

Allegato 1

**La determinazione dei costi standardizzati per i
lavori pubblici:
una proposta metodologica basata sulle
incidenze percentuali delle componenti di
lavorazioni prevalenti**

La determinazione dei costi standardizzati per i lavori pubblici: una proposta metodologica basata sulle incidenze percentuali delle componenti di lavorazioni prevalenti

Sommario

1. Aspetti teorici di base.	3
2. Generalizzazione.....	4
3. Esempio: il costo standard dei rilevati autostradali.....	7

1. Aspetti teorici di base.

La determinazione dei costi standard per tipologia di opera richiede necessariamente l'individuazione di un parametro significativo che identifichi nel suo complesso ciascuna tipologia in relazione alla sua destinazione d'uso. Questo parametro per esempio potrà essere il numero di classi per le scuole, il numero di posti letto nel caso di ospedali, il numero di posti auto per i parcheggi e il numero di vani o di metri quadrati nel caso dell'edilizia residenziale.

Ciascuna opera è caratterizzata da numerosi componenti (lavorazioni): strutture in cemento armato, pavimenti, intonaci, opere da pittore, impianti elettrici, impianti termici, ecc. In altre parole, il costo dell'opera determinato in fase di progettazione è funzione delle lavorazioni e conseguentemente dei prezzi unitari desunti dai prezzari regionali.

Con riferimento alle singole lavorazioni, ciascuna di esse incide in misura diversa in funzione delle quantità necessarie e dei costi unitari desumibili dal computo metrico estimativo.

Si supponga di volere costruire una tipologia di opera in una zona non sismica e in un sito il cui terreno di fondazione abbia una buona resistenza meccanica (condizioni ottimali per la realizzazione dell'opera). L'importo da porre a base di gara IBG è esprimibile in funzione delle percentuali delle varie lavorazioni di cui si compone l'opera:

$$IBG = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) * IBG \quad (1)$$

Dove

$$(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) = 1 \quad (2)$$

e

X_i = incidenza percentuale della i-esima lavorazione

Se invece l'opera ricade in zona sismica le strutture devono essere realizzate con più armatura e conseguentemente con un maggiore costo delle strutture. L'incidenza percentuale delle strutture subirà rispetto alla soluzione ottimale un incremento così come anche nel caso in cui il terreno di fondazione risultasse scadente, necessitando di fondazioni profonde (pali).

L'incremento della quantità di una lavorazione si traduce in un incremento dell'importo a base di gara prima determinato. L'importo da porre a base di gara di una soluzione non ottimale (IBG1) sarà fornito dalla seguente espressione:

$$IBG1 = [(X_1 + \Delta X_1) + (X_2 + \Delta X_2) + (X_3 + \Delta X_3) + \dots + (X_n + \Delta X_n)] * IBG \quad (3)$$

che si può riscrivere nella forma:

$$IBG1 = [1 + (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3 + \dots + \Delta X_n)] * IBG \quad (4)$$

La formula (4) fornisce il valore dell'importo a base di gara di una soluzione diversa da quella ottimale sulla base degli incrementi alle incidenze X_i .

Con riferimento al progetto base (o ad un insieme di progetti base) è possibile determinare sia il Prezzo IBG sia le quantità X_i di cui si compone l'opera. Le quantità ΔX_i sono individuabili sulla base di progetti con caratteristiche diverse da quello base. Per esempio nel caso di una scuola costruita su terreno scadente rispetto ad una scuola costruita su un terreno resistente è possibile individuare l'incremento delle opere strutturali ΔX_i .

Il costo standard base Csb risulta:

$$Csb = [1 + (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3 + \dots + \Delta X_n)] * IBG * R_m * f / p \quad (5)$$

Con p, parametro che individua l'opera, p= numero di aule del progetto base nel caso di una scuola, Rm ribasso medio rilevato nella regione per il tipo di opera e per fascia d'importo e f parametro che tiene conto dell'efficienza.

