



Innovazione organizzativa e strategie di gestione delle risorse umane

PNRR Missione 1 - Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo

Componente 1 – Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA

Investimento 2.3 -Competenze e capacità amministrativa

Sub-investimento 2.3.2 - Sviluppo delle capacità nella pianificazione, organizzazione e formazione strategica della forza lavoro

Metriche statistiche

Concetti, metodi e applicazioni

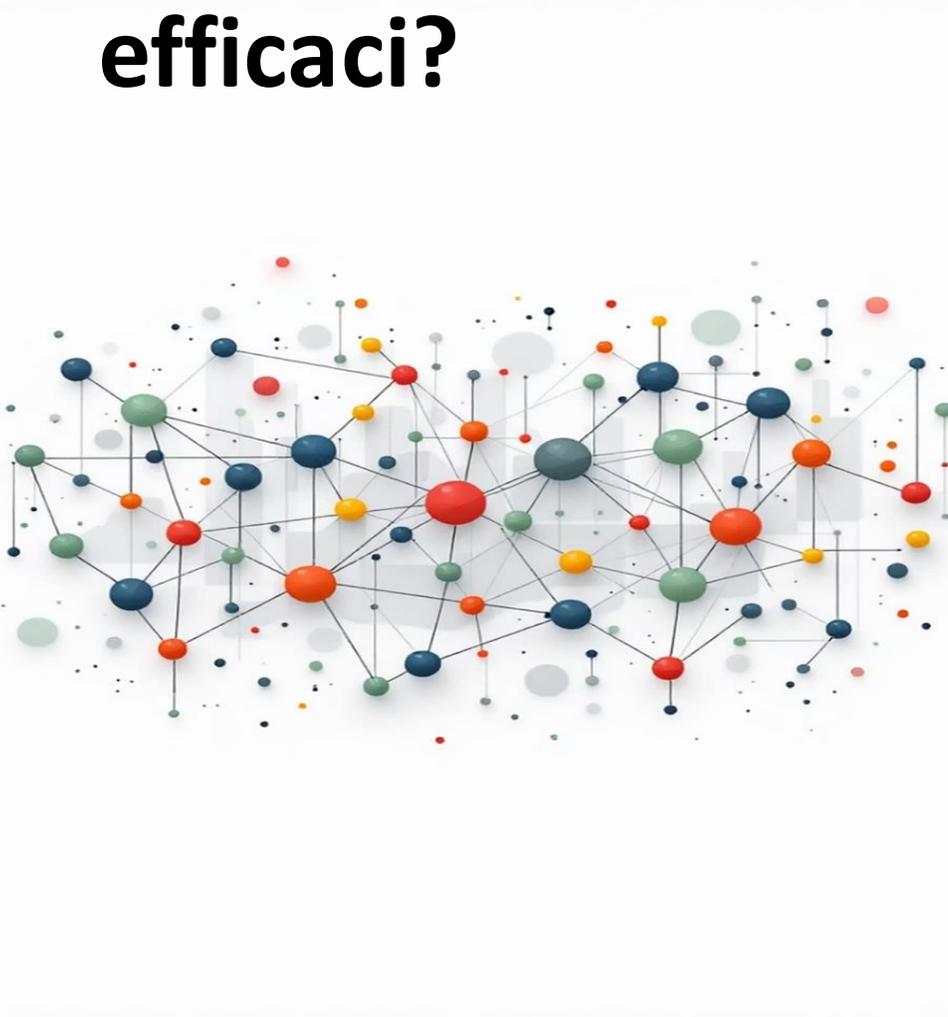
Aldo Mercadante
Esperto Formez PA



FORMEZ
AL SERVIZIO DELLA PA



Come trasformare i dati in strumenti decisionali efficaci?



Le misure statistiche sintetizzano i fenomeni complessi in “numeri” utili per comprendere, comunicare e decidere

Utilità:

- Comprensione semplificata della realtà
- Supporto alle decisioni
- Monitoraggio nel tempo

Metriche elementari



METRICA = misura sintetica che serve a **descrivere una caratteristica** fondamentale di un insieme di dati

Metriche di posizione

Metriche di variabilità

Metriche di concentrazione

Metriche di forma

Metriche di dipendenza

Dipendenti	Età
Rossi Mario	62
Verdi Lucio	46
Bianchi Eugenio	41
Bianchini giovanni	61
Giallini Marco	56
Russo Giancarlo	36
.....

Dai rapporti agli indicatori



Rapporto statistico

Rapporti numerici tra due
quantità statistiche che hanno
un significato logico



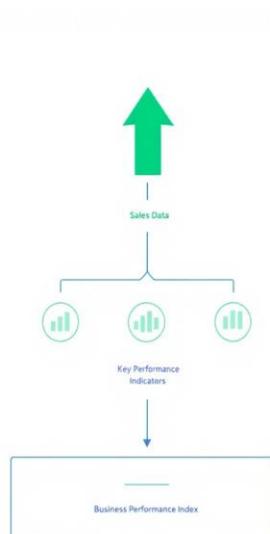
Indice

Dal latino "index", rappresenta
una misura di sintesi o un
numero puro non dipendente
dall'unità di misura dei dati.
Possono combinare più
rapporti o grandezze
statistiche.



