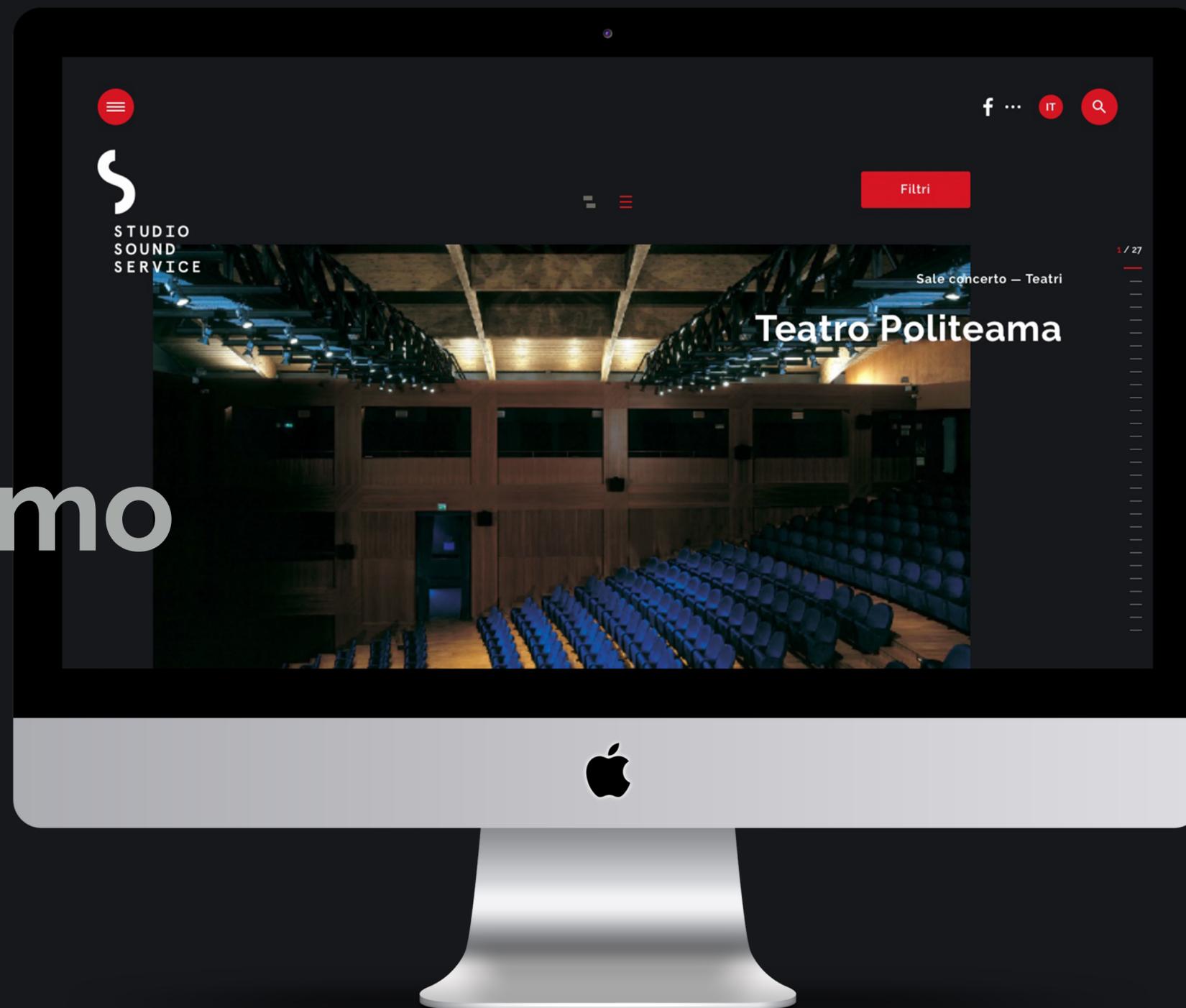




STUDIO
SOUND
SERVICE

Ambienti altamente riverberanti, acustica ed EVAC

Chi siamo



300+ recording and audio-video
(post)production facilities

Lavori privati per artisti come
**Andrea Bocelli, Eros Ramazzotti,
Ligabue, Piero Pelù & Litfiba,
Enrico Cremonesi, Mogol,
Venditti, Marco Masini,
Homo Sapiens, Planet Funk,
Renato Zero, Damian Lazarus,
Vinai, George Lucas.**

Progettazione di chiese, teatri,
auditoria, sale conferenza,
home-theater.



Tra i progetti più importanti:

- Barys Arena (ice hockey) @ Astana, Kazakhstan;
- FOX post-production studios @ München (DE);
- FOX post-production studios @ Hammersmith, London (UK);
- D:POT Recording Arts @ Prato – Fabrizio Simoncioni;
- Mulinetti Studio @ Genova – Alberto Parodi (Resolution Award 2015 Best Audio Facility, Nomination);
- The Garage @ Civitella v.d.C. (AR) (Resolution Award 2014 Best Audio Facility, Nomination);
- House of Glass @ Viareggio (LU) – Gianni Bini (Resolution Award 2013 Best Audio Facility, Nomination);
- Damian Lazarus – Monastic Studio @ Vicchio (FI);
- Vinai Studio @ Brescia;
- PPG Studios (Andrea Bocelli) @ S. Pietro Belvedere (PI);
- In House (Dolby® approved - Sorrentino) @ Roma;
- George Lucas Home Theater, Italy;
- Chiesa di Santa Maria Nuova (Arch. Mario Botta) @ Terranuova Bracciolini (AR);
- Prada Auditorium and Conference Room via Orobica @ Milano;
- Sala Proiezioni Museo Ferrari @ Maranello (MO).

Portfolio

A dark, monochromatic photograph of a hand adjusting a knob on a mixing console. The background is blurred, showing a person in a white shirt. The overall mood is professional and focused.

Bagnoli bros. studio

Castelnovo ne' Monti — RE



Vinai

Brescia



Kalimba Studio

Monselice – PD



House of Glass Gianni Bini

Viareggio



Mulinetti Alberto Parodi

Genova

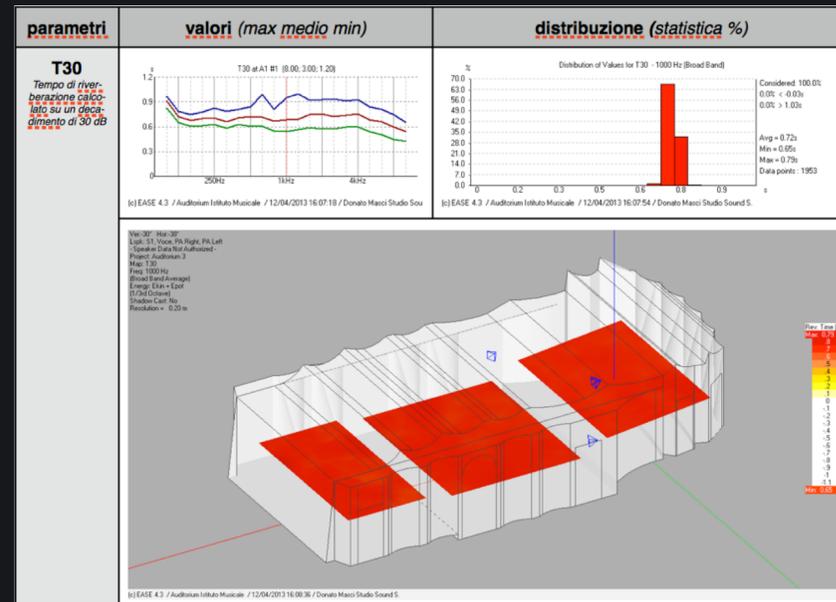


D:POT recording arts Fabrizio Simoncioni

Prato



Come si esegue una
progettazione acustica di
un ambiente riverberante?



CORREZIONE ACUSTICA DELL'INTERNO

Principali interventi:

- A. Fonoassorbimento (controllo del tempo di riverberazione) → *comfort acustico*
- B. Miglioramento e ottimizzazione della diffusione sonora (acustica e amplificata)
- C. Miglioramento dell'intelligibilità della parola/musica
- D. Predisposizione di impianti elettroacustici (EVAC?)

Il lavoro a step:

Analisi preliminare

- A. Misure acustiche e stato di fatto:
 - *analisi delle criticità e problematiche.*
- B. Interfaccia con il resto della progettazione:
 - *destinazione d'uso;*
 - *estetica;*
 - *problematiche di tipo edilizio (ignifugo, VVFF etc);*
 - *impianti HVAC;*
 - *impianti audio/video/EVAC.*

Soluzioni e progettazione

- C. Acustica geometrica.
- D. Studio al CAD acustico:
 - *scelta e posizionamento dei materiali;*
 - *scelta e posizionamento delle sorgenti sonore;*
 - *quantificazione interventi VS target.*
- E. Direzione e supporto per i lavori.
- F. Misure finali, collaudo e fine tuning impianto.

Acustica e impianti di evacuazione audio (EVAC)

EVAC: dove è necessario?

Normativa di legge: DM 37/08:

"i progetti degli impianti devono essere elaborati secondo la regola dell'arte" (comma 3)

e, in particolare, secondo le norme UNI EN, che assumono così valore legale

Norme «di prodotto»:

- EN54-16 ('Dispositivi di controllo del sistema di allarme vocale' - VOCIE)
- EN54-24 ('Dispositivi di allarme vocale' - altoparlanti)

Norme «di sistema»:

- UNI ISO 7240: 'Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio'
- CEI EN 60849: 'Sound systems for emergency purposes'

- A. centri commerciali $S > 1500 \text{ m}^2$ o $h > 30 \text{ m}$
- B. scuole > 500 persone
- C. Negozi, shop ($>400 \text{ m}^2$)
- D. Uffici (> 100 persone)
- E. Teatri, auditorium
- F. Cinema
- G. Sale conferenze, centri congressi
- H. Alberghi (> 25 posti letto)
- I. Ospedali, cliniche e strutture sanitarie
- J. Impianti sportivi, stadi, palazzetti
- K. Musei, gallerie, biblioteche, etc.
- L. Stazioni delle metropolitane

... gallerie? infrastrutture? industrie?

EVAC: evacuazione audio *evacuazione di molte persone da grandi ambienti*

MESSAGGIO VOCALE

Affinché il messaggio sia compreso dalle persone servono:

- A. un sistema elettroacustico adeguato
e soprattutto ...
- B. un ambiente che permetta la buona ricezione

Una volta emesso il segnale vocale, come si ottiene la buona ricezione dello stesso?

- A. non è sufficiente aumentare l'intensità del suono: si aumenta la frazione diretta del suono, creando però interferenza con la parte indiretta
- B. se l'ambiente quindi risponde male, si somma un suono indiretto «sporco» a uno diretto pulito

Si deve migliorare l'ambiente, da un punto di vista acustico !!!
(Riverberazione T30, Intell. STI)

EVAC: quali sono i valori dei parametri da ottenere?

Poiché l'efficacia dei sistemi di evacuazione si basa sull'intelligibilità del messaggio emesso, la verifica della conformità di tali sistemi alle norme è connessa alla valutazione di tale parametro, con una serie di metodi che la norma mette a disposizione, tra cui si annovera lo **STI** (Speech Transmission Index) o STIPA (Speech Transmission Index for Public Address), definiti nella norma CEI EN 60268-16, i cui valori richiesti, in una scala da 0 a 1, sono di seguito enunciati:

- A. 0.5 valore di intelligibilità medio misurato attraverso tutte le aree applicabili nell'a.d.a.;
- B. 0.45 valore di intelligibilità minimo misurato attraverso tutte le aree applicabili nell'a.d.a.

Va eseguita la messa in opera del sistema e il collaudo annuale!!!

EVAC: come varia lo STI?

L'indice STI varia in funzione di vari parametri, tra cui:

- A. Livello del rumore di fondo
- B. Livello del segnale inviato
- C. Riverberazione, che dipende a sua volta dalla geometria e dai materiali dell'ambiente

Se il caso non è semplice è necessario l'utilizzo di un software di simulazione previsionale (CAD acustico)

EVAC: metodo prescrittivo *progettazione semplificata*

Se:

1. $RT \leq 1.3$ s alle frequenze di 500, 1k e 2k Hz
 2. $L_{\text{rumore di fondo}} \leq 65$ dB(A)
 3. $L_{\text{messaggi vocali}} \geq 75$ dB(A)
- e inoltre il livello di pressione sonora, SPL, rientra nel range 65-105 dB(A) e comunque è maggiore di 10 dB rispetto al livello del rumore di fondo;

si può usare il metodo prescrittivo:

La distanza tra i centri degli altoparlanti non deve essere maggiore di:

- A. 6 m per diffusori unidirezionali;
- B. 12 m per diffusori bidirezionali;

La distanza tra l'altoparlante e ogni ascoltatore, in assenza di ostacoli, deve essere non maggiore di:

- D. 6 m per diffusori unidirezionali;
- E. 7.5 m per diffusori bidirezionali.

in questi casi (se sono soddisfatte 1., 2. e 3.) si può evitare di effettuare un controllo annuale dell'impianto

EVAC: come misurare lo STI?

nell'Allegato A "Misurazione dell'intelligibilità del parlato" della 7240-19, al punto 2.2, sono riportati i requisiti dei punti di misurazione:

- A. il numero di punti di misurazione per ogni a.d.a. deve essere uguale o maggiore di quello specificato nel prospetto seguente:

Tabella 2.1 - Numero minimo di punti di misurazione in funzione dell'area dell'a.d.a.

Area acusticamente distinguibile (m ²)	Numero minimo di punti di misurazione
Meno di 25	1
Da 25 a meno di 100	3
Da 100 a meno di 500	6
Da 500 a meno di 1500	10
Da 1500 a meno di 2500	15
Più di 2500	15 ogni 2500 m ²

EVAC: come misurare lo STI?

nell'Allegato A "Misurazione dell'intelligibilità del parlato" della 7240-19, al punto 2.2, sono riportati i requisiti dei punti di misurazione:

- B. la distanza fra punti di misurazione non deve essere maggiore di 12 m;
- C. i punti di misurazione devono essere distribuiti uniformemente nell'a.d.a.;
- D. non più di un terzo dei punti deve essere posizionato sull'asse di un altoparlante;
- E. se non diversamente specificato, l'altezza dei punti di misurazione deve essere a 1.2 m al di sopra del pavimento finito per le posizioni sedute e a 1.6 m al di sopra del pavimento finito per le posizioni in piedi.

I requisiti di STI sono da considerarsi come minimi ragionevoli anche se spesso è impossibile raggiungerli!!!

EVAC: come misurare lo STI?

Metodo Diretto

STI vs. STIPA

(si usa lo stipa non perché è meglio, ma perché è più veloce effettuare la misura diretta)

NTI XL2

Il metodo diretto per la misura dell'STI è riportato al paragrafo 5 della norma: "Direct method of measuring STI".

L'indice **FULL STI** consiste di 98 segnali di test separati che utilizzano 14 frequenze di modulazione diverse per 7 ottave di frequenza.

Ogni segnale di test contiene solo una frequenza di modulazione per solo una banda di frequenza, mentre le altre bande non hanno segnale. I segnali di test sono generati secondo una sequenza.

Con una media di 10 s per ogni segnale, una misura completa del FULL STI necessita di circa **15 minuti** (!!!).

Una versione alternativa del segnale contiene modulazioni random nelle altre bande di ottava oltre alla frequenza di modulazione della banda di ottava sotto esame.

L'indice **STIPA** (STI for Public Address) consiste invece di un solo segnale di test con un set predefinito di due modulazioni in ognuna delle sette bande di ottava.

