



# **L'accreditamento di prove termiche e meccaniche per turbomacchine ed impianti termici.**

**Settori: Power Generation e Oil & Gas**

Emilio Valentini

Ispettore Tecnico Accredia – Dipartimento Laboratori

Amministratore Unico Laboratorio SINT Technology s.r.l.

# Parliamo di noi

SINT Technology nasce nel 1990 ed ha la sua sede a Calenzano vicino Firenze



Sede: 1200 m<sup>2</sup>

Dipendenti: 45 (75% ingegneri)

Fatturato 2016: 3.600.000 Euro

Emilio Valentini: Ispettore tecnico Accredia, dal 1992

Il laboratorio di prova di SINT Technology è stato accreditato da ACCREDIA (“Ente Unico di Accreditamento”) a Febbraio 2009.

Certificato no. 0910 in conformità con ISO/IEC 17025:2005.

[www.accredia.it](http://www.accredia.it)



LAB N° 0910

Le prove accreditate comprendono i seguenti settori :

- Misure Estensimetriche
- Tensioni residue
- Vibrazioni
- Analisi Modale
- Acustica
- Prestazioni Termodinamiche (Turbine a Gas, Turbine a Vapore, Compressori Centrifughi, Pompe, Caldaie a Recupero)

# Laboratorio di prova ISO 17025

Macchina	Denominazione della prova	Norma	Nota
Turbine a gas	Potenza, Consumo specifico, Portata, Temperatura allo scarico	ASME PTC 22-2014	corrette alle condizioni di riferimento
Turbine a vapore	Potenza, Consumo specifico	ASME PTC 6-2004; ASME PTC 6.2-2011	corrette alle condizioni di riferimento
Centrale elettrica a ciclo combinato o di tipo tradizionale	Potenza, Consumo specifico	ASME PTC 46-1996	corrette alle condizioni di riferimento
Caldaie a recupero	produzione di vapore, energia in ingresso (proveniente dallo scarico della turbina a gas e dal sistema di bruciatori ausiliari)	ASME PTC 4.4-2008	corrette alle condizioni di riferimento
Compressori centrifughi	Numero di giri, Rendimento, Potenza assorbita, Portata Volumetrica, Prevalenza.	ASME PTC 10-1997	punto di progetto
Pompe centrifughe	Curva caratteristica (Prevalenza, potenza, efficienza, NPSH), Potenza assorbita	ASME PTC 8.2-1990	punto di progetto

Prove termiche su turbine a gas e a vapore, impianti a ciclo combinato, caldaie a recupero, compressori e pompe centrifughe



Macchine/Strutture	Denominazione della prova	Norma
Macchine rotanti e non rotanti	Misura delle Vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti.	ISO 10816-1:1995/AMD1:2009, ISO 10816-2:2009, ISO 10816-3:2009, ISO 10816-4:2009, ISO 10816-5:2000, ISO 10816-6:1995, ISO 10816-7:2009 ISO 10816-8:2014
Macchine ed impianti industriali	Misura dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante il metodo intensimetrico per scansione	ISO 9614-2:1996
Strutture metalliche e non metalliche	Determinazione sperimentale della mobilità meccanica. Misura con un eccitatore ad impatto che non è collegato alla struttura	ISO 7626-5:1994
Strutture metalliche e non metalliche	Misura delle deformazioni e delle tensioni con estensimetri elettrici a resistenza	UNI 10478-2:1998 + UNI 10478-3:1998 + UNI 10478-4:1998
Strutture metalliche e non metalliche	Misura delle tensioni residue con il metodo estensimetrico del foro	ASTM E 837:2013a

Prove su macchine ed impianti, macchine rotanti, strutture metalliche

## Aspetti Commerciali

- Maggiore autorevolezza nei riguardi di clienti stranieri

## Incremento di competenza nello staff

- Maggiore sensibilità nei riguardi dell'incertezza delle misure e delle tarature.
- Maggiore attenzione in:
  - ✓ gestione della strumentazione
  - ✓ scelta dei fornitori di strumentazione e dei laboratori
  - ✓ validazione fogli di calcolo
  - ✓ validazione software elaborazione ed analisi dei dati

# Le nostre attività di prova

- Misure di vibrazioni
- Analisi sperimentale modale avanzata
- Misura acustica: pressione e potenza sonora
- Misure di coppia e vibrazioni torsionali \*
- Misure di deformazione con estensimetri
- Misure di tensioni residue
- Cicli indicati su compressori alternativi \*
- Misura delle pulsazioni di pressione \*
- Prove termiche di prestazione di macchine e impianti (centrali elettriche, stazioni di compressione, ecc ..)
- Monitoraggio remoto e diagnostica \*
- Analisi termografica \*

\* Non accreditata

## Le nostre prove di prestazione termodinamiche nel mondo



# Prove termiche di prestazione di macchine ed impianti

- Progetto delle prove termiche di prestazione
- Fornitura e installazione della strumentazione
- Gestione ed esecuzione delle prove
- Elaborazione e analisi in tempo reale
- Analisi delle prestazioni delle macchine e degli impianti



## Applicazioni principali

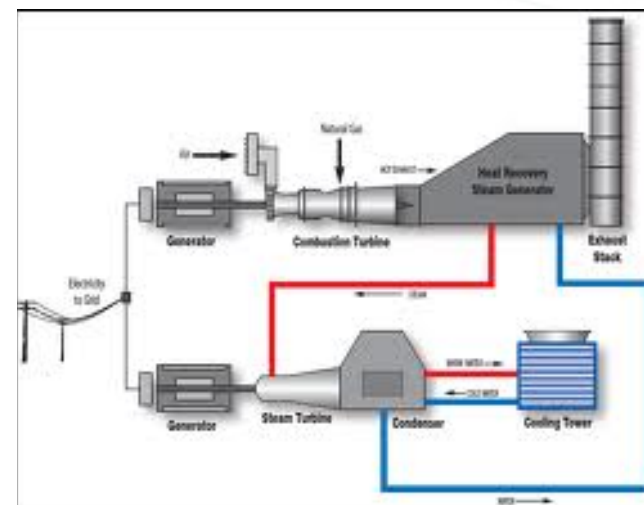
- Turbine a Gas
- Turbine a Vapore
- Turbogeneratori
- Turbocompressori
- Centrali elettriche
- HRSG –Generatori di vapore a recupero
- Condensatori e scambiatori di calore





