

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



### INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA \ Tratta MILANO – VERONA**  
**Lotto funzionale Treviglio-Brescia**  
**PROGETTO ESECUTIVO**

### Report Monitoraggio Ambientale Vibrazioni 3° trimestre 2013 CO MB01

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b> Consorzio <b>Cepav due</b> Il Direttore del Consorzio (Ing. F. Lombardi)	Valido per costruzione  Data: _____
Data: _____	Data: _____

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

I	N	5	1	1	1	E	E	2	P	E	M	B	0	1	0	3	0	0	2	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	 Data: 07/04/2014
A	Emissione	LANDE	07/04/14	LIANI	07/04/14	LIANI	07/04/14	

CIG. 11726651C5

File: IN5111EE2PEMB0103002A.doc



Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

CUP: J41C07000000001

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b>  Consortio ENI per l'Alta Velocità	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 2 di 19

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ I CAMPAGNA C.O. ....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ESECUZIONE DEI RILIEVI IN CAMPO E METODI DI ANALISI .....</b>	<b>5</b>
3.1	STRUMENTAZIONE .....	5
3.2	METODICA DI RILIEVO – VR-1 .....	7
<b>4</b>	<b>STAZIONI OGGETTO DI INDAGINE .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI METODICA VR-1.....</b>	<b>11</b>
	<b>ALLEGATO I – SCHEDE DI MISURA E GRAFICI DELLE MISURE VIBROMETRICHE .....</b>	<b>14</b>
	<b>ALLEGATO II – CERTIFICATI DI TARATURA.....</b>	<b>19</b>

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 3 di 19

## 1 Premessa

Il monitoraggio della componente vibrazioni ha l'obiettivo di definire lo stato vibrazionale lungo il tracciato della sub-tratta AV/AC Lotto funzionale Treviglio-Brescia in progetto (dalla pk 28+630 alla pk 66+998 e dalla pk 0+000 alla pk 11+770 dell' Interconnessione di Brescia Ovest), prima della realizzazione dell'opera (fase Ante Operam, A.O.), e di seguirne l'evoluzione in fase di costruzione (fase di Corso d'Opera, C.O.) ed esercizio (fase Post Opera P.O.), al fine di verificare le eventuali condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento.

Il presente documento rappresenta il report della I Campagna di Monitoraggio Ambientale in Corso d'Opera (C.O.) relativo alla componente Vibrazioni interessata dalla realizzazione della linea ferroviaria AV/AC Torino – Venezia, tratta Treviglio-Brescia della WBS MB01, nella provincia di Bergamo che inizia dal Km 28+629,41 e finisce al Km 55+260,86.

Il monitoraggio sarà effettuato sui ricettori individuati nell'ambito di una fascia di territorio situata a cavallo della linea AV/AC, ritenuta potenzialmente a rischio per le vibrazioni trasmesse.

Gli obiettivi da perseguire nella fase di Corso d'Opera sono i seguenti:

- caratterizzare la rumorosità dovuta ai cantieri, alle cave ed alle attività ad essi connesse, compreso il traffico indotto;
- valutare gli impatti sui ricettori maggiormente esposti e più sensibili alle attività di costruzione lungo linea;
- verificare l'efficacia di eventuali azioni correttive.

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 4 di 19

## 2 Descrizione delle attività I Campagna C.O.

I punti di monitoraggio sono stati stabiliti mediante osservazioni e sopralluoghi condotti congiuntamente con gli organi di controllo. I ricettori monitorati sono stati individuati nell'ambito della fascia di rispetto situata a cavallo della linea AV/AC.

Nel corso della I Campagna C.O. esaminata sono state condotte le seguenti attività:

- compilazione delle schede di campo;
- installazione della strumentazione per l'esecuzione dei rilievi vibrazionali;
- analisi e valutazione delle misure.

Nel dettaglio si riporta una tabella con indicazione delle date di misura per il ricettore ricadente nella WBS MB01.

**Tabella 2.1 –Codici ricettori con relative metodiche e date di misura**

Misure Corso d'Opera					
Codice Punto	Comune	Metodica	Data misura AO	Data misura I CO	Note
AV-CI-VR-1-01	Calcio (BG)	VR-1	29/01/2013	14/10/2013	Rilevato RI14

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 5 di 19

### 3 Esecuzione dei rilievi in campo e metodi di analisi

#### 3.1 Strumentazione

La strumentazione di misura è conforme alle norme IEC 184, IEC 222 e IEC 225.

La catena di misura è composta da:

- tre accelerometri monoassiali (PCB393A03) ed un accelerometro triassiale (PCB356B18);
- un amplificatore di carica;
- un sistema di acquisizione multicanale HARMONIE octav modello E729;
- un personal computer;
- software dedicato per l'acquisizione dati (Samurai™)
- software di analisi ed elaborazione delle misure Noise W
- software dedicato per l'analisi e l'elaborazione delle misure (NWW Noise & Vibration Works, versione 2.6.1).

In particolare il programma 'Samurai™', utilizzato per l'acquisizione dei dati, è un software operativo di 'SoundBook™'. Tale software consente l'esportazione delle misure in fogli 'Excel' o applicativi dedicati come 'NWW'.

Gli accelerometri sono connessi al sistema di acquisizione tramite un collegamento ben saldo per fare in modo che il segnale sia trasmesso in modo continuo, senza intermittenze che causerebbero una perdita dei dati. I cavi di collegamento inoltre vengono fermati con un adesivo per minimizzare le frustate del cavo che possono introdurre rumore nella misura.

Gli accelerometri utilizzati sono:

- un accelerometro triassiale PCB PIEZOTRONICS modello 356B18
- tre accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03

Le caratteristiche dei suddetti accelerometri vengono riportate nelle tabelle a seguire.

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 6 di 19

**Tabella 3.1 – Caratteristiche accelerometro triassiale PCB PIEZOTRONICS modello 356B18**

PCB 356B18		
<i>Voltage sensitive</i>	1000	mV/g
<i>Measurement range</i>	5	±g pk
<i>Frequency range (± 5 %)</i>	0,5-3000	Hz
<i>(± 10 %)</i>	0,3-5000	Hz
<i>Resolution</i>	0,0005	g pk
<i>Amplitude linearity</i>	±1	%
<i>Transverse sensitivity</i>	≤5	%
<i>Shock limit</i>	5000	±g pk
<i>Excitation voltage</i>	18-30	VDC
<i>Output impedance</i>	<250	Ω
<i>Output bias</i>	8-12	VDC
<i>Discharge time constant</i>	1-3	sec
<i>Size</i>	20x20	mm
<i>Weight</i>	25	gm

**Tabella 3.2 – Caratteristiche accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03**

PCB 393A03		
<i>Voltage sensitive</i>	1000	mV/g
<i>Measurement range</i>	5	±g pk
<i>Frequency range (± 5 %)</i>	0,5-2000	Hz
<i>(± 10 %)</i>	0,3-4000	Hz
<i>(± 3 dB)</i>	0,2-6000	Hz
<i>Resolution</i>	0,0001	g pk
<i>Amplitude linearity</i>	±1	%
<i>Transverse sensitivity</i>	≤5	%
<i>Shock limit</i>	5000	±g pk
<i>Excitation voltage</i>	18-30	VDC
<i>Output impedance</i>	<250	Ω
<i>Output bias</i>	8-12	VDC
<i>Discharge time constant</i>	1-3	sec
<i>Size</i>	30,2x55,6	mm
<i>Weight</i>	210	gm

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 7 di 19

### Taratura della strumentazione

Gli strumenti di misura utilizzati sono muniti di certificati di taratura rilasciati da laboratorio qualificato secondo le norme UNI ISO 5347:1993. I certificati di taratura degli accelerometri e del sistema di acquisizione multicanale sono riportati in Allegato 2.

### Calibrazione della strumentazione

La calibrazione della catena di misura è stata effettuata mediante un apposito calibratore da campo tarato seguendo le procedure standard e le indicazioni riportate all'interno della norma ISO 5347 "Metodi per la calibrazione dei rilevatori di vibrazioni ed urti". La calibrazione dell'intera catena di misura è stata effettuata all'inizio di ogni giornata di misura;

## **3.2 Metodica di rilievo – VR-1**

Prima dell'inizio delle attività di misura, sono state effettuate indagini preliminari volte ad acquisire i dati esistenti e a verificare e caratterizzare le postazioni di misura.

Durante l'esecuzione delle misure in campo sono state rilevate una serie di informazioni complementari relative al sistema insediativo ed emissivo (informazioni anagrafiche e ubicazione del ricettore, tipo e caratteristiche delle sorgenti di rumore interagenti con il punto di monitoraggio ecc.). All'inizio di ogni misura si è proceduto innanzitutto alla definizione del campo dinamico di misura con le registrazioni di livelli di vibrazione nelle 3 direzioni ortogonali (X,Y e Z), quindi si è effettuata la misura del segnale; gli indicatori rilevati durante le misure sono i valori di accelerazione efficace, globale e per bande d'ottava.

In ogni singolo edificio sono state individuate 2 postazioni di misura, una al piano alto e una al piano basso.

- al piano basso è stata posta un accelerometro triassiale ad alta sensibilità al centro della stanza più esposta alle future vibrazioni.
- al piano alto sono stati installati tre accelerometri monoassiali ad alta sensibilità al centro della stanza più esposta alle future vibrazioni.

Mediante un sistema di acquisizione multicanale, sono state misurate contemporaneamente tutte le vibrazioni rilevate dai sei accelerometri posti nelle 2 postazioni.

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b>  Consortio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 8 di 19

Come da indicazioni degli Enti di Controllo durante il TT del 05/10/2012, anche per la fase di CO, tutte le misure sono state presidiate ed eseguite in continuo per 2 ore con il rilevamento delle time histories dei livelli dell'accelerazione ponderata in frequenza (filtro per postura non nota).

Le misure di vibrazione sono state effettuate secondo le metodologie e per i parametri previsti dalle norme UNI 9614 e ISO 2631. I valori rilevati in corrispondenza dei ricettori sono stati valutati secondo le soglie indicate dalla norma UNI 9614, permettendo di valutare il disturbo alle persone.



GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 9 di 19

## 4 Stazioni oggetto di indagine

Nella seguente tabella si riportano le informazioni relative alla stazione oggetto di indagine ricadente nella WBS MB01 nella provincia di Bergamo che inizia dal Km 28+629,41 e finisce al Km 55+260,86. Nello specifico è riportato il codice, la pK di riferimento, la fase di monitoraggio, il comune, la provincia di appartenenza e l'ambito per cui è stato effettuato il monitoraggio.

**Tabella 4.1 – Codici ricettori con relative informazioni**

Codice Punto	pK	Fase	Comune	Ambito	Tipo di Metodica	Note Area
AV-CI-VR-1-01	54+210	I CO	Calcio (BG)	Rilevato RI14	VR-1	-

Nelle pagine successive si descrive il quadro territoriale nell'intorno del ricettore monitorato per una più accurata cognizione del contesto in cui la misurazione è effettuata.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 10 di 19

### AV-CI-VR-1-01

Il ricettore monitorato è un edificio residenziale localizzato all'interno di Cascina Ribolla, ricadente nel comune di Calcio (BG). La pK di riferimento è 54+210 e le coordinate geografiche associate al punto di misura sono 1566296,48 X e 5038275,97 Y. Il punto dista circa 40 metri dalla futura linea ferroviaria posta in direzione nord ed è localizzato in una zona periferica a vocazione prettamente agricola; si rileva la presenza della pista di cantiere Bre.Be.Mi a nord, a circa 120 metri di distanza. La misura è finalizzata al monitoraggio del FAL e l'ambito di studio è relativo alla realizzazione del Rilevato RI14. Lo stralcio seguente fornisce un'indicazione sul posizionamento del punto di misura.

<b>Codice della Stazione</b>	AV-CI-VR-1-01	
<b>Comune</b>	Calcio BG	
<b>Coordinate XY</b>	<b>X : 1566296,48</b>	<b>Y: 5038275,97</b>

#### Inquadramento Territoriale



GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO				
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 11 di 19	

## 5 Risultati Metodica VR-1

Nella seguente tabella si riportano i risultati della I Campagna di Monitoraggio C.O. relativi alla metodica VR-1.

Per la stazione di rilevamento è riportato il codice, la data del rilievo, la fase di monitoraggio, i livelli di accelerazione ponderati in frequenza relativi all'intervallo di campionamento (2 ore circa), i livelli massimi di accelerazione ponderati in frequenza, e i limiti delle accelerazioni totali ponderate in frequenza.

