



# **Requisiti Non Funzionali e Dimensionamento COSMIC**

## **Guida per Praticanti**

**Maggio 2020**

(revisione: Dicembre 2020)

## Premessa

Il metodo COSMIC misura una 'dimensione funzionale' del software basata sui requisiti utente funzionali (FUR). Le dimensioni funzionali misurate con COSMIC si usano principalmente per:

- stimare l'impegno di progetto, dove per es. "impegno di progetto" = (dimensione funzionale stimata del nuovo software) / (produttività di progetti simili passati);
- misurare e confrontare le performance tra progetti con caratteristiche simili, per es. utilizzando la "produttività" = (dimensione funzionale del software) / (impegno di progetto).

Scopo di questa guida è:

- evidenziare che i requisiti non funzionali del sistema ("system-NFR") possono essere allocati nei progetti come requisiti utente funzionali del ("software-FUR");
- mostrare come specificare e misurare, usando i COSMIC Function Point, la dimensione funzionale dei FUR del software che erano NFR del sistema;
- fornire un esempio che illustri i precedenti punti.

Questa versione aggiorna i Riferimenti e l'impaginazione per una migliore leggibilità.

Su questo argomento, sono disponibili due ulteriori documenti COSMIC:

- Un repository di "funzioni NFR" descritte in un insieme di standard (ISO, IEEE ed ECSS), con ulteriori esempi e casi di studio addizionali (in progress) [1].
- La "Non-Functional & Project Requirements with COSMIC: Experts Guide" v.2, 2020 [2].

## Riconoscimenti

### Editori:

Alain Abran, École de technologie supérieure, Université du Québec, Canada

Khalid Al-Sarayreh, Hashemite University, Giordania

Arlan Lesterhuis, Paesi Bassi

### Revisori:

J.M. Desharnais, École de technologie supérieure, Université du Québec, Canada

K.R. Jayakumar, Amitysoft, India

Dylan Ren, Measures Ltd., Cina

Luca Santillo, Agile Metrics, Italia

Hassan Soubra, German University in Cairo, Egitto

Frank Vogelesang, Metri, Paesi Bassi

Jelle de Vries, Rubicon Consulting, Paesi Bassi

**Traduzione in italiano a cura di:** Luca Santillo, Agile Metrics, Italia

Copyright 2020. Tutti i diritti riservati. The Common Software Measurement International Consortium (COSMIC). Si concede il permesso di copiare tutto o parte di questo materiale purché le copie non siano fatte o distribuite per scopi commerciali, siano citati il titolo della pubblicazione, il numero di versione e la data e sia data informativa che la copia avviene per concessione del Common Software Measurement International Consortium (COSMIC). Copie di altro genere richiedono un permesso specifico.

## Sommario

1. NFR DEL SISTEMA CHE EVOLVONO IN FUR DEL SOFTWARE .....	4
2. ALLOCAZIONE DEI NFR DEL SISTEMA SULLE FUNZIONI SOFTWARE .....	4
3. DIMENSIONAMENTO ANTICIPATO DEI FUR DEL SOFTWARE .....	6
4. ESEMPIO: DAI NFR DI PRESTAZIONI DEL SISTEMA ALLE FUNZIONI SOFTWARE .....	7
5. TRATTARE I NFR NELLA STIMA DI PROGETTO.....	11
5.1 Stimare l'impegno dalla panoramica di FUR del software & NFR del sistema .....	11
5.2 Stimare impegno e costo dai FUR del software & NFR del sistema approssimati .....	11
6. RIFERIMENTI.....	13
APPENDICE: MODELLI, SOTTO-MODELLI & FUNZIONI IN NFR BASATI SU STANDARD.....	14

## 1. NFR DEL SISTEMA CHE EVOLVONO IN FUR DEL SOFTWARE

I requisiti non funzionali del sistema (System-NFR) possono denotarsi come requisiti 'di alto livello'. Con l'avanzamento del progetto e col rendersi noti di più e più dettagli, questi NFR di sistema possono essere allocati su funzioni software, su funzioni hardware o su una combinazione dei due tipi. Questa evoluzione è illustrata in Figura 1 lungo il ciclo di vita di un progetto.

**Nota 1** In funzione della maturità dell'organizzazione e delle strategie progettuali, i NFR possono divenire chiari presto o tardi nel ciclo di vita. Utilizzando un processo di ingegneria dei requisiti maturo, la maggior parte dei NFR saranno noti già in fase di progettazione.

