuratore di portata d'acqua modello "E5-2600/H" della ditta ASA <i>ASA "E5-2600/H" water flow meter</i>
Bilancia elettronica "WLC 20/A2" della ditta Radwag <i>Radwag "WLC 20/A2" electronic scale</i>
Cronometro "Sport Timer" della ditta RS <i>RS "Sport Timer" chronometer</i>
Livella elettronica modello "DNM 60L" della ditta Bosch <i>Bosch "DNM 60L" electronic level</i>

## Modalità

### Method

La prova è stata eseguita utilizzando la procedura interna di dettaglio PP017 nella revisione vigente alla data della prova. L'ambiente di prova è costituito da:

- “camera emittente”, contenente la sorgente di rumore e con volume “ $V_S$ ”,
- “camera ricevente”, caratterizzata mediante l'area di assorbimento acustico equivalente e con volume “ $V$ ”.

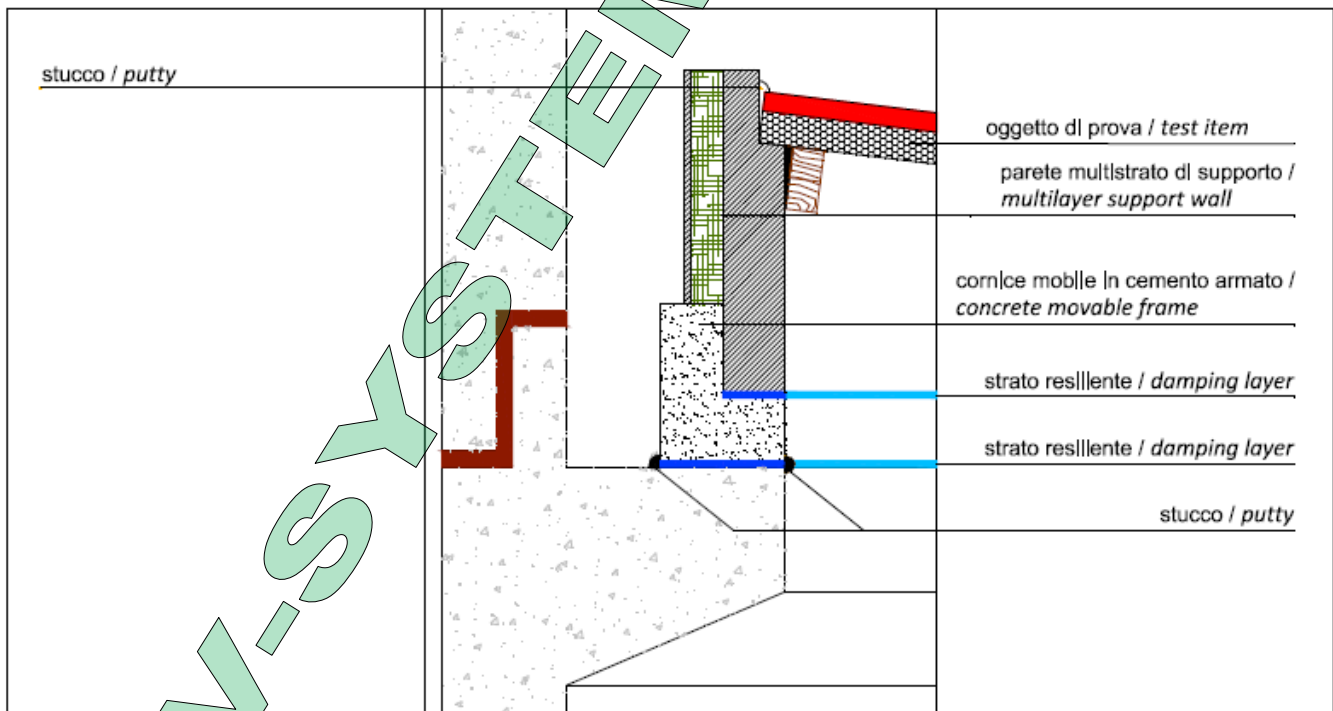
L'oggetto, dopo essere stato condizionato per almeno 24 h all'interno degli ambienti di misura, è stato installato nell'apertura di prova posta tra le due camere secondo le modalità riportate nel disegno seguente.

*The test was carried out using detailed internal procedure PP017 in its current revision at testing date.*

*The test environment consists of:*

- “source room”, containing the noise source and with volume “ $V_S$ ”;
- “receiving room”, characterised acoustically by the equivalent sound absorption area and with volume “ $V$ ”.

