

LIVELLO D'ESPOSIZIONE AL RUMORE PER GRUPPI DI LAVORATORI

Stefano Casini

INAIL – CONTARP Direzione Regionale per la Sicilia

Riassunto

La revisione della Norma UNI 9432 “Acustica – Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro” è stata approvata dalla Commissione Acustica e verrà a breve pubblicata.

Tra le novità della Norma, è presente la possibilità di calcolare il livello equivalente di esposizione al rumore per gruppi di lavoratori, facendo le misure solo su un ristretto campione del gruppo.

Nella Norma viene descritta la procedura per determinare la dimensione del campione per ottenere la voluta confidenza del valore di esposizione del gruppo, in base ad una tabella di esempio.

Con questo lavoro si spiegano le basi statistiche che stanno dietro alla procedura descritta, in maniera forse troppo sintetica, nella Norma, e si forniscono anche gli algoritmi per generare delle tabelle che abbiano dei valori di input (confidenza e coefficiente di fiducia) differenti da quelli presentati nell'esempio.

Abstract

Italian Standard UNI 9432 “Acoustics – Determination of personal noise exposure level in working places” has been recently revisited by Italian Standardization Body (UNI) and will be published soon.

The new Standard states the chance for calculating equivalent noise exposure level for groups of workers, by measuring only a narrow sample from the group.

The Standard describes a procedure to assess sample size to obtain the needed confidence of noise exposition level for the group, and provides an example table.

In this work, we explain the statistical concepts beyond the procedure, which is very synthetically described in the Standard, and give formulas to generate tables with different input values (confidence limit and probability) of the example in the Standard.

Riferimenti

etngh@tin.it – s.casini@inail.it

Premessa

La revisione della Norma UNI 9432 [1] “Acustica – Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro”, dopo molti anni di discussioni è stata finalmente approvata dalla Commissione Acustica: al momento in cui scriviamo ha concluso l'inchiesta pubblica e verrà a breve pubblicata.

Le novità più salienti rispetto alla versione precedente della Norma sono gli allegati per la valutazione dell'errore strumentale e la possibilità di utilizzare il livello di esposizione medio ($L_{Aeq,Te, gruppo}$) al posto di quello dei singoli per gruppi di lavoratori che svolgono attività acusticamente simili.

Prima di continuare è bene evidenziare la differenza tra lavoratori che svolgono attività acusticamente simili e lavoratori che svolgono attività acusticamente uguali.

La Norma UNI 9432 [1] definisce *attività acusticamente uguali* quelle attività lavorative che comportano:

- uso delle medesime attrezzature;
- uguali tempi di esposizione/utilizzo delle stesse attrezzature, nelle medesime condizioni di funzionamento, con lo stesso materiale in lavorazione;
- identiche modalità di svolgimento delle attività lavorative;
- stesse condizioni ambientali di contorno.

Per fare un esempio, il lavoratore addetto alla conduzione del medesimo macchinario in una azienda che lavora a ciclo continuo su 3 turni, svolge attività acusticamente uguale ed è esposto al medesimo rumore sia che lavori nel turno della mattina o in quello notturno: sarà quindi sufficiente calcolare l'esposizione del turno della mattina ed assegnare il livello personale così calcolato anche ai lavoratori del turno pomeridiano e di quello notturno, senza dover ripetere le misure.

Viceversa, quando non tutte le condizioni di uguaglianza sopra descritte sono verificate, ma vi è comunque una forte similitudine tra le attrezzature utilizzate, loro condizioni di funzionamento, le modalità di svolgimento del lavoro ecc., si rientra nel campo delle *attività acusticamente simili*; ad esempio, una squadra di saldatori durante la costruzione di una nave, oppure gli addetti alla raccolta meccanizzata dei rifiuti dell'azienda municipalizzata .

Il livello d'esposizione a rumore per gruppi di lavoratori

Per i gruppi di lavoratori che svolgono attività acusticamente simili, la Norma UNI 9432 [1] prevede la possibilità di utilizzare come indicatore dell'esposizione di tutti i lavoratori del gruppo il valore medio dell'esposizione rilevata per un campione ristretto di lavoratori del gruppo.

Questa impostazione porta a due vantaggi:

- definizione di un livello unico da assegnare a tutti i lavoratori, invece di assegnare a ciascun lavoratore un livello diverso, magari di pochi decimi di dB, e semplificazione nella redazione del rapporto di valutazione del rumore (nonché limitazione degli errori di trascrizione dei singoli livelli equivalenti);
- la possibilità di eseguire solo un ridotto numero di misure, quello necessario per ottenere un campione statisticamente significativo rispetto alle condizioni di contorno che si vorranno imporre, risparmiando tempo e denaro (inutile dire che il denaro risparmiato nella fase di misura del rumore dovrebbe poi essere

impiegato per gli interventi di bonifica o per i dispositivi di protezione collettivi ed individuali).