**Nota 2** Per semplicità in questa Guida, la Figura 1 mostra NFR di sistema che sono 'evoluti' in requisiti utente funzionali software, che sono quindi denotati come 'FUR del software' (Software-FUR) [1, 2, 5].

**Nota 3** I NFR del sistema sono spesso denotati anche come 'requisiti di qualità del sistema'.

**Nota 4** Il ciclo di vita del progetto illustrato in Figura 1 può far parte di un ciclo di vita del sistema, che include attività per l'allocazione dei requisiti del sistema sull'hardware, sul software e/o su procedure amministrative.

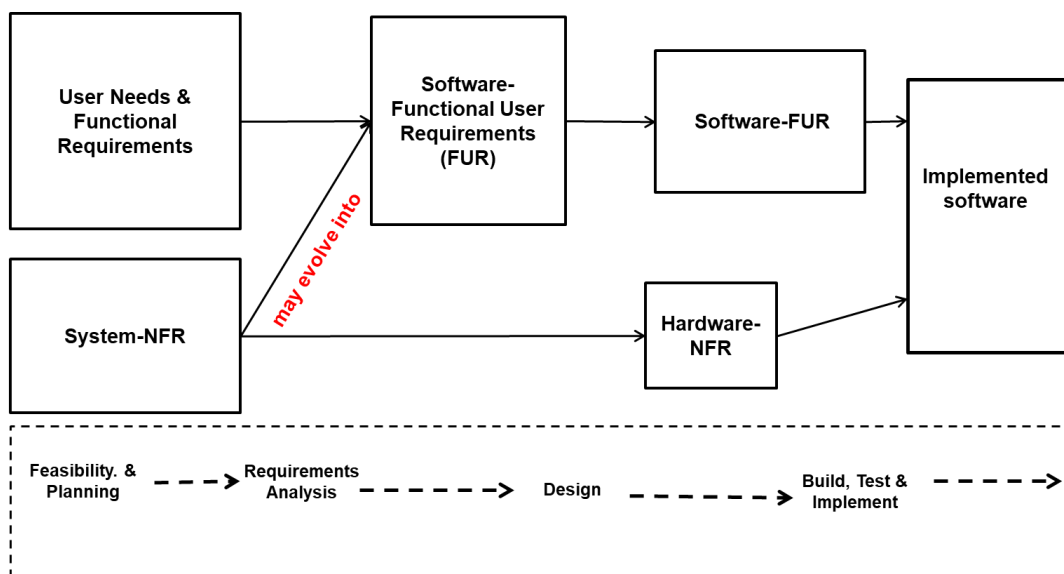


Figura 1. I NFR del sistema possono evolvere in FUR del software nell'avanzamento di un progetto.

È **importante** notare dalla Figura 1 che quando parte o tutto un requisito inizialmente espresso come NFR di sistema evolve, al progredire del progetto, in un FUR del software, questo nuovo FUR del software può essere misurato o approssimato in COSMIC Function Point.

## 2. ALLOCAZIONE DEI NFR DEL SISTEMA SULLE FUNZIONI SOFTWARE

Ci sono quattro passi chiave, una volta che siano stati identificati i NFR di sistema:

**Passo 1** Mappatura dei NFR del sistema, espressi ad alto livello, sulle corrispondenti funzioni di NFR di sistema elencate negli standard internazionali.

**Passo 2** Allocazione dei NFR di sistema sulle funzioni software dove applicabile.

**Passo 3** Specifica delle funzioni software in FUR del software in un'architettura software.

**Passo 4** Misurazione (o approssimazione) della dimensione funzionale in COSMIC Function Point.

## **Passo 1. Mappatura esigenze del sistema – NFR di sistema descritti in standard internazionali**

A livello del sistema, gli stakeholder identificano le esigenze del sistema in termini di NFR.

I seguenti supporti nelle Guide COSMIC aiutano a identificare le esigenze del sistema ed a mapparle sui NFR basati su standard:

- Lista di tipi di NFR basati su standard (o NFR di qualità del sistema).
- Template di modelli e funzioni dei NFR, basati su standard, per identificare quali siano richiesti in uno specifico progetto di sistema.

