



L'assemblaggio



Definizione

L'Assemblaggio (o montaggio) è realizzato tramite una serie di operazioni di composizione di parti mediante operazioni di inserzione, unione, avvitatura, ecc., che godono nella massima parte dei casi della proprietà di essere reversibili.

Pertanto, rispetto ai processi di fabbricazione:

- Non comporta quasi mai trasformazioni chimico-fisiche dei materiali e, quindi, presenta minori fabbisogni di energia e potenza
- Assegna importanza rilevante al contenuto informativo delle operazioni
- Richiede la gestione dei flussi di parti e di assiemi in accrescimento



Caratteristiche tecnologiche

- Semplice giustapposizione di componenti a formare assiemi, gruppi e prodotti finiti. Tale giustapposizione è reversibile
- Ciclo tecnologico libero e discreto, con livelli di flessibilità assai differenziati

Caratteristiche gestionali ed economiche

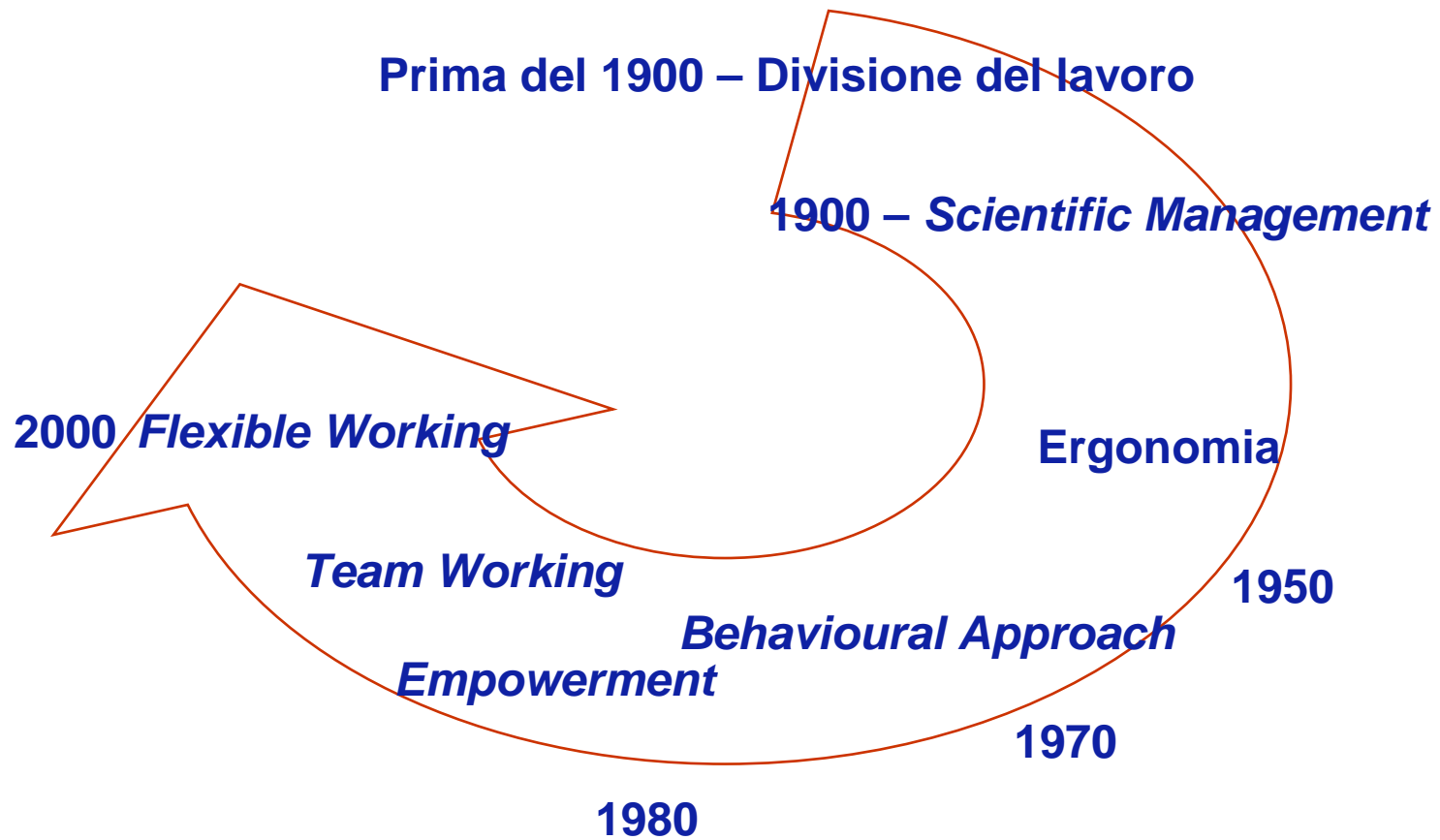
- Grande rilevanza dei parametri gestionali (appuntamenti, tempi di attraversamento, ritardi,...)
Capitale investito tendenzialmente basso, comunque variabile in funzione del livello di automazione e della specializzazione del macchinario
Prevalenza di operazioni manuali e quindi peso della manodopera tendenzialmente elevato
Elevata rilevanza dei costi dei materiali e di quelli amministrativi/gestionali



Tempificazione delle operazioni

- A ciascuna delle operazioni da svolgere è necessario attribuire un tempo per la sua esecuzione.
- I tempi necessari dipendono da:
 - Tipo di operazione
 - Attrezzatura disponibile
 - Assieme e suo posizionamento
 - Destrezza operatore
 - Livello di automazione

