



Projecte tècnic de les obres de la reforma de la sala de control

Projecte executiu

Vol. 1/1
08 Annex: Estudi Acústic

Desembre 2023

PETICIONARI:

TERSA

Carrer Eduard Maristany 44,
08930 Sant Adrià de Besòs

ASSUMPTE:

ESTUDI ACÚSTIC DELS NIVELLS DE SOROLL I VIBRACIÓ A LA SALA DE CONTROL DE LA PLANTA DE VALORITZACIÓ ENERGÈTICA DE TERSA, UBICADA AL CARRER EDUARD MARISTANY 44 DE SANT ADRIÀ DE BESÒS, I PLANIFICACIÓ DE POSSIBLES MESURES CORRECTORES.

Barcelona, 7 de setembre de 2023



Oriol Arau.

Director tècnic de AUDIOSOFT

1- INTRODUCCIÓ

En aquest estudi s'analitzarà l'impacte acústic del conjunt de maquinària de de la planta de valorització energètica que afecten la sala de control, fent especial consideració a la turbina KKK, la més propera, tant a nivell de soroll com de vibracions.

A partir de diferents mesures acústiques realitzades (des soroll i vibració) es caracteritzaran acústicament les fonts de soroll/vibració analitzades, s'estudiarà l'impacte acústic que tenen sobre els recintes annexes com són la sala de control i la sala de reunions-office, s'analitzaran els mecanismes de transmissió del soroll i vibracions i s'establirà una planificació de possibles mesures correctores per tal de minimitzar-ne l'impacte acústic.

Les dades obtingudes per al desenvolupament d'aquest estudi es varen prendre el dia 6 de juny de 2023 en diferents punts de la sala de control, de la sala de reunions, així com del recinte on s'ubica la turbina més propers (turbina KKK) i del recinte de la cambra de baixa tensió.

Es varen fer dues sèries de mesura, amb la turbina KKK en funcionament i aturada. Quan la turbina KKK roman aturada es dispara una bomba d'oli que roman aturada quan la turbina està en funcionament. Així doncs les fases de funcionament analitzades en relació al funcionament d'aquestes dues fonts conegudes són les següents:

FASE 1: Turbina KKK en funcionament, bomba d'oli aturada

FASE 2: Turbina KKK aturada, bomba d'oli en funcionament.

Paral·lelament a aquestes fonts, durant les mesures, estaven en funcionament altres turbines i maquinària, d'ubicació més llunyana però igualment susceptible de generar nivells importants de soroll i, sobretot de vibracions, amb capacitat de tenir un impacte acústic significatiu sobre les zones analitzades.

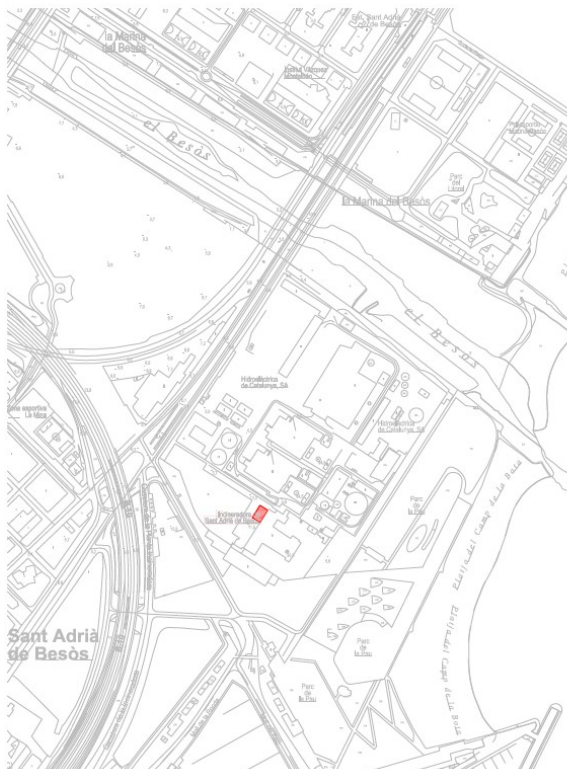
A partir de les mesures resultants d'aquestes dues fases podrem extreure conclusions importants i significatives que afecten directament en la presa de decisions a l'hora d'implementar un tipus de mesura correctora o un altre per tal d'obtenir millores significatives en relació a l'impacte acústic.

A L'Annex 1 adjuntem les conclusions dels resultats obtinguts a l'estudi previ de la empresa NOIZU fet amb data de 20/04/2017

2- DADES DE MESURA

EMPLAÇAMENT	<p>EMISSORS: Turbines i maquinària de la planta de valoració energètica de TERSA, ubicada al carrer Eduard Maristany 44 de Sant Adrià de Besòs</p> <p>RECEPTORS: Sala de control i sala de reunions-office, annexes a sala de turbina KKK.</p>
DATA DE LA MESURA	6 de juny de 2023
HORA DE LA MESURA	A partir de les 12:30

Emplaçament:



3- EQUIPS DE MESURA

Els equips de mesura compleixen amb les verificacions periòdiques conforme els criteris establerts a l'ordre ministerial del 16 de desembre de 1998, del Ministeri de Foment (B.O.E. 311 de 29/12/1998) i l'ordre del 30 de Juny de 1999, del Departament d'Indústria, Comerç i Turisme (DOGC 2928, de 12/07/1999).

EQUIPS DE MESURA DE SOROLL:

APARELL	MARCA	MODEL	NÚMERO SÈRIE
SONÒMETRE	BRUEL&KJAER	2250	2704813
MICRÒFON	BRUEL&KJAER	4189	2695602
CALIBRADOR	CESVA	CB006	49891

EQUIPS DE MESURA DE VIBRACIÓ:

Els mesuraments s'han dut a terme amb un acceleròmetre triaxial i un analitzador de vibracions de 3+1 canals de tipus 1:

APARELL	MARCA	MODEL	NÚMERO SÈRIE
ACCELERÒMETRE	SVANTEK	SV 207A	22804
ANALITZADOR	SVANTEK	SVAN 958	20761
CALIBRADOR	SVANTEK	SV111	25007

<p>CALIBRADOR BRUEL&KJAER 4231</p>		<ul style="list-style-type: none">-Compleix amb EN-IEC60942 (2003) LS Classe i Classe 1, i ANSI S1.40 - 1984-Incertesa de calibratge $\pm 0,2$ dB.-1 kHz de freqüència de calibratge de nivell de calibratge correcta independent de les rets de ponderació.-94 dB SPL o 114 dB SPL per al calibratge en entorns sorolloses.
<p>SONÒMETRE BRUEL&KJAER 2250</p>		<ul style="list-style-type: none">-Sonòmetre tipus 1-Mesura de nivell sonor en constant integradora Fast, Slow, Impulse.-Analitzador d'espectres per bandes d'octava i terços d'octava.-Mesura del temps de reverberació per bandes d'octava i terços d'octava.-Mesura configurable de registre sonor continu.-Rang dinàmic 120 dB.

ACCELERÒMETRE TRIAXIAL

SVANTEK SV 207A



ANALITZADOR

SVANTEK SVAN 958



CALIBRADOR

SVANTEK SV111



4- FONTS DE SOROLL I VIBRACIÓ. UBICACIÓ I RESULTATS DE MESURA.

Les fonts de soroll i vibració implicades són les 2 turbines (KKK i ABB) i demés maquinària de la planta de valorització energètica de TERSA.

En aquest estudi avaluarem de manera diferenciada dos fases de funcionament, amb la turbina KKK en funcionament i aturada:

FASE 1: Turbina KKK en funcionament, bomba d'oli aturada

FASE 2: Turbina KKK aturada, bomba d'oli en funcionament.

La resta de fonts de soroll, inclora la turbina ABB estaven en funcionament durant les dues fases analitzades.

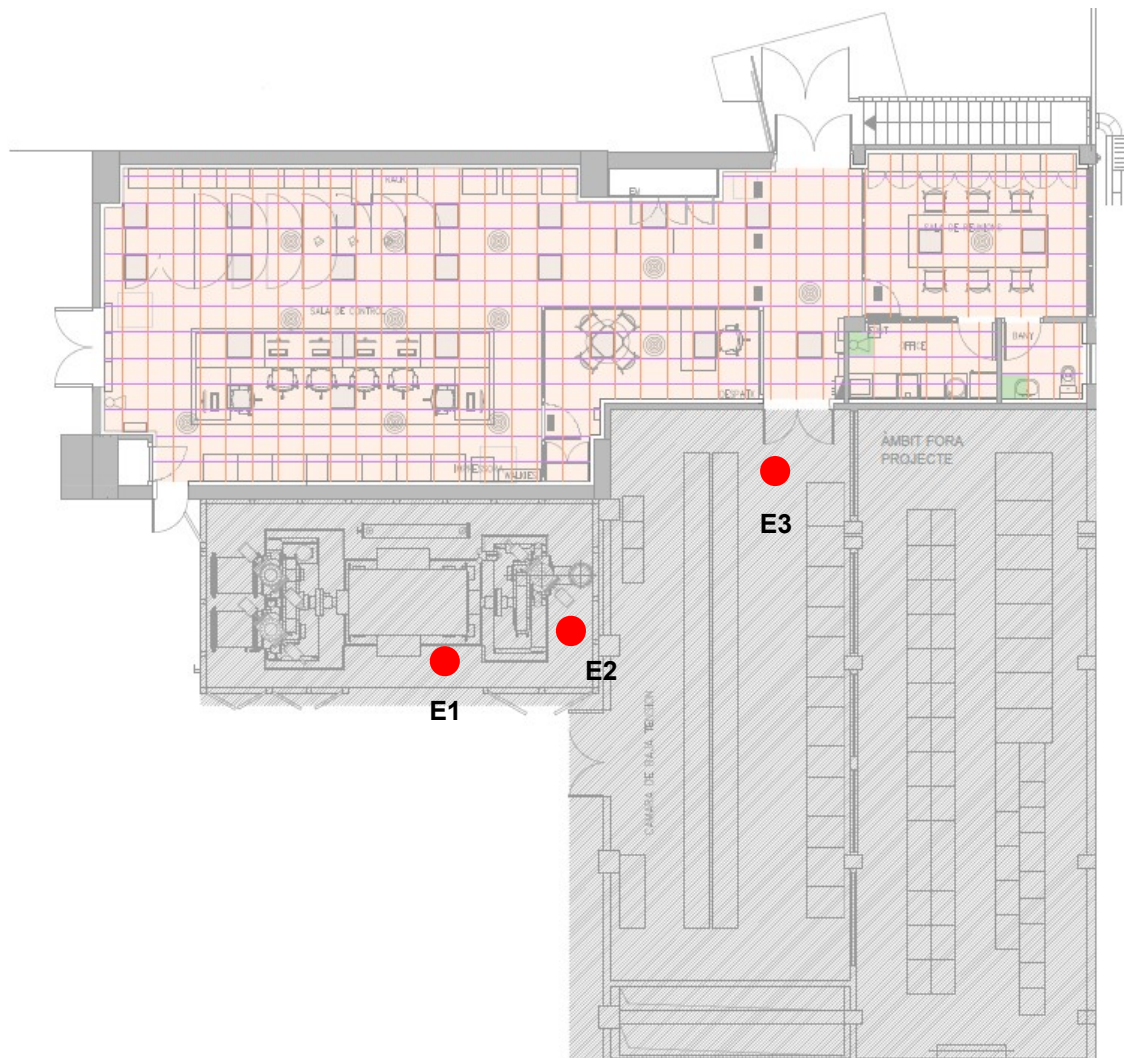
Sala on s'ubica la turbina KKK:



Evidentment no s'han pogut caracteritzar totes les fonts de soroll i vibració.

En aquest estudi, a banda de les mesures fetes en sala de control i reunions, s'han fet mesures a la sala de turbines KKK i també a la sala de baixa tensió, adjacent a la sala de turbines:

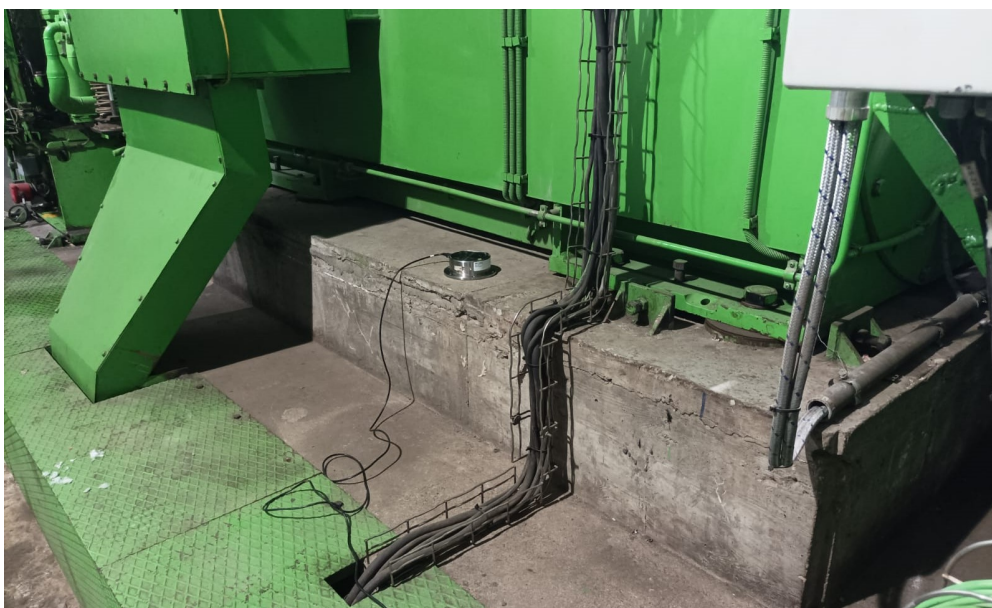
Ubicació dels punts de mesura per caracteritzar les fonts emissores de soroll (en color vermell figura la zona control i sala de reunions):



E1 i E2 són dos punts de mesura de nivells de soroll i vibracions dins del recinte de la turbina KKK.

E3 és un tercer punt de mesura fet a la entrada del recinte de baixa tensió.

Punt de mesura E1:



Punt de mesura E2:



Punt de mesura E3:

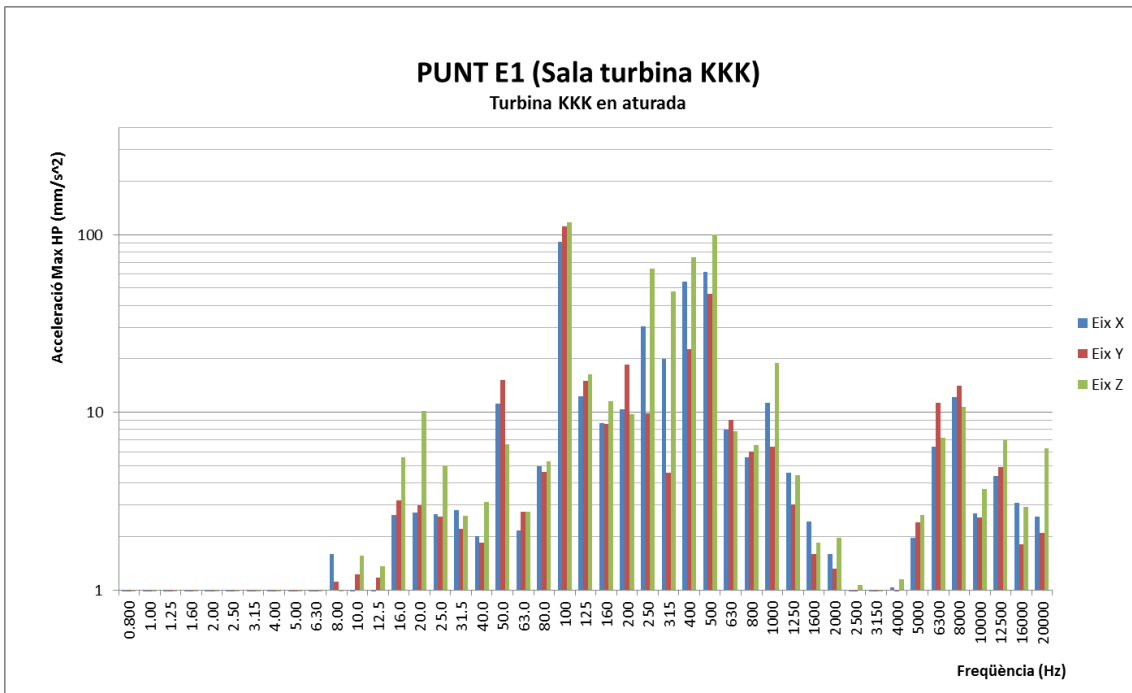
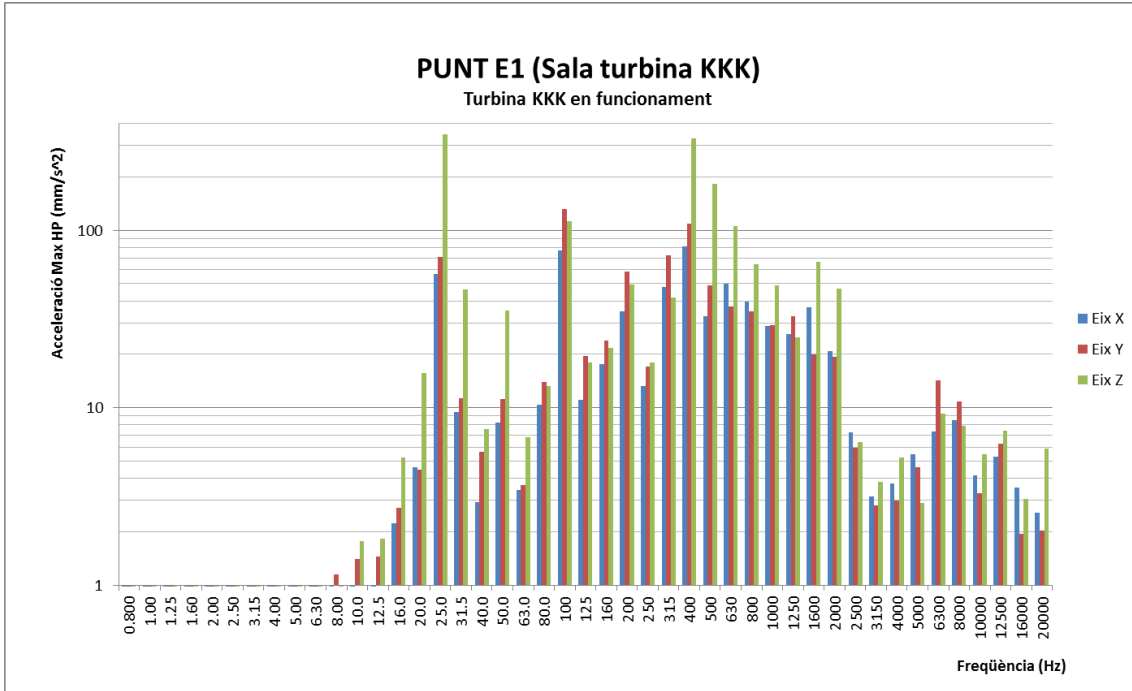