Indicatore

Dal latino "indicator", è una
misura indiretta di fenomeni
complessi con stretto legame
a un referente concettuale.



Rapporti statistici, Indici e indicatori nel gergo comune molte volte vengono utilizzati come sinonimi

In sostanza, gli indici sono costruzioni più astratte che possono essere viste come una combinazione di rapporti, mentre gli indicatori sono più orientati alla misurazione diretta di concetti e fenomeni, spesso con un'applicazione pratica specifica

Aspetti contingenti delle metriche:

Tipologia di variabili

Tipo	Descrizione	Esempi
Qualitativa	Esprime qualità o categorie	Sesso (maschio/femmina), Colore dei capelli
• Nominale	Senza ordine	Tipo di frutta, Regione di nascita
• Ordinale	Con ordine	Grado di soddisfazione, Titolo di studio
Quantitativa	Esprime quantità, numeri	Età, Altezza, Reddito
• Discreta	Valori isolati, interi	Numero di figli, Esami superati
• Continua	Valori in un intervallo continuo	Peso, Tempo, Temperatura



Aspetti contingenti delle metriche:

Metadattazione spinta

1. DEFINIZIONE E SCOPO

Nome Indicatore: Denominazione univoca e autoesplicativa.

Definizione Concettuale: Cosa misura realmente? (es. "Tasso di disoccupazione")

Obiettivo: Perché è rilevante? (es. "Misurare l'efficacia delle politiche occupazionali")

2. METODOLOGIA

Formula di Calcolo:

Unità di Misura: %, n° assoluto, indice, ecc.

Algoritmo: Software/codice utilizzato (es. script R, SAS).

Soglie Interpretative:

Valori critici (es. ">15% = emergenza").

Polarità: Positiva decrescente

3. FONTE E RACCOLTA DATI

Origine: Amministrativa (INPS, Istat), Survey (ISTAT, Eurostat), Rilevazione diretta

Campione: Dimensione (n=10.000 famiglie)

Tecnica campionaria (random stratificato)

Frequenza Aggiornamento: Annuale/trimestrale/mensile.

4. COPERTURA E DISAGGREGAZIONE

Dimensione *Esempio*

Geografica Regioni, Province

Temporale Serie storica 2000-2023

Socio-demografica Genere, Età, Istruzione

5. QUALITÀ E LIMITI

Affidabilità: Errore campionario (es. $\pm 0.5\%$)

Intervallo di confidenza (IC 95%)

Bias Noti: Sottostima lavoro nero

Comparabilità: Standard internazionali (ILO, OECD)

Break nelle serie storiche:

6. GOVERNANCE

Ente Responsabile: ISTAT, Eurostat, Ministero.

Contatti: Referente tecnico (email/tel).

Licenza Dati: Open CC-BY 4.0 / Riservato.

Data Pubblicazione: 30/03/2025 (con calendario predefinito).

Domande chiave per validare i metadati: "Un utente esterno potrebbe replicare l'indicatore?, sono documentati tutti i cambiamenti metodologici?, Le limitazioni sono dichiarate esplicitamente?"

Aspetti contingenti delle metriche:

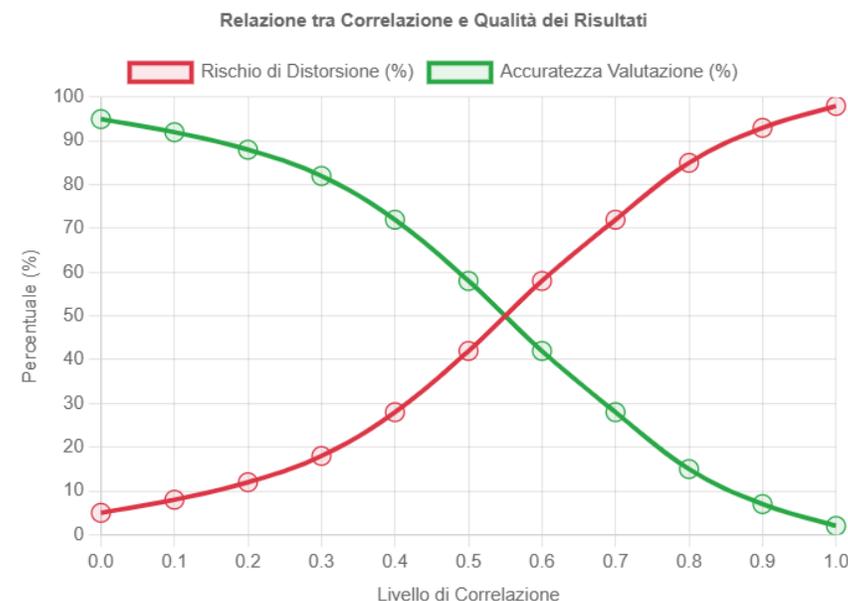
(Framework di indicatori): Dipendenze lineari e non lineari

La presenza di elevati livelli di “correlazione” tra gli indicatori in un determinato dominio, può causare una distorsione nei risultati di sintesi registrate dalla metriche utilizzate.