Job design





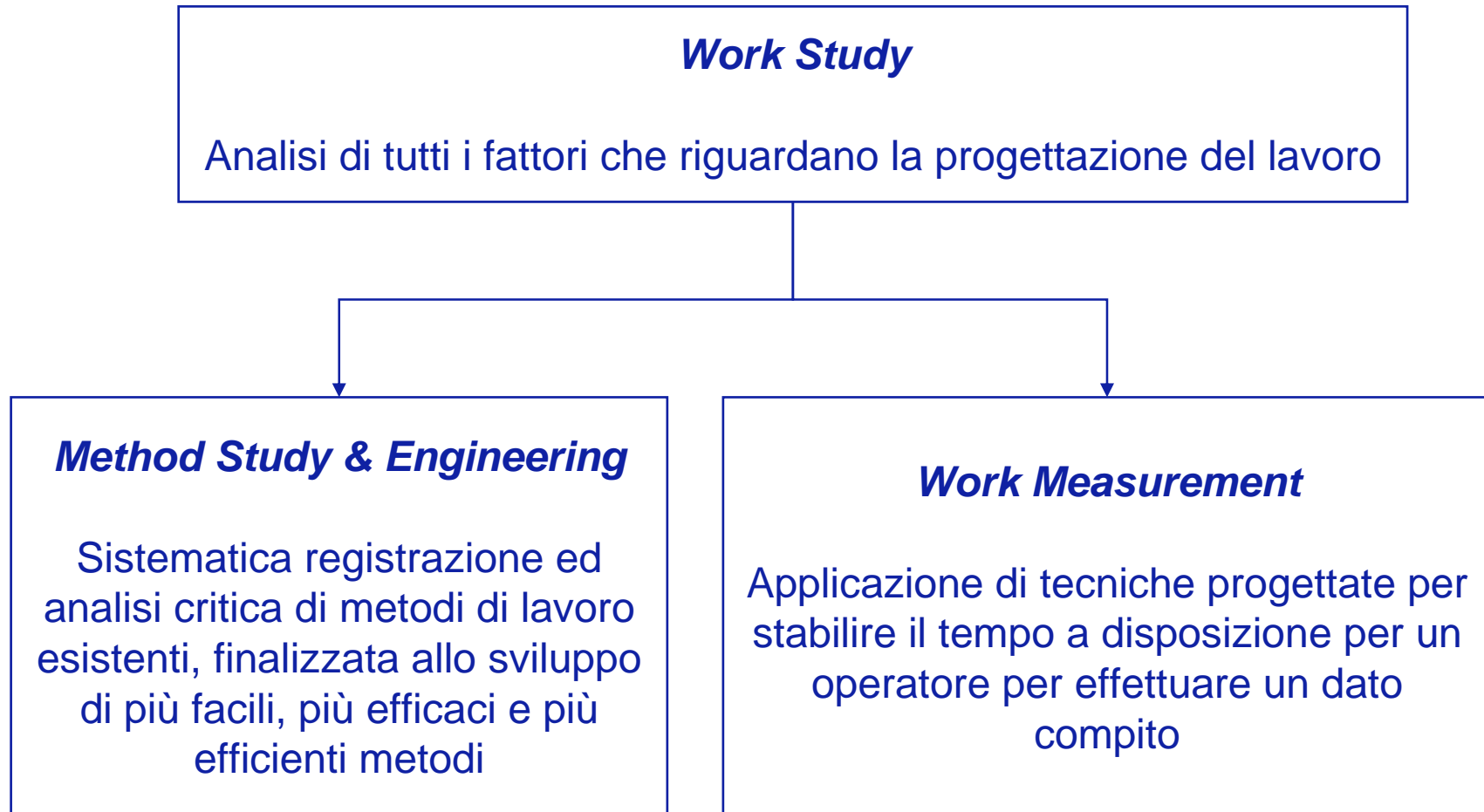
Scientific Work Management

Fredrick Winslow Taylor nel 1911 pubblica un libro dal titolo “*Scientific Management*”, dove identifica i principi di una gestione e progettazione scientifica del lavoro

- Tutti gli aspetti del lavoro devono essere studiati in maniera scientifica, per stabilire leggi, regole e formule per governare i migliori metodi di lavoro
- Questo studio serve per impostare la dimensione del “giorno tipico di lavoro”
- I lavoratori devono essere selezionati, educati e formati metodologicamente per condurre i propri compiti
- I responsabili devono agire come pianificatori del lavoro analizzando i compiti e standardizzando i metodi migliori, mentre i lavoratori devono essere responsabilizzati per migliorare il proprio lavoro secondo gli standard
- Tra responsabili e lavoratori ci deve essere cooperazione per raggiungere la “massima prosperità” reciprocamente



Work study





Methods Study & Engineering

"Methods engineering is the technique that subjects each operation of a given piece of work to close analysis in order to eliminate every unnecessary operation and in order to approach the quickest and best method of performing each necessary operation.

It includes the standardization of equipment, methods, and working conditions; it trains the operator to follow the standard method; when all this has been done, and not before, it determines by accurate measurement the number of standard hours in which an operator working with standard performance can do the job; finally, it usually, although not necessarily, devises a plan for compensating labor which encourages the operator to attain or to surpass standard performance." (Maynard et al, 1948)



Work Measurement

- “La misura del lavoro è la procedura con cui si misura o si prevede la resa produttiva di un’operazione esistente o progettata, oppure si determina quanto tempo si spende nelle varie attività produttive e non produttive di un processo, di un’operazione o di un lavoro” [Carson, 1999]
- “La misura del lavoro consiste nell’applicazione di tecniche studiate per stabilire il contenuto di lavoro relativo al compito specifico, determinando il tempo richiesto per svolgerlo secondo un definito standard di prestazione da parte di un operatore qualificato” [*International Labour Office of Geneve*]
- “*Work Measurement: the science that brings more and better knowledge to people about work and how to improve work*” [Zandin 1997]



Che cosa si determina con il WM?

- Il *Work Measurement* è utilizzato per fissare i Tempi Standard per attività sia semplici che complesse
- Il Tempo Standard è il tempo teoricamente necessario per eseguire il lavoro prefissato rispettando un determinato ciclo di lavoro
 - Tempo necessario a un esecutore normale, di abilità normale, non incentivato, che lavora in condizioni normali e a velocità normale, per realizzare una operazione (o un lavoro) con risultati qualitativi accettabili.



Tempi standard e Tempi effettivi

- I Tempi Standard sono alla base dei calcoli di Stima dei Costi (ne conseguono i Costi Standard)
- I tempi standard sono determinati relativamente alla specifica azienda e rispecchiano le condizioni, le attrezzature, i metodi, le tecnologie adottati in azienda
- Il calcolo dei tempi standard è inoltre legato alla modalità/metodo di misura del lavoro
- Il Tempo Effettivo è il tempo effettivamente impiegato per realizzare un'operazione o un lavoro
 - Differisce dal tempo standard per inefficienze di: processo, progettazione prodotto, materiali, metodo management, condizioni ambientali, esecutore

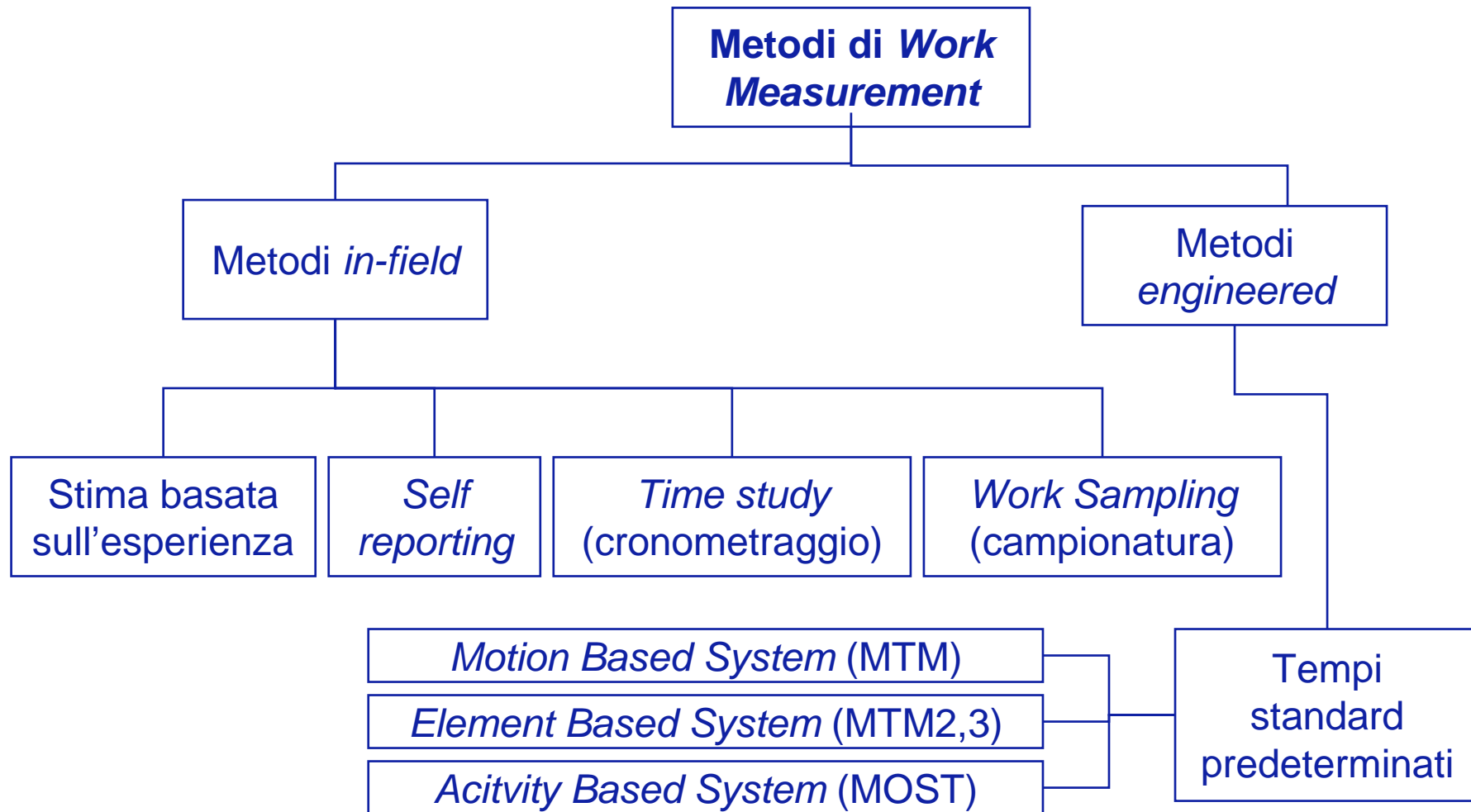


Dove è impiegato il WM

La misura dei tempi di lavoro è uno strumento utilizzato in diverse attività (semplici o complesse)