**Tabella 5.1 – Risultati punti vibrazioni – metodica VR-1**

Ricettore	Data	Fase	Piano	Lw dB – tempo di misura (≈2h)			LwMax dB			Accelerazione dB		
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
AV-CI-VR-1-01	14/10/2013	I C.O.	1° f.t.	44,61	45,11	44,61	57,03	56,52	57,50	77	77	77
			2° f.t.	36,90	38,06	36,90	57,27	58,38	60,00			

Nelle pagine successive, si fornisce il dettaglio dei risultati ottenuti nella I Campagna di Monitoraggio C.O. con i relativi commenti e considerazioni.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio ENI per l'Alta Velocità		ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 12 di 19

## Risultati e Conclusioni stazione AV-CI-VR-1-01

Il ricettore monitorato è un edificio residenziale conservato in buono stato, costituito da 3 piani fuori terra, localizzato all'interno di Cascina Ribolla, ricadente nel comune di Calcio (BG). La struttura è realizzata in pietra e mattoni. Il punto dista circa 40 metri dalla futura linea ferroviaria posta in direzione nord ed è localizzato in una zona periferica a vocazione prettamente agricola. Si rileva la presenza della pista di cantiere BBM a nord, a circa 120 metri di distanza. La stazione di misura è finalizzato al monitoraggio del FAL e l'ambito di studio è relativo alla realizzazione del Rilevato RI14.

In data 14/10/2013 il punto AV-CI-VR-1-01 è stato sottoposto a misure finalizzate a valutare i livelli vibrazionali in fase C.O., per individuare l'eventuale disturbo arrecato alle persone dovuto alla presenza del cantiere e alle attività ad esso connesse, compreso il traffico indotto.

La misura è stata presidiata ed ha avuto una durata di circa 2 ore, più di preciso è iniziata alle ore 13.25 ed è terminata alle ore 15.27. Durante l'esecuzione della misura è stata evidenziata la presenza di lavorazioni relative alla demolizione di alcuni fabbricati posti a circa 170 metri dal ricettore. In particolare è stato osservato il passaggio di autocarri per il trasporto del materiale di risulta derivante dalla demolizione nonché la presenza di alcuni escavatori in funzione. Tali attività non hanno prodotto fenomeni vibrazionali percettibili ai fini del disturbo alle persone.

La misura è stata sottoposta a mascheramenti finalizzati ad eliminare tutti quegli eventi causati dallo spostamento delle strumentazioni (ad esempio sistemazione cavi) e dal movimento delle persone all'interno delle stanze in cui sono stati installati gli accelerometri. I livelli di accelerazione ponderati in frequenza sono stati confrontati con i limiti imposti dalla UNI 9614 che per un'abitazione, nel periodo diurno sono pari a 77 dB per gli assi x e y e z (filtro per postura non nota o variabile nel tempo).

Di seguito i risultati della campagna in esame.

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità 		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</b>			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 13 di 19

**Tabella 5.2 – AV-CI-VR-1-01 I CO, risultati piano 1° fuori terra**

<b>AV-CI-VR-1-01 - RISULTATI DELLE MISURE PIANO 1° F.T.</b>							
PERIODO	Data inizio (gg/mm/aa hh:mm:ss)	Asse	$a_w$	$a_{wmax}$	$L_w$	$L_{wmax}$	Llim
			(mm/s <sup>2</sup> )	(mm/s <sup>2</sup> )	(dB)	(dB)	(dB)
<i>Intera registrazione (2h)</i>	14/10/2013 13.25.53	X	0,17	0,71	44,61	57,03	77
		Y	0,18	0,67	45,11	56,52	77
		Z	0,17	0,75	44,61	57,50	77

**Tabella 5.3 – AV-CI-VR-1-01 I CO, risultati piano 2° fuori terra**

<b>AV-CI-VR-1-01 - RISULTATI DELLE MISURE PIANO 2° F.T.</b>							
PERIODO	Data inizio (gg/mm/aa hh:mm:ss)	Asse	$a_w$	$a_{wmax}$	$L_w$	$L_{wmax}$	Llim
			(mm/s <sup>2</sup> )	(mm/s <sup>2</sup> )	(dB)	(dB)	(dB)
<i>Intera registrazione (2h)</i>	14/10/2013 13.25.53	X	0,07	0,73	36,90	57,27	77
		Y	0,08	0,83	38,06	58,38	77
		Z	0,07	1,00	36,90	60,00	77


Dall'analisi dei dati non si evincono superamenti dei limiti normativi per i livelli di accelerazione ponderati in frequenza riferiti alle 2 ore di misurazione. Anche i livelli massimi di accelerazione ponderati in frequenza si attestano su valori inferiori al limite imposto dalla norma UNI di riferimento.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> <p><b>Cepav due</b> </p> <p>Consorzio ENI per l'Alta Velocità</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> <p> <b>ITALFERR</b></p> <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>				
<p>Doc. N.</p>	<p>Progetto IN51</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento EE2PEMB0103002</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 14 di 19</p>

## Allegato I – Schede di misura e grafici delle misure vibrometriche

<b>GENERAL CONTRACTOR</b> <b>Cepav due</b> Consorzio ENI per l'Alta Velocità		<b>ALTA SORVEGLIANZA</b>  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO			
Doc. N.	Progetto IN51	Lotto 11	Codifica Documento EE2PEMB0103002	Rev. A	Foglio 15 di 19

## STAZIONE AV-CI-VR-1-01

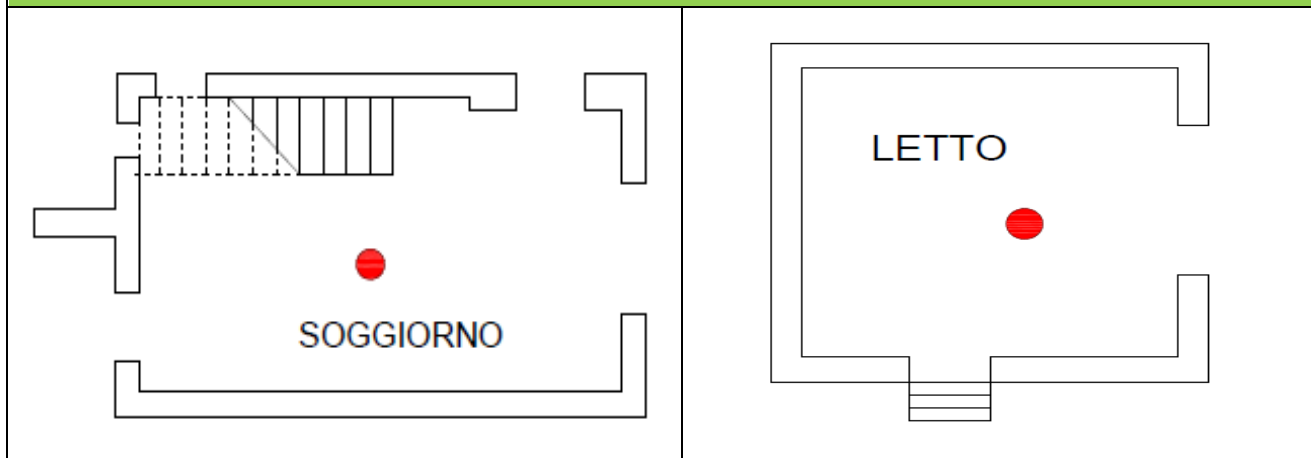
MONITORAGGIO AMBIENTALE LINEA FERROVIARIA AV/AC TREVIGLIO BRESCIA - FASE: I CO	
VR-1 (Misure di 2h per la valutazione del disturbo alle persone)	
PRESENTAZIONE DEI RISULTATI	
<b>Comparto</b>	VIBRAZIONI
<b>Tratto ferroviario AV/AC di rif.</b>	Pk 54+210
<b>Metodica</b>	VR-1
<b>Data e Ora (dalle - alle)</b>	14/10/2013 13.25.53 - 15.27.47
<b>Codice della stazione</b>	AV-CI-VR-1-01
<b>Periodo di misura</b>	Diurno
<b>Numero ore registrate</b>	circa 2 ore
<b>Descrizione della strumentazione</b>	Accelerometro triassiale PCB PIEZOTRONICS modello 356B18, tre accelerometri monoassiali PCB PIEZOTRONICS modello 393A03, sistema di acquisizione multicanale HARMONIE octav modello E729, software dedicato per l'acquisizione dati (Samurai™), software dedicato per l'analisi e l'elaborazione delle misure (NWW Noise & Vibration Works, versione 2.6.1), personal computer.
<b>Ditta esecutrice dei Rilievi</b>	Lande s.r.l.
<b>Responsabile Tecnico</b>	Ing. Antonio Varricchio
LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	
<b>Provincia</b>	Bergamo
<b>Comuni interessati</b>	Calcio
<b>Località</b>	-
<b>Descrizione macchinari e attività di cantiere o FAL:</b>	Passaggio di mezzi di cantiere pesanti su pista di cantiere BBM, escavatori in funzione per demolizione fabbricati nei pressi del ricettore monitorato, movimentazione materiale di risulta tramite autocarri.
<b>Coordinate Stazione XY</b>	X: 1566296,478 Y: 5038275,973
LOCALIZZAZIONE CARTOGRAFICA DELLA STAZIONE DI MONITORAGGIO	
	



### CARATTERISTICHE DELL'EDIFICIO

<b>Descrizione</b>	Edificio ristrutturato e destinato ad uso abitativo
<b>N. piani</b>	3 f.t.
<b>Struttura</b>	Muratura in pietra e mattoni
<b>Stato</b>	Buono, ristrutturato

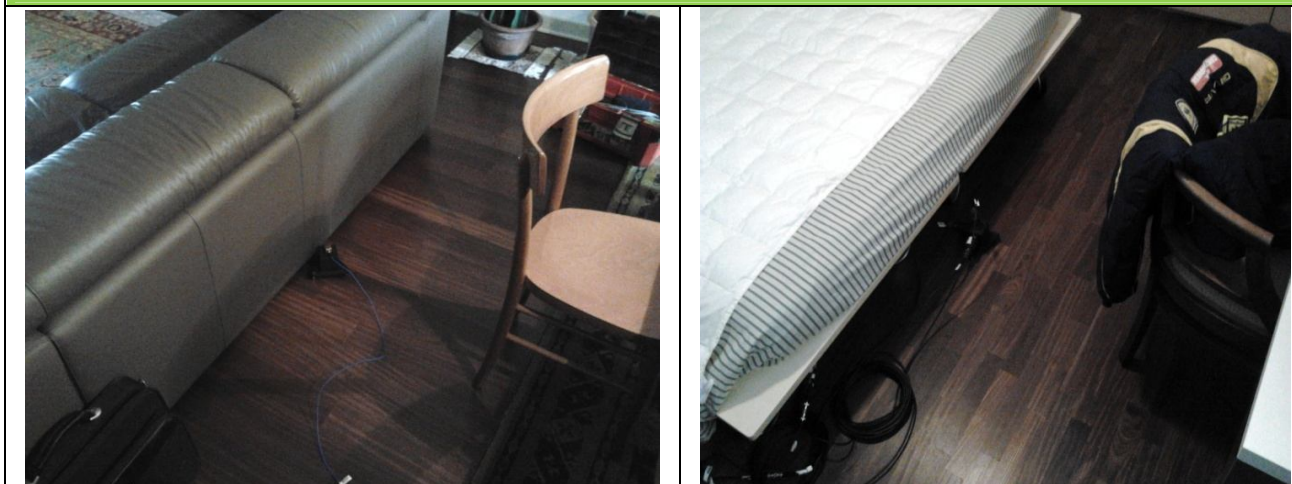
### PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEL PUNTO DI MISURA



Posizionamento accelerometro triassiale, 1° piano f.t.

Posizionamento accelerometri monoassiali, 2° piano f.t.

### DOCUMENTAZIONE FOTOGAFICA



Posizionamento accelerometro triassiale, 1° piano f.t.

Posizionamento accelerometri monoassiali, 2° piano f.t.

### DESCRIZIONE DELL'AREA PER L'ESECUZIONE DEI RILIEVI

Il ricettore monitorato è un edificio residenziale localizzato all'interno di Cascina Ribolla, ricadente nel comune di Calcio (BG). Il punto dista circa 40 metri dalla futura linea ferroviaria posta in direzione nord ed è localizzato in una zona periferica a vocazione prettamente agricola. La misura è finalizzata al monitoraggio del FAL e l'ambito di studio è relativo alla realizzazione del Rilevato RI14. Si rileva la presenza della pista di cantiere BBM a nord, a circa 120 metri di distanza; durante l'esecuzione della misura è stata evidenziata la presenza di lavorazioni relative alla demolizione di alcuni fabbricati posti a circa 170 metri dal ricettore. In particolare è stato osservato il passaggio di autocarri per il trasporto del materiale di risulta derivante dalla demolizione nonché la presenza di alcuni escavatori in funzione.