Il parametro di riferimento di alcune tipologie di opere è un variabile discreta, cioè è una variabile che assume valori numerici all'interno di intervalli predefiniti. Per esempio nel caso di un liceo si possono trovare scuole di 5, 10, 15 o 20 classi e non scuole con 6, 12 e 17 classi. Il passaggio da una classe di valori all'altra può comportare la costruzione di ulteriori laboratori di uso comune o di altre strutture comuni (per esempio, una palestra può essere sufficiente per 15 classi, ma se si costruisce una scuola con 20 classi è necessario costruire 2 palestre, ecc.).

Pertanto, il costo standard Cs, per tenere conto di questa evenienza, assume la seguente forma:

$$Cs = [1 + (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3 + \dots + \Delta X_n)] * (1 + \Lambda) * IBG * R_m * f / P \quad (6)$$

dove

Λ = parametro che tiene conto dell'incidenza di ulteriori opere necessarie al variare della classe di riferimento del parametro p. Anche detto parametro si ricava dall'analisi dei computi metrici estimativi.

L'aggiornamento annuale dei costi standard può essere effettuato con la seguente formula:

$$Cs = [(X_1 + \Delta X_1) * (1 + \Delta PR_{x1}) + (X_2 + \Delta X_2) * (1 + \Delta PR_{x2}) + \dots + (X_n + \Delta X_n) * (1 + \Delta PR_{xn})] * (1 + \Lambda) * IBG * R_m * f / P \quad (7)$$

dove

ΔPR_{xi} = variazione percentuale del prezzario regionale con riferimento alle voci di prezzo della lavorazione i.

All'inizio di ciascun anno è possibile aggiornare il costo standard per ogni tipologia di opera e per ogni regione sulla base dei ribassi medi registrati per le diverse tipologie di opere e sulla base delle variazioni dei prezzari delle diverse lavorazioni nelle medesime regioni.

2. Generalizzazione

La formula (6) può essere scritta per tutte le tipologie di opere e per tutte le aree territoriali omogenee utilizzando il calcolo vettoriale:

$$CS = G \bullet^T \bullet F \quad (8)$$

Dove

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} / p_1 & f_{12} / p_1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & f_{1reg} / p_1 \\ f_{21} / p_2 & f_{22} / p_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & f_{2reg} / p_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ f_{m1} / pm & f_{m2} / pm & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & f_{mreg} / pm \end{bmatrix} = \cdot \quad (9)$$

$$= \begin{bmatrix} (1 + \lambda_1)_1 & (1 + \lambda_1)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (1 + \lambda_1)_{reg} \\ (1 + \lambda_2)_1 & (1 + \lambda_2)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (1 + \lambda_2)_{reg} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ (1 + \lambda_m)_1 & (1 + \lambda_m)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (1 + \lambda_m)_{reg} \end{bmatrix} \cdot \quad (10)$$

$$\mathbf{G} = \mathbf{R} \cdot \mathbf{S} \quad (11)$$

I coefficiente f_{ij} sono i parametri di efficienza per ciascuna opera i nella regione j . Il primo indice varia da 1 a m , essendo m il numero di opere oggetto di determinazione del costo standard, il secondo indice varia invece da 1 a reg , con reg numero di regioni. Il valore p_i è il parametro che caratterizza il tipo di opera i . Le colonne della matrice f sono tutte uguali se le efficienze delle regioni sono uguali.

La matrice \mathbf{R} contiene i ribassi medi per ciascuna tipologia di opera e per ciascuna regione:

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & R_{1reg} \\ R_{21} & R_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & R_{2reg} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ R_{m1} & R_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & R_{mreg} \end{bmatrix} \cdot \quad (12)$$

La matrice \mathbf{S} invece è

data dal seguente prodotto matriciale:

$$\mathbf{S} = \mathbf{K}^T \cdot \mathbf{IBG} \quad (13)$$

dove

$$\mathbf{IBG} = \begin{bmatrix} IBG_{11} & IBG_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & IBG_{1reg} \\ IBG_{21} & IBG_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & IBG_{2reg} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ IBG_{m1} & IBG_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & IBG_{mreg} \end{bmatrix} \cdot \quad (14)$$

e

$$\mathbf{K} = \mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P} \quad (15)$$