La Norma contiene le definizioni e la procedura per calcolare il livello d'esposizione a rumore per gruppi di lavoratori; si definisce livello d'esposizione a rumore del gruppo:

$$(1) L_{Aeq,Te,gruppo} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{Aeq,Te,i} \text{ dB (A)}$$

dove n è il numero di lavoratori facente parte del campione (singoli lavoratori per i quali si è misurato il livello d'esposizione).

La procedura per determinare la dimensione minima del campione è la seguente:

- a) ottenere i livelli di esposizione al rumore per almeno 3 lavoratori
- b) calcolare lo scarto tipo dei livelli di esposizione campionati;
- c) determinare il numero delle unità richieste per il campione utilizzando il prospetto A.1;
- d) se il numero di unità scelte è minore di quello risultante da c), si devono ottenere i livelli di esposizione al rumore di altri lavoratori e ripetere le operazioni di cui da b) a d) fino a quando si ottengono i risultati richiesti dal prospetto A.1.

Il prospetto A.1 pubblicato nella Norma riporta la dimensione necessaria del campione per determinare l'esposizione media al rumore del gruppo con confidenza pari a 2 dB e fiducia del 95%, in funzione del numero totale dei lavoratori del gruppo e dello scarto tipo dei livelli di esposizione campionati.

La domanda che sorge spontanea è: da dove provengono i numeri riportati nel prospetto A.1? Inoltre, quali sono le condizioni che li rendono validi?

Brevi cenni di statistica [3]

Data una popolazione finita composta da N individui che abbiano in comune una certa proprietà L , ciascun individuo è caratterizzato da un proprio valore L_i di detta proprietà; misurando il valore della proprietà di tutti gli individui della popolazione otteniamo la *media* della proprietà:

$$(2) L_M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N L_i$$

Se dall'insieme dei valori L_i riusciamo a ricavare una distribuzione di probabilità per la proprietà L , si definisce *mediana* della distribuzione quel valore L_m tale che siano soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

probabilità che $(L_i < L_m) \leq 0,5$

probabilità che $(L_i \leq L_m) \geq 0,5$

qualunque sia L_i .

Si definisce *moda* della distribuzione il valore di L in cui la distribuzione di probabilità raggiunge un punto di massimo (una distribuzione può avere più mode).

Si definisce *varianza* della distribuzione di probabilità il valore

$$(3) \text{ var}(L) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (L_i - L_M)^2$$

e *deviazione standard* (o *scarto tipo*) della distribuzione la radice quadrata non negativa della varianza

$$(4) \quad \sigma = \sqrt{\text{var}(L)}$$

Una delle più importanti ed usate distribuzioni di probabilità è quella dovuta a Gauss, chiamata anche *distribuzione normale*; è simmetrica, assume il valore massimo in corrispondenza della mediana, ha media, moda e mediana coincidenti, presenta due flessi simmetrici a distanza σ dalla mediana.

La distribuzione normale modella molto bene alcuni fenomeni osservati: i caratteri antropometrici delle popolazioni umane, gli errori accidentali legati alle misure, alcuni fenomeni sociali ecc; inoltre approssima molto bene la distribuzione binomiale, quando il numero delle prove è molto alto.

Spesso è necessario ricavare informazioni sulla distribuzione della proprietà L per la totalità della popolazione a partire dall'osservazione o misurazione della proprietà stessa solo su un ristretto sottoinsieme della popolazione: si procede pertanto ad un campionamento, e si estrapola dai valori misurati su un campione di n individui un valore valido per tutti gli N individui. La corretta scelta del campione è molto importante per la validazione dei risultati, infatti il campione deve essere rappresentativo dei vari aspetti della popolazione, cogliendone l'eventuale presenza di stratificazioni e tenendone conto nella scelta degli individui da campionare: se dovessimo stimare l'altezza media degli italiani, dovremmo tenere conto che gli uomini sono mediamente più alti delle donne, pertanto il nostro campione dovrà contenere circa il 50% di individui per ogni sesso; sarebbe un errore scegliere un campione a forte prevalenza maschile o femminile.

Uno schema di campionamento che consente di evitare errori sistematici è il campionamento casuale (random sampling), in cui tutti gli individui della popolazione hanno la medesima probabilità di entrare nel campione; se poi l'individuo estratto viene rimesso nella popolazione, ed ha quindi la possibilità di entrare più volte nel medesimo campione, si parla di estrazione con ricollocamento; se invece l'individuo estratto viene tolto dalla popolazione, si parla di estrazione in blocco; i due tipi di campionamento tendono a coincidere quando N è molto grande oppure quando con N sufficientemente grande la frazione di campionamento n/N tende a zero (frazione di campionamento $< 0,05$).

Se per la popolazione totale esiste un solo valore per la media ed un solo valore per la varianza, esistono invece tante medie e tante varianze campionarie, una per ciascun campione che possiamo estrarre dalla popolazione: per l'estrazione in

blocco, il numero di campioni possibili è pari a $\left(\frac{N!}{n(N-n)!} \right)$;

per l'estrazione con ricollocamento, il numero di campioni possibili è pari a N^n .

