

Gaetano Miti

STIMA DEL COSTO DI COSTRUZIONE
NELLE OPERE DI INGEGNERIA CIVILE
Metodo parametrico, metodo analitico
e stime correlate

2^a Edizione

*Dedicato a due architetti e
ad una storica dell'arte*

© Copyright Legislazione Tecnica 2016

La riproduzione, l'adattamento totale o parziale, la riproduzione con qualsiasi mezzo, nonché la memorizzazione elettronica, sono riservati per tutti i paesi.

Finito di stampare nel mese di aprile 2016 da
Stabilimento Tipolitografico Ugo Quintily S.p.A.
Viale Enrico Ortolani 149/151 - Zona industriale di Acilia - 00125 Roma

Legislazione Tecnica S.r.L.
00144 Roma, Via dell'Architettura 16

Servizio Clienti
Tel. 06/5921743 - Fax 06/5921068
servizio.clienti@legislazionetecnica.it

Portale informativo: www.legislazionetecnica.it
Shop: ltshop.legislazionetecnica.it

Il contenuto del testo è frutto dell'esperienza dell'Autore, di un'accurata analisi della normativa e della pertinente giurisprudenza. Le opinioni contenute nel testo sono quelle dell'Autore, in nessun caso responsabile per il loro utilizzo.

Il lettore utilizza il contenuto del testo a proprio rischio, ritenendo indenne l'Autore da qualsiasi pretesa risarcitoria.

Elaborazioni grafiche a cura di Alessandro e Tommaso Miti.

INDICE

PREMESSA ALLA 2 ^a EDIZIONE	7
CAPITOLO 1 - RIFERIMENTI INTRODUTTIVI	9
1.1 Introduzione normativa	9
1.2 La legislazione sui contratti pubblici	12
1.3 Il costo di realizzazione di un'opera di ingegneria civile	14
1.3.1 Gli operatori del processo	14
1.3.2 La struttura generale del costo di realizzazione	17
1.3.3 I costi durante la vita utile	22
1.3.4 Le caratteristiche specifiche della produzione edilizia ..	26
1.4 La valutazione del costo di costruzione nelle varie fasi progettuali	29
1.4.1 Tipi di opere e di progetti	29
1.4.2 Livelli di stima del costo di costruzione	35
1.4.3 Le verifiche sul progetto	38
1.5 Richiami alle unità di misura	39
CAPITOLO 2 - IL METODO PARAMETRICO	45
2.1 Introduzione generale	45
2.2 La procedura di calcolo	47
2.3 I parametri di riferimento edilizi	57
2.4 La norma UNI ISO 9836	59
2.5 I costi standardizzati	64
2.6 I fattori correttivi	68
2.7 La relazione di stima	70
CAPITOLO 3 - IL METODO ANALITICO	77
3.1 Introduzione generale	77
3.2 La scomposizione del progetto	79
3.2.1 Tipi di classificazione	79
3.2.2 La Work Breakdown Structure	83
3.3 I prezzi unitari	88

3.3.1	La composizione generale dei prezzi	88
3.3.2	L'analisi del prezzo unitario	91
3.3.2.1	La mano d'opera	93
3.3.2.2	I materiali	112
3.3.2.3	I noleggi	113
3.3.2.4	I trasporti	115
3.3.2.5	Le spese generali	116
3.3.2.6	I subappalti	123
3.3.2.7	L'utile aziendale	124
3.3.3	Esempi di analisi dei prezzi unitari	125
3.4	I prezzi in edilizia	129
3.4.1	La normativa	129
3.4.2	I prezzi	130
3.4.3	L'elenco dei prezzi unitari di progetto	135
3.5	Il sistema di qualificazione delle imprese	136
3.5.1	La normativa di riferimento	136
3.5.2	Qualificazione e classificazione delle imprese	137
3.6	Il computo metrico	142
3.6.1	Struttura generale	142
3.6.2	Tipologie di computazione	144
3.6.3	La procedura di computo	145
3.6.4	Le norme di misurazione	149
3.7	Il computo metrico estimativo	164
3.7.1	La procedura generale	164
3.7.2	La computazione degli impianti tecnologici	167
3.7.3	I lavori in economia	171
3.7.4	Osservazioni conclusive	172
CAPITOLO 4 - STIME CORRELATE		177
4.1	La stima del costo della mano d'opera	177
4.1.1	Le prescrizioni normative	177
4.1.2	Il metodo di calcolo analitico	179
4.1.3	Il metodo di calcolo parametrico	180
4.1.4	Osservazioni conclusive	182
4.2	La stima dei costi della sicurezza	182
4.2.1	Le prescrizioni normative	182