**Limiti delle accelerazioni totali ponderate in frequenza, di livello costante e non come da UNI 9614**

**Destinazione d'uso Accelerazione a [m/s<sup>2</sup>] Lw [dB]**

<b>Aree critiche</b>	$3.6 \times 10^{-3}$	71
<b>Abitazioni (Notte)</b>	$5.0 \times 10^{-3}$	74
<b>Abitazioni (Giorno)</b>	$7.0 \times 10^{-3}$	77
<b>Uffici</b>	$14.4 \times 10^{-3}$	83
<b>Fabbriche</b>	$28.8 \times 10^{-3}$	89

**RISULTATI DELLE MISURE PIANO 1° F.T.**

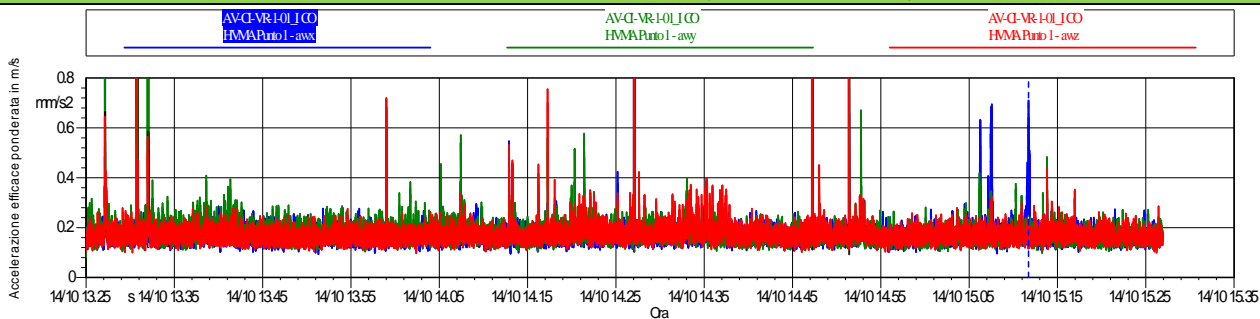
PERIODO	Data inizio (gg/mm/aa hh:mm:ss)	Asse	$a_w$	$a_{wmax}$	$L_w$	$L_{wmax}$	$L_{lim}$
			(mm/s <sup>2</sup> )	(mm/s <sup>2</sup> )	(dB)	(dB)	(dB)
<b>Intera registrazione</b>	14/10/2013 13.25.53	X	0,17	0,71	44,61	57,03	77
		Y	0,18	0,67	45,11	56,52	77
		Z	0,17	0,75	44,61	57,50	77

**Eventi**

EVENTO	Data inizio (gg/mm/aa hh:mm:ss)	Asse	$a_w$	$a_{wmax}$	$L_w$	$L_{wmax}$	$L_{lim}$
			(mm/s <sup>2</sup> )	(mm/s <sup>2</sup> )	(dB)	(dB)	(dB)
-	-	X	-	-	-	-	77
		Y	-	-	-	-	77
		Z	-	-	-	-	77

Non sono stati riconosciuti eventi vibrazionali tali da indurre disturbo alle persone.

**TIME HISTORY DEL RILIEVO (INTERA MISURA)**



Nome	Inizio	Durata	Leq	Lmax
Totale	14/10 13.25	02:01:54.40	AwX=0.16 mm/s <sup>2</sup>	AwX=4.57 mm/s <sup>2</sup>
Non Mascherato	14/10 13.25	02:01:05.30	AwX=0.17 mm/s <sup>2</sup>	AwX=0.71 mm/s <sup>2</sup>
Mascherato	14/10 13.27	00:00:49.10	AwX=0.05 mm/s <sup>2</sup>	AwX=4.57 mm/s <sup>2</sup>
1 Mbm.stum.	14/10 13.27	00:00:07.60	AwX=0.30 mm/s <sup>2</sup>	AwX=0.48 mm/s <sup>2</sup>
1 Mbm. istanza	14/10 13.31	00:00:10.50	AwX=0.47 mm/s <sup>2</sup>	AwX=0.95 mm/s <sup>2</sup>
Nova Maschera 2	14/10 13.32	00:00:10.40	AwX=0.20 mm/s <sup>2</sup>	AwX=0.25 mm/s <sup>2</sup>
2 Mbm. istanza	14/10 14.27	00:00:08.10	AwX=1.82 mm/s <sup>2</sup>	AwX=4.57 mm/s <sup>2</sup>
3 Mbm. istanza	14/10 14.48	00:00:06.80	AwX=0.72 mm/s <sup>2</sup>	AwX=1.64 mm/s <sup>2</sup>
4 Mbm. istanza	14/10 14.52	00:00:05.70	AwX=0.92 mm/s <sup>2</sup>	AwX=1.28 mm/s <sup>2</sup>

Nome	Inizio	Durata	Leq	Lmax
Totale	14/10 13.25	02:01:54.40	AwY=0.20 mm/s <sup>2</sup>	AwY=4.55 mm/s <sup>2</sup>
Non Mascherato	14/10 13.25	02:01:05.30	AwY=0.18 mm/s <sup>2</sup>	AwY=0.67 mm/s <sup>2</sup>
Mascherato	14/10 13.27	00:00:49.10	AwY=1.00 mm/s <sup>2</sup>	AwY=4.55 mm/s <sup>2</sup>
1 Mbm.stum.	14/10 13.27	00:00:07.60	AwY=0.53 mm/s <sup>2</sup>	AwY=0.95 mm/s <sup>2</sup>
1 Mbm. istanza	14/10 13.31	00:00:10.50	AwY=1.09 mm/s <sup>2</sup>	AwY=1.88 mm/s <sup>2</sup>
Nova Maschera 2	14/10 13.32	00:00:10.40	AwY=0.47 mm/s <sup>2</sup>	AwY=0.89 mm/s <sup>2</sup>
2 Mbm. istanza	14/10 14.27	00:00:08.10	AwY=1.81 mm/s <sup>2</sup>	AwY=4.55 mm/s <sup>2</sup>
3 Mbm. istanza	14/10 14.48	00:00:06.80	AwY=0.66 mm/s <sup>2</sup>	AwY=1.47 mm/s <sup>2</sup>
4 Mbm. istanza	14/10 14.52	00:00:05.70	AwY=0.61 mm/s <sup>2</sup>	AwY=1.23 mm/s <sup>2</sup>

Nome	Inizio	Durata	Leq	Lmax
Totale	14/10 13.25	02:01:54.40	AwZ=0.19 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=4.62 mm/s <sup>2</sup>
Non Mascherato	14/10 13.25	02:01:05.30	AwZ=0.17 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=0.75 mm/s <sup>2</sup>
Mascherato	14/10 13.27	00:00:49.10	AwZ=0.91 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=4.62 mm/s <sup>2</sup>
1 Mbm.stum.	14/10 13.27	00:00:07.60	AwZ=0.38 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=0.64 mm/s <sup>2</sup>
1 Mbm. istanza	14/10 13.31	00:00:10.50	AwZ=0.65 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=1.37 mm/s <sup>2</sup>
Nova Maschera 2	14/10 13.32	00:00:10.40	AwZ=0.28 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=0.55 mm/s <sup>2</sup>
2 Mbm. istanza	14/10 14.27	00:00:08.10	AwZ=1.84 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=4.62 mm/s <sup>2</sup>
3 Mbm. istanza	14/10 14.48	00:00:06.80	AwZ=0.76 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=1.73 mm/s <sup>2</sup>
4 Mbm. istanza	14/10 14.52	00:00:05.70	AwZ=0.70 mm/s <sup>2</sup>	AwZ=1.45 mm/s <sup>2</sup>



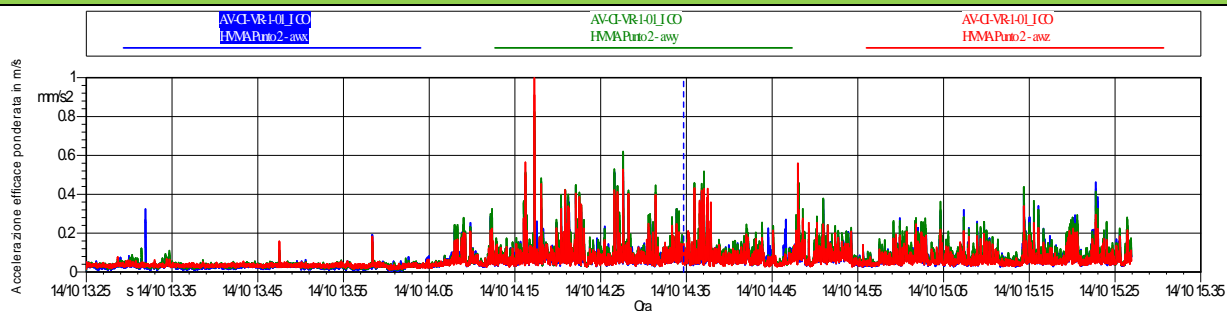
## RISULTATI DELLE MISURE PIANO 2° F.T.

PERIODO	Data inizio (gg/mm/aa hh:mm:ss)	Asse	$a_w$	$a_{wmax}$	$L_w$	$L_{wmax}$	$L_{lim}$
			( $mm/s^2$ )	( $mm/s^2$ )	(dB)	(dB)	(dB)
Intera registrazione	14/10/2013 13.25.53	X	0,07	0,73	36,90	57,27	77
		Y	0,08	0,83	38,06	58,38	77
		Z	0,07	1,00	36,90	60,00	77
Eventi							
EVENTO	Data inizio (gg/mm/aa hh:mm:ss)	Asse	$a_w$	$a_{wmax}$	$L_w$	$L_{wmax}$	$L_{lim}$
			( $mm/s^2$ )	( $mm/s^2$ )	(dB)	(dB)	(dB)
-	-	X	-	-	-	-	77
		Y	-	-	-	-	77
		Z	-	-	-	-	77

Non sono stati riconosciuti eventi vibrazionali tali da indurre disturbo alle persone.

## TIME HISTORY DEL RILIEVO (INTERA MISURA)

## PIANO 2° F.T. - ASSE X, Y e Z



AV-Q-VR-I-01 I CO HMA Punto 2- aw				
Nome	Inizio	Durata	Laq	Lmax
Totale	13.25	02:01:54.00	$A_w X = 0.07 mm/s^2$	$A_w X = 0.73 mm/s^2$
Non Mascherato	13.25	02:01:54.00	$A_w X = 0.07 mm/s^2$	$A_w X = 0.73 mm/s^2$
Mascherato		00:00:00	$A_w X = 0.00 mm/s^2$	$A_w X = 0.00 mm/s^2$

AV-Q-VR-I-01 I CO HMA Punto 2- awy				
Nome	Inizio	Durata	Laq	Lmax
Totale	13.25	02:01:54.00	$A_w Y = 0.08 mm/s^2$	$A_w Y = 0.83 mm/s^2$
Non Mascherato	13.25	02:01:54.00	$A_w Y = 0.08 mm/s^2$	$A_w Y = 0.83 mm/s^2$
Mascherato		00:00:00	$A_w Y = 0.00 mm/s^2$	$A_w Y = 0.00 mm/s^2$

AV-Q-VR-I-01 I CO HMA Punto 2- awz				
Nome	Inizio	Durata	Laq	Lmax
Totale	13.25	02:01:54.00	$A_w Z = 0.07 mm/s^2$	$A_w Z = 1.00 mm/s^2$
Non Mascherato	13.25	02:01:54.00	$A_w Z = 0.07 mm/s^2$	$A_w Z = 1.00 mm/s^2$
Mascherato		00:00:00	$A_w Z = 0.00 mm/s^2$	$A_w Z = 0.00 mm/s^2$

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> <p><b>Cepav due</b> </p> <p>Consorzio ENI per l'Alta Velocità</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> <p> <b>ITALFERR</b></p> <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO</p>				
<p>Doc. N.</p>	<p>Progetto IN51</p>	<p>Lotto 11</p>	<p>Codifica Documento EE2PEMB0103002</p>	<p>Rev. A</p>	<p>Foglio 19 di 19</p>

## Allegato II – Certificati di taratura



## CERTIFICATION OF CONFORMANCE

Title Page of Calibration Certificate Documentation

**CUSTOMER:**

Spectra SRL  
Via Belvedere 42  
Arcore I-20043 ITALY

**PURCHASE ORDER #:** 250

**PCB ORDER #:** I135255

QTY	ITEM	DESCRIPTION
1	393A03 S/N 00031827	ACCELEROMETER
1	356B18 S/N 00115073	TRIAXIAL ACCELEROMETER

**NOTES:**

1. This document certifies that the subject item(s) has been manufactured, repaired (if applicable), tested, or inspected in accordance with referenced purchase order and conform(s) to applicable specifications per PCB Quality Policy Manual Rev. F 11/10/2009.
2. Equipment used in validation is traceable to NIST and appropriate records are on file.
3. Calibrations comply with ISO 17025 and ANSI/NCSL Z540-1-1994 except as noted on associated calibration certificate(s).
4. Calibrations are performed using processes having a test uncertainty ratio (TUR) of four or more times greater than the unit calibrated, unless otherwise noted on the calibration certificate. Calibration at 4:1 TUR provides reasonable confidence that the instrument is within product specifications.