Se infatti una unità statistica presenta valori estremi per uno specifico indicatore, è probabile che essa presenti valori estremi anche per gli altri indicatori “correlati”.

Ciò può portare a sottovalutare o sovrastimare la situazione in esame, a seconda del grado di dipendenza.

Per questo motivo, nei domini è determinante cercare di individuare dipendenze basse tra gli indicatori utilizzati, al fine di evitare queste distorsioni nella sintesi dei risultati



Metriche che semplificano

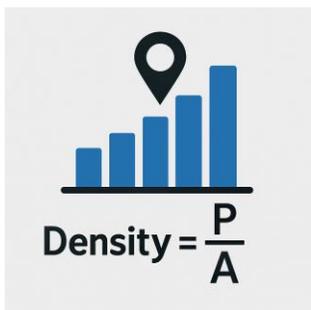
- ↳ Rapporti di densità o rapporti medi
- ↳ Numeri indici semplici (a base fissa o a base mobile)
- ↳ Numeri indice complessi
- ↳ Rapporti di coesistenza
- ↳ Rapporti di composizione
- ↳ Rapporti di derivazione (generici o specifici)
- ↳ Rapporti di durata
- ↳ Rapporti di ripetizione

Rapporti di densità o rapporti medi

Le densità sono fornite dal rapporto tra una quantità statistica ed un'altra quantità, riferita alle unità di una stessa popolazione, espressione di una carattere necessario alla sua esistenza.

In particolare al denominatore di detto rapporto spesso figura una grandezza che si identifica con una dimensione di spazio (es. superficie di un territorio) oppure di tempo (es. numero di ore lavorate) oppure della popolazione (es. la sua numerosità).

E' possibile pervenire a rapporti di densità confrontando grandezze statistiche che siano entrambe flussi (riferite ad una unità temporale), entrambe stock (non riferite ad una unità temporale), oppure un flusso e uno stock.



Esempi

- Consumo pro-capite

$$\frac{\text{Valore dei consumi}}{\text{Numero di abitanti}}$$



- Propensione al consumo

$$\frac{\text{Valore dei consumi}}{\text{Reddito di un Paese}}$$



- Prodotto interno lordo pro capite

$$\frac{\text{PIL (Prodotto Interno Lordo)}}{\text{Popolazione}}$$



Numeri indici semplici 1/2

I numeri indici semplici consentono di confrontare le intensità di uno stesso fenomeno in:

- tempi diversi;
- luoghi diversi;
- situazioni diverse.

Essi si costruiscono ponendo al denominatore un'intensità della stessa natura del fenomeno che è al numeratore, scelta come intensità base e riferita ad un dato tempo o situazione.

Generalmente tali rapporti sono **espressi in termini percentuali**.

La base scelta costituirà il termine di confronto per le variazioni subite nel tempo, luogo o situazione dall'intensità posta al numeratore.

Distinguo per gli indici temporali:

- Numeri indici semplici a base fissa (denominatore fisso)
- Numeri indici semplici a base mobile (denominatore variabile)



Numeri indici semplici 2/2

Occorre distinguere, soprattutto per gli indici temporali che misurano le variazioni di uno stesso fenomeno nel tempo (anni, mesi, ecc.), tra:

- Numeri indici semplici a base fissa

$${}_bI_0 = \frac{a_0}{a_b} * 100; {}_bI_1 = \frac{a_1}{a_b} * 100; \dots ; {}_bI_n = \frac{a_n}{a_b} * 100$$

- Numeri indici semplici a base mobile

$${}_0I_1 = \frac{a_1}{a_0} * 100; {}_1I_2 = \frac{a_2}{a_1} * 100; \dots ; {}_{n-1}I_n = \frac{a_n}{a_{n-1}} * 100$$

Nei numeri indici semplici a base fissa il denominatore scelto è sempre uguale ad una stessa intensità base (ad es. l'ammontare della popolazione di un dato anno come denominatore dei diversi ammontare della popolazione in vari anni), mentre nei numeri indici semplici a base mobile (o a variabile o a catena) il denominatore varia e corrisponde all'anno, luogo o situazione (posti tutti in ordine di successione) precedente a quella dell'intensità posta al numeratore.



Numeri indice complessi

I numeri indici complessi consentono di ottenere un valore sintetico indicante la variazione di un insieme di fenomeni (elementi) rispetto ad un tempo o luogo base anziché soltanto di un fenomeno come nel caso degli indici semplici.

I numeri indici complessi si distinguono da quelli semplici perché essi sono ottenuti come medie (aritmetiche, geometriche, armoniche, ...), semplici o ponderate, dei numeri indici semplici. Si tratta, quindi, di medie di rapporti.

Trovano largo impiego nelle statistiche economiche e sociali.