4.2.2	I costi della sicurezza	186
4.2.3	Gli oneri della sicurezza	188
4.2.4	Il calcolo del parametro uomini-giorno	193
4.3	La stima dei tempi di produzione	195
4.3.1	Nota introduttiva	195
4.3.2	Il calcolo semplificato dei tempi di produzione	197
4.3.3	Il cronoprogramma	200
4.4	Il quadro economico	204
4.4.1	Introduzione	204
4.4.2	Le voci componenti	205
APPENDICE A	- Estratto dal «Prezzario nuove costruzioni», della collana «Osservatorio Prezzi per l'Edilizia e l'Ingegneria Civile» edita da Legislazione Tecnica	209
APPENDICE B	- Elenco della normativa nazionale	215
APPENDICE C	- Elenco delle norme UNI	217
APPENDICE D	- Indice delle illustrazioni e delle tabelle	223

PREMESSA ALLA 2^a EDIZIONE

Diverse problematiche hanno influito in questi ultimi anni sullo sviluppo delle tecniche di progettazione edilizia, così anche nel campo della preventivazione del costo di costruzione di un'opera. La necessità di programmare con la massima precisione possibile l'esecuzione delle opere di ingegneria civile e di contenerne il costo entro limiti accettabili, una loro precisa valutazione anche ai fini assicurativi, l'utilizzo sempre più raffinato di tecniche di project management, le nuove procedure di affidamento dei lavori (project financing, leasing immobiliare, ecc.), la perdurante conflittualità contrattuale durante lo svolgersi degli appalti, la necessità sempre più stringente di verificare passo dopo passo l'efficienza e la congruità della spesa di denaro e la riconosciuta centralità del progetto, hanno sempre più contribuito ad affermare la necessità di caratterizzare un qualunque progetto dei tradizionali aspetti di qualità non solo attinenti agli elaborati grafici e descrittivi, ma anche gli aspetti legati alla stima del suo costo. E questo, come si vedrà, riveste anche degli importanti profili di responsabilità del progettista.

La stima dei costi di costruzione, della quale ci si occuperà nella seconda e nella terza parte, dopo una prima di inquadramento generale, e che verrà completata con alcune annotazioni finali su temi ad essa correlati, non è dunque un elemento secondario del progetto, ma ne rappresenta una parte essenziale, assolutamente necessaria sia per guidare le decisioni da prendere in fase progettuale, sia per la gestione della sua realizzazione, da parte dell'impresa esecutrice e da parte del committente, che infine per la verifica della corretta spesa a lavori ultimati. Il tutto in un serrato, e anche faticoso, interscambio tra tecnologia e costi, in una continua evoluzione dei fattori progettuali, secondo le procedure ormai da tempo utilizzate nei settori industriali più maturi di quello delle costruzioni.

In materia, come si vedrà, anche il regolamento sui contratti pubblici dedica una particolare attenzione alla verifica della corretta esecuzione della stima del costo di costruzione.

Qualunque sia il procedimento di calcolo utilizzato, non si tratta di un esercizio scientificamente complesso, ma invece molto difficile da un punto di vista pratico, perché si deve saper disarticolare il progetto nelle sue componenti tecnologiche, anche fino alle parti più elementari e per fare ciò, prima di eseguire le misurazioni e i calcoli, si deve iniziare con:

- lo studio approfondito del progetto;
- il riconoscimento delle diverse tipologie costruttive e delle componenti tecnologiche;
- l'individuazione precisa di quali componenti siano previsti in progetto;
- lo studio dei prezzi dell'edilizia e la loro struttura.

Infine si deve operare con grande ordine e precisione, innanzitutto per garantire la correttezza del risultato ma anche perché, lo si vedrà, uno strumento come il computo metrico estimativo non è un elaborato che esaurisce la sua funzione in sede progettuale, ma continua ad essere utilissimo e necessario anche nella fase costruttiva, quando, a volte, il tecnico che lo deve consultare ed impiegare per successive rielaborazioni (stati d'avanzamento, varianti, riserve, ecc.) non è lo stesso tecnico che l'ha redatto. Dunque deve restare traccia precisa e ripercorribile, dall'inizio alla fine della procedura, di tutte le calcolazioni e dei riferimenti, geometrici o tecnici, assunti. Il computo metrico, in particolare, deve risultare chiaro ed esauriente, e riportare in allegato, anche in forma di schizzi, tutti gli schemi ed i riferimenti adottati per la determinazione delle quantità.