Se calcolassimo la media di tutti i campioni possibili, otterremmo che questa media si distribuisce secondo una distribuzione di probabilità, che chiameremo distribuzione di campionamento della media (abbreviato in CM): si dimostra che la media della distribuzione CM coincide con la media della popolazione, e che la varianza della distribuzione CM diminuisce all'aumentare della dimensione dei campioni.

La relazione che lega lo scarto tipo della distribuzione CM allo scarto tipo della popolazione è la seguente:

$$(5) \quad \sigma_{CM} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

per estrazione in blocco e

$$(6) \quad \sigma_{CM} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

per estrazione con ricollocamento.

Purtroppo la varianza della popolazione è spesso incognita, per cui le formule sopra riportate ci danno solo l'informazione, qualitativa, che, in media, all'aumentare del numero di campioni il valore medio della distribuzione MC si scosterà sempre meno dal valore vero della media di L calcolato sulla popolazione totale.

Data una popolazione, vogliamo determinare la proprietà L della popolazione a partire dalla misura di questa proprietà solo su un campione della popolazione: dovremo allora interporre tra i risultati delle osservazioni sul campione e la nostra popolazione una funzione della variabile casuale osservata che chiameremo stimatore.

Lo stimatore deve essere corretto ed efficiente: è corretto quando aumentando il numero di campioni il valore stimato tende a coincidere con quello vero; è efficiente quando la varianza dello stimatore è minima rispetto a tutti gli altri stimatori corretti possibili. Utilizzare la media del campione come stimatore della media della popolazione soddisfa le condizioni di correttezza ed efficienza. Per stimare la varianza della popolazione a partire dalla varianza della distribuzione CM, dobbiamo prima correggere l'espressione dello scarto tipo dei campioni osservati:

$$(7) \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_M)^2}{n-1}}$$

dove X_i rappresenta il valore osservato per il singolo elemento del campione ed X_M il valore medio del campione osservato, e dove al denominatore è stato sottratto 1 al numero di unità del campione per tenere conto del fatto che l'insieme delle medie dei campioni ha un elemento che è linearmente dipendente dagli altri, e che pertanto va scartato.

Se la proprietà che vogliamo esaminare è presente nella popolazione con una distribuzione normale, si può dimostrare che la distribuzione CM nel caso di estrazione in blocco è una distribuzione di Student, mentre è una normale per l'estrazione con ricollocamento; ma anche se la popolazione di partenza non ha distribuzione normale, la distribuzione delle medie campionarie tende a seguire le regole precedenti, secondo quanto affermato dal teorema del limite centrale, se la frazione di campionamento è relativamente grande.

La distribuzione di Student ha forma campanulare, è simmetrica, ed i suoi percentili sono tabulati in funzione dei gradi di libertà del sistema; quando i gradi di libertà tendono a infinito, la distribuzione di Student coincide con una distribuzione

normale. Riportiamo nella tabella 1 in appendice i percentili di Student, in funzione dei gradi di libertà.

Possiamo allora approssimare il valore di confidenza per la media della popolazione, nel caso di estrazione in blocco, con la formula:

$$(8) \quad C = \frac{t_{(1-\alpha, n-1)}}{\sqrt{n}} S \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}$$

Calcolo della minima dimensione campionaria

Ricordando le ipotesi che stanno alla base del procedimento, ovvero che:

- i livelli equivalenti dei singoli lavoratori del gruppo si distribuiscano secondo una normale
- che i lavoratori da misurare siano scelti oculatamente, ovvero siano rappresentativi di un'eventuale stratificazione del gruppo e non siano correlati tra loro
- che l'estrazione delle unità del campione sia fatta senza ricollocamento, ovvero che i livelli di rumore vengano misurati via via per lavoratori sempre diversi (vietato utilizzare 2 o più volte nel calcolo il livello di un certo lavoratore per risparmiare una misura!)

possiamo ricavare il numero di unità del campione necessarie per confermare la validità del livello medio entro il valore di confidenza C e con coefficiente di fiducia α risolvendo rispetto a n la seguente equazione:

$$(9) \quad \frac{t_{(1-\alpha, n-1)}}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_M)^2}{n-1}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \leq C$$

dove:

$t_{(1-\alpha, n-1)}$ è la variabile di Student calcolata per il percentile $(1 - \alpha)$ ed $(n - 1)$ gradi di libertà;

n è il numero di lavoratori del campione per i quali si è misurato il livello di rumore;

X_i è il valore del livello equivalente rilevato per l' i -esimo lavoratore;

X_M è il valore medio dei livelli equivalenti rilevati per gli n lavoratori;

N è il numero totale di lavoratori del gruppo;

C è il valore della confidenza, in dB, entro cui vogliamo sia compresa la differenza tra il valore del livello equivalente medio X_M e quello di un qualunque lavoratore del gruppo.