Approved by

Date: 06/28/11

**- ISO 9001 Certified / ISO 17025 Accredited -  
PCB Piezotronics, Inc.**

3425 Walden Avenue Depew, New York 14043-2495  
Phone: 716-684-0001 Fax: 716-684-0987

# ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 356B18

Serial Number: 115073 (x axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

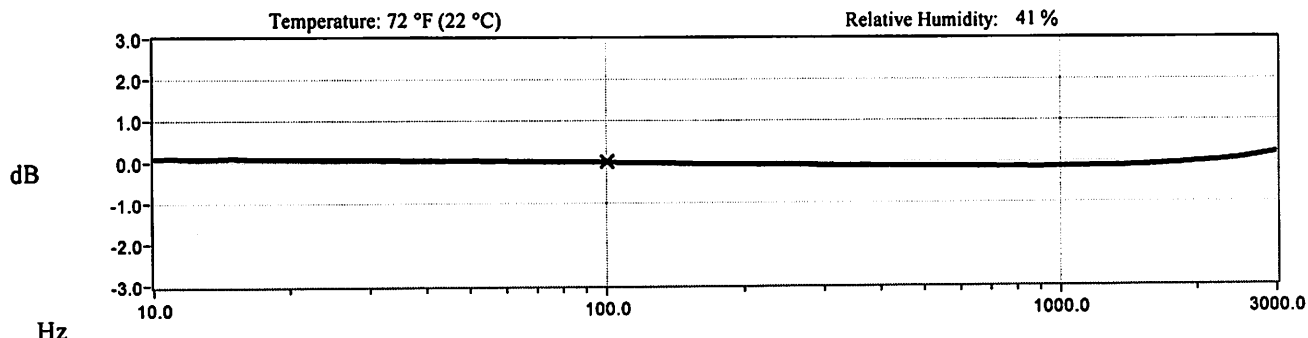
Method: Back-to-Back Comparison (AT-401-3)

Manufacturer: PCB

### Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz	992 mV/g	Output Bias	11.1 VDC
	(101.1 mV/m/s <sup>2</sup> )	Transverse Sensitivity	0.8 %
Discharge Time Constant	1.3 seconds		

### Sensitivity Plot



### Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
10	1.0	300	-1.2
15	1.1	500	-1.4
30	0.6	1000	-1.7
50	0.3	3000	2.2
REF. FREQ.	0.0		

Mounting Surface: Beryllium Fastener: Adhesive  
Acceleration Level (pk)<sup>1</sup>: 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)

Fixture Orientation: Inverted Vertical

<sup>1</sup>The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude: Acceleration Level (g) = 0.008 x (freq)<sup>2</sup>.  
<sup>2</sup>The gravitational constant used for calculations by the calibration system is: 1 g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>.

### Condition of Unit

As Found: n/a  
As Left: New Unit, In Tolerance

### Notes

1. Calibration is NIST Traceable thru Project 681/280472 and PTB Traceable thru Project 10065.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 5-9 Hz; +/- 2.0%, 10-99 Hz; +/- 1.5%, 100-1999 Hz; +/- 1.0%, 2-10 kHz; +/- 2.5%.

Technician: Joseph Rogerson      Date: 06/04/11



ACCREDITED  
CALIBRATION CERT #1882.02



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043  
Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839  
TEL: 888-684-0013 · FAX: 716-685-3886 · www.pcb.com

CAL2-3390047610.135+0

# ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 356B18

Serial Number: 115073 (y axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

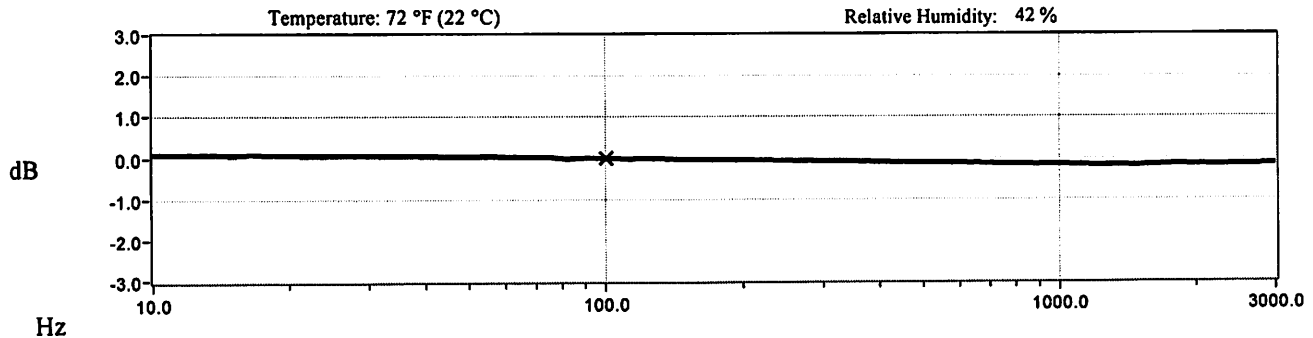
Method: Back-to-Back Comparison (AT-401-3)

Manufacturer: PCB

## Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz      962    mV/g      Output Bias      11.3    VDC  
                                  (98.1    mV/m/s<sup>2</sup>)      Transverse Sensitivity      3.5    %  
Discharge Time Constant      1.4    seconds

## Sensitivity Plot



## Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
10	1.1	300	-0.9
15	0.9	500	-1.3
30	0.8	1000	-1.9
50	0.5	3000	-1.7
REF. FREQ.	0.0		

Mounting Surface: Beryllium w/Silicone Grease    Fastener: 10-32 Female  
Acceleration Level (pk): 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)

Fixture Orientation: Vertical

\*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude; Acceleration Level (g) = 0.008 x (freq).  
\*The gravitational constant used for calculations by the calibration system is; 1 g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>.

## Condition of Unit

As Found: n/a  
As Left: New Unit, In Tolerance

## Notes

1. Calibration is NIST Traceable thru Project 681/280472 and PTB Traceable thru Project 10065.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 5-9 Hz; +/- 2.0%, 10-99 Hz; +/- 1.5%, 100-1999 Hz; +/- 1.0%, 2-10 kHz; +/- 2.5%.

Technician: Joseph Rogerson      Date: 06/04/11



ACCREDITED  
CALIBRATION CERT #1862.02



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043  
Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839  
TEL: 888-684-0013    FAX: 716-685-3886    www.pcb.com

CAL2-3390045911.752+0

# ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 356B18

Serial Number: 115073 (z axis)

Description: ICP® Triaxial Accelerometer

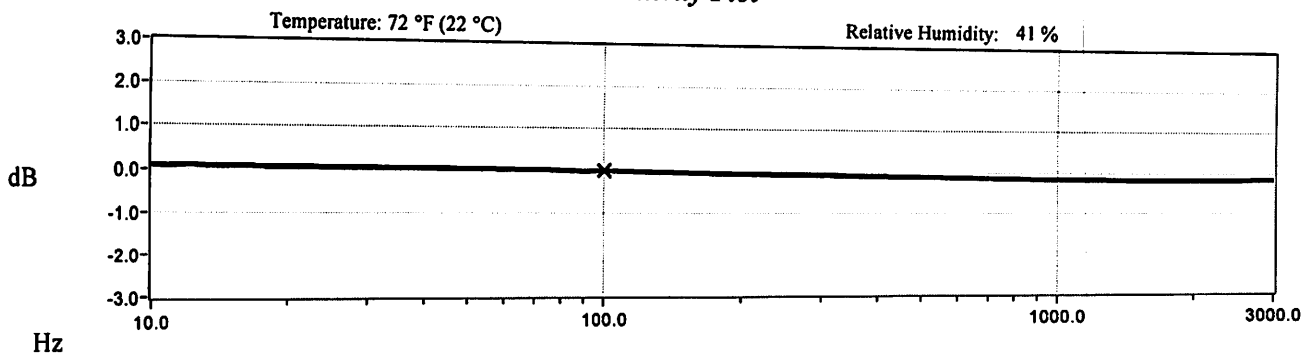
Method: Back-to-Back Comparison (AT-401-3)

Manufacturer: PCB

### Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz	1000 mV/g	Output Bias	11.1 VDC
	(101.9 mV/m/s <sup>2</sup> )	Transverse Sensitivity	3.3 %
Discharge Time Constant	1.4 seconds		

### Sensitivity Plot



### Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
10	1.0	300	-1.0
15	0.9	500	-1.4
30	0.6	1000	-1.9
50	0.4	3000	-1.9
REF. FREQ.	0.0		

Mounting Surface: Beryllium w/Silicone Grease Fastener: 10-32 Female  
 Acceleration Level (pk): 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)

Fixture Orientation: Vertical

\*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude: Acceleration Level (g) = 0.008 x (freq)<sup>2</sup>.  
 †The gravitational constant used for calculations by the calibration system is: 1 g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>.

### Condition of Unit

As Found: n/a  
 As Left: New Unit, In Tolerance

### Notes

1. Calibration is NIST Traceable thru Project 681/280472 and PTB Traceable thru Project 10065.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 5-9 Hz; +/- 2.0%, 10-99 Hz; +/- 1.5%, 100-1999 Hz; +/- 1.0%, 2-10 kHz; +/- 2.5%.

Technician: Joseph Rogerson *JR* Date: 06/04/11



ACCREDITED CALIBRATION CERT #1862.02



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043  
 Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839  
 TEL: 888-684-0013 · FAX: 716-685-3886 · www.pcb.com

CAL2-3390046205.993+0

# ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 393A03

Serial Number: 31827

Description: ICP® Accelerometer

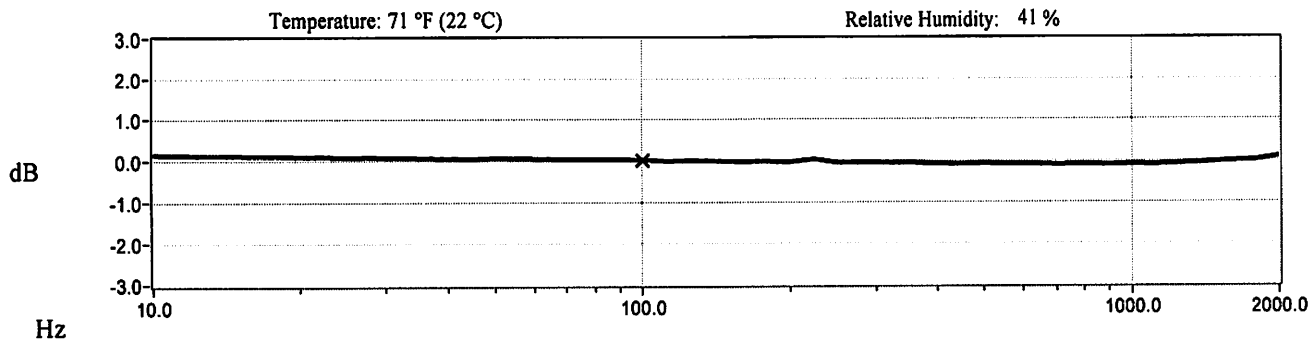
Method: Back-to-Back Comparison (AT401-3)

Manufacturer: PCB

## Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz	995 mV/g (101.5 mV/m/s <sup>2</sup> )	Output Bias	11.0 VDC
		Transverse Sensitivity	1.7 %
Discharge Time Constant	1.8 seconds	Resonant Frequency	13.5 kHz

## Sensitivity Plot



## Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
10.0	1.6	300.0	-0.7
15.0	1.3	500.0	-1.0
30.0	0.7	1000.0	-1.2
50.0	0.6	2000.0	1.0
REF. FREQ.	0.0		

Mounting Surface: Stainless Steel w/Silicone Grease Coating      Fastener: Stud Mount

Fixture Orientation: Vertical

Acceleration Level (ms<sup>-2</sup>): 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude: Acceleration Level (g) = 0.010 x (freq)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>The gravitational constant used for calculations by the calibration system is; 1 g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>.