Esempi

Indice dei prezzi di Laspeyres

$${}_0I_n^{L,p} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{i,n} * q_{i,0}}{\sum_{i=1}^m P_{i,0} * q_{i,0}}$$

Indice dei prezzi di Paasche

$${}_0I_n^{P,p} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{i,n} * q_{i,n}}{\sum_{i=1}^m P_{i,0} * q_{i,n}}$$

Indice dei prezzi di Fisher

$${}_0I_n^{F,p} = \sqrt{{}_0I_n^{L,p} * {}_0I_n^{P,p}}$$

Rapporti di coesistenza



I rapporti di coesistenza mettono in relazione le intensità o frequenze di:

- uno stesso fenomeno in luoghi diversi (ad esempio il numero degli espatriati italiani nei paesi della CEE e in altri paesi europei);
- due fenomeni diversi in uno stesso luogo (ad esempio il rapporto dei sessi alla nascita, l'indice di mascolinità, l'indice di vecchiaia, l'indice di dipendenza degli anziani, ecc).

Anche in questo caso ha rilevanza il fenomeno posto al denominatore, perché è rispetto ad esso che viene misurata la variazione, espressa in termini unitari o percentuali, del fenomeno posto al numeratore.

Esempi

- Rapporto di mascolinità (o di femminilità)

$$\frac{\text{Maschi}}{\text{Femmine}} * 100 \quad \frac{\text{Femmine}}{\text{Maschi}} * 100$$

- Indice di vecchiaia

$$\frac{\text{Pop in età anziana (di solito 65+)}}{\text{Pop giovane (di solito fino a 14 anni)}} * 100$$

- Indice di dipendenza degli anziani

$$\frac{\text{Pop}_{65+}}{\text{Pop}_{15-64}} * 100$$

Rapporti di composizione

I rapporti di composizione, detti anche di “parte al tutto”, mettono in relazione l'intensità o frequenza di 2 fenomeni uno dei quali (numeratore) può considerarsi una parte dell'altro.



In altre parole essi mettono in relazione l'intensità o la frequenza di una modalità del fenomeno con l'intensità o frequenza del fenomeno complessivo.

Tra i rapporti di composizione più utilizzati vi sono le frequenze relative di una distribuzione statistica.

Essi indicano l'incidenza, generalmente espressa in termini percentuali, della modalità considerata sul fenomeno totale.

Esempi

- Tasso di attività

$$\frac{\text{Forze di lavoro (occupati + disoccupati)}}{\text{Pop}_{15+}} \cdot 100$$

- Tasso di occupazione

$$\frac{\text{Occupati}}{\text{Pop}_{15+}} \cdot 100$$

- Tasso di disoccupazione

$$\frac{\text{Pop}_{15+} \text{ in cerca di occupazione/disoccupata}}{\text{Forze di lavoro}} \cdot 100$$

Rapporti di derivazione

I rapporti di derivazione mettono in relazione l'intensità di un carattere con quella di un altro che può essere considerato un presupposto necessario del primo.

Esempio:

$$\frac{\text{n° nati (oppure n° morti oppure n° matrimoni)}}{\text{Totale della popolazione}}$$

E' chiaro che uno stesso fenomeno (denominatore) può essere considerato il presupposto di molti fenomeni e non solo di quello considerato al numeratore, così come più fenomeni (e non solo quello considerato al denominatore) possono essere presupposti del fenomeno al numeratore.

Si usa distinguere i rapporti di derivazione in :

- Rapporti generici;
- Rapporti specifici

a seconda che il fenomeno posto al denominatore possa considerarsi un presupposto generico o un presupposto specifico.

Esempio.

L'ammontare della popolazione per i morti di un dato territorio e anno (quoziente generico di mortalità); i nati-vivi, per i morti nel 1° anno di vita (quoziente specifico di mortalità infantile).

Rapporti di durata

I rapporti di durata mettono in relazione la consistenza di un fenomeno con l'ammontare del suo rinnovamento periodico. Il risultato indica la durata del fenomeno.

Esempi

$$\text{Degenza media} = \frac{\text{Pazienti al 1° Gennaio} + \text{Pazienti al 31 dicembre}}{\text{Dimessi} + \text{Accettati}}$$

$$\text{Giacenza media} = \frac{\text{Rimanenza iniziale} + \text{Rimanenza finale}}{\text{Versamenti} + \text{Prelievi}}$$

$$\frac{\text{Consistenza media del fenomeno}}{\text{Media dei flussi di entrata e uscita}}$$



Rapporti di ripetizione

I rapporti di ripetizione sono il reciproco dei rapporti di durata.

Essi indicano quante volte si ripete il fenomeno considerato.

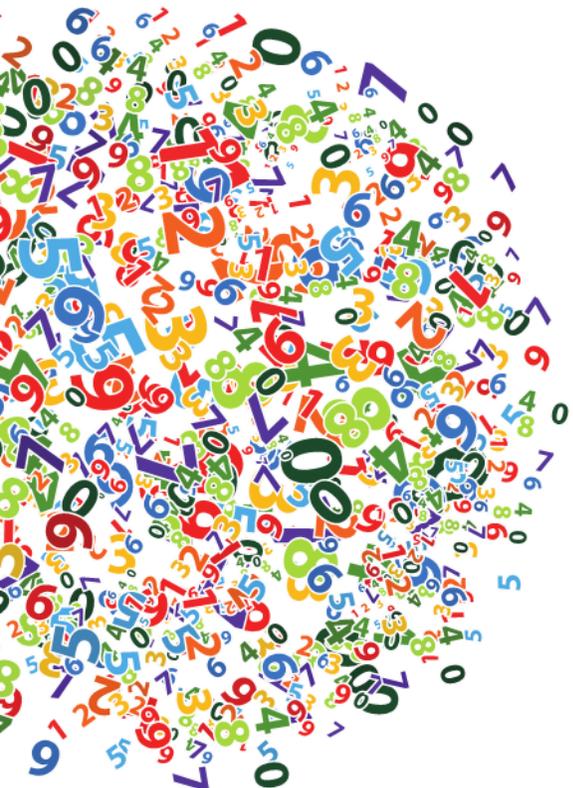
E sono uguali a:

$$\frac{\text{Media dei flussi di entrata e uscita}}{\text{Consistenza media del fenomeno}}$$