A continuació mostrem els gràfics en bandes de 1/3 d'octava dels nivells de soroll (Leq i LAeq) i dels nivells de vibració (Max, HP, mm/s², representació en escala logarítmica):

PUNT E1: Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK

Turbina KKK ON: 97.7 dB

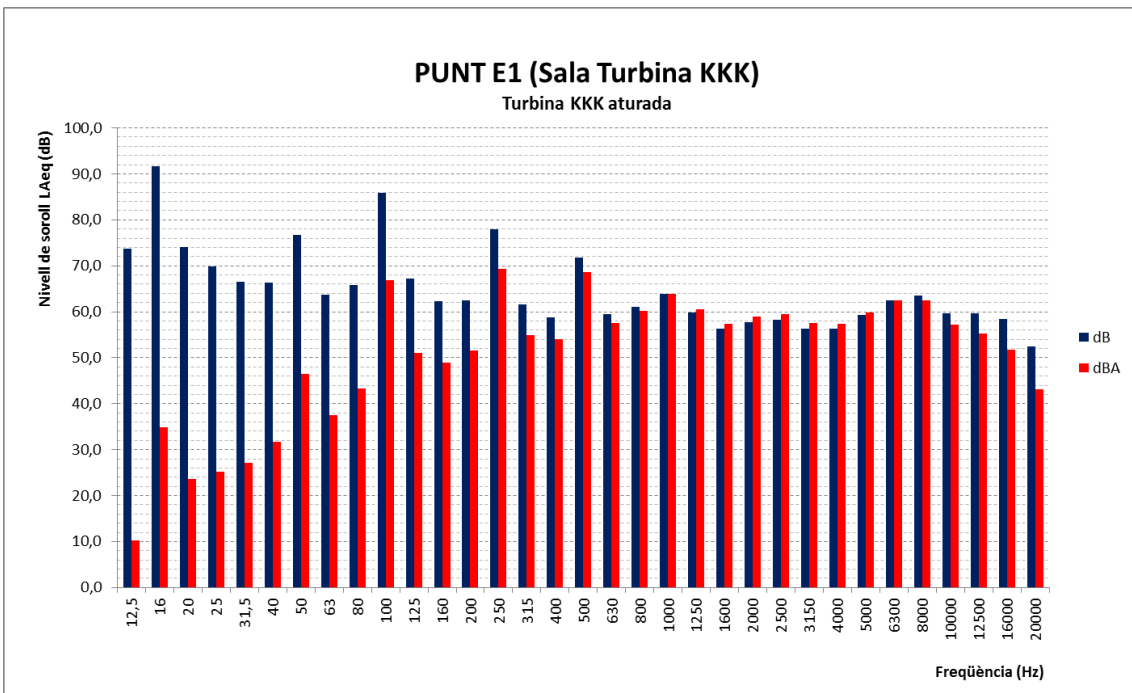
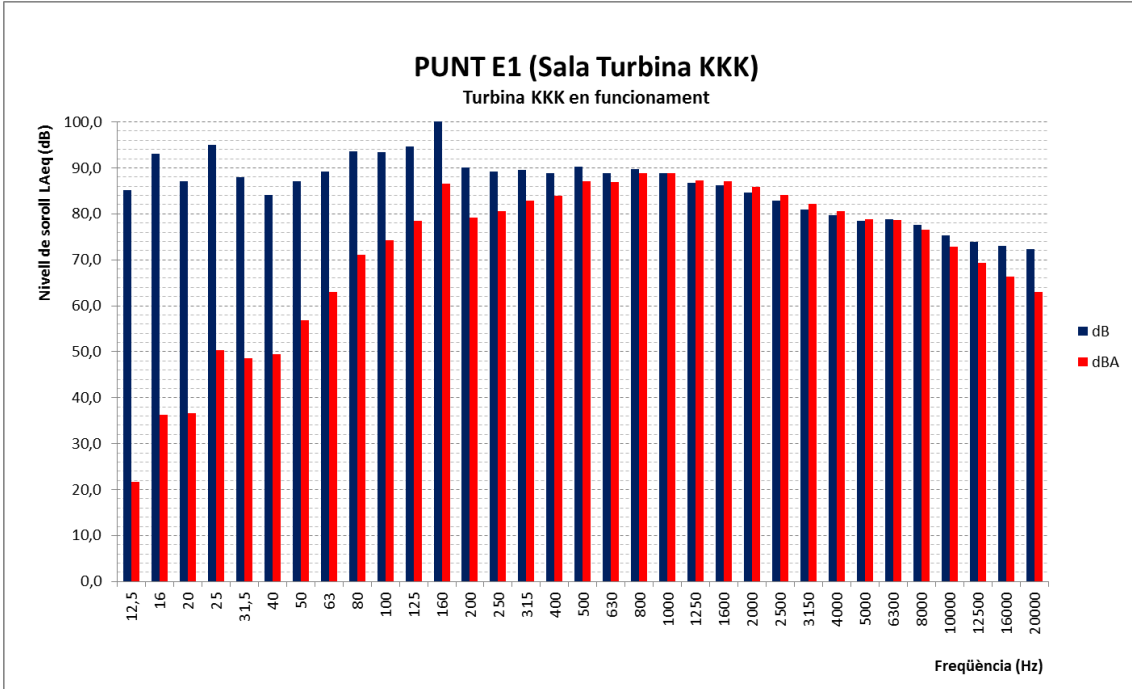
Turbina KKK OFF: 77.9 dB



PUNT E1: Nivell de soroll en sala de turbina KKK

Turbina KKK ON: 97.7 dBA

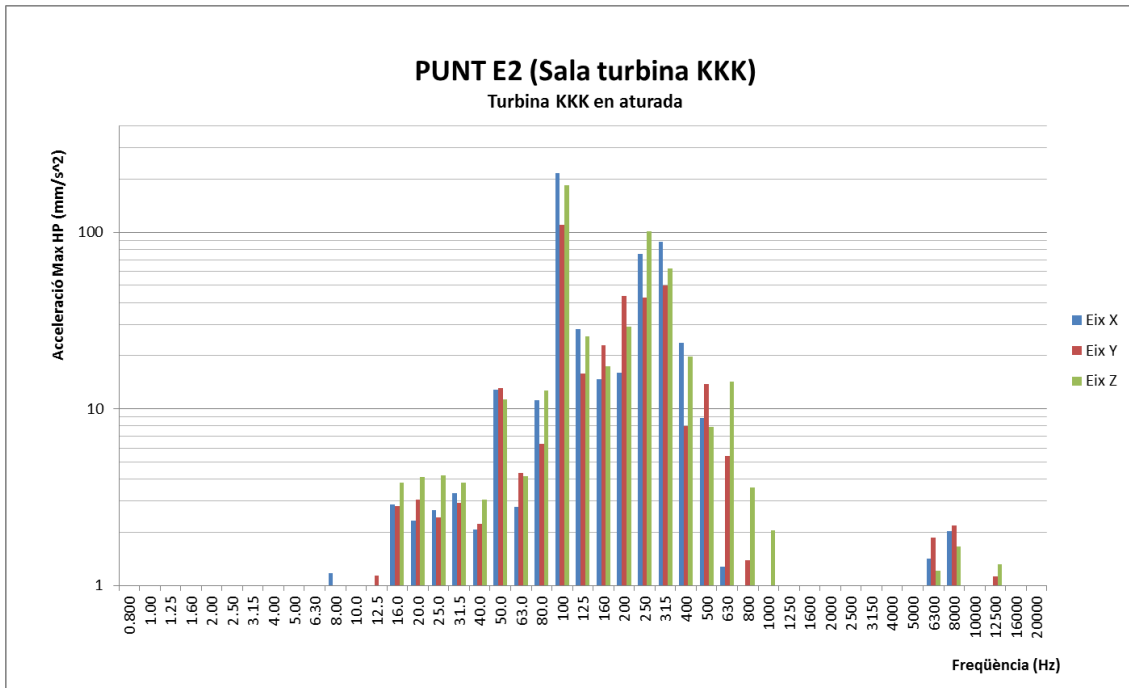
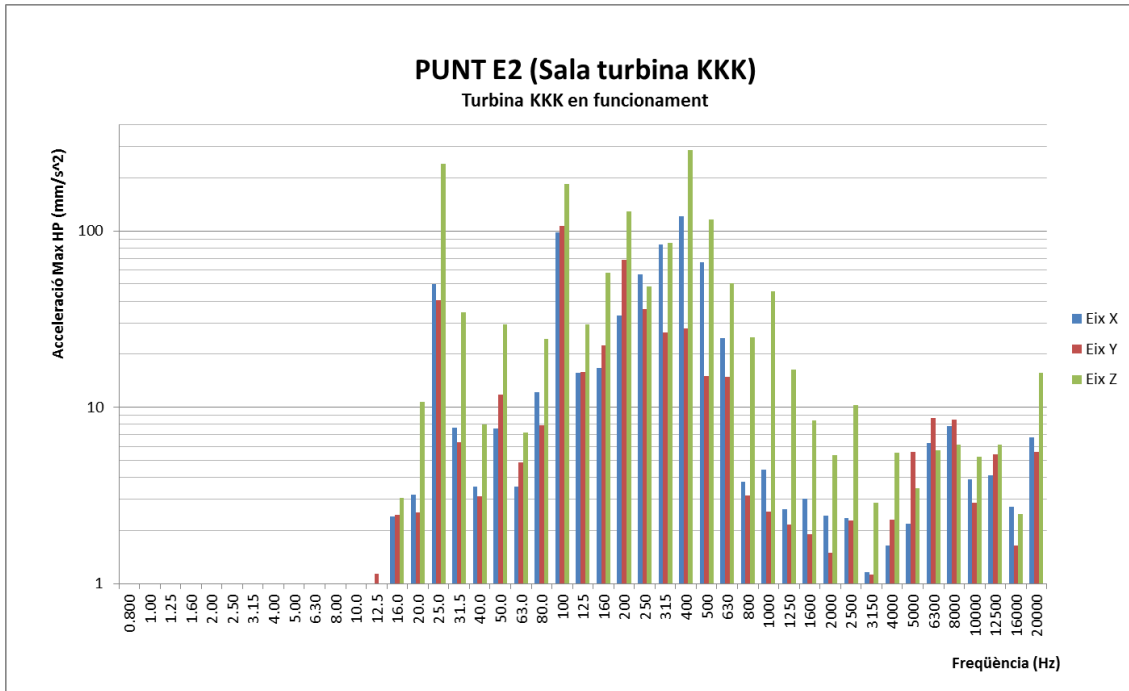
Turbina KKK OFF: 75.3 dBA



PUNT E2: Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK

Turbina KKK ON: 94.7 dB

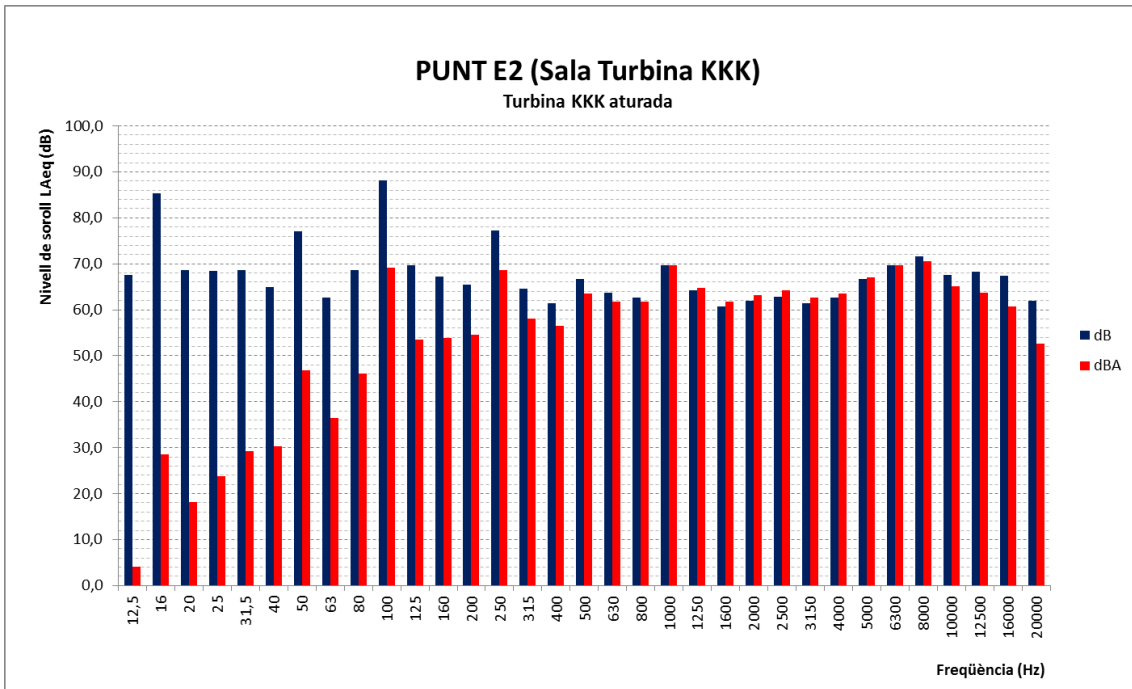
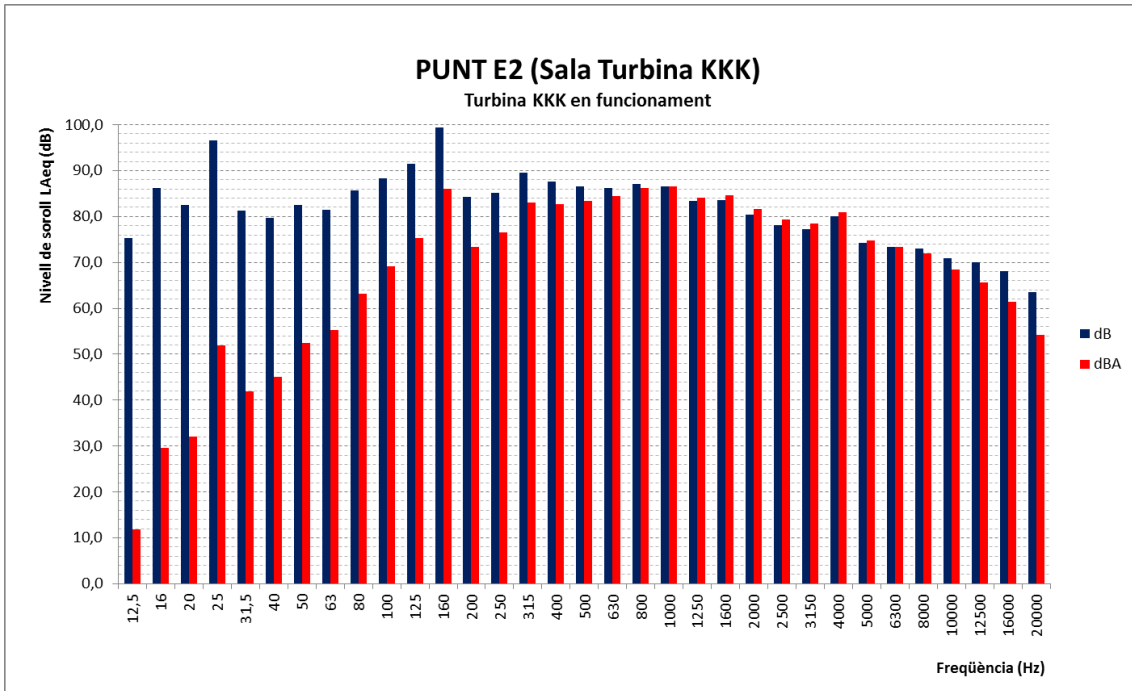
Turbina KKK OFF: 81.6 dB



PUNT E2: Nivell de soroll en sala de turbina KKK

Turbina KKK ON: 95.1 dBA

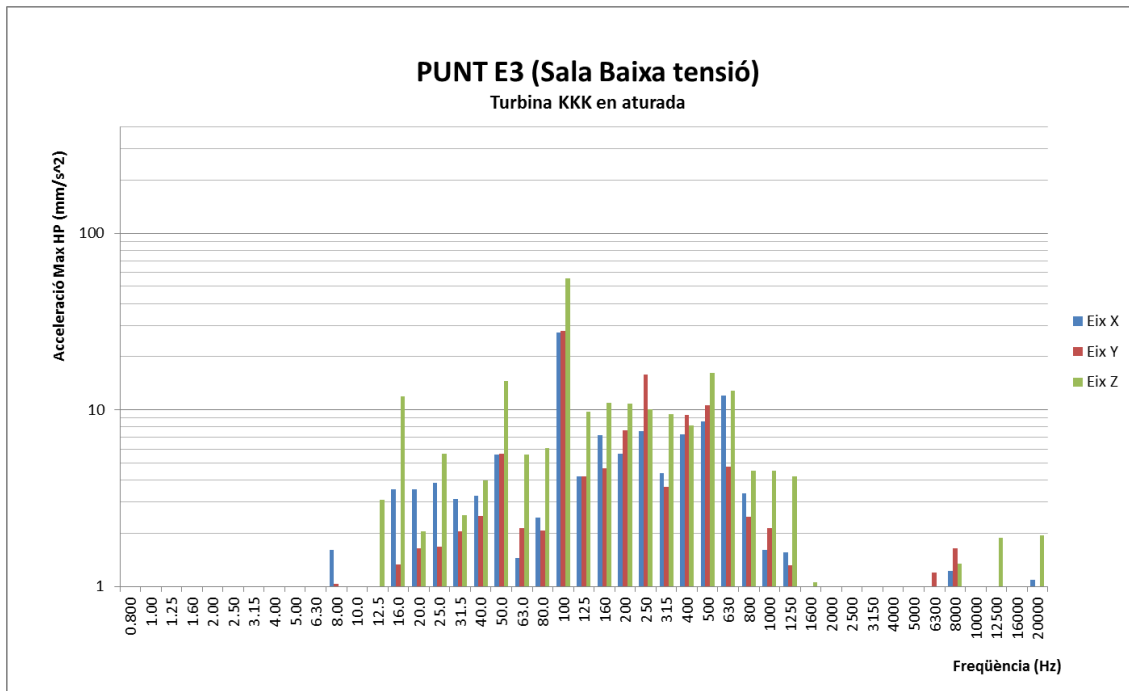
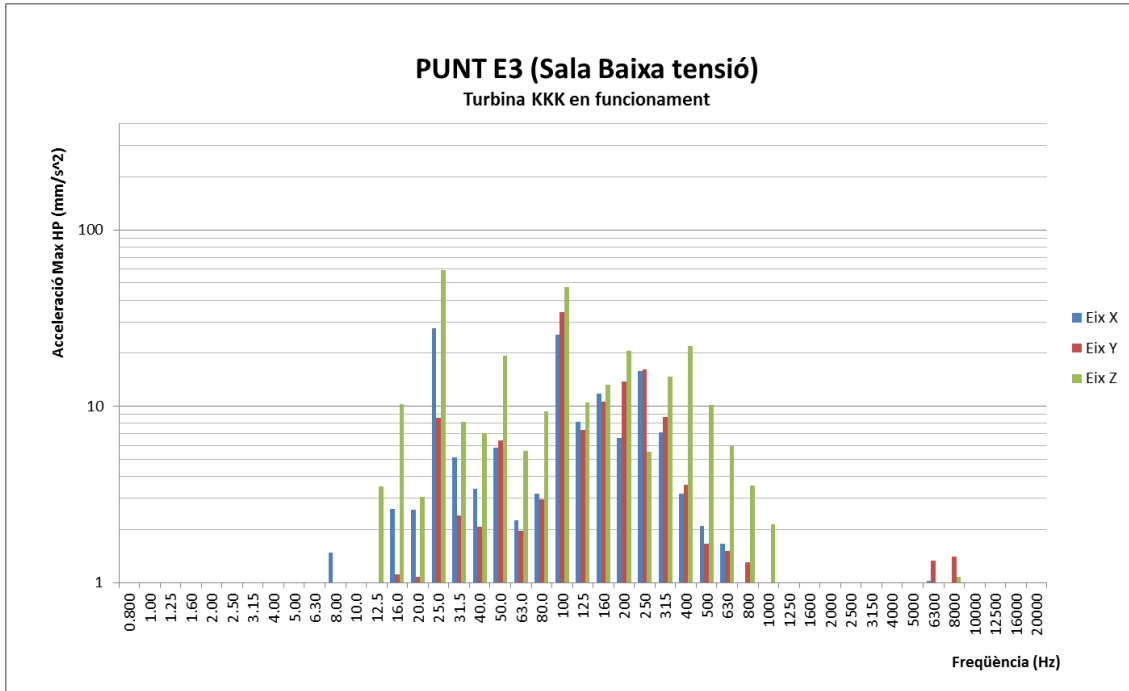
Turbina KKK OFF: 78.8 dBA