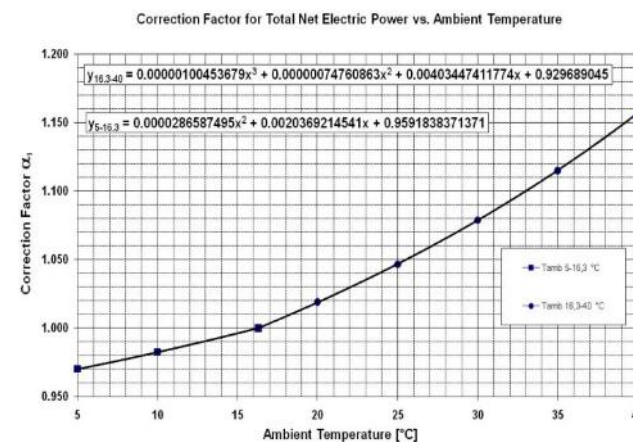
# Prove termiche su impianti a ciclo combinato

- Metodo di prova ASME PTC46
- Analisi dell'impianto
- Procedura di prova
- Curve di correzione ASME PTC 46
- Verifica delle garanzie contrattuali utilizzando le curve dei componenti
- Analisi Incertezze



## Applicazioni principali

- Prova intero impianto PTC46
- Analisi del ciclo termico
- Analisi dei componenti
- Bilancio di massa ed energia





# Prove termiche su impianti a ciclo combinato

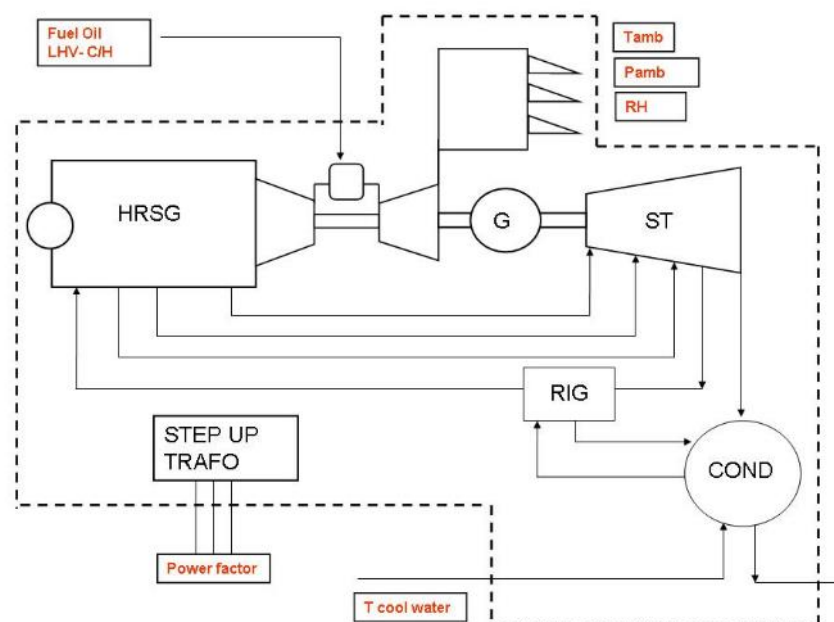
- Centrale a ciclo combinato (Prove ASME PTC46 )
- Costruzione modello impianto e simulazione *off-line* per ricavare le curve di correzione dell'impianto
- Applicazione in tempo reale per le curve "testate"
- Messa a punto modello di calcolo



## Equazioni:

$$P_{CCR} = (P_{CCM} + \Delta_2 + \Delta_{5B}) \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2$$

$$HR_{CCR} = \frac{(HC_{CCM})}{(P_{CCM} + \Delta_2 + \Delta_{5B})} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_5 \cdot k_1 \cdot k_2$$

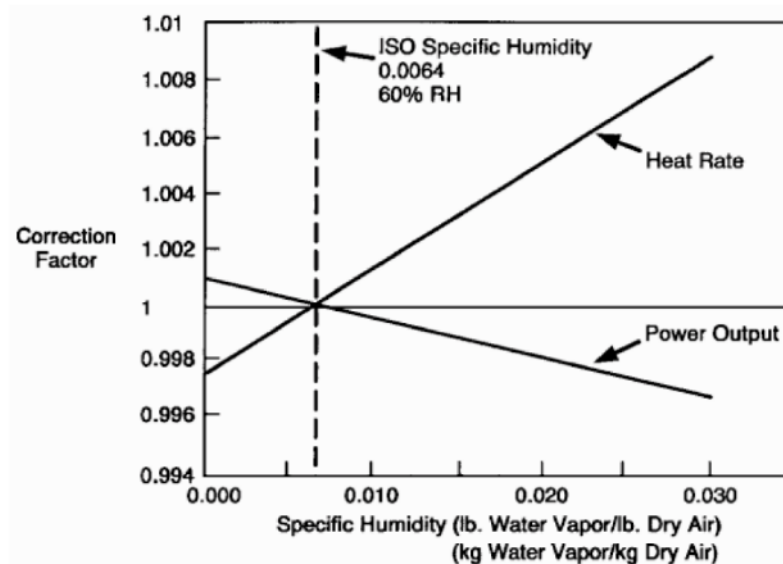
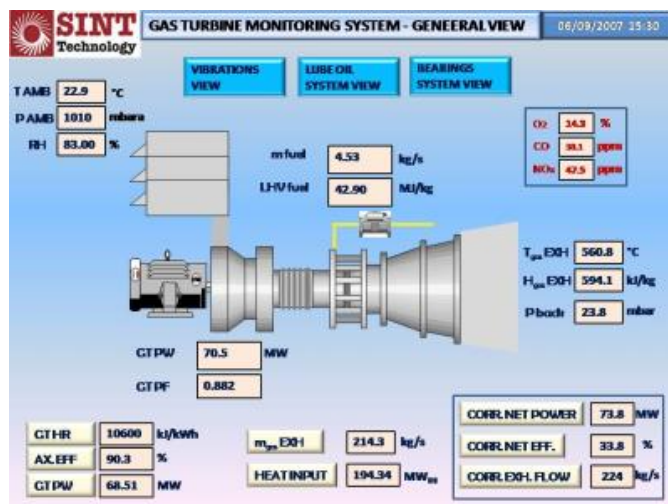
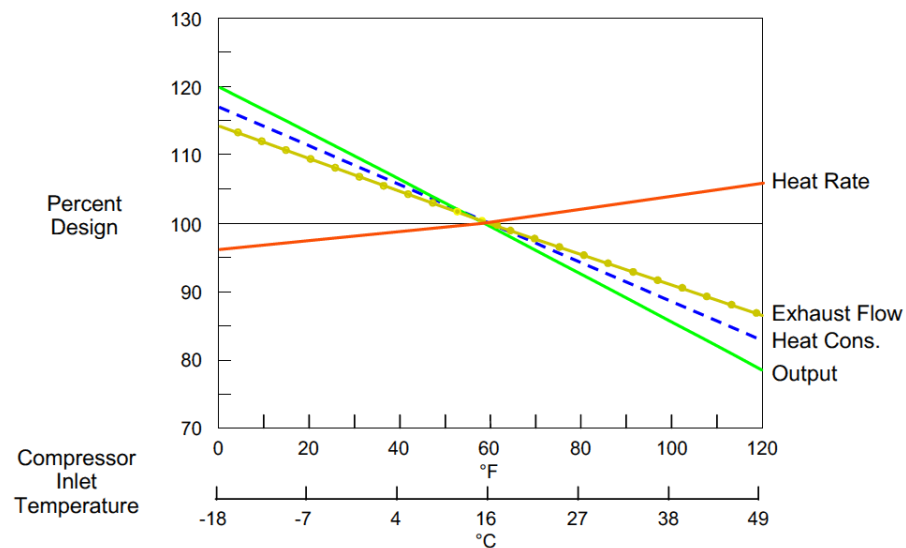