*The item, after being conditioned for at least 24 h inside measurement environment, was installed in the test opening between the two rooms, as shown in the following drawing.*



### Particolare del posizionamento dell'oggetto nell'apertura fra le due camere dell'ambiente di prova

*Close-up of item positioning in the opening between the two rooms of the test environment*

Nell'intervallo di bande di  $\frac{1}{3}$  d'ottava compreso tra 100 Hz e 5000 Hz, il potere fonoisolante “R” è stato calcolato utilizzando la formula seguente:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

dove:  $L_1$  = livello medio di pressione sonora nella camera emittente, in dB, generato con rumore rosa;

$L_2$  = livello medio di pressione sonora nella camera ricevente, in dB, corretto del rumore di fondo e calcolato utilizzando la formula seguente:



LAB N° 0021 L

$$L_2 = 10 \log [10^{\frac{L_{2b}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}}]$$

dove:  $L_{2b}$  = livello medio di pressione sonora combinato del segnale e del rumore di fondo, in dB;

$L_b$  = livello medio del rumore di fondo, in dB;

se la differenza dei livelli [ $L_{2b} - L_b$ ] è inferiore a 6 dB, viene applicata una correzione massima pari a 1,3 dB e il corrispondente valore di "R" è da considerarsi come un valore limite della misurazione;

S = superficie utile di misura dell'oggetto in prova, in m<sup>2</sup>;

A = area di assorbimento acustico equivalente della camera ricevente, in m<sup>2</sup>, calcolata utilizzando la formula seguente:

$$A = \frac{0,16 \cdot V}{T}$$

dove: V = volume della camera ricevente, in m<sup>3</sup>;

T = tempo di riverberazione, in s.

In accordo con la procedura riportata nella norma UNI EN ISO 717-1 sono stati calcolati:

- indice di valutazione "R<sub>w</sub>" del potere fonoisolante "R", in dB, pari al valore della curva di riferimento a 500 Hz;
- termine correttivo "C" da sommare a "R<sub>w</sub>" con spettro in sorgente relativo a rumore rosa ponderato A;
- termine correttivo "C<sub>tr</sub>" da sommare a "R<sub>w</sub>" con spettro in sorgente relativo a rumore da traffico ponderato A.

La prova è stata eseguita subito dopo l'allestimento dell'oggetto.

*In the 1/3-octave frequency range 100 Hz to 5000 Hz, the sound reduction index "R" was calculated using the following equation:*

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A}$$

where:  $L_1$  = average sound pressure level in the source room, in dB, generated by pink noise;

$L_2$  = average sound pressure level in the receiving room, in dB, adjusted for background noise and calculated using the following equation:

$$L_2 = 10 \log [10^{\frac{L_{2b}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}}]$$

where:  $L_{2b}$  = combined average sound pressure level of signal and background noise, in dB;

$L_b$  = average background noise level, in dB;

if the difference between the levels [ $L_{2b} - L_b$ ] is less than 6 dB, a maximum correction of 1,3 dB is applied and the corresponding value of "R" shall be considered a measurement limit value;

S = effective measuring surface of test item, in m<sup>2</sup>;

A = equivalent sound absorption area in the receiving room, in m<sup>2</sup>, in turn calculated using the following equation:

$$A = \frac{0,16 \cdot V}{T}$$

where: V = receiving room volume, in m<sup>3</sup>;

T = reverberation time, in s.

*In accordance with the method specified by standard UNI EN ISO 717-1 were calculated:*

- single-number quantity "R<sub>w</sub>" of the sound reduction index "R", in dB, equal to the value of the reference curve at 500 Hz;
- adaptation term "C" to be added to "R<sub>w</sub>" with source spectrum for A-weighted pink noise;
- adaptation term "C<sub>tr</sub>" to be added to "R<sub>w</sub>" with source spectrum for A-weighted traffic noise.

*The test was carried out immediately after completion of item preparation.*





LAB N° 0021 L

## Incertezza di misura

### Uncertainty of measurement

L'incertezza di misura è stata determinata in accordo con la guida JCGM 100:2008 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", individuando per ciascuna frequenza il numero di gradi di libertà effettivi " $v_{\text{eff}}$ " e l'incertezza estesa " $U$ " del valore del potere fonoisolante " $R$ ", stimata con fattore di copertura " $k$ " relativo a un livello di fiducia pari al 95 %. L'incertezza di misura dell'indice di valutazione " $U(R_w)$ " è stimata con fattore di copertura  $k = 2$  relativo a un livello di fiducia pari al 95 % utilizzando la procedura di calcolo riportata nell'allegato B della norma UNI EN ISO 12999-1:2014 "Acustica - Determinazione e applicazione dell'incertezza di misurazione nell'acustica in edilizia - Parte 1: Isolamento acustico".

*Uncertainty of measurement was determined in accordance with guide JCGM 100:2008 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", by calculating for each frequency the number of effective degrees of freedom " $v_{\text{eff}}$ " and expanded uncertainty " $U$ " of the sound reduction index " $R$ ", using a coverage factor " $k$ " representing a confidence level of 95 %. Uncertainty of measurement of the single-number quantity " $U(R_w)$ " is calculated with a coverage factor  $k = 2$  representing a confidence level of 95 % using the calculation procedure stated in the Annex B standard UNI EN ISO 12999-1:2014 "Acoustics - Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics - Part 1: Sound insulation.*