Le 14 frequenze di modulazione sono generate simultaneamente. Così la misura richiede solo **10-15 s**.

EVAC: come misurare lo STI?

Metodo indiretto

Risposta all'impulso *(molto più affidabile...)*

CLIO (audiomatica)

La funzione di trasferimento della modulazione (MTF) può essere calcolato con il metodo di Schroeder, una volta che sia acquisita la risposta all'impulso da parte di un computer.

Il metodo indiretto è applicabile solo ai sistemi lineari e tempo-invarianti, oltre alle forme semplificate dell'STI.

Ma poiché il tempo della misura è molto breve, è consigliato utilizzare questo metodo piuttosto che il FULL STI.

Inoltre, la nomenclatura corretta del metodo derivato dalla risposta all'impulso è STI(IR) o STIPA(IR).

palazzetti – arene

grandi(ssimi) ambienti per lo sport o
l'intrattenimento
Metodo indiretto

In questi ambienti è necessario un impianto EVAC.

Molto spesso, per contenere i costi e per dividere le competenze e le offerte, si fanno due tipi di impianti:

1. impianto audio PA (ad alta direttività ed efficienza, ma non a norma EN54);
2. impianto EVAC (EN54, ma molto spesso poco efficiente e probabilmente non a norma)

L'unico modo per progettare un impianto EVAC in uno spazio del genere è quello di effettuare una simulazione acustica (analitica, col CAD acustico etc.).

cosa si dovrebbe fare...

qual è l'iter per la corretta progettazione e messa in opera di un impianto evac?

Se un ambiente presenta anche solo uno dei seguenti aspetti:

- 1.lunga riverberazione;
- 2.elevato livello di rumore di fondo.

è un ambiente problematico per un impianto EVAC.

Per questo motivo è necessaria una progettazione con un modello previsionale (analitico, CAD acustico etc.)

A cosa serve la simulazione?

- a scegliere l'impianto più idoneo (marca, modello, dimensionamento, puntamento)
- a correggere l'acustica della sala con i materiali adeguati per aumentare lo STI

Chi dovrebbe fare la simulazione?

- il progettista dell'impianto audio SOLO SE viene coadiuvato dal progettista acustico che gli fornisce i coefficienti di assorbimento dei materiali utili al trattamento acustico interno;
- il progettista acustico, che deve avere anche competenze di elettroacustica per poter scegliere ed ottimizzare l'impianto audio.

...e cosa si fa di solito stato dell'arte

Gli impianti EVAC sono spesso affidati a **studi di progettazione impiantistici** di ingegneria, che si occupano di impianti speciali, ma che solitamente non hanno competenze in acustica. Questi studi chiedono consiglio alle **distribuzioni** che sono ben attrezzate oltre che a fornire il capitolato, un preventivo e un'idea, anche un modello previsionale accurato. In pratica una **progettazione inclusa nel prezzo...**

Il problema è che anche le distribuzioni, in genere, a meno che non interpellino un consulente esterno, non hanno le competenze specifiche in acustica quindi, seppur i loro modelli siano perfetti, nei casi più complessi non si capisce come ottimizzare i parametri per il corretto raggiungimento dei valori target (che non sono facili da raggiungere!).

E il collaudo?

Perché?

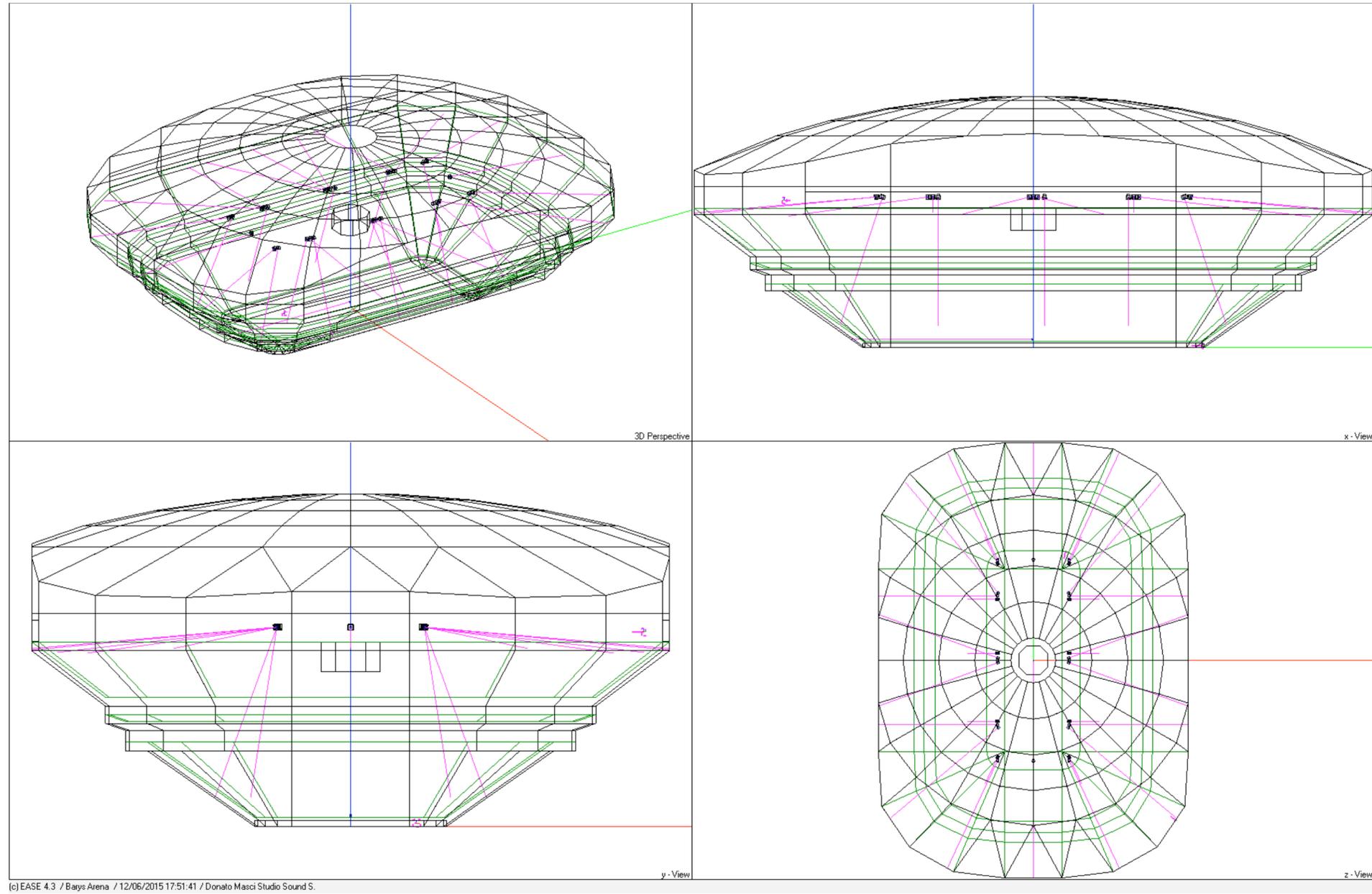
- Spesso non si fa.
- perché non viene richiesto;
- perché chi lo deve richiedere (VVFF) non sa precisamente cosa richiedere e come;
- perché le normative sono talmente "confuse" che non si capisce bene cosa fare.

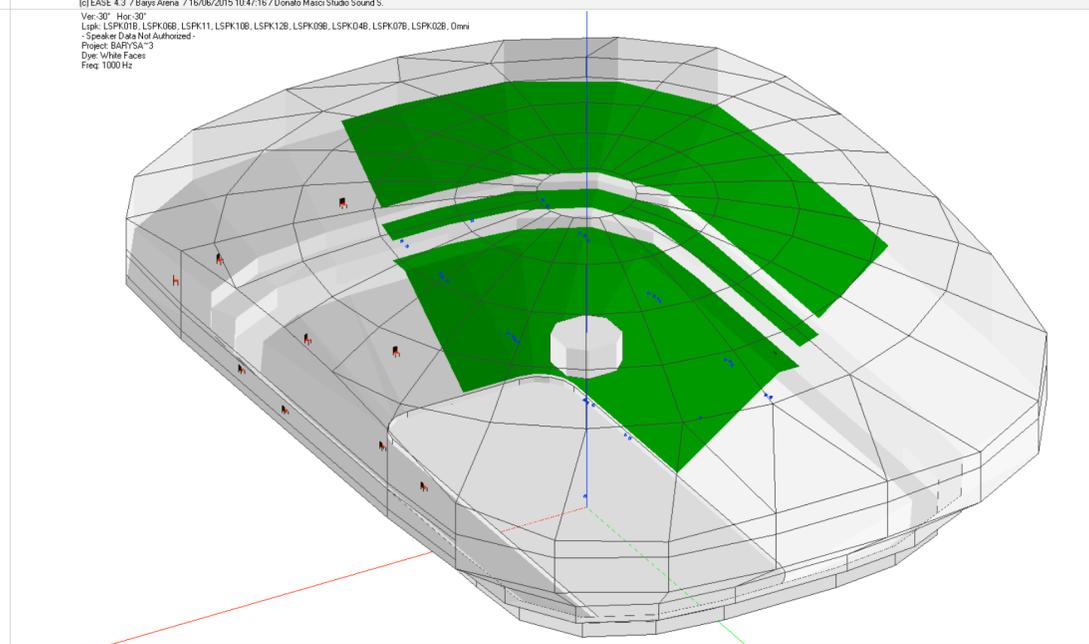
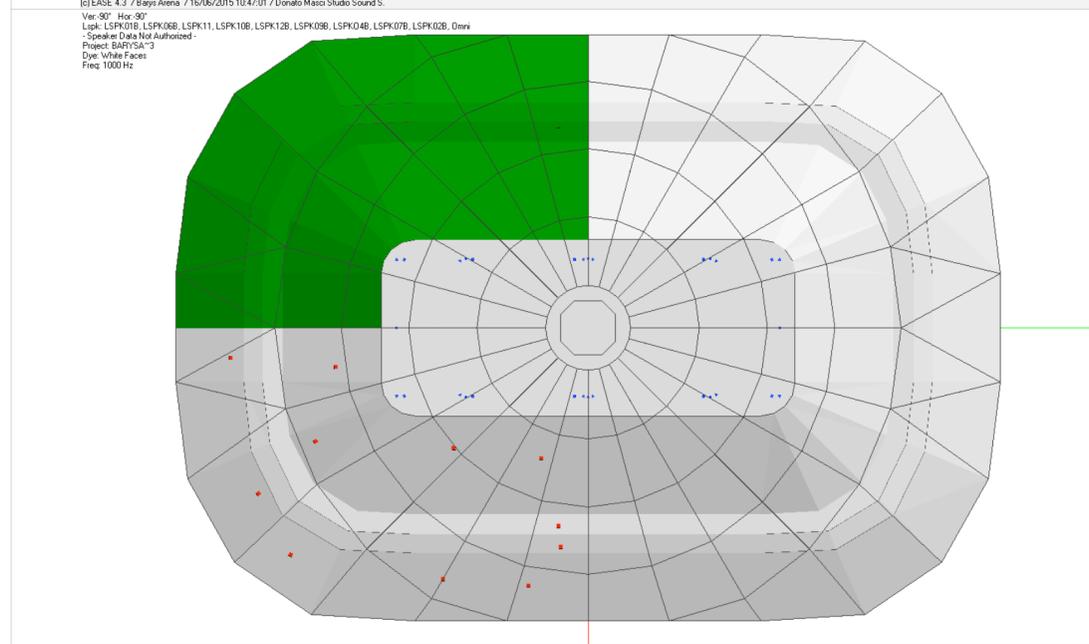
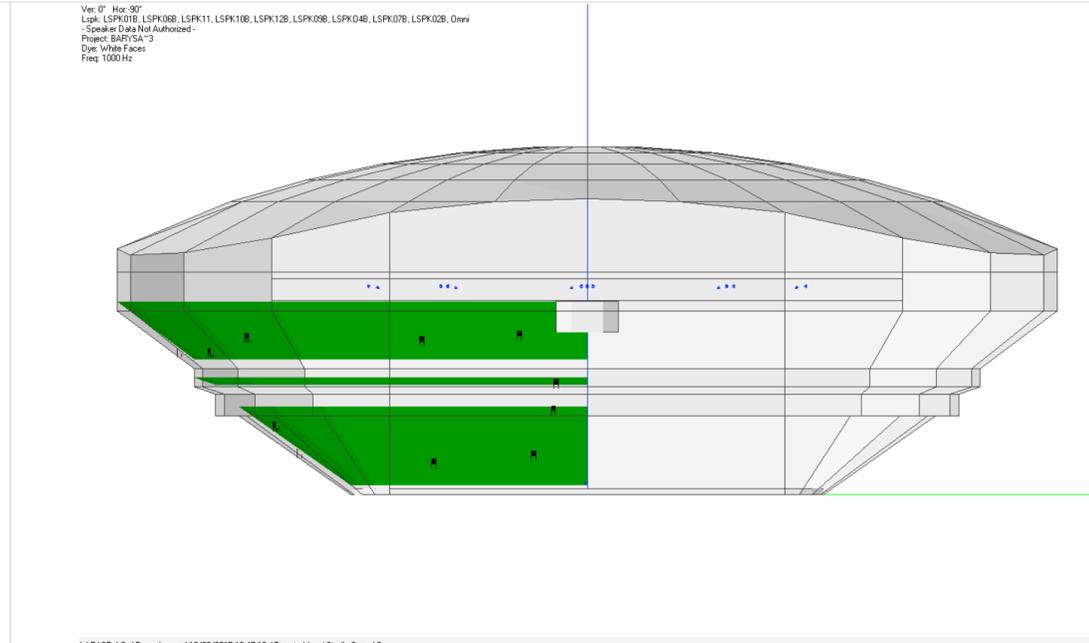
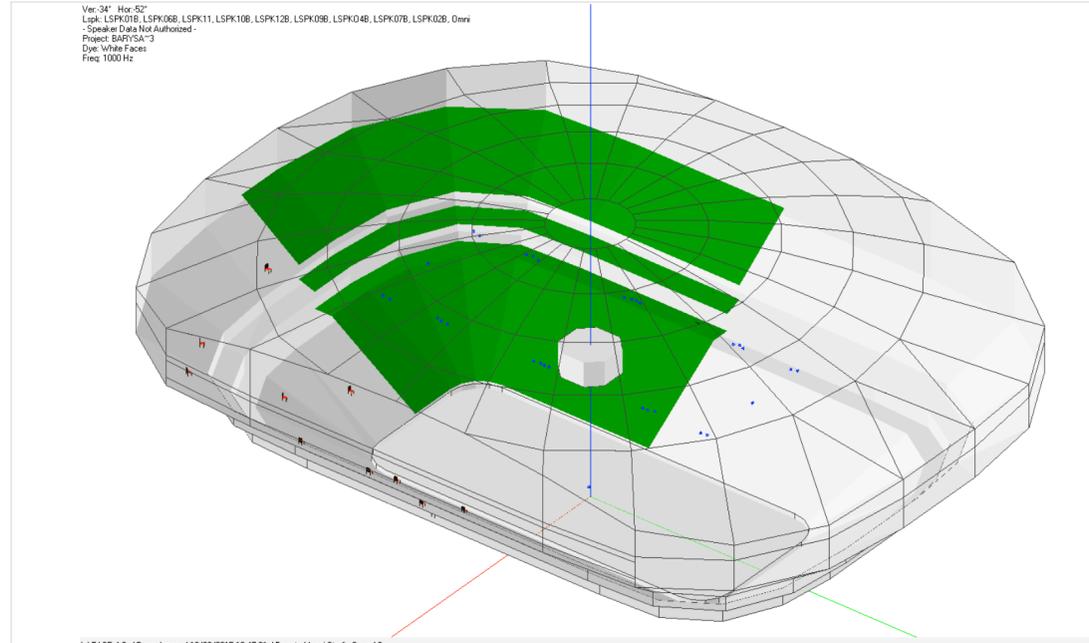
Barys Arena