PUNT E3: Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK

Turbina KKK ON: 83.0 dB

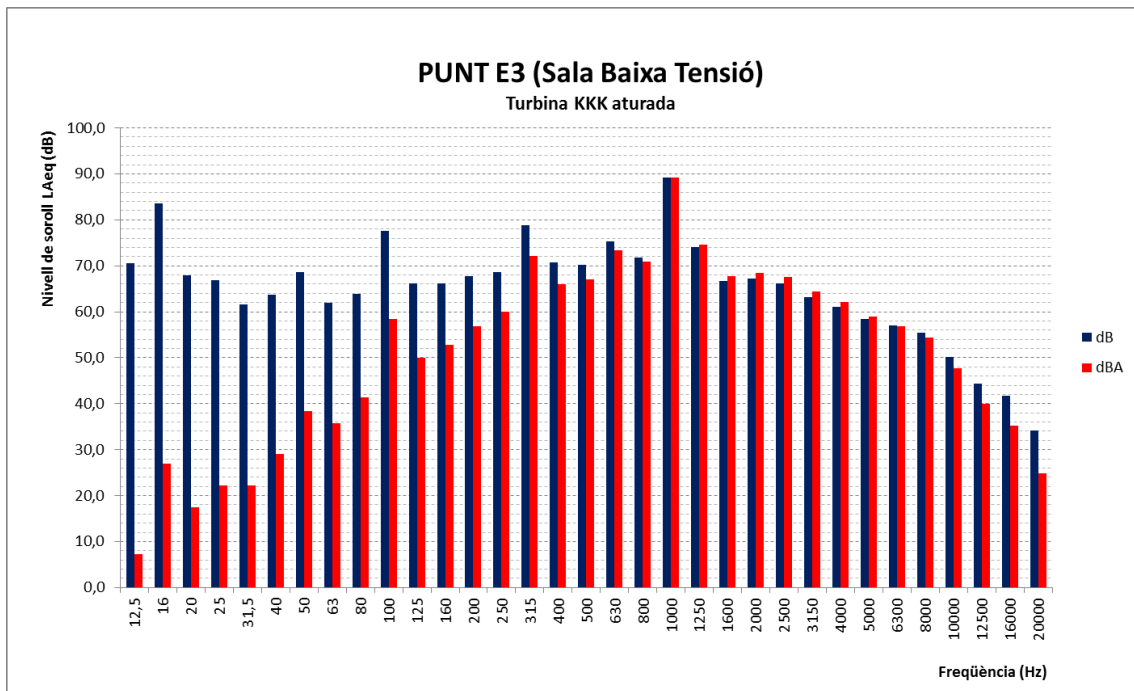
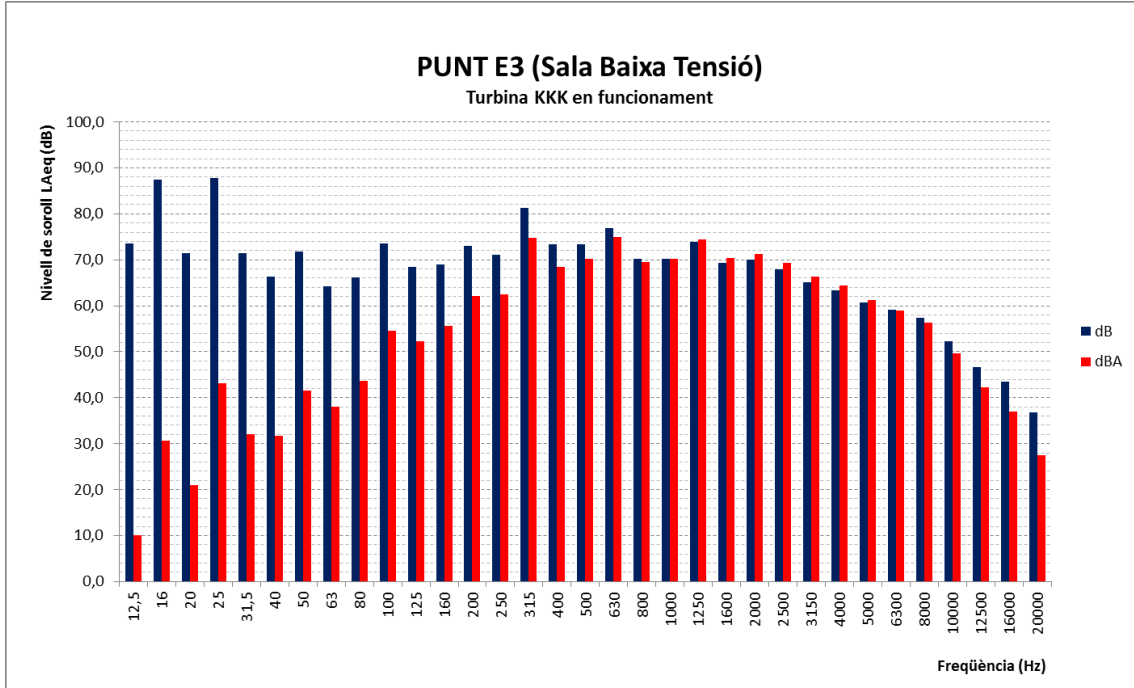
Turbina KKK OFF: 72.9 dB



PUNT E3: Nivell de soroll en sala de turbina KKK

Turbina KKK ON: 82.2 dBA

Turbina KKK OFF: 82.1 dBA



OBSERVACIONS PREELIMINARS REFERENTS A LES FONTS DE SOROLL I VIBRACIÓ:

- 1) En primer lloc observem que amb la turbina KKK en funcionament apareixen unes marcades components tan de soroll com de vibració a 25 Hz (i també en menor mesura a 200 Hz) que desapareixen quan s'atura la turbina KKK. Això es fa palès de manera evident en E1 i E2 però també s'observa clarament en E3, més allunyat de la turbina.
- 2) En tots els casos persisteixen les components tant de soroll com de vibració a 50 Hz i 100 Hz, atribuïbles a la turbina ABB (per coincidència amb la velocitat de gir d'aquesta turbina a 3000 rpm = 50 Hz).
- 3) Curiosament apareix una component marcada a 16 Hz que resulta molt més evident en E2 (valors de fins a 10 mm/s² mentre que en E1 i E2 son de 2 a 5 m/s²). No sabem la procedència d'aquesta component però queda clar que no prové de la turbina KKK i sembla que tampoc de la turbina ABB. Al ser més intensa en E3 (Sala de baixa tensió) podria ser que fos d'algun element d'aquest recinte (tal vegada ventilació...?). En tot cas, la seva contribució a nivell sonor és inferior al del les components de soroll procedents de les turbines.
- 4) A la sala de turbines veiem una gran diferència de nivells de soroll quan apaguem la turbina KKK (de entre 15 i 20 dBA), mentre que a la Sala de baixa tensió els nivells de soroll es mantenen constants a 82 dBA tant amb la turbina KKK en funcionament com aturada.

5- RECEPTORS. UBICACIÓ I RESULTATS DE MESURA.

Anomenarem Receptors aquells punts de mesura ubicats a la Sala de Control i a la Sala de Reunions.

Els 5 punts receptors analitzats són els següents, que anomenarem amb lletres de la A a la E:

Punts A, B i C:	Sala de Control
Punt D:	Entrada/accés
Punt E:	Sala de Reunions/office

Les mesures es varen fer amb la següent orientació d'eixos de l'acceleròmetre:

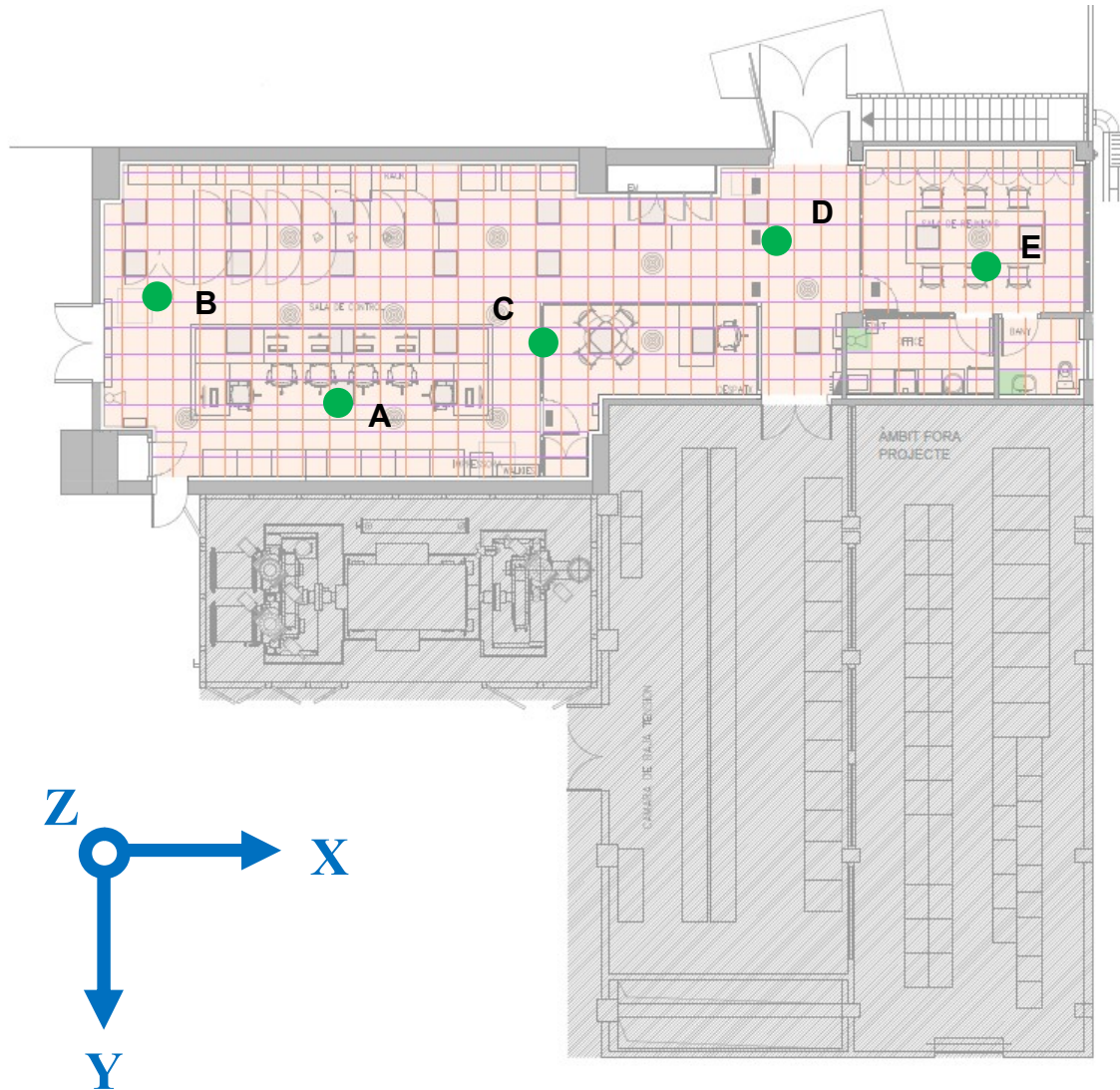
EIX 1 (X): HORIZZONTAL

EIX 2 (Y): HORIZZONTAL.

EIX 3 (Z): VERTICAL.



Ubicació de receptors i orientació dels eixos de l'acceleròmetre:



A les taules següents recollim els nivells de soroll i vibració mesurats.

Els nivells de soroll corresponen a nivells de equivalents LAeq, promig de 3 lectures de 1 minut cadascuna. Es tracta de nivells de soroll constants molt estables que no presenten variació entre lectures.

Els nivells de vibració corresponen als nivells màxims mesurats en valor RMS, Wm, 1s de 3 lectures de 1 minut cadascuna, tal i com indica el protocol de mesura de la normativa vigent.

Nivells d'immissió sonora en ambient interior LAeq		
dB(A)		
RECEPTOR	Turbina KKK ON	Turbina KKK OFF
A (Sala e Control)	67.3	66.2
B (Sala e Control)	68.3	67.7
C (Sala e Control)	65.2	64.2
D (Entrada/Accés)	61.7	60.5
E (Sala de Reunions)	49.4	55.6 (*)

(*) Durant aquesta fase de mesura, aquest punt estava dominat per la contaminació acústica d'alguna font de soroll exterior que no estava present durant la fase de funcionament de la turbina, d'aquí l'increment de nivells de soroll.

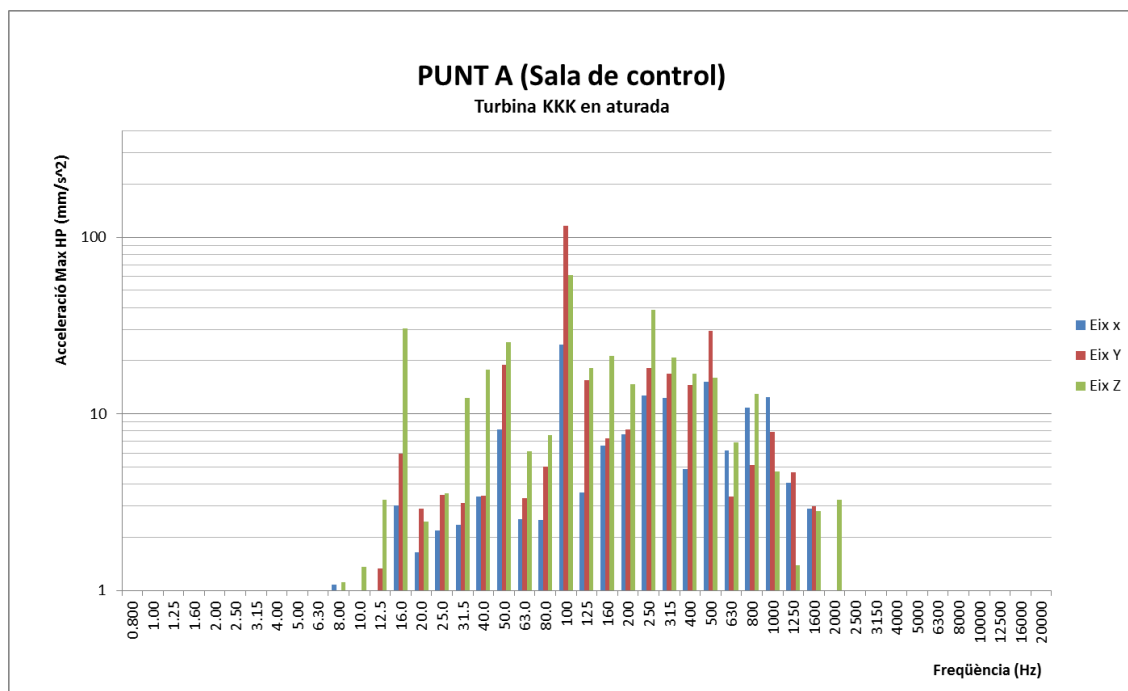
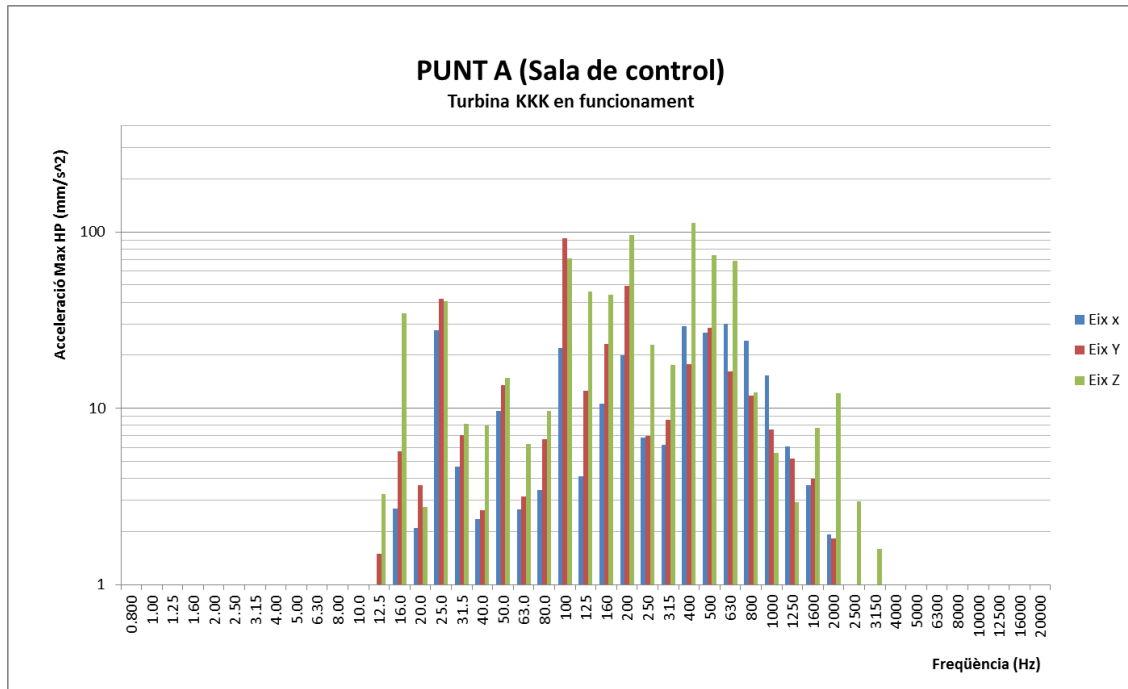
Nivells d'immissió a les vibracions en ambient interior Law		
dB		
RECEPTOR	Turbina KKK ON	Turbina KKK OFF
A (Sala e Control)	84.5	80.1
B (Sala e Control)	83.9	82.1
C (Sala e Control)	83.8	80.5
D (Entrada/Accés)	84.2	84.0
E (Sala de Reunions)	76.3	67.2

A les pàgines següents mostrem els gràfics per 1/3 d'octava dels nivells de soroll i vibració registrats en els receptors analitzats.