- Analisi dei tempi di lavoro
- Progettazione e Preventivazione di un nuovo prodotto
- Progettazione di una linea di montaggio
- Calcolo del volume di produzione potenziale e delle risorse necessarie
- Programmazione della produzione
- Previsione delle date di consegna ai clienti
- Equilibratura dei carichi di lavoro
- Per elaborare i *budget* di spesa
- Per effettuare l'analisi degli scostamenti tra attività previste e a consuntivo (da qui il problema sindacale della misura del lavoro nelle fabbriche...)

Metodi di Work Measurement





Stima basata sull'esperienza

- Tecnica approssimativa e soggettiva basata sulla conoscenza dei dati storici relativi a lavori analoghi e sull'esperienza dei valutatori
- Tendenzialmente il valutatore tende a sovrastimare i tempi
- È valida quando non è necessaria una grande precisione



Self reporting

- La persona incaricata di compiere la valutazione è l'operatore stesso oggetto dell'indagine
- Tendenzialmente l'individuo sovrastima i propri tempi in maniera superiore ad un valutatore esterno
- È valida come prima forma di comprensione della dimensione tempo, considerando un grado di accuratezza basso

Time study



- *Time study* o cronometraggio
 - Tecnica adoperata per determinare il più accuratamente possibile, mediante un numero limitato di osservazioni, il tempo necessario ad eseguire una certa attività secondo obiettivi di efficienza stabiliti
- È classificato tra i metodi *in-field* in quanto richiede un'analista incaricato di rilevare i tempi nella realtà (es. a bordo linea)
 - L'analista rappresenta un costo
 - L'analizzato non è nella condizione standard, ma sotto *stress* (con le relative modifiche di comportamento)



Time study

Scelto il ciclo di attività da analizzare, si seguono i seguenti passaggi:

1. Suddivisione del ciclo in fasi identificate da precisi istanti di inizio e fine (ogni fase deve richiedere almeno qualche secondo per l'esecuzione, ma non più di qualche minuto)
2. Definizione del **tempo di riferimento** (t) per ogni fase
3. Definizione del **numero di cronometraggi** da effettuare
4. Cronometraggio e registrazione delle misure
5. Calcolo del **tempo standard** (ST) di ciclo
 - Calcolo del **tempo medio di fase** (t')
 - Calcolo del **tempo normale di fase** (NT), tenendo conto del **fattore di resa** (RF)
 - Somma degli NT per ottenere il **tempo normale di ciclo** (NTC)
 - Maggiorazione NTC di un **fattore di aggiustamento** (A)



Time study

1. Scelta delle fasi

- Esempio: Operazione di imballaggio di tazze di caffè, costituita da 4 fasi
 1. Prendere due scatole
 2. Inserimento spessori
 3. Inserimento tazze nel cartone
 4. Chiusura cartoni



Time study

2. Definizione del tempo di riferimento (t)

- Si esegue un numero limitato di cronometraggi e se ne calcolano valore medio e deviazione standard
- Si eseguono 40 osservazioni, tranne per la prima fase, poiché si prendono due scatole per volta

Fasi	Osservazioni	Tempo di rif (t) - min	Deviazione std. - min
1) Prendere due scatole	20	0,5	0,0305
2) Inserimento spessori	40	0,11	0,0171
3) Inserimento tazze nel cartone	40	0,71	0,0226
4) Chiusura cartoni	40	1,1	0,0241

Time study

3. Determinazione del numero di cronometraggi

$$n = \left[\left(\frac{z}{h} \right) * \left(\frac{\sigma}{t} \right) \right]^2$$

Livello di confidenza	z
90%	1,65
95%	1,96
99%	2,58

Dove:

z = fattore legato al livello di confidenza desiderato

σ = deviazione standard

h = margine percentuale di errore ammissibile sulle valutazioni

t = tempo di riferimento

Time study

■ Esempio di calcolo del numero di cronometraggi

- Livello di confidenza = 95% ($z = 1,96$)
- Margine di errore ammissibile $h = 4\%$

$$\text{Fase 1 } n = \left[\left(\frac{1,96}{0,04} \right) * \left(\frac{0,0305}{0,5} \right) \right]^2 = 9$$

$$\text{Fase 3 } n = \left[\left(\frac{1,96}{0,04} \right) * \left(\frac{0,0226}{0,71} \right) \right]^2 = 3$$

$$\text{Fase 2 } n = \left[\left(\frac{1,96}{0,04} \right) * \left(\frac{0,0171}{0,11} \right) \right]^2 = 58$$

$$\text{Fase 4 } n = \left[\left(\frac{1,96}{0,04} \right) * \left(\frac{0,0241}{1,1} \right) \right]^2 = 2$$

- Il numero di cronometraggi da effettuare è quello più alto fra i 4.
- Si noti che la notevole differenza tra i numeri di cronometraggi calcolati dipende dall'elevata dispersione dei tempi cronometrati nella fase 2

Time study

5. Calcolo del tempo standard

5.1 Calcolo del tempo medio di fase

$$\text{Tempo medio di fase (t')} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}$$

Dove:

t_i = tempo impiegato da un lavoratore per l'esecuzione di una fase elementare in ciascuno degli n cronometraggi effettuati

n = numero di cronometraggi effettuati (in teoria con cronometraggi effettuati sempre sullo stesso operatore)

Il tempo medio per fase è calcolato effettuando 58 osservazioni

Fase	t'
1	0,53
2	0,1
3	0,75
4	1,08

Time study

5.2 Calcolo del tempo normale di fase

Tempo normale di fase (NT) = $t' * F * RF$

■ Dove:

- RF (*Rating Factor*) serve per tener conto di quanto si discosta dalla media la prestazione del lavoratore cui sarà affidata l'esecuzione della fase (il valore RF >1 se la prestazione è inferiore alla media, < 1 se superiore)
- F = 1 / entità considerate contemporaneamente, cioè F indica per quante entità l'operazione è svolta contemporaneamente

Fase	F	RF	Operatore	NT
1	0,5	1,05	Operatore sopra la media	NT1 = 0,53 * 0,5 * 1,05 = 0,28 min
2	1	0,95	Sotto	NT2 = 0,1 * 1 * 0,95 = 0,10 min
3	1	1,10	Sopra	NT3 = 0,75 * 1 * 1,10 = 0,83 min
4	1	0,9	Sotto	NT4 = 1,08 * 1 * 0,9 = 0,97 min

Time study

5.3 Somma dei tempi normali dei singoli elementi e calcolo del tempo normale di ciclo NTC

$$NTC = \sum_{j=1}^m NT_j$$

Nell'esempio NTC = 2,18 min

Dove $j = 1 \dots m$ indica il numero di attività monitorate

$$\text{Tempo Standard } ST = NTC * (1 + A)$$

Dove A = Fattore di aggiustamento, serve a considerare i bisogni personali dei lavoratori, la fatica...