Il coefficiente IBG_{ij} è l'importo dell'opera base i nella regione j . \mathbf{A} e $\Delta\mathbf{P}$ sono rispettivamente matrici contenenti i rapporti percentuali delle lavorazioni di ciascuna opera, comprensivi degli incrementi e dei decrementi e delle variazioni percentuali dell'importo a base di gara di ciascuna lavorazione in ciascuna regione:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} (X_1 + \Delta X_1)_1 & (X_1 + \Delta X_1)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (X_1 + \Delta X_1)_m \\ (X_2 + \Delta X_2)_1 & (X_2 + \Delta X_2)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (X_2 + \Delta X_2)_m \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ (X_n + \Delta X_n)_1 & (X_n + \Delta X_n)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (X_n + \Delta X_n)_m \end{bmatrix} \cdot \quad (16)$$

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} (1 + \Delta P_1)_1 & (1 + \Delta P_1)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (1 + \Delta P_1)_{reg} \\ (1 + \Delta P_2)_1 & (1 + \Delta P_2)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (1 + \Delta P_2)_{reg} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ (1 + \Delta P_n)_1 & (1 + \Delta P_n)_2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & (1 + \Delta P_n)_{reg} \end{bmatrix} \cdot \quad (17)$$

La matrice \mathbf{A} è dimensionata con riferimento all'opera che ha più componenti rispetto alle altre (n componenti). Le opere che hanno meno componenti avranno dei valori nulli in corrispondenza delle lavorazioni non previste.

DETERMINAZIONE DEL COSTO STANDARD DEI RILEVATI AUTOSTRADALI

Si tratta di una tipologia di opera per la quale il computo metrico estimativo viene effettuato con riferimento al metro lineare di rilevato. Il parametro p dell'equazione (5) è pertanto il metro lineare al variare dell'altezza del rilevato che invece dipende dall'andamento orografico del territorio (si riscontrano in genere rilevati alti fino a 6 m. Oltre questa altezza potrebbe essere tecnicamente ed economicamente più conveniente realizzare dei viadotti. Dai computi metrici estimativi si rileva che il costo del rilevato stradale, comprensivo della sottostruttura, del binder e del tappetino d'usura, varia quasi linearmente al variare dell'altezza. Per altezze inferiori ai 2 m, invece, il costo standard coincide con quello relativo al rilevato di altezza pari a 2 m poiché il costo è fortemente influenzato dalle spese di impianto del cantiere e di sistemazione dell'area.

Si riportano i costi del rilevato per altezze pari a m 2, 4 e 6 di un rilevato da realizzare in Emilia Romagna calcolati sulla base del computo metrico estimativo.

Rilevato altezza m 2: Costo al metro lineare: € 3.910

Rilevato altezza m 4: Costo al metro lineare: € 5.466

Rilevato altezza m 6: Costo al metro lineare: € 7.419

Per ogni metro lineare oltre i primi 2 metri, il costo medio aggiuntivo è di € 877. Rispetto al costo base di € 3.910 del rilevato di altezza di 2 m, l'incidenza percentuale è del 22% per ogni metro in più di altezza. Il parametro Λ dell'equazione (7) o il parametro λ_1 della prima riga della matrice (10) assumerà pertanto il valore $0,22*(H-2)$, essendo H l'altezza effettiva del rilevato.

Per quanto riguarda i valori da inserire in ciascuna matrice si fa presente che:

- la matrice **F**, assumendo come parametro f dell'efficienza il valore 1, ha una sola riga (una sola opera) con 21 valori unitari (19 regioni e 2 province autonome) poiché la valutazione base dell'opera è stata effettuata con riferimento al valore $p=1$ (metro lineare del rilevato);
- la matrice **Λ** ha una sola riga con 21 valori uguali pari a $(1+0,22*(H-2))$;
- la matrice **R** ha una sola riga con i valori dei ribassi medi rilevati in ogni regione o provincia autonoma relativamente ai lavori stradali. Per l'anno 2011 detti ribassi sono i seguenti:

$$R = [25,94 \quad 12,53 \quad 22,17 \quad 17,63 \quad 17,63 \quad 18,19 \quad 24,97 \quad 22,46 \quad 24,55 \quad 22,17 \quad 27,76 \quad 20,34 \quad 34,10 \quad 30,16 \quad 22,21 \quad 31,91 \quad 32,50 \quad 29,94 \quad 30,13 \quad 25,73 \quad 21,01]$$