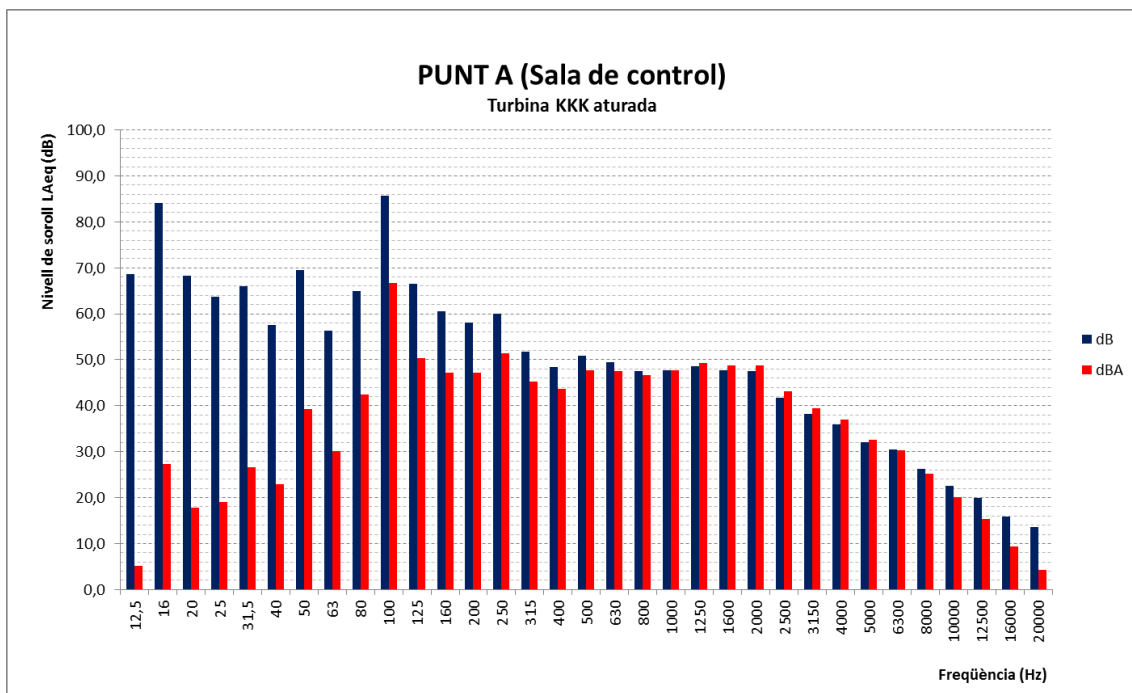
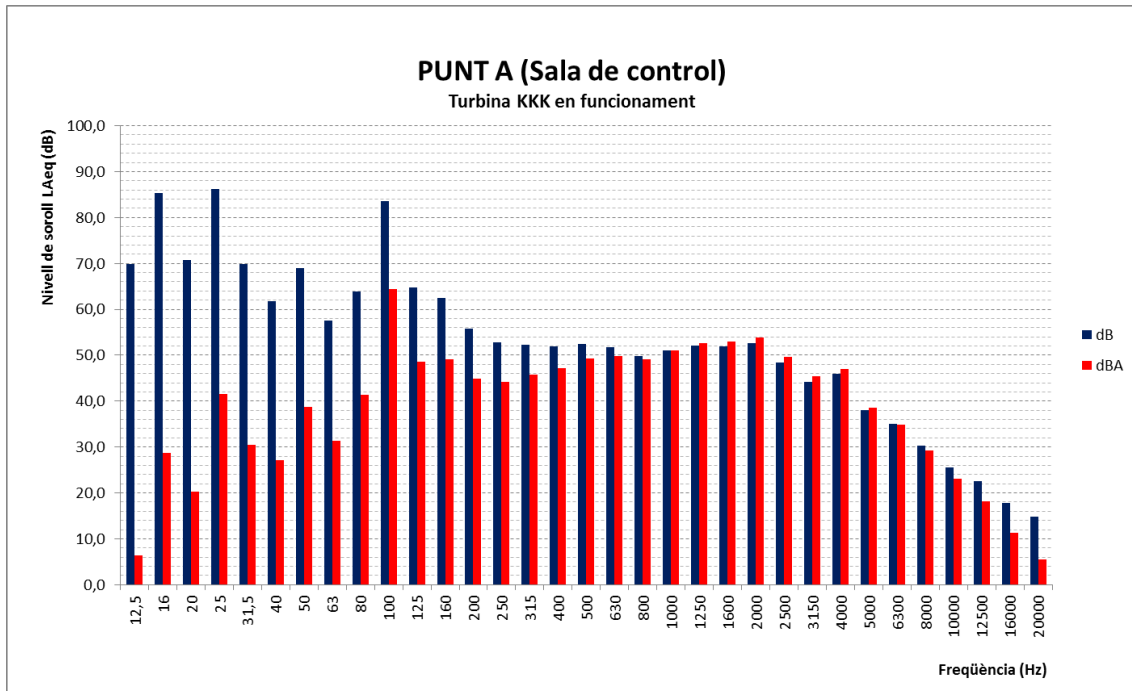
També adjuntem unes fotografies on s'observa la ubicació dels puntes de mesura.

PUNT A: Sala de control

Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK



Nivell de soroll (dB / dBA) en sala de turbina KKK

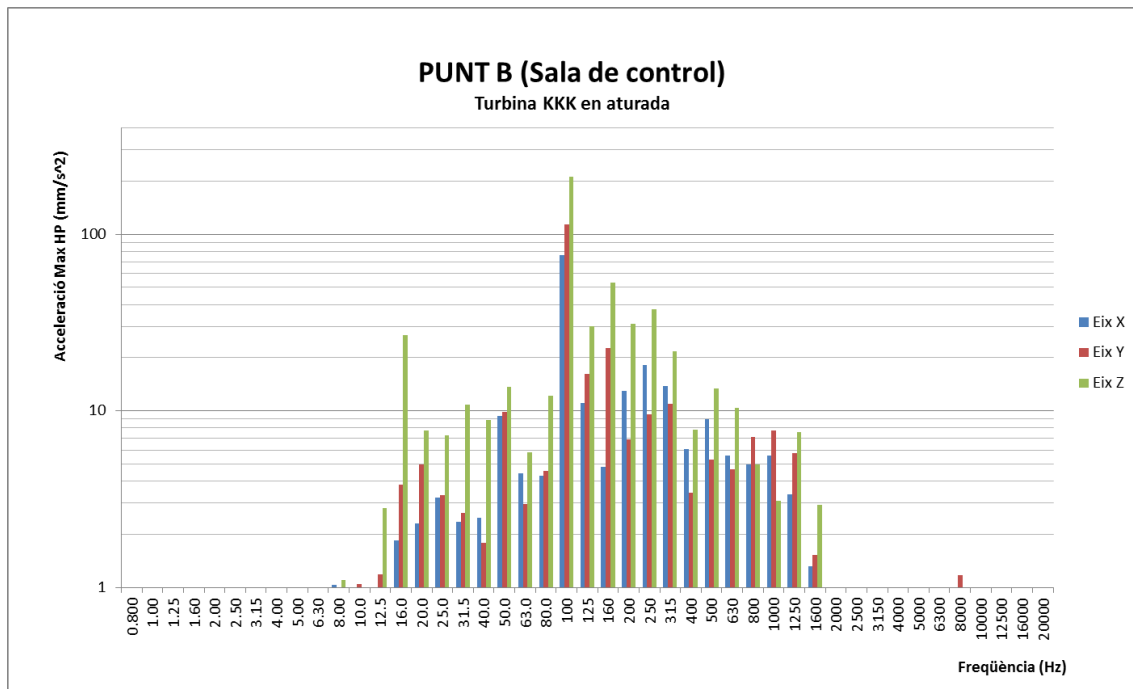
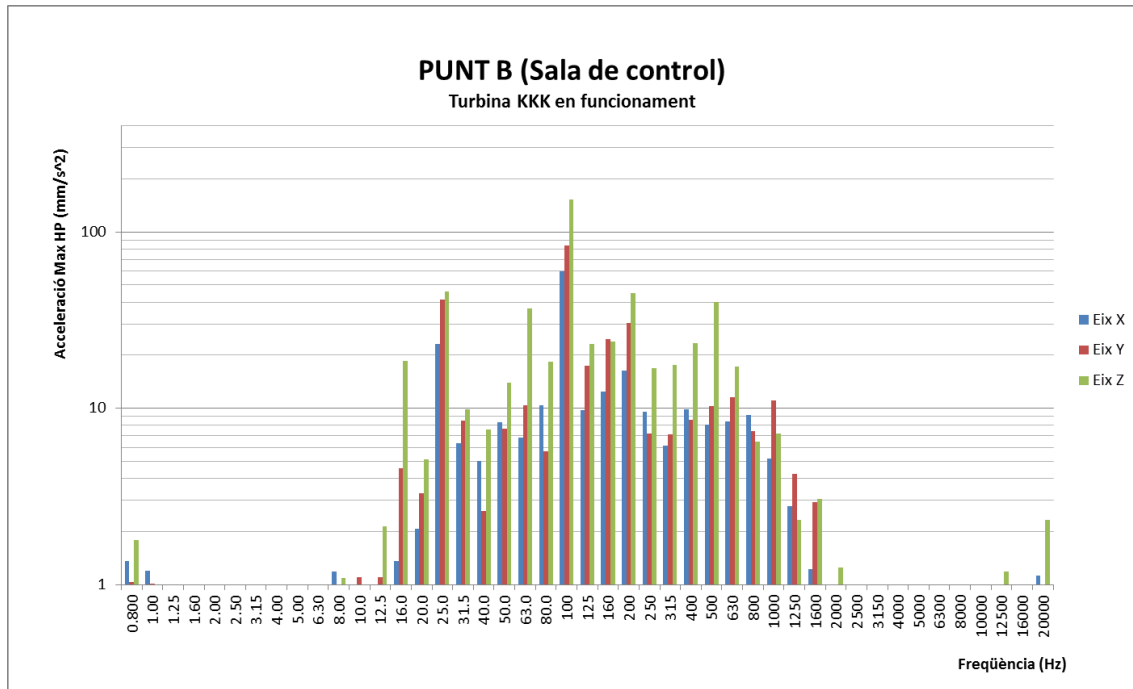


Fotografia del punt de mesura:

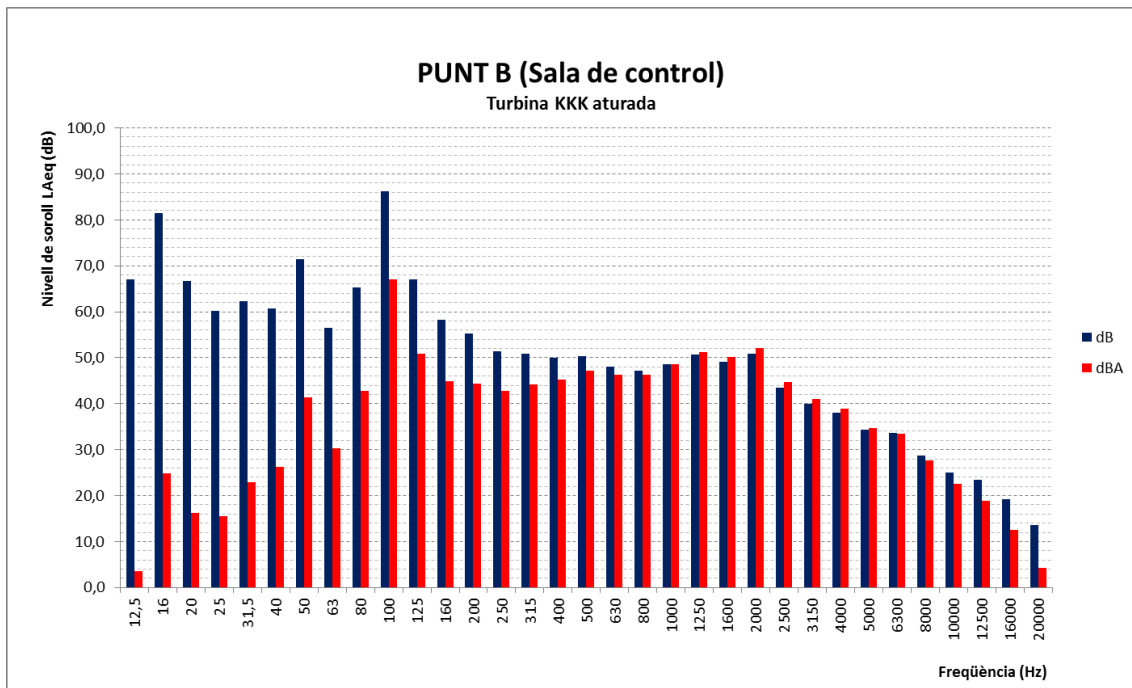
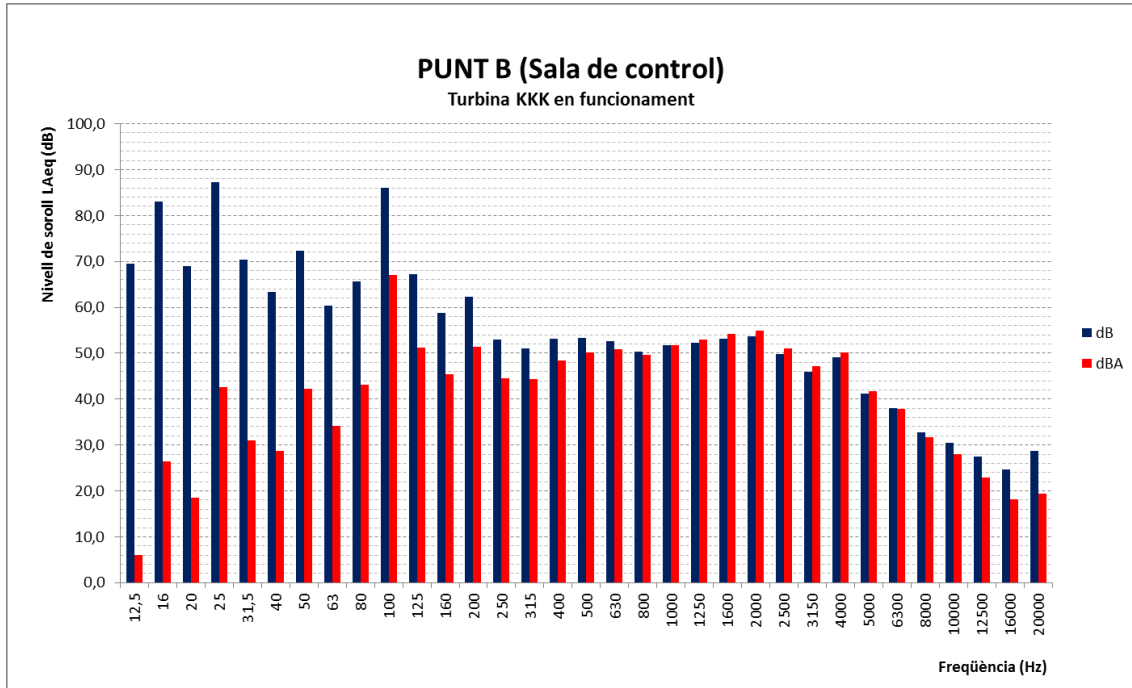


PUNT B: Sala de control

Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK



Nivell de soroll (dB / dBA) en sala de turbina KKK

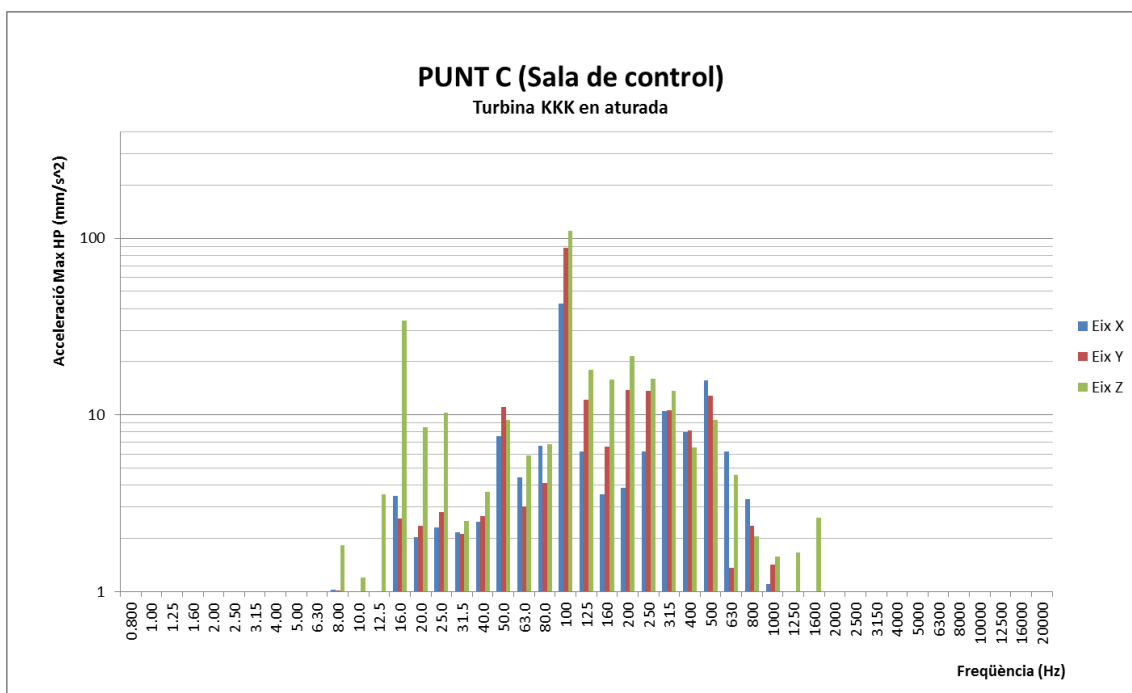
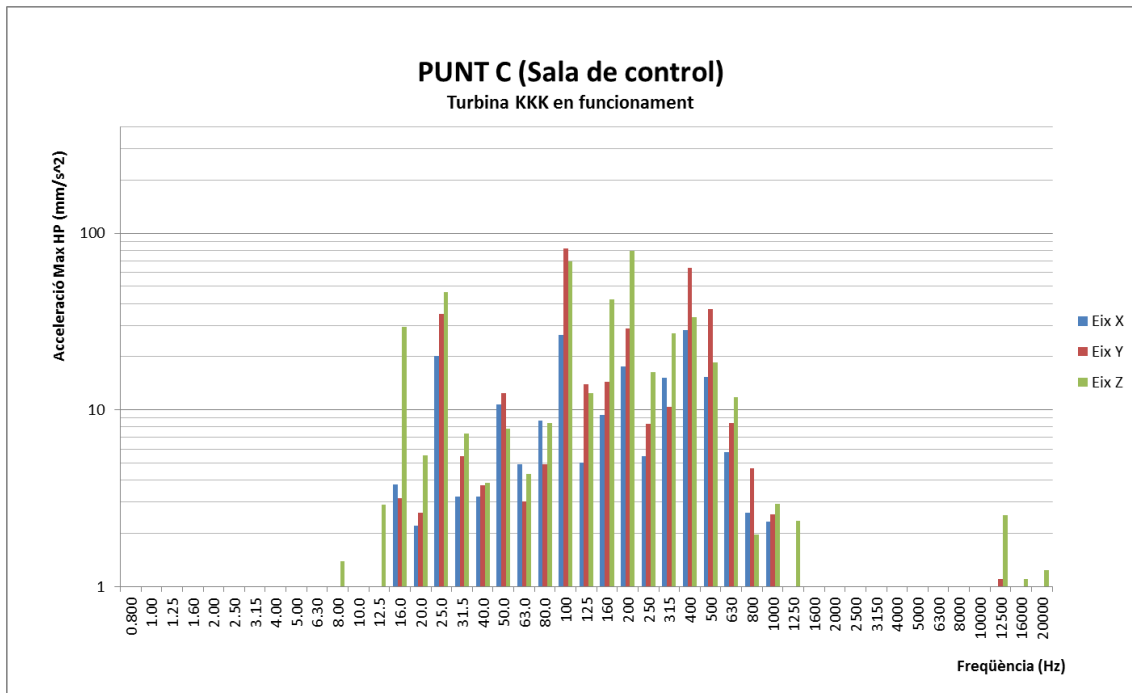