Astana Kazakhstan



	125	250	500	1000	2000	4000
T30	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
Sala Piena [s]	5.4	4.3	3.6	3.2	2.9	2.6
Sala Vuota [s]	6.8	5.4	4.5	4.0	3.2	2.9

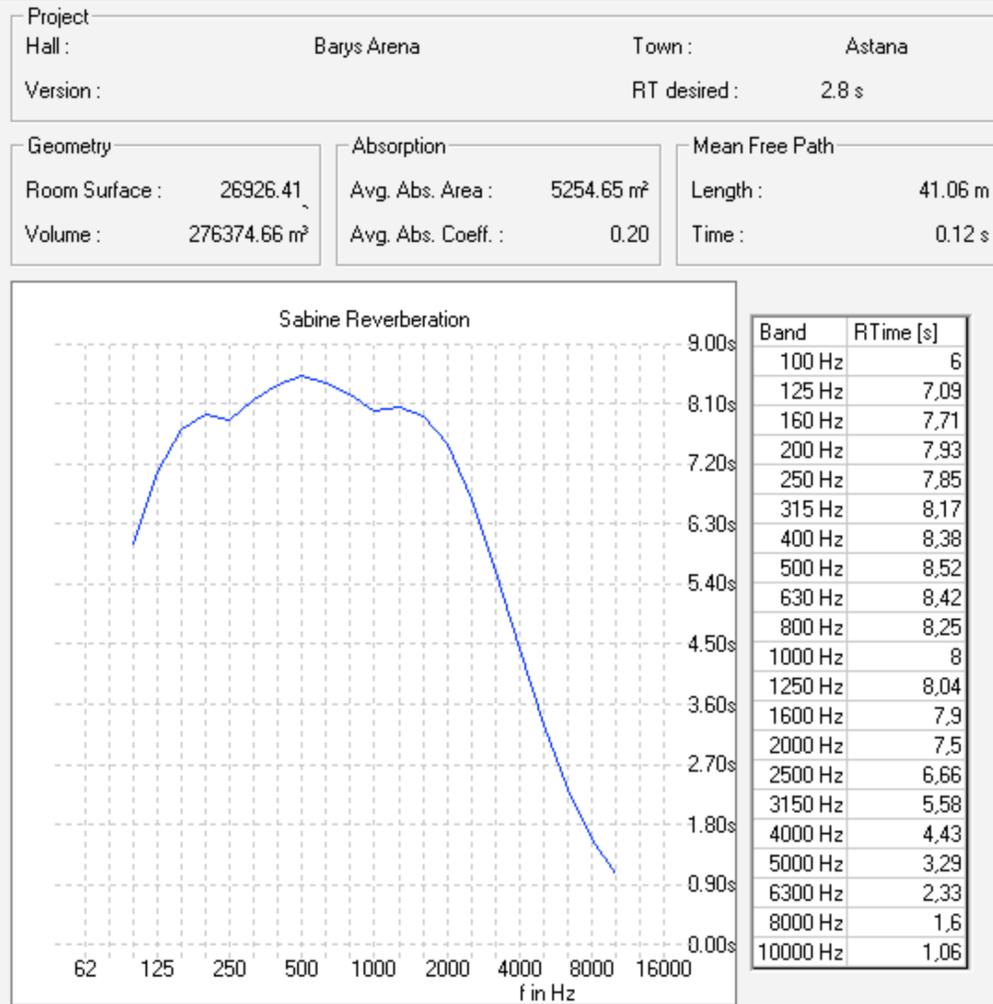




(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:47:29 / Donato Masci Studio Sound S.

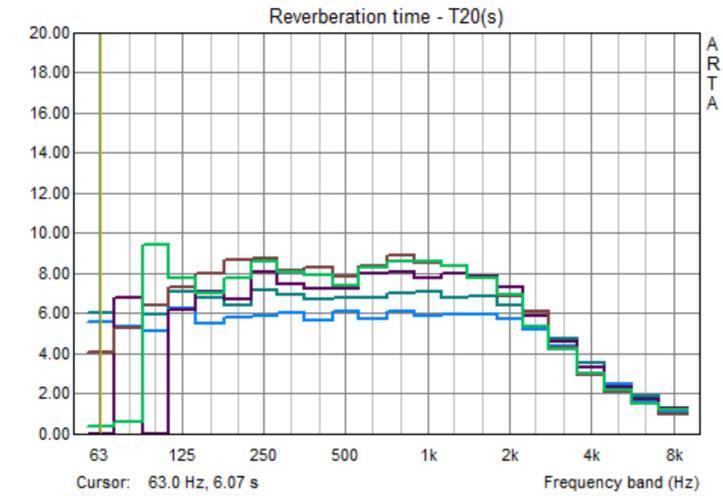
(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:47:48 / Donato Masci Studio Sound S.

Taratura del modello su EASE sulla base delle misure effettuate

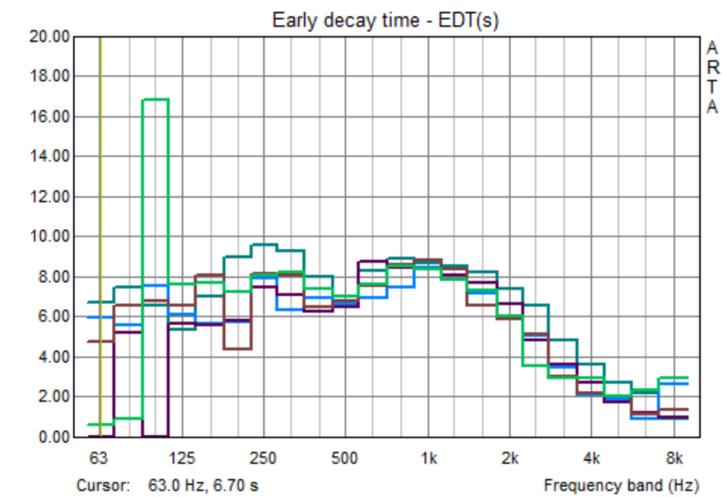


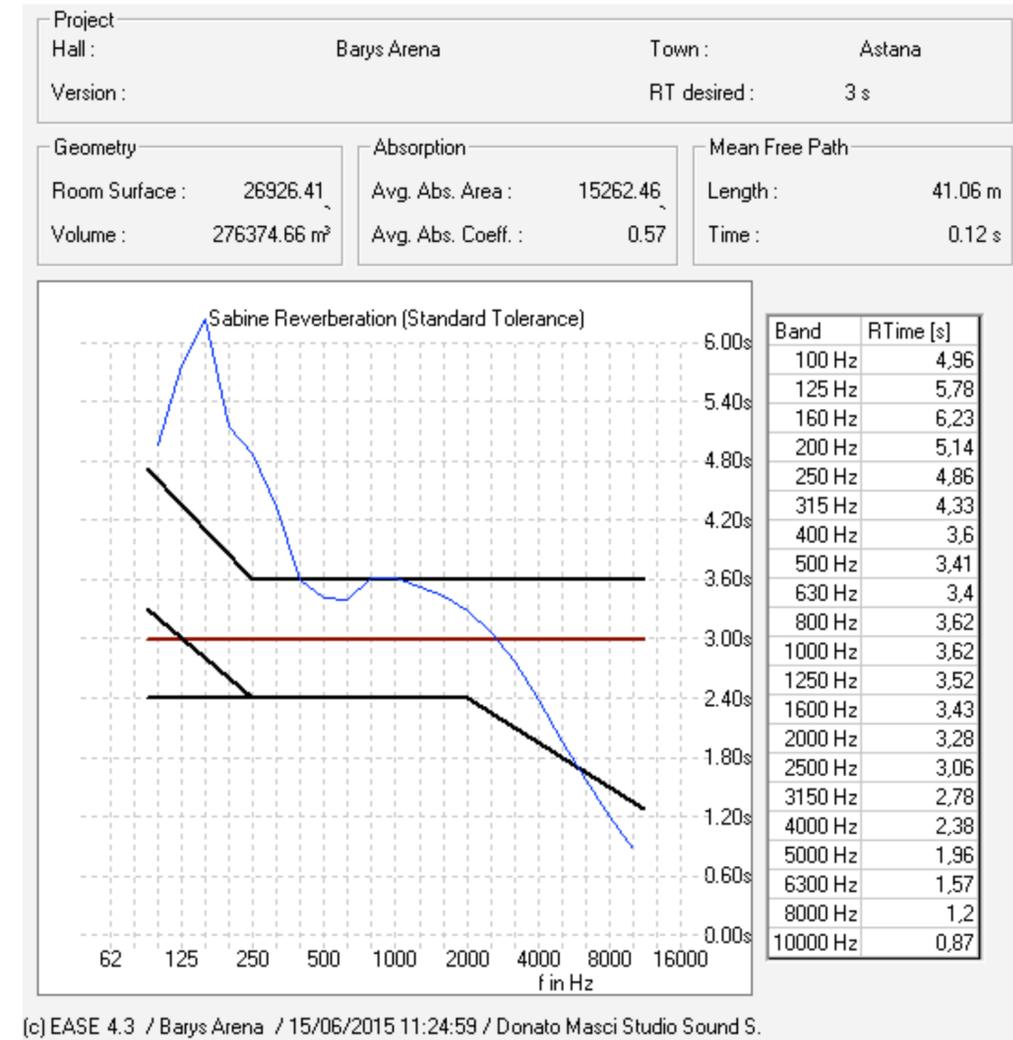
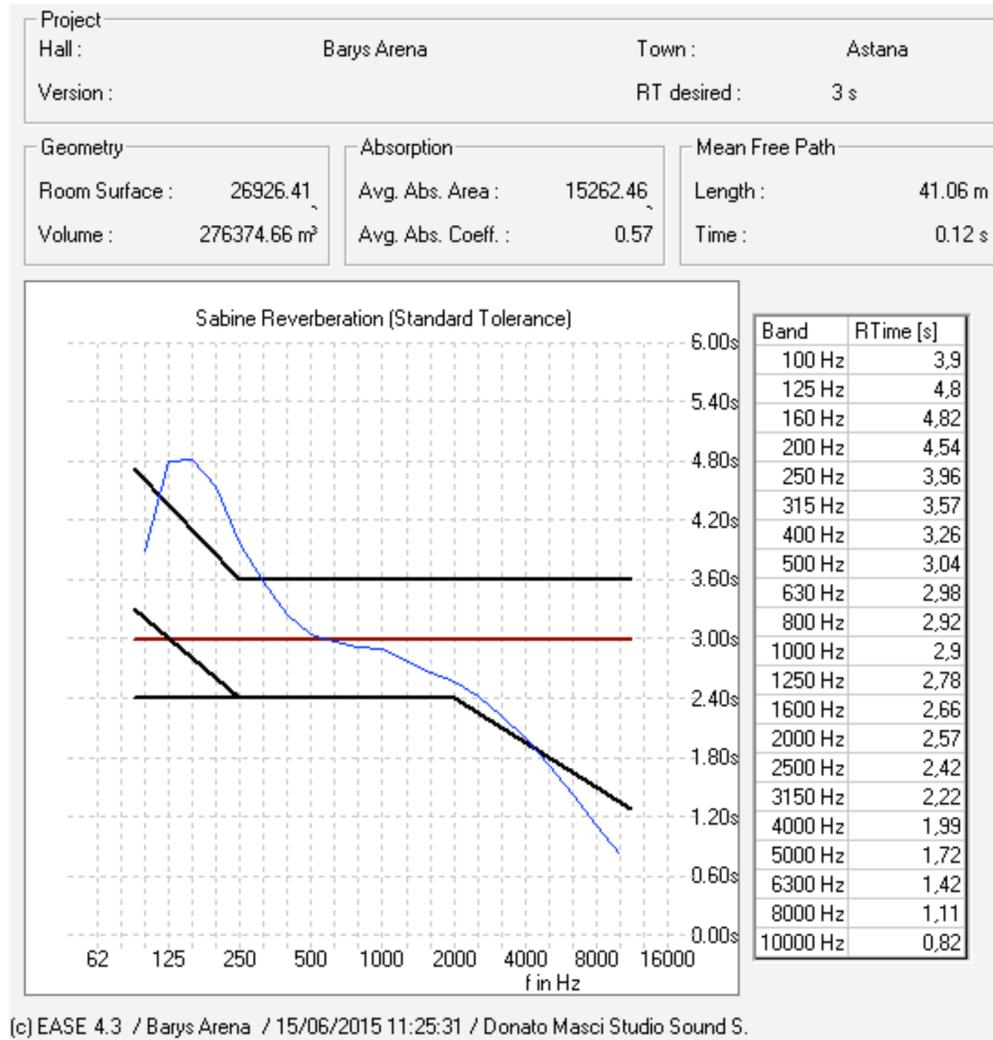
(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 12/06/2015 17:53:13 / Donato Masci Studio Sound S.

T20
Tempo di riverberazione

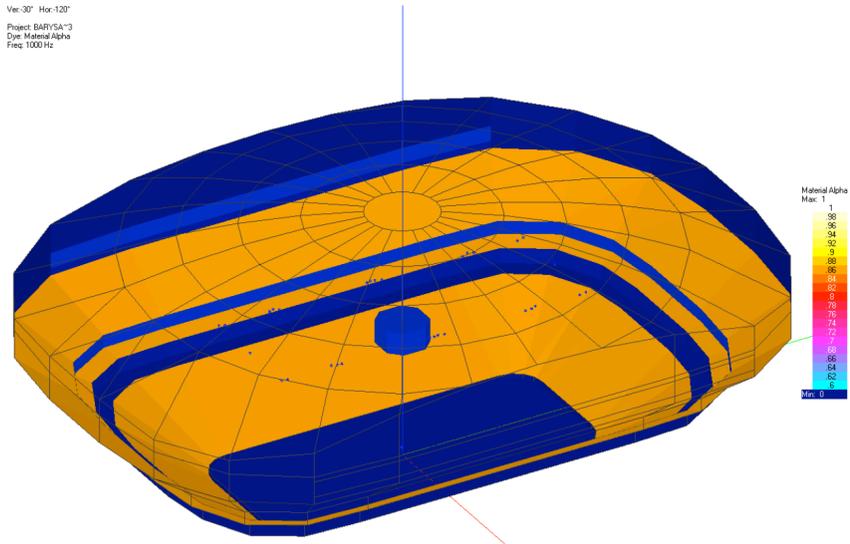


EDT
Tempo di riverberazione "veloce"



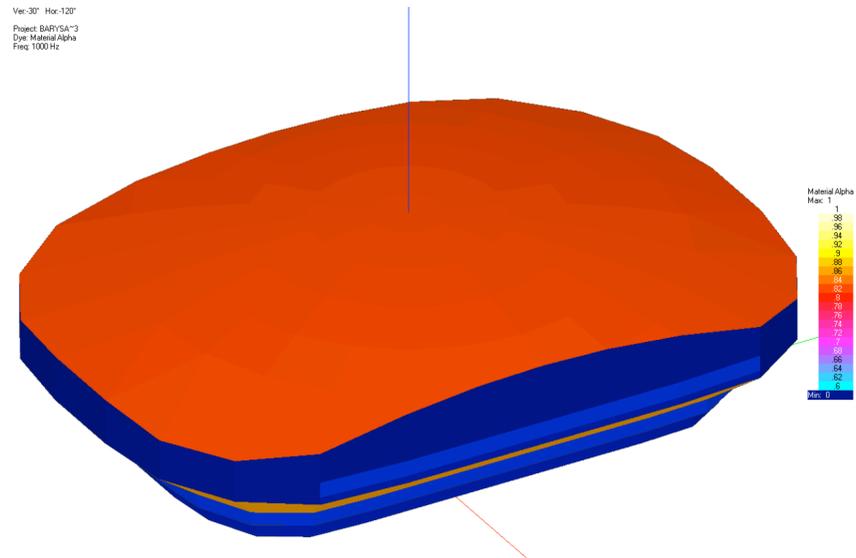


Ver: 30° Hor: 120°
Project: BARYSA-3
Dye: Material Alpha
Freq: 1000 Hz



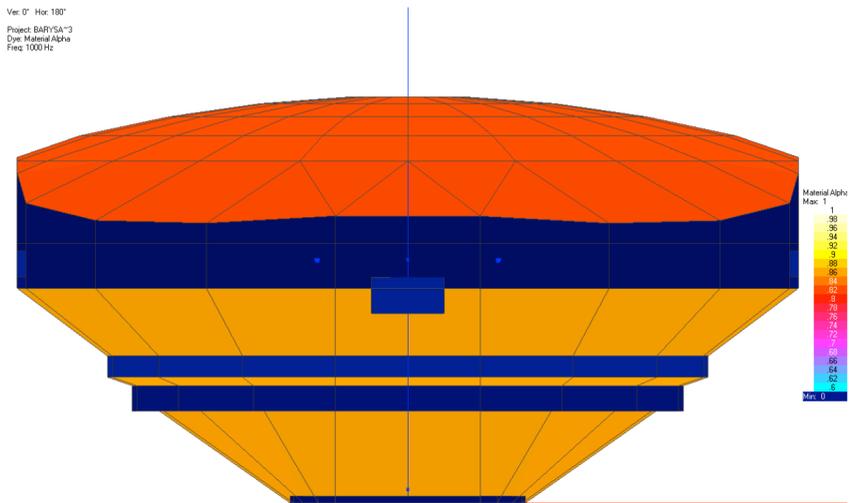
(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 14/06/2015 13:15:56 / Donato Masci Studio Sound S.

