

**MONITORAGGIO DEI LIVELLI DI VIBRAZIONE  
DETERMINATI DAL REPARTO STAMPAGGIO  
E PREPARAZIONE DISCHI DELLE RUOTE  
DELLA DITTA TITAN**

**COMUNE DI FINALE EMILIA**

**ANNO 2017**

## PREMESSA

Al fine di verificare i livelli di vibrazione provocati dalle presse presenti nel reparto stampaggio e preparazioni dischi delle ruote della ditta Titan S.p.a, è stato eseguito un monitoraggio nella mattinata di mercoledì 29 novembre 2017, all'interno dell'edificio disturbato.

## INQUADRAMENTO DELLA ZONA MONITORATA

L'edificio oggetto del monitoraggio è situato in via Per Cento, al civico n.14 (identificato con cerchio bianco in Foto 1). La misura è stata svolta all'interno di due stanze in affaccio al reparto stampaggio e preparazione dischi delle ruote (identificato in rosso in Foto 1); la distanza minima di questo capannone dalla facciata dell'edificio indagato è di circa 55 metri.



Foto 2: reparto stampaggio e preparazione dischi delle ruote visto dalla finestra di una stanza oggetto di misure



Foto 1: ortofoto dell'area indagata

## RIFERIMENTI NORMATIVI

- Norma UNI 9614 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo (Marzo 1990)<sup>1</sup>

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

Catena di misura delle vibrazioni (conforme alla norma ISO 16063):

- 1 terna di accelerometri monoassiali KS48C della MMF/01dB (sensibilità 1 V/g)
- 1 terna di accelerometri monoassiali KB12VD della MMF/01dB (sensibilità 10 V/g)
- Analizzatore di spettro in tempo reale NetdB-DAQ12 della Ditta 01dB con 6 canali attivi
- Calibratore di accelerometri PCB mod. 394M34

## SORGENTI DI VIBRAZIONI

L'attività del reparto stampaggio e preparazione dischi delle ruote, allo stato attuale, è organizzata, per tutti i giorni feriali, su due turni lavorativi: il turno di tipo "continuativo" dalle ore 06 alle ore 13.30 e il turno "spezzato" dalle ore 8 alle ore 12 e dalle ore 14 alle ore 18.

Nel reparto sono presenti n. 9 presse/trance (3 linee di manifattura) che, a seconda del tipo di lavorazione necessaria, effettuano la formatura, la tranciatura o la foratura (Figura 1): 3 di queste (la n. 2, 5 e 8) sono di

<sup>1</sup> L'aggiornamento della norma (settembre 2017) non si applica alle situazioni esistenti o già autorizzate per le quali la data di pubblicazione della norma è posteriore a:

- l'inizio dell'attività della sorgente delle vibrazioni
- l'autorizzazione formale alla costruzione di sorgenti di vibrazioni o manufatti che partecipano ai fenomeni
- la data di modifiche di destinazione d'uso degli edifici e delle opere ove ha sede la generazione di vibrazioni.

tipo idraulico, invece le rimanenti (1, 3, 4, 6, 7 e 9) sono di tipo meccanico. Il materiale utilizzato è lamiera (ferrosa) di diversi spessori e dimensioni in relazione alla tipologia del prodotto; lo spessore della lamiera generalmente utilizzata varia da 12 mm a 15 mm.

Le presse di tipo idraulico sono impiegate per la deformatura dei cubotti, mentre le presse meccaniche sono sostanzialmente utilizzate per la tranciatura e foratura e risultano le più impattanti dal punto di vista delle vibrazioni.