Fotografia del punt de mesura:

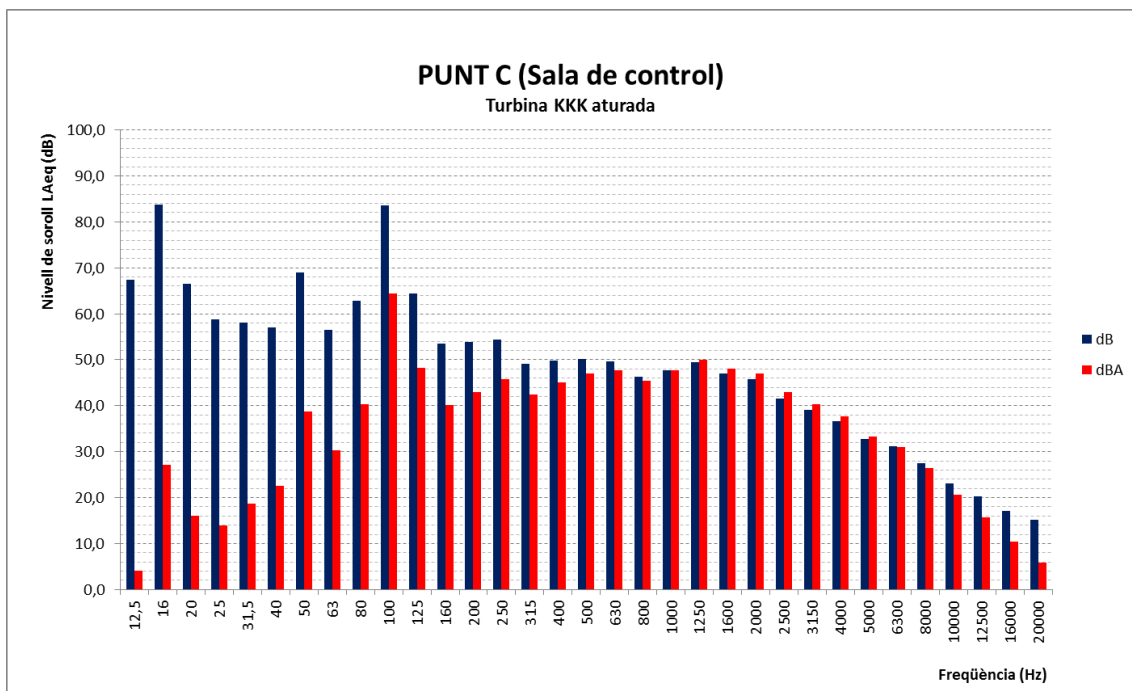
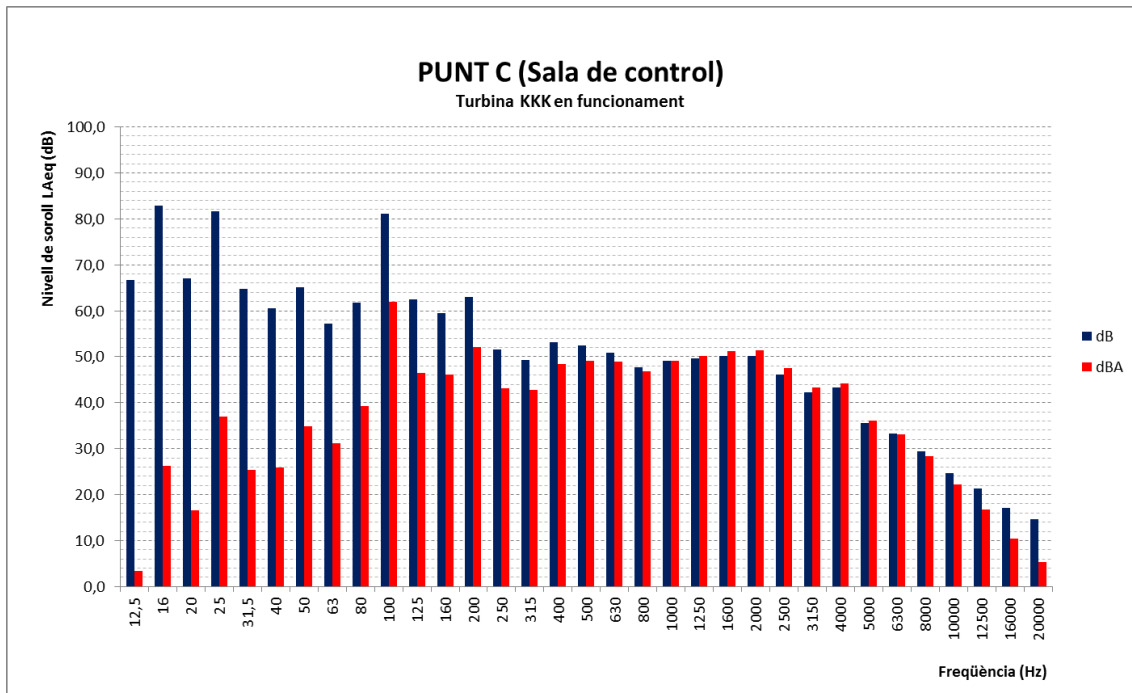


PUNT C: Sala de control

Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK



Nivell de soroll (dB / dBA) en sala de turbina KKK

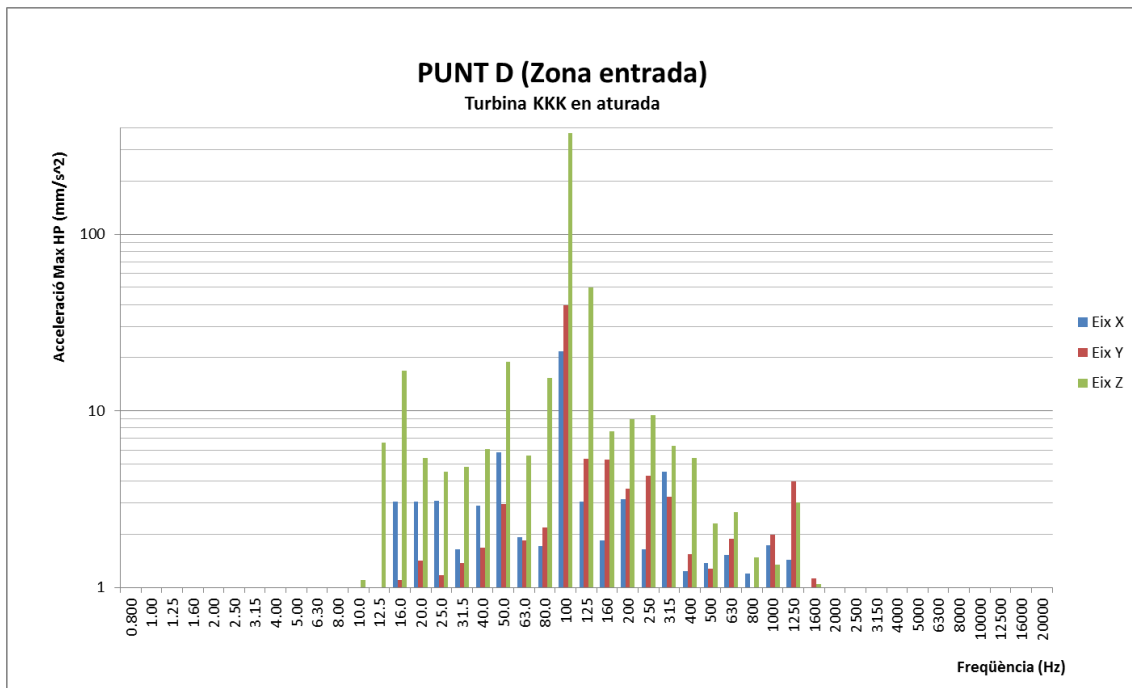
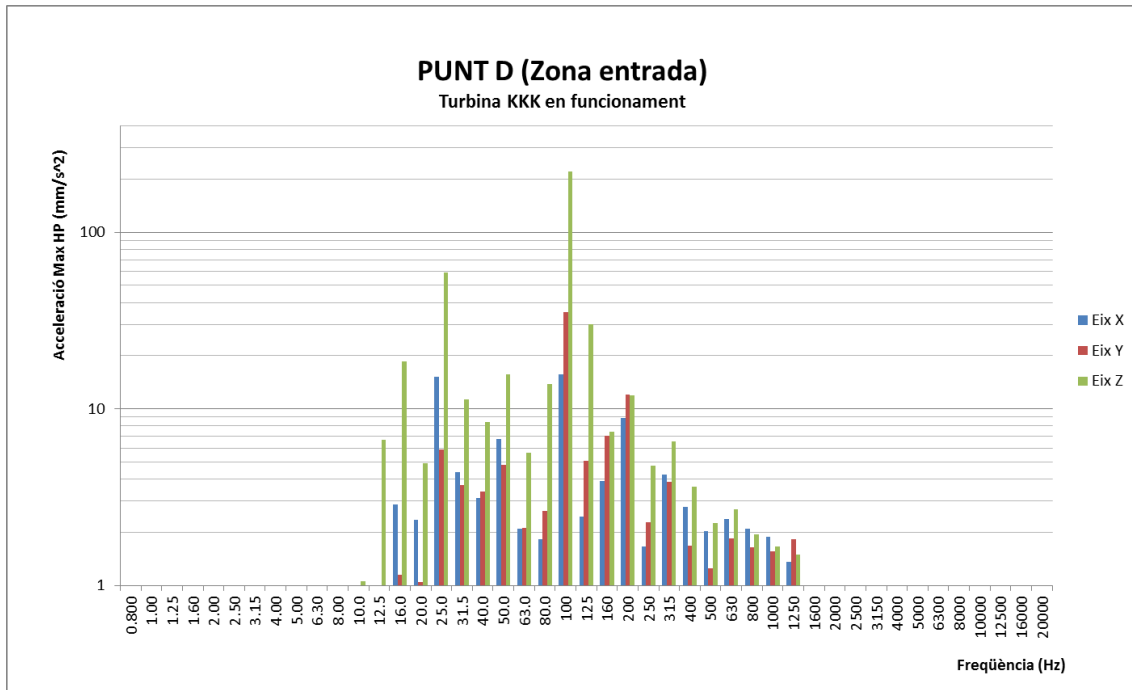


Fotografia del punt de mesura:

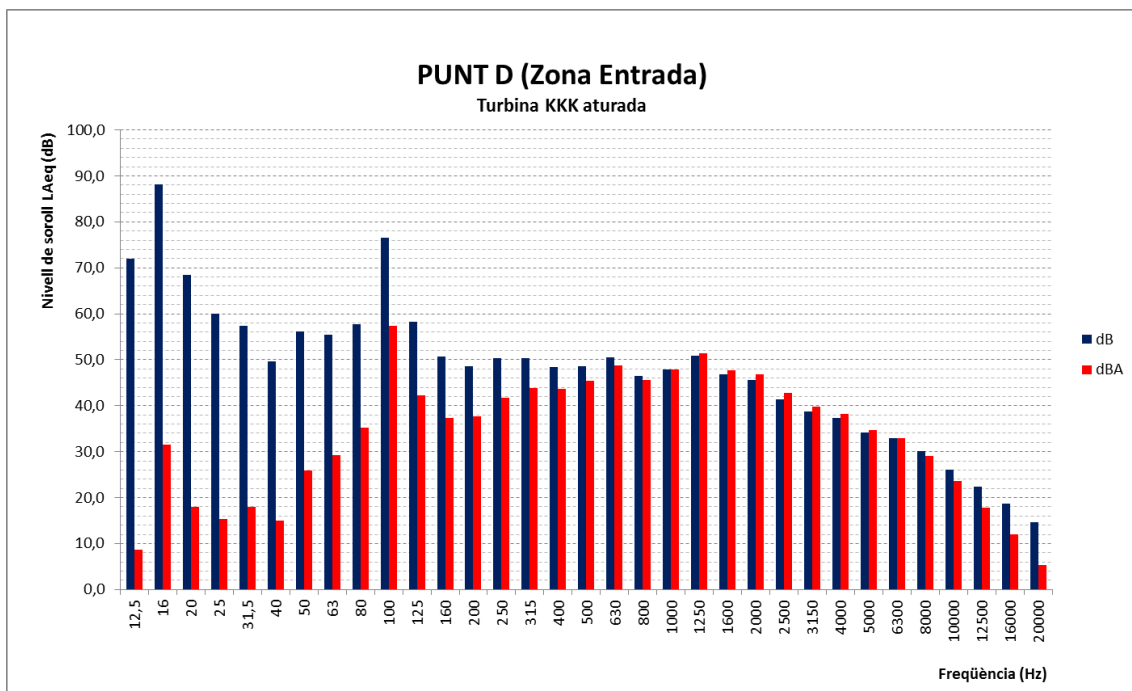
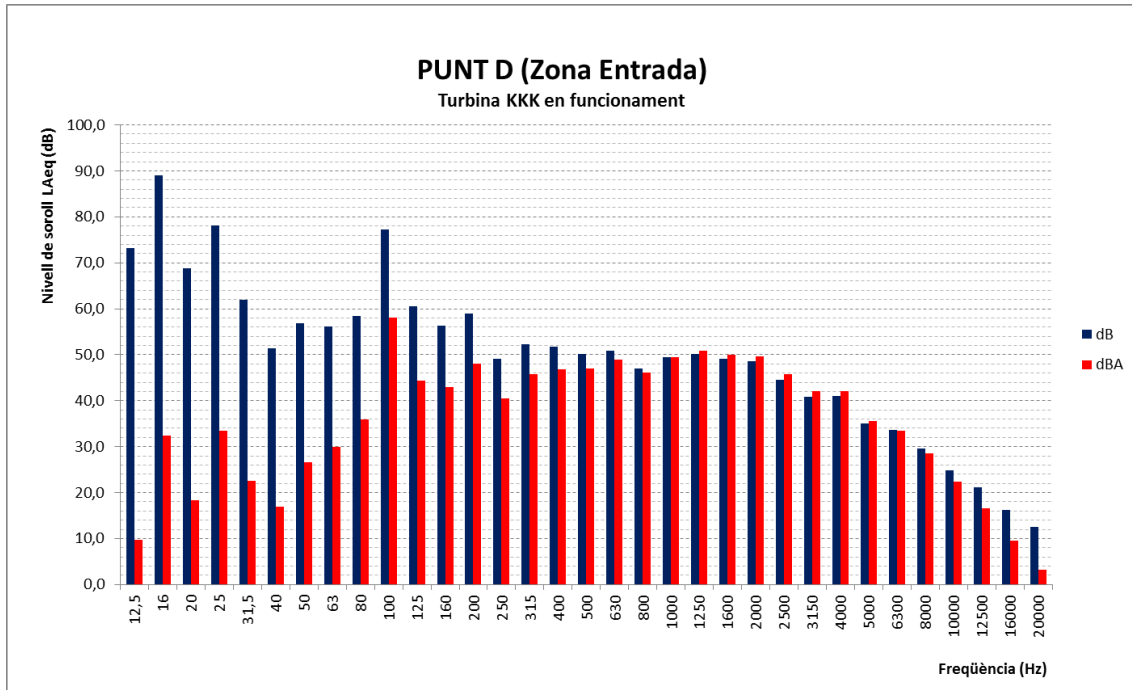