Ver: 30° Hor: 120°
Project: BARYSA-3
Dye: Material Alpha
Freq: 1000 Hz



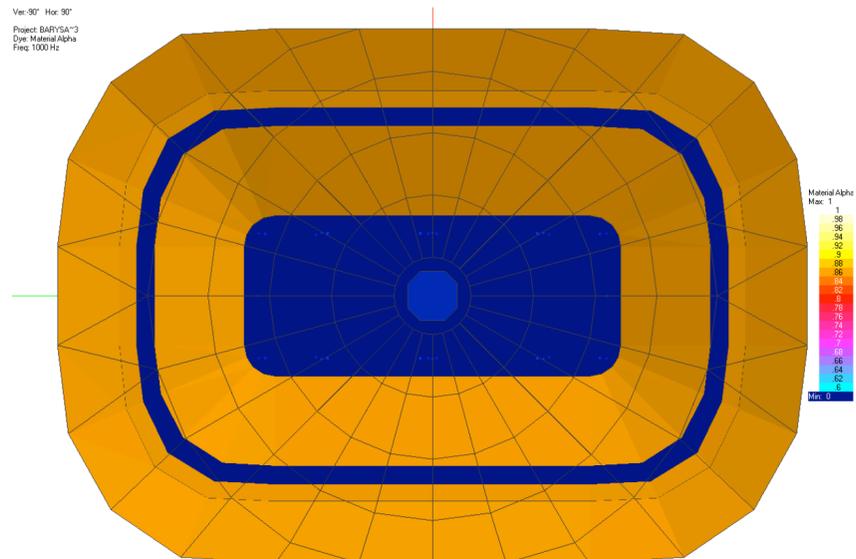
(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 14/06/2015 13:16:06 / Donato Masci Studio Sound S.

Ver: 0° Hor: 180°
Project: BARYSA-3
Dye: Material Alpha
Freq: 1000 Hz



(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 14/06/2015 13:17:16 / Donato Masci Studio Sound S.

Ver: 90° Hor: 90°
Project: BARYSA-3
Dye: Material Alpha
Freq: 1000 Hz



(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 14/06/2015 13:18:29 / Donato Masci Studio Sound S.

Figure 1 : Sound absorption performance of 4 rows of 6 occupied auditorium chairs

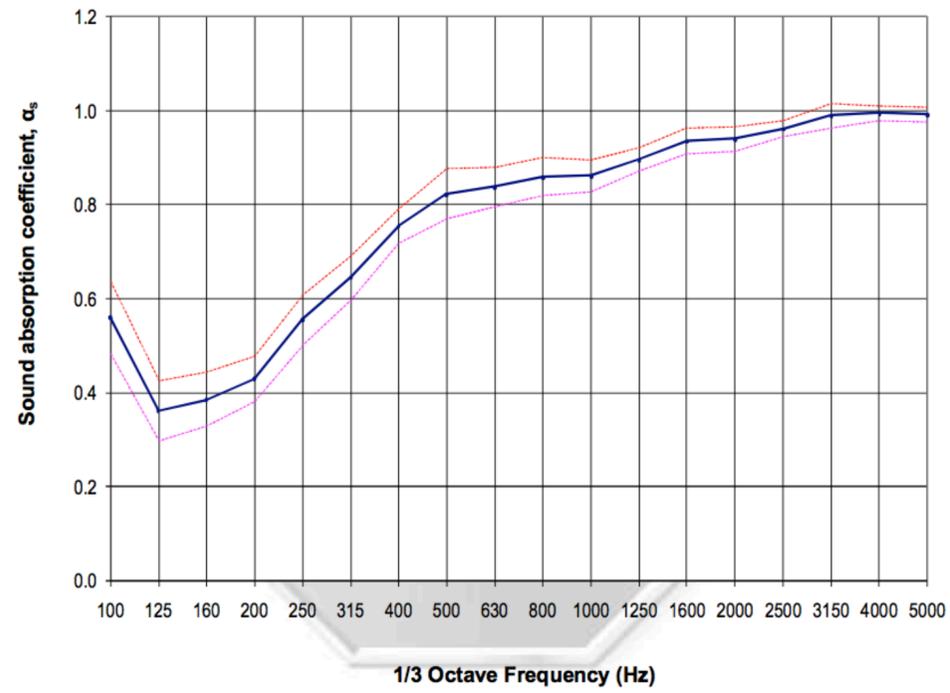
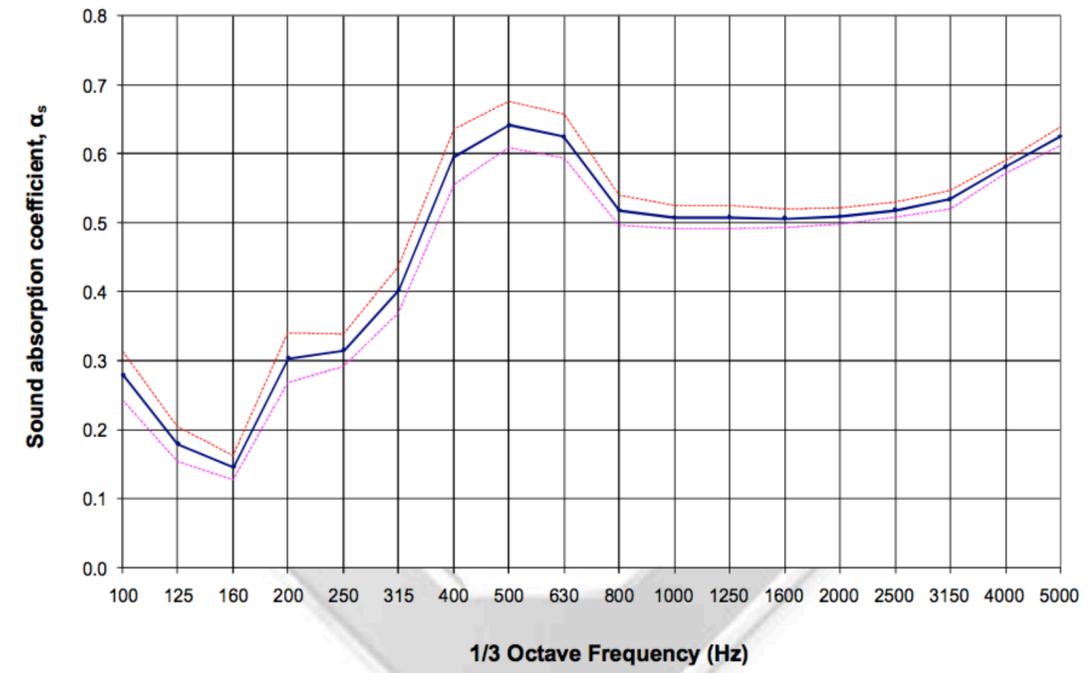
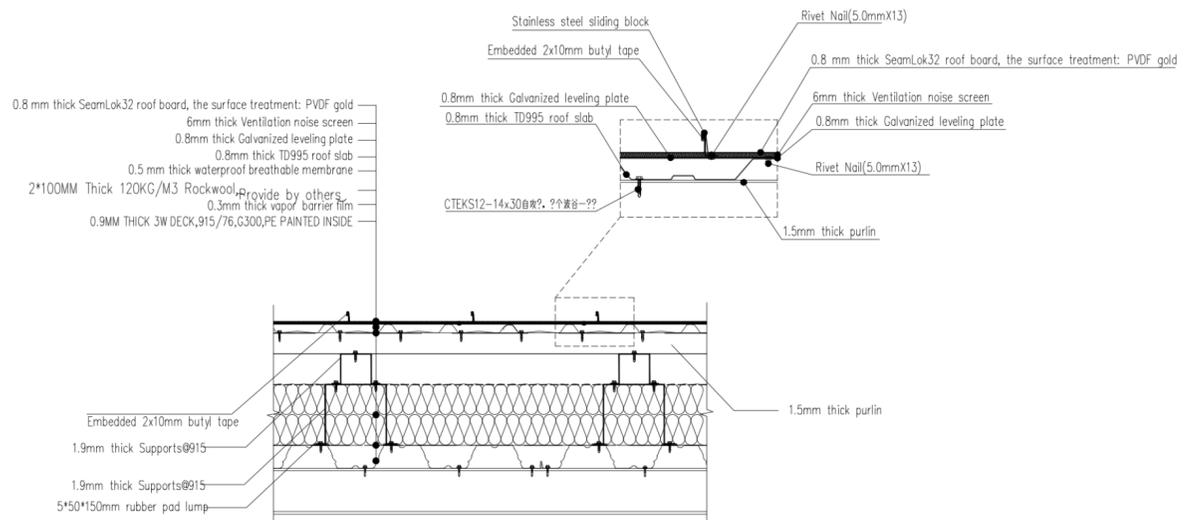
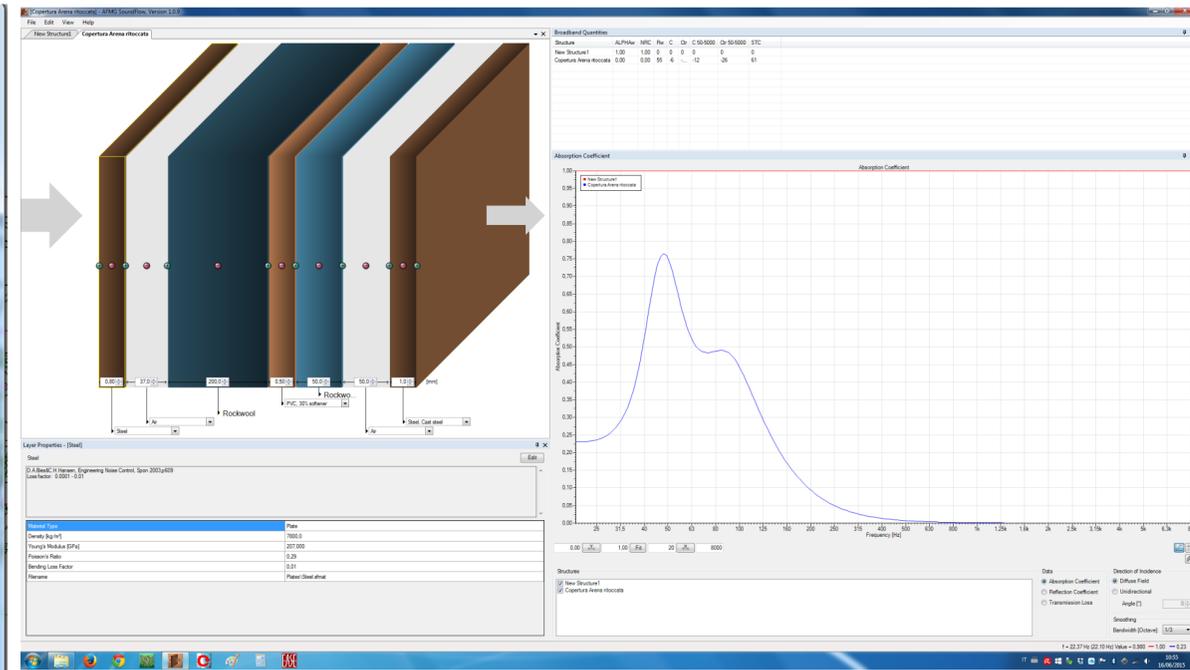
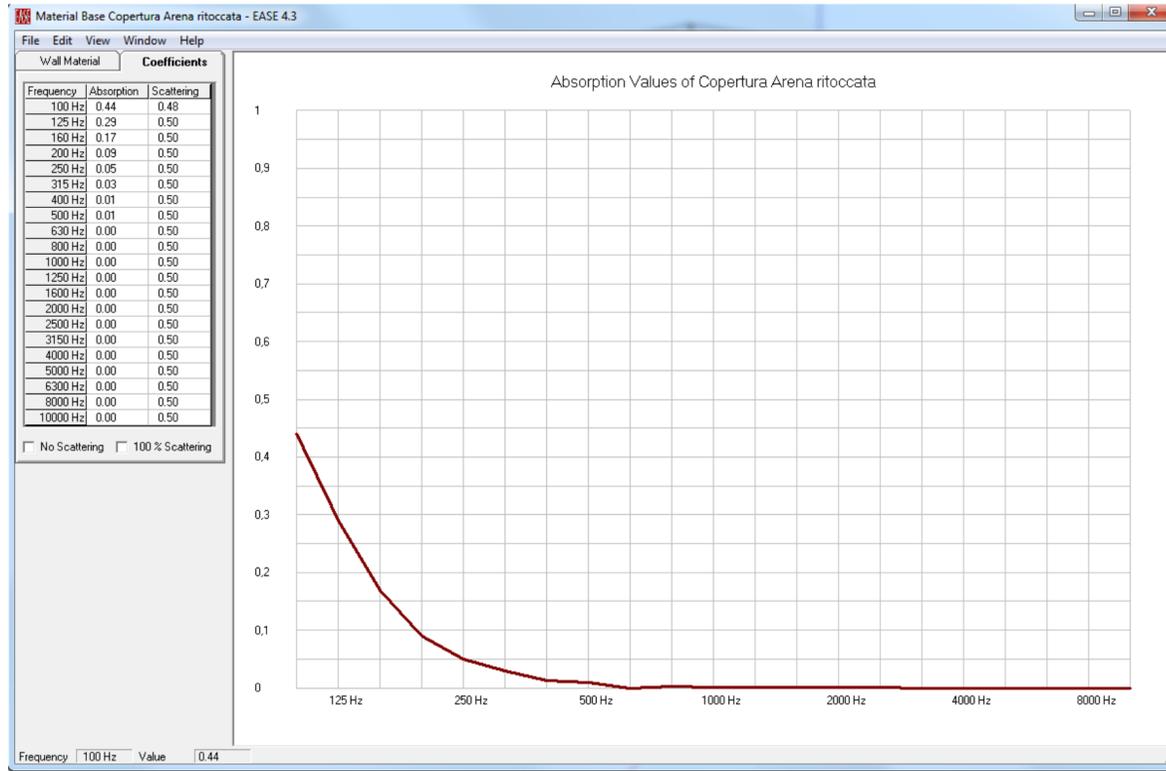