## Condition of Unit

As Found: n/a

As Left: New Unit, In Tolerance

## Notes

1. Calibration is NIST Traceable thru Project 681/280472 and PTB Traceable thru Project 10065.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 5-9 Hz; +/- 2.0%, 10-99 Hz; +/- 1.5%, 100-1999 Hz; +/- 1.0%, 2-10 kHz; +/- 2.5%.

Technician: Cole Collins CC

Date: 06/04/11



CALIBRATION CERT #1862.02

**PCB PIEZOTRONICS™**  
VIBRATION DIVISION

Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043

Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839

TEL: 888-684-0013 · FAX: 716-685-3886 · www.pcb.com



# ~ Calibration Certificate - Phase ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 393A03

Serial Number: 31827

Description: ICP® Accelerometer

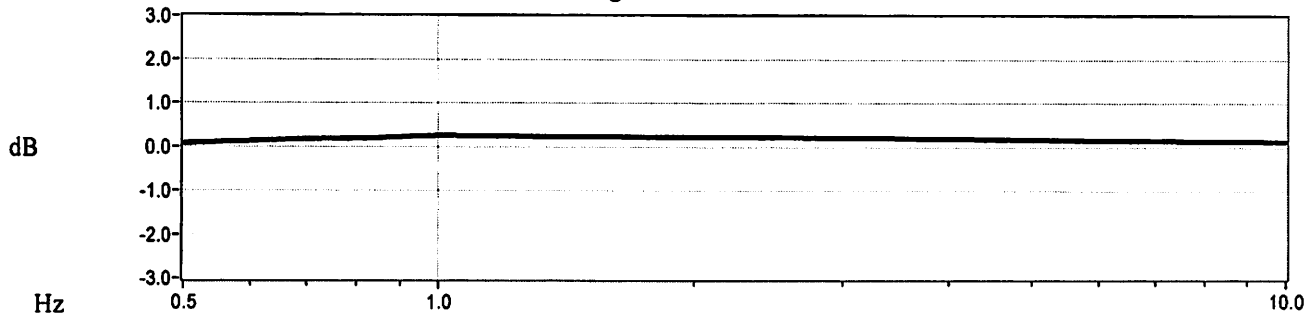
Method: Back-to-Back Comparison (AT401-12)

Manufacturer: PCB

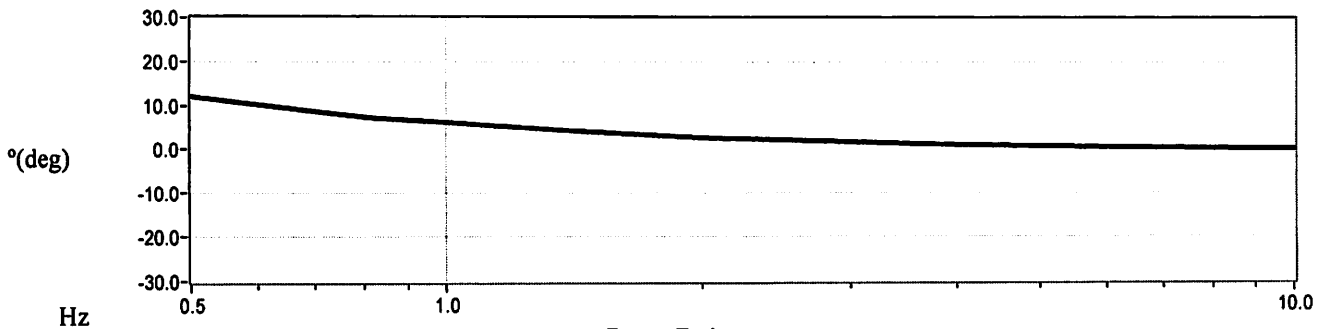
### Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz      995      mV/g      (101.5      mV/m/s<sup>2</sup>)

### Magnitude Plot



### Phase Plot



### Data Points

Frequency (Hz)	Deviation (%)	Phase (°)
0.5	0.8	12.1
1.0	3.0	6.2
2.0	2.7	2.6
5.0	2.0	0.8
7.0	1.8	0.4
10.0	1.6	0.2

### Notes

1. Calibration is traceable to one or more of the following; PTB 10065, PTB 10066 and NIST 681/280472.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 0.5-0.99 Hz; +/- 1.8%, 1-30 Hz; +/- 1.0%, 30.01-199 Hz; +/- 1.5%, 200-1 kHz; +/- 3.0%.

Technician: Cole Collins CC      Date: 06/04/11



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043  
 Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839  
 TEL: 888-684-0013 · FAX: 716-685-3886 · www.pcb.com

CAL76 - 3390036973.49



# ~ Calibration Certificate ~

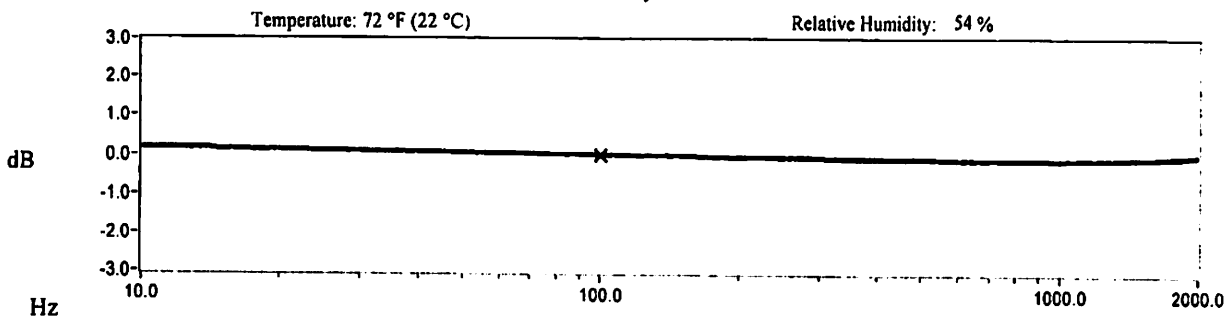
Per ISO 16063-21

**Model Number:** 393A03  
**Serial Number:** 31187  
**Description:** ICP® Accelerometer      **Method:** Back-to-Back Comparison (AT401-3)  
**Manufacturer:** PCB

### Calibration Data

<b>Sensitivity @ 100.0 Hz</b>	999 mV/g (101.9 mV/m/s <sup>2</sup> )	<b>Output Bias</b>	11.1 VDC
		<b>Transverse Sensitivity</b>	2.2 %
<b>Discharge Time Constant</b>	1.3 seconds	<b>Resonant Frequency</b>	13.9 kHz

### Sensitivity Plot



### Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
10.0	1.9	300.0	-0.7
15.0	1.5	500.0	-1.1
30.0	1.2	1000.0	-1.4
50.0	0.7	2000.0	-0.1
REF. FREQ.	0.0		

Mounting Surface: Stainless Steel w/Silicone Grease Coating      Fastener: Stud Mount      Fixture Orientation: Vertical  
 Acceleration Level (rms): 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)  
\*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude. Acceleration Level (g) = 0.010 x (freq).  
 \*The gravitational constant used for calculations by the calibration system is: 1 g = 9.80665 m/s<sup>2</sup>

### Condition of Unit

**As Found:** n/a  
**As Left:** New Unit, In Tolerance

### Notes

1. Calibration is NIST Traceable thru Project 822/277342 and PTB Traceable thru Project 1254.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 5-9 Hz; +/- 2.0%, 10-99 Hz; +/- 1.5%, 100-1999 Hz; +/- 1.0%, 2-10 kHz; +/- 2.5%.

**Technician:** Tim Greene      *TG*      **Date:** 02/15/11



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043  
 Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839  
 TEL: 888-684-0013      FAX: 716-685-3886      www.pcb.com

CAL-18 - 33806-11216.83

# ~ Calibration Certificate - Phase ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 393A03

Serial Number: 31187

Description: ICP® Accelerometer

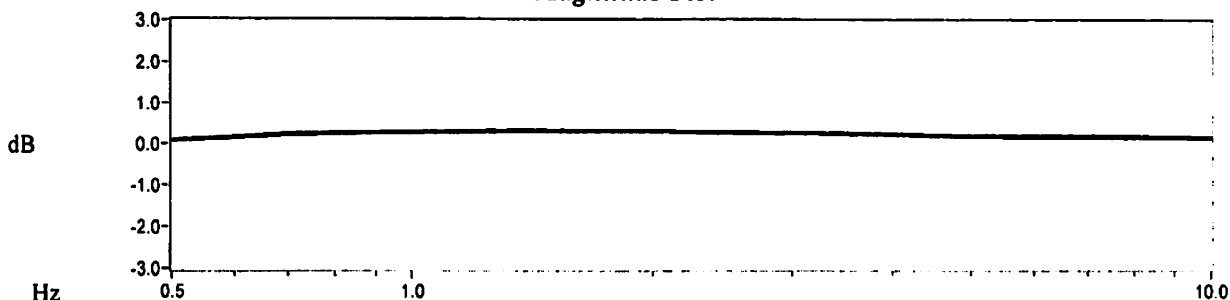
Method: Back-to-Back Comparison (AT401-12)

Manufacturer: PCB

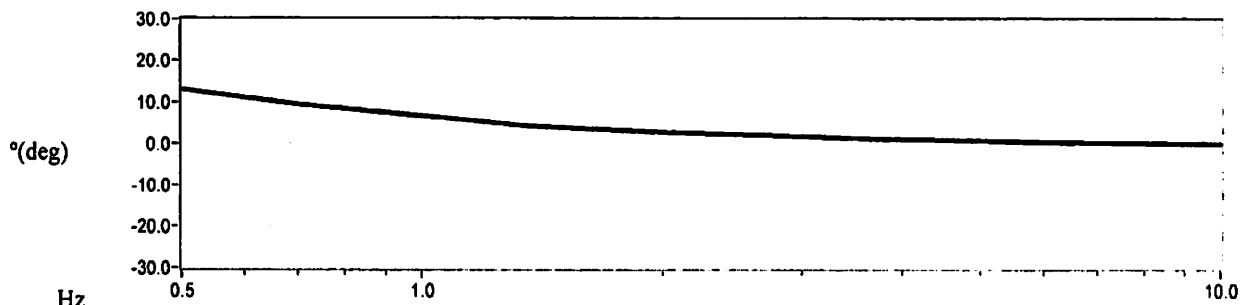
### Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz      999      mV/g      (101.9      mV/m/s<sup>2</sup>)

### Magnitude Plot



### Phase Plot



### Data Points

Frequency (Hz)	Deviation (%)	Phase (°)
0.5	0.9	13.1
0.7	2.7	9.5
1.0	3.4	6.8
2.0	3.8	2.9
5.0	2.3	0.8
7.0	2.2	0.4
10.0	1.9	0.1

### Notes

1. Calibration is traceable to one or more of the following report numbers; PTB 1254, PTB 5400 and NIST 822/277342.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 0.5-0.99 Hz; +/- 1.8%, 1-30 Hz; +/- 1.0%, 30.01-199 Hz; +/- 1.5%, 200-1 kHz; +/- 3.0%.