PUNT D: Entrada/Accés

Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK

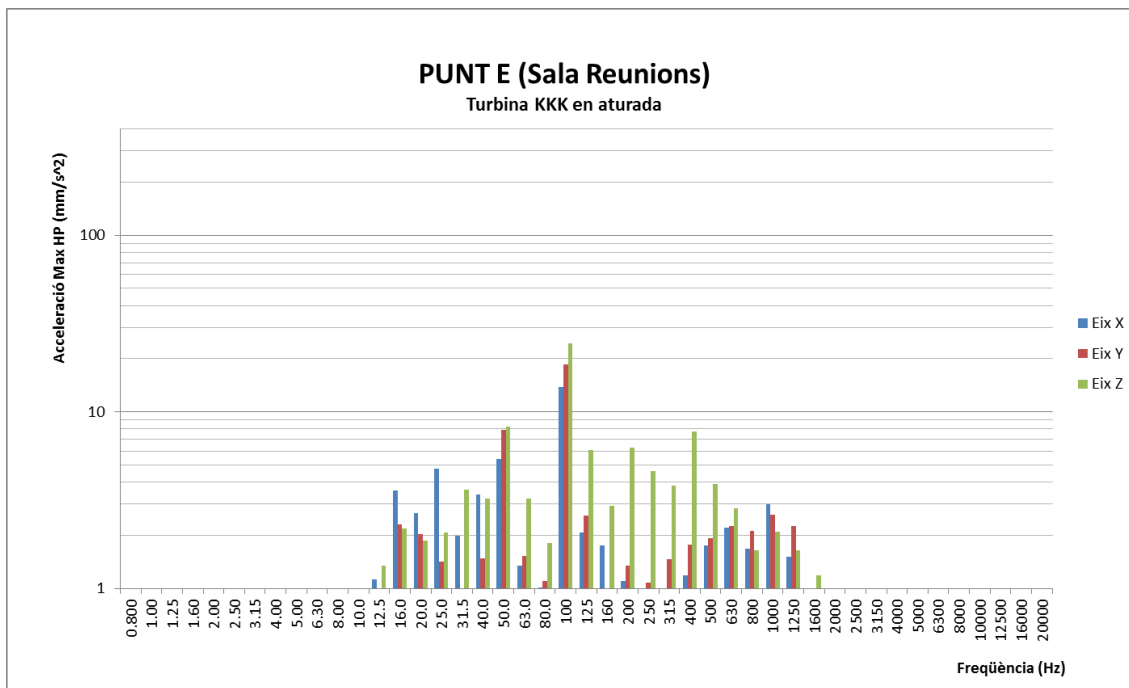
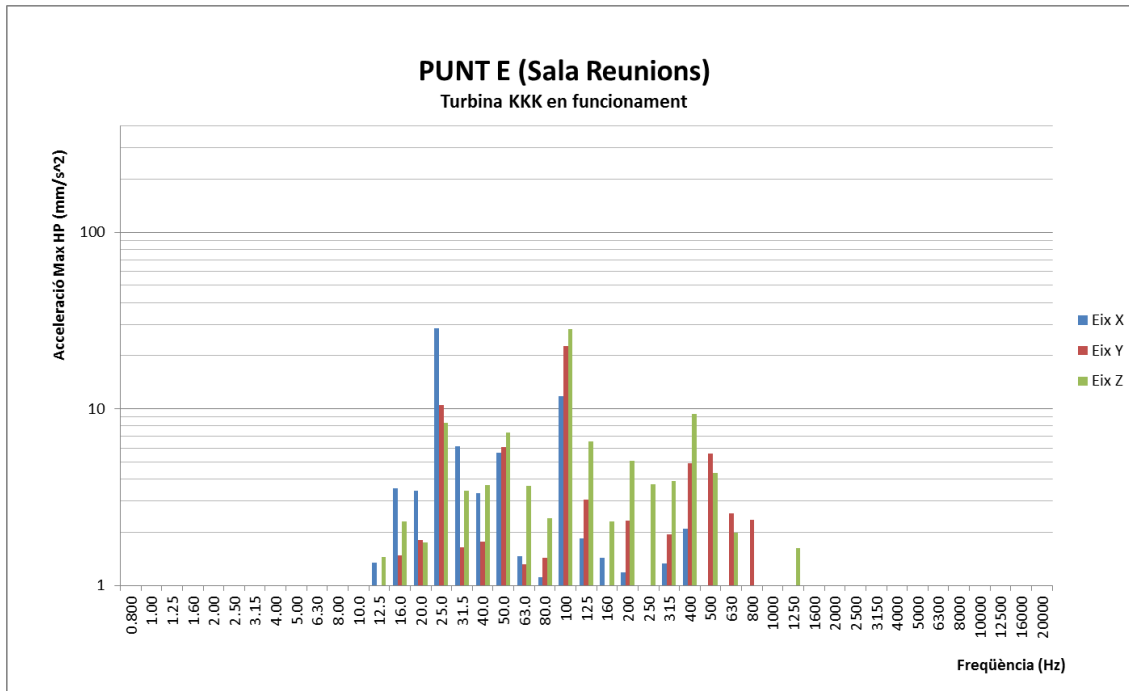


Nivell de soroll (dB / dBA) en sala de turbina KKK

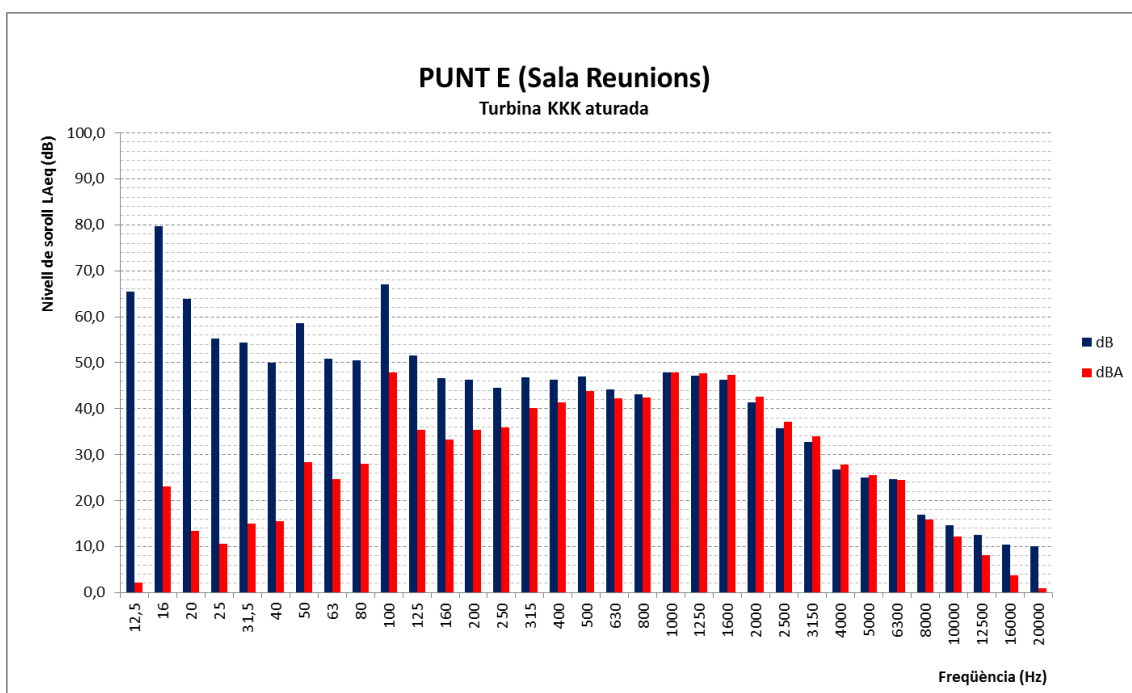
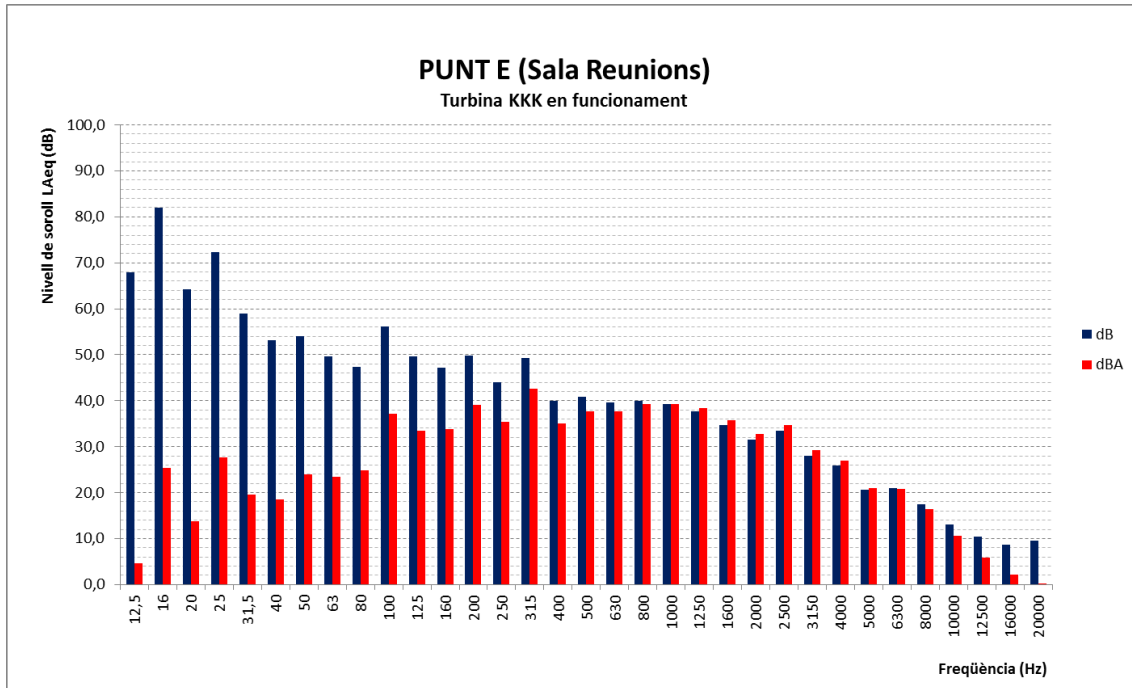


PUNT E: Entrada/Accés

Nivell de vibració (Max, Wm, 1s) en sala de turbina KKK



Nivell de soroll (dB / dBA) en sala de turbina KKK



Fotografia del punt de mesura:



6- NORMATIVA

L'Ordenança Municipal sobre soroll i vibracions de Sant Adrià de Besòs, demana complir el següent pel què fa als nivells límit d'immissió:

Immissió sonora en ambient interior: (Annex 4)

Annex 4. Immissió sonora aplicable a l'ambient interior produïda per les activitats, incloses les derivades de les relacions de veïnat

1. Àmbit d'aplicació

Aquest annex s'aplica als nivells de soroll produïts per les activitats i el veïnatge quan el soroll prové d'un o diversos emissors acústics situats a l'edifici mateix, en edificis contigus al receptor o quan hi ha una transmissió via estructural.

S'entén per soroll produït pel veïnatge aquell que prové de les activitats domèstiques, el funcionament dels electrodomèstics i els aparells diversos, els instruments musicals o acústics, els animals domèstics, les veus, els cants, els crits o d'altres orígens assimilables.

2. Valors límit d'immissió

Ús del local confrontant	Dependències	Valors límit d'immissió		
		$L_d(7h-21h)$	$L_e(21h-23h)$	$L_n(23h-7h)$
Habitatge o ús residencial	Sales d'estar	35	35	30
	Dormitoris	30	30	25 **
Administratiu i d'oficines	Despatxos professionals	35	35	35
	Oficines *	40	40	40
Hospitalari	Zones d'estada	40	40	30
	Dormitoris	35	35	25 **
Educatiu o cultural	Aules	35	35	35
	Sales de lectura, audició i exposició	30	30	30

L_d , L_e i L_n : índexs d'immissió de soroll en els períodes de dia, vespre i nit, respectivament.

* Excepte en zones industrials.

** Per a les activitats existents, el valor límit d'immissió s'incrementa en 3 dB(A).

S'estableix el valor límit L_{AFmax} de 45 dB(A) en horari nocturn en els dormitoris, pel soroll produït per portes i persianes de locals comercials, portes de garatge i portes d'entrada en habitatges, mesurat en l'esdeveniment més desfavorable.

En els casos que no s'apliqui la correcció per soroll de fons, quan el soroll residual amb l'activitat sorollosa parada, valorat per seu L_{Aeq} , sigui superior als valors establerts en aquesta Ordenança, el soroll residual serà considerat com a valor límit màxim admissible.

El soroll provocat per les activitats i el veïnatge no podrà provocar en locals comercials i similars nivells superiors als 45 dB(A) de L_{Aeq} , ni en locals d'ús industrial superar els 50 dB(A) de L_{Aeq} .

Podem aplicar com a referència els nivells límit de 50 dBA en locals industrials.

Immissió a les vibracions: (Annex 5)

Annex 5. Immissió de les vibracions als interiors dels edificis

1. Àmbit d'aplicació

Aquest annex és d'aplicació a les vibracions que es perceben a l'espai interior de les edificacions destinades a habitatge o usos residencials, hospitalaris, educatius o culturals.

2. Valors límit d'immissió

Ús de l'edifici	Valors límit d'immissió L_{aw}
Habitatge o ús residencial	75
Hospitalari	72
Educatiu o cultural	72

La normativa no estableix criteris de nivells màxims de vibració en espais com els estudiats, si bé farem la comparativa a títol informatiu en relació als 75 dB referents a habitatges.

No aplicarem les normatives referents a la exposició als treballadors perquè entenem que no és l'objectiu de l'estudi en quant es tracta de nivells amb toleràncies elevades i el que aquí es persegueix és un confort acústic més elevat.

Tenint en compte que s'hauran d'implementar mesures correctores per reduir els nivells de soroll que provenen essencialment de la transmissió de vibracions, i per tant les mesures correctores aniran en part destinades a reduir els nivells de vibració, s'obtidran valors molt més baixos que els requerits per les normatives vigents d'exposició als treballadors com ara el RD 1311.

7- AVALUACIÓ DE RESULTATS

En aquest apartat avaluarem els resultats de les mesures realitzades en els 5 receptors analitzats. Els nivells de soroll seran comparats amb els nivells guia en ambient interior industrial establerts per la normativa municipal, de LAeq 50 dBA. Els nivells de vibració seran comparats amb els nivells guia en ambient interior en habitatges, de Law 75 dBA, ja que la normativa municipal ni autonòmica contempen nivells límit establerts en ambient industrial.

Nivells d'immissió sonora en ambient interior LAeq			
dBA			
RECEPTOR	Turbina KKK ON	Nivell límit normatiu	Avaluació
A (Sala e Control)	67.3	50	Sobrepassa
B (Sala e Control)	68.3	50	Sobrepassa
C (Sala e Control)	65.2	50	Sobrepassa
D (Entrada/Accés)	61.7	50	Sobrepassa
E (Sala de Reunions)	49.4	50	Dins de límit
RECEPTOR	Turbina KKK OFF	Nivell límit normatiu	Avaluació
A (Sala e Control)	66.2	50	Sobrepassa
B (Sala e Control)	67.7	50	Sobrepassa
C (Sala e Control)	64.2	50	Sobrepassa
D (Entrada/Accés)	60.5	50	Sobrepassa
E (Sala de Reunions)	55.6 (*)	50	---

- (*) Durant aquesta fase de mesura, aquest punt estava dominat per la contaminació acústica d'alguna font de soroll exterior que no estava present durant la fase de funcionament de la turbina, d'aquí l'increment de nivells de soroll.

Nivells d'immissió a les vibracions en ambient interior Law			
dB			
RECEPTOR	Turbina KKK ON	Nivell límit normatiu (**)	Avaluació
A (Sala e Control)	84.5	75	Sobrepassa
B (Sala e Control)	83.9	75	Sobrepassa
C (Sala e Control)	83.8	75	Sobrepassa
D (Entrada/Accés)	84.2	75	Sobrepassa
E (Sala de Reunions)	76.3	75	Sobrepassa
RECEPTOR	Turbina KKK OFF	Nivell límit normatiu	Avaluació
A (Sala e Control)	80.1	75	Sobrepassa
B (Sala e Control)	82.1	75	Sobrepassa
C (Sala e Control)	80.5	75	Sobrepassa
D (Entrada/Accés)	84.0	75	Sobrepassa
E (Sala de Reunions)	67.2	75	Dins del límit

(**) Avaluació feta en comparació als valors guia en habitatges i, per tant, la avaluació no és estrictament normativa ja que no es preveuen nivells límit específics en ambient industrial.

8- CONCLUSIONS

Un cop analitzats els resultats d les mesures efectuades, podem emetre les següents conclusions:

- 1) Tal i com es posa de manifest en estudis precedents, podem atribuir clarament una component de 25 Hz a la turbina KKK mentre que la turbina ABB és responsable de les components a 50 Hz i 100 Hz. Sens dubte les components de soroll i vibració pròpies de la turbina ABB tenen una importància relativa superior al soroll de la turbina KKK. També es detecta una component de 16 Hz, de menor importància relativa, que pensem que és aliena a les turbines si bé no hem pogut identificar-ne la font. Aquestes observacions es desprenen tant de l'anàlisi dels nivells de vibració com de soroll.
- 2) Els nivells de soroll registrats a la Sala de Control són elevats, per sobre dels límits establerts per la normativa vigent, i pràcticament els mateixos en les dues fases de mesura (turbina KKK en funcionament o aturada), amb una diferència de tant sols 1 dB. Així doncs constatem i reafirmem el fet que l'impacte de la turbina ABB és tant o més important que el de la turbina KKK.
- 3) Per contra, a la sala de la turbina KKK si que es registren nivells de soroll de 15 a 20 dBA més baixos al apagar la turbina, tot i engegar-se la bomba d'oli. Això, juntament amb les conclusions anteriors, ens condueix a afirmar que la transmissió del soroll és essencialment estructural, és a dir, procedent de la radiació de parets i forjats deguda a la excitació de les vibracions generades per les fonts de soroll.
- 4) Cal destacar, d'altra banda, que els nivells tant de vibració com especialment de soroll en el punt E (Sala de Reunions) són molt més baixos que en Sala de Control (punts A, B i C), sobretot pel què fa al soroll on la diferència és de l'ordre dels 15 a 18 dB. En aquest receptor els nivells de soroll de base ja estan per sota (al límit) del llindar establert per la normativa vigent.

9- MEURES CORRECTORES

En aquest apartat definirem les directrius generals que creiem imprescindibles per tal de dur a terme mesures correctores que tinguin un impacte significatiu en la reducció dels nivells de soroll i vibracions.

A partir de les conclusions emeses podem descriure una diagnosi prèvia de la situació:

- 1) El primer punt, i més important, és que a la Sala de Reunions els nivells de soroll estan uns 15 dB per sota dels nivells de soroll de la Sala de Control i, per tant, les condicions de base d'aquest espai són molt més adequades per allotjar als operaris. També es cert que, degut a que aquesta sala dona a façana, és susceptible a rebre l'impacte acústic de fonts de soroll exteriors. No obstant, reduir l'impacte acústic d'aquestes fonts exteriors mitjançant el reforç dels tancaments de façana (finestres) resulta relativament senzill.
- 2) El soroll en els receptors analitzats ens arriba a través de les vibracions de tots els elements estructurals i tancaments (forjats i parets) que delimiten l'espai de la Sala de Control.
- 3) Les vibracions dels elements estructurals són molt elevades i per tant tenen la capacitat potencial de induir vibracions a tots els elements que estiguin en contacte amb ells.
- 4) Per tant caldrà minimitzar el contacte dels tancaments que s'executin per protegir la zona destinada a Sala de control on estiguin els operaris, i col·locar sistemes elàstics antivibratoris en els elements que hagin d'estar obligatòriament en contacte amb la estructura de l'edifici.

Dit això, podem començar a definir les característiques de les mesures correctores a aplicar.

Distingirem 2 situacions segons es destini a Nova Sala de Control l'espai de Sala de Reunions (opció acústicament més recomanable) o l'actual espai de Sala de Control (opció acústicament més compromesa deguda als nivells partida de soroll i vibració molt més elevats en aquesta zona).