## Correzione delle prestazioni:

- Potenza
- Consumo specifico (Heat Rate)
- Portata allo scarico (Exhaust Flow)
- Consumo di Energia (Heat Consumption)

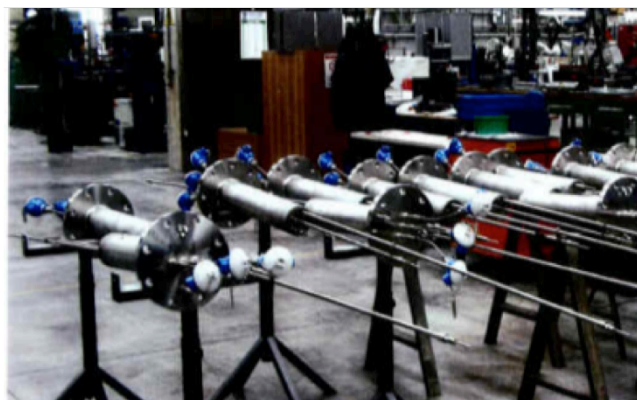
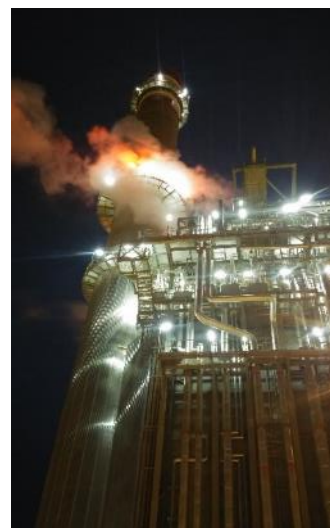
## Per effetto di:

- Temperatura ambiente
- Pressione barometrica
- Umidità
- Depressione aspirazione
- Contropressione scarico



# Turbina a Gas – Determinazione Portata dei fumi di scarico

- Bilancio di Energia su Turbina a Gas (ASME PTC4.4)
- Bilancio di Energia su Caldaia a Recupero (HRSG)
- Bilancio stechiometrico su Ossigeno (combustion stechiometrica)





# Prestazioni Turbina a Vapore

## Parametri di Prestazione

- Potenza corretta
- Consumo specifico corretto
- Consumo vapore corretto
- Efficienza corretta

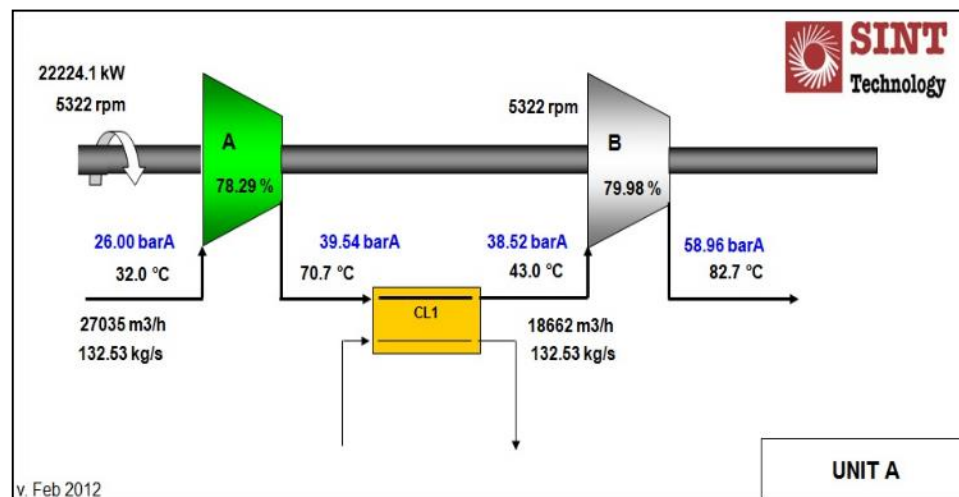
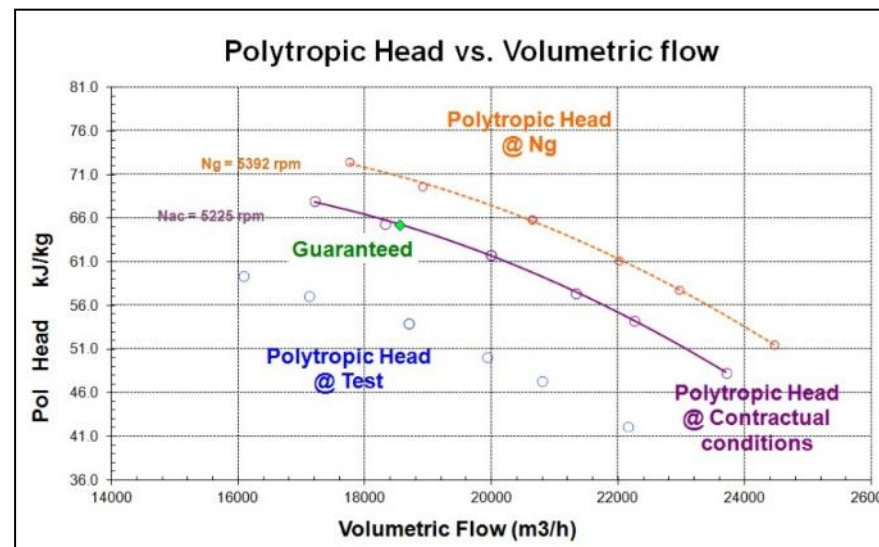