Technician: Tim Greene      TG      Date: 02/15/11



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043

Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839

TEL: 888-684-0013      FAX: 716-685-3886      www.pcb.com

CAL48 - 3380641246 83

# ~ Calibration Certificate ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 393A03

Serial Number: 31185

Description: ICP® Accelerometer

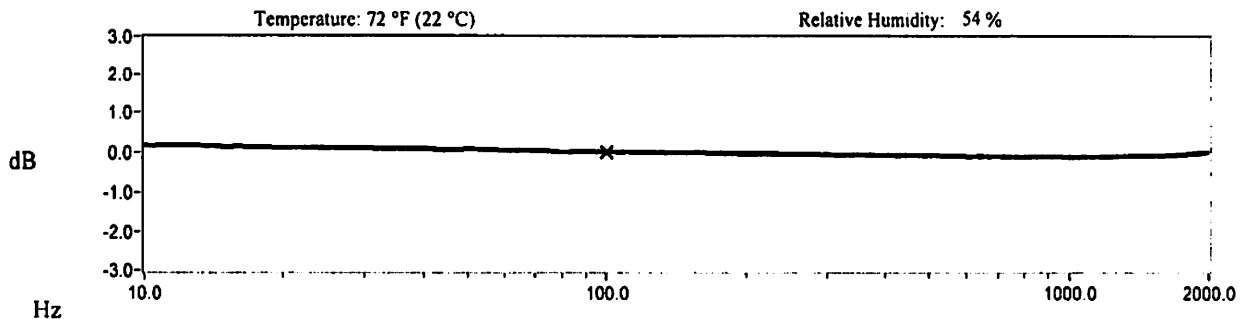
Method: Back-to-Back Comparison (AT401-3)

Manufacturer: PCB

## Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz	1020 mV/g	Output Bias	10.9 VDC
	(104.0 mV/m/s <sup>2</sup> )	Transverse Sensitivity	3.6 %
Discharge Time Constant	1.3 seconds	Resonant Frequency	14.0 kHz

## Sensitivity Plot



## Data Points

Frequency (Hz)	Dev. (%)	Frequency (Hz)	Dev. (%)
10.0	1.7	300.0	-0.7
15.0	1.3	500.0	-1.0
30.0	1.1	1000.0	-1.4
50.0	0.8	2000.0	0.2
REF. FREQ.	0.0		

Mounting Surface: Stainless Steel w/Silicone Grease Coating      Fastener: Stud Mount

Fixture Orientation: Vertical

Acceleration Level (ms<sup>-2</sup>): 1.00 g (9.81 m/s<sup>2</sup>)

\*The acceleration level may be limited by shaker displacement at low frequencies. If the listed level cannot be obtained, the calibration system uses the following formula to set the vibration amplitude. Acceleration Level (g) = 0.010 x (freq)<sup>2</sup>

## Condition of Unit

As Found: n/a

As Left: New Unit, In Tolerance

## Notes

1. Calibration is NIST Traceable thru Project 822/277342 and PTB Traceable thru Project 1254.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NCSL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 5-9 Hz; +/- 2.0%, 10-99 Hz; +/- 1.5%, 100-1999 Hz; +/- 1.0%, 2-10 kHz; +/- 2.5%.

Technician: Tim Greene 

Date: 02/15/11



CALIBRATION CERT #1662.02

**PCB PIEZOTRONICS™**  
VIBRATION DIVISION

Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043

Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839

TEL: 888-684-0013 · FAX: 716-685-3886 · www.pcb.com

CAL48 - 33806-1110 01

# ~ Calibration Certificate - Phase ~

Per ISO 16063-21

Model Number: 393A03

Serial Number: 31185

Description: ICP® Accelerometer

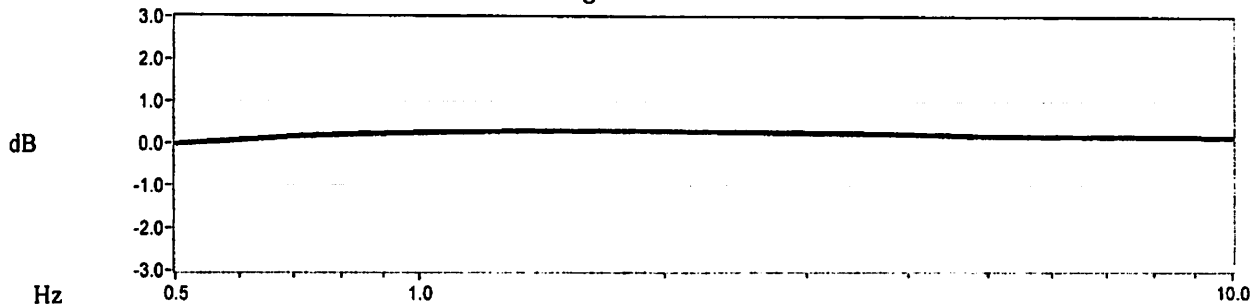
Method: Back-to-Back Comparison (AT401-12)

Manufacturer: PCB

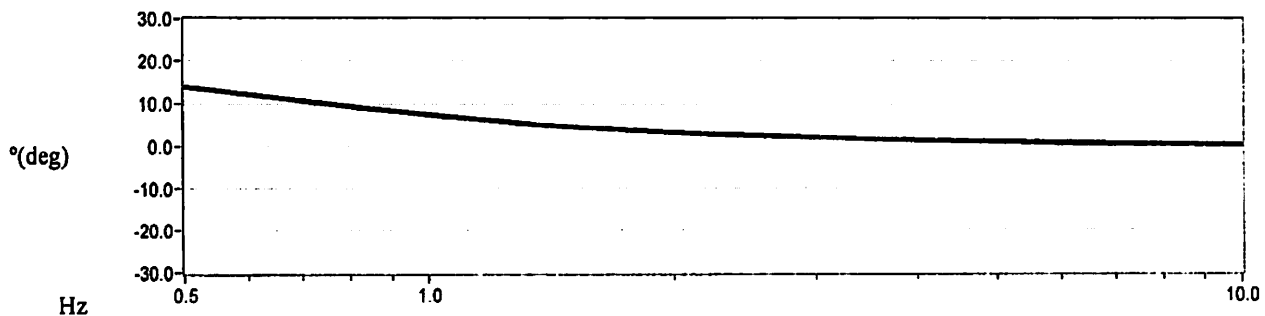
### Calibration Data

Sensitivity @ 100.0 Hz      1020    mV/g      (104.0    mV/m/s<sup>2</sup>)

### Magnitude Plot



### Phase Plot



### Data Points

Frequency (Hz)	Deviation (%)	Phase (°)
0.5	-0.3	13.8
0.7	1.9	10.7
1.0	2.9	7.5
2.0	3.5	3.3
5.0	2.1	1.0
7.0	1.9	0.5
10.0	1.7	0.3

### Notes

1. Calibration is traceable to one or more of the following report numbers; PTB 1254, PTB 5400 and NIST 822/277342.
2. This certificate shall not be reproduced, except in full, without written approval from PCB Piezotronics, Inc.
3. Calibration is performed in compliance with ISO 9001, ISO 10012-1, ANSI/NC SL Z540-1-1994 and ISO 17025.
4. See Manufacturer's Specification Sheet for a detailed listing of performance specifications.
5. Measurement uncertainty (95% confidence level with coverage factor of 2) for frequency ranges tested during calibration are as follows: 0.5-0.99 Hz; +/- 1.8%, 1-30 Hz; +/- 1.0%, 30.01-199 Hz; +/- 1.5%, 200-1 kHz; +/- 3.0%.

Technician: Tim Greene TG      Date: 02/15/11



Headquarters: 3425 Walden Avenue, Depew, NY 14043

Calibration Performed at: 10869 Highway 903, Halifax, NC 27839

TEL: 888-684-0013    FAX: 716-685-3886    www.pcb.com

# Manufacturer Test for Device

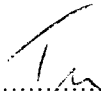
HARMONIE octav (E729)

Serial Number: #05505

This device was tested according ISO 61672, ISO 60651 and the test specifications of the SINUS Messtechnik GmbH.

Date: 28-Apr-2011

Operator: tul

Signature: .....  .....

## Summary

The testing equipment is a DS360 from Stanford Research Systems with serialnumber 61181. All measured data can be ordered in MATLAB file format for an additional price.

The following Tests are done:

Channel	<i>Coupling</i>	<i>Frequency Response</i>	<i>Gain</i>	<i>Level Linearity</i>	<i>Phase Difference</i>	<i>THD</i>	<i>Third Octaves</i>
IN1	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN2	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN3	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN4	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN5	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN6	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN7	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed
IN8	passed	passed	passed	passed	passed	passed	passed

The following pages only show the test results for channel 1. The results for the other channels are available from SINUS Messtechnik GmbH upon request.

**Coupling Test channel IN1 passed!**Generator  $V = 1V$ 

Gain Setting: 1

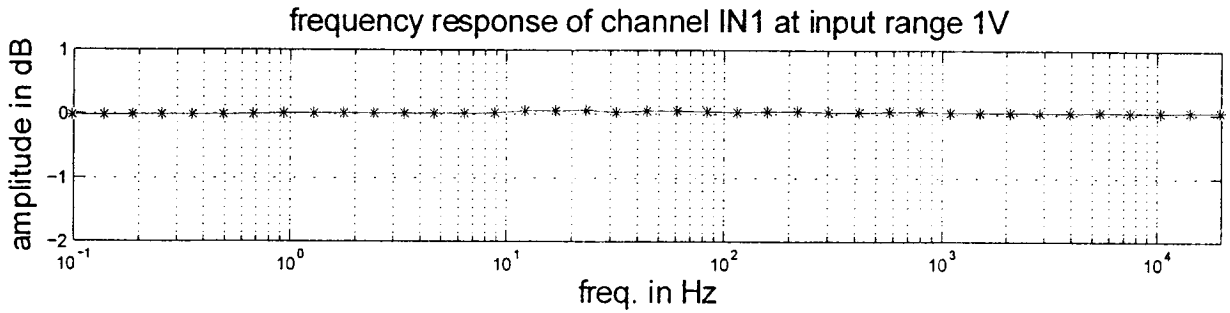
Coupling	RMS Value ( $V_{rms}$ )	MEAN Value ( $V_{rms}$ )	Status
GND	4.0355e-005	1.5412e-005	ok
DC	none	0.49709	ok
AC (1000Hz)	1.0123	-0.0046625	ok
HP (10Hz)	0.67457	-0.00025016	ok
HP (100Hz)	1.0097	-2.8324e-005	ok



### Frequency Response Test channel IN1 passed!

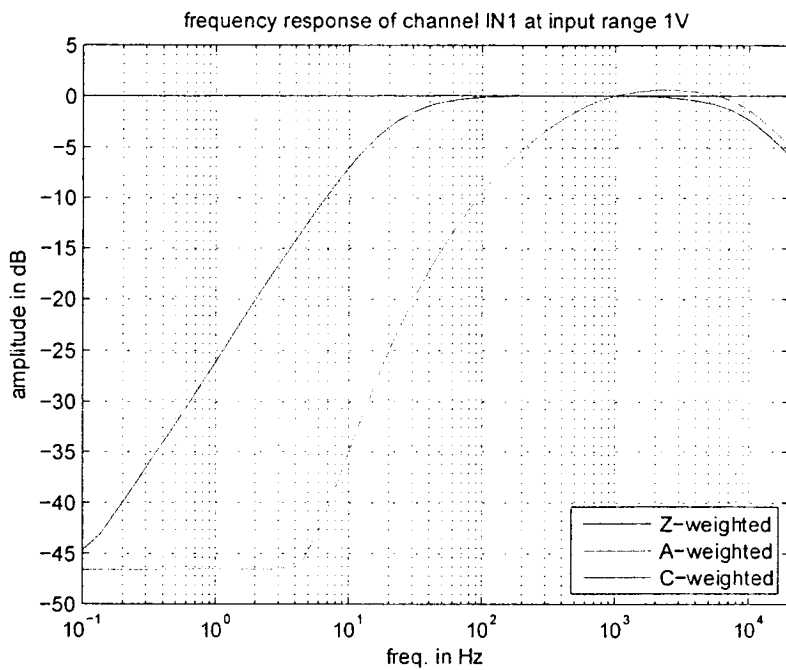
Max. Tolerance is 0.1dB

This test is done using DC coupling, 1V input range.



frequency in Hz	0.10	0.14	0.19	0.26	0.36	0.50	0.69	0.95	1.31	1.80	2.48	3.42	4.72
amplitude in dB	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
frequency in Hz	6.51	8.97	12.37	17.06	23.52	32.44	44.72	61.66	85.02	117.22	161.63	222.85	307.27
amplitude in dB	0.01	0.02	0.05	0.05	0.06	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03
frequency in Hz	423.66	584.15	805.42	1110.51	1531.17	2111.18	2910.89	4013.53	5533.84	7630.05	10520.31	14505.38	20000.00
amplitude in dB	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04

### Frequency Response for Z, A and C-weighted sound levels



**Gain Test channel IN1 passed!**

Calibrated at 1V (Gain: 0dB).