SITUACIÓ A: Nova Sala de Control en espai de Sala de Reunions:

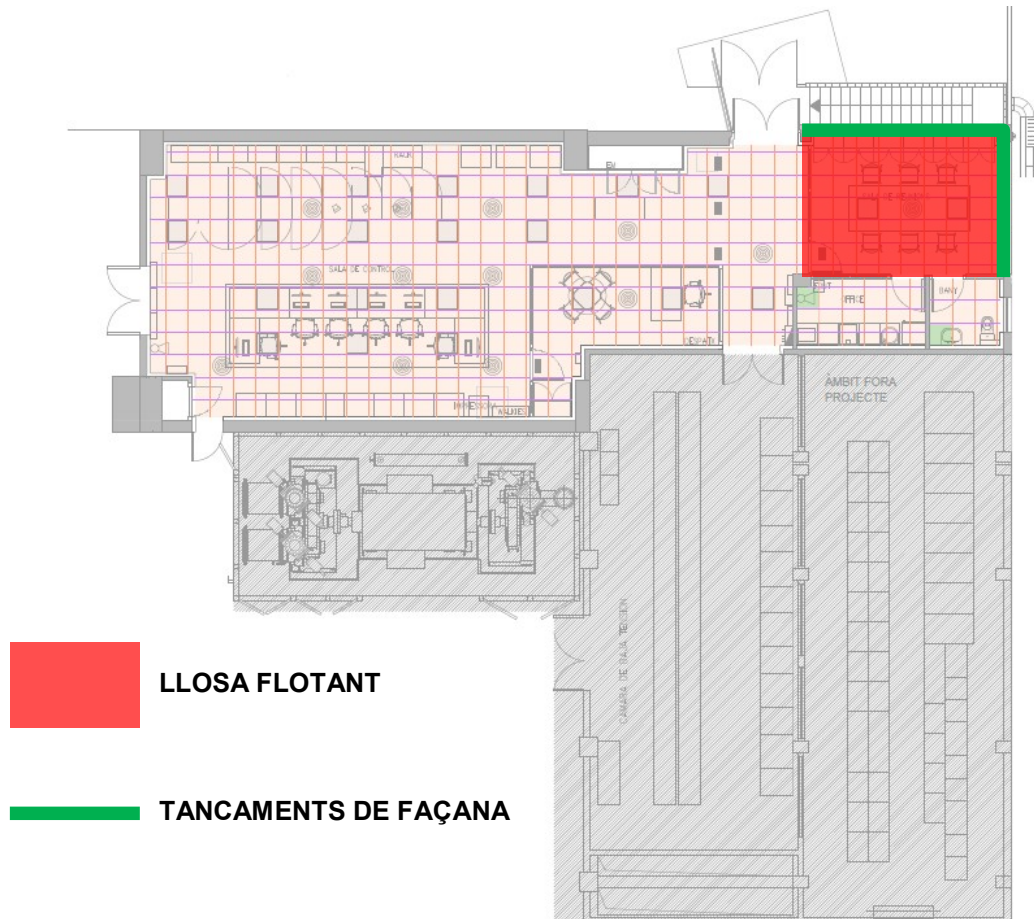
- Es parteix d'un espai amb unes condicions acústiques de base molt més favorables (fins a -15 dB de nivells de soroll respecte actual Sala de Control).
- En aquest espai s'hauria d'executar una llosa flotant sobre el terra del mateix.
- En aquest espai s'haurien de reforçar els tancaments de façana (fusteria i vidres de finestres)
- Acústicament i estructuralment és la opció més recomanable

SITUACIÓ B: Nova Sala de Control en espai de Sala de Control Actual:

- Es parteix d'un espai amb unes condicions acústiques de base molt més desfavorables.
- En aquest espai s'hauria d'executar una llosa flotant sobre el terra del mateix.
- Sobre aquesta llosa flotant, i sense entrar en contacte amb parets ni forjat superior, s'hauria de construir un tancament acústic de parets i sostre subjecte a una estructura autoportant a base de pòrtics recolzats únicament sobre la llosa flotant.
- Les mesures correctores en aquest espai impliquen una major sobrecàrrega sobre el forjat, amb la qual cosa s'hauran d'ajustar i validar les composicions de les solucions acústiques juntament amb un especialista en estructura.

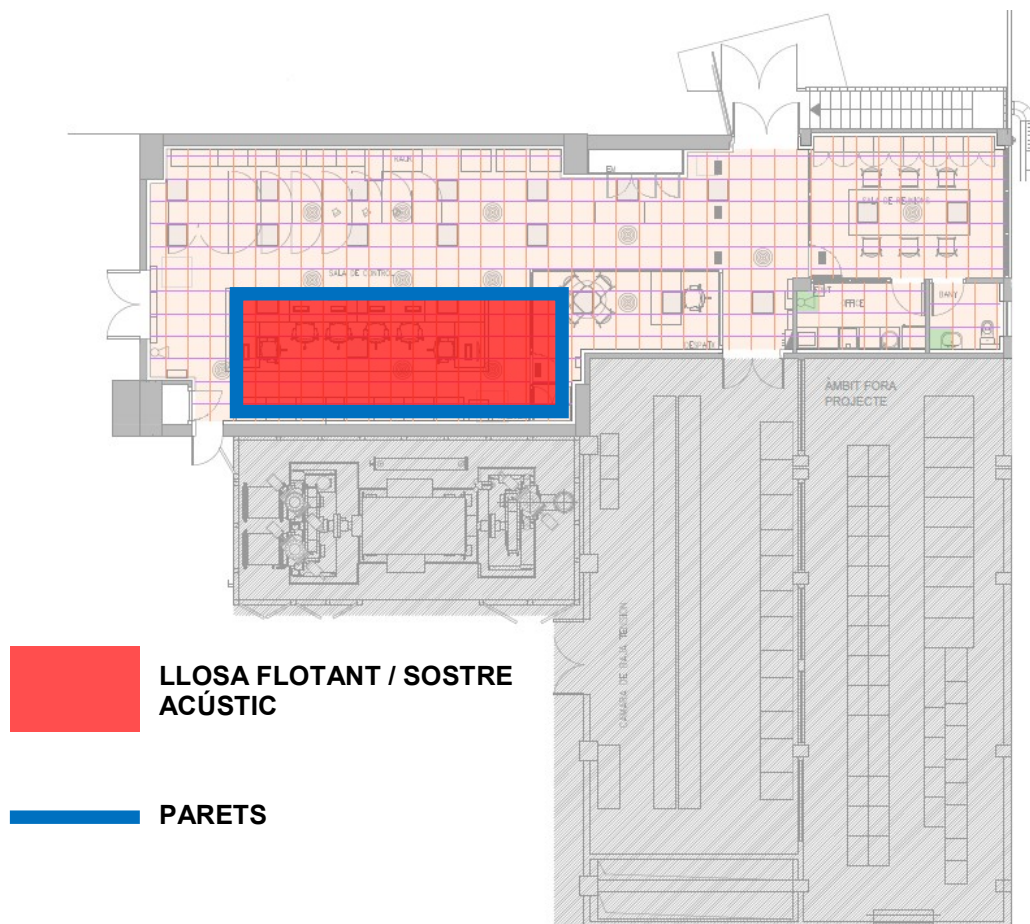
SITUACIÓ A: Nova Sala de Control en espai de Sala de Reunions:

En el croquis següent mostrem les actuacions acústiques a dur a terme en aquesta situació:



SITUACIÓ B: Nova Sala de Control en espai de Sala de Control Actual:

En el croquis següent mostrem les actuacions acústiques a dur a terme en aquesta situació:



EXECUCIÓ D'UNA LLOSA FLOTANT (Situacions A i B)

Tant en la situació A com B, s'executarà una llosa flotant.

A priori aquesta **llosa serà de formigó armat de 10 cm de gruix mínim i recolzarà sobre el forjat a través de bandes elàstiques de SYLOMER** distribuït per la empresa A.M.C., una escuma de poliuretà especialment dissenyada per a l'aïllament de vibracions, **amb un ampla gama de models (a determinar) ajustats a la càrrega existent.**

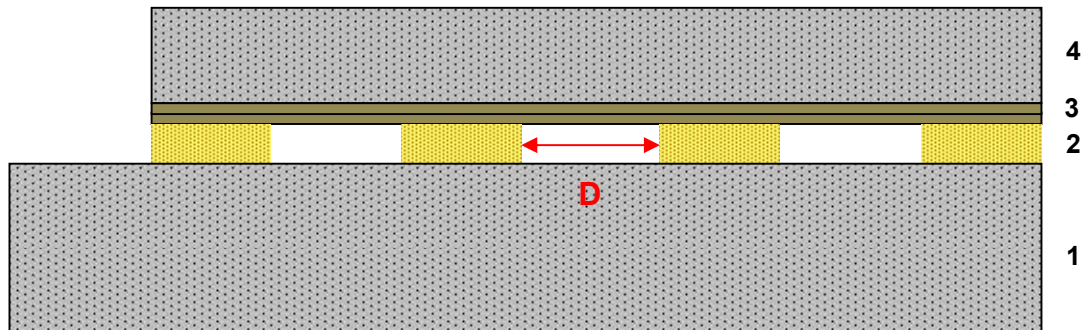
El gruix del material serà de 50 mm, que correspon a dues capes de 25 mm, que és el gruix més gran que ofereix el fabricant. Les dimensions de les bandes de SYLOMER seran de 20 cm d'ample amb separació variable en funció de la càrrega del conjunt que suporta.

NOTA IMPORTANT:

En cas que per un tema de sobrecàrrega del forjat no es pogués executar una llosa armada de formigó (amb una massa de per si de l'ordre dels 250 kg comptant l'encofrat perdut), es pot estudiar construir una gran bancada amb perfils metàl·lics i executar a sobre un terra lleuger d'acabat a base de panells de fibrociment o similar (a determinar).

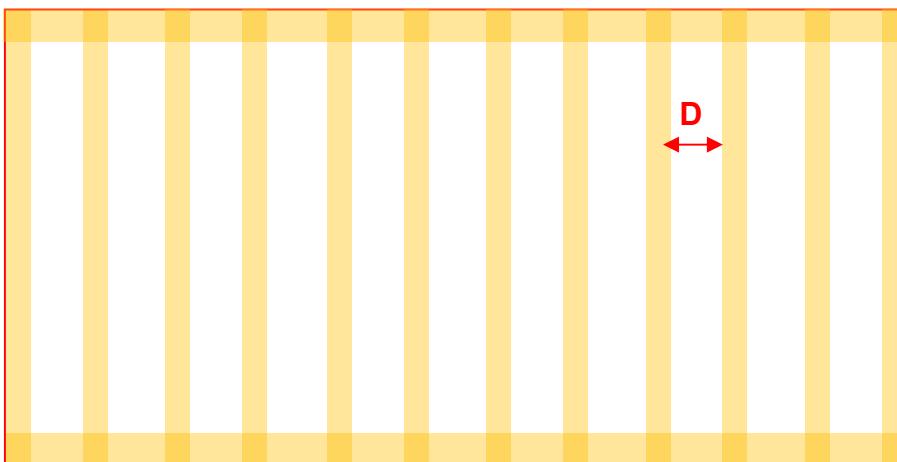
En aquest cas el recolzament de la bancada no es faria amb un repartiment en bandes del material elastomèric SYLOMER sinó amb un repartiment multi puntual a base de tacs del mateix material de 10x10 cm o 20x20 (i 50 mm de gruix igualment ; 2x25 mm) com segons convingui, ajustant la duresa dels tacs a la càrrega a suportar

Esquema de la llosa flotant de formigó sobre bandes elastomèriques:



1. Forjat existent
2. Bandes de SYLOMER de 50 mm de gruix (2x25mm) col·locades transversalment a la llosa i separades una distància D en funció de la càrrega a suportar.
3. 2x15 mm de placa de fibrociment tipus VIROC com a encofrat perdut de la llosa de formigó.
4. Llosa de formigó armat de 100 mm de gruix mínim

Es col·locaran bandes a tot el recolzament perimetral de la llosa i de manera transversal, separades una distància D (entre cares), tal i com mostrem en aquest croquis en planta:



EXECUCIÓ DE TANCAMENTS DE FAÇANA (Situació A)

En la Situació A (Sala de Reunions), s'haurien de reforçar els tancaments de façana (fusteria i vidre).

Tant es poden substituir les actuals finestres com executar un nou tancament interior.

Depenent de si es fa un segon tancament interior o es substitueix l'existent la composició de la fusteria i vidres haurà de ser més o menys potent.

En cas de substituir l'actual tancament proposem la següent composició de vidres:

5+5 /12 / 8+8, amb una aïllament mínim de 42 dBA

La fusteria haurà d'estar d'acord amb la capacitat d'aïllament dels vidres, és a dir, que suporti aïllaments superiors als 42 dBA

Una possible opció seria la fusteria seria la COR 70 RPT Industrial de la marca CORTIZO:

COR 70 Industrial RPT

Ventanas y Puertas Abisagradas



Elige tu producto

Ventanas y Puertas Abisagradas

- COR 80 Industrial passivhaus RPT
- COR 80 Industrial RPT
- COR 80 Hoja oculta RPT
- Alu-Steel RPT
- COR 70 Industrial RPT
- COR 70 Hoja oculta RPT
- COR 70 OC RPT
- COR 70 OC Semivista RPT
- COR 60 RPT
- COR 60 Hoja oculta RPT
- COR 3500 RPT
- COR 3000 RPT
- COR 2000
- COR 2300
- COR 70 C16 ST RPT
- COR 70 Evolution RPT
- COR 70 Hoja oculta C16 ST RPT
- COR 3500 C16 ST RPT
- COR Urban C16 RPT
- COR Galicia Premium C16 RPT
- COR 70 CC16 RPT
- COR 70 Hoja oculta CC16 RPT
- COR 60 CC16 RPT
- Casement RPT



Descripción	Datos técnicos	Ensayos
» Transmitancia	Uw ≥ 0,9 (W/m²K)	
» Aislamiento acústico	Rw hasta 44 dB	
» Permeabilidad al aire	(UNE-EN 12207) Clase 4	
» Estanqueidad al agua	(UNE-EN 12208) Clase E1800	
» Resistencia al viento	(UNE-EN 12210) Clase C5	
» Resistencia a la efracción	Grado RC2 (WK2)	
» Ensayo de seguridad PAS24	Apto	
» Certificación DTA de laboratorio CSTB	Avis technique - Ref. 6/17-2363	

Fitxa de càlcul de vidre 5+5 / 12 / 8+8

Sound Insulation Prediction (v6.3)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2009



Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

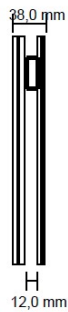
Job No.:

Page No.:

Date: 13 ene 23

Initials: Ori

File Name: insul



Rw 46
C -3
Ctr -7

System description

Panel 1 Outer layer: 2 x 8,0 mm Vidrio Laminado(PVB) (m=40,0 kg/m², fc=1800 Hz, damping=0,06)

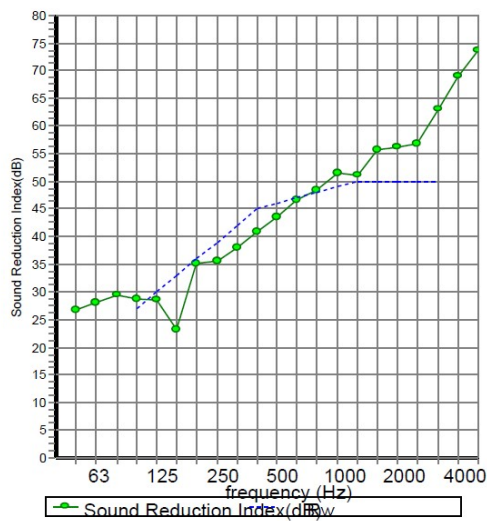
Cavity: Steel stud @ 600 mm , Infill Ninguna Thickness 100 mm

Panel 2 Inner layer: 2 x 5,0 mm Vidrio Laminado(PVB) (m=25,0 kg/m², fc=2880 Hz, damping=0,06)

Mass-air-mass resonant frequency = 165 Hz

Panel Size 2,7x4 m

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	27	
63	28	28
80	29	
100	29	
125	28	26
160	23	
200	35	
250	36	36
315	38	
400	41	
500	43	43
630	47	
800	48	
1000	51	50
1250	51	
1600	56	
2000	56	56
2500	57	
3150	63	
4000	69	66
5000	74	



EXECUCIÓ ESTRUCTURA DE PORTICS AUTOPORTANT (Situació B)

En cas d'ubicar la Nova Sala de Control a l'espai de la Sala de Control Existent, un cop executada la llosa flotant / bancada a la zona dels operaris, es construirà una estructura porticada a base de perfils d'acer a determinar, amb capacitat estructural de suportar els tancaments de sostre i parets que definirem.

Aquesta estructura sobrecarregarà la llosa en el seu perímetre, així que segons el seu pes, el material elastomèric SYLOMER (ja sigui a base de bandes o de tacs discrets) en aquesta zona és possible que hagi de ser de duresa superior a la resta (a determinar a partir de càlculs d'especialista en estructures).

EXECUCIÓ DE SOSTRE ACÚSTIC

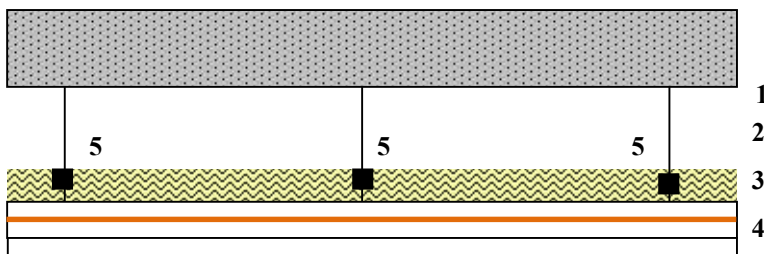
(Situacions A i B)

Seguint la ubicació de la Nova Sala de Control s'haurà d'executar un fals sostre acústic.

La única diferència és que en el cas de la Situació A (Sala de Reunions) el fals sostre es subjectarà directament al forjat superior i en la situació B (Actual Sala de Control) es subjectarà a la estructura porticada independent, sense contacte de cap tipus amb el forjat superior.

S'executarà un fals sostre de triple placa de cartró-guix PLACO PHONIQUE de 15 mm (15+15+15 mm), col·locades trencant juntes, amb membrana pesada tipus TECSOUND SY 100 entre plaques. La cambra d'aire entre el forjat i l'aplicat de cartró-guix serà la màxima possible (mínim 150 mm) i anirà parcialment farcida de llana de roca (50 mm de gruix i 70 kg/m² de densitat).