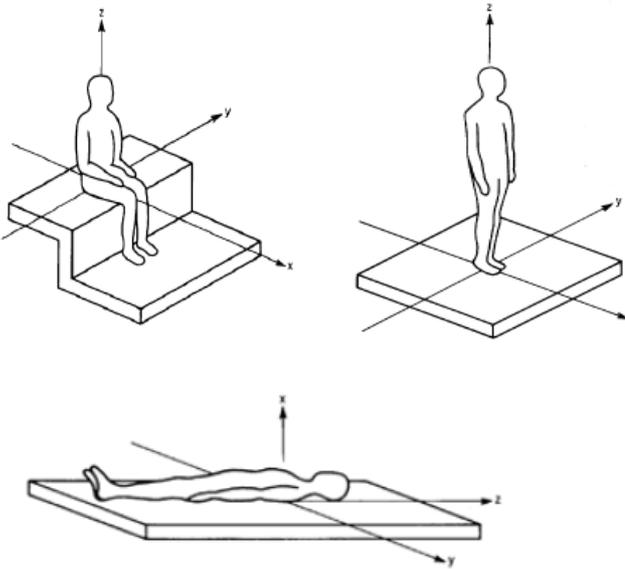
*Figura 1: Layout reparto stampaggio e preparazione dischi delle ruote*

Durante le rilevazioni, il numero di presse/trance utilizzate in modalità contemporanea erano 3 (corrispondenti ad una linea di produzione) e lo spessore della lamiera utilizzata (o cubotto) era pari a 15 mm. Questo scenario, per quanto riferito dai referenti aziendali, rappresenta l'attuale potenzialità produttiva e risulta essere la condizione operativa più gravosa per la propagazione del fenomeno vibratorio. Nello specifico, erano in funzione le presse/trance contraddistinte con i numeri 2 (idraulica), 3 e 7 (meccaniche), evidenziate in rosso in Figura 1; è stato dichiarato un numero di battute/ora compreso tra 40 e 50.

## METODOLOGIA DI MISURA

La misura di vibrazioni è stata svolta contemporaneamente con due terne di accelerometri posizionati in due stanze (soggiorno/cucina e camera da letto), entrambe in affaccio al reparto stampaggio e preparazione dischi delle ruote. Gli accelerometri sono stati resi solidali al solaio degli ambienti monitorati attraverso due blocchi di metallo, del peso di 2 kg.

E' stata seguita la metodologia indicata dalla norma UNI 9614:



- per il soggiorno/cucina la terna di accelerometri è stata posizionata, in mancanza di una posizione prevalente del soggetto esposto, al centro della stanza esaminata. L'accelerazione è stata rilevata lungo le tre direzioni ortogonali x,y,z considerando una postura non nota, in quanto variabile nel tempo (in piedi o seduto). Per queste due posizioni, la norma prevede che l'asse z corrisponda alla direzione verticale; l'asse y è stato orientato parallelamente alla facciata dell'edificio posta di fronte al reparto produttivo e l'asse x perpendicolarmente all'asse y;

- per la camera da letto, la terna di accelerometri è stata posizionata in prossimità del letto, ossia in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. L'accelerazione è stata rilevata lungo le tre direzioni ortogonali x,y,z, prendendo a riferimento la postura dal soggetto che, trattandosi di camera da letto, è stata assunta essere quella sdraiata (postura nota). In tal caso, la norma prevede che l'asse x coincida con la direzione verticale, l'asse z con quella del corpo disteso e l'asse y con quella passante per le spalle.

Di seguito si riportano alcune foto della strumentazione utilizzata.



Foto 3: Terna di accelerometri soggiorno/cucina



Foto 4: Terna di accelerometri camera da letto

## RISULTATI DELLE MISURE

Il rilievo di vibrazioni ha avuto inizio mercoledì 29/11 alle ore 10.54 ed ha avuto termine alle ore 12.00; sono stati acquisiti su 6 canali (due terne di accelerometri) i valori di accelerazione ogni 20 ms.

La tabella seguente riassume l'assegnazione dei canali di acquisizione dello strumento agli assi x, y e z nei due ambienti indagati.

	X	Y	Z
Soggiorno/Cucina	Canale 1 (Ch1)	Canale 2 (Ch2)	Canale 3 (Ch3)
Camera da letto	Canale 4 (Ch4)	Canale 5 (Ch5)	Canale 6 (Ch6)

Poichè gli effetti prodotti dalle vibrazioni sono differenti a seconda della frequenza delle accelerazioni, il valore misurato deve essere ponderato in frequenza, in modo da rendere tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e disturbo. Nel caso in esame sono stati applicati i filtri per postura non nota nel soggiorno/cucina e per postura nota nella camera da letto. L'accelerazione ponderata in frequenza ( $a_w$  in  $m/s^2$ ) deve essere espressa come accelerazione equivalente, ossia come valore efficace o r.m.s (valore quadratico medio) calcolato su di un determinato intervallo temporale; successivamente può essere trasformata in livello equivalente di accelerazione ponderata ( $L_{aw}$  in dB), grandezza fisica alla quale si farà riferimento per la verifica dei livelli di percezione e di disturbo.