## Integrazione Turbina-Impianto

- Turbine Control mode
- Bilancio Acqua-Vapore
- Compensazione livello corpo cilindrico (Steam Drum)

# Prestazioni Compressori Centrifughi

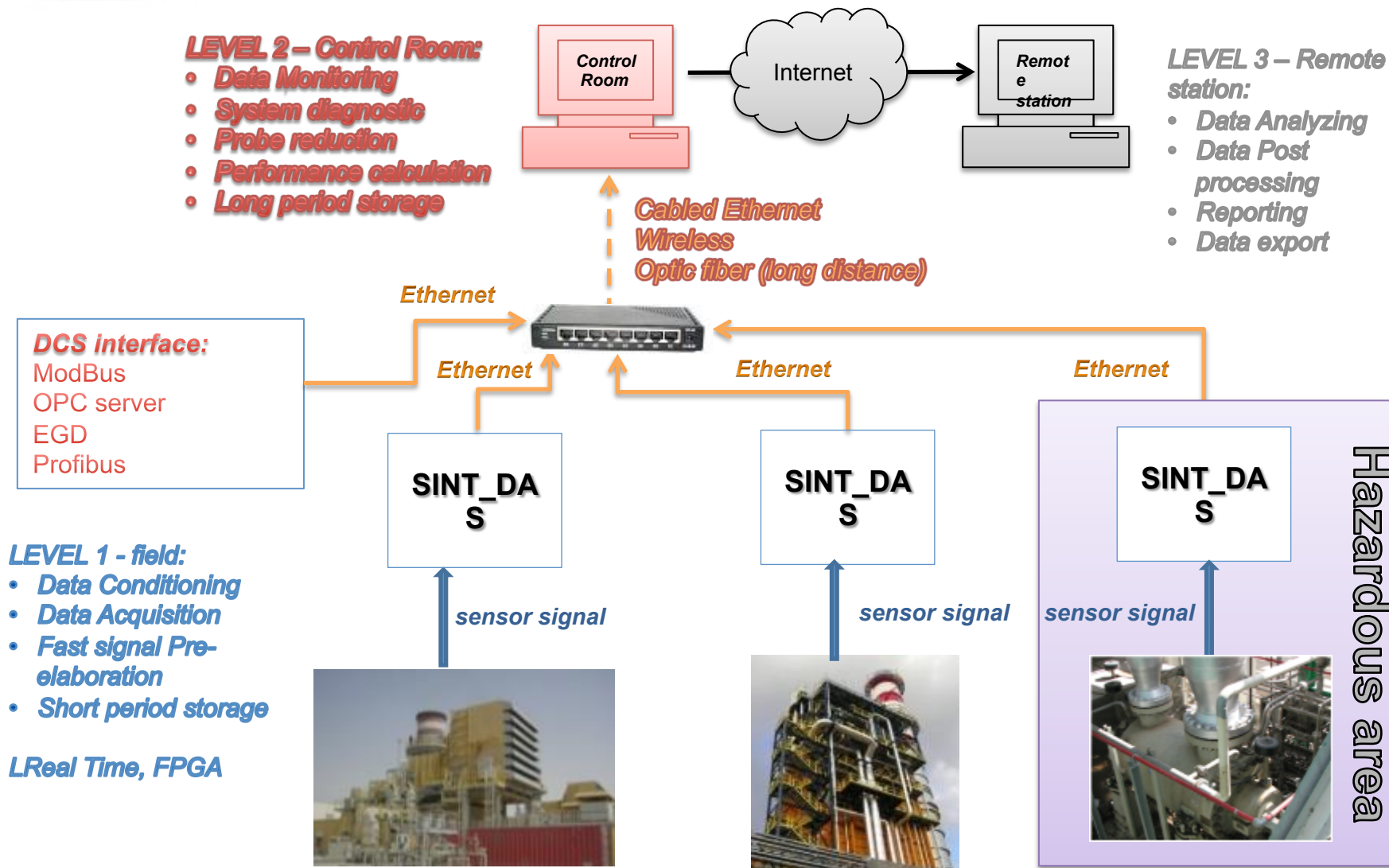
- Prove di prestazioni per turbocompressori monostadio e pluristadio (metodo ASME PTC10)
- Esplorazione della mappa del turbocompressore
- Prova di pompaggio (surge test)
- Prove per diagnostica ed analisi degrado prestazioni



## Obiettivi

- Determinazione potenza assorbita ed efficienza, in confronto alle condizioni di riferimento contrattuali
- Miglioramento limiti operativi
- Manutenzione predittiva efficiente

# Remote Monitoring & Diagnostics RM&D







- Prima installazione e configurazione del sistema RM & D (parti hardware e software)
- Raccolta e analisi dei dati. Rapporto tecnico sul comportamento della macchina emesso su base mensile.
- Monitoraggio quotidiano della macchina per controllare e gestire gli allarmi e le prestazioni
- Ulteriori analisi dei dati dopo l'identificazione di malfunzionamenti o danni della macchina
- Gestione e servizio del Sistema RM&D dalla nostra sede.

