

Sistemi Informativi Aziendali

Appunti per il corso - Capitolo 10

Fulvio Corno

Marco Torchiano

Politecnico di Torino – Dipartimento di Automatica e Informatica

Versione 0.1.0

8 gennaio 2018



INDICE

Indice	i
10 Indicatori di performance	1
10.1 Management IS	1
10.2 Cenni di teoria della misura	4
10.2.1 Definizioni	4
10.2.2 Modello concettuale della misurazione	5
10.2.3 Teoria della misura	6
10.2.4 Affermazioni sulle misure	8
10.2.5 Scale di misura	9
10.3 Key Process Indicators	13
10.3.1 Categorie di KPI	14
10.3.2 Definizione dei KPI	18
10.3.3 Applicazione dei KPI a un caso concreto.	19
Bibliografia	23

INDICATORI DI PERFORMANCE

What gets measured gets done
P. Drucker

Mentre al livello operativo le informazioni elaborate dai sistemi informativi sono funzionali allo svolgimento delle attività primarie (produzione di beni ed erogazione di servizi), ai livelli organizzativi superiori (gestionale e strategico) le informazioni sono utilizzate per prendere delle decisioni. Decisioni che possono influenzare l'operatività di base o le linee strategiche di sviluppo dell'azienda.

10.1 Management IS

Se consideriamo la piramide di Anthony riportata in figura 10.1, notiamo come i sistemi informativi a livello gestionale (Management Information System, MIS) sono quelli utilizzati dai middle manager e dai senior manager. Non esiste una netta separazione tra questi due ma piuttosto una continuità in cui la gestione si sposta progressivamente dai singoli processi, alle funzioni, all'organizzazione nel suo insieme.

I sistema informativi ai vari livelli offrono funzioni diverse.

Il livello di management ha l'esigenza di verificare se le proprie scelte sono state appropriate, ovvero se gli effetti desiderati sono stati raggiunti (es. se hanno portato ad un

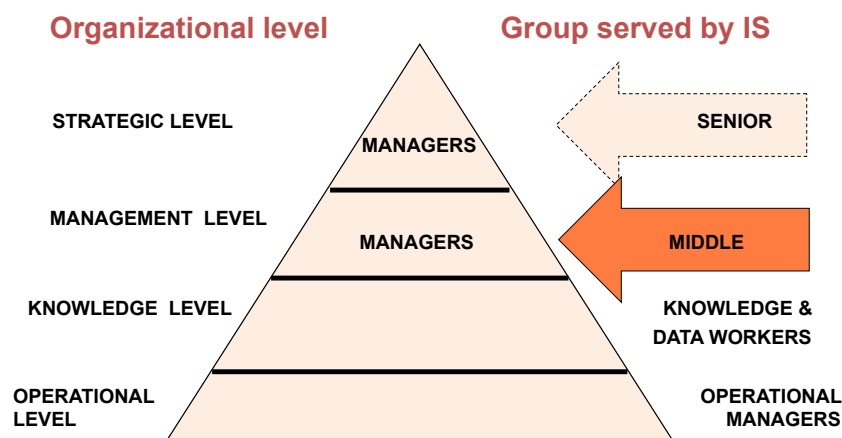


Figura 10.1: Livelli Gestionali

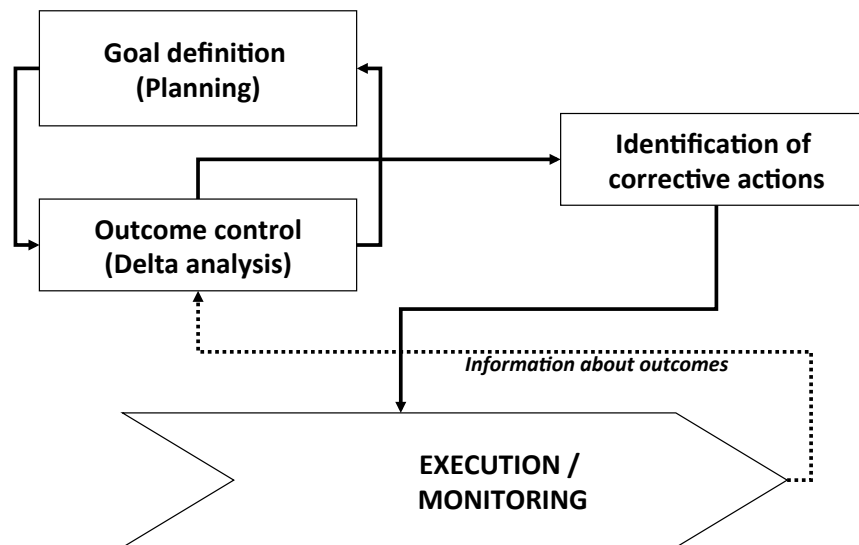


Figura 10.2: Ciclo di controllo

incremento delle vendite oppure no). Si tratta in sintesi di informazioni sul come è andata: a fronte di decisioni prese al fine di raggiungere predefiniti obiettivi, tali obiettivi sono stati raggiunti? quanto si è andati vicini al raggiungimento?

Se i processi del livello operativo sono supportati da un SI, è possibile raccogliere tutte (o quasi) le informazioni necessarie per poter capire se le scelte finora fatte sono state corrette e fornire indicazioni utili per prendere le prossime decisioni.

I sistemi informativi che devono supportare le azioni a livello di management sono interessati a capire come stanno andando avanti le cose sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo. Danno per scontato che le cose a livello operativo avvengano (o siano già avvenute).

I manager hanno bisogno di informazioni sintetiche che siano in grado di guidarli e che possano indicare loro se le scelte che hanno fatto e che faranno sono state giuste oppure no. Al manager interessa correlare tali dati con le scelte fatte in modo da poter migliorare tali scelte ove necessario. Quindi il MIS dovrà essere un SI in grado di intercettare degli eventi che avvengono a livello operativo e in qualche modo di sintetizzarli e riassumerli in una serie di indicatori, numeri e sulla base di questi numeri permettere di capire come stanno andando le cose. I MIS devono riuscire a fornire la fotografia del livello di qualità e quantità a cui si sta lavorando.

L'idea di base di questi SI è che normalmente quando si fa una gestione la si fa (o si dovrebbe fare) avendo in mente degli obiettivi (possibilmente quantitativi). A fronte di una serie di obiettivi decisionali vengono eseguite le attività quotidiane, quelle che nel modello di Anthony possiamo individuare a livello operativo. È importante per poter gestire un processo osservarlo raccogliendo dati, confrontare i risultati ottenuti con gli obiettivi prefissati ed agire sul processo operativo in modo da correggerne l'andamento.

I SI a livello operativo, oltre a svolgere la propria funzione primaria di supporto ai processi aziendali, raccolgono informazioni. Tali informazioni, aggregate opportunamente permettono di effettuare un monitoraggio, confrontare l'obiettivo atteso con il risultato e capire cosa fare per mantenere l'obiettivo o raggiungerlo nel caso non sia stato raggiunto. Eventualmente si potrà decidere di intraprendere delle operazioni correttive.

L'elemento fondamentale è l'informazione sui risultati (sia finali che intermedi). Il principio guida per la gestione è che ciò che viene misurato può essere raggiunto e viceversa,

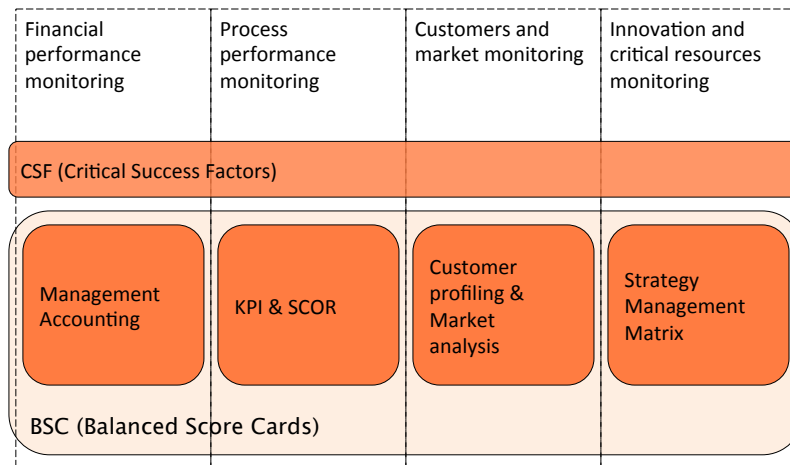


Figura 10.3: Tipologie di monitoraggio – approcci

difficilmente verrà raggiunto ciò che non posso misurare. È quindi fondamentale definire degli obiettivi, associargli delle misure e poi confrontare le misure prese con l'obiettivo. Queste sono le funzioni principali dei management IS.