Figure 1 : Sound absorption performance of 4 rows of 6 unoccupied auditorium chairs

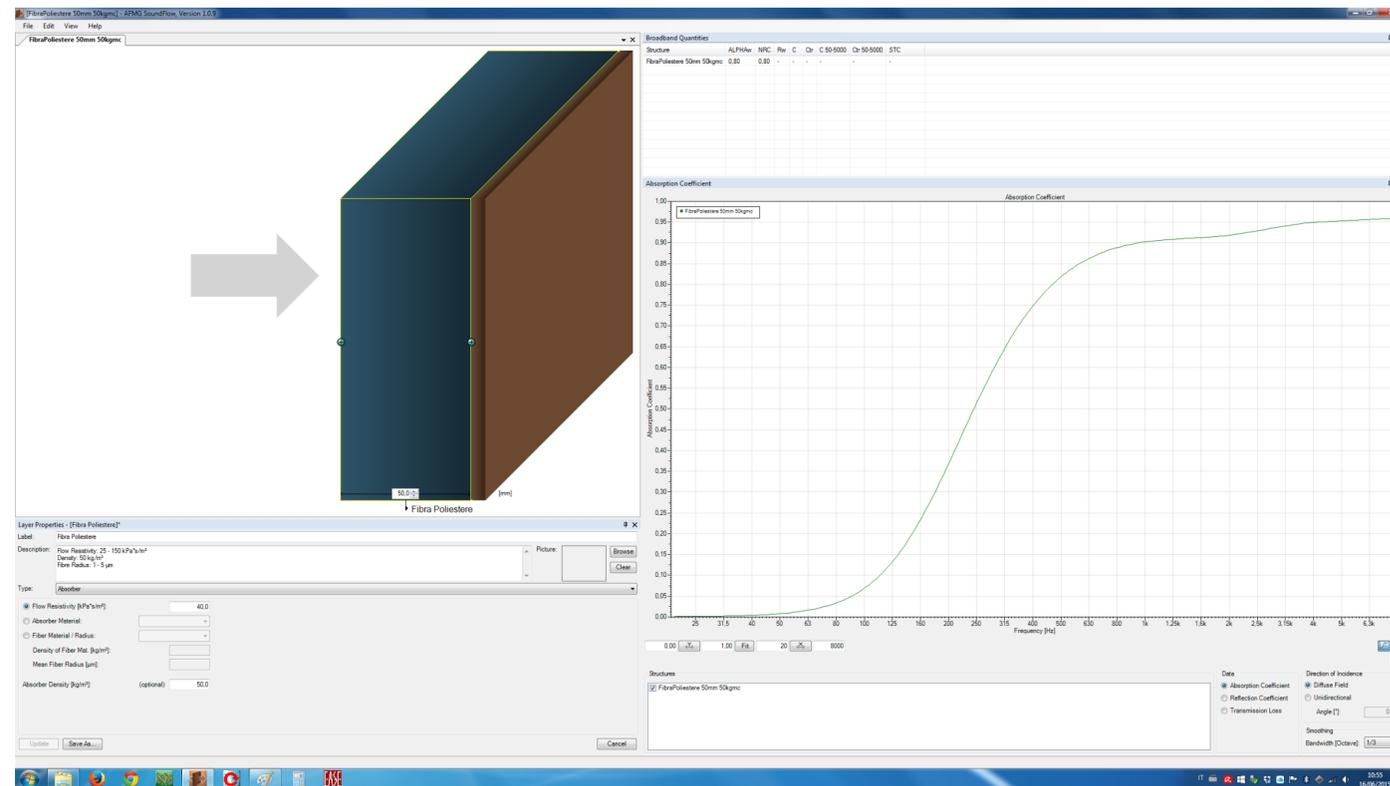




Pannelli Baffle a soffitto

- A. Il coefficiente di assorbimento di un “pacchetto baffle” non ha un valore fissato, ma varia a seconda di molti parametri, primo fra tutti la distanza dalla superficie rigida, ma anche la distanza tra i baffle e la loro geometria (oltre che, ovviamente, le proprietà del materiale fonoassorbente).
- B. Il vero improvement, rispetto ai sistemi a cloud orizzontali, è che il materiale poroso, in questa configurazione, pur perdendo una piccola quantità di assorbimento ad alta frequenza (dove però il materiale poroso è già di per sé estremamente performante), acquista performance sulle basse frequenze.
- C. Per valutare le prestazioni del sistema, è stato verificato sperimentalmente che la semplice somma dell'area di assorbimento equivalente di un singolo baffle sovrastima l'assorbimento del sistema e, quindi, non è corretta.
- D. Per calcolare il coefficiente di assorbimento di una superficie equivalente di soffitto trattata con baffle verticali, si può ricorrere ad un metodo teorico (Wolfgang Probst, ACCON GmbH) che si basa su una costruzione di tipo geometrico, valida in situazioni in cui l'altezza dei baffle è dello stesso ordine di grandezza della loro spaziatura; questi sono gli step:

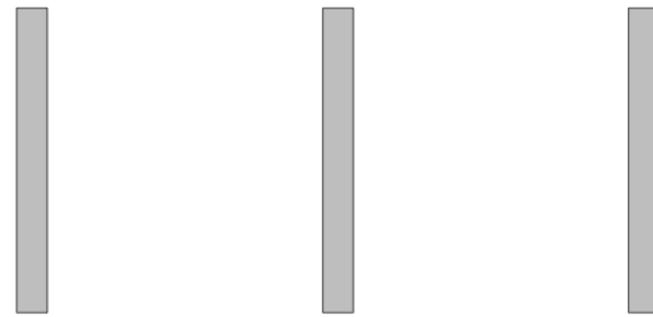
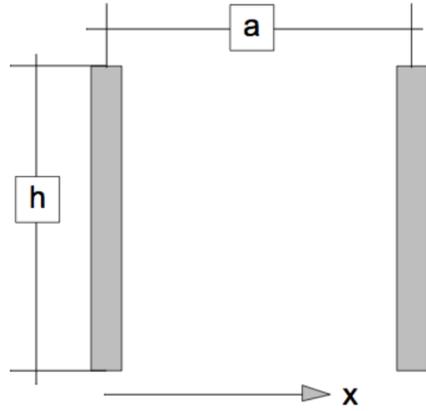
Pannelli Baffle a soffitto



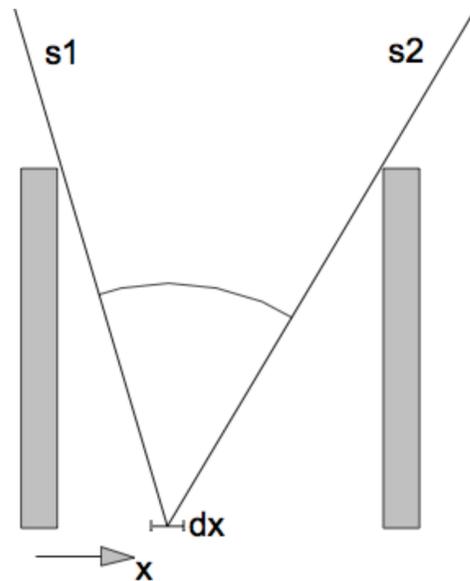
1. in primo luogo, si considera il coefficiente di assorbimento α_B del pannello misurato in laboratorio secondo la normativa DIN EN ISO 354, ossia in camera riverberante, posizionato contro una superficie rigida; se non si dispone di questo dato, si può utilizzare un software (come SoundFlow dell'AFMG) per simulare il coefficiente di assorbimento del pannello: per la Barys Arena abbiamo tentato di costruire dei valori più realistici possibile comparando i valori di assorbimento riportati nella scheda tecnica del fornitore dei pannelli (che però si riferiscono a pannelli di spessori e densità leggermente diversi) con i valori simulati con SoundFlow; si riporta qui di seguito la schermata relativa allo studio che è stato eseguito con SoundFlow, mentre i valori di assorbimento forniti dal produttore si possono trovare sulle schede tecniche del materiale;

Pannelli Baffle a soffitto

2. si considera il valore a' come rapporto di a (distanza tra i baffle) e h (altezza dei baffle) e si calcola la porzione di suono che passa tra i *baffle*: in questo caso è stato scelto $h = 1,2 \text{ m}$ e $a = 1,5 \text{ m}$, quindi $a' = 1.25$;



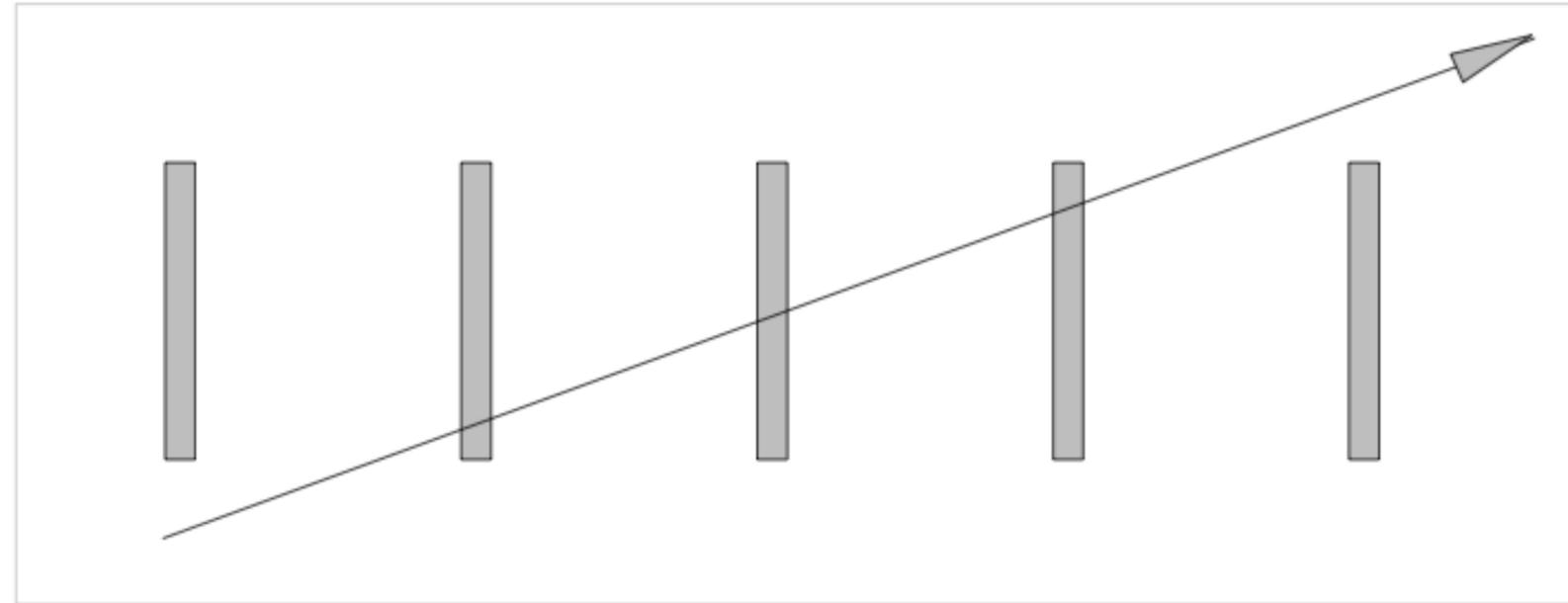
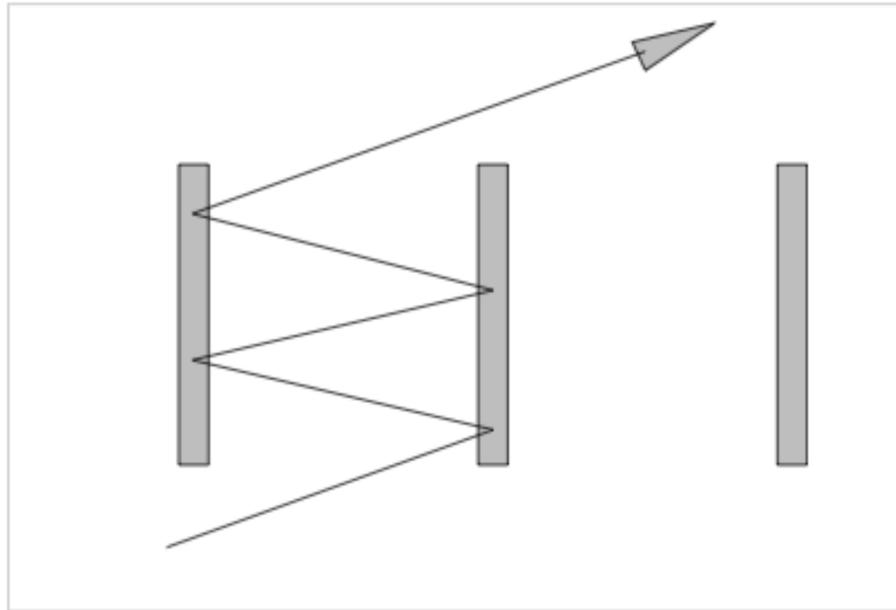
definizione di $a' = a/h$



porzione di suono che passa senza interagire coi baffles

Pannelli Baffle a soffitto

3. si considera poi la quantità di suono che viene dissipata in n passaggi attraverso i baffle (che riflettono o trasmettono il suono);

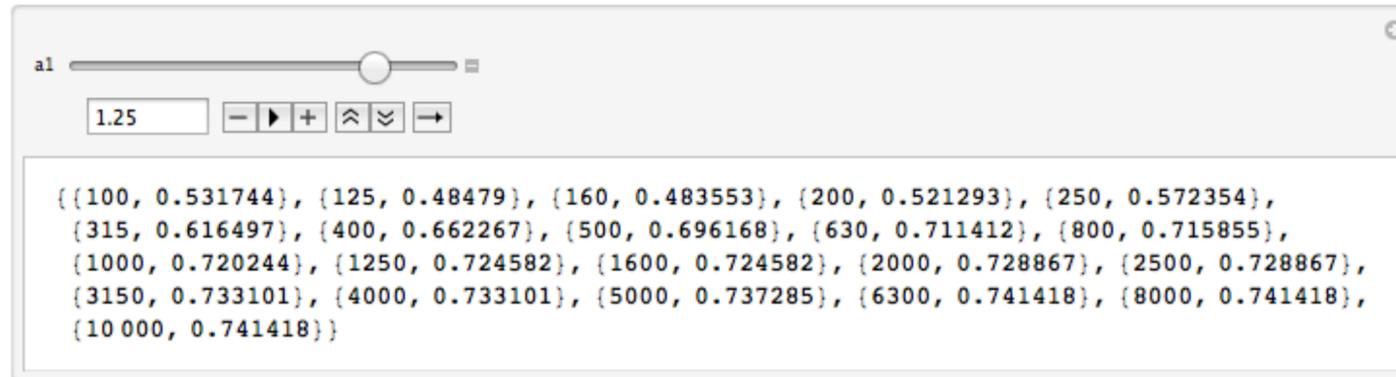


Baffle che riflettono (sinistra) o trasmettono (destra) l'energia sonora non assorbita