## Condizioni ambientali

### Environmental conditions

	<b>Camera emittente</b> <i>Source room</i>	<b>Camera ricevente</b> <i>Receiving room</i>
<b>Pressione atmosferica "p"</b> <i>Atmospheric pressure "p"</i>	(102200 ± 50) Pa	(102200 ± 50) Pa
<b>Temperatura media "t"</b> <i>Average temperature "t"</i>	(22 ± 1) °C	(21 ± 1) °C
<b>Umidità relativa media "RH"</b> <i>Average relative humidity "RH"</i>	(60 ± 5) %	(68 ± 5) %





LAB N° 0021 L

## Risultati

### Results

<b>Frequenza</b> <i>Frequency</i> [Hz]	<b>R</b> [dB]	<b>R<sub>rif</sub></b> [dB]	<b>v<sub>eff</sub></b>	<b>k</b>	<b>U</b> [dB]
100	22,2	11,0	7	2,36	2,6
125	24,2	14,0	6	2,45	2,0
160	24,6	17,0	9	2,26	1,1
200	25,8	20,0	16	2,00	0,9
250	25,9	23,0	8	2,31	0,8
315	26,1	26,0	10	2,23	0,8
400	27,5	29,0	25	2,00	0,5
500	28,5	30,0	21	2,00	0,5
630	28,0	31,0	19	2,00	0,5
800	28,6	32,0	14	2,00	0,4
1000	25,6	33,0	18	2,00	0,4
1250	25,5	34,0	21	2,00	0,4
1600	30,3	34,0	22	2,00	0,4
2000	35,0	34,0	17	2,00	0,4
2500	38,9	34,0	15	2,00	0,4
3150	43,4	34,0	18	2,00	0,4
4000	48,5	34,0	15	2,00	0,4
5000	54,7	34,0	15	2,00	0,4

**Note:** valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

*Notes: evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method.*



LAB N° 0021 L

**Superficie utile di misura dell'oggetto:**

*Item effective measuring surface:*

16,19 m<sup>2</sup>

**Volume delle camere di prova:**

*Volume of test rooms:*

V<sub>s</sub> = 120,6 m<sup>3</sup>

V = 106,3 m<sup>3</sup>

**Indice di valutazione del potere fonoisolante e termini di correzione:**

*Weighted sound reduction index and adaptation terms:*

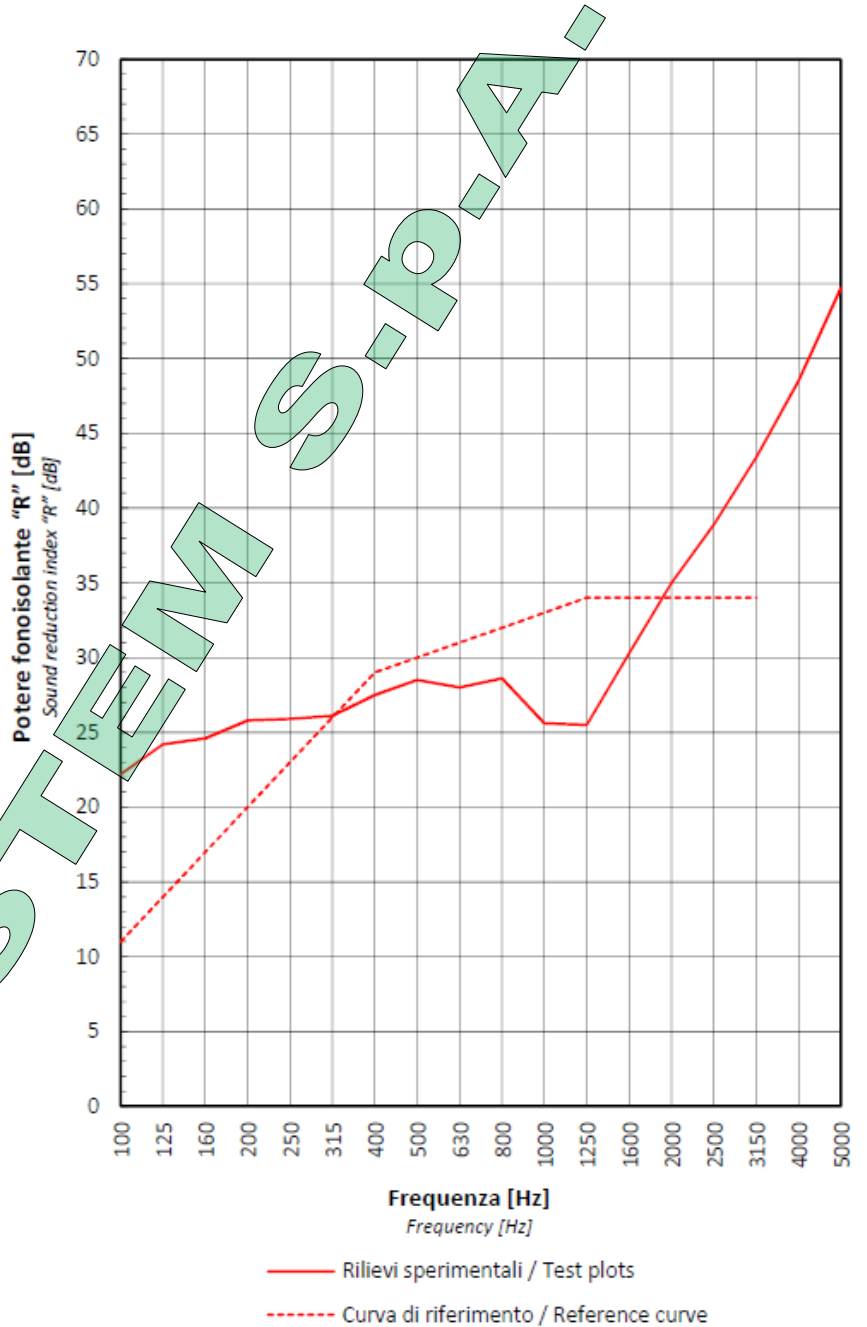
$$R_w (C, C_{tr}) = 30 (-1, -3) \text{ dB}^*$$