Il procedimento è il seguente:

- raccolto delle misure;
- il sistema informativo le aggrega per permetterne il monitoraggio e il controllo: il monitoraggio consente di osservare quello che avviene, il controllo significa agire per raggiungere gli obiettivi;
- definisco gli indicatori nel miglior modo possibile.

Oltre ad eseguire un certo processo, misuriamo cosa è stato fatto. *Misurare* un processo significa *definire degli indicatori* che siano estratti da delle misure vere e proprie fatte a livello di processo e riassunte in questi indicatori che sono in grado di darci un valore più sintetico e facile da analizzare. Le sfide a livello organizzativo sono due:

1. Riuscire a monitorare e controllare ciò che avviene (vado ad osservare ciò che è stato fatto, attraverso un monitoraggio continuo e capillare di ciò che avviene). Senza questo non posso fare delle strategie. Ad esempio il numero degli iscritti è un indicatore, ma non è utile per la pianificazione aule perché magari abbiamo tanti iscritti ma pochi che seguono: l'unico modo per saperlo è monitorare.
2. Avere pochi indicatori ma affidabili (nel senso che mi diano un valore numerico che sia rappresentativo di ciò che avviene nella realtà e non siano soggetti a troppi errori di misura).

In base al livello di astrazione gli indicatori possono essere definiti in diversi modi:

- 1) Management accounting
- 2) CSF
- 3) KPI
- 4) Balanced scorecards
- 5) (Customer and market profiling)
- 6) (Strategic analysis methods)

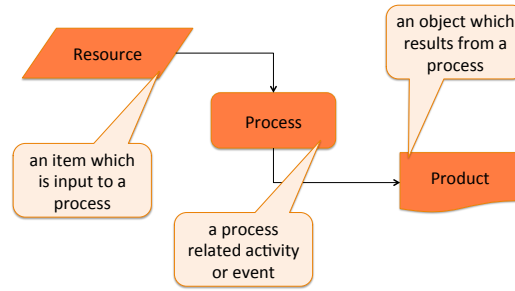


Figura 10.4: Tipologie di entità

10.2 Cenni di teoria della misura

La misura è la base di qualunque processo scientifico e la misurazione dei fenomeni ci permette di comprendere meglio il processo. Kelvin [1, p.73] sosteneva che se all'osservazione di un fenomeno si riescono ad associare dei numeri questo permette di capirlo, se invece la descrizione non è quantitativa la conoscenza che se ne ricava è insoddisfacente. In generale se non si riesce a misurare un fenomeno è impossibile migliorarlo.

10.2.1 Definizioni

La *misurazione* può essere definita come:

*il processo empirico di assegnazione di **valori**
a delle **entità** al fine di caratterizzare
dei loro specifici **attributi***

Gli elementi chiave sono:

Entità è l'oggetto che si intende caratterizzare, può essere un processo, un prodotto, un progetto o una risorsa.

Le entità che solitamente interessa monitorare in un sistema informativo appartengono a tre principali categorie (figura 10.4):

Risorse : sono oggetti, informazioni o eventi che rappresentano l'input di un'attività o vengono utilizzati da un processo.

Processi : rappresentano attività o processi che vengono svolti.

Prodotti : sono oggetti o informazioni che vengono generati tramite attività o processi.

Attributo è la proprietà o caratteristica di un'entità che può essere distinta in maniera quantitativa o qualitativa da parte di un essere umano o di uno strumento automatico.

Assegnazione deve essere ben definita, in termini di un metodo di misura, ovvero della sequenza logica di operazioni utilizzati per quantificare un attributo rispetto ad una specifica scala.

L'esito della misurazione (idealmente) non deve dipendere dalle persone (o strumenti) coinvolte nell'atto della misurazione, deve essere possibile associare un valore la cui misurazione sia il più possibile ripetibile.

Una *metrica* rappresenta la scala insieme alla procedura utilizzata per effettuare la misurazione.

Tabella 10.1: Esempi di misure

Entità	Attributo	Metrica
Persona	Età	Anno di nascita
Persona	Età	Mesi trascorsi dalla nascita
Codice sorgente	Lunghezza	# Lines of Code (LOC)
Codice sorgente	Lunghezza	# Istruzioni eseguibili
Processo	Durata	Tempo trascorso da inizio a fine
Tester	Efficienza	Numero di difetti per KLOC
Processo di test	Frequenza difetti	Numero di difetti per KLOC
Codice sorgente	Qualità	Numero di difetti per KLOC
Sistema operativo	Affidabilità	Mean Time To Failure (MTTF)
Registrazione prodotti	Pervasività	Percentuale di prodotti registrati
Registrazione prodotti	Usabilità	% di registrazioni iniziate e completate
Registrazione prodotti	Costo	Costi fissi e di manutenzione

Dato un attributo di un'entità, in generale è possibile definire diverse metriche che lo caratterizzano. Ad esempio, se consideriamo l'attributo lunghezza dell'entità codice sorgente è possibile considerare il numero di righe di codice (LOC) oppure il numero di istruzioni eseguibili (escludendo ad esempio le linee vuote e le linee di commento). Quale sia la più corretta dipende dallo scopo per cui si vuole raccogliere la misura: ad esempio il primo descrive meglio il lavoro di scrittura, mentre il secondo la complessità del programma.

Alcuni esempi di entità, relativi attributi e le possibili misure sono riportate in tabella 10.1.

10.2.2 Modello concettuale della misurazione

Un possibile modello concettuale della misurazione è quello riprodotto in figura 10.5 derivato dallo standard ISO/IEC/IEEE 15939:2017 [2].

La misurazione parte da una esigenza informativa (*Information Need*) a cui è possibile rispondere tramite un costrutto misurabile (*Measurable Construct*) che è definito in termini di uno o più attributi di una o più entità.

Una misura di base (o diretta) può essere raccolta applicando un metodo di misura (*Measurement Method*) all'attributo dell'entità di interesse.

Spesso i costrutti non fanno riferimento ad una sola misura di base ma bensì mettono in relazione due misure di base (ad esempio facendone il rapporto). La combinazione di più misure di base in una misura viene fatto utilizzando una funzione di misurazione (*Measurement Function*).

Una misura necessita di un modello interpretativo (*Model*) che può includere informazioni di contesto e criteri di valutazione, per poter essere utile in attività di monitoraggio e controllo.

Infine uno o più indicatori devono essere presentati (in forma testuale o grafica) come prodotto informativo (*Information Product*) che può rispondere alle esigenze informative originarie.