A = 15%

$ST = NTC * (1 + A) = 2,18 * (1 + 0,15) = 2,51 \text{ min/scatola}$

2,51 minuti assegnati al reparto per confezionare scatola con 2 tazzine da caffè



Work sampling

- Il *work sampling* valuta come un lavoratore distribuisce il tempo che ha a disposizione tra i differenti compiti che deve svolgere, momenti di pausa, riunioni...
- La distribuzione di tempo rilevata, durante il periodo e le osservazioni prese a campione, è assunta come riferimento generale per il calcolo del tempo effettivo per compiere un lavoro
- Il *work sampling* è impiegato per determinare:
 - Ripartizione delle quote di tempo impiegato, in particolare quota di tempo improduttivo: si stima la percentuale di tempo che i lavoratori dedicano inevitabilmente ad attività improduttive
 - I risultati sono quindi utilizzati nello studio dei metodi di lavoro e nella valutazione dei costi delle diverse attività
 - Impostazione degli standard lavorativi: per definire adeguatamente gli standard lavorativi l'analista deve possedere un'esperienza sufficiente a classificare correttamente le varie attività svolte dai lavoratori
 - *Performance*: con il campionamento si può sviluppare un indice delle prestazioni per la valutazione periodica dei lavoratori



Work sampling

Passi del metodo:

1. Definire le attività
2. Definire come compiere le osservazioni casuali
3. Definire la lunghezza dello studio
4. Preparare la tabella per la registrazione delle osservazioni
5. Definire le dimensioni di un campione preliminare (es. 50) e compiere le osservazioni per ottenere la stima dei valori dei parametri di riferimento
6. Calcolare la dimensione reale del campione necessaria per ottenere risultati validi
7. Osservare le attività e registrare i dati
8. Decidere se continuare nelle osservazioni
9. Calcolo del tempo normale per unità/attività
10. Calcolo del tempo standard per unità/attività

Work sampling

6. Calcolo della dimensione del campione

$$n = \frac{z^2 p(1-p)}{h^2}$$

Livello di confidenza	z
68%	1
95,45%	2
99,7%	3

Dove:

n = dimensione del campione

z = coefficiente della deviazione standard corrispondente al livello di confidenza desiderato

p = stima ottenuta attraverso il campione preliminare del valore della grandezza osservata (es. frazione del tempo disponibile durante il quale il lavoratore è impegnato o fermo)

h = livello di accuratezza desiderato (tolleranza rispetto alla stima precedente espressa in termini percentuali)



Work sampling

■ Esempio

- $h = 3\%$
- Livello di confidenza = 95,45% ($z = 2$)
- Percentuale stimata di tempo durante il quale il lavoratore è fermo = 25%

$$n = \frac{(2)^2 0,25 * (1 - 0,25)}{(0,03)^2}$$

Più le due attività tra loro alternative risultano sbilanciate dopo le osservazioni preliminari (a parità delle altre condizioni), minore risulta essere il numero complessivo di osservazioni da compiere

Mantenendo gli stessi livelli di confidenza e accuratezza, data una percentuale di inattività del 10%, le osservazioni necessarie sarebbero 400!



Work sampling

7. Osservare le attività e registrare i risultati

Il metodo del WS definisce il numero di osservazioni da effettuare. Nell'osservazione si considera quale attività sta compiendo l'operatore, tra quelle definite

Esempio: osservazione di un'operatrice allo sportello del cittadino di un comune. Periodo di analisi 2 settimane, con 833 rilevazioni

Numero di osservazioni	Attività
485	Al telefono o a colloquio con un cittadino
126	Non occupata
62	Riposo personale
23	In riunione con direttore
137	<i>Computer Data Entry</i>
833	

Il 22,6 % (62+126)/833 delle volte (quindi del tempo) l'operatrice non è occupata.

A seconda di quello che la % prevista, possono essere prese decisioni in merito (aumentare o diminuire i compiti)



Work sampling

Il WS può essere impiegato anche per il calcolo dei tempi, oltre che per la definizione delle % di attività

9. Calcolo del tempo normale per unità/attività:

$$T_n = \frac{T_t * P_{occ} * RF}{N}$$

Dove:

T_t = tempo totale di osservazione

P_{occ} = percentuale di tempo in cui il lavoratore osservato risulta occupato nella data attività

N = numero di pezzi prodotti

RF = Performance *rating factor*, serve per tener conto di quanto si discosta dalla media la prestazione del lavoratore cui sarà affidata l'esecuzione della fase (il valore $RF > 1$ se la prestazione è inferiore alla media, < 1 se superiore)



Work sampling

10. Determinazione del tempo standard per unità/attività

$$T_{st} = T_n / (1 - A)$$

Dove A = fattore di aggiustamento, espresso in termini di frazione percentuale, utilizzato per considerare i bisogni personali dei lavoratori, la fatica...

Al termine di osservazioni su un operatore, con RF = 1, effettuate per un totale di 80 ore (4.800 min) sono stati prodotti 225 pezzi, con % di tempo in cui l'operatore è risultato occupato dell'80%.

Dato un A = 25%

$$T_n = (4.800 * 0,8 * 1) / 225 = 17,07 \text{ min/pezzo}$$

$$T_{st} = 17,07 / (1 - 0,25) = 22,76 \text{ min/pezzo}$$



Work sampling

- Il WS può essere eseguito anche su più attività e persone in contemporanea (dato che si tratta soltanto di una rilevazione di attività)
- Si rileva nello stesso istante quali tra le **N** attività possibili stiano svolgendo **K** addetti con la stessa qualifica impegnati nello stesso tipo di lavoro
- Le osservazioni sono ripetute seguendo le stesse procedure per un numero **M** prefissato di volte
- Al termine del periodo di campionatura si avranno **K*M** osservazioni ripartite tra le **N** attività possibili. Di ciascuna delle **N** attività si potrà pertanto valutare il peso %
- Si potrà così dedurre:
 - Di quanto maggiorare il tempo produttivo per arrivare al tempo standard
 - Quali siano i motivi per i quali il tempo è improduttivo
 - Quali interventi attuare eventualmente per migliorare le performance