SINT Technology		LABORATORIO SPERIMENTALE		
COMMESSA:	11.350			
RAPPORTO DI PROVA:	Rapporto di monitoraggio periodico su unità turbogeneratore GES1 (26 - 28 Ottobre 2011)			
CLIENTE:	WEC s.r.l. Via del Pian del Cappin, 3 - 50127 Firenze			
LUOGO DI PROVA:	Impianto ACE2 Dober - Arezzo (PR)			
00	17.11.2011	T. Bini	A. Nicosi	E. Valentini
Alto:	Data	Realizzato	Controllato	Approvato
Rapporto n.	3155	Tipo di documento		Rapport di prova
				Pagina 1 di 23

# Analisi Modale Sperimentale

Strumento efficace per descrivere, comprendere e modellare il comportamento dinamico di una struttura.

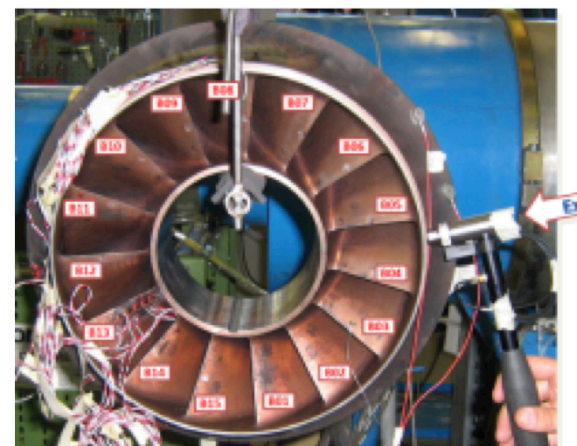
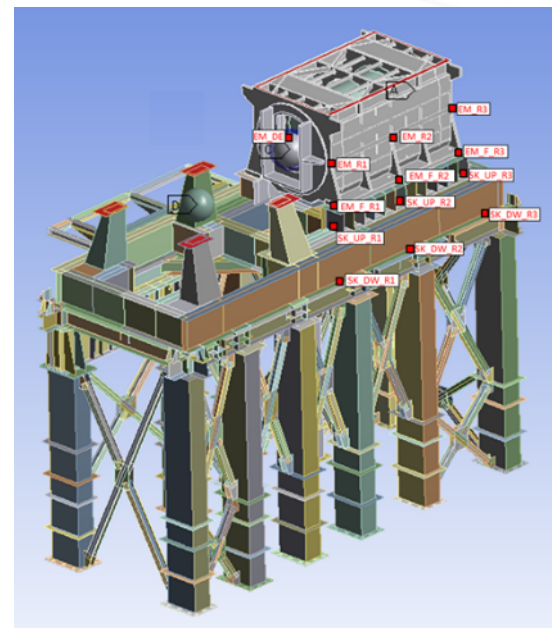
a) Determinazione dei principali parametri modali:

- Frequenze naturali
- Forme modali
- Smorzamento

b) Verificare l'accuratezza e tarare un modello FEM ( Finite Element Model).

c) Risoluzione dei problemi relativi alle vibrazioni (ad esempio problemi di risonanza)

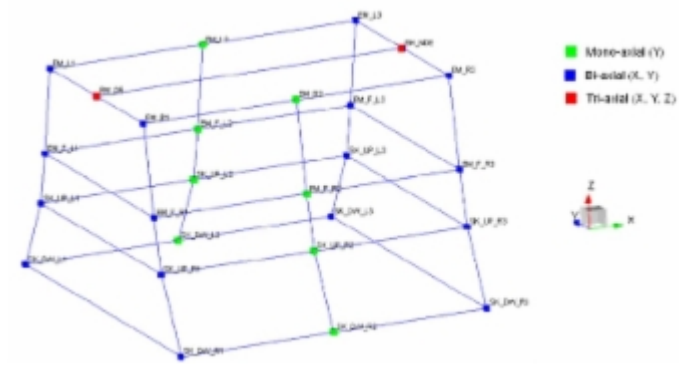
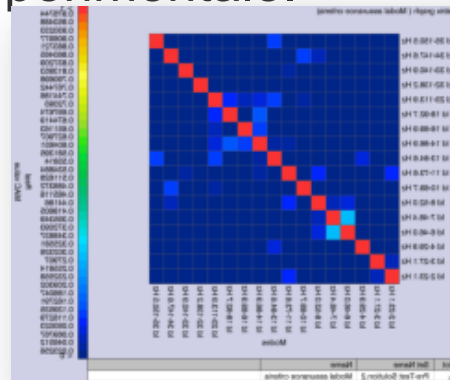
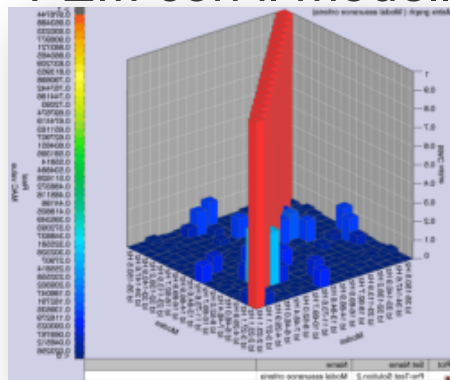
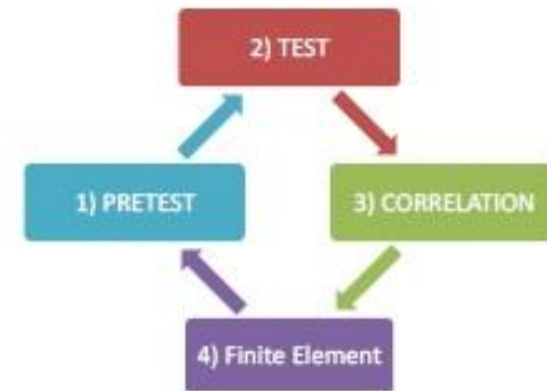
L'analisi può essere eseguita con eccitazione di tipo impulsivo (martello strumentato) o di tipo continuo (eccitatore elettrodinamico).



# Analisi Modale Sperimentale

Analisi **PRE-TEST** analysis .....per scegliere la migliore configurazione sperimentale

Analisi di **CORRELAZIONE** ..... per il confronto e l'ottimizzazione dei modelli FEM con il modello sperimentale.