Ad esempio se l'esigenza informativa consiste nello stimare la produttività per un futuro progetto, il costrutto misurabile può essere la *Produttività dei progetti*. Tale costrutto richiede di considerare come misure di base:

- Misura di base: *Requisiti del progetto X*
Entità: requisiti funzionali
Attributo: casi d'uso
Metodo di misurazione: contare i casi d'uso.
- Misura di base: *Effort in ore del progetto X*
Entità: timesheet

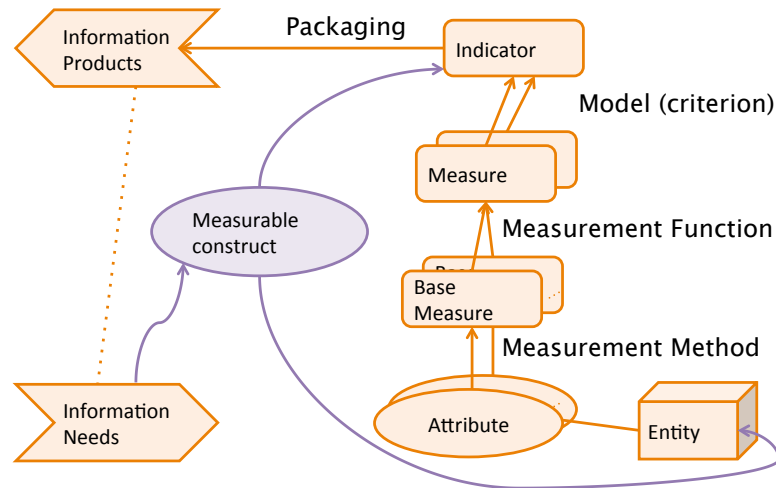


Figura 10.5: Modello concettuale della misurazione (adattato da ISO/IEC/IEEE 15939:2017 [2])

Attributo: registrazioni

Metodo di misurazione: sommare le ore delle registrazioni.

La misura derivata *Produttività del progetto X* può essere calcolata con una funzione di misurazione che divide i requisiti per l'effort del progetto X.

Per ottenere una stima del costrutto misurabile è possibile definire un indicatore *Produttività media* ottenuta tramite un modello che calcola la media delle produttività di tutti i progetti rilevanti ed utilizza la deviazione standard per fornire una stima dell'incertezza per tale indicatore.

Infine è possibile riportare il valore dell'indicatore di produttività media associato ad un intervallo di confidenza al 95% (es. 0.5 ± 0.24 UC/day) come prodotto informativo che risponde all'esigenza di avere una stima della produttività.

10.2.3 Teoria della misura

Esistono diverse teorie della misura, ovvero di basi matematiche che permettono di definire in maniera formale come sia possibile assegnare un valore ad un attributo di un'entità e quali siano le proprietà che tali valori debbono soddisfare per essere considerati validi [3].

La teoria della misura più diffusa si basa sul lavoro di Stevens del 1946 [4], che si fonda su un modello di entità e relazioni fra esse e che mette in corrispondenza un sistema empirico (che possiamo osservare) con un sistema formale in cui esprimiamo le misure.

Il punto di partenza della misura è un sistema empirico (\mathcal{E}) che è costituito da un insieme di entità (E) e da una relazione tra di esse (re):

$$\mathcal{E} = (E, re)$$

Ad esempio (figura 10.6):

- Entità: le persone in un certo gruppo (al limite tutta l'umanità);
- Relazione empirica fra le entità: taller che indica se una persona è più alta di un'altra.

Al sistema empirico corrisponde un sistema formale (\mathcal{F}) costituito da un insieme di valori (M) e da una relazione su di essi (rf).

$$\mathcal{F} = (M, rf)$$

Ad esempio (figura 10.6):

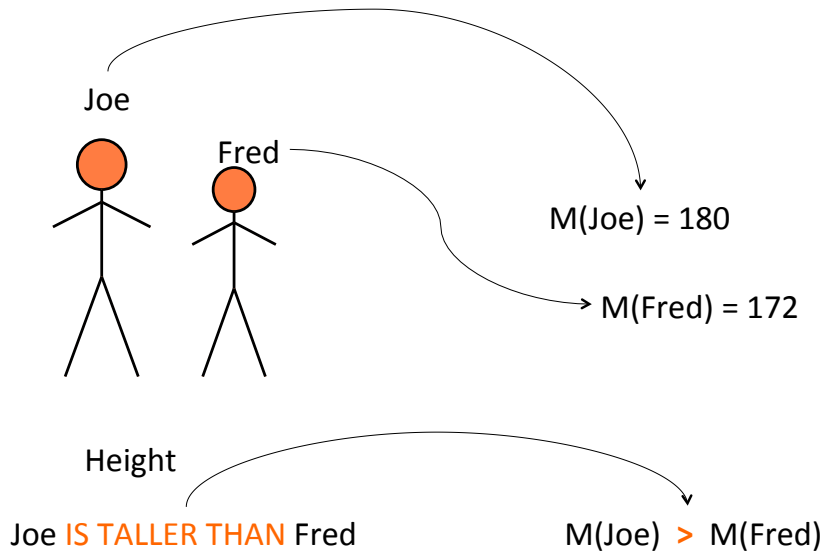


Figura 10.6: Corrispondenza di misura (measurement mapping)

- Valori: l'insieme dei numeri reali (\mathbb{R});
- Relazione formale: una relazione di ordine ($>$).

La misurazione consiste in una funzione di *mapping* (m) che ad ogni entità del sistema empirico fa corrispondere un valore del sistema formale, in modo tale da preservare la relazione empirica con la relazione formale. Quest'ultima condizione è detta *condizione di rappresentazione* e comporta che la funzione di *mapping* sia un omomorfismo:

$$m : E \rightarrow M \mid \forall a, b \in E, a \text{ re } b \implies m(a) \text{ rf } m(b)$$

Nel nostro esempio di figura 10.6, confrontando Joe e Fred in termini di altezza osservo che il primo è più alto del secondo. Una possibile funzione di mapping (*height*) farà corrispondere a ciascuna persona la sua altezza in cm. La relazione empirica *taller* corrisponde alla relazione di ordine $>$.

La nostra misura è ammissibile perchè rispetta la condizione di rappresentazione, che preserva la relazione empirica più-alto-di tra persone nella relazione formale maggiore di tra numeri reali. Nell'esempio:

$$\text{Joe taller Fred} \implies \text{height}(\text{Joe}) > \text{height}(\text{Fred})$$

Abbiamo in questo modo costruito una scala di misura, che è costituita da una tripletta che comprende il sistema empirico, il sistema formale e la funzione di mapping:

$$\begin{aligned} \text{scale:} & \quad (\mathcal{E}, \mathfrak{F}, m) \\ \text{empirical system:} & \quad \mathcal{E} = (E, \text{re}) \\ \text{formal system:} & \quad \mathfrak{F} = (M, \text{rf}) \\ \text{mapping function:} & \quad m : E \rightarrow M \mid \\ & \quad \forall a, b \in E, a \text{ re } b \implies m(a) \text{ rf } m(b) \end{aligned} \tag{10.1}$$

Che nel nostro esempio diventa:

$$\begin{aligned} \text{scale:} & \quad (\mathcal{E}, \mathfrak{F}, \text{height}) \\ \text{empirical system:} & \quad \mathcal{E} = (E, \text{taller}) \\ \text{formal system:} & \quad \mathfrak{F} = (\mathbb{R}, >) \\ \text{mapping function:} & \quad \text{height} : E \rightarrow \mathbb{R} \mid \\ & \quad \forall a, b \in E, a \text{ taller } b \implies \text{height}(a) > \text{height}(b) \end{aligned}$$

Le funzioni di mapping non sono uniche: è possibile definire diverse scale e passare da una all'altra tramite una trasformazione (Φ).

Si dice che una trasformazione Φ è ammissibile se $m' = \Phi \circ m$ è un omomorfismo, ovvero se la nuova funzione di mapping (m') ottenuta tramite la trasformazione rappresenta ancora la relazione empirica, ovvero la trasformazione permette di ottenere una nuova misura ammissibile.

Nel nostro esempio relativo all'altezza è possibile trasformare la funzione di mapping moltiplicando il risultato per una costante; in questo modo, ad esempio, è possibile passare da una misura in cm ad una misura in pollici moltiplicando per 0.39.

In generale tanto più è *complessa* la relazione empirica tanto più restrittivo è l'insieme delle trasformazioni ammissibili.

L'idea di trasformazione ammissibile è importante perché suggerisce che non esiste una sola misura (funzione di mapping) ma è possibile definirne tante tutte ugualmente valide e accettabili (ammissibili).

Tutte le misure ammissibili sono valide in quanto rappresentano la relazione empirica.

10.2.4 Affermazioni sulle misure

L'aspetto importante secondo questo approccio non è il valore (numerico) che viene assegnato ma le conclusioni che possiamo trarre confrontando tali valori.