La Figura 2 mostra, per questioni di leggibilità, l'andamento del livello equivalente di accelerazione ponderata mediata su di un intervallo temporale di 200 ms (i picchi, pertanto, risultano inferiori a quanto effettivamente registrato ogni 20 ms). Vengono messi a confronto i tre canali relativi alle misure svolte nel soggiorno/cucina e i canali 4 e 5 relativi alla rilevazione in camera da letto, al fine di evidenziare quali sono le direzioni in cui si registrano i più alti livelli di accelerazione (il canale 6, asse z, prevede, trattandosi di una elaborazione per postura nota, una trattazione diversificata rispetto a quella prevista per il canale 4 - asse x ed il canale 5 – asse y).

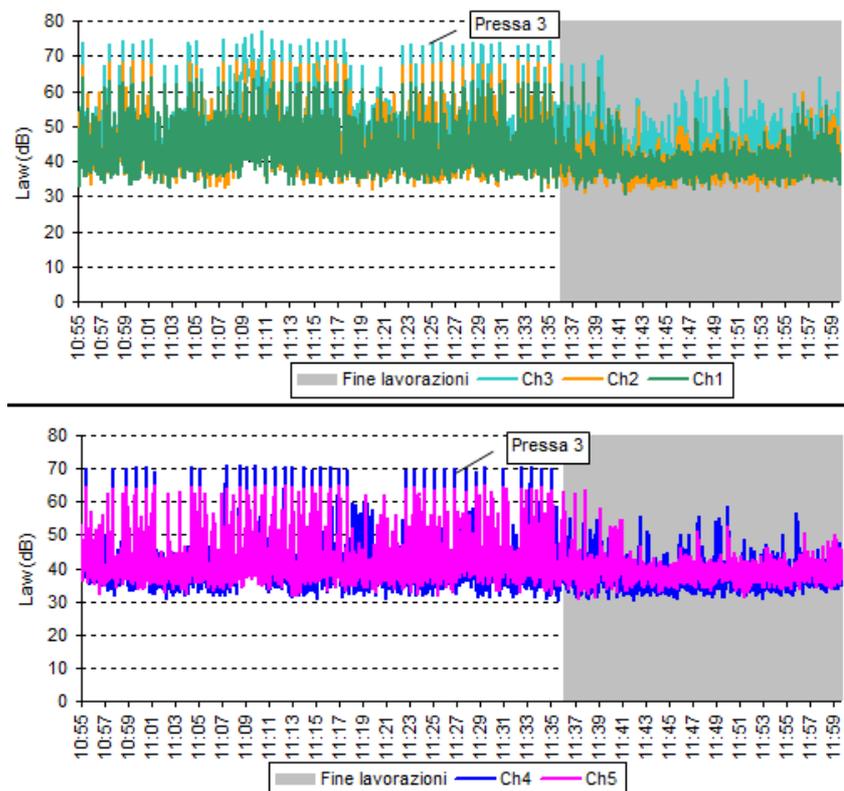


Figura 2: Storia temporale del livello equivalente dell'accelerazione ponderata mediata su 200 ms

Si osserva che, nel soggiorno/cucina, il canale nel quale si registrano i valori più alti di accelerazione risulta il 3, ossia quello orientato lungo l'asse z. Anche nella camera da letto, la direzione verticale (canale 4 - asse x) risulta più critica rispetto al canale 5 - asse y.

Sono stati pertanto elaborati i segnali registrati nel canale 3 (asse z) per quanto riguarda il soggiorno/cucina e nei canali 4 (asse x) e 6 (asse z) per la camera da letto.