Esempi

$$\text{Efficienza bancaria} = \frac{\text{Depositi} + \text{Impieghi}}{\text{Consistenza media depositi}}$$

$$\text{Quoziente di mortalità} = \frac{\text{Morti}}{\text{Popolazione residente}}$$

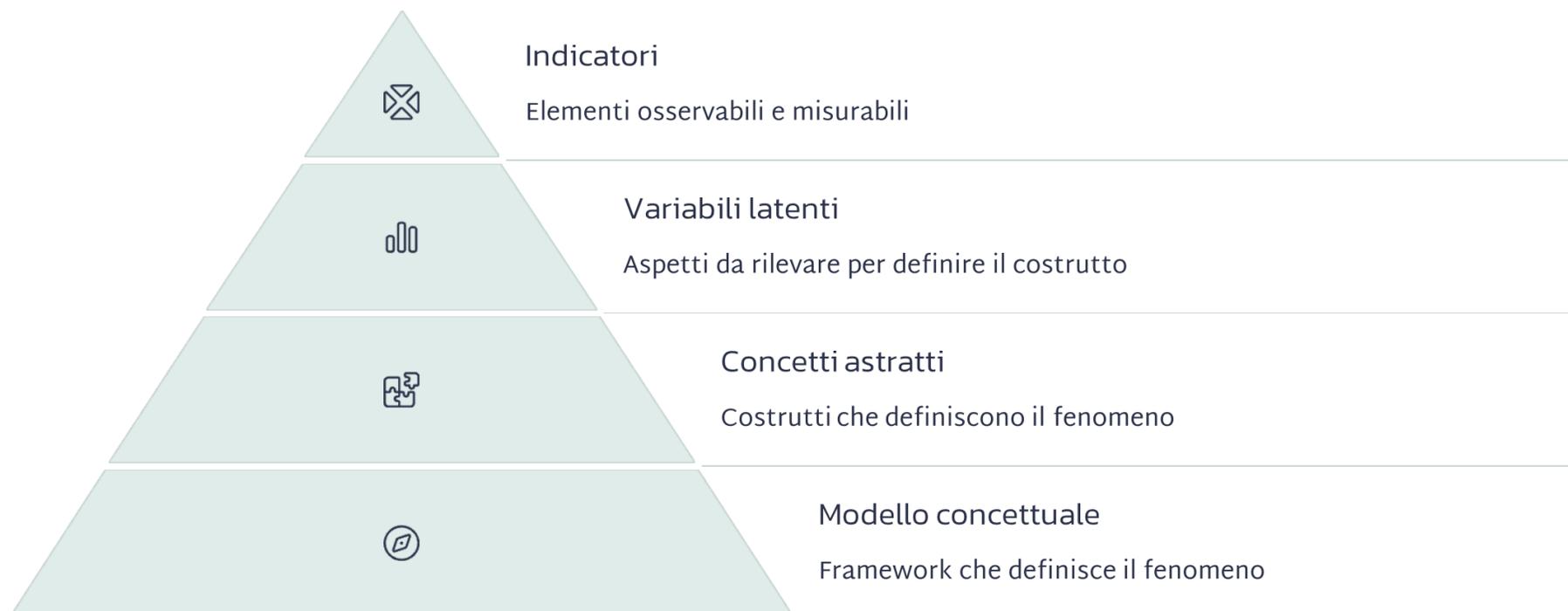


Come costruire un Framework di metriche per la misurazione di un fenomeno complesso?

Dal modello concettuale agli indicatori 1/2

Fase	Domanda guida	Descrizione
1. Modello concettuale	Cosa vogliamo osservare?	Definisce l'obiettivo dell'osservazione e il quadro teorico di riferimento (<i>BENESSERE ORGANIZZATIVO DELLA PA, GESTIONE OTTIMALE HR</i>).
2. Costrutti / Aree	Quali aspetti generali ci interessano?	Macrotemi che articolano il modello (<i>STATUS ORGANIZZATIVO, ASSESSMENT, CAPACITY BUILDING</i>).
3. Variabili	Quali aspetti specifici dobbiamo misurare?	Elementi osservabili che articolano i costrutti (<i>PROCESSI, FABBISOGNI DI PERSONALE, CONDIZIONI PROFESSIONALI, COMPETENZE, RECRUITING, ETC...</i>).
4. Indicatori	Come misuriamo concretamente questi aspetti?	Misure operative associate a ciascuna variabile (<i>(n° di profili definiti da amministrazioni che hanno adottato un sistema professionale competency based/n° profili complessivi del totale di amm.ni partecipanti)*100, etc..</i>).