L'idea di base è che data una scala di misura, è possibile fare alcune affermazioni sensate (significative), di cui ha senso provare a determinare la verità.

Sono considerate sensate tutte le affermazioni la cui verità resta invariata applicando una trasformazione ammissibile.

Nell'esempio delle altezze, le scale ammissibili sono legate tra di loro da un semplice fattore moltiplicativo (ad esempio per passare da cm a pollici). Perciò sono sensate tutte le affermazioni la cui verità non cambia quando cambia la scala utilizzata, ad esempio passando da cm a pollici.

Ad esempio per capire se è sensata l'affermazione che Joe sia alto il doppio di Fred, ovvero:

$$\text{height}(\text{Joe}) = 2 \cdot \text{height}(\text{Fred})$$

Occorre verificare se, cambiando la scala di misura, il significato dell'affermazione non varia. Ad esempio passando da una misura in centimetri ad una in pollici si può applicare la seguente trasformazione:

$$\Phi \circ f(a) = f(a) \cdot 0.39$$

Quindi l'affermazione di partenza diventa:

$$\text{height}(\text{Joe}) \cdot 0.39 = 2 \cdot \text{height}(\text{Fred}) \cdot 0.39$$

che è del tutto equivalente a quella di partenza, e perciò ne mantiene il significato. Più in generale, considerando qualunque possibile trasformazione ammissibile, per cui il fattore moltiplicativo è m , è necessario garantire che:

$$\text{height}(\text{Joe}) = 2 \cdot \text{height}(\text{Fred}) \implies \forall m > 0 : \text{height}(\text{Joe}) \cdot m = 2 \cdot \text{height}(\text{Fred}) \cdot m$$

La condizione è ovviamente verificata, ovvero la veridicità dell'affermazione non varia al variare della scala di misura (ammissibile). Ergo l'affermazione è considerata sensata. È bene sottolineare che il fatto che un'affermazione sia sensata è indipendente dalla sua verità, bensì significa che ha senso il tentativo di verificarne la verità, utilizzando indifferentemente una qualunque delle scale ammissibili.

10.2.5 Scale di misura

Le scale variano in funzione del tipo di relazione empirica che si intende rappresentare nel sistema formale. In particolare è possibile classificare le scale di misura in diversi tipi:

Nominale per scale che preservano una semplice relazione di classificazione;

Ordinale per scale che preservano una relazione di ordine;

Intervallo per scale che preservano una relazione di distanza;

Rapporto per scale che preservano una relazione di rapporto;

Assoluta per scale che prevedono il conteggio.

Il tipo e la complessità di relazione empirica che si intende rappresentare porta ad utilizzare diversi tipi di scale che differiscono in termini di ricchezza espressiva (varietà di affermazioni sensate che posso fare su quel tipo di misura).

La scala nominale è quella più semplice, in grado di rappresentare relazioni empiriche molto semplici, mentre quella assoluta è la più sofisticata, in grado di rappresentare relazioni empiriche molto complesse.

Il criterio formale per poter classificare le scale di misura è costituito dal tipo di trasformazioni ammissibili: quanto più la scala è sofisticata, tanto più l'insieme delle trasformazioni ammissibili sarà ristretto.

Una conseguenza di questo schema di classificazione è che in funzione del tipo di scala, può avere senso o meno effettuare delle operazioni sulle misure.

Scala Nominale (Nominal o Categorical)

La scala nominale è la più semplice. Permette di rappresentare una relazione empirica che classifica le entità come appartenenti alla stessa categoria. Non ci sono relazioni di grandezze, nessun ordine ma solamente categorie.

La funzione di mapping assegna un codice, un nome o una categoria all'entità (es. buoni/cattivi, alti/bassi).

Le trasformazioni ammissibili sono tutte quelle che preservano la differenza o l'identità tra le categorie:

$$\forall a, b \in E: m(a) = m(b) \iff \Phi \circ m(a) = \Phi \circ m(b) \quad (10.2)$$

L'unica operazione che si può effettuare sui valori delle misure è il conteggio: quanti oggetti sono stati classificati in una determinata categoria.

Le statistiche possibili sono quelle basate sul conteggio:

- Frequenza (per categoria)
- Moda (categoria con la maggior frequenza)

Esempio:

Sistema empirico	<i>Entità</i> : Persona <i>Attributo</i> : Origine <i>Relazione</i> : Stessa origine
Sistema formale	<i>Valori</i> : {I, E, X} <i>Relazione</i> : =
Mapping	$m(p) = \begin{cases} I & \text{if } p \text{ is from Italy} \\ E & \text{if } p \text{ is from EU} \\ X & \text{if } p \text{ is from extra EU} \end{cases}$

Altre funzioni di mapping valide sono tutte quelle che fanno corrispondere valori diversi a diverse nazionalità, ad esempio:

$$m'(p) = \begin{cases} 1 & \text{if } p \text{ is from Italy} \\ 10 & \text{if } p \text{ is from EU} \\ 3 & \text{if } p \text{ is from extra EU} \end{cases}$$

Scala Ordinale (Ordinal)

La scala ordinale è più complessa di quella scala nominale ed è in grado di rappresentare una relazione d'ordine totale.

La funzione di mapping deve preservare la relazione empirica di ordine, perciò le trasformazioni ammissibili sono tutte quelle che trasformano i valori in una serie di valori nello stesso ordine

$$\forall a, b \in E : m(a) > m(b) \iff \Phi \circ m(a) > \Phi \circ m(b) \quad (10.3)$$

oppure

$$\langle C_1, C_2, \dots, C_n \rangle \rightarrow \langle a_1, a_2, \dots, a_n \rangle \mid \forall i > j, a_i \geq a_j$$

In aggiunta al conteggio degli elementi equivalenti, è possibile un'ulteriore operazione che consiste nell'**ordinare** gli elementi in base al valore della loro misura. Questo permette di calcolare le statistiche di:

- Rank (posizione)
- Mediana
- Quantili

Esempio:

Sistema empirico	<i>Entità</i> : Persona <i>Attributo</i> : Livello di accordo con un'affermazione <i>Relazione</i> : Maggiore accordo
Sistema formale	<i>Valori</i> : $\{-2, -1, 0, 1, 2\}$ <i>Relazione</i> : \geq
Mapping	$m(p) = \begin{cases} -2 & \text{se } p \text{ non concorda assolutamente} \\ -1 & \text{se } p \text{ non concorda} \\ 0 & \text{se } p \text{ è indeciso} \\ 1 & \text{se } p \text{ concorda} \\ 2 & \text{se } p \text{ concorda assolutamente} \end{cases}$

Le trasformazioni ammissibili sono tutte quelle che mantengono l'ordine dei valori assegnati tramite la misura, ad esempio:

$$\langle -2, 1, 0, 1, 2 \rangle \rightarrow \langle -10, 0, 5, 99, 100 \rangle$$

Tutte le funzioni di mapping ottenute tramite una trasformazione ammissibile analoga alla precedente sono ugualmente valide, in quanto preservano la relazione empirica prestabilita.

È importante prestare molta attenzione a questo aspetto e non lasciarsi tentare dal fatto che i valori assegnati sono dei numeri reali. Sebbene con la prima funzione di mapping la differenza tra “concorda assolutamente” e “concorda” sia uguale a quella tra “non concorda

assolutamente” e “non concorda”, questo non è vero se applichiamo un'altra funzione di mapping.

Utilizzando una scala ordinale le due differenze non sono confrontabili. Perciò qualunque affermazione che si basi sulle differenze (o somme) tra i valori delle misure di una scala ordinale è priva di senso.

Scala di Intervalli (Interval)

La scala di intervalli permette di rappresentare una relazione empirica che preserva le differenze. Tale scala sopperisce quello che era un limite della scala precedente.