Per fortuna esistono da tempo in commercio una serie di pacchetti software, testati e di sicuro impiego, il cui utilizzo solleva almeno dalla noiosità e dalla ripetitività dei conteggi, assicura assenza di errori di calcolo, consente una presentazione corretta del lavoro e, successivamente, permette il suo utilizzo pressoché automatico in fase esecutiva. Non ho solo esposto le tematiche con il necessario taglio teorico, ma, vista anche la mia ormai quarantennale attività nel settore, ho presentato tutti gli aspetti pratici e operativi, ed anche un po' di storia della materia, con qualche contenuto sconfinamento, a mio avviso necessario, in tematiche correlate. Sono, questi, argomenti che in passato sono stati per molto tempo, se non sottovalutati, affrontati sicuramente con un atteggiamento non pienamente rispondente all'importanza che, col tempo, ha assunto il tema del controllo dei costi di costruzione, oggi riconosciuto come fondamentale nella corretta gestione di tutto il processo.

L'Autore



**Pagine non disponibili
in anteprima**



ESEMPIO

A corredo di un documento preliminare alla progettazione, si deve valutare il costo di costruzione di un edificio monofunzionale, da realizzarsi all'ottobre 2015 in un comune emiliano, in area urbana di pianura, avente destinazione mediateca, ospitante cioè sale per lettura, per visione video, per utilizzazioni informatiche e per musica, atelier, sale per incontri, aree per ristorazione, disposto su quattro piani fuori terra e uno interrato, il tutto con i seguenti dati di consistenza (superfici lorde).

Superfici ad altezza ordinaria per	3.980 m ²
Superfici di ingresso a doppio volume per	380 m ²
Superfici di balconate esterne per	280 m ²
Superfici di locali interrati per	800 m ²
Superficie totale	5.440 m ²

Le superfici lorde determinano la seguente superficie ragguagliata.

Superfici ad altezza ordinaria	3.980 m ²
Superfici a doppio volume 380 + 20%	456 m ²
Superfici balconate aperte 280 x 30%	84 m ²
Superfici interrato 800 x 50%	400 m ²
Superficie totale lorda ragguagliata	4.920 m ²

Aree esterne per totali 3.000 m².

L'edificio è previsto in classe energetica B, le strutture sono antisismiche, parte in c.c.a. e parte in acciaio, le finiture sono di livello medio, con notevole ricorso a tecnologie di montaggio a secco e a dotazioni di riuso delle risorse energetiche, la volumetria è parzialmente regolare, con aggetti e rientranze, la facciata è in parte di tipo innovativo costituita da infisso normale al quale è sovrapposto una cortina esterna, della superficie di circa 4.000 m², costituente una schermatura dotata di pannelli fotovoltaici ad inseguimento, ed in parte di tipo tradizionale.

(segue)

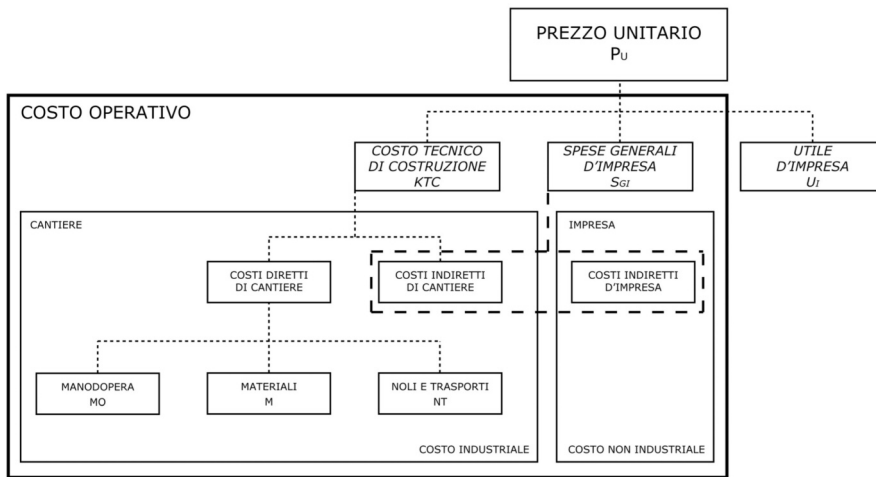


**Pagine non disponibili
in anteprima**



Il tutto come esemplificato nello schema che segue, in cui la somma dei *costi diretti* e dei *costi indiretti di cantiere* rappresenta il **costo industriale**; l'aggiunta dei *costi indiretti d'impresa* rappresenta il **costo operativo** ed infine l'aggiunta dell'*utile* al *costo operativo* rappresenta il **prezzo unitario della lavorazione** (cioè il prezzo di vendita).