I picchi più alti sono stati attribuiti alla pressa 3, in quanto di tipo meccanico e non oggetto, a differenza della pressa 7, anch'essa meccanica, del recente intervento di mitigazione basato sull'installazione di apposito sistema antivibrante a molla. Dalle ore 10.54 alle 11.35 sono stati evidenziati 38 picchi, ossia circa 55 battute/ora, in accordo con quanto dichiarato dai referenti industriali (40-50 battute/ore) e a conferma che l'evento vibratorio più impattante è probabilmente determinato dal funzionamento di questa macchina.

Il punto A3 dell'Appendice della norma UNI 9614, stabilisce come devono essere valutate le vibrazioni di tipo impulsivo, definite come quelle *originate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo*, in cui rientra il caso in esame.

Nel merito, il valore di picco dell'accelerazione ponderata in frequenza deve esser moltiplicato per 0.71 o diminuito di 3 dB (nel caso si tratti del livello di accelerazione ponderata) al fine di risalire al valore efficace, da confrontarsi con i valori limite per la valutazione del disturbo previsti dalla norma.

Essa indica sia valori limite per la valutazione del disturbo da vibrazioni di livello costante che limiti relativi alle vibrazioni impulsive, come riportato nelle tabelle seguenti per le abitazioni, in cui si osserva una differenza relativamente ai limiti previsti nel periodo diurno.

Limiti per la valutazione del disturbo (vibrazioni di livello costante) nelle abitazioni				
	Assi x e y		Asse z	
	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_{aw}$ (dB) –		$L_{aw}$ (dB) –
Giorno (7-22)	0.0072	77	0.01	80
Notte (7-22)	0.005	74	0.007	77

Limiti per la valutazione del disturbo (vibrazioni impulsive) nelle abitazioni				
	Assi x e y		Asse z	
	$a_w$ (m/s <sup>2</sup> )	$L_{aw}$ (dB) –		$L_{aw}$ (dB) –
Giorno (7-22)	0.22	80	0.30	110
Notte (7-22)	0.005	74	0.007	77

Per quanto riguarda le vibrazioni impulsive, nel caso in cui il numero di eventi giornalieri risulti superiore a 3, come nel caso in esame, i limiti del periodo diurno, devono essere ridotti in base al numero di eventi e alla loro durata, moltiplicandoli per un fattore correttivo F, pari a:

$$F = 1.7 \cdot N^{(-0.5)} \cdot t^{(-k)}$$

dove N è il numero di eventi nel periodo di riferimento diurno (7-22), t è la durata del fenomeno impulsivo e k è stato impostato pari a 1.22, valore indicato dalla norma per pavimenti in calcestruzzo.

Utilizzando 50 eventi all'ora per un totale di 11 ore lavorative nel periodo diurno (dalle 7 alle 18) ed una durata dell'evento di almeno 2 secondi (Figura 3), il fattore moltiplicativo F risulta pari a 0.03112, che determina valori limite di 0.0068 m/s<sup>2</sup> (76.7 dB) per gli assi x ed y e 0.0093 m/s<sup>2</sup> (79.4 dB) per l'asse z. La norma stabilisce che, nel caso in cui i valori così ricalcolati risultassero inferiori a quelli previsti per le

vibrazioni di livello costante, dovranno essere adottati come limiti questi ultimi; si farà pertanto riferimento ai limiti per la valutazione del disturbo nelle abitazioni da vibrazioni di livello costante.