L'ordine degli elementi della matrice seguono quello dell'ISTAT (Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Trento, Bolzano, Friuli, Veneto, Liguria, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Basilicata, Puglia, Calabria, Sicilia e Sardegna);

- la matrice **IBG** contiene il costo del rilevato stradale per ogni regione o provincia autonoma rilevato dal computo metrico. In prima approssimazione (utilizzando i prezzi regionali disponibili e considerando le principali lavorazioni del rilevato) sono stati determinati i seguenti valori di massima per la matrice **IBG** (una sola riga poiché è stato considerato un solo costo standard):

$$IBG = [4120 \quad 5267 \quad 4604 \quad 5836 \quad 5248 \quad 5409 \quad 3706 \quad 5722 \quad 3706 \quad 3888 \quad 4330 \quad 4292 \quad 3443 \quad 4876 \quad 3853 \quad 4638 \quad 3629 \quad 3860 \quad 4164 \quad 3658 \quad 4773]$$

Per le regioni per le quali il prezzo non è stato reperito si è inserito nella matrice il valore nullo;

- la matrice **A** ha una sola riga con valori uguali ad 1 (il rilevato è stato considerato con un solo gruppo di lavorazioni $X_1=1$ e $\Delta X_1=0$);
- la matrice **ΔP** ha una sola riga con valori uguali ad 1 per il primo anno di rilevazione ($\Delta P_1=0$ per il primo anno).

Effettuando i prodotti vettoriali si ottengono per ogni regione o provincia autonoma i seguenti costi standard di prima approssimazione al variare dell'altezza del rilevato stradale:

REGIONE	ALTEZZA RILEVATO				
	H= 2 m	H= 3 m	H=4 m	H= 5 m	H = 6 m
Piemonte	" 2.897	" 3.534	" 4.171	" 4.808	" 5.446
Valle d'Aosta	" 4.105	" 5.008	" 5.911	" 6.814	" 7.717
Lombardia	" 3.423	" 4.177	" 4.930	" 5.683	" 6.436
Trento	" 4.225	" 5.155	" 6.085	" 7.014	" 7.944
Bolzano	" 3.836	" 4.679	" 5.523	" 6.367	" 7.211
Friuli	" 4.299	" 5.245	" 6.191	" 7.137	" 8.083
Veneto	" 2.702	" 3.296	" 3.891	" 4.485	" 5.079
Liguria	" 4.287	" 5.230	" 6.173	" 7.116	" 8.059
Emilia Romagna	" 2.826	" 3.447	" 4.069	" 4.691	" 5.312
Toscana	" 2.912	" 3.552	" 4.193	" 4.834	" 5.474
Umbria	" 3.100	" 3.782	" 4.463	" 5.145	" 5.827
Marche	" 3.058	" 3.731	" 4.403	" 5.076	" 5.749
Lazio	" 2.227	" 2.717	" 3.207	" 3.697	" 4.187

Abruzzo	"	3.358	"	4.096	"	4.835	"	5.574	"	6.312
Molise	"	2.692	"	3.285	"	3.877	"	4.469	"	5.062
Campania	"	2.946	"	3.594	"	4.242	"	4.891	"	5.539
Basilicata	"	2.355	"	2.874	"	3.392	"	3.910	"	4.428
Puglia	"	2.498	"	3.047	"	3.597	"	4.146	"	4.696
Calabria	"	2.703	"	3.297	"	3.892	"	4.487	"	5.081
Sicilia	"	2.946	"	3.594	"	4.242	"	4.891	"	5.539
Sardegna	"	3.483	"	4.249	"	5.015	"	5.782	"	6.548