Ogni prezzo unitario deve essere identificato da un codice specifico, in genere composto da una prima parte letterale, che richiama la categoria dei lavori a cui appartiene (ad esempio FS per fognature stradali) seguito da un numero che identifica la categoria dei lavori (ad esempio FS 1 tubazioni in PVC) seguito eventualmente da una lettera minuscola che identifica i vari tipi di diametri (ad esempio FS 1 a per il diametro 15 cm, FS 1 b per il diametro 20 cm, ecc.).



Rappresentazione schematica della struttura di un prezzo unitario

Ai fini di una corretta e unificata descrizione dei prezzi unitari può essere utile, anche se un poco complessa, la procedura descritta dalla norma UNI 11337 del 2009, al cui testo si rimanda per gli eventuali approfondimenti. Questa infatti stabilisce i criteri generali di indirizzo necessari per una corretta identificazione e descrizione di:

- opere, in termini di edifici e opere di ingegneria civile;
- attività, in termini di lavori, servizi e forniture;
- risorse, in termini di uomini, attrezzature e prodotti;
- servizi, come aggregazione organizzata di una o più risorse.

La norma uniforma e descrive i principi attraverso i quali è possibile riconoscere in modo univoco qualsiasi oggetto della filiera delle costruzioni, con riferimento alla sua natura e alle sue specifiche caratteristiche, attraverso una informazione normalizzata nella sua strutturazione.

3.3.2 L'analisi del prezzo unitario

Ciascun componente elementare viene composto con gli altri a formare il prezzo unitario in un elaborato che si chiama *analisi del prezzo unitario*. L'aggettivo *unitario* si riferisce al fatto che il prezzo è relativo all'unità di misura prescelta per individuare l'operazione realizzativa (ad esempio lo scavo si riferisce a 1 m³, i pavimenti a 1 m², le tubazioni a 1 m, ecc.). Ovviamente questa analisi richiede una perfetta conoscenza del sistema edilizio e delle sue fasi costruttive, dei materiali, dei noleggi e della mano d'opera necessari. Nell'analisi del prezzo unitario, ad ogni voce elementare componente, viene associata:

- la quantità necessaria per la realizzazione del lavoro. Ad esempio per la mano d'opera il tempo necessario affinché un operaio della necessaria specializzazione realizzi in cantiere 1 m³ di muratura, oppure per i materiali il numero di mattoni necessari per 1 m³ di muratura, oppure per i noleggi il tempo necessario di utilizzo del ponteggio, ecc.;
- il costo unitario delle voci elementari. Ad esempio per l'operaio €/h, per i mattoni €/cadauno, per i noleggi €/h, ecc.

Successivamente verrà illustrato come si ricavano e si trattano i dati suindicati. Si eseguono le operazioni matematiche, secondo lo schema che verrà esemplificato più oltre, e si ottiene così, al termine della procedura, il prezzo unitario della lavorazione.

L'analisi di un prezzo unitario può essere condotta in due momenti diversi, con altrettante diverse caratteristiche. In sede di progetto si tratta di un'analisi a priori, condotta sulla base delle caratteristiche del progetto, degli elementi di conoscenza e dell'esperienza del progettista, dei prezzi a disposizione e delle eventuali offerte richieste a produttori per forniture particolari.

Al termine di questa operazione si ha a disposizione una stima del prezzo unitario, che in parte non può che prescindere dall'organizzazione del cantiere e dell'impresa e dalle particolari condizioni di favore in cui essa può trovarsi: rappresenta in sostanza un prezzo medio, che può essere messo in gara e sul quale è ragionevole aspettarsi che un'impresa, potendo valutare pienamente quegli aspetti che si sono invece citati come parzialmente considerati in fase di progetto, possa offrire un ribasso.