Work sampling

- Esempio di modulo per la raccolta e l'organizzazione delle osservazioni

Modulo per le osservazioni del Work Sampling

30 persone osservate Osservatore 11/5/1990
 Prima sezione di Progettazione

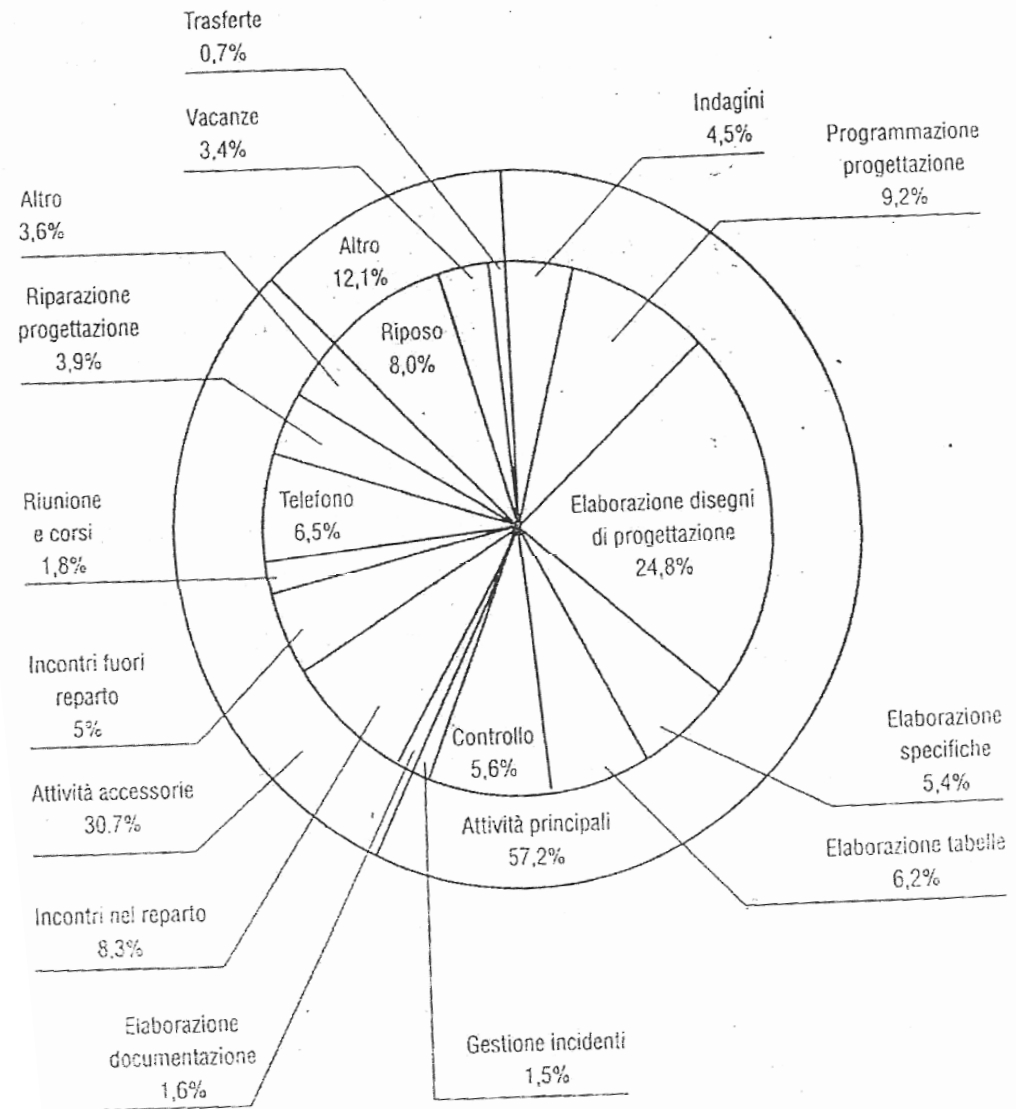
ATTIVITÀ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Somma
1...											
2...											

Modulo per la somma totale del Work Sampling

ATTIVITÀ	11 maggio				12 maggio			
	Totafi giornalieri	%	Totafi cumulati	%	Totafi giornalieri	%	Totafi cumulati	%
1. Indagine	12	4,0	105	4,4	16	5,3	121	4,5
2. Piano progettazione	18	6,0	222	9,3	26	8,7	248	9,2
3. Disegni progett.	72	24,0	605	25,2	64	21,3	669	24,8
4. Specifiche tecn.	13	4,3	130	5,4	15	5,0	145	5,4
5. Tabulati vari	20	6,7	144	6,0	24	8,0	168	6,2
6. Grafici controllo	22	7,4	132	5,5	17	5,7	149	5,6
7. Misure per incid.	4	1,3	33	1,4	38	12,7	41	1,5
8. Documentazione	0	0	35	1,5	7	2,3	42	1,6
9. Colloqui interni	25	8,4	205	8,6	20	6,7	235	8,3
10. Colloqui esterni	10	3,3	120	5,0	15	5,0	135	5,0
11. Riunioni, corsi	24	8,0	45	1,9	3	1,0	48	1,8
12. Telefono	21	7,0	158	6,6	19	6,3	177	6,5
13. Prepar. progett.	10	3,3	95	3,9	11	3,7	106	3,9
14. Altro	15	5,0	85	3,5	13	4,3	98	3,6
15. Riposo	24	8,0	194	8,0	22	7,3	216	8,0
16. Assenza ferie	10	3,3	72	3,0	20	6,7	92	3,4
17. Trasferta	0	0	20	0,8	0	0	20	0,7
SOMMA								
Attività principali	161	53,7	1371	57,2	170	56,7	1541	57,2
Attività accessorie	105	35,0	743	31,0	88	29,3	831	30,7
Altro	34	11,3	286	11,8	42	14,0	328	12,1
Somma totale	300	100,0	2400		300	100,0	2700	100,0

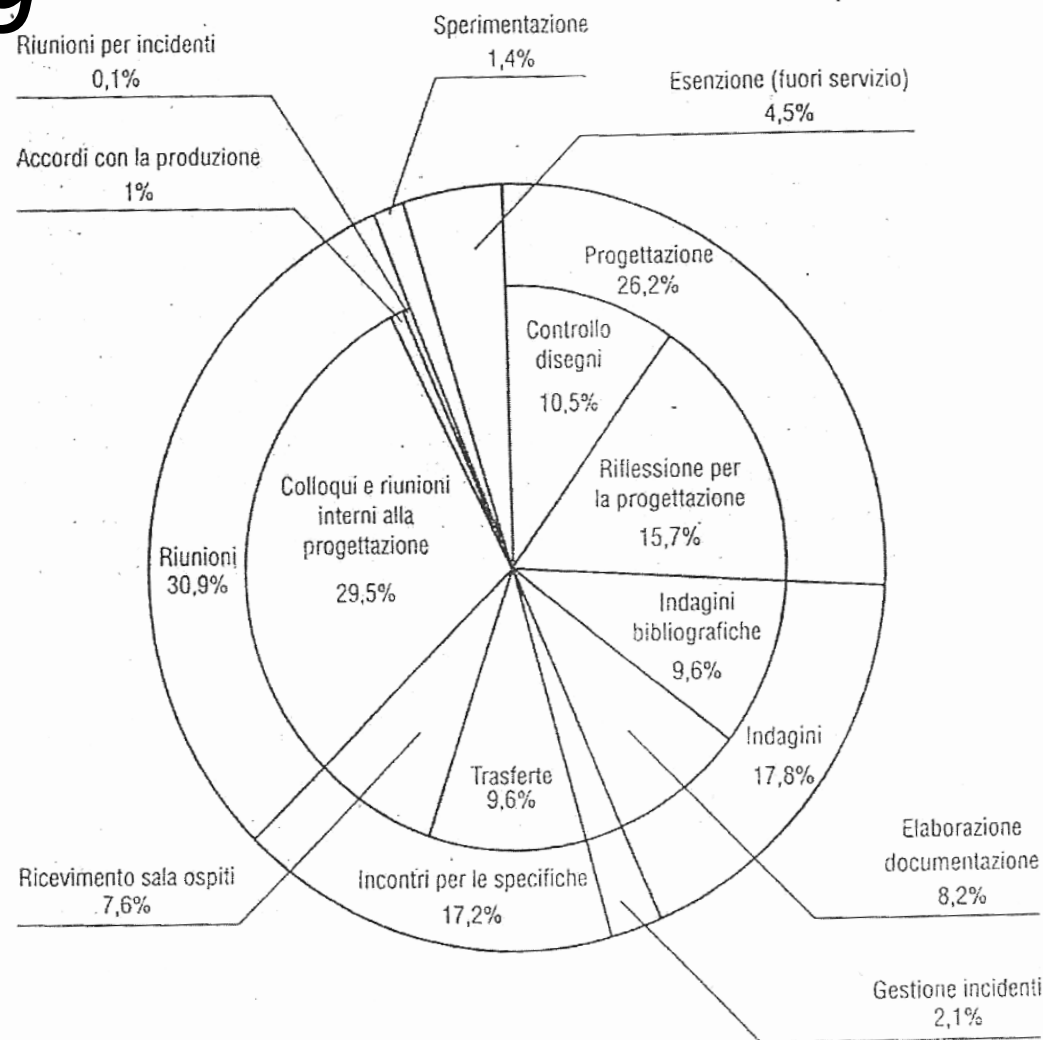
Work sampling

- Esempio analisi della ripartizione delle attività di un team di progettazione di macchine utensili