Le funzioni di mapping devono preservare le differenze. Quindi sono ammissibili tutte le trasformazioni che rappresentano trasformazioni affini:

$$\Phi : m \rightarrow \alpha \cdot m + \beta \quad (10.4)$$

In aggiunta al conteggio e all'ordine, i valori di misure a intervallo possono oggetto di **somma** e **sottrazione** ed è possibile la divisione per un valore scalare puro.

Questo permette di calcolare le statistiche di:

- Media aritmetica
- Varianza e Deviazione standard

Esempio:

Sistema empirico	<i>Entità</i> : Evento <i>Attributo</i> : Istante in cui accade <i>Relazione</i> : Distanza da un evento di riferimento
Sistema formale	<i>Valori</i> : \mathbb{R} <i>Relazione</i> : <i>distanza</i>
Mapping	$m(e)$ = unità di tempo trascorse da un evento di riferimento

In questo caso la scala di misura, oltre a preservare una relazione preserva anche il risultato di un'operazione (additiva o sottrattiva)

$$\begin{aligned} \text{scale:} & \quad (\mathcal{E}, \mathfrak{F}, m) \\ \text{empirical system:} & \quad \mathcal{E} = (E, \text{later}, \text{diff}) \\ \text{formal system:} & \quad \mathfrak{F} = (\mathbb{R}, \geq, -) \\ \text{mapping function:} & \quad m : E \rightarrow \mathbb{R} \mid \\ & \quad \forall a, b \in E: \\ & \quad \quad a \text{ later } b \implies m(a) \geq m(b) \\ & \quad \quad \wedge m(a \text{ diff } b) = m(a) - m(b) \end{aligned}$$

I parametri che possono variare da una scala di misura all'altra sono:

- la specifica unità di tempo (legata al fattore α della trasformazione 10.4)
- l'istante di riferimento (legato al fattore β della trasformazione 10.4)

In generale qualunque siano i due parametri, se un evento a segue un evento b (a later b) l'ordine delle misure sarà comunque rispettato. Sia che misuri l'istante di un evento in minuti a partire dal 1 gennaio 1900 o in ore dal 1 gennaio 2000, l'ordine delle misure è invariante.

Inoltre la misura di un evento rispetto ad un altro equivale alla differenza tra le misure. Questo implica che l'uguaglianza tra le differenze tra eventi viene preservata:

$$(a \text{ diff } b) = (c \text{ diff } d) \implies m(a) - m(b) = m(c) - m(d)$$

Quindi, se gli eventi a e b sono separati da un'ora come pure gli eventi c e d , allora la differenza tra le misure saranno uguali, indipendentemente dalla scala di misura adottata.

È importante notare che, mentre le differenze tra misure hanno un senso ed una corrispondenza nel sistema empirico, il rapporto tra due misure non ha alcun significato.

Un altro esempio di scala di intervallo è quello delle temperature. Le due scale convenzionali (Celsius e Fahrenheit) sono legate da una trasformazione affine:

$$^{\circ}F = \frac{9}{5} \cdot ^{\circ}C + 32$$

Scala Rapporto (Ratio)

La scala di rapporti permette di rappresentare una relazione empirica che consiste nel rapporto tra un attributo di due entità espresse come multipli di un'unità di base.

Le funzioni di mapping devono preservare i rapporti, perciò le trasformazioni ammissibili sono esclusivamente quelle di scala:

$$\Phi : m \rightarrow \alpha \cdot m \quad (10.5)$$

Una conseguenza importante di questa classe di trasformazioni ammissibili è che esiste uno 0 (zero). Che è univoco ed identico per qualunque scala di misura si adotti e passando attraverso una trasformazione ammissibile.

In aggiunta al conteggio, all'ordinamento e a somme e sottrazioni, i valori di misure su scala di rapporti possono essere moltiplicati e divisi tra loro ed è possibile la divisione per un valore scalare.

Questo permette di calcolare (oltre a quelle viste per le tipologie di scale più semplici) le statistiche di:

- Differenza standardizzata tra le medie
- Media geometrica

Esempio:

Sistema empirico	<i>Entità</i> : Segmento <i>Attributo</i> : Lunghezza <i>Relazione</i> : Rapporto tra lunghezze
Sistema formale	<i>Valori</i> : \mathbb{R} <i>Relazione</i> : /
Mapping	$m(s) = \text{lunghezza espressa in multipli di unità di misura}$

L'unico parametro che può variare è l'unità di misura, ad esempio la lunghezza può essere misurata in cm o in pollici.

Le lunghezze possono essere confrontate in termini di rapporti, quindi un'affermazione sensata è che un segmento a sia lungo x volte un altro segmento b . Tale affermazione è invariante rispetto alla scala di misura:

$$x = \frac{m(a)}{m(b)} = \frac{m'(a)}{m'(b)}$$

Lo zero è uno zero effettivo e non convenzionale (come invece succede nel caso delle temperature).

Tabella 10.2: Riepilogo delle scale di misura

Scale	Admissible Transformations	Example
Nominal	1-to-1 mapping	Labeling, classifying entities
Ordinal	Monotonic increasing function	Preference, hardness
Interval	$M' = a * M + b$ With: $a > 0$	Relative time, temperature
Ratio	$M' = a * M$ With: $a > 0$	Time interval, length
Absolute	$M' = M$	Counting entities

Scala assoluta (absolute)

La scala assoluta permette di misurare degli attributi che possono essere valutati semplicemente andando a contare qualcosa.

Questo significa che la misura che si può effettuare è una ed una soltanto: immaginiamo di essere interessati alle entità “classi scolastiche” e vogliamo caratterizzare l’attributo numerosità; per caratterizzare la dimensione della classe esiste un’unica misura, contare gli elementi che la compongono.

Esiste una sola funzione di mapping possibile perciò l’unica trasformazione ammissibile è la trasformazione identica:

$$\Phi : m \rightarrow m \quad (10.6)$$

A differenza delle misure su scala di rapporti, qui non esiste una unità di misura rispetto a cui rapportare le misure, si tratta semplicemente di un conteggio. Perciò la necessità di introdurre diverse unità di misura segnala che probabilmente non è opportuno usare una scala assoluta. Ad esempio, l’età può essere misurata contando gli anni dalla nascita, tuttavia è anche possibile misurare l’età in mesi; questo significa che l’età non è una scala assoluta ma bensì di rapporti.

Sui valori di una misura su scala assoluta si possono fare tutte le possibili operazioni e di conseguenza hanno senso tutte le statistiche viste per le scale precedenti.

10.3 Key Process Indicators

I Key Process Indicator (KPI), sono indicatori numerici che permettono di valutare diversi aspetti dei processi aziendali. Tramite l’uso dei KPI i manager possono capire come stanno funzionando i vari processi gestiti dal sistema informativo (monitoraggio).

Per raggiungere tale scopo i KPI devono possedere cinque le caratteristiche (**SMART**):

- **Specific**: deve essere specifico per il processo che si intende monitorare, che ragionevolmente dipende dall’azienda in cui ci si trova e dal modo di lavorare adottato. Non esiste un indicatore numerico buono in assoluto, ad esempio le soglie di minimo e di massimo che non devono essere superate non possono essere definite in generale ma solo specifiche per il processo.
- **Measurable**: gli indicatori devono essere facili da misurare ossia i metodi e le funzioni di misurazione devono essere chiaramente definite, inoltre la misurazione deve essere economicamente e praticamente fattibile.
- **Achievable**: le soglie per gli indicatori che ci si pone come obiettivi da raggiungere devono sempre essere realisticamente raggiungibili (ad esempio tenere sempre conto di quello che è il budget disponibile) e devono essere sotto il controllo di chi valuta l’indicatore.

- **Relevant:** un indicatore deve essere rilevante ai fini del processo che misura, ovvero deve essere possibile interpretare l'indicatore per capire cosa non funziona adeguatamente e fornire indicazioni per intervenire, correggendo, sul processo. In generale non è utile misurare gli indicatori solo perché ci sono dati a disposizione ma solo se le informazioni che ricavo sono utili per le esigenze informative. Quando si definiscono dei KPI è importante ricordarsi che essi hanno degli stakeholders e utenti. È necessario definirli in modo tale che questi stakeholder possano valutare il processo.
- **Timely** gli indicatori devono essere disponibili in tempi opportuni: un indicatore può anche essere fondamentale ma se non è disponibile quando è necessario risulta inutile. In generale per ogni indicatore esiste un intervallo di tempo in cui è utile e rilevante.