(\*) indice di valutazione del potere fonoisolante "R<sub>w</sub>" elaborato procedendo a passi di 0,1 dB e sua incertezza di misura "U(R<sub>w</sub>)":  
*weighted sound reduction index "R<sub>w</sub>" measured in steps of 0,1 dB and its uncertainty of measurement "U(R<sub>w</sub>)":*

$$R_w = (30,3 \pm 0,5) \text{ dB}$$

$$R_w + C = (28,9 \pm 0,5) \text{ dB}$$

$$R_w + C_{tr} = (27,5 \pm 0,5) \text{ dB}$$



Il Responsabile Tecnico di Prova  
*Chief Test Technician*  
(Geom. Omar Nanni)

*Omar Nanni*

Il Responsabile del Laboratorio  
di Acustica e Vibrazioni  
*Head of Acoustics and Vibrations Laboratory*  
(Dott. Ing. Roberto Baruffa)

*Roberto Baruffa*

**ALLEGATO "A"**  
**AL RAPPORTO DI PROVA N. 367252**  
*ANNEX "A" TO TEST REPORT No. 367252*


Cliente / Customer

**NAV-SYSTEM S.p.A.**  
Piazzale Piero Sraffa, 45 - 47521 CESENA (FC) - Italia

Oggetto / Item\*

**copertura denominata "SUN 100"**  
*roof named "SUN 100"*

Attività / Activity



**misurazione in laboratorio del rumore generato da  
pioggia battente secondo le norme  
UNI EN ISO 10140-1:2016 e UNI EN ISO 10140-5:2014**  
*measurement of sound generated by rainfall in accordance with  
standards UNI EN ISO 10140-1:2016 and UNI EN ISO 10140-5:2014*

(\*) secondo le dichiarazioni del cliente.  
*according to that stated by the customer.*

Bellaria-Igea Marina - Italia, 27 novembre 2019  
*Bellaria-Igea Marina - Italy, 27 November 2019*

Commessa:

Order:  
81413

Provenienza dell'oggetto:

Item origin:  
campionato e fornito dal cliente  
*sampled and supplied by the customer*

Identificazione dell'oggetto in accettazione:

Identification of item received:  
2019/2161/D del 6 settembre 2019  
2019/2161/D dated 6 September 2019

Data dell'attività:

Activity date:  
25 ottobre 2019  
25 October 2019

Luogo dell'attività:

Activity site:  
Istituto Giordano S.p.A. - Strada Eribosa Uno, 78 -  
47043 Gatteo (FC) - Italia



## Riferimenti normativi

### Normative references

Norma Standard	Titolo Title
UNI EN ISO 10140-1:2016	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 1: Regole di applicazione per prodotti particolari <i>Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of buildings elements - Part 1: Application rules for specific products</i>
UNI EN ISO 10140-5:2014	Acustica - Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Parte 5: Requisiti per le apparecchiature e le strutture di prova <i>Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of buildings elements - Part 5: Requirements for test facilities and equipment</i>

## Modalità

### Method

Collocato il generatore di pioggia artificiale sull'oggetto e raggiunta una portata di  $(40 \pm 2)$  mm/h, si è provveduto a rilevare in camera ricevente il livello di pressione sonora nell'intervallo di bande di  $\frac{1}{3}$  d'ottava compreso tra 100 Hz e 5000 Hz e a verificare i tempi di riverberazione di quest'ultima nel medesimo campo di lavoro generando il campo sonoro con rumore rosa. Il generatore di pioggia artificiale è stato collocato in n. 3 posizioni differenti.