Attenzione: quando parliamo di fiducia ci riferiamo all'ampiezza della singola coda della distribuzione, per cui è necessario fare attenzione al fatto che a volte nella letteratura tecnica ci si riferisce come fiducia all'ampiezza di entrambe le code della distribuzione di Student; quindi fiducia al 90% su 2 code e fiducia al 95% su una coda sono equivalenti.

La Norma UNI 9432 [1] contiene una sola tabella per ricavare n , valida per confidenza di 2 dB e coefficiente di fiducia 95%; risolvendo l'equazione (9) siamo in grado di pubblicare in appendice altre tabelle per n , con confidenza C e

coefficiente di fiducia diversi da quelli presenti nella Norma UNI, in funzione del numero totale N di lavoratori del gruppo.

Per ricavare le tabelle ci siamo attenuti all'arrotondamento all'intero più vicino, così come nella tabella della UNI 9432 [1]; a mio parere, sarebbe più corretto arrotondare il valore di n per eccesso, onde garantire una affidabilità maggiore dei risultati; inoltre, per $N > 50$, il valore di n dipende dalle scelte effettuate per l'interpolazione, per cui i valori pubblicati possono differire di un'unità rispetto a quelli che si ricavano con criteri d'interpolazione differenti da quelli da noi usati.

Livello d'esposizione per gruppi ed errore associato alla misura

Le Linee Guida ISPESL [2] trattano l'aspetto dell'errore di misura legato al campionamento del livello equivalente, supponendo di estrarre campioni di durata inferiore alla durata dell'attività in esame, ma sempre relativamente alla determinazione del livello equivalente di un'attività svolta dal singolo lavoratore.

Se però vogliamo assegnare al singolo lavoratore il livello equivalente medio del gruppo, quale sarà l'errore associato?

In realtà il valore della deviazione standard dei campioni rispetto alla media dei campioni ci dà un'indicazione sulla dispersione dei risultati del campionamento, ma non sulla dispersione della proprietà per la popolazione totale.

Per questo motivo non utilizzeremo come errore per il livello equivalente il valore dello scarto tipo del campione, bensì il valore della confidenza C che abbiamo scelto per stabilire il numero di campioni necessari.

Naturalmente, si confida che al più presto le Linee Guida ISPESL [2] vengano aggiornate per tenere conto delle novità introdotte dalla revisione della Norma UNI 9432 [1], e per approfondire la parte relativa al livello d'esposizione per gruppi.

Un'ultima considerazione relativamente all'ipotesi di distribuzione normale dei livelli equivalenti dei singoli lavoratori del gruppo: questa ipotesi, alla base dell'applicazione delle tabelle qui riportate, non è sempre verificata [4] [5] [6], ed andrebbe fatto un test per verificare se i valori dei livelli misurati sono compatibili con una curva normale; qualora l'ipotesi non fosse verificata, è opportuno aumentare il numero di unità del campione per dare maggiore significatività al livello medio livello d'esposizione a rumore del gruppo risultante dai calcoli.

Bibliografia

[1] UNI 9432-2002 *"Acustica – Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro"* (in fase di pubblicazione)

[2] ISPESL *"Linee Guida per la valutazione del rischio da rumore negli ambienti di lavoro"*

[3] M. J. Lombardi, F. M. Stefanini *"Laboratorio virtuale di probabilità e statistica"* - Dipartimento di Statistica "G. Parenti" Università degli Studi di Firenze - http://www.ds.unifi.it/VL/VL_IT/index.html

[4] S. Atzeri *"Sulla variabilità di $L_{ep,d}$ "* Atti del convegno dBA '94 Rumore e vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro; Ed. Az.USL di Modena - Modena 1994

[5] P. Turco ed altri *"La valutazione del $L_{ep,d}$ in aziende artigianali di piccole dimensioni nel comparto del legno"* Atti del convegno dBA '94 Rumore e

vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro; Ed. Az.USL di Modena - Modena 1994

[6] A. M. Vandelli ed altri *“Confronto tra i Lep,d dei rapporti di valutazione ex D. Lgs. 277/91 e quelli rilevati dalle USL nel comparto ceramica”* Atti del convegno dBA '94 Rumore e vibrazioni: valutazione, prevenzione e bonifica in ambiente di lavoro; Ed. Az.USL di Modena - Modena 1994

L'autore desidera ringraziare la dott.ssa Maria Pia Marino e la dott.ssa Anna Parroco per l'ausilio fornito nella stesura della parte di statistica.