10.3.1 Categorie di KPI

La definizione dei KPI deve tenere conto di diversi aspetti di un processo. In particolare è bene ricordare che ogni volta che si definisce un indicatore, questo può alterare il comportamento delle persone soggette (direttamente o indirettamente) alla misura.

In un generico contesto sociale, azienda scuola ecc, nel momento in cui uno specifico indicatore viene utilizzato per prendere delle decisioni, questo è soggetto a diventare corrotto e fuorviante e a fornire quella che è una visione distorta della realtà. Questa è nota come Legge di Campbell [5].

Perciò è di fondamentale importanza definire indicatori che coprono diverse categorie e che possono bilanciarsi a vicenda per fornire una visione più completa e multidimensionale.

La tassonomia delle categorie di KPI è mostrata in figura 10.7. Si possono identificare tre principali categorie di KPI.

1. **KPI di Efficienza:** misurano la bontà del processo in termini di risorse utilizzate e di quantità di output prodotto.
2. **KPI di Qualità:** si focalizzano sui prodotti del processo finito e vanno a verificare la qualità del prodotto come conseguenza del processo.
3. **KPI di Servizio:** sono legati sia agli input che agli output del processo, e riguardano in generale la relazione che intercorre tra una richiesta e la relativa risposta che ottengo in termini di prodotto, di tempestività, di informazioni, di comunicazione etc.

Esiste poi una quarta categoria di indicatori, **Indicatori Generali** o di Volume, che permettono di comprendere il contesto in cui viene eseguito il processo inoltre possono essere utilizzati come base per altri indicatori.

KPI Generali (di Volume)

Gli indicatori generali hanno il duplice obiettivo di fornire una quantificazione del contesto in cui opera il processo e servire da base per il calcolo di altro indicatori. Di per sé, questa categoria di indicatori non rappresenta direttamente il buon funzionamento o le prestazioni del processo, in quanto non misurano caratteristiche che possano essere influenzate dal processo stesso (bensì sono dipendenti dal contesto).

Input/Output Volumes i volumi di input ed output indicano quante richieste vengono fatte al sistema e quanti prodotti o servizi vengono erogati. Le misure più ovvie sono il numero di richieste in ingresso ed il numero di servizi in uscita; inoltre è possibile qualificare input e output in termini di valore (monetario), ad esempio posso contare il numero di ordini in ingresso o il valore totale di questi ordini.

Human/Material Resources la quantità di risorse umane e materiali rappresenta un'altra informazione di contesto che è anche molto utile per capire l'efficienza del processo.

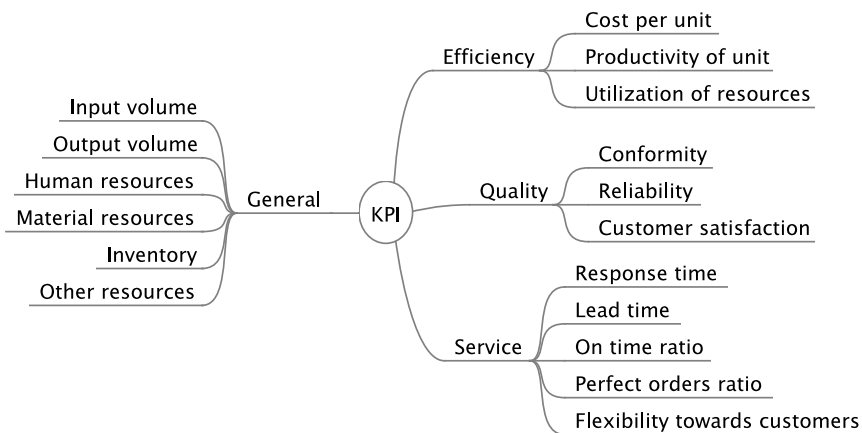


Figura 10.7: Tassonomia di KPI

Inventory rappresenta la dimensione delle scorte utilizzate per il processo. Il termine qui deve essere inteso in senso lato: per un negozio, le scorte sono i prodotti che vengono venduti, per un hotel, le scorte sono le camere che vengono affittate; nel primo caso la vendita riduce le scorte che devono essere riapprovionate, nel secondo la vendita riduce la scorta ma la camera rientra nella disponibilità dell'hotel alla fine del periodo di affitto, di fatto riapprovionando le scorte automaticamente.

Other Resources possono esistere altre risorse utilizzate dal processo, ad esempio energia elettrica, spazio di memorizzazione, potenza di calcolo.

KPI di Efficienza

L'efficienza può essere misurata da punti di vista diversi:

1. **Costo per unità:** può essere definita sia in termini di input che di output. Si trova tramite il rapporto tra costo e volume.
2. **Produttività:** valuta il volume prodotto rapportato al numero di risorse utilizzate. Le risorse utilizzate possono essere misurate in termini di unità, di ore macchina, ore di lavoro dei dipendenti oppure in termini di risorse finanziarie utilizzate per produrre.
3. **Utilizzo:** indica quanto delle risorse disponibili sono effettivamente utilizzate. L'utilizzo non è una misura di efficienza vera e propria (non riporta un output rispetto a un input), ma permette di valutare quanto vengono sfruttate le risorse e quanto potrebbe potenzialmente crescere la nostra produttività. È bene osservare che un utilizzo del 100% se da un lato indica un uso completo delle risorse, può indicare una saturazione che impedisce qualunque elasticità nel rispondere a volumi di richieste in crescita.

Le categorie fondamentali sui quali possono essere calcolati i KPI di efficienza sono: le unità di input e output, le risorse umane e materiali, le scorte e il tempo. La tabella 10.3 riporta le possibili combinazioni di categorie di KPI di efficienza.

Con riferimento ad un processo di prenotazione alberghiera, la tabella 10.4 riporta alcuni esempi di KPI di efficienza.

KPI di Qualità

Relativamente alla qualità, consideriamo: conformità rispetto a dei benchmark, affidabilità (quanto il nostro processo è in grado di rispondere alle richieste) e soddisfazione del cliente

Tabella 10.3: Categorie KPI Efficienza

	Costo per unità	Produttività	Utilizzo
Input	Costo per unità di input	-	-
Output	Costo per unità di output	-	-
Human res.	-	Output/ num. impiegati	Impiegati utilizzati / impiegati disponibili
Material res.	-	Output/ num. macchine	Capacità utilizzata / capacità disponibile
Inventory	-	Vendite/stock in magazzino	Capienza attuale / capienza potenziale
Time	-	Tempo per pro- durre / output	Tempo occupato per il servizio / tempo totale a disposizione

Tabella 10.4: Esempi di KPI di efficienza, caso: Hotel Reservation

	Unit cost	Productivity	Utilization
Input/output	Total cost / # reservation reqs Total cost / # reserved rooms	-	-
Human resources	-	#reservation reqs/ #employees #reserved rooms/ #employees	Time servicing/shift duration
Non human resources	-	#reservation reqs / #workstations	#hours worked(call center)/24hrs
Inventory	-		
Time	-		Distribution of re- quests per hours
Information		-	

(ci da una misura della qualità percepita da parte dell'utente). Si noti che conformità e affidabilità ci danno due punti di vista differenti sulla qualità. Un processo potrebbe dunque essere conforme ma non affidabile: per esempio funziona perfettamente, ma solo per metà del tempo che dovrebbe.

1. **Conformity**: valuta l'aderenza di un oggetto ad un riferimento (normativo, standard, convenzionale, obiettivo). Posso esistere diversi tipi di riferimenti: generali, che non sono legati allo specifico prodotto ma valgono per un intero segmento industriale; riferimenti specifici aziendali, oppure riferimenti specifici di prodotto. In quest'ultimo caso, si calcola un indicatore che esprime in termini percentuali quanto output di prodotto rispetta le regole di conformità sul totale dell'output prodotto.