Dal modello concettuale agli indicatori 2/2



Il processo di definizione degli indicatori parte da un modello concettuale che identifica costrutti, variabili latenti e infine indicatori misurabili empiricamente.

Il modello concettuale

I fenomeni sono osservabili e misurabili solo dopo aver definito un **modello concettuale** di riferimento che deve consentire di chiarire esattamente che cosa si vuole misurare attraverso la definizione di una serie di concetti astratti (costrutti).

La definizione del modello concettuale rappresenta un momento complesso in quanto richiede la identificazione e la definizione di costrutti che in genere derivano da astrazioni collocate in strutture teoriche e che in questo ambito devono avere riferimenti concreti. Ciò vuol dire che l'applicabilità di un costrutto è legata all'applicabilità della teoria cui si riferisce.

Esempio di settore nel quale è necessario definire un modello concettuale:

EFFICIENZA ORGANIZZATIVA PA, BENESSERE ORGANIZZATIVO DELLA PA,
GESTIONE OTTIMALE HR

I concetti astratti (Costrutti)

La definizione del **costrutto**, processo che può essere comunque lungo e impegnativo soprattutto in presenza di costrutti astratti e complessi, inizia con una definizione generale dalla quale si deducono definizioni specifiche.

La definizione dei concetti astratti deve essere coerente con gli obiettivi del sistema e richiede anche una analisi delle possibili diverse definizioni che sono state sviluppate e discusse in passato attraverso la consultazione della letteratura esistente al fine di verificare

- l'esistenza di definizioni del costrutto più specifiche e dettagliate;
- l'esistenza di altre ricerche nelle quali altri ricercatori si sono impegnati nella stessa direzione;
- l'esistenza di diverse definizioni del costrutto.

Ciascuno dei concetti deve essere ridotto ad eventi, caratteristiche o elementi ipotizzati e sviluppati in modo che

- siano fondati nel mondo empirico
- possano essere misurati empiricamente
- riflettano la natura dei fenomeni (concetti astratti) considerati.

Una particolare attenzione va dedicata alla identificazione, in questa fase, del livello di omogeneità e della dimensionalità del costrutto.

Esempio di costrutto: STATUS ORGANIZZATIVO, ASSESSMENT ORGANIZZATIVO

Variabili latenti

Ciascun costrutto è definito da uno o più aspetti generali rappresentate dalle variabili latenti che descrive operativamente il concetto da misurare.

La variabile rappresenta quindi l'aspetto da rilevare per ottenere una visione completa del costrutto.

L'identificazione delle variabili latenti deve essere basata su premesse e presupposti sia teorici che empirici e richiede un lavoro particolarmente raffinato.

La definizione delle variabili può aumentare in modo significativo la potenza esplicativa del costrutto sia a livello teorico che empirico.

Esempio di variabili:

PROCESSI, FABBISOGNI DI PERSONALE, CONDIZIONI PROFESSIONALI,
COMPETENZE, RECRUITING, ETC...

Indicatori 1/2

Ciascuna variabile latente è definita operativamente da un **indicatore** che ha una collocazione ben precisa all'interno di un'area.

La definizione degli indicatori:

- deve essere coerente ed adeguato al modello concettuale
- può considerare diverse componenti, non sempre correlate tra loro
- deve rispondere a particolari criteri

Per ciascuna variabile può essere necessario definire più indicatori nel caso in cui il fenomeno definito dalla variabile è complesso e variabile. In questo caso ogni indicatore definito corrisponde ad un aspetto particolare del concetto generale.

L'utilizzazione di un singolo indicatore può introdurre una grossa componente di errore e produrre problemi di:

- **validità**, in quanto è molto improbabile che un singolo indicatore possa rappresentare e misurare una variabile complessa e articolata;
- **affidabilità**, in quanto la misurazione effettuata con un singolo indicatore è molto influenzata dall'errore casuale;
- **precisione e accuratezza**, in quanto le misure con singolo indicatore perdono in precisione non consentendo di discriminare tra i diversi livelli di una variabile;
- **collegamento e relazione** con altre variabili definite in altre aree;
- **specificità e individualità** posseduta dalla variabile che correla con altri attributi o fattori diversi da quello che si intende misurare;
- **discriminazione e differenziazione** accurata dei casi osservati.

Indicatori 2/2

l'insieme degli indicatori che definiscono una variabile può essere considerato un vero e proprio campione di indicatori estratti da un ipotetico universo di indicatori definiscono completamente l'ambito di contenuto rilevato e la dimensione indagata.

Gli indicatori individuati consentono di stimare il risultato che si sarebbe ottenuto se fosse stato impiegato l'universo degli indicatori; in questo senso si può dire che l'errore di misurazione è influenzato dalla dimensione del campione di indicatori. Conseguentemente l'affidabilità della misurazione di una variabile, dedotta da un campione di indicatori estratti da un'area di contenuto, dipende interamente

- dal numero di indicatori (maggiore è il numero di indicatori definiti, maggiore è l'affidabilità);
- dalla correlazione media tra gli indicatori che definiscono un'unica variabile (maggiore è la correlazione media, maggiore è l'affidabilità).