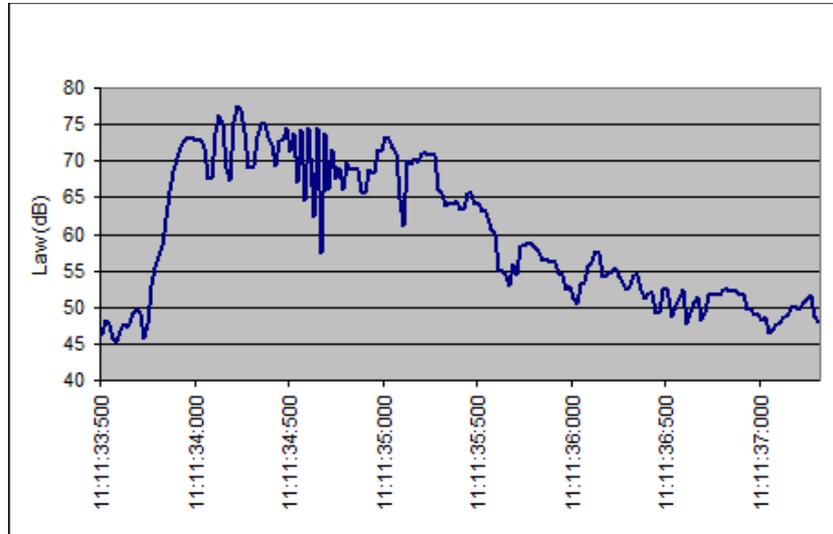


Figura 3: Evento vibratorio dovuto alle presse

Le tabelle seguenti riportano i risultati relativi all'evento vibratorio peggiore rilevato nei tre assi lungo i quali sono state evidenziate le maggiori criticità.

Ch3 – Asse z - Postura non nota – Soggiorno/Cucina – Evento massimo rilevato					
Inizio evento	L <sub>awmax</sub> (dB)	L <sub>awmax</sub> (dB) – 3 dB	Limite disturbo diurno (7-22) (dB)	Limite disturbo notturno (22-7) (dB)	Soglia di percezione (dB)
11.10.39.240	79.9	<b>76.9</b>	77	74	74

Ch4 – Asse x - Postura nota – Camera da letto - Evento massimo rilevato					
Inizio evento	L <sub>awmax</sub> (dB)	L <sub>awmax</sub> (dB) – 3 dB	Limite disturbo diurno (7-22) (dB)	Limite disturbo notturno (22-7) (dB)	Soglia di percezione (dB)
11.09.09.060	73.6	<b>70.6</b>	77	74	71

Ch6 – Asse z - Postura nota – Camera da letto - Evento massimo rilevato					
Inizio evento	L <sub>awmax</sub> (dB)	L <sub>awmax</sub> (dB) – 3 dB	Limite disturbo diurno (7-22) (dB)	Limite disturbo notturno (22-7) (dB)	Soglia di percezione (dB)
10.54.31.080	74.5	<b>71.5</b>	80	77	74

Si osserva che:

- Soggiorno/Cucina, Canale 3 – Asse z, postura non nota: il valore massimo rilevato, diminuito di 3 dB, risulta superiore alla soglia di percezione ed al limite di disturbo nel periodo notturno (22-7), entrambi pari a 74 dB. Dei 38 eventi attribuibili alle presse, ne sono stati evidenziati 18 maggiori di 74 dBA, pertanto potenzialmente percepibili. Poichè l'attività nel reparto si svolge anche nel periodo di riferimento notturno (dalle 6 alle 7), in questa fascia oraria potrebbe presentarsi il superamento del limite del disturbo; l'evento massimo rilevato risulta inoltre molto prossimo al limite di disturbo previsto nel periodo diurno

- Camera da letto, Canale 4 – Asse x, postura nota: il valore massimo rilevato, diminuito di 3 dB, risulta inferiore sia alla soglia di percezione che ai limiti per il disturbo in periodo diurno e notturno.
- Camera da letto, Canale 6 – Asse z, postura nota: il valore massimo rilevato, diminuito di 3 dB, risulta inferiore sia alla soglia di percezione che ai limiti per il disturbo in periodo diurno e notturno

## **CONCLUSIONI**

Pur non esistendo una normativa nazionale in materia di vibrazioni, è stato possibile condurre delle valutazioni facendo riferimento in particolare alla UNI 9614 che fissa dei livelli limite esclusivamente sulla percezione e sul disturbo alla popolazione.

Dall'analisi delle misure, nei 41 minuti di rilevazioni durante l'attività nel reparto, sui 38 eventi vibratorii attribuibili probabilmente alla pressa 3, 18 sono risultati superiori alla soglia di percezione all'interno del locale soggiorno/cucina.

Per quanto riguarda la valutazione del disturbo, sono stati identificati, nel locale soggiorno/cucina, eventi con livelli di accelerazione ponderata superiori al valore di riferimento del periodo notturno e l'evento massimo registrato è risultato molto prossimo al valore di riferimento del periodo diurno (76.9 dB a fronte di un limite di 77 dB).