Diversamente l'impresa di costruzioni, come si è detto, quando partecipa ad una gara d'appalto, potendo conoscere in modo completo tutti i fattori della produzione, è in grado di studiare un prezzo unitario più «*esecutivo*» assegnando, a tutti gli elementi dell'analisi, il valore che ritiene più adeguato. A questo punto il comportamento dell'impresa prende due possibili strade, a seconda del tipo di gara appalto alla quale partecipa: se l'offerta deve



**Pagine non disponibili
in anteprima**



3.6.4 Le norme di misurazione

Per ciascuna voce si stabiliscono inoltre la grandezza geometrica o fisica con cui l'elemento viene misurato, l'unità di misura adottata e la descrizione delle «*norme di misurazione*» (in realtà sarebbe meglio chiamarle in questa sede norme di computazione ma il termine è invalso nell'uso perché ovviamente coincidono con quelle utilizzate in sede di contabilità dei lavori) con le casistiche particolari. Le norme di misurazione sono convenzioni che consentono la semplificazione dei tipi di misure più ricorrenti, l'omogeneità e l'oggettività della misurazione in modo da permettere le relazioni con le voci dell'elenco prezzi stabilite per i singoli elementi ed infine l'interpretazione corretta delle procedure da parte di tutti gli utilizzatori (tecnici di cantiere, committenti, costruttori, direttori dei lavori, fornitori, contabili, ecc.). Queste norme, anche se non univoche, sono ormai codificate dall'utilizzo e variano di poco a seconda degli usi locali, e di seguito si fornisce la descrizione di quelle di uso più corrente relative alle lavorazioni principali. Le norme di misurazione adottate devono essere indicate nel capitolato speciale d'appalto e la loro struttura deve comprendere l'individuazione delle grandezze geometriche e fisiche, dell'unità di misura, delle modalità proprie di misurazione, degli oneri particolari compresi e di quelli esclusi.

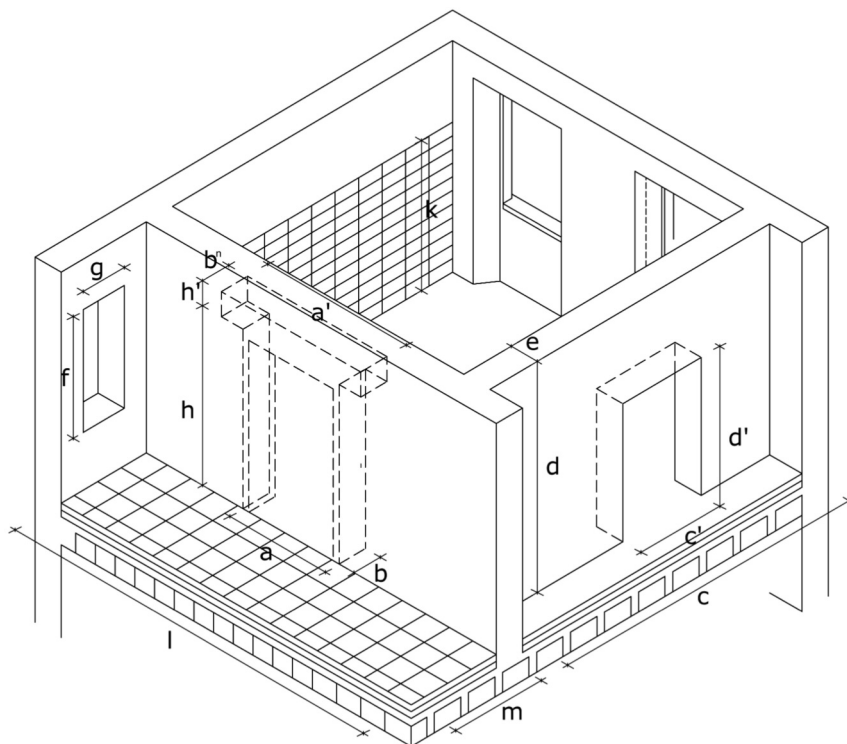
DEMOLIZIONI

Demolizione totale di un edificio: viene considerata la valutazione «vuoto per pieno», rappresentata dalla sigla v.p.p. dell'edificio o parte di questi da demolire, si valutano cioè i m³ che derivano dal prodotto dell'area di base per l'altezza dell'edificio misurata dallo spiccatto fino alla gronda, senza effettuare alcuna detrazione, e senza aggiungere i volumi compresi fra tetto e solaio di sottotetto (nel caso di tetto a falde) e gli eventuali volumi tecnici. Nel caso in cui la superficie lorda di piano non fosse uguale per ogni piano, per rientranze o aggetti volumetrici, è necessario calcolare il volume piano per piano e sommare i risultati.