Appendice

	1-α (percentile relativo alla singola coda)			
Gradi di libertà	0,1	0,05	0,025	0,01
1	3,078	6,314	12,706	31,821
2	1,886	2,920	4,303	6,965
3	1,638	2,353	3,182	4,541
4	1,533	2,132	2,776	3,747
5	1,476	2,015	2,571	3,365
6	1,440	1,943	2,447	3,143
7	1,415	1,895	2,365	2,998
8	1,397	1,860	2,306	2,896
9	1,383	1,833	2,262	2,821
10	1,372	1,812	2,228	2,764
11	1,363	1,796	2,201	2,718
12	1,356	1,782	2,179	2,681
13	1,350	1,771	2,160	2,650
14	1,345	1,761	2,145	2,624
15	1,341	1,753	2,131	2,602
20	1,325	1,725	2,086	2,528
25	1,316	1,708	2,060	2,485
30	1,310	1,697	2,042	2,457
40	1,303	1,684	2,021	2,423
60	1,296	1,671	2,000	2,390
120	1,289	1,658	1,980	2,358
∞	1,282	1,645	1,96	2,326

Tabella 1: percentili della distribuzione di Student

C=1 dB, $\alpha=95\%$		S (deviazione standard del campione)									
	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6
	7	3	5	6	6	7	7	7	7	7	7
	8	3	5	6	7	7	8	8	8	8	8
	9	3	5	7	7	8	8	9	9	9	9
	10	3	5	7	8	9	9	9	10	10	10
	11	4	5	7	8	9	10	10	10	11	11
	12	4	6	7	9	10	10	11	11	11	12
	13	4	6	8	9	10	11	12	12	12	12
	14	4	6	8	10	11	12	12	13	13	13
	15	4	6	8	10	11	12	13	13	14	14
	16	4	6	8	10	12	13	14	14	15	15
	17	4	6	9	11	12	13	14	15	15	16
	18	4	6	9	11	13	14	15	16	16	17
	19	4	6	9	11	13	14	16	16	17	17
	20	4	6	9	12	13	15	16	17	18	18
	21	4	6	9	12	14	15	17	18	18	19
	22	4	6	9	12	14	16	17	18	19	20
	23	4	6	9	12	15	16	18	19	20	20
	24	4	6	10	12	15	17	18	19	20	21
	25	4	6	10	13	15	17	19	20	21	22
	26	4	6	10	13	16	18	19	21	22	22
	27	4	6	10	13	16	18	20	21	22	23
	28	4	6	10	13	16	18	20	22	23	24
	29	4	6	10	13	16	19	21	22	23	24
	30	4	6	10	14	17	19	21	23	24	25
	31	4	7	10	14	17	20	22	23	25	26
	32	4	7	10	14	17	20	22	24	25	26
	33	4	7	10	14	17	20	23	24	26	27
	34	4	7	10	14	18	21	23	25	26	28
	35	4	7	10	14	18	21	23	25	27	28
	36	4	7	10	15	18	21	24	26	27	29
	37	4	7	11	15	18	22	24	26	28	29
	38	4	7	11	15	19	22	25	27	29	30
	39	4	7	11	15	19	22	25	27	29	31
	40	4	7	11	15	19	22	25	28	30	31
	41	4	7	11	15	19	23	26	28	30	32
	42	4	7	11	15	19	23	26	29	31	32
	43	4	7	11	15	20	23	26	29	31	33
	44	4	7	11	15	20	24	27	29	32	33
	45	4	7	11	16	20	24	27	30	32	34
	46	4	7	11	16	20	24	27	30	33	34
	47	4	7	11	16	20	24	28	31	33	35
	48	4	7	11	16	20	25	28	31	33	36
	49	4	7	11	16	21	25	28	31	34	36
	50 – 59	4	7	11	16	21	26	30	34	37	39
	60 – 69	4	7	12	17	23	28	33	37	40	44
	70 – 79	4	7	12	17	24	29	35	40	44	48
	80 – 89	4	7	12	18	24	31	37	42	47	51
	90 – 99	4	7	12	18	25	32	38	44	50	55
	100 – 124	4	7	12	19	26	33	41	48	54	60
	125 – 149	4	7	12	19	27	35	43	51	59	66
	150 – 174	4	7	13	20	28	36	45	54	63	71
	175 – 199	4	7	13	20	28	37	47	57	66	75
	200 – 249	4	7	13	20	29	39	49	59	70	80