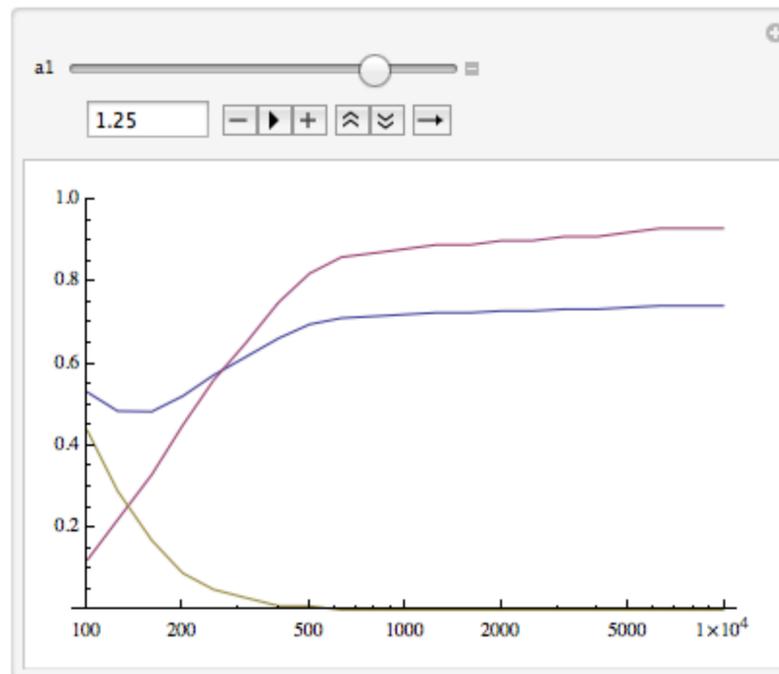
Pannelli Baffle a soffitto

4. si deve considerare l'assorbimento del soffitto α_H , sul quale si andrà a porre il sistema baffle: spesso le coperture non hanno un livello di isolamento molto elevato a bassa frequenza e, quindi, il loro coefficiente di assorbimento spesso è non nullo; In questo caso è stato considerato quello che abbiamo riportato alla sezione precedente;
5. si determina il coefficiente di assorbimento relativo all'unità di superficie del sistema baffle mediante una relazione costituita da una serie numerica con parametri:
 - a' rapporto di a (distanza tra i baffle) e h (altezza dei baffle);
 - α_B assorbimento del singolo pannello montato a ridosso di una superficie rigida;
 - α_H assorbimento del soffitto esistente.

```
Manipulate[Table[{f[s]],  $\alpha_{Tot}[a1, s, 1000]$ }, {s, 1, 21}], {a1, 0.1, 1.5}, SaveDefinitions -> True]
```



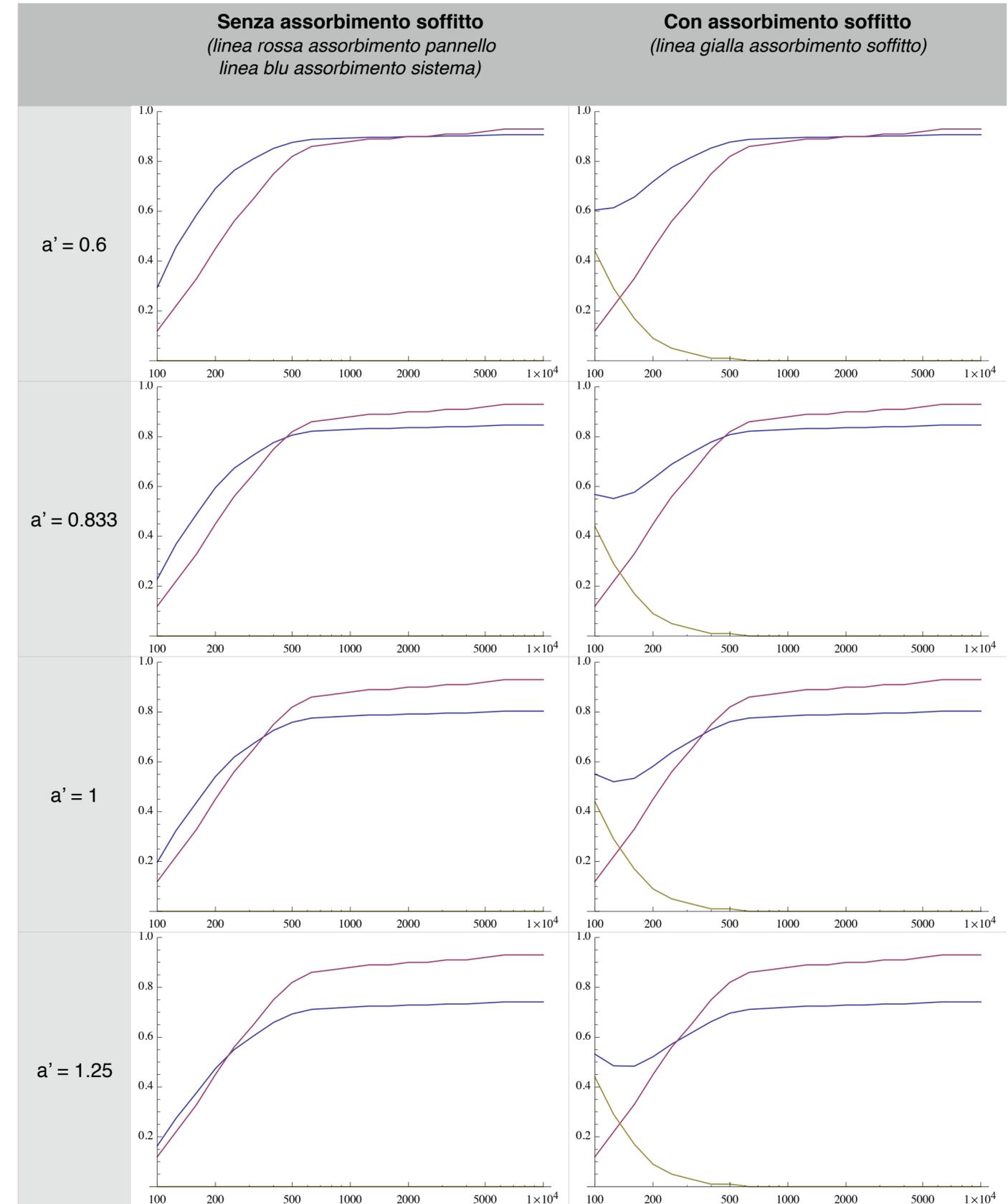
```
Manipulate[
ListLogLinearPlot[{Table[{f[s]],  $\alpha_{Tot}[a1, s, 1000]$ }, {s, 1, 21}],
Table[{f[s2]],  $\alpha_B[s2]$ }, {s2, 1, 21}], Table[{f[s3]],  $\alpha_H[s3]$ }, {s3, 1, 21}],
PlotRange -> {0, 1}, Joined -> True], {a1, 0.1, 1.5}, SaveDefinitions -> True]
```



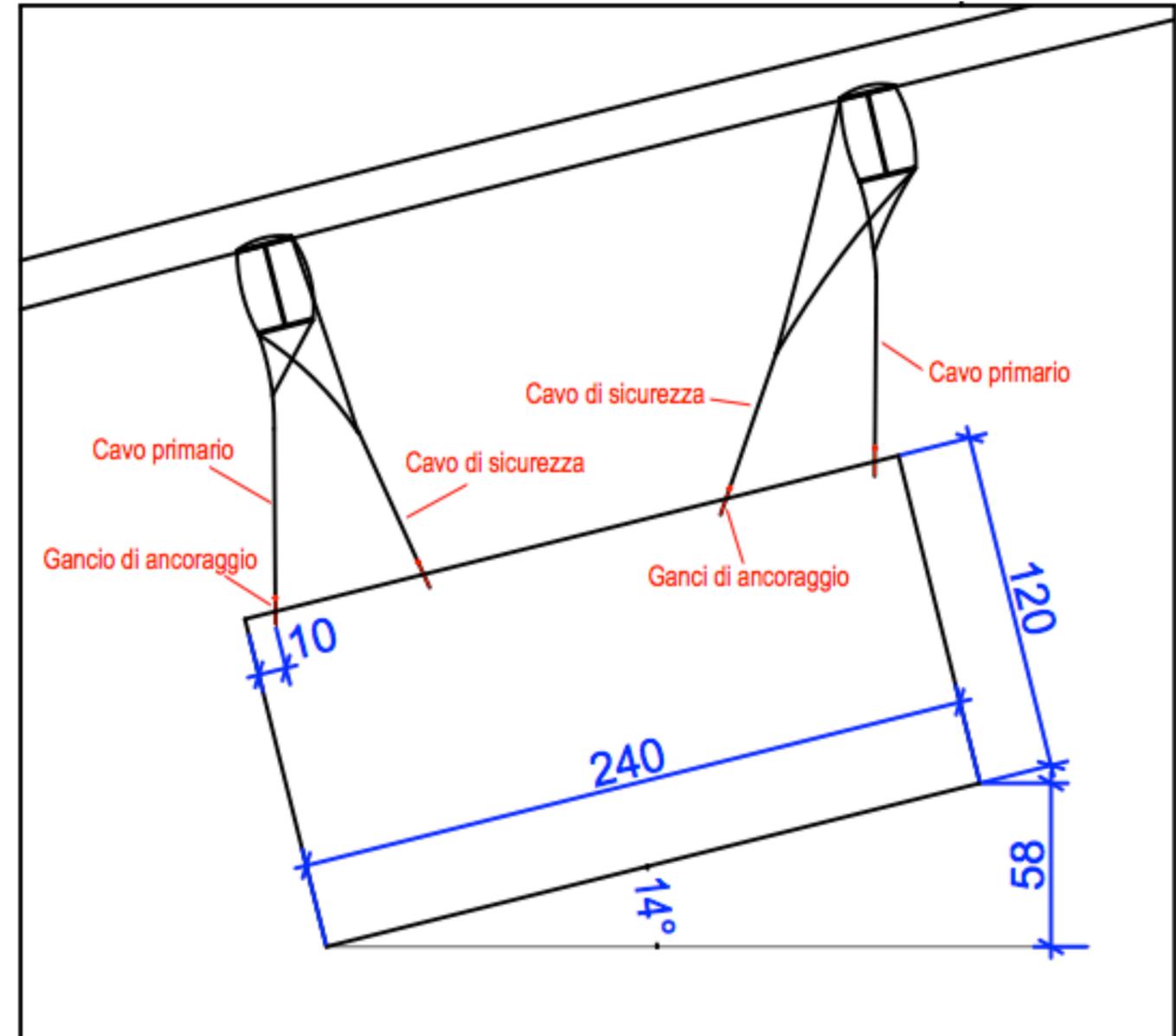
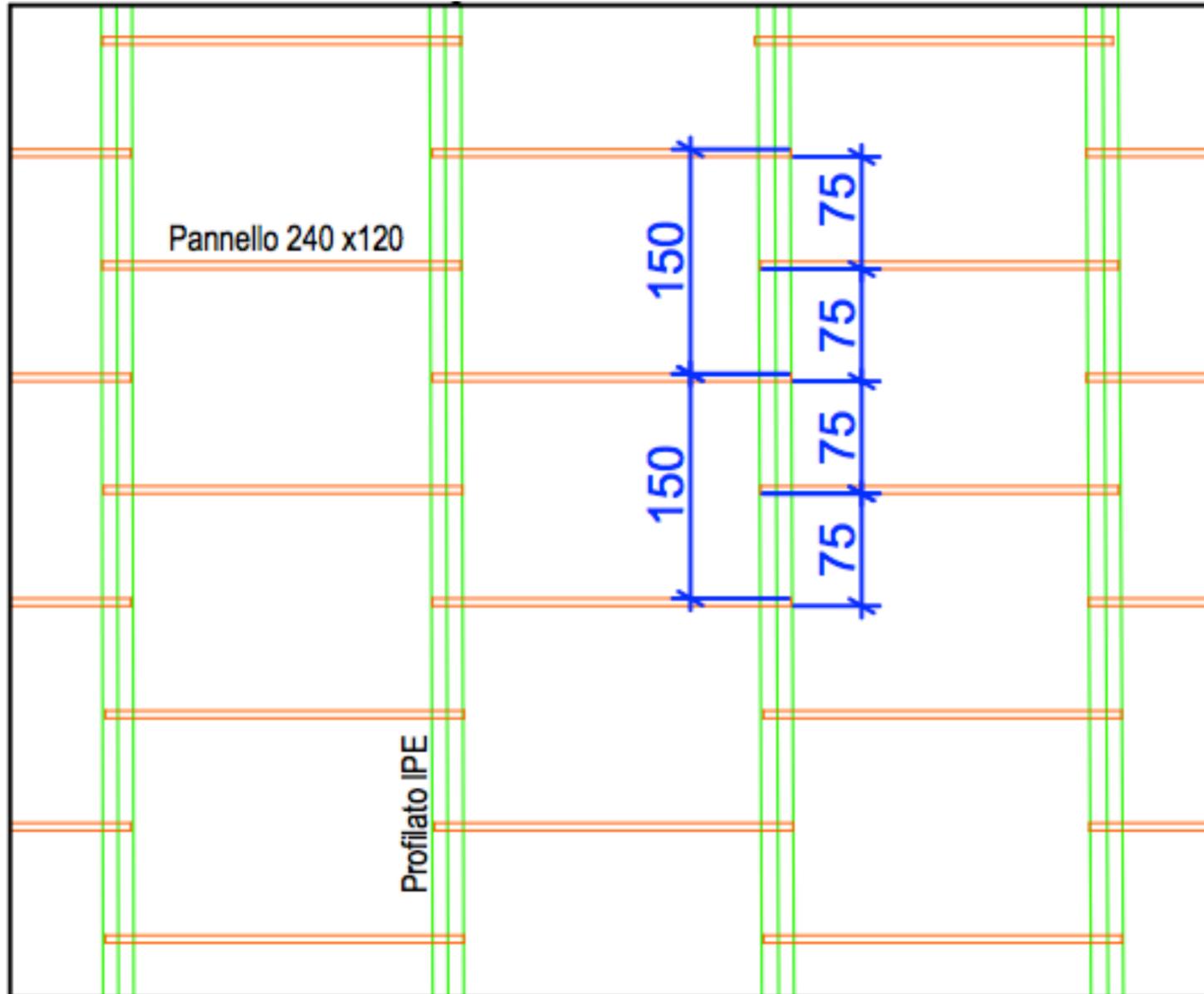
Questa relazione è stata programmata e calcolata con il software Mathematica per la combinazione dei parametri di nostro interesse:

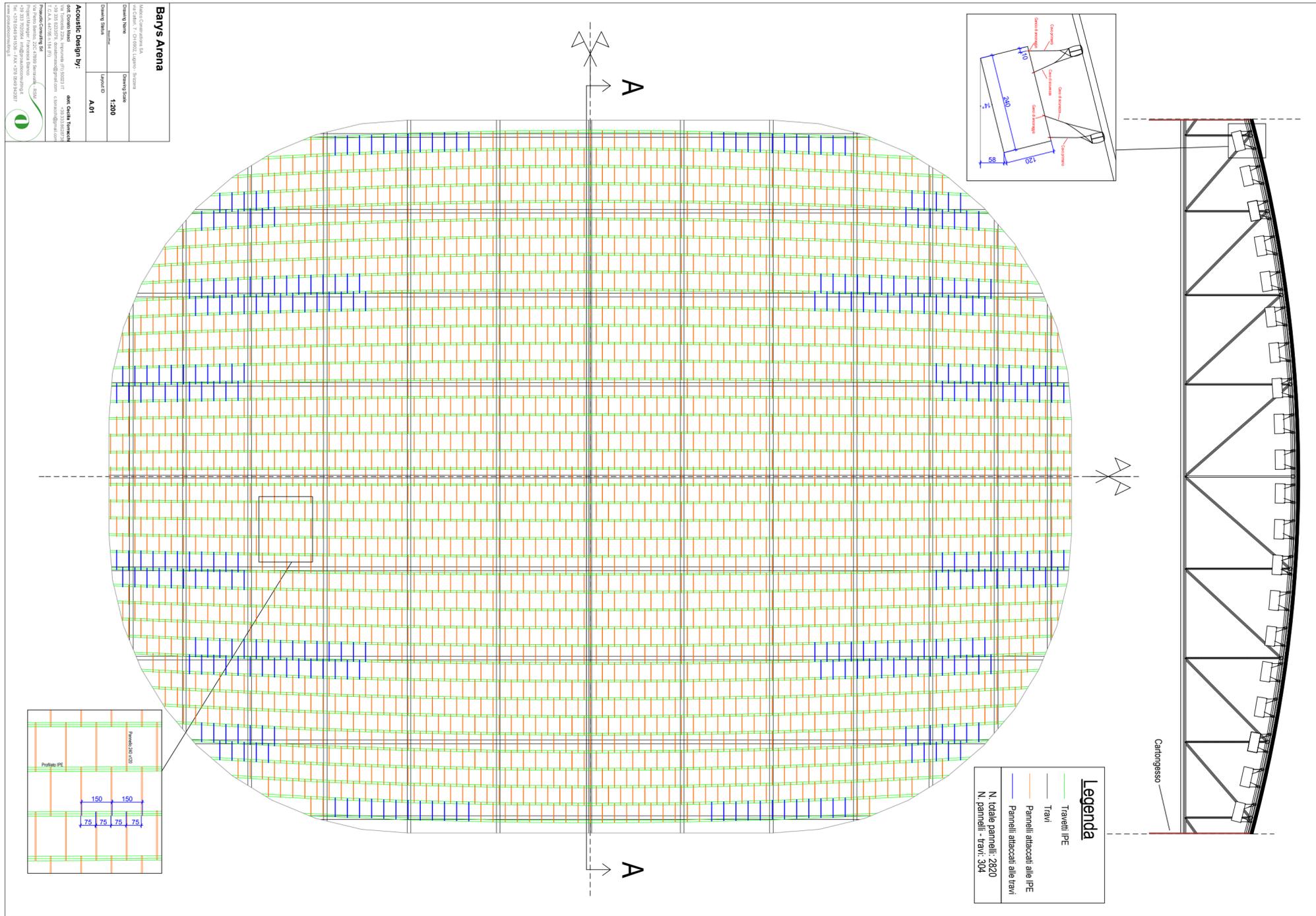
Esempi di assorbimento per diversi valori di a'

- Il valore utilizzato per il trattamento acustico della Barys Arena è relativo all'ultima riga, ossia $a' = 1.25$
- per valori di $a' < 0.6$ il baffle si comporta alle alte frequenze praticamente come il pannello semplice orizzontale (ma per valori più piccoli di questo il modello di calcolo non è efficace);
- spesso si preferisce avere un lieve peggioramento della parte delle alte frequenze (dato che l'inserimento di una grande quantità di materiale poroso rende il campo acustico "anecoico" in questo range, restituendo una sensazione di "fastidio percettivo") in favore del miglioramento a bassa frequenza, che sembrerebbe a prima vista minimo, ma praticamente per $a' = 0.833$ già raddoppia i coefficienti @100 Hz;
- bisogna tenere di conto dell'assorbimento delle partizioni leggere come le coperture dei grandi palazzetti, che spesso sono determinanti alle basse frequenze



Disposizione dei baffle





Montaggio dei baffles



cavo con occhiello, per formare il cappio e chiudere "a cravatta" attorno alle IPE



"molletta" di Manifattura Maiano per attaccarsi al pannello



inserimento del cavo nel morsetto per fissaggio alla "molletta"



Il morsetto può aiutare a fare un "fine-tuning" dell'altezza, se fosse necessario

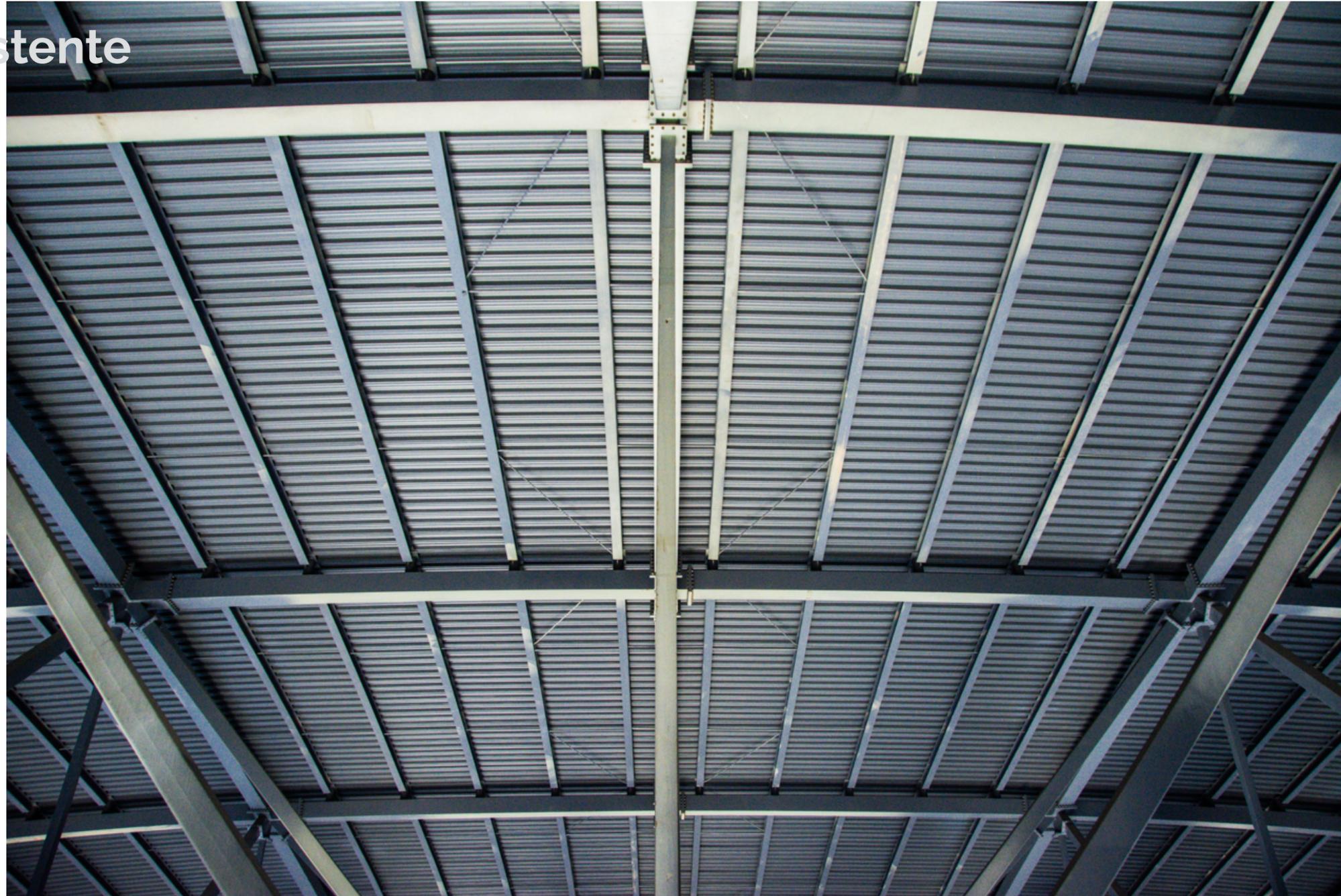


aggancio della molletta al pannello: gli uncini si inseriscono nella fibra

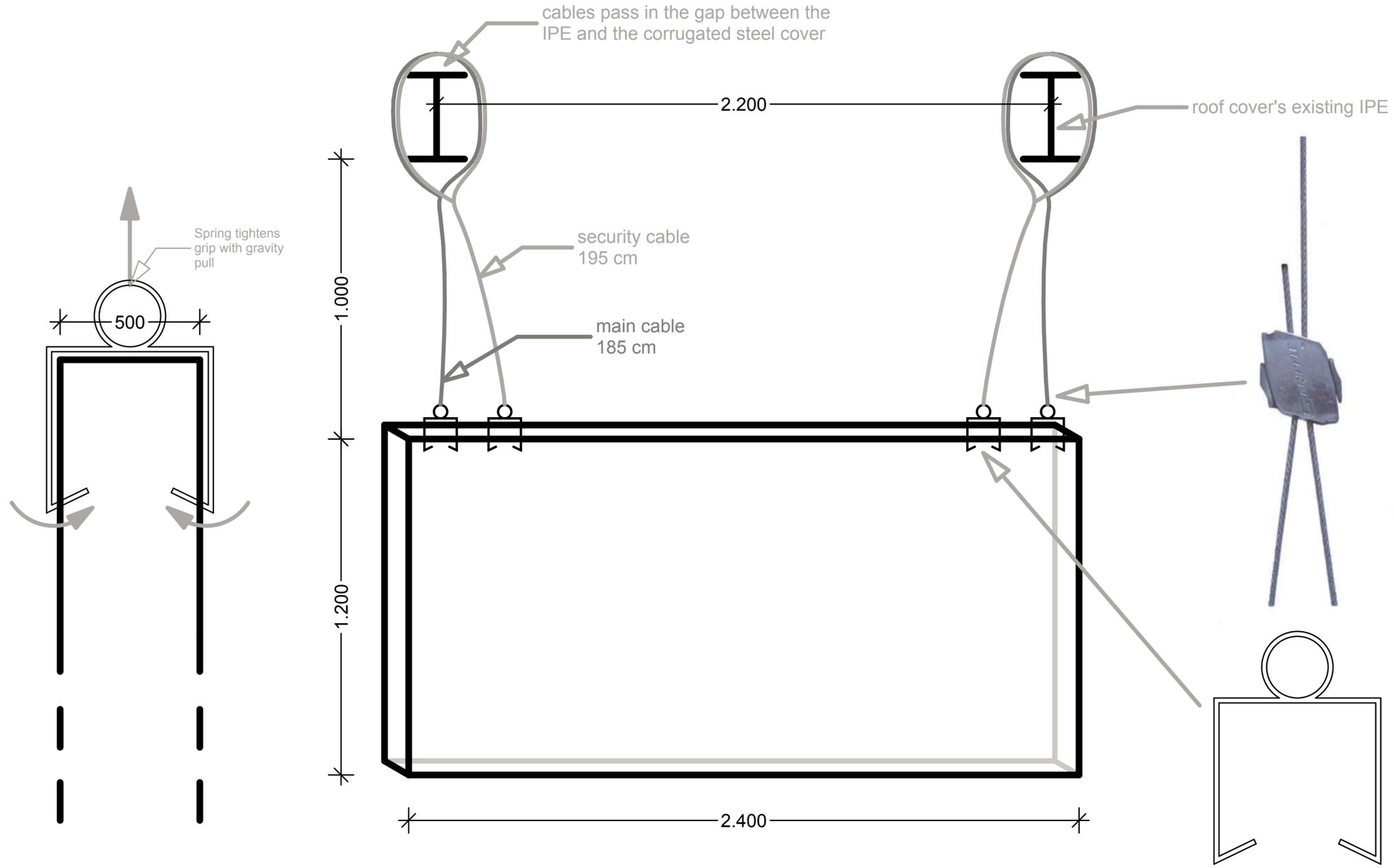


aggancio della cavo con il blocco del morsetto alla molletta e sospensione del pannello

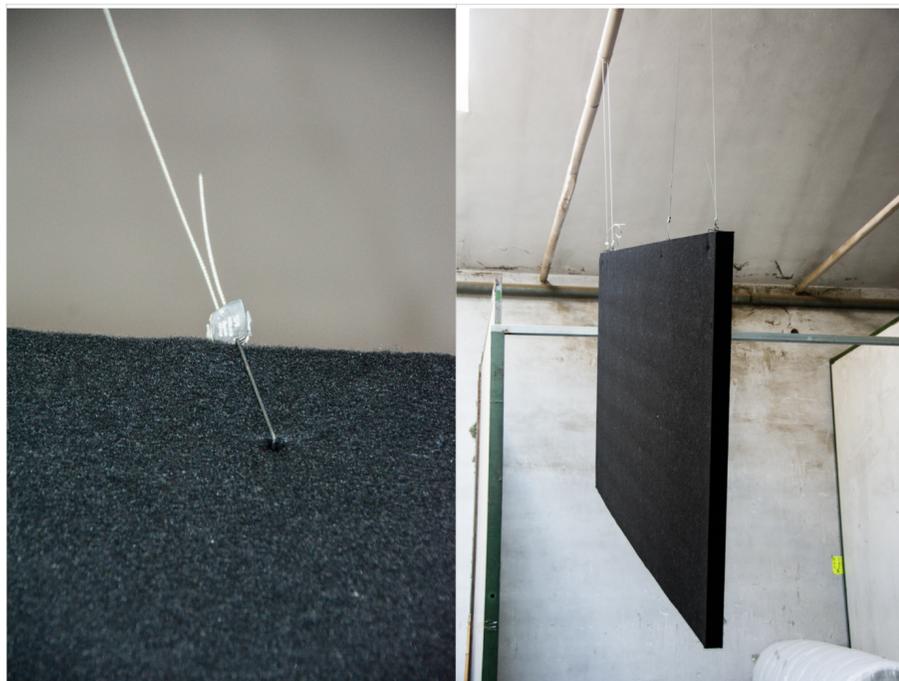
Soffitto Esistente



M1290 Hockey Stadium



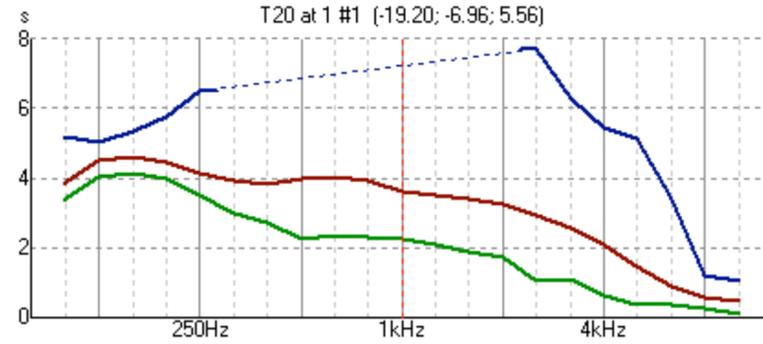
Sistema di sospensione, test



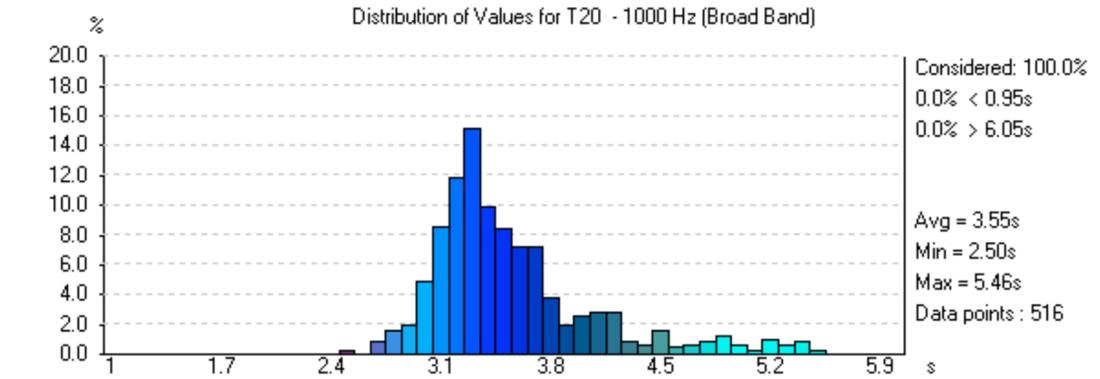
T20
Tempo di
riverberazione

valori (max medio min)