Se la variabile è complessa e è multidimensionale, gli indicatori devono ricoprire tali dimensioni.

Nel processo di definizione degli indicatori può essere utile confrontare le performance di indicatori diversi al fine di valutarne i vantaggi e gli svantaggi utilizzando i dati disponibili e le analisi previste.

L'eventuale possibilità di confrontare i risultati ottenuti con dati provenienti da database diversi può consentire di valutare gli indicatori esistenti e gli indicatori da creare. Tali verifiche devono tenere conto delle differenze tra i database (campionamenti, livelli di aggregazione/disaggregazione, possibilità di effettuare analisi più sofisticate, ecc.) .

E' importante poter identificare i difetti nei dati esistenti e nelle analisi effettuate e, laddove esistono discrepanze e inconsistenze, specificare cosa è necessario fare per rendere gli indicatori più affidabili, validi e utili.

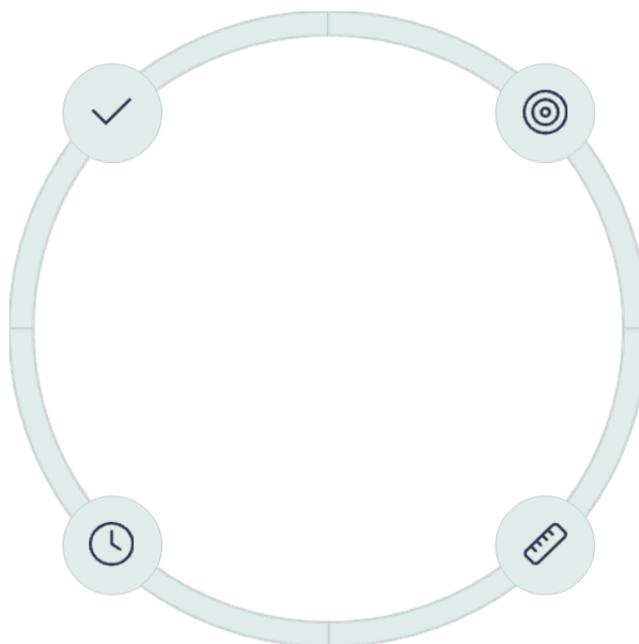
Caratteristiche degli indicatori

Qualità metodologica

Chiaro, appropriato, esaustivo,
significativo, accurato

Fattibilità

Fattibile, tempestivo, aggiornabile,
confrontabile, discriminante



Rilevanza

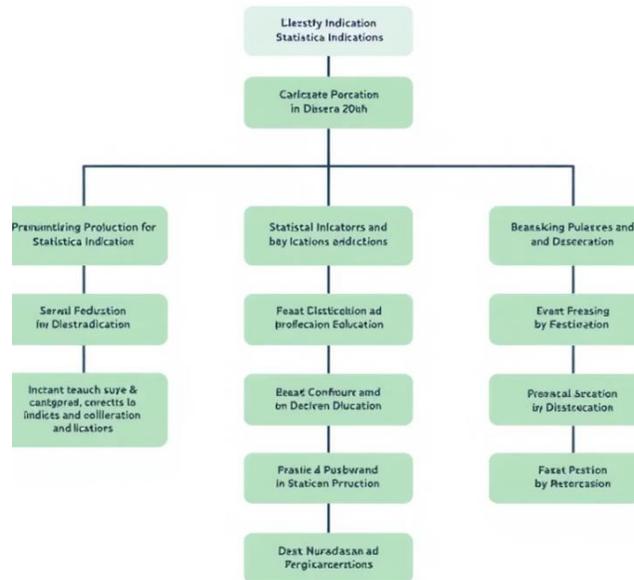
Coerente, consistente, pertinente,
rilevante, trasparente

Misurabilità

Misurabile, stabile, affidabile, valido,
ripetibile, robusto

Classificazione degli indicatori

Statistical Indicators



Per finalità

- Descrittivi (informativi)
- Esplicativi (interpretativi)
- Predittivi (tendenze)
- Normativi (obiettivi)