Work sampling

- Esempio analisi della ripartizione delle attività di un team di progettazione di veicoli industriali





Work sampling

- Il WS rispetto al *Time Study*:

- È meno costoso, dato che un solo osservatore può verificare più attività in contemporanea ed in meno tempo
- Non servono sistemi di rilevazione dei tempi, ma solo delle attività
- Non è invasivo e quindi non modifica i comportamenti degli osservati

- Per contro, rispetto al *Time Study*:

- Non scompone i diversi elementi di tempo
- Può essere distorto da un'errata programmazione delle osservazioni (es. sempre alla stessa ora)
- È meno accurato, soprattutto su tempi di ciclo brevi



Tempi Standard Predeterminati

- I sistemi a Tempi Standard Predeterminati si basano sul principio base che ogni movimento/elemento/attività elementare richieda praticamente sempre lo stesso tempo, a parità di condizioni di lavoro e se compiuto da un esecutore sufficientemente abile
- I tempi sono espressi nell'unità particolare TMU (*Time Measurement Unit*)
 - $1 \text{ TMU} = 0,00001 \text{ ore} = 0,0006 \text{ min} = 0,036 \text{ sec}$
 - $1 \text{ ora} = 100.000 \text{ TMU}$
- Per il calcolo dei Tempi Standard solitamente si aggiunge un coefficiente di correzione F



Tempi Standard Predeterminati

Passi del metodo a Tempi Standard Predeterminati:

1. Scomposizione del lavoro da svolgere nei suoi microelementi di base
2. Individuazione nelle tabelle appropriate dei valori di TMU relativi ai micromovimenti
3. Aggiustamento dei valori attraverso fattori correttivi
4. Esecuzione della somma dei valori di tutti i microelementi da compiere per svolgere il lavoro
5. Determinazione del tempo standard complessivo



Tempi Standard Predeterminati

- Esistono diverse famiglie e sottofamiglie di metodi/sistemi per il calcolo dei Tempi Standard Predeterminati
- La più diffusa (dalla quale deriva buona parte delle altre) è la famiglia nota come MTM (*Method Time Measurement*)
- I diversi sistemi MTM permettono l'applicabilità del metodo in funzione delle diversità delle esigenze degli utilizzatori
- Le principali famiglie sono:
 - *Motion-based systems* - MTM 1
 - *Element-based systems* - MTM II – (es. MTM UAS, MTM MEK, MTM-HC)
 - *Activity-based systems* - MOST



Tempi Standard Predeterminati

- Il metodo originario MTM definisce i tempi dei principali micromovimenti di
 - Arti superiori
 - Occhi
 - Arti inferiori
- I 9 micromovimenti arti superiori
 - Raggiungere (*Reach*), Muovere (*Move*), Ruotare (*Turn*), Applicare pressione (*Apply Pressure*), Prendere (*Grasp*), Rilasciare (*Release*), Posizionare (*Position*), Disaccoppiare (*Disengage*), Girare la chiave (*Crank*)
- Ad ogni movimento corrisponde una tabella che fornisce le TMU in funzione dei fattori al contorno (distanze da percorrere, pesi, forme degli oggetti..)

Tempi Standard Predeterminati

TABLE 7.1 Predicted Move–Time Data in Which a *Move* is Defined as a Motion of the Hand Required to Transport an Object (from MTM Association for Standards and Research, Fairlawn, NJ 07410)

Distance Moved (cm)	Time, TMUs				Allowance			Case and Description
	A	B	C	Hand in Motion B	Weight (kg) up to	Constant (TMUs)	Factor	
0 to 2	2.9	2.0	2.0	1.7	1	0	1.00	A Move object to other hand or against stop
4	3.1	4.0	4.5	2.8	2	1.6	1.04	
6	4.1	5.0	5.8	3.1				
8	5.1	5.9	6.9	3.7				
10	6.0	6.8	7.9	4.3	4	2.8	1.07	
12	6.9	7.7	8.8	4.9	6	4.3	1.12	
14	7.7	8.5	9.8	5.4				B Move object to approximate
16	8.3	9.2	10.5	6.0				
18	9.0	9.8	11.1	6.5	8	5.8	1.17	
20	9.6	10.5	11.7	7.1				
22	10.2	11.2	12.4	7.6	10	7.3	1.22	

Tempi Standard Predeterminati

					B			Move object to approximate or indefinite location
22	10.2	11.2	12.4	7.6	10	7.3	1.22	
24	10.8	11.8	13.0	8.2	12	8.8	1.27	
26	11.5	12.3	13.7	8.7				
28	12.1	12.8	14.4	9.3				
30	12.7	13.3	15.1	9.8	14	10.4	1.32	
35	14.3	14.5	16.8	11.2	16	11.9	1.36	
40	15.8	15.6	18.5	12.6				
45	17.4	16.8	20.1	14.0				
50	19.0	18.0	21.8	15.4				
55	20.5	19.2	23.5	16.8				
60	22.1	20.4	25.2	18.2	20	14.9	1.46	
65	23.6	21.6	26.9	19.5				
70	25.2	22.8	28.6	20.9				
75	26.7	24.0	30.3	22.3				
80	28.3	25.2	32.0	23.7				
					22	16.4	1.51	C Move object to exact location

Tempi Standard Predeterminati

Methods-Time Measurement Application Data (times in TMUs)

METHODS-TIME MEASUREMENT MTM-I APPLICATION DATA

Do not attempt to use this chart or apply Methods-Time Measurement in any way unless you understand the proper application of the data. This statement is included as a word of caution to prevent difficulties resulting from misapplication of the data.

1 TMU = .00001 hour	1 hour = 100,000.0 TMU
= .0006 minute	1 minute = 1,666.7 TMU
= .036 seconds	1 second = 27.8 TMU

TABLE I — REACH — R

Distance Moved Inches	Time TMU				Hand in Motion		CASE AND DESCRIPTION	
	A	B	C or D	E	A	B		
3/4 or less	2.0	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	A Reach to object in fixed location, or to object in other hand or on which other hand rests.	
1	2.5	2.5	3.6	2.4	2.3	2.3		
2	4.0	4.0	5.9	3.8	3.5	2.7	B Reach to single object in location which may vary slightly from cycle to cycle.	
3	5.3	5.3	7.3	5.3	4.5	3.6		
4	6.1	6.4	8.4	6.8	4.9	4.3		
5	6.5	7.8	9.4	7.4	5.3	5.0	C Reach to object jumbled with other objects in a group so that search and select occur.	
6	7.0	8.6	10.1	8.0	5.7	5.7		
7	7.4	9.3	10.8	8.7	6.1	6.5		
8	7.9	10.1	11.5	9.3	6.5	7.2	D Reach to a very small object of whose accurate grasp is required.	
9	8.3	10.8	12.2	9.9	6.9	7.9		
10	8.7	11.5	12.9	10.5	7.3	8.6		
12	9.6	12.9	14.2	11.8	8.1	10.1	E Reach to indefinite location to get hand in position for body balance or rest motion or out of way.	
14	10.5	14.4	15.6	13.0	8.9	11.5		
16	11.4	15.6	17.0	14.2	9.7	12.9		
18	12.3	17.2	18.4	15.5	10.5	14.4	Additional	
20	13.1	18.6	19.8	16.7	11.3	15.8		0.4
22	14.0	20.1	21.2	18.0	12.1	17.3		0.7
24	14.9	21.5	22.5	19.2	12.9	18.8	0.7	
26	15.8	22.9	23.9	20.4	13.7	20.2	0.6	
28	16.7	24.4	25.3	21.7	14.5	21.7	0.6	
30	17.5	25.8	26.7	22.9	15.3	23.2	0.6	
Additional	0.4	0.7	0.7	0.6			TMU per inch over 30 inches	