C=3 dB, $\alpha=95\%$		S (deviazione standard del campione)									
	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5
	6	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6
	7	3	3	4	4	5	5	6	6	6	6
	8	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7
	9	3	3	4	5	5	6	7	7	7	8
	10	3	3	4	5	6	6	7	7	8	8
	11	3	3	4	5	6	6	7	8	8	9
	12	3	3	4	5	6	7	7	8	9	9
	13	3	3	4	5	6	7	8	8	9	10
	14	3	3	4	5	6	7	8	9	9	10
	15	3	3	4	5	6	7	8	9	10	10
	16	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	17	3	3	4	5	6	7	9	10	10	11
	18	3	3	4	5	6	8	9	10	11	12
	19	3	3	4	5	6	8	9	10	11	12
	20	3	3	4	5	7	8	9	10	11	12
	21	3	3	4	5	7	8	9	10	11	12
	22	3	3	4	5	7	8	9	11	12	13
	23	3	3	4	5	7	8	9	11	12	13
	24	3	3	4	5	7	8	10	11	12	13
	25	3	3	4	5	7	8	10	11	12	13
	26	3	3	4	5	7	8	10	11	12	14
	27	3	3	4	6	7	8	10	11	13	14
	28	3	3	4	6	7	8	10	11	13	14
	29	3	3	4	6	7	8	10	12	13	14
	30	3	3	4	6	7	9	10	12	13	15
	31	3	3	4	6	7	9	10	12	13	15
	32	3	3	4	6	7	9	10	12	13	15
	33	3	3	4	6	7	9	10	12	14	15
	34	3	3	4	6	7	9	10	12	14	15
	35	3	3	4	6	7	9	10	12	14	15
	36	3	3	4	6	7	9	10	12	14	16
	37	3	3	4	6	7	9	11	12	14	16
	38	3	3	4	6	7	9	11	12	14	16
	39	3	3	4	6	7	9	11	12	14	16
	40	3	3	4	6	7	9	11	13	14	16
	41	3	3	4	6	7	9	11	13	14	16
	42	3	3	4	6	7	9	11	13	15	16
	43	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	44	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	45	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	46	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	47	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	48	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	49	3	3	4	6	7	9	11	13	15	17
	50 – 59	3	3	4	6	7	9	11	13	16	18
	60 – 69	3	3	4	6	7	9	12	14	16	19
	70 – 79	3	3	4	6	8	10	12	14	17	19
	80 – 89	3	3	4	6	8	10	12	14	17	20
	90 – 99	3	3	4	6	8	10	12	15	17	20
	100 – 124	3	3	4	6	8	10	12	15	18	21
	125 – 149	3	3	4	6	8	10	12	15	18	21
	150 – 174	3	3	4	6	8	10	13	15	18	22
	175 – 199	3	3	5	6	8	10	13	15	19	22
	200 – 249	3	3	5	6	8	10	13	16	19	22

C=1 dB, $\alpha=97.5\%$		S (deviazione standard del campione)									
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	4	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7
8	4	6	7	7	8	8	8	8	8	8	8
9	4	6	7	8	8	9	9	9	9	9	9
10	4	6	8	9	9	10	10	10	10	10	10
11	4	6	8	9	10	10	11	11	11	11	11
12	4	7	9	10	11	11	11	12	12	12	12
13	4	7	9	10	11	12	12	12	13	13	13
14	4	7	9	11	12	12	13	13	14	14	14
15	4	7	10	11	12	13	14	14	14	15	15
16	4	7	10	12	13	14	14	15	15	15	15
17	4	7	10	12	14	14	15	16	16	16	16
18	4	7	10	13	14	15	16	16	17	17	17
19	4	8	11	13	15	16	17	17	18	18	18
20	4	8	11	13	15	16	17	18	18	19	19
21	4	8	11	14	16	17	18	19	19	20	20
22	4	8	11	14	16	18	19	19	20	20	20
23	4	8	11	14	17	18	19	20	21	21	21
24	4	8	12	15	17	19	20	21	21	22	22
25	4	8	12	15	17	19	20	21	22	23	23
26	4	8	12	15	18	20	21	22	23	23	23
27	4	8	12	16	18	20	22	23	24	24	24
28	5	8	12	16	19	21	22	23	24	25	25
29	5	8	12	16	19	21	23	24	25	26	26
30	5	8	13	16	19	22	23	25	26	27	27
31	5	8	13	17	20	22	24	25	26	27	27
32	5	8	13	17	20	23	25	26	27	28	28
33	5	8	13	17	20	23	25	27	28	29	29
34	5	8	13	17	21	23	26	27	28	29	29
35	5	8	13	17	21	24	26	28	29	30	30
36	5	8	13	18	21	24	27	28	30	31	31
37	5	9	13	18	22	25	27	29	30	31	31
38	5	9	13	18	22	25	28	30	31	32	32
39	5	9	13	18	22	26	28	30	32	33	33
40	5	9	14	18	23	26	29	31	32	34	34
41	5	9	14	19	23	26	29	31	33	34	34
42	5	9	14	19	23	27	29	32	33	35	35
43	5	9	14	19	23	27	30	32	34	36	36
44	5	9	14	19	24	27	30	33	35	36	36
45	5	9	14	19	24	28	31	33	35	37	37
46	5	9	14	19	24	28	31	34	36	37	37
47	5	9	14	20	24	28	32	34	36	38	38
48	5	9	14	20	25	29	32	35	37	39	39
49	5	9	14	20	25	29	33	35	38	39	39
50 – 59	5	9	15	21	26	31	35	38	41	43	43
60 – 69	5	9	15	22	28	34	38	42	46	48	48
70 – 79	5	9	15	23	29	36	41	46	50	54	54
80 – 89	5	9	16	23	31	38	44	50	54	58	58
90 – 99	5	9	16	24	32	40	47	53	58	63	63
100 – 124	5	9	16	25	33	42	50	58	64	70	70
125 – 149	5	9	17	25	35	45	54	63	71	78	78
150 – 174	5	9	17	26	36	47	58	68	77	85	85
175 – 199	5	10	17	27	37	49	60	71	82	92	92
200 – 249	5	10	17	27	39	51	63	76	88	99	99