Il livello di intensità sonora o livello di potenza sonora per unità di area " $L_1$ " irradiato dall'oggetto è stato calcolato utilizzando la formula seguente:

$$L_1 = L_{pr} - 10 \cdot \log \frac{T}{T_0} + 10 \cdot \log \frac{V}{V_0} - 14 - 10 \cdot \log \frac{S_e}{S_0}$$

dove:  $L_{pr}$  = livello medio di pressione sonora nella camera ricevente, espresso in dB, corretto del rumore di fondo e calcolato utilizzando la formula seguente:

$$L_{pr} = 10 \log [10^{\frac{L_{prb}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}}]$$

dove:  $L_{prb}$  = livello medio di pressione sonora combinato del segnale e del rumore di fondo, espresso in dB;

$L_b$  = livello medio del rumore di fondo, espresso in dB;

se la differenza dei livelli [ $L_{prb} - L_b$ ] è inferiore a 6 dB, viene applicata una correzione massima pari a 1,3 dB e il corrispondente valore del livello di intensità sonora " $L_1$ " è da considerarsi come un valore limite della misurazione;

$T$  = tempo di riverberazione misurato nella camera ricevente, espresso in s;

$T_0$  = tempo di riverberazione di riferimento, pari a 1,0 s;

$V$  = volume della camera ricevente, espresso in  $m^3$ ;

$V_0$  = volume di riferimento, pari a  $1 m^3$ ;

$S_e$  = superficie dell'oggetto direttamente eccitata dalla pioggia, espressa in  $m^2$ ;

$S_0$  = superficie di riferimento, pari a  $1 m^2$ ;

Si sono inoltre calcolati i livelli di intensità sonora globale lineare " $L_1$ " e ponderato A " $L_{IA}$ " utilizzando rispettivamente le formule seguenti:

$$L_1 = 10 \log \sum 10^{0,1L_{i1}}$$

$$L_{IA} = 10 \log \sum 10^{0,1[L_{i1} + C_i]}$$

dove:  $C_i$  = correzione da apportare al livello di potenza sonora " $L_{W,i}$ " determinato nella  $i$ -esima banda d'ottava, espressa in dB.

La prova è stata eseguita subito dopo l'allestimento dell'oggetto.

Placed the generation system for artificial rainfall on the item and reached a flow rate of  $(40 \pm 2)$  mm/h, the sound pressure level was measured in the  $\frac{1}{3}$ -octave frequency range 100 Hz to 5000 Hz in the receiving room and the latter's reverberation times in the same operating range were recorded; pink noise was used to generate the sound field. The generation system for artificial rainfall was placed on No. 3 positions on the item. The sound intensity level or sound power level per unit area " $L_i$ " radiated by the item was calculated using the following formula:

$$L_i = L_{pr} - 10 \cdot \log \frac{T}{T_0} + 10 \cdot \log \frac{V}{V_0} - 14 - 10 \cdot \log \frac{S_e}{S_0}$$

where:  $L_{pr}$  = average sound pressure level in the receiving room, in dB, corrected for background noise and calculated using the following formula:

$$L_{pr} = 10 \log [10^{\frac{L_{prb}}{10}} - 10^{\frac{L_b}{10}}]$$

where:  $L_{prb}$  = combined average sound pressure level of signal and background noise, in dB;

$L_b$  = average background noise level, in dB;

if the difference between the levels [ $L_{prb} - L_b$ ] is less than 6 dB, a maximum correction of 1,3 dB is applied and the corresponding value of the sound intensity level " $L_i$ " shall be considered a measurement limit value;

$T$  = reverberation time in the receiving room, in s;

$T_0$  = reference reverberation time, equal to 1,0 s;

$V$  = receiving room volume, in  $m^3$ ;

$V_0$  = reference volume equal to 1  $m^3$ ;

$S_e$  = item surface directly excited by rainfall, in  $m^2$ ;

$S_0$  = reference surface equal to 1  $m^2$ .

Furthermore were calculated the overall sound intensity level " $L_i$ " and the overall A-weighted sound intensity level " $L_{iA}$ " using the following relationships:

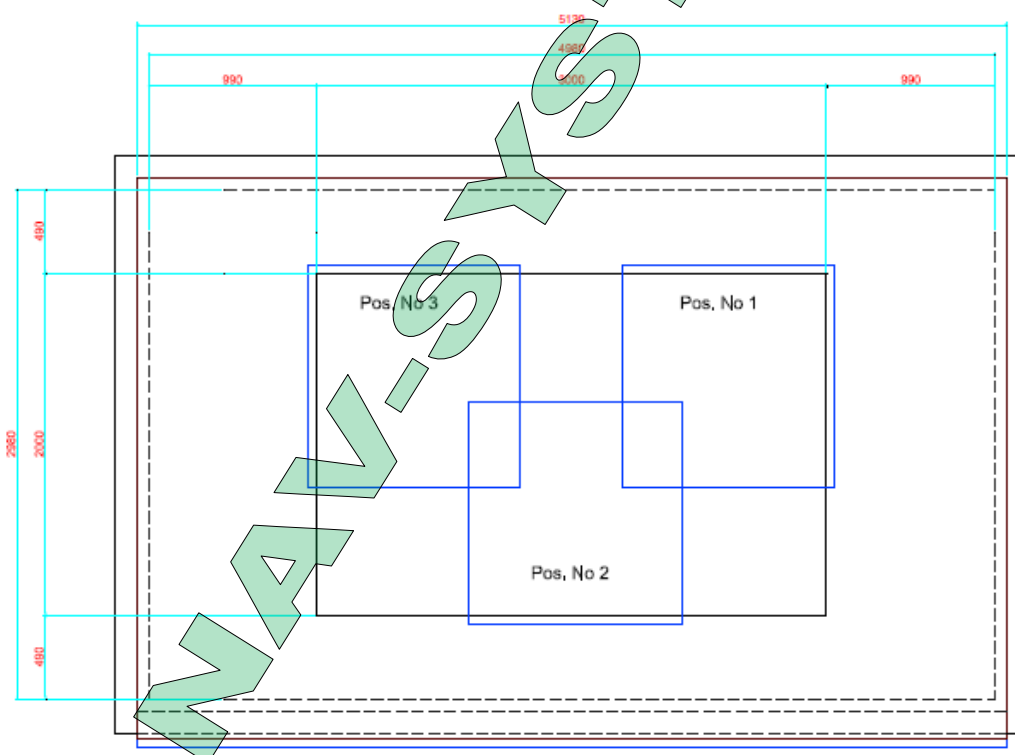
$$L_i = 10 \text{ Log } \sum 10^{0,1L_{i,j}}$$