È importante sottolineare che la conformità può essere calcolata anche sugli input e sui prodotti intermedi.

2. **Reliability:** misura l'affidabilità del processo, ovvero quanto il processo funziona senza anomalie o malfunzionamenti. Esistono molte misure di affidabilità, gli indicatori più comuni sono sono MTTF (mean time to failure) che rappresenta il tempo medio di funzionamento senza malfunzionamenti, MTTR (mean time to repair) che rappresenta il tempo medio per porre rimedio ad un malfunzionamento e riprendere l'operatività, e MTBF (mean time between failure) che rappresenta il tempo medio che intercorre tra un guasto e l'altro (si ha che $MTBF = MTTF + MTTR$).
3. **Customer satisfaction:** si riferisce al livello di soddisfazione dei clienti del processo (coloro che beneficiano direttamente dei prodotti o dei servizi erogati dal processo). Molto spesso si raccolgono le informazioni relative alla soddisfazione del cliente riguardo alla qualità del prodotto/servizio erogato tramite questionari o interviste a campione.

Con riferimento al caso di prenotazioni alberghiere alcuni esempi di KPI di qualità sono riportati in tabella 10.5.

Tabella 10.5: Esempi di KPI di qualità, caso: Hotel Reservation

	Input	Internal	Output
Conformity	#reservations with problem / #reserved rooms	#cancelled reservations/ #reserved rooms	Complaints from customers
Reliability	–	#lost reservations/ #re-served rooms	
Satisfaction	–	–	Customers' opinion

KPI di servizio

Un processo funziona come meccanismo di risposta ad una richiesta. I KPI di servizio cercano di valutare quanto bene il processo, nel suo complesso risponde alle richieste. Ci sono aspetti legati al tempo (quanto è veloce il processo a rispondere), quanto è l'attesa, quanto spesso la risposta arriva nei tempi prestabiliti. Inoltre si valuta la flessibilità legata a quanto il processo è in grado di accomodare richieste diverse da parte dell'utente, quindi quanto è flessibile rispetto a richieste diverse da quelle standard, che portano quindi ad una modifica del solito iter da seguire.

1. **Tempo di risposta:** riguarda il punto di vista del fornitore del servizio (interno al processo), misura in media quanto tempo passa dall'inizio dell'elaborazione della richiesta al soddisfacimento della stessa.
2. **Lead time** indica il tempo di consegna, riguarda il punto di vista di chi riceve il prodotto o servizio. Include il tempo di attesa prima che inizi l'elaborazione effettiva ed eventuali ritardi di consegna. Il lead time è sempre maggiore o uguale del tempo di risposta che costituisce il tempo limite. In generale si possono identificare due tipi diversi di lead time: il lead time effettivo che è quello che effettivamente si verifica e il lead time nominale che è quello invece che dovrebbe esserci da pianificazione (prossimo al tempo di risposta). La differenza tra lead time effettivo e lead time nominale quantifica i ritardi e quindi la mancata tempestività del servizio. A seconda dei contesti aziendali in cui operiamo è meglio avere piccoli ritardi ma più frequenti oppure pochi ritardi ma di entità maggiori.
3. **On time ratio** indica la puntualità del processo nel produrre i propri risultati. In generale viene calcolato come la percentuale di prodotti erogati in tempo rispetto al totale dei prodotti. Un prodotto o servizio viene considerato in tempo se il ritardo rispetto

Tabella 10.6: Esempi di KPI di servizio

Lead time (customer view, with queues)	$t \text{ end call} - t \text{ response}$
Response time (producer view, no queues)	$t \text{ end call} - t \text{ operator answer}$
Punctuality	
Flexibility	
Perfect orders	

al riferimento è inferiore ad una certa soglia; ad esempio i treni sono considerati in ritardo se hanno un ritardo superiore ai 5 minuti.

4. **Perfect orders** indica la proporzione di ordini senza difetti quindi con conformità completa e senza ritardi. Rappresenta il perfetto soddisfacimento delle richieste: dato che guardiamo il servizio nel suo complesso, affinché possa essere definita perfetta soddisfazione la richiesta deve essere stata soddisfatta in modo ineccepibile in termini di tempo, di qualità, etc. L'indicatore si calcola come numero di richieste soddisfatto in modo ineccepibile sul numero di richieste ricevute in totale.
5. **Flexibility** indica quanto il sistema si adatta alle modifiche effettuate dai clienti. Tiene conto della facilità con cui gli ordini possono essere modificati. Corrisponde al numero di ordini modificati rispetto al numero totali degli ordini ricevuti.

Con riferimento al caso delle prenotazioni alberghiere, la tabella 10.6 riporta alcuni esempi di KPI di servizio.

10.3.2 Definizione dei KPI

La procedura di definizione dei KPI prevede una serie di passi: Innanzitutto è necessario capire quale sia il processo da monitorare. Dati quelli che ci interessano, selezioniamo in funzione degli obiettivi i KPI più importanti.

1. Selezionare il processo da monitorare, in base alle priorità aziendali.
2. Per ogni processo, selezionare dei KPI che corrispondano agli obiettivi che si intendono raggiungere. In generale per evitare corruzione dei processi e degli indicatori è importante coprire diverse categorie di KPI: efficienza, qualità e servizio.
3. Definire il profilo del KPI, utilizzando il modello composto dai seguenti campi:

Nome/simbolo del KPI;

Categoria del KPI con riferimento alla tassonomia di figura 10.7;

Descrizione/scopo indica la motivazione del KPI e la sua rilevanza;

Metodo definisce il metodo di misurazione in termini di operazioni necessarie per raccogliere le misure di base;

Formula indica la formula di calcolo necessaria per calcolare la misura dell'indicatore;

Interpretazione definisce i valori attesi, e le modalità di interpretazione indicando eventuali soglie, dimensioni di aggregazione, statistiche;

Scala indica la tipologia di scala di misura (tratta dalla Tabella 10.2);

Unità di misura eventuale unità di misura;

Fonte specifica da quali Sistemi Informativi o altre fonti possono essere ottenuti i dati necessari al calcolo del KPI.

4. Valutare la Robustezza. Consiste nella valutazione di quanto l'indicatore sia comprensibile e quale è il costo di misurazione associato ad esso. In base alle valutazioni di robustezza si può decidere di privilegiare degli indicatori piuttosto che degli altri. È fondamentale associare ad indicatori e casi d'uso dei livelli di importanza.
5. Definire le dimensioni di aggregazione, si tratta dei criteri con i quali aggregiamo i valori dei KPI. Ad esempio, se interessa sapere l'apprezzamento dei clienti per un prodotto non interessa avere i 300 dati dell'indagine condotta su 300 clienti, vogliamo i dati in maniera aggregata. Possiamo segmentare, per esempio, per fascia temporale, in base alla struttura gerarchica dell'organizzazione, per tipo di prodotto o categoria, oppure per tipo di cliente.
6. Design e requisiti (implementazione), l'ultimo passo consiste nella realizzazione di un software atto alla raccolta e presentazione delle informazioni.

10.3.3 Applicazione dei KPI a un caso concreto.

Partiamo da uno specifico caso di studio, ossia quello relativo alla possibilità di fare gli esami basati su quiz, proviamo ad identificare i KPI rilevanti.

In generale, qualunque misurazione ha senso se allineata a degli obiettivi, non ha senso il contrario, ovvero derivare degli obiettivi da dei KPI. In deroga a questa regola, qui di seguito, a scopo puramente illustrativo, l'esercizio svolto è quello di identificare tutti i KPI ragionevoli senza alcun riferimento a obiettivi specifici. Per questo esercizio si utilizza lo schema delle categorie di KPI riportato in figura 10.7.

Generale

Volumi di input : una possibile misura dell'input è il numero di studenti: #studenti. La misura può essere aggregata per anno o per appello.

Volumi di output : qui possiamo considerare il numero di studenti valutati (#studenti valutati/appello). Anche qui è possibile fare delle segmentazioni e valutare i KPI per appello, per tipo di studente (studenti positivi, negativi, fascia di voto ecc..).