C=2 dB, $\alpha=97.5\%$		S (deviazione standard del campione)								
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5
6	3	4	5	5	6	6	6	6	6	6
7	3	4	5	6	6	7	7	7	7	7
8	3	4	5	6	7	7	7	8	8	8
9	3	5	6	7	7	8	8	8	9	9
10	3	5	6	7	8	8	9	9	9	10
11	3	5	6	7	8	9	9	10	10	10
12	3	5	6	7	9	9	10	10	11	11
13	3	5	6	8	9	10	11	11	11	12
14	3	5	6	8	9	10	11	12	12	12
15	3	5	7	8	10	11	12	12	13	13
16	3	5	7	8	10	11	12	13	13	14
17	3	5	7	9	10	11	12	13	14	14
18	3	5	7	9	10	12	13	14	15	15
19	3	5	7	9	11	12	13	14	15	16
20	3	5	7	9	11	12	14	15	16	16
21	3	5	7	9	11	13	14	15	16	17
22	3	5	7	9	11	13	14	16	17	18
23	3	5	7	9	11	13	15	16	17	18
24	3	5	7	9	12	14	15	17	18	19
25	3	5	7	10	12	14	16	17	18	19
26	3	5	7	10	12	14	16	17	19	20
27	3	5	7	10	12	14	16	18	19	20
28	3	5	7	10	12	14	16	18	20	21
29	3	5	7	10	12	15	17	18	20	21
30	3	5	7	10	13	15	17	19	20	22
31	3	5	7	10	13	15	17	19	21	22
32	3	5	7	10	13	15	18	19	21	23
33	3	5	8	10	13	15	18	20	22	23
34	3	5	8	10	13	16	18	20	22	23
35	3	5	8	10	13	16	18	20	22	24
36	3	5	8	10	13	16	18	21	23	24
37	3	5	8	10	13	16	19	21	23	25
38	3	5	8	10	13	16	19	21	23	25
39	3	5	8	10	13	16	19	22	24	26
40	3	5	8	11	14	17	19	22	24	26
41	3	5	8	11	14	17	20	22	24	26
42	3	5	8	11	14	17	20	22	25	27
43	3	5	8	11	14	17	20	23	25	27
44	3	5	8	11	14	17	20	23	25	27
45	3	5	8	11	14	17	20	23	26	28
46	3	5	8	11	14	17	20	23	26	28
47	3	5	8	11	14	17	21	23	26	28
48	3	5	8	11	14	18	21	24	26	29
49	3	5	8	11	14	18	21	24	27	29
50 – 59	3	5	8	11	15	18	22	25	28	31
60 – 69	3	5	8	11	15	19	23	27	30	34
70 – 79	3	5	8	11	15	20	24	28	32	36
80 – 89	3	5	8	12	16	20	25	29	34	38
90 – 99	3	5	8	12	16	21	25	30	35	40
100 – 124	3	5	8	12	16	21	26	32	37	42
125 – 149	3	5	8	12	17	22	27	33	39	45
150 – 174	3	5	8	12	17	22	28	34	41	47
175 – 199	3	5	8	12	17	23	29	35	42	49
200 – 249	3	5	8	12	17	23	29	36	43	51