TABLE III A — TURN — T

Weight	Time TMU for Degrees Turned										
	30°	45°	60°	75°	90°	106°	120°	136°	150°	165°	180°
Small - 0 to 2 Pounds	2.8	3.5	4.1	4.8	5.4	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4
Medium - 2.1 to 10 Pounds	4.4	5.5	6.5	7.5	8.5	9.6	10.6	11.6	12.7	13.7	14.8
Large - 10.1 to 36 Pounds	8.4	10.5	12.3	14.4	16.2	18.3	20.4	22.2	24.3	26.1	28.2

TABLE II — MOVE — M

Distance Moved Inches	Time TMU			Hand in Motion	WT Allowance			CASE AND DESCRIPTION
	A	B	C		Wt. (lb.) Up to	Dynamic Factor	Static Constant TMU	
3/4 or less	2.0	2.0	2.0	1.7	2.5	1.00	0	A Move object to other hand or against stop.
1	2.5	2.9	3.4	2.3				
2	3.6	4.6	5.2	2.9	7.5	1.06	2.2	B Move object to approximate or indefinite location.
3	4.9	5.7	6.7	3.6				
4	6.1	6.9	8.0	4.3				
5	7.3	8.0	9.2	5.0	12.5	1.11	3.9	C Move object to exact location.
6	8.1	8.9	10.3	5.7				
7	8.9	9.7	11.1	6.5				
8	9.7	10.6	11.8	7.2	22.5	1.22	7.4	
9	10.5	11.5	12.7	7.9				
10	11.3	12.2	13.5	8.6				
12	12.9	13.4	15.2	10.0	27.5	1.28	9.1	
14	14.4	14.6	16.9	11.4				
16	16.0	15.8	18.7	12.8				
18	17.6	17.0	20.4	14.2	32.5	1.33	10.8	
20	19.2	18.2	22.1	15.6				
22	20.8	19.4	23.8	17.0				
24	22.4	20.6	25.5	18.4	37.5	1.39	12.5	
26	24.0	21.8	27.3	19.8				
28	25.5	23.1	29.0	21.2				
30	27.1	24.3	30.7	22.7	42.5	1.44	14.3	
Additional	0.6	0.6	0.86					
Additional	0.6	0.6	0.86					TMU per inch over 30 inches

TABLE V — POSITION* — P

CLASS OF FIT		Symmetry	Easy to Handle	Difficult to Handle
1-Loose	No pressure required	S	5.8	11.2
		SS	9.1	14.7
		NS	10.4	16.0
2-Close	Light pressure required	S	16.2	21.8
		SS	19.7	26.3
		NS	21.0	26.6
3-Exert	Heavy pressure required	S	43.0	46.6
		SS	46.5	52.1
		NS	47.8	53.4
SUPPLEMENTARY RULE FOR SURFACE ALIGNMENT				
P1SE per alignment: >1/16<1/4"		P2SE per alignment: <1/16"		

Source: Copyrighted by the MTM Association for Standards and Research. No reprint permission without written consent from the MTM Association, 1411 Peterson Avenue, Park Ridge, Illinois 60068.



Motion-based (MTM 1)

- MTM 1 è un sistema molto dettagliato e affidabile che si concentra sull'analisi dei movimenti delle due mani
- È adatto allo studio di lavorazioni ad alto grado di ripetitività con cicli molto brevi, quando errori di poche TMU potrebbero determinare grandi inconvenienti in produzione e di convenienza economica
 - Es. linee di montaggio freni automobile

Motion-based (MTM 1)

- Esempio di applicazione MTM 1 per avvitare 2 dadi e serrare con chiave

Left hand description	F	Left hand movement	TMU	Right hand movement	F	Right hand description
SCREW 2 BOLTS						
Reach the bolt		R24C	12.5	R24C		Reach the bolt
Grasp		G4B	9.1	-		Grasp
		-	9.1	G4B		
Bolt to assembly		M24C	13.0	M24C		Bolt to assembly
Position 1 st bolt		P2SE	16.2	-		Position 1 st bolt Search thread
Search thread	2	M2B	4.0	-	2	
		-	16.2	P2SE		
		-	4.0	M2B		
Release		RL1	2.0	RL1		Release
fastening cycle	8	R2A	16.0	R2A	8	fastening cycle
		G1A	16.0	G1A		
		M2B	16.0	M2B		
		RL1	16.0	RL1		
		Total	150.1			
TIGHTEN 2 BOLTS WITH A WRENCH						
Reach the assembly		R-A	12.8	R30B		Reach the wrench
Grasp		G1A	3.5	G1B		Grasp
			15.1	M30C		
		14.7	P1SSD	Position		
		1.6	SC2			
		10.9	M20B2	Screw		
		11.7	M20C			
		14.7	P1SSD	Recovery with wrench		
		1.6	SC2			
		9.6	M16B2	Screw		
		10.6	APA			
		13.3	M30B	Tighten		
2.0	RL1	Recovery with wrench				
			Release			
		Total	122.1			




Element-based (MTM 2)

- La famiglia degli *Element-based* è un derivato di MTM-1, corrispondente ad una semplificazione dei movimenti rilevati ed ad una specializzazione in settori diversi
 - Esistono una serie di sottofamiglie di specializzazione di settore, es. MTM-HC (per l'industria *healthcare*), MTM-C (per lavori di ufficio), MTM-M (per lavori al microscopio...)
 - MTM UAS è un sistema derivato da MTM-1 attraverso elaborazioni statistiche dei dati tabulati, che non distingue il movimento di dettaglio delle due mani

Element-based (MTM 2 – UAS)

- Esempio di applicazione MTM 2 –UAS per avvitare 2 dadi e serrare con chiave

Description	Code	TMU	F	TMU sum
SCREW 2 BOLTS				
Grasp and position bolts	AF2	65		65
	AF1	40		40
Screw with hand	ZB1	10	8	80
		Total		185
TIGHTEN 2 BOLTS WITH A WRENCH				
Grasp and reposition wrench	HB2	60		60
Screw	ZA1	5		5
Reposition wrench	ZC1	30		30
Tighten	ZD	20		20
		Total		115



Element-based (MTM 2 – MEK)

- Sistema derivato da MTM 1, concepito per essere applicabile velocemente mantenendo un sufficiente grado di precisione
- È il risultato di un aggregazione dei movimenti basilari di MTM 1 in elementi di movimentazione principali, pertanto appartiene alla famiglia degli *Element-based*
- Adatto a lavorazioni caratterizzate da notevoli variazioni del ciclo produttivo
 - Produzioni su commesse singole

Element-based (MTM 2 – MEK)

- Esempio di applicazione MTM 2 – MEK per smontaggio di una candela dal motore

Description	Code	TMU	F	TMU sum
DISMANTLING A SPARK PLUG				
Wire to side	AA3	50		50
Wrench to plug	HB3	100		100
Release	ZZ	30		30
Unscrew with a wrench	ZD	40	3	120
	ZB	20	2	40
Handly unscrew	BA3	30		30
	ZA	10	5	50
Plug to visual control	PA3	30		30
Control	VA	40		40
Plug to visual control	PA1	20		20
Control	VA	40		40
Plug to side	PA3	30		30
		Total		580