$$L_{iA} = 10 \text{ Log } \sum 10^{0,1[L_{i,j} + C_i]}$$

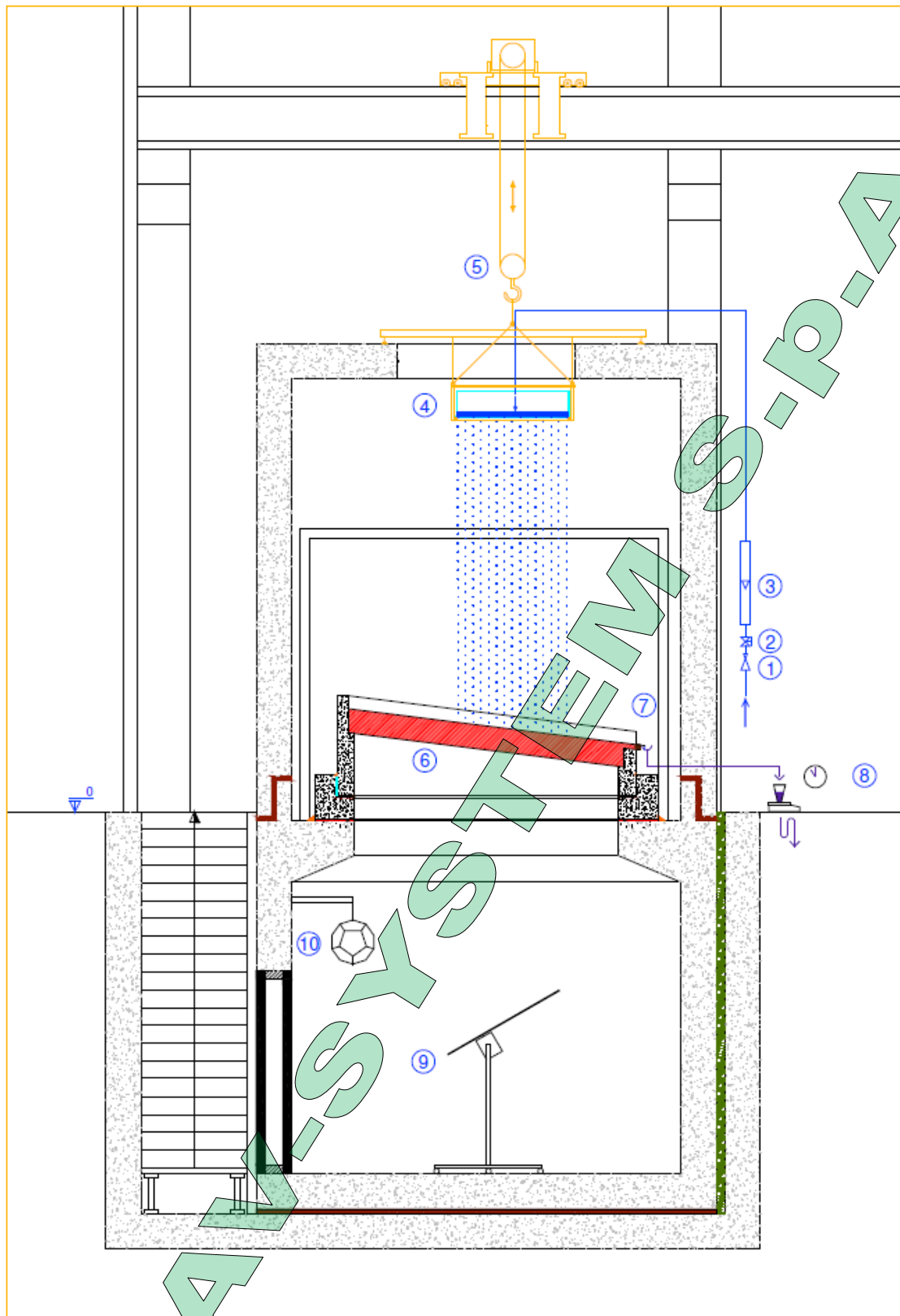
where:  $C_i$  = correction to apply to sound power level " $L_{w,i}$ " determined for the  $i^{\text{th}}$  octave band, in dB.

The test was carried out immediately after completion of item preparation.