C=3 dB, $\alpha=97.5\%$		S (deviazione standard del campione)									
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
5	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	
6	3	4	4	5	5	5	6	6	6	6	
7	3	4	4	5	6	6	6	6	7	7	
8	3	4	5	5	6	6	7	7	7	7	
9	3	4	5	6	6	7	7	8	8	8	
10	3	4	5	6	6	7	8	8	9	9	
11	3	4	5	6	7	8	8	9	9	9	
12	3	4	5	6	7	8	9	9	10	10	
13	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	
14	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	
15	3	4	5	6	7	9	10	10	11	12	
16	3	4	5	6	8	9	10	11	11	12	
17	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	
18	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	
19	3	4	5	7	8	9	11	12	13	13	
20	3	4	5	7	8	10	11	12	13	14	
21	3	4	5	7	8	10	11	12	13	14	
22	3	4	5	7	8	10	11	13	14	15	
23	3	4	5	7	8	10	11	13	14	15	
24	3	4	5	7	8	10	12	13	14	15	
25	3	4	5	7	9	10	12	13	15	16	
26	3	4	5	7	9	10	12	13	15	16	
27	3	4	5	7	9	10	12	14	15	16	
28	3	4	5	7	9	11	12	14	15	17	
29	3	4	5	7	9	11	12	14	16	17	
30	3	4	5	7	9	11	13	14	16	17	
31	3	4	5	7	9	11	13	14	16	18	
32	3	4	5	7	9	11	13	15	16	18	
33	3	4	5	7	9	11	13	15	16	18	
34	3	4	5	7	9	11	13	15	17	18	
35	3	4	5	7	9	11	13	15	17	19	
36	3	4	6	7	9	11	13	15	17	19	
37	3	4	6	7	9	11	13	15	17	19	
38	3	4	6	7	9	11	13	15	17	19	
39	3	4	6	7	9	11	13	16	18	19	
40	3	4	6	7	9	11	14	16	18	20	
41	3	4	6	7	9	11	14	16	18	20	
42	3	4	6	7	9	12	14	16	18	20	
43	3	4	6	7	9	12	14	16	18	20	
44	3	4	6	7	9	12	14	16	18	20	
45	3	4	6	7	9	12	14	16	19	21	
46	3	4	6	7	9	12	14	16	19	21	
47	3	4	6	7	9	12	14	16	19	21	
48	3	4	6	7	10	12	14	17	19	21	
49	3	4	6	7	10	12	14	17	19	21	
50 – 59	3	4	6	7	10	12	15	17	20	22	
60 – 69	3	4	6	8	10	12	15	18	21	24	
70 – 79	3	4	6	8	10	13	15	18	21	25	
80 – 89	3	4	6	8	10	13	16	19	22	25	
90 – 99	3	4	6	8	10	13	16	19	23	26	
100 – 124	3	4	6	8	10	13	16	20	23	27	
125 – 149	3	4	6	8	10	13	17	20	24	28	
150 – 174	3	4	6	8	10	13	17	21	25	29	
175 – 199	3	4	6	8	10	14	17	21	25	30	
200 – 249	3	4	6	8	11	14	17	21	26	30	

C=2 dB, $\alpha=99\%$		S (deviazione standard del campione)									
	N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6
	7	4	5	6	6	7	7	7	7	7	7
	8	4	5	6	7	7	8	8	8	8	8
	9	4	5	7	7	8	8	9	9	9	9
	10	4	5	7	8	8	9	9	10	10	10
	11	4	6	7	8	9	10	10	10	11	11
	12	4	6	7	9	10	10	11	11	11	12
	13	4	6	8	9	10	11	11	12	12	12
	14	4	6	8	9	10	11	12	12	13	13
	15	4	6	8	10	11	12	13	13	14	14
	16	4	6	8	10	11	12	13	14	14	15
	17	4	6	8	10	12	13	14	14	15	15
	18	4	6	8	10	12	13	14	15	16	16
	19	4	6	8	11	12	14	15	16	16	17
	20	4	6	9	11	13	14	15	16	17	17
	21	4	6	9	11	13	15	16	17	18	18
	22	4	6	9	11	13	15	16	17	18	19
	23	4	6	9	11	14	15	17	18	19	19
	24	4	6	9	12	14	16	17	18	19	20
	25	4	6	9	12	14	16	18	19	20	21
	26	4	6	9	12	14	16	18	19	21	21
	27	4	6	9	12	15	17	18	20	21	22
	28	4	6	9	12	15	17	19	20	22	23
	29	4	6	9	12	15	17	19	21	22	23
	30	4	6	9	12	15	18	20	21	23	24
	31	4	7	9	12	15	18	20	22	23	24
	32	4	7	9	13	16	18	20	22	24	25
	33	4	7	10	13	16	18	21	23	24	25
	34	4	7	10	13	16	19	21	23	25	26
	35	4	7	10	13	16	19	21	23	25	27
	36	4	7	10	13	16	19	22	24	26	27
	37	4	7	10	13	16	19	22	24	26	28
	38	4	7	10	13	17	20	22	25	26	28
	39	4	7	10	13	17	20	23	25	27	29
	40	4	7	10	13	17	20	23	25	27	29
	41	4	7	10	13	17	20	23	26	28	30
	42	4	7	10	14	17	20	23	26	28	30
	43	4	7	10	14	17	21	24	26	29	31
	44	4	7	10	14	17	21	24	27	29	31
	45	4	7	10	14	17	21	24	27	29	31
	46	4	7	10	14	18	21	24	27	30	32
	47	4	7	10	14	18	21	25	28	30	32
	48	4	7	10	14	18	22	25	28	31	33
	49	4	7	10	14	18	22	25	28	31	33
	50 – 59	4	7	10	14	19	23	26	30	33	36
	60 – 69	4	7	10	15	19	24	28	32	36	39
	70 – 79	4	7	11	15	20	25	30	34	39	42
	80 – 89	4	7	11	15	20	26	31	36	41	45
	90 – 99	4	7	11	16	21	27	32	38	43	48
	100 – 124	4	7	11	16	21	28	34	40	46	52
	125 – 149	4	7	11	16	22	29	36	43	49	56
	150 – 174	4	7	11	16	23	29	37	44	52	59
	175 – 199	4	7	11	16	23	30	38	46	54	62
	200 – 249	4	7	11	17	23	31	39	48	57	66