**Analisi Modale Operativa (OMA)**

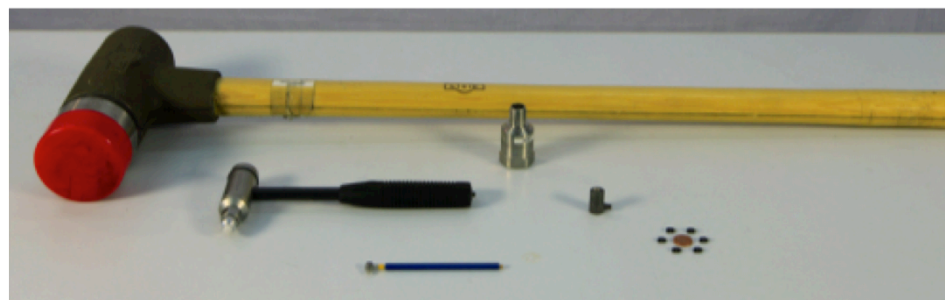
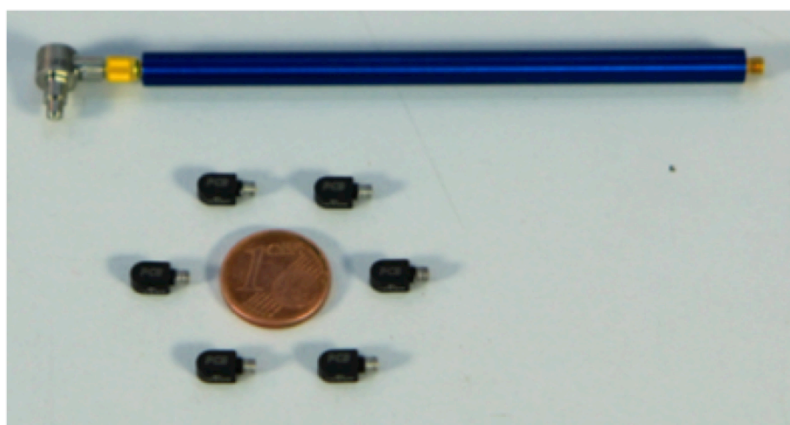
**Analisi ODS (Operating Deflection Shape)**



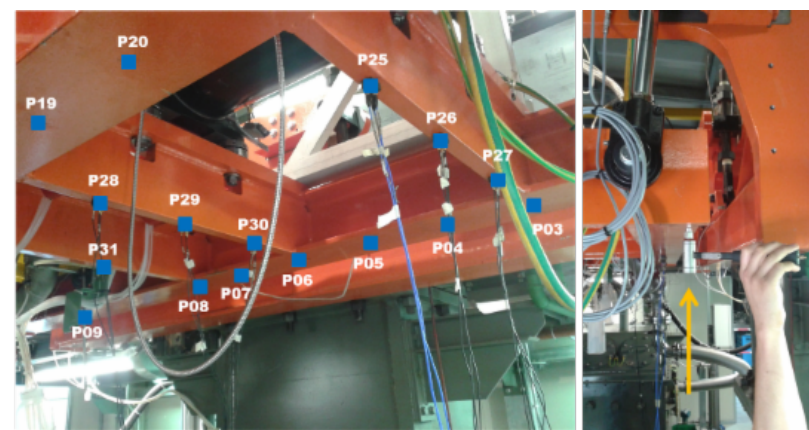
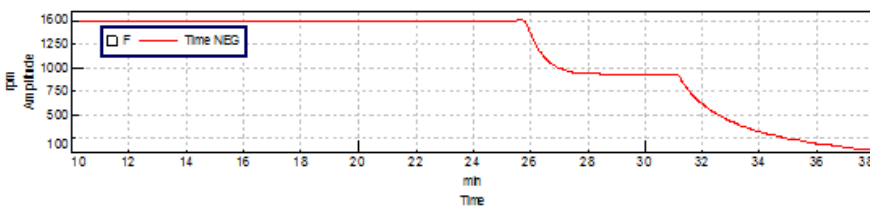
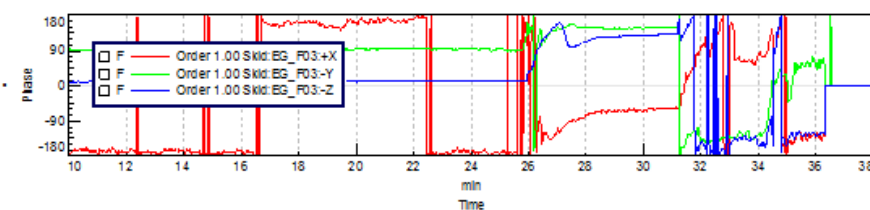
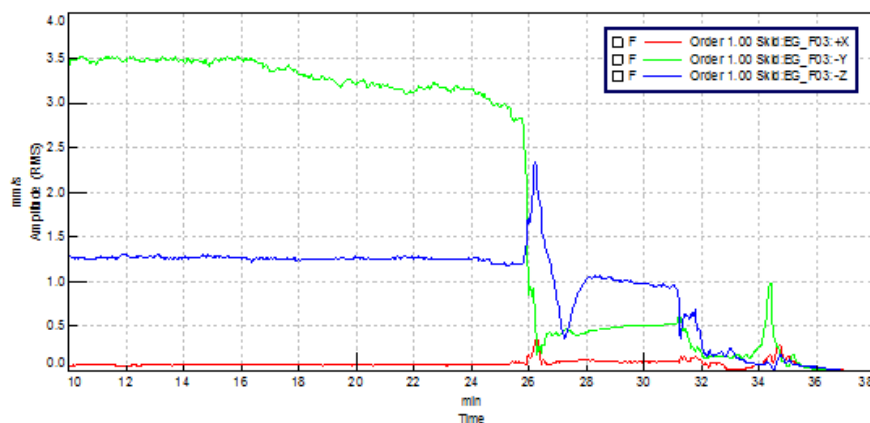
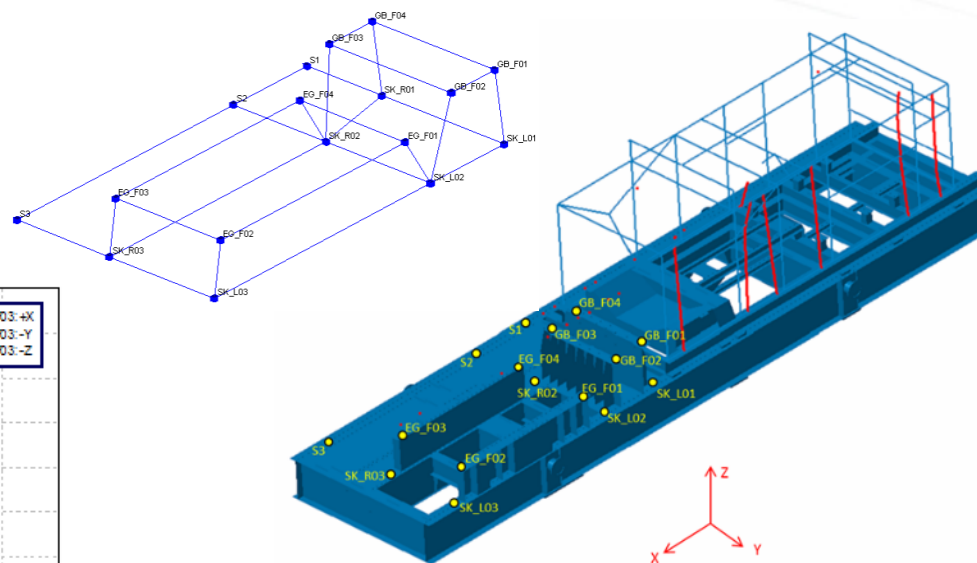