Max. Tolerance is 0.5%

Gain (V)	(dB)	mean (%)	min (%)	max (%)	status
10	-20	0.169	0.169	0.17	pass
1	0	0.001	0	0.001	pass
0.1	20	-0.229	-0.229	-0.229	pass
0.01	40	-0.3	-0.3	-0.3	pass

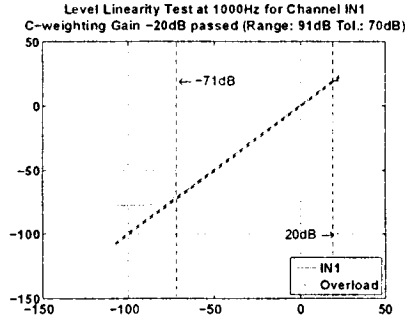
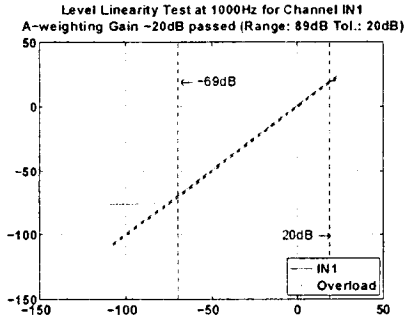
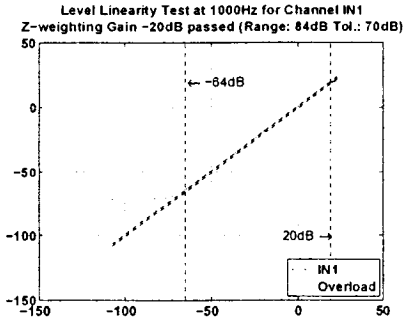
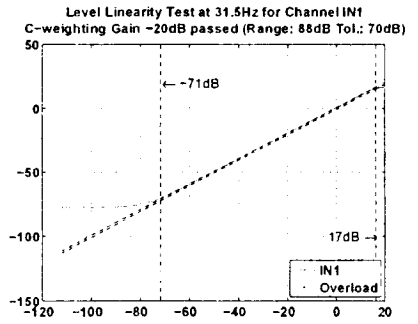
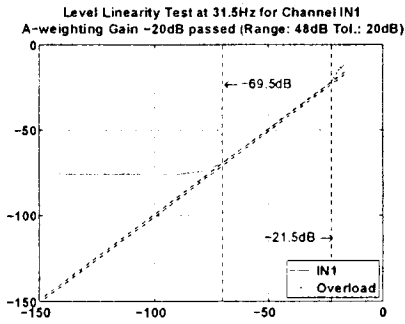
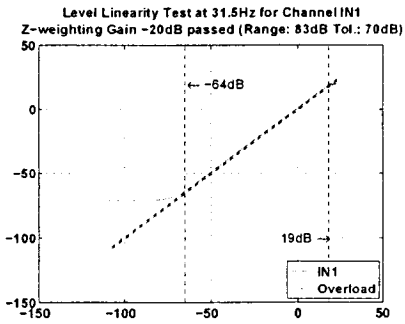
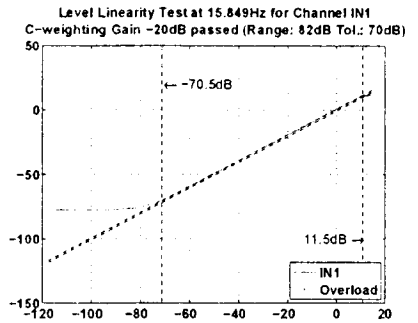
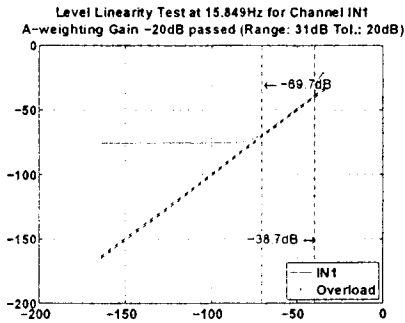
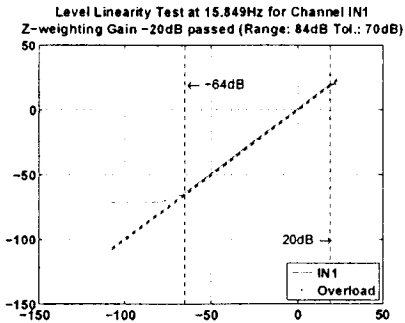
Checking internal calibration value pass (deviance: -0.19% Tol.: 3%).

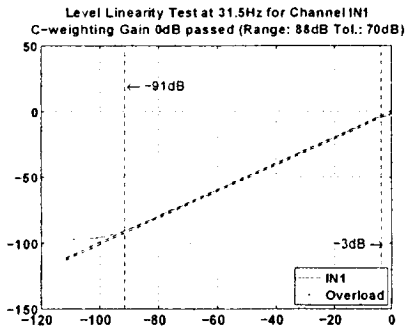
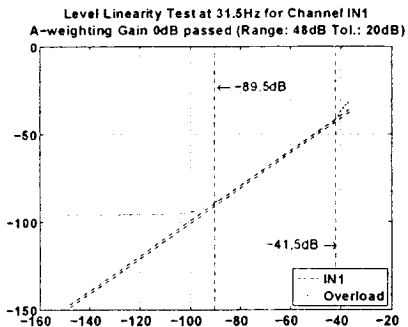
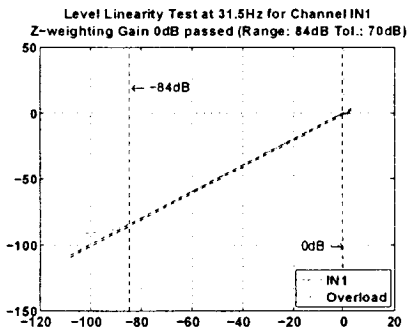
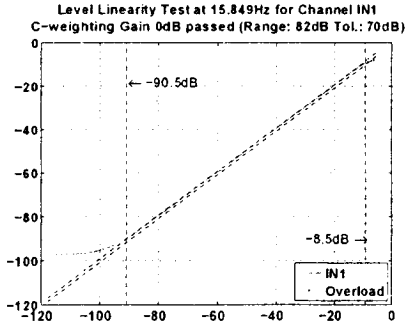
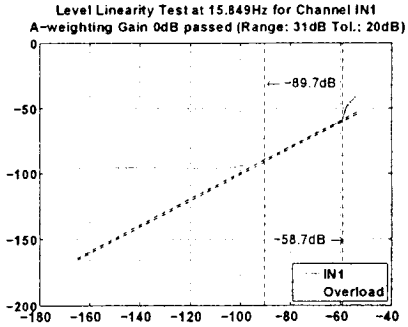
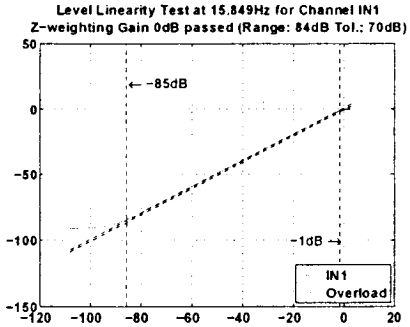
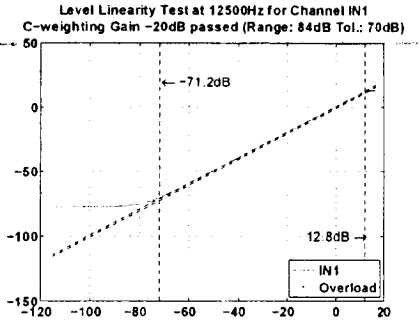
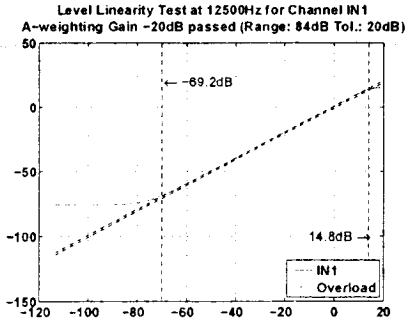
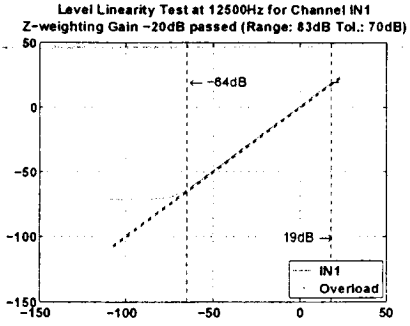
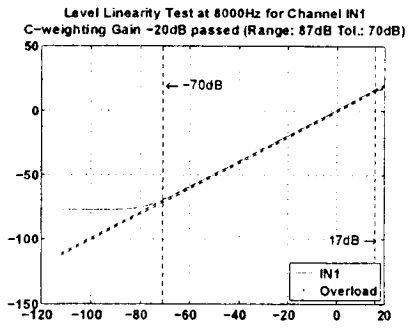
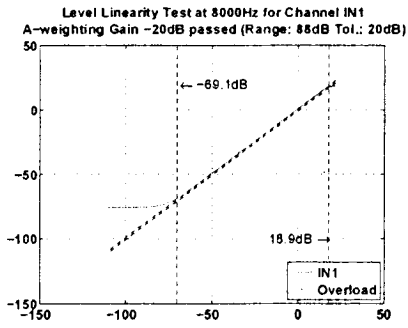
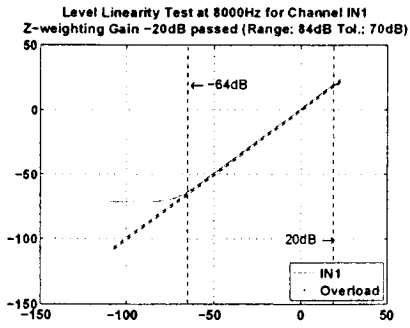
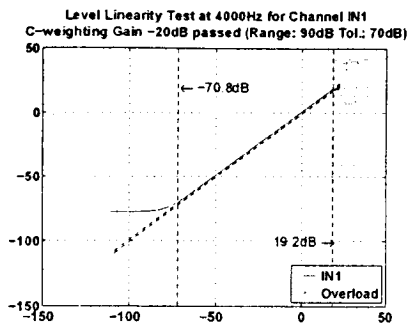
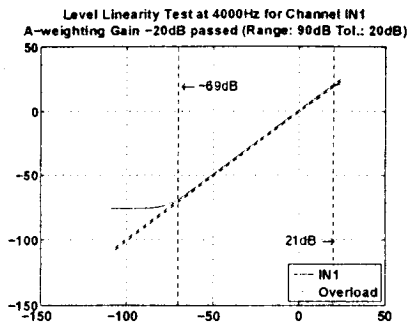
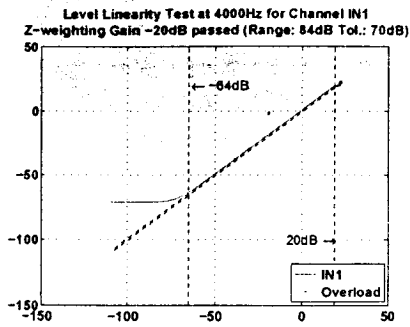
### Level Linearity Test Normal Range according ISO 61672 channel IN1 passed!