Risorse umane : ragionevolmente in questo caso la risorsa umana è rappresentata solamente dal docente. Tale indicatore non varia a seconda degli appelli, verosimilmente si tratta di un indicatore irrilevante.

Risorse materiali : poiché stiamo ipotizzando un test fatto a calcolatore, sarà importante avere indicatori relativi al numero di postazioni presenti in laboratorio (#postazioni/appello) come misura delle risorse.

Scorte : è difficile identificare un KPI in questa categoria. Le scorte potrebbero essere rappresentate da domanda e risposte pre-definite che vengono riutilizzate in diversi esami.

Questa serie di indicatori non ci dice nulla sul fatto che il processo funzioni bene o male, ma danno delle condizioni al contorno.

Efficienza

Costo per unità :

- *Input*: costo per studente.
- *Output*: costo per studente valutato

Produttività per unità :

- *Risorse*: sotto il punto di vista di quelle umane possiamo considerare #studenti valutati/docente, mentre quelle non umane potrebbero essere valutate come #studenti valutati/postazione
- *Tempo*: #studenti valutati per ora di lavoro del docente. Alternativamente, potremmo chiederci quanto rende un'ora di noleggio del laboratorio in termini di studenti valutati (#studenti valutati per ora di uso di LAIB).

Utilizzo :

- *Risorse umane*: molto complicato da misurare, non lo consideriamo
- *Risorse non umane*: è relativamente facile valutare l'utilizzo delle risorse non umane, ad esempio come #postazioni utilizzate/#postazioni disponibili. Si vorrebbe, naturalmente, arrivare a valori alti di utilizzo senza tuttavia saturare la capacità, infatti capita sempre che vi siano un pc o due che non funzionano! Un certo *slack* è fondamentale.

Qualità

Conformità :

- *Input*: la conformità degli studenti può essere interessante. La prenotazione potrebbe non risultare in una presenza all'esame. Una verifica di conformità potrebbe dunque essere #presenti/#prenotati. Un'altra misura di conformità dovrebbe essere data dalla % di ritirati: #valutati/#prenotati.
- *Interno*: possiamo chiederci quanto variano i pesi che il docente aveva dato inizialmente alle domande una volta che si trova a correggere: #pesi cambiati/domande
- *Output*: la qualità dell'uscita può essere valutata in termini della media dei voti (conformità di questi tra loro).

Affidabilità :

- *Interna*: ci interessa qui valutare quanti studenti hanno dei problemi relativamente al numero complessivo che sostiene l'esame. L'indicatore macroscopico è dunque il numero di problemi (a livello di dettaglio ulteriore potremmo poi pensare di annotare di quale tipologia di problemi si tratta): #problemi/#presenti.
- *Output*: potremmo pensare che siano inviate delle mail di prenotazione, e contare quelle non ricevute dagli studenti per via di problemi esterni: #email NON ricevute/#email inviate.

Customer satisfaction :

- *Output*: rilevabile in parte dagli altri indicatori, mentre per la restante è difficilmente misurabile. L'aspetto di customer satisfaction è tuttavia fondamentale per identificare problemi specifici che altrimenti non siamo in grado di identificare tramite altri indicatori. Esempio di criterio di valutazione è se le modalità d'esame corrispondono con quanto dichiarato: è solo chiedendo agli studenti che lo possiamo rilevare. La customer satisfaction sull'output molto spesso non è un'unica domanda, ma contempla molti aspetti del processo.

Servizio

Response time : tempo che passa dalla richiesta al risultato. Possiamo valutare il response time come differenziale $t_{pubblicazione} - t_{accesso_risultati}$

Lead time: tempo che attende il cliente. Questo può essere dato dalla differenza $t_{pubblicazione} - t_{fine_esame}$ (ottica dello studente)

On time ratio : numero di risultati pubblicati entro un tempo nominale. Può avere diversi risultati nel contesto considerato. $\frac{\#valutazioni\ in\ tempo}{\#valutazioni}$

Perfect order ratio : riguarda invece il rapporto tra i prodotti perfetti consegnati in tempo e senza alcun problema di qualità. $\frac{\#email\ ricevute\ entro\ il\ tempo\ prestabilito}{\#valutazioni}$.

Flessibilità verso i consumatori : una possibile valutazione sarebbe il numero di prenotazioni effettuate dopo la scadenza. Avremmo allora $\frac{\#prenotazioni_ritardo}{\#prenotazioni}$. Altro indicatore potrebbe essere $\frac{\#ritiri_post_consegna}{\#presenti}$.

BIBLIOGRAFIA

- [1] S. W. Thomson, *Popular lectures and addresses*. Macmillan and Co., 1889.
- [2] ISO/IEC/IEEE, *Systems and software engineering — Measurement process*, vol. ISO/IEC/IEEE 15939:2017(E). ISO/IEC/IEEE, 2017.
- [3] F. Roberts, *Measurement Theory with Applications to Decision Making, Utility, and the Social Sciences*. Addison-Wesley, 1979.
- [4] S. S. Stevens, “On the theory of scales of measurement,” *Science*, vol. 103, pp. 677–680, June 1946.
- [5] D. T. Campbell, “Assessing the impact of planned social change,” *Evaluation and Program Planning*, vol. 2, no. 1, pp. 67 – 90, 1979.
- [6] R. N. Anthony, *Planning and control systems: a framework for analysis*. Division of Research, Harvard Business School, 1965.
- [7] N. Bolloju and F. Leung, “Assisting novice analysts in developing quality conceptual models with uml,” *Communications of the ACM*, vol. 49, p. 108, 112 2006.
- [8] Bracchi, Francalanci, and Motta, *Sistemi informativi d'impresa*. McGraw Hill, 2010.
- [9] B. Bruegge and A. H. Dutoit, *Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns, and Java (3rd edition)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall Press, 3rd ed., 2009.
- [10] P. Chen, “The entity-relationship model: toward a unified view of data,” *ACM Transactions on Database Systems*, vol. 1, pp. 9–36, 1976.
- [11] K. Fakhroutdinov, “Uml diagrams.”
- [12] M. Fowler, *UML Distilled: Guida rapida al linguaggio di modellazione standard, 4a edizione*. Addison-Wesley, 2010.
- [13] M. Fowler, *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, 3rd edition*. Addison-Wesley Professional, 2003.
- [14] Laudon and Laudon, *Management dei Sistemi Informativi*. Prentice Hall, 2010.
- [15] O. Lindland, G. Sindre, and A. Solvberg, “Understanding quality in conceptual modeling,” *IEEE Software*, vol. 11, no. 2, pp. 42–49, 1994.
- [16] OMG, *OMG Unified Modeling Language (OMG UML) Version 2.5*. Object Management Group, 2015.
- [17] OMG, *Business Process Modeling Notation (BPMN) Version 1.0. OMG Final Adopted Specification*. Object Management Group, 2006.
- [18] N. Russell, W. M. P. van der Aalst, A. H. M. ter Hofstede, and P. Wohed, “On the suitability of uml 2.0 activity diagrams for business process modelling,” in *Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling - Volume 53, APCCM '06*, (Darlinghurst, Australia, Australia), pp. 95–104, Australian Computer Society, Inc., 2006.

- [19] N. Russell, A. H. M. T. Hofstede, and N. Mulyar, “Workflow controlflow patterns: A revised view,” tech. rep., BPM Center, 2006.
- [20] I. Jacobson, M. Christerson, P. Jonsson, and G. Overgaard, *Object Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley Professional, 1992.
- [21] A. Cockburn, *Writing effective use cases*. The crystal collection for software professionals, Addison-Wesley Professional Reading, 2000.

LICENZA E COLOPHON

Questo volume è stato redatto con il sistema di composizione \LaTeX ¹ utilizzando il modello di stile `memoir`².

Il contenuto del testo è rilasciato con la licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 2.5 Italia (CC BY-NC-SA 2.5)³.

¹<http://www.latex-project.org/>

²<http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/memoir/>

³<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/it/>