# Analisi Modale Sperimentale – Strumentazione –

- Accelerometri in miniatura (0.2g)
- Accelerometri triassiali
- Martelli strumentati: miniaturizzato (222 N pk), medio (2223 N pk) e grande (22240 N pk)
- Eccitatori: piccolo (10 N) e medio (60 N)
- Sistemi di acquisizione fino a 128 canali
- Software LMS<sup>®</sup> per acquisizione dati ed analisi dati

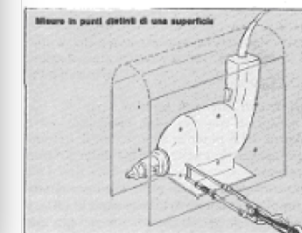
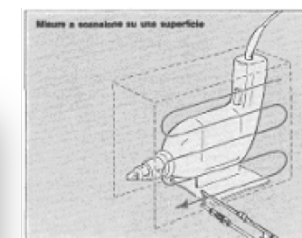
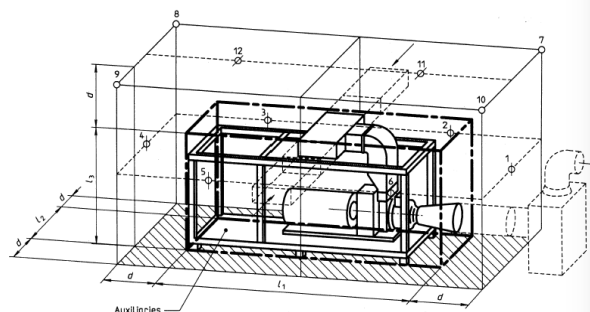
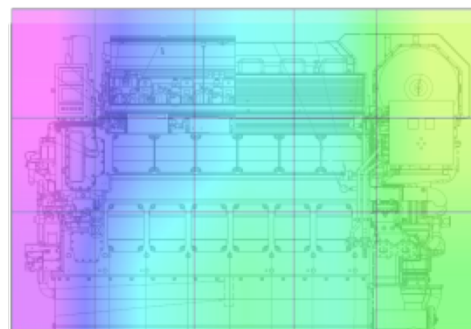


## Analisi Modale Operativa



# Misure Acustiche (Livello Pressione e Livello Potenza Sonora)

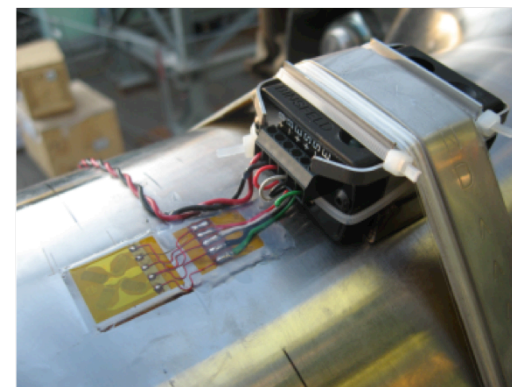
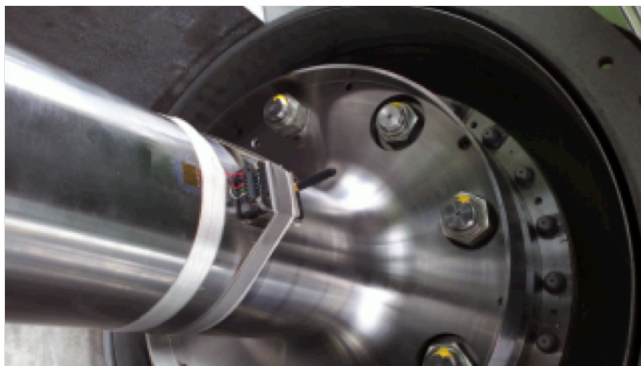
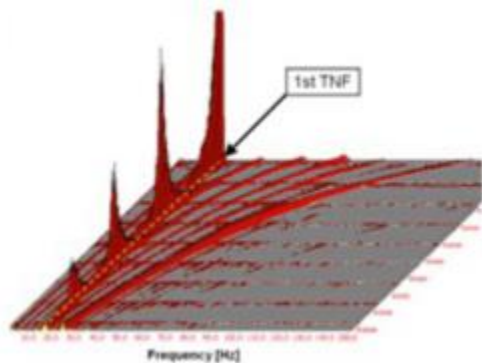
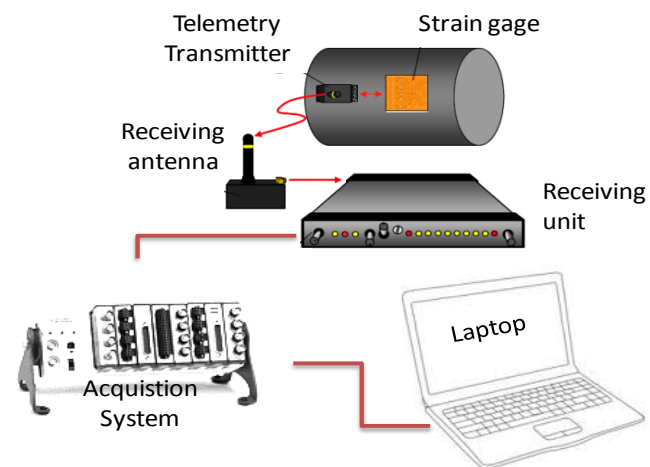
- Misure acustiche
- Mappatura acustica
- Monitoraggio sonoro
- Identificazione sorgenti acustiche
- Interventi mitigazione rumore
- Determinazione della Potenza Sonora di una sorgente :
  - **Metodo Livello Sonoro** (conforme a ISO 3744-5-6-7)
  - **Metodo Intensità Sonora** (conforme a ISO 9614/2)