Element-based (MTM-HC)

GET and PLACE			Distance Range (inch)	<8	>8 <20	>20 <32
Weight	Conditions of get	Place accuracy	Code	1	2	3
<2 Lbs	Easy	Approximate	AA	20	35	50
		Loose	AB	30	45	60
		Tight	AC	40	55	70
	Difficult	Approximate	AD	20	45	60
		Loose	AE	30	55	70
		Tight	AF	40	65	80
	Handful	Approximate	AG	40	65	80

Element-based (MTM-HC)

- Esempio: versare una fiala di reagente in un esperimento di laboratorio ospedaliero (MTM-HC)
- HP:
 - peso della fiala < 2 libbre (lbs = 327 gr)
 - Facile (*get easy*) accessibilità e presa
 - Posizionamento normalmente difficile (*place accuracy approximate*)
 - *Range* di distanza da 8 a 20 *inch*

Descrizione movimento	Codice	Tempo
Prendere la fiala dal contenitore	AA2	35
Togliere il tappo	AA2	35
Agitare la fiale, posizionarla sullo scarico	AD2	45
Versare (3 sec)	PT	83
Rimettere la fiala nel contenitore	PC2	40
0.0006 x 238 = 0,14 Tempo Standard Totale		238 TMU



Activity-based (MOST)

- MOST (*Maynard Operation Sequence Technique*) è un sistema di MTM più rapido delle famiglie precedenti, poichè identifica delle attività principali e non dei movimenti singoli
- Naturalmente perde in livello di dettaglio e quindi precisione nell'elaborazione dei tempi standard
- MOST definisce non una serie di movimenti, ma una sequenza di eventi/attività che comportano dei movimenti
- Gli eventi base di MOST sono:
 - La sequenza di movimento di un oggetto
 - La sequenza di controllo di un oggetto
 - La sequenza di impiego di *tool* di un oggetto



Activity-based (MOST)

- La sequenza di movimento di un oggetto è composta da 4 possibili sottoattività: *Action distance* (A, in orizzontale), *Body motion* (B, in verticale), *Gain control* (G), *Placement* (P)
- A fianco di ogni sottoattività si indica il tempo di esecuzione, che deriva (come negli altri metodi) da tabelle standardizzate secondo diversi parametri (es. numero di step all'interno della sottoattività)
 - Il tempo indicato in indice è 1/10 di una TMU standard
 - Il tempo standard si ricava come $TMU + allowance\ factor$, dove *allowance factor* = maggiorazione del tempo standard per riposo personale (P), fatica (F), rallentamenti diversi (D)
 - Solitamente l'*allowance factor* è almeno il 15% del tempo standard calcolato con MOST

Activity-based (MOST)

- Ad esempio l'espressione MOST $A_6 B_6 G_1 A_1 B_0 P_3 A_0$ rappresenta l'attività "Cammina per tre passi e prendi un bullone dal pavimento, sollevalo e mettilo in una scatola", dove:
 - A_6 : "cammina per tre passi fino alla posizione dell'oggetto"
 - B_6 : "chinati ed alzati"
 - G_1 : "prendi controllo dell'oggetto"
 - A_1 : "muovi l'oggetto alla distanza che devi raggiungere"
 - B_0 : "non muoverti"
 - P_3 : "posiziona l'oggetto"
 - A_0 : "non ritornare"
- $TMU = (6 + 6 + 1 + 1 + 0 + 3 + 0) * 10 = 170$ TMU = 0,102 min
- Tempo standard = 0,102 min * 1,15 = 0,1173 min con allowance factor pari al 15%



Activity-based (MOST)

- La seconda categoria di sequenza è quella del controllo: Muovi l'oggetto controllato (M), Passa un tempo di processamento (X), Allinea l'oggetto (I)
 - Ad esempio l'espressione MOST $A_1 B_0 G_1 M_1 X_{10} I_0 A_0$ indica l'attività di impostazione di un parametro di controllo su una macchina (esempio fresatrice)
- La terza categoria di sequenza è quella dei tool (strumenti) da utilizzare nell'azione, in sostanza è l'aggregazione delle due precedenti sequenze per la creazione di una sequenza di utilizzo di un dato strumento
- MOST è a sua volta una famiglia di sistemi a livello di dettaglio diverso e di settore diverso (es. MOST per le attività di ufficio)

Activity-based (MOST)

■ Esempio di applicazione MOST

TEMPI STANDARD LAVORAZIONI ELETTRICHE

INSERIZIONE TAPPO CON ROJONIC WW015

DESCRIZIONE ATTIVITA'	NOTA	CODICE SEQUENZA	TEMPO CICLO SEC.	% MEDIA FATTORE RIPOSO	TOTALE TEMPO TP	TOTALE TEMPO TL
Attivare il sistema informatico e leggere a terminale le istruzioni	*	A1B0G1M3X32I0A0	13.32	8	14.52	
Cliccare sul mouse per visualizzare posizione di inserzione.		A1B0G1M3X3I0A0	2.88		3.11	
Identificare il foro illuminato sul connettore		A0B0G0A0B0P0T3A0B0P0A0	1.08		1.17	
Spostare i cavi già inseriti per liberare il foro illuminato		A1B0G1A1B0P3A0 (F2)	4.32		4.66	
Prendere il piolo e inserirlo nel foro del connettore illuminato da Rojonic		A1B0G1A1B0P3A0	2.16		2.27	
Prendere l'insertore posizionario sul piolo e inserirlo, togliere e posare l'insertore sul banco		A1B0G1A1B0P6F3A1B0P1A0	5.04		5.44	
Prendere il tappo e inserirlo nel foro del connettore illuminato da Rojonic		A1B0G1A1B0P3A0	2.16		2.27	
Prendere l'insertore posizionario sul tappo e inserirlo, togliere e posare l'insertore sul banco		A1B0G1A1B0P6F3A1B0P1A0	5.04		5.44	
Segnalare al sistema mediante mouse dell'operazione eseguita	*	A1B0G1M3X32I0A0	13.32		14.52	
TOTALE TEMPO ASSEGNATO (SEC.) PER ATTIVITA' DI SETUP (TP) COMPRESA % PER FATTORE DI RIPOSO + 5% PER IMPREVISTI					30	
TOTALE TEMPO ASSEGNATO (SEC.) PER ATTIVITA' DI RUN (TL) COMPRESA % PER FATTORE DI RIPOSO + 5% PER IMPREVISTI						26

NOTA: (*) attivita' di setup da dividere per il n° di cavi componenti l'operazione



Vantaggi dei sistemi TSP

- I tempi standard possono essere valutati con precisione (di diverso grado a seconda della famiglia di MTM) prima dell'avvio della produzione
- Si possono paragonare senza metterle in atto più alternative sui cicli di lavoro
- Si riducono in via teorica le possibilità di errore nella registrazione dei tempi e delle prestazioni
- È di più facile applicazione ed è più economico dei sistemi di *Time Study*
- Solitamente sono accettati più facilmente dai sindacati



Svantaggi dei sistemi TSP

- È praticamente inapplicabile se le attività non sono molto ripetitive
- Nell'applicazione delle famiglie di maggior dettaglio (es. MTM 1) può risultare molto difficile il frazionamento del lavoro in micro-operazioni
- I parametri scelti per la determinazione dei tempi potrebbero non adattarsi a qualsiasi situazione lavorativa
 - I fattori che potrebbero introdurre una variabilità nei tempi di esecuzione sono potenzialmente illimitati, pertanto non tutti sono compresi nelle tabelle (es. MTM 1 non considera la forma dei pezzi da movimentare)