Demolizione di elementi strutturali: viene riferita al volume effettivo degli elementi da demolire, ovviamente tenendo conto che, ad esempio, nel caso di apertura in una muratura per realizzare un passaggio, le misure della parte da demolire sono sempre maggiori di quelle dell'apertura netta da realizzare.

Demolizione di solai, di rampe scale e di volte: viene riferita alla superficie netta dell'elemento da demolire, la superficie delle volte viene valutata aumentando convenzionalmente la superficie in pianta del 20%.

Demolizione di coperture: viene valutata la superficie effettiva del manto da demolire suddivisa fra i vari componenti tecnologici che la compongono, senza detrazioni per camini, abbaini, ecc.



apertura vano porta
 $V = (a \times b \times h) + (a' \times b' \times h')$

demolizione di parete
 $S = (c \times d) - (c' \times d')$ $e \leq 15 \text{ cm}$
 $V = (c \times d \times e) - (c' \times d' \times e)$ $e > 15 \text{ cm}$

demolizione di pavimento
 $S = l \times m$

demolizione di rivestimento
 $S = k \times c$

Norme di misurazione per le demolizioni interne

Demolizione di pareti: viene valutata la superficie della parete da demolire, comprensiva di intonaci e di eventuali rivestimenti, senza detrazioni per vani, se di apertura inferiore singolarmente a 2 m², se superiore si detrae la superficie effettiva.



**Pagine non disponibili
in anteprima**



4.2.4 Il calcolo del parametro uomini-giorno

La normativa sulla sicurezza del lavoro, impone procedure diverse a seconda che il valore del parametro uomini-giorno risulti inferiore o superiore a 200. Senza entrare nel merito di queste procedure, si illustra invece come si calcola il valore di tale parametro, indicato con l'acronimo UG, che identifica, in sostanza, l'entità presunta del cantiere rappresentata dalla somma delle giornate lavorative prestate da tutti i lavoratori, anche autonomi, previste per la realizzazione dell'opera.

La sua espressione generale è la seguente:

$$UG = C_{MO} / C_{GMO}$$

dove:

C_{MO} rappresenta il costo totale della mano d'opera impiegata in cantiere, al netto delle spese generali e dell'utile;

C_{GMO} rappresenta il costo giornaliero medio di un operaio = $C_{mh} \times 8$ h essendo C_{mh} il costo orario dell'operaio medio e 8 le ore convenzionali di lavoro giornaliero.

Per la definizione del valore dei parametri suindicati si può utilmente riferirsi a quanto indicato al capitolo precedente. Dunque si effettua un calcolo analitico, basato sulle analisi dei prezzi unitari e sul riepilogo del CM, al termine del quale, per ogni lavorazione si dispone dei seguenti dati:

- il costo della mano d'opera di cantiere considerato nell'analisi del prezzo $C_{MO,i}$, al netto di spese generali e utile;
- la quantità q_i di ogni singola lavorazione.

Per ogni categoria di lavoro si calcola il costo totale della mano d'opera:

$$C_{MO,CL} = \sum_i C_{MO,i} \times q_i$$

quindi:

$$C_{MO} = \sum_i C_{MO,CL,i}$$

Per determinare il valore di C_{MO} si possono sommare direttamente tutti i costi della mano d'opera delle varie categorie, se si tratta di categorie con lo stesso costo medio unitario della mano d'opera, diversamente si eseguono conteggi separati. Ovviamente si può anche operare, diversamente, con il metodo semplificato parametrico per definire il valore dell'incidenza percentuale della mano d'opera sul costo totale.

ESEMPIO

Calcolo del valore di UG con il metodo parametrico per un cantiere nel quale siano previste le seguenti lavorazioni:

Opere edili	10.000.000 €	incidenza della mano d'opera 40%
Opere stradali	2.000.000 €	incidenza della mano d'opera 36%
Impianti	3.000.000 €	incidenza della mano d'opera 45%

Per le quali si ha:

Incidenza spese generali	13%
Incidenza utile	10%
Opere edili e stradali costo medio orario	25,00 €
Impianti costo medio orario	22,00 €

Il valore di UG è dunque il seguente:

Opere edili	$(10.000.000 / 1,13 \times 1,10) \times 40\%$	= 3.218.021
Opere stradali	$(2.000.000 / 1,13 \times 1,10) \times 36\%$	= 579.244
Totale	$3.797.265 / 25 \times 8$	= 18.986
Impianti	$[(3.000.000 / 1,13 \times 1,10) \times 45\%] / 22 \times 8$	= 6.171
Totale UG		= 25.157