### POSIZIONI DEL GENERATORE DI PIOGGIA ARTIFICIALE SULL'OGGETTO POSITIONS OF THE GENERATION SYSTEM FOR ARTIFICIAL RAINFALL ON THE ITEM



DISEGNO DELL'ALLESTIMENTO DI PROVA  
DRAWING OF TEST ARRANGEMENT





**LEGENDA**

## KEY

Simbolo Symbol	Descrizione Description
1	Riduttore di pressione <i>Pressure reducer</i>
2	Valvola a sfera <i>Sphere valve</i>
3	Misuratore di portata dell'acqua <i>Water flow meter</i>
4	Vasca forata per la generazione della pioggia artificiale <i>Perforated tank for artificial rainfall production</i>
5	Carroponte per il sostegno e movimentazione della vasca forata <i>Crane for perforated tank support and movement</i>
6	Oggetto in esame <i>Item under examination</i>
7	Gronda in PVC per lo scarico dell'acqua <i>PVC gutter for water drainage</i>
8	Camera ricevente <i>Receiving room</i>
9	Asta microfonica <i>Microphone boom</i>
10	Sorgente sonora omnidirezionale <i>Omnidirectional sound source</i>
11	Bilancia <i>Scale</i>

**Incertezza di misura**
Uncertainty of measurement

L'incertezza di misura è stata determinata in accordo con la guida JCGM 100:2008 del settembre 2008 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", individuando per ciascuna frequenza il numero di gradi di libertà effettivi " $v_{eff}$ " e l'incertezza estesa " $U$ " del livello di intensità sonora di pioggia pesante " $L_1$ ", stimato con fattore di copertura " $k$ " relativo ad un livello di fiducia pari al 95 %. L'incertezza di misura del livello di intensità sonora globali lineare " $U(L_1)$ " e ponderato A " $U(L_{1A})$ " sono stimati con fattore di copertura  $k = 2$  relativo ad un livello di fiducia pari al 95 % utilizzando la procedura di calcolo riportata nell'allegato B della norma UNI EN ISO 12999-1:2014 del 26/06/2014 "Acustica - Determinazione e applicazione dell'incertezza di misurazione nell'acustica in edilizia - Parte 1: Isolamento acustico" in cui si presuppone una piena correlazione positiva tra i valori in bande di  $\frac{1}{3}$  d'ottava di isolamento acustico.

*Uncertainty of measurement was determined in accordance with guide JCGM 100:2008 dated September 2008 "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", by calculating for each frequency the number of effective degrees of freedom " $v_{eff}$ " and expanded uncertainty " $U$ " of the sound intensity level of heavy rainfall " $L_1$ ", using a coverage factor " $k$ " representing a confidence level of 95 %. Uncertainty of measurement of the overall sound intensity level linear " $U(L_1)$ " and weighted-A " $U(L_{1A})$ " are calculated with a coverage factor  $k = 2$  representing a confidence level of 95% using the calculation procedure stated in the Annex B standard UNI EN ISO 12999-1:2014 dated 26/06/2014 "Acoustics - Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics - Part 1: Sound insulation" where is assumed a full positive correlation between the  $\frac{1}{3}$ -octave band values of sound insulation.*

**Risultati**
Results

<b>Altezza media di caduta della pioggia</b> <i>Average rainfall height</i>	3,50 m
<b>Tipo di pioggia e intensità misurata</b> <i>Rain type and measured intensity</i>	Pesante, 40,5 mm/h <i>Heavy, 40,5 mm/h</i>
<b>Diametro medio delle gocce</b> <i>Average raindrops diameter</i>	5 mm
<b>Temperatura media dell'acqua</b> <i>Average water temperature</i>	(12 ± 1) °C

<b>Frequenza</b> <i>Frequency</i> [Hz]	<b>L<sub>i</sub></b> [dB]	<b>V<sub>eff</sub></b>	<b>k</b>	<b>U</b> [dB]
100	36,3	39	2,00	1,1
125	35,7	34	2,00	0,5
160	35,2	43	2,00	0,5
200	36,3	22	2,00	0,6
250	39,0	23	2,00	0,6
315	41,1	27	2,00	0,7
400	41,6	13	2,00	0,5
500	42,3	10	2,23	0,5
630	43,2	22	2,00	0,4
800	45,0	10	2,23	0,5
1000	49,7	9	2,26	0,9
1250	50,9	9	2,26	0,6
1600	47,5	10	2,23	0,5
2000	43,2	12	2,00	0,4
2500	40,4	11	2,00	0,3
3150	36,5	15	2,00	0,4
4000	31,1	9	2,26	0,4
5000	25,9	9	2,26	0,5

**Note:** valutazione basata su risultati di misurazioni di laboratorio ottenuti mediante un metodo tecnico.

*Notes: evaluation based on laboratory measurement results obtained by an engineering method.*

**Condizioni ambientali:**

Environmental conditions:

		Camera ricevente Receiving room
<b>p*</b>	[Pa]	101000 ± 50
<b>t*</b>	[°C]	18 ± 1
<b>RH*</b>	[%]	54 ± 5