# Misura ed analisi di coppia e vibrazioni torsionali

- Misura ed analisi delle vibrazioni torsionali.
- Misura ed analisi della coppia torcente
- Strumentazione telemetrica per applicazioni in campo (installazione e rimozione veloce)
- Analisi nel dominio del tempo e della frequenza (FFT, Waterfall, Campbell etc ...).
- Determinazione e diagnostica delle risonanze torsionali



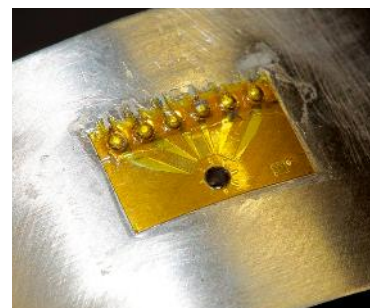
## Metodo del foro ( Hole Drilling Method)

- Pale di turbine e compressore dopo il processo di pallinatura (Shot Peening)
- Giunti saldati di tubazioni (lato interno e lato esterno)
- Analisi stato tensione interna indotte dai processi produttivi



## Metodo cava anulare (Ring Core Method)

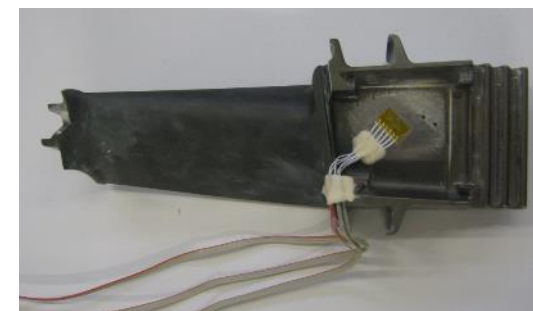
- Dischi Compressore, Dischi Turbina ed Alberi dopo il processo di forgiatura (prima e dopo il trattamento di distensione)



Hole Drilling



Ring Coring



# I nostri strumenti



**Oltre 1600 strumenti**

- P-V cycle
- Real-time multi-channel data acquisition system
- Telemetry for torsional analysis
- Portable vibration analyzers (ATEX)
- Sound level meters (noise)
- Intensimetric probe
- Infrared Thermal Imaging Camera
- Watt meters
- Data loggers
- Pressure transmitters (gage, absolute and differential)
- RTDs,
- Thermocouples
- Portable Gas Analyzer
- Multichannel strain (stress analysis)
- Videoboroscope

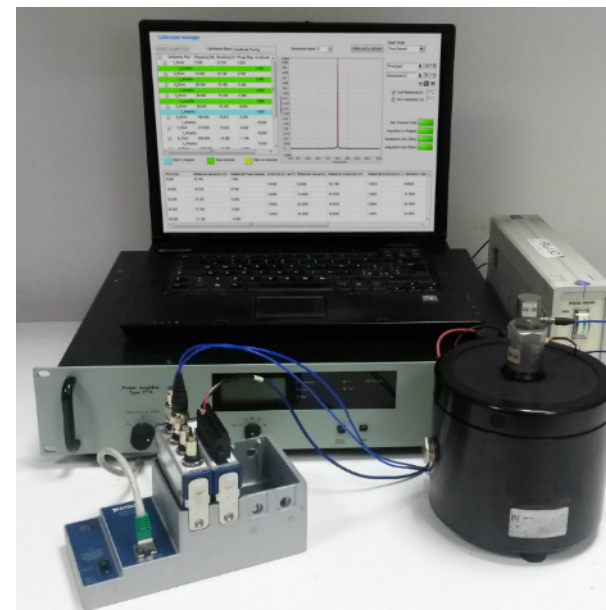
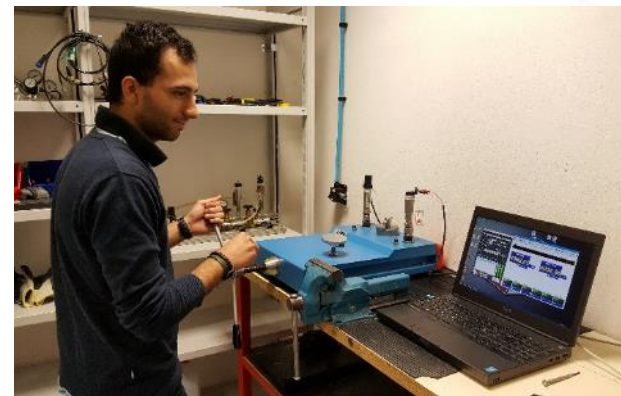


## Tarature interne

- Accelerometri
- Trasmittitori pressione relativa
- Trasmittitori pressione differenziale
- Barometri
- Sistemi di acquisizione estensimetrici

## Tarature esterne

- Campioni primari: Accelerometri, Pressione relativa, Pressione differenziale, Barometri, Resistori di precisione
- Calibratori per: Accelerometri, Analizzatore acustico, Sonda intensimetrica, Unità taratura ponti estensimetrici.
- Termocoppie, Termoresistenze, Termoigrometri
- Wattmetri
- Martelli strumentati, Coppia microfonica per intensimetria
- Unità di acquisizione dati





**Grazie per l'attenzione !**

Via delle Calandre, 63 - 50041 Calenzano (Firenze) – Italia  
Tel: +39.055.8826-302 [www.sintechnology.com](http://www.sintechnology.com)  
[info@sintechnology.com](mailto:info@sintechnology.com)