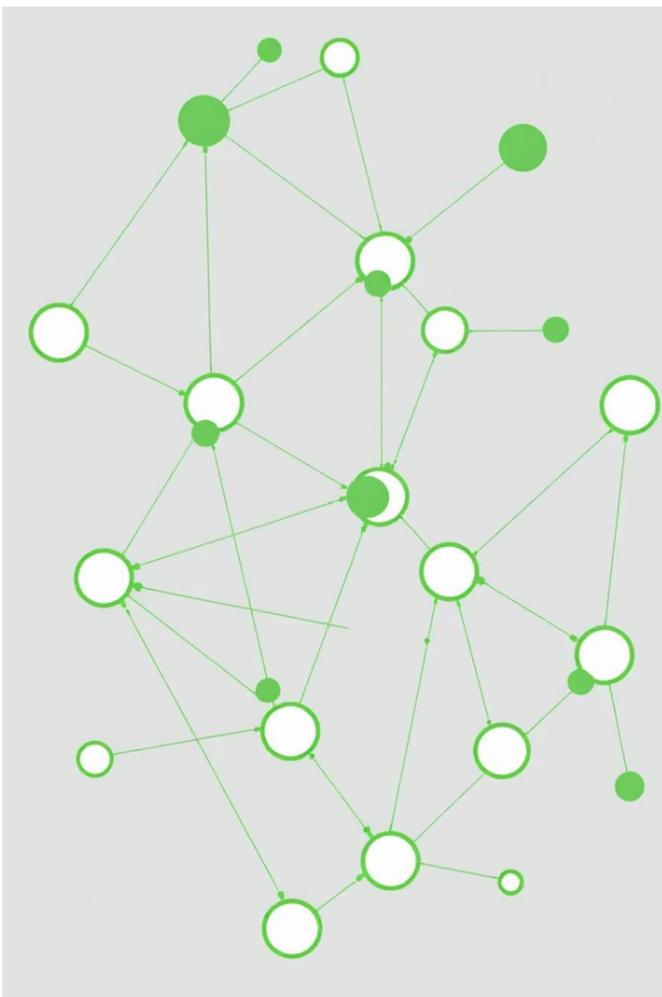
Per modalità di osservazione

- Indicatori di stato
- Indicatori di tendenza
- Conglomerativi/deprivativi

Per complessità

- Semplici/elementari
- Sintetici
- Compositi

Il Framework di indicatori



Raccolta di indicatori

Un sistema non è una semplice raccolta ma un insieme strutturato di indicatori correlati.

Struttura del sistema

Può essere verticale, orizzontale o locale (interno/esterno).

Modelli analitici

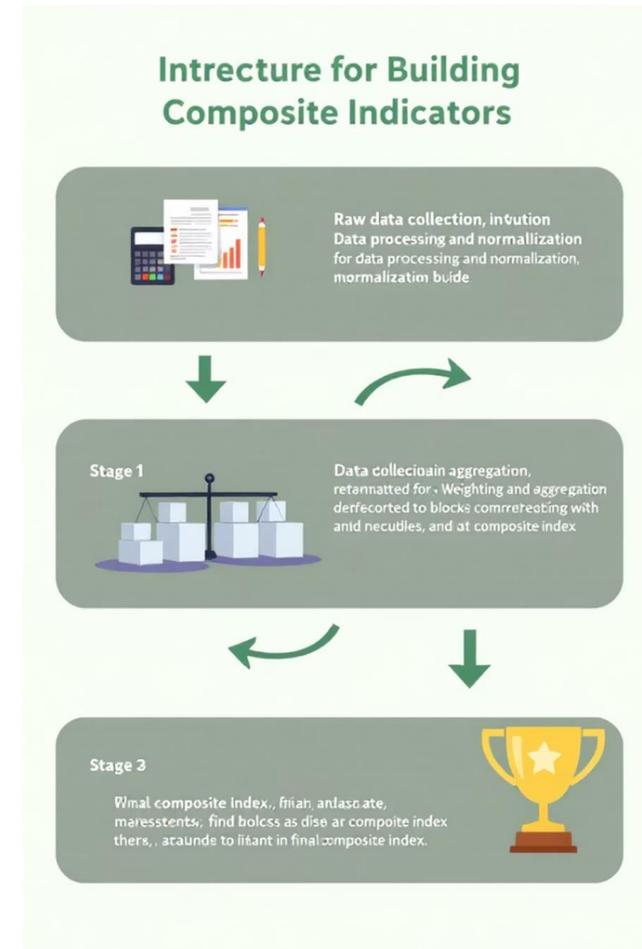
Trend analysis, monitoring, reporting, benchmarking, impact assessment, evaluation.

Funzioni

Monitoring, reporting, program evaluation, accounting, assessment.

Metriche di sintesi

- 1 **Struttura teorica**
Definizione del modello concettuale e degli obiettivi.
- 2 **Indicatori elementari**
Individuazione e verifica della completezza dei dati.
- 3 **Trasformazione**
Analisi preliminare e trasformazione dei dati.
- 4 **Aggregazione**
Ponderazione, aggregazione e verifica della robustezza.



Una ultima fase fondamentale, ma talvolta ahimè trascurata, è la verifica della validità e della capacità selettiva dell'indicatore sintetico

Strumenti statistici per la sintesi delle informazioni



Metodi di analisi multivariata: Analisi fattoriale, componenti principali, *multidimensional scaling*, cluster analysis, calcolo della prossimità.

Metodi per attribuire pesi: *Conjoint analysis*, tecniche di *scaling*.

Metodi per aggregare: Analisi della consistenza interna, *scalogram analysis*.

Metodi per verificare la selettività: *ROC analysis*.



Innovazione organizzativa e strategie
di gestione delle risorse umane

Grazie dell'attenzione

Un buon dato statistico è un atto di democrazia



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento della
Funzione Pubblica

FORMEZ

AL SERVIZIO DELLA PA

PNRR Missione 1 - Digitalizzazione, innovazione, competitività, cultura e turismo

Componente 1 – Digitalizzazione, innovazione e sicurezza nella PA

Investimento 2.3 -Competenze e capacità amministrativa

Sub-investimento 2.3.2 - Sviluppo delle capacità nella pianificazione, organizzazione e formazione strategica della forza lavoro