(\*) p = pressione atmosferica/Atmospheric pressure  
t = temperatura media/Average temperature  
RH = umidità relativa media/Average relative humidity

**Superficie utile di misura dell'oggetto:**

Item effective measuring surface:

16,19 m<sup>2</sup>

**Superficie dell'oggetto direttamente eccitata dalla pioggia "S<sub>e</sub>" [3 × (1,25 × 1,30)]**

Surface of the item directly excited by rainfall S<sub>e</sub>" [3 × (1,25 × 1,30)]

4,88 m<sup>2</sup>

**Volume della camera ricevente:**

Receiving room volume:

106,4 m<sup>3</sup>

**Livello di intensità sonora globale:**

Overall sound intensity level

**L<sub>I</sub> = 56 dB\*\***

**Livello di intensità sonora globale ponderato A:**

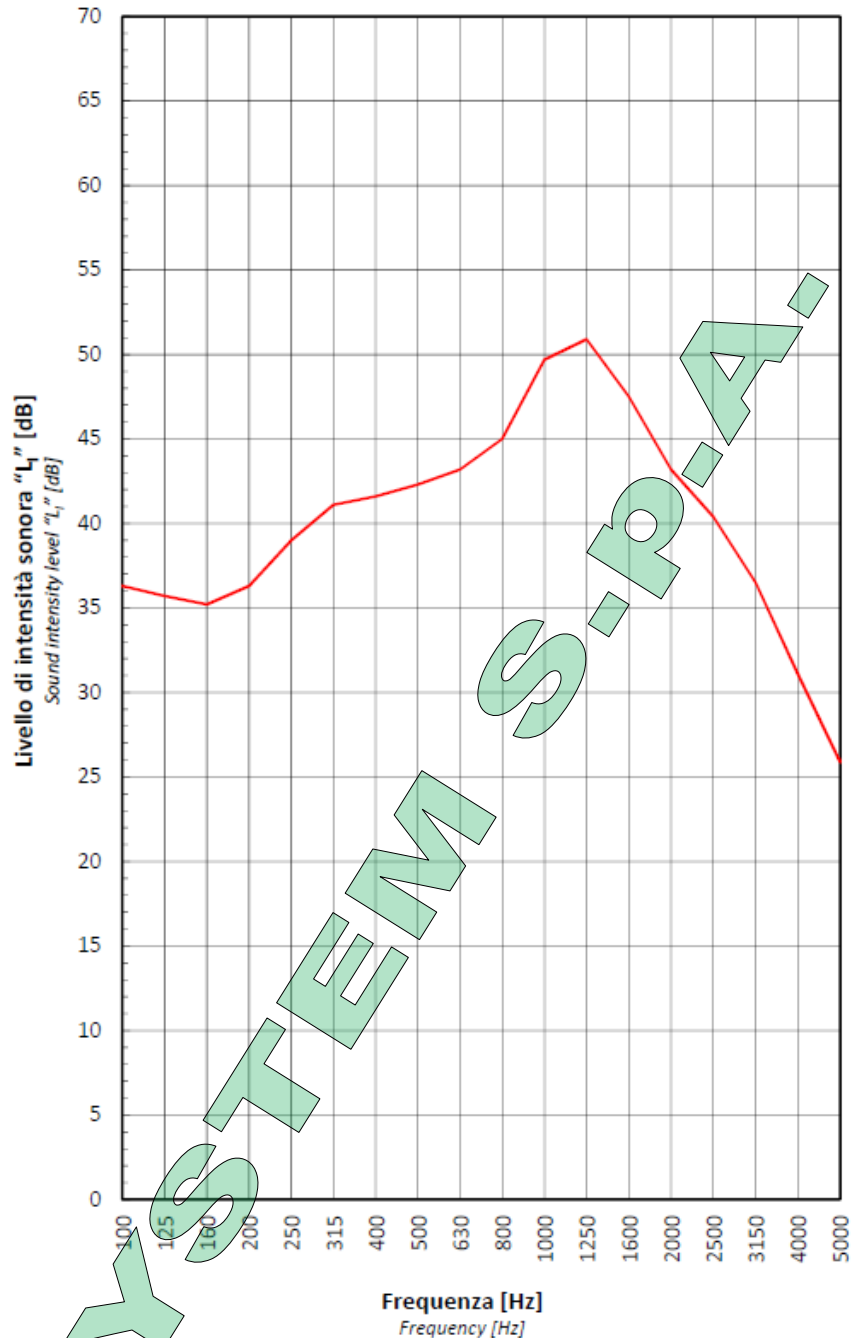
Overall A-weighted sound intensity level

**L<sub>IA</sub> = 56 dB(A)\*\***

(\*\*) livelli di intensità sonora globale e incertezza di misura U:

overall sound intensity levels and uncertainty of measurement:

**L<sub>I</sub> = (56,3 ± 0,5) dB**  
**L<sub>IA</sub> = (56,2 ± 0,5) dB(A)**



— Rilievi sperimentali / Test plots  
- - - Curva di riferimento / Reference curve

NAVAL SYSTEMS S.p.A.