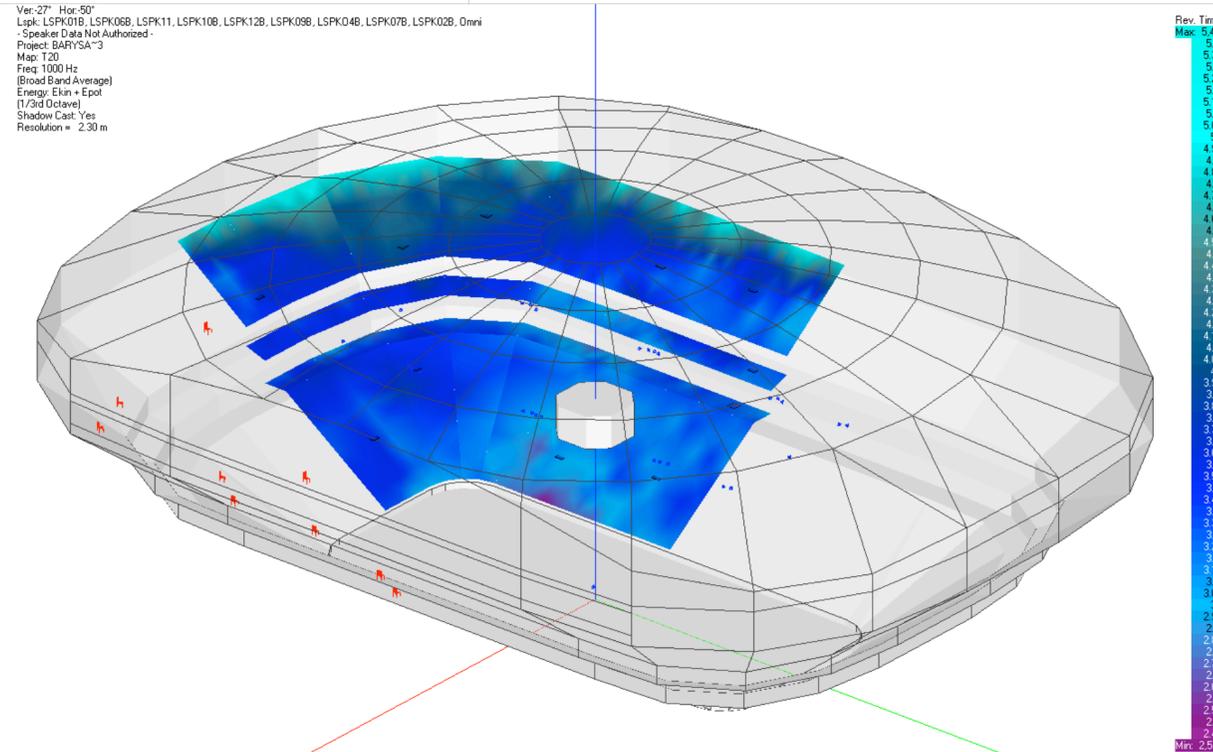
distribuzione (statistica %)



(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:19:44 / Donato Masci Studio Sound S.



(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:42:36 / Donato Masci Studio Sound S.

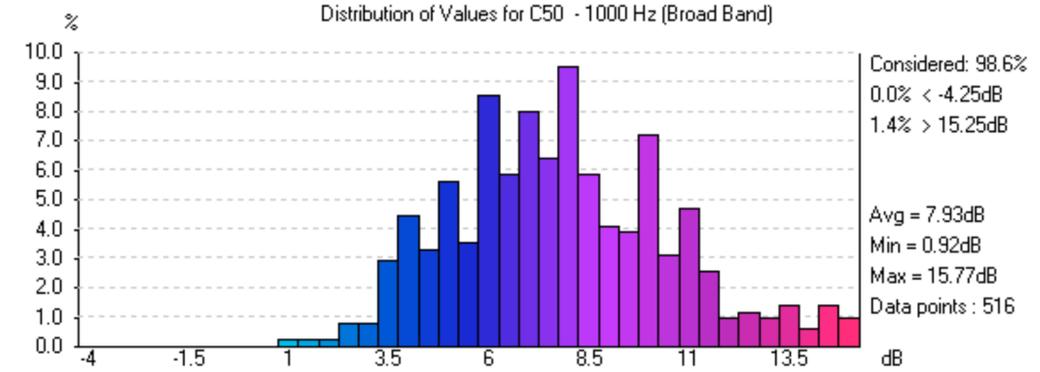
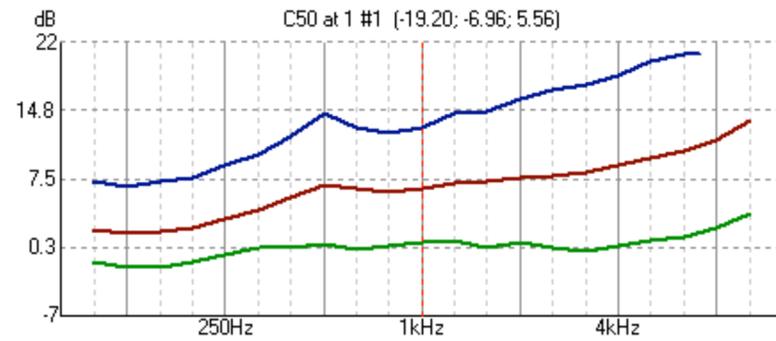


(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:42:46 / Donato Masci Studio Sound S.

C50
parametro di
Chiarezza

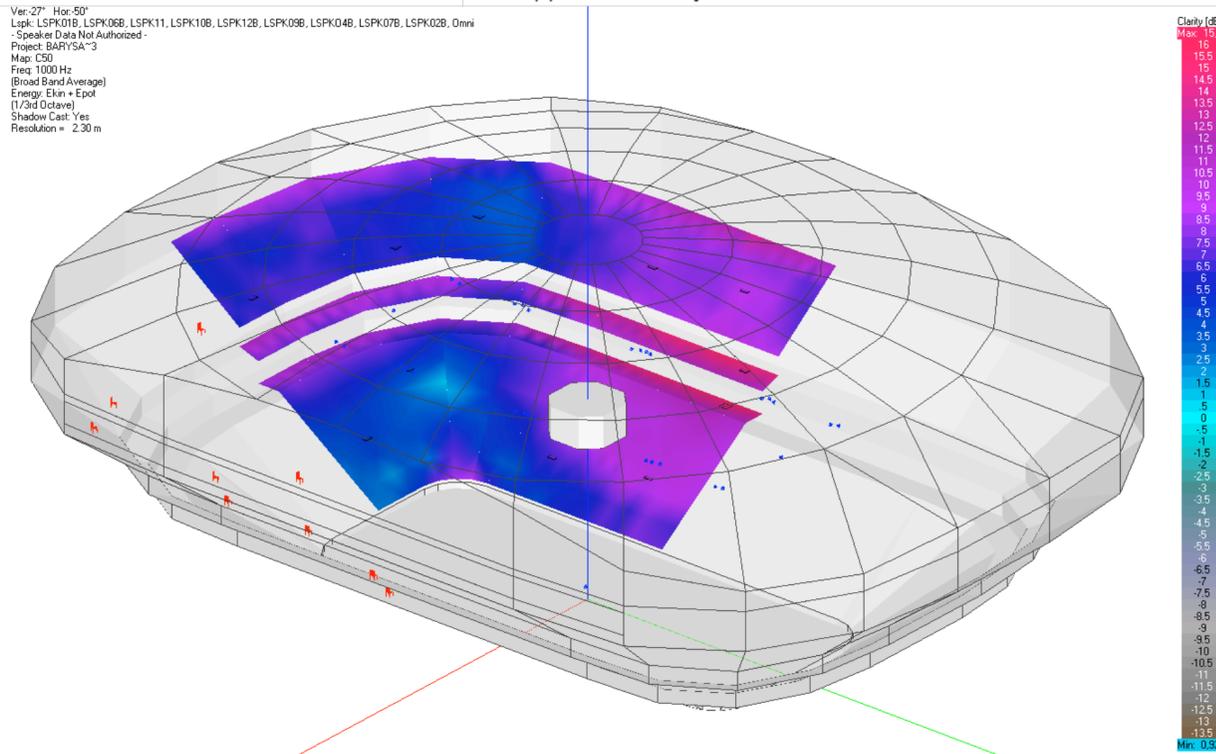
valori (max medio min)

distribuzione (statistica %)



(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:27:40 / Donato Masci Studio Sound S.

(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:29:09 / Donato Masci Studio Sound S.



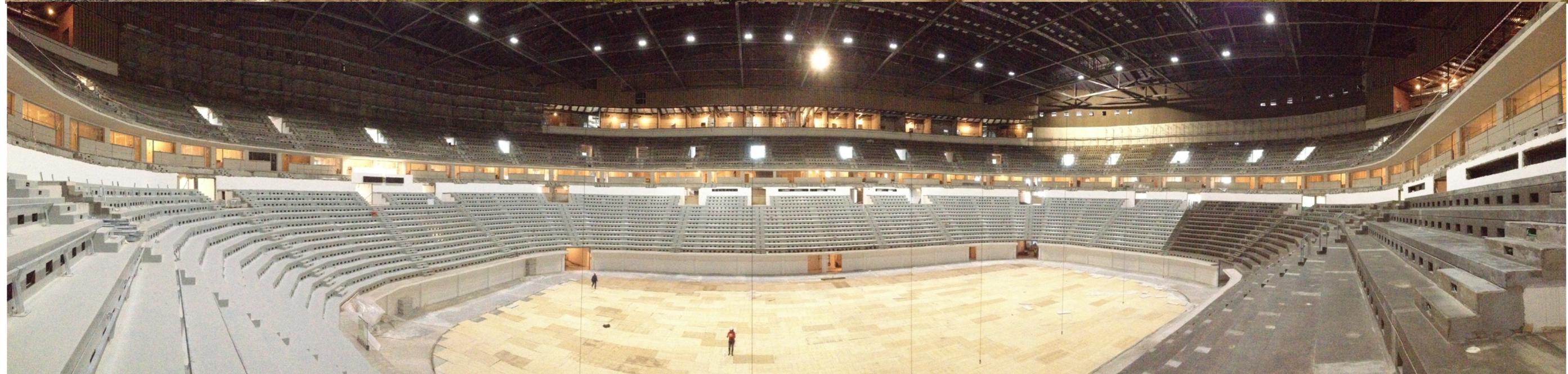
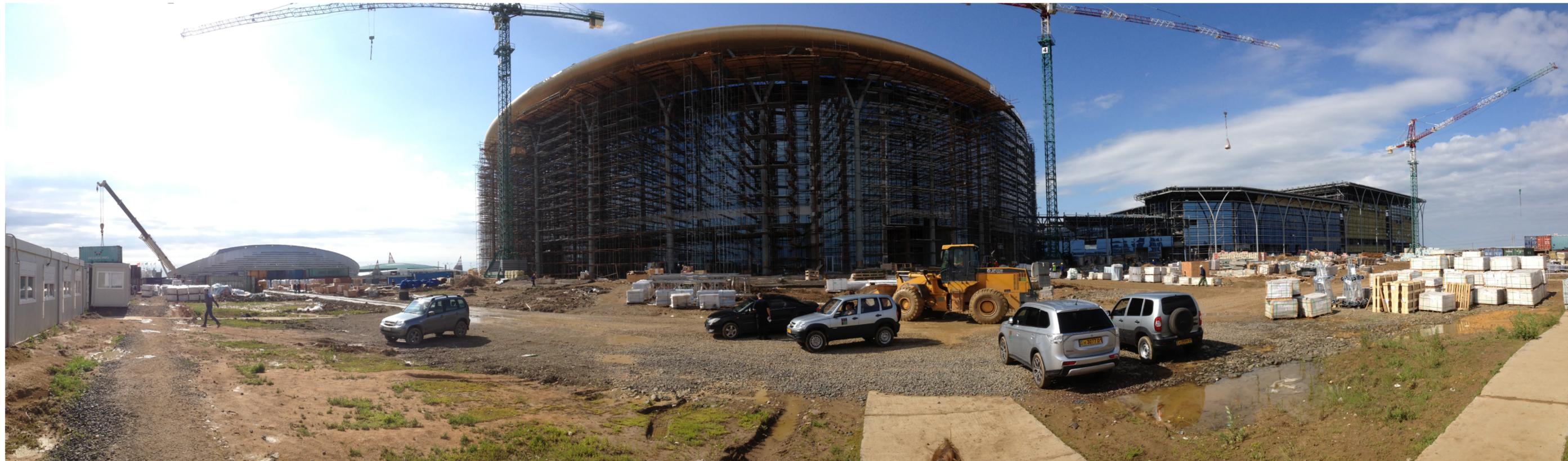
(c) EASE 4.3 / Barys Arena / 16/06/2015 10:29:28 / Donato Masci Studio Sound S.











	125	250	500	1000	2000	4000
RT	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
Valore atteso (impianto) [s]	5.4	4.3	3.6	3.2	2.9	2.6
Valore atteso (sorgente omni) [s]	6.0	4.6	3.7	3.7	3.2	2.9
Misure impianto T30 (Media) [s]	4.9	4.5	3.5	3.1	2.6	2.0
Misure impianto EDT (Media) [s]	4.4	4.1	3.8	3.7	3.1	2.7
Misure Palloncino T10-30 (Media) [s]	4.8	4.9	3.8	3.7	3.2	2.5



	125	250	500	1000	2000	4000
C50	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
Misure impianto C50 (Media) [s]	-4.8	-0.4	-0.3	0.6	1.0	5.0
Misure Palloncino C50 (Media) [s]	-7.2	-0.4	0.0	0.9	1.4	4.2



STUDIO
SOUND
SERVICE

Grazie

Download presentazione

studiosoundservice.com/didattica-eventi/

Contatti

info@studiosoundservice.com

studiosoundservice.com

Bibliografia

- Donato Masci: "Parametri Fisici dell'Acustica Ambientale" tesi di Laurea in Fisica;
- Laura Meucci: "Sistemi di sicurezza EVAC di Segnalazione vocale per l'evacuazione di grandi ambienti: progettazione, messa in funzione e collaudo (con il metodo STI), in ambito acustico, relativi ad alcuni studi e progetti in corso d'opera" Tesi di laurea in Ingegneria Ambientale;
- Normativa europea EN 60849, dell'aprile del 1998, "Sound systems for emergency purposes", riconosciuta in Italia nel 1999 come norma CEI EN 60849 "Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza";
- Normativa UNI ISO 7240-19 "Fire detection and alarm systems - Part 19: Design, installation, commissioning and service of sound systems for emergency purposes", "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza";
- Normativa europea EN 54 "Fire detection and fire alarm systems", in particolare le parti 2, 4, 16, 24, a cui la 7240-19 fa esplicitamente riferimento riguardo agli apparati costituenti il sistema sonoro.