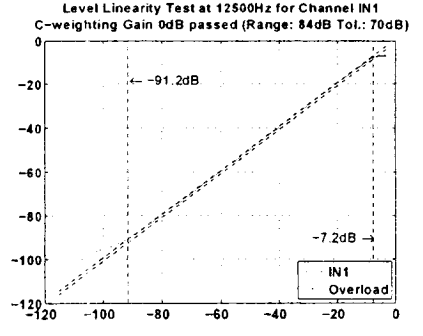
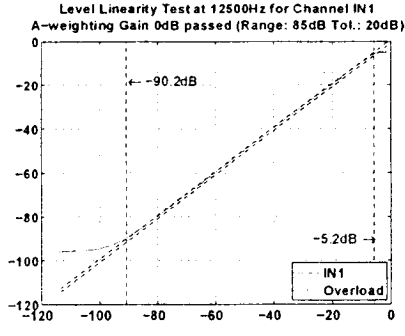
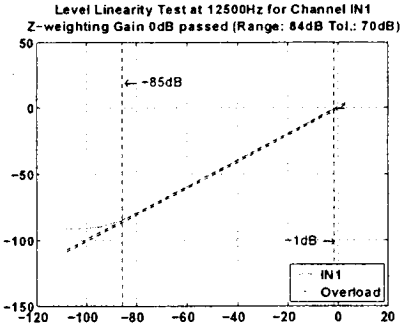
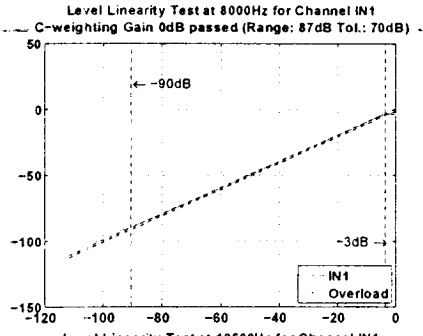
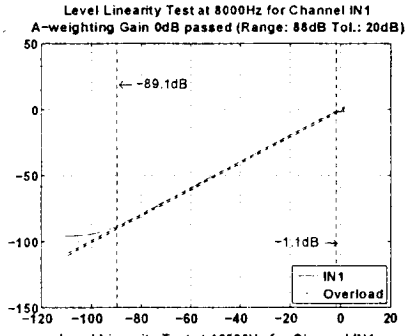
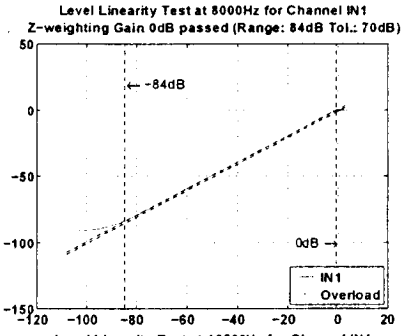
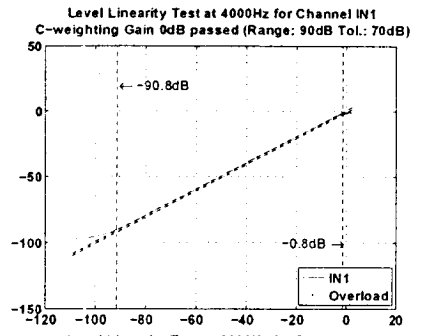
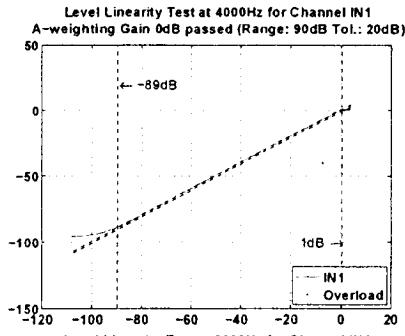
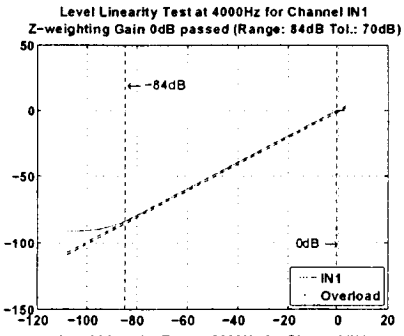
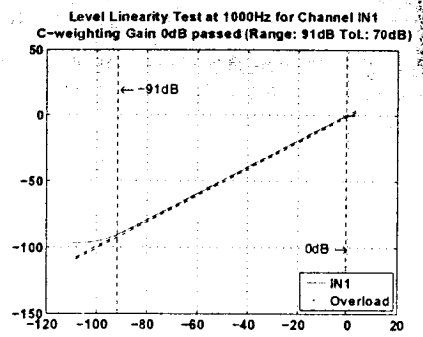
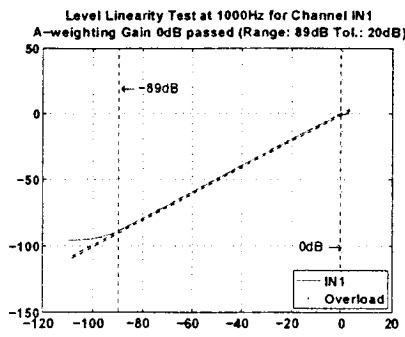
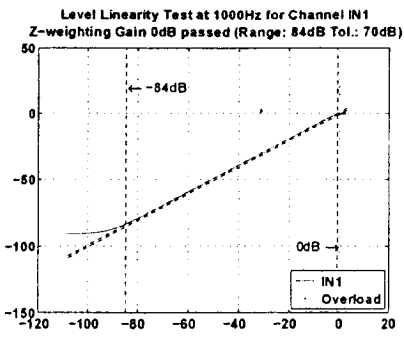
Max. Tolerance is 0.8dB  
 min. level linearity range Z: 70dB  
 min. level linearity range A: 20dB  
 min. level linearity range C: 70dB

This test is done using AC coupling, 1Hz high pass switched on and ICP/200V off and in steps of 1dB

Gain	Frequency	Z		A		C	
		Status	Range in dB	Status	Range in dB	Status	Range in dB
-20	15.849Hz	passed	20...-64 (84)	passed	-38.7...-69.7 (31)	passed	11.5...-70.5 (82)
-20	31.5Hz	passed	19...-64 (83)	passed	-21.5...-69.5 (48)	passed	17...-71 (88)
-20	1000Hz	passed	20...-64 (84)	passed	20...-69 (89)	passed	20...-71 (91)
-20	4000Hz	passed	20...-64 (84)	passed	21...-69 (90)	passed	19.2...-70.8 (90)
-20	8000Hz	passed	20...-64 (84)	passed	18.9...-69.1 (88)	passed	17...-70 (87)
-20	12500Hz	passed	19...-64 (83)	passed	14.8...-69.2 (84)	passed	12.8...-71.2 (84)
0	15.849Hz	passed	-1...-85 (84)	passed	-58.7...-89.7 (31)	passed	-8.5...-90.5 (82)
0	31.5Hz	passed	0...-84 (84)	passed	-41.5...-89.5 (48)	passed	-3...-91 (88)
0	1000Hz	passed	0...-84 (84)	passed	0...-89 (89)	passed	0...-91 (91)
0	4000Hz	passed	0...-84 (84)	passed	1...-89 (90)	passed	-0.8...-90.8 (90)
0	8000Hz	passed	0...-84 (84)	passed	-1.1...-89.1 (88)	passed	-3...-90 (87)
0	12500Hz	passed	-1...-85 (84)	passed	-5.2...-90.2 (85)	passed	-7.2...-91.2 (84)







**Phase Test channel IN1 passed!**

Tolerance is 1 °

gain	frequency	phase difference	to channel	status
-20 dB	1000 Hz	0.00000 °	IN1	pass
-20 dB	1000 Hz	0.00044 °	IN2	pass
-20 dB	1000 Hz	-0.00557 °	IN3	pass
-20 dB	1000 Hz	0.01275 °	IN4	pass
-20 dB	1000 Hz	0.01217 °	IN5	pass
-20 dB	1000 Hz	0.01879 °	IN6	pass
-20 dB	1000 Hz	-0.01891 °	IN7	pass
-20 dB	1000 Hz	-0.00561 °	IN8	pass
-20 dB	6400 Hz	0.00000 °	IN1	pass
-20 dB	6400 Hz	0.00158 °	IN2	pass
-20 dB	6400 Hz	-0.03412 °	IN3	pass
-20 dB	6400 Hz	0.07995 °	IN4	pass
-20 dB	6400 Hz	0.07857 °	IN5	pass
-20 dB	6400 Hz	0.11809 °	IN6	pass
-20 dB	6400 Hz	-0.11813 °	IN7	pass
-20 dB	6400 Hz	-0.03920 °	IN8	pass
-20 dB	20000 Hz	0.00000 °	IN1	pass
-20 dB	20000 Hz	0.00531 °	IN2	pass
-20 dB	20000 Hz	-0.10738 °	IN3	pass
-20 dB	20000 Hz	0.24885 °	IN4	pass
-20 dB	20000 Hz	0.24543 °	IN5	pass
-20 dB	20000 Hz	0.36805 °	IN6	pass
-20 dB	20000 Hz	-0.36886 °	IN7	pass
-20 dB	20000 Hz	-0.12555 °	IN8	pass
0 dB	1000 Hz	0.00000 °	IN1	pass
0 dB	1000 Hz	0.00141 °	IN2	pass
0 dB	1000 Hz	-0.00573 °	IN3	pass
0 dB	1000 Hz	0.01285 °	IN4	pass
0 dB	1000 Hz	0.01195 °	IN5	pass
0 dB	1000 Hz	0.01929 °	IN6	pass
0 dB	1000 Hz	-0.01778 °	IN7	pass
0 dB	1000 Hz	-0.00545 °	IN8	pass
0 dB	6400 Hz	0.00000 °	IN1	pass
0 dB	6400 Hz	0.00856 °	IN2	pass
0 dB	6400 Hz	-0.03718 °	IN3	pass
0 dB	6400 Hz	0.08226 °	IN4	pass
0 dB	6400 Hz	0.07726 °	IN5	pass
0 dB	6400 Hz	0.12456 °	IN6	pass
0 dB	6400 Hz	-0.11576 °	IN7	pass
0 dB	6400 Hz	-0.03648 °	IN8	pass
0 dB	20000 Hz	0.00000 °	IN1	pass
0 dB	20000 Hz	0.02760 °	IN2	pass
0 dB	20000 Hz	-0.12896 °	IN3	pass
0 dB	20000 Hz	0.27912 °	IN4	pass
0 dB	20000 Hz	0.26579 °	IN5	pass
0 dB	20000 Hz	0.42328 °	IN6	pass

---

gain	frequency	phase difference	to channel	status
0 dB	20000 Hz	-0.42775 °	IN7	pass
0 dB	20000 Hz	-0.14491 °	IN8	pass

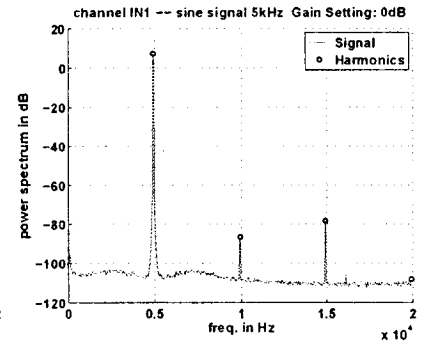
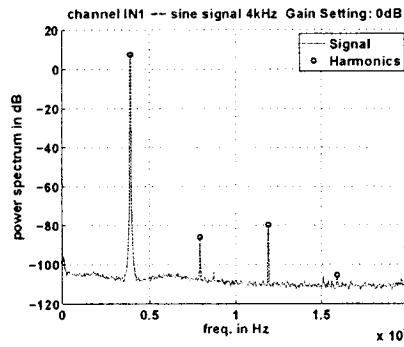
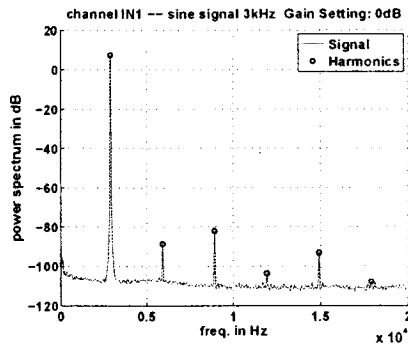
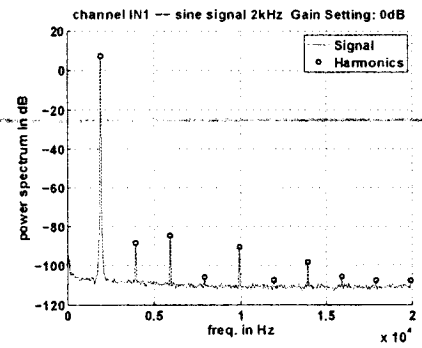
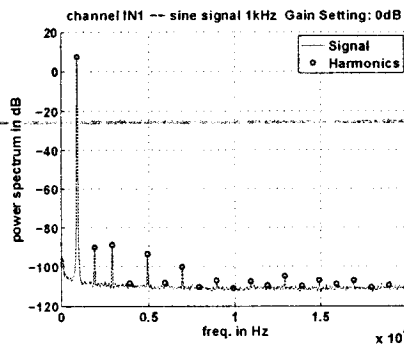
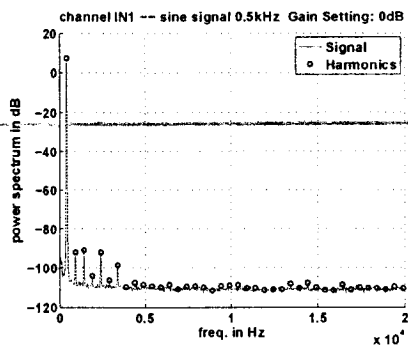
### THD Test channel IN1 passed!

Max. THD Tolerance is -75dB

Measured at Gain: 0dB

$$\text{definition: } THD = \frac{P_2 + P_3 + \dots + P_n}{P_1}$$

Frequency (Hz)	THD (dB)	THD+N (dB)	Number of Harmonics	Status
500.0	-93.3	-87.6	39	pass
1000.0	-92.6	-86.9	19	pass
2000.0	-89.6	-85.4	9	pass
3000.0	-88.3	-84.4	5	pass
4000.0	-85.9	-82.9	4	pass
5000.0	-85.1	-82.1	3	pass





### Third Octave Test according ISO 61620 channel IN1 passed!

This test is done using AC coupling, 1Hz high pass switched on and ICP/200V off and amplitude 0dBV  
The following Third Octaves are tested according ISO 61260 class 0