En el croquis següent mostrem el tractament descrit:



- | | |
|----|--|
| 1- | Forjat |
| 2- | Cambra d'aire. Màxim gruix possible (mínim 150 mm) |
| 3- | Llana de roca de 50 mm de gruix y 70 kg/m ³ de densitat |
| 4- | Triple placa de cartró guix PLACO PHONIQUE de 15 mm (15+15+15 mm). Las plaques es col·locaran trencant juntes, amb membrana pesada tipus TECSOUND SY 100 col·locada entre plaques. |
| 5- | Suports antivibratoris tipus molla-goma per a perfil·leria de sostre de tipus AKUSTIK + SYLOMER ST de la marca A.M.C. |

AUDIOSOFT

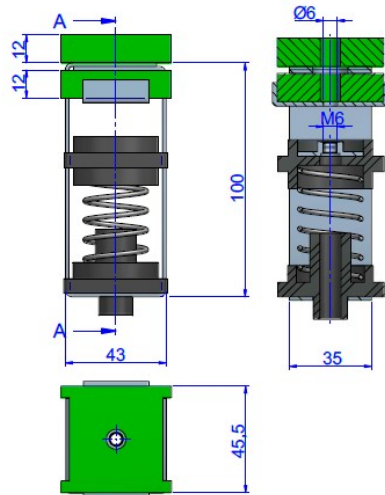
Tel. 93 285 15 19 www.audiosoft.es

Gama de models AKUSTIK ST + SYLOMER en funció de la càrrega:

Soportes Antivibratorios Caucho-Metal
ST + SYLOMER®

AMC
FUNDICIÓN
MEXICO, S.A.
VERSA DEL
SISTEMA

PLANOS



DIMENSIONES

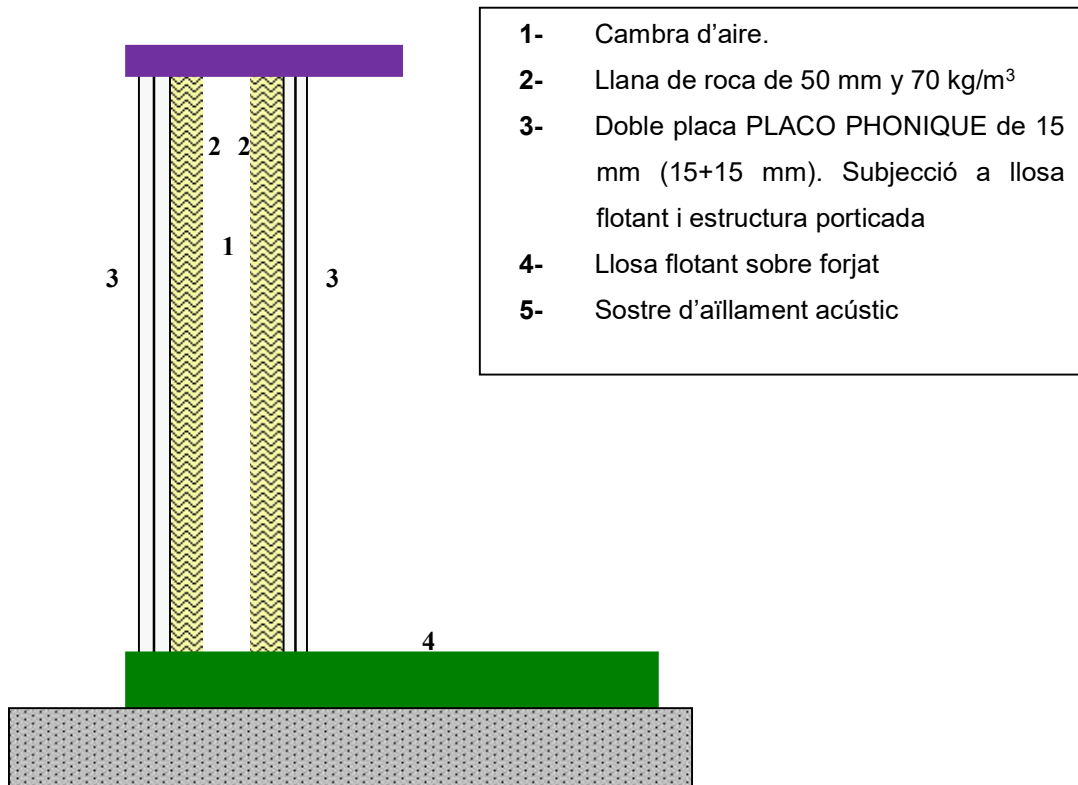
Tipo	CARGA MAX. PERMANENTE (kg)	Color muelle	Peso (kg)	Código
ST + Sylomer ST-5	5	Silver	0,198	23425
ST + Sylomer ST-10	10	White	0,198	23398
ST + Sylomer ST-20	20	Yellow	0,198	23420
ST + Sylomer ST-30	30	Blue	0,198	23400
ST + Sylomer ST-60	60	Magenta	0,198	23397

EXECUCIÓ DE TANCAMENTS DE PARETS (Situació B)

En aquesta situació s'executarà un tancament perimetral a la sala de control.

Aquest tancament no podrà estar en contacte amb cap paret de l'espai existent, tant sols es subjectarà a la llosa/bancada flotant i a la estructura porticada independent.

La composició d'aquest tancament serà de doble perfilaria independent amb una doble placa de de cartró-guix PLACO PHONIQUE de 15 mm (15+15 mm), per cada cara. Les plaques es col·locaran trencant juntes.



En cas d'haver de col·locar finestres al tancament perimetral, aquestes hauran de garantir un aïllament mínim de 35 dBA

Proposem la següent composició de vidres:

3+3 /12 / 6 mm, amb una aïllament de 37 dBA

La fusteria haurà d'estar d'acord amb la capacitat d'aïllament dels vidres, és a dir, que suporti aïllaments superiors als 35 dBA

Sound Insulation Prediction (v6.3)

Program copyright Marshall Day Acoustics 2009



Margin of error is generally within +/- 3Rw

Job Name:

Notes:

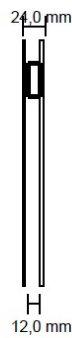
Job No.:

Page No.:

Date: 13 ene 23

Initials: Ori

File Name: insul



Rw 38

C -1

Ctr -5

System description

Panel 1 Outer layer: 2 x 3,0 mm Vidrio Laminado(PVB) (m=15,0 kg/m², fc=4800 Hz, damping=0,06)

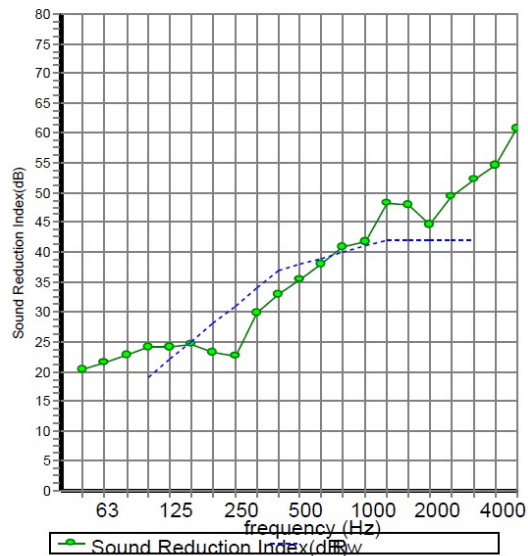
Cavity: Steel stud @ 600 mm , Infill Ninguna Thickness 100 mm

Panel 2 Inner layer: 1 x 6,0 mm Vidrio Laminado(PVB) (m=15,0 kg/m², fc=2400 Hz, damping=0,06)

Mass-air-mass resonant frequency =237 Hz

Panel Size 2,7x4 m

frequency (Hz)	TL(dB)	TL(dB)
50	20	
63	21	21
80	23	
100	24	
125	24	24
160	24	
200	23	
250	23	24
315	30	
400	33	
500	35	35
630	38	
800	41	
1000	42	43
1250	48	
1600	48	
2000	45	47
2500	49	
3150	52	
4000	55	55
5000	61	



10- CONCLUSIONS FINALS

Amb l'aplicació dels tractaments acústics descrits s'assolirà una reducció substancial dels nivells de soroll i vibració.

Estimem que els nivells de soroll a l'interior de la Nova Sala de Control seran entre 40 i 50 dBA depenent de la seva ubicació final, nivells en tot cas per sota dels llindars límit establerts per les normatives vigents.

ANNEX 1:

ANTECEDENTS. RESUM DELS RESULTATS QUE ES DESPRENEN DE L'ESTUDI ACÚSTIC DE LA EMPRESA NOIZU AMB DATA 20/04/2017

Amb data de 20/04/2017, la empresa NOIZU Consulting va dur a terme unes mesures de soroll i vibracions sobre la turbina KKK (annexa a sala de control) i la turbina AAB (més llunyana), i a la sala de control.

Les conclusions a les quals arriben les adjuntem a continuació, tenint en compte però a destacar alguns punts importants:

- La turbina KKK genera nivells de vibració predominants a 25 Hz (1500 rpm, coincidint amb velocitat de gir de la turbina) i a 75 Hz (possiblement algun harmònic de la vibració fonamental deguda a la morfologia de la pròpia turbina)
- S'identifica la absència d'elements elàstic de recolzament de les turbines per aïllar acústicament les vibracions generades
- Amb la turbina KKK aturada persisteixen nivells de vibració rellevants de 50 (3000 rpm, coincidint amb velocitat de gir de la turbina) i a 100 Hz (possiblement algun harmònic de la vibració fonamental deguda a la morfologia de la pròpia turbina)

Anàlisi de resultats en relació a nivells de vibració obtinguts:



(Exp. nº.: IT2017-0167-01)

5.3 Anàlisi dels resultats obtinguts

Davant els resultats indicats al capítol 5.2, es pot concloure el següent:

- La turbina KKK genera importants nivells de vibració a les freqüències de 25 Hz i 75 Hz. D'altra banda, la turbina ABB genera nivells de vibració rellevants a les freqüències de 50 Hz i 100 Hz.
- Dels resultats obtinguts als acceleròmetres situats a la turbina KKK (P0 a P3), es pot concloure que, en l'actualitat, no existeix cap mena de recolzament elàstic entre el generador i les lloses, o entre aquestes i el forjat de l'edifici.
- Tot i que les turbines també generen nivells de vibració a més alta freqüència (a partir de 1.500 Hz), els nivells que s'enregistren a la sala de control amb més claredat, són els que es situen a baixa freqüència.
- A la sala de control:
 - Quan la turbina KKK està aturada, es detecten nivells de vibració rellevants a les freqüències de 50 Hz i 100 Hz, atribuïbles al funcionament de la turbina de vapor a reacció ABB.
 - No s'aprecien diferències significatives dels nivells de vibració, en funció del règim de funcionament de la turbina KKK (a 2,5 MW o a 5,0 MW).
 - Segons les converses amb els treballadors, les molèsties més significatives es perceben quan funciona la turbina KKK.
 - Tot i que la mesura no s'ha efectuat segons el RD 1311, que té com a base la norma ISO 2631-1, el nivell RMS en el rang de mesura avaluat (0Hz a 5kHz) és de l'ordre de 0,05 m/s², al punt P7 (punt situat als peus del lloc de treball de la sala de control).

Per tant, suposant que els treballadors estan exposats durant tota la jornada laboral únicament als nivells de vibració mesurats al punt P7, i una vegada aplicada la ponderació indicada a la norma esmentada, el valor d'exposició diària normalitzat obtingut es preveu inferior al valor límit establert pel marc legal (0,5 m/s²).

Pel què fa als nivells de soroll mesurats, les conclusions són les següents:

- Les components freqüencials del soroll són proporcionals a les de vibració analitzades en cada cas
- Es detecta una diferència de nivell significativa de l'ordre de 5 dBA quan la turbina KKK està aturada o en funcionament.
- Es dedueix que la transmissió de soroll a la sala de control té una component estructural i una component aèria.

Anàlisi de resultats en relació a nivells de soroll obtinguts:

6.4 Anàlisi dels resultats obtinguts

Davant els resultats indicats als capítols 6.2 i 6.3, es pot concloure el següent:

- Els nivells de soroll mesurats a l'interior de la sala on es troba la turbina KKK, són de l'ordre de 95 dBA (condició 3). El funcionament de la turbina implica uns nivells de pressió sonora amb un important contingut a la freqüència de 25 Hz. D'altra banda, el funcionament de la turbina ABB genera components tonals a les freqüències de 50 Hz i a 100 Hz.
- El fet de posar en marxa la turbina, no només incrementa els nivells sonors a l'interior de la sala on s'ubica sinó que, l'increment també es fa evident a la zona exterior (zona de condensador), pel conjunt de fonts associades que es troben a l'exterior de la cabina.
- A la sala de control:
 - Els nivells de soroll de fons (turbina KKK apagada – Condició 1) són de $L_{Aeq}=60,5$ dBA.
 - El funcionament de la bomba auxiliar d'oli no implica un increment significatiu dels nivells sonors a l'interior de la sala de control.
 - Amb la turbina KKK en marxa (condició 3) els nivells s'incrementen notablement, mesurant valors de $L_{Aeq}=65,4$ dBA.
 - Prenent el nivell màxim mesurat al lloc de treball (65,4 dBA) com a representatiu de tota la jornada laboral, no es supera el valor inferior d'exposició que dona lloc a una acció (80 dBA) de la normativa de prevenció de riscos laborals.
 - El funcionament de la turbina implica un increment dels nivells de pressió sonora residuals (condició 1) a baixa freqüència (sobretot a 25 Hz) i a alta freqüència (entre 800 Hz i 4kHz).
 - La transmissió de soroll de baixa freqüència cap a la sala de control, té una component de soroll estructural i una component de soroll aeri.

ANNEX 2:

CERTIFICATS DE CALIBRACIÓ DELS APARELLS DE MESURA

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 00533601-V

Página 1 de 1


 LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)
 OAVM nº 02-0V-0005

 Ronda de la Font del Carme, s/n
 08193 Bellaterra
 T +34 93 567 20 50
 F +34 93 567 20 01
 metrologia@applus.com
 www.applus.com

INSTRUMENTO	SONÓMETRO		
SOLICITANTE	AUDIOSOFT ACÚSTICA, S.L. (1)		
DIRECCIÓN	C/Travessera de Dalt, 112, 6º- 2ª 08024 BARCELONA (BARCELONA)		
TIPO DE ACTUACIÓN	Ensayos de verificación periódica según Anexo XIV de la Orden ICT/155/ 2020, de 7 de febrero		
IDENTIFICACIÓN	Sonómetro	Micrófono	Preamplificador
	Marca	BRÜEL & KJAER	BRÜEL & KJAER
	Modelo	2250	4189
	Número de serie	2704813	2695602
	Código	SON 002	12648
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo/Clase	1	Software 3,2
	Nivel de referencia	94,0 dB	Firmware --
	Rango de medida	20,0 - 140,0 dB	Checksum -
	Resolución	0,1 dB	
FECHAS	Verificación	Válido hasta	(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)
	2023-03-15	2024-03-15	
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE		Entrada --
			--
PRECINTADO	2, adhesivos autodestructibles, colocados lateralmente entre carcasa anterior y posterior		Salida --
			--
SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:			
Responsable Técnico		Inspector	

 Juanjo Sanz 16/03/2023 16:21:33
 Código Seguro de Verificación (CSV): 151843669409B

 Jordi Messeguer Morales
 15/03/2023 17:03:15

 Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
 Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación <https://apps.applus.solutions/metrosign/>


Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin permiso por escrito de Applus+.

CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN

Número 00533603-V
Página 1 de 1



LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)
DAVM nº 02-OV-0005

Ronda de la Font del Cerme, s/n
08193 Bellaterra
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@applus.com
www.applus.com

INSTRUMENTO	CALIBRADOR ACÚSTICO		
SOLICITANTE	AUDIOSOFT ACÚSTICA, S.L. (1)		
DIRECCIÓN	C/Travessera de Dalt, 112, 6º- 2ª 08024 BARCELONA (BARCELONA)		
TIPO DE ACTUACIÓN	Ensayos de verificación periódica según Anexo XIV de la Orden ICT/155/ 2020, de 7 de febrero.		
IDENTIFICACIÓN	Marca	CESVA	
	Modelo	CB006	
	Número de serie	49891	
CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS	Tipo/Clase	1	Software --
	Nivel/es nominal/es	94,0 dB	Firmware --
	Frecuencia nominal	1000, Hz	Checksum -
FECHAS	Verificación	Válido hasta	(si antes no hay una operación de reparación que obligue a superar una verificación después de reparación o modificación)
	2023-03-15	2024-03-15	
RESULTADO VERIFICACIÓN	FAVORABLE	Entrada	--
			--
PRECINTADO	2, adhesivos en la junta de la carcasa	Salida	--
			--
SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:			
Responsable Técnico		Inspector	

Juanjo Sanz 16/03/2023 16:21:48
Código Seguro de Verificación (CSV): 149421856J9B3

Jordi Messeguer Morales
15/03/2023 17:03:19

Este documento ha sido firmado electrónicamente según la Ley 59/2003 e identificado mediante un Código Seguro de Verificación (CSV).
Consulte la validez del documento en el servicio Web de verificación <https://apps.applus.solutions/metrosign/>



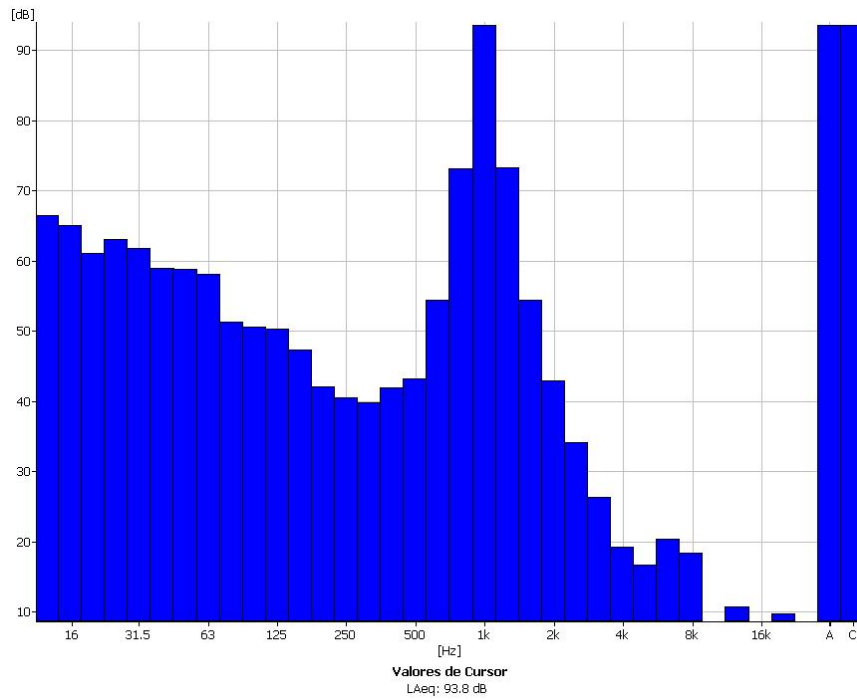
Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin permiso por escrito de Applus +.

ANNEX 3:

RESULTATS DE LA CALIBRACIÓ DEL SONÒMETRE ABANS I DESPRÉS DE LA MESURA.

CALIBRACIÓ INICIAL



CALIBRACIÓ FINAL