**Nota** Alcune esigenze di NFR di sistema specifici del progetto possono non essere coperte nelle Guide COSMIC. Tali esigenze devono essere identificate e documentate in aggiunta ai NFR di sistema basati su standard.

## **Passo 2. Allocazione su hardware, software e procedure**

A livello di progettazione del sistema, le funzioni e le sotto-funzioni dei NFR del sistema devono allocarsi su:

- il livello funzionale del software (in un'architettura software),
- il livello dell'hardware,
- il livello delle procedure (per es. istruzioni, prodotti per la formazione)

**Nota** Il livello hardware funzionale ed il livello delle procedure vanno al di là dell'ambito di questa guida e non saranno ulteriormente discussi.

## **Passo 3. Specifica dei FUR software tramite le funzioni degli standard internazionali**

Le funzioni dei NFR di sistema selezionate nel Passo 1 e allocate sul software in un'architettura software nel Passo 2 sono quindi specificate in termini di funzioni software. A tale scopo, le funzioni e sotto-funzioni software rilevanti sono:

- a) identificate e collocate nell'architettura software,
- b) specificate nell'architettura software
  - idealmente, includendo l'identificazione di tutti i movimenti di dati richiesti degli oggetti d'interesse necessari,
  - altrimenti, possono farsi delle assunzioni circa il numero e le dimensioni delle funzioni e sotto-funzioni (vedi l'esempio illustrato nella Sezione 4).

## **Passo 4. Misurazione (o approssimazione) della dimensione funzionale**

Le funzioni dei NFR allocate sul software possono essere misurate con le regole di misurazione e le linee guida COSMIC.

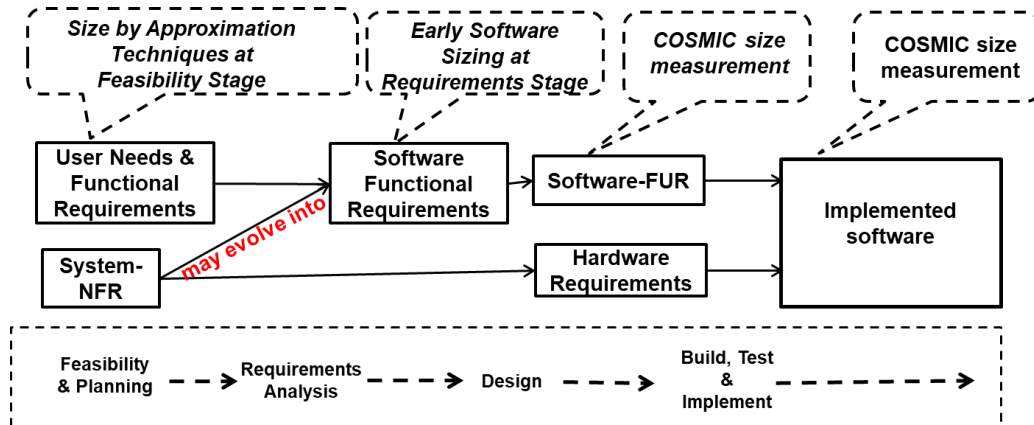
**Nota 1** Una stima di dimensione può essere fatta utilizzando le linee guida COSMIC per l'approssimazione, qualora non siano presenti abbastanza dettagli delle funzioni software per una misurazione accurata (vedi Sezione 3).

**Nota 2** Non tutti i NFR di sistema portano ad un'allocazione di FUR del software. Il Capitolo 5 della Guida per Esperti COSMIC al Dimensionamento dei NFR [2] riporta esempi, per ciascun tipo di NFR, di funzionalità che possono o non possono essere allocate sulle funzioni del software.

### 3. DIMENSIONAMENTO ANTICIPATO DEI FUR DEL SOFTWARE

Quando non tutti i dettagli funzionali sono disponibili, risulta difficile applicare un qualsiasi standard di misurazione ISO con accuratezza elevata. Per affrontare questa esigenza di dimensionamento anticipato nel contesto di requisiti incompleti, gli organismi come il COSMIC hanno sviluppato delle tecniche per approssimare la dimensione funzionale del software.

Il COSMIC propone un numero di tecniche di dimensionamento anticipato del software, alcune delle quali sono applicabili in fase di fattibilità, altre in fase di requisiti iniziali. La Figura 2 mostra le tecniche di dimensionamento COSMIC disponibili man mano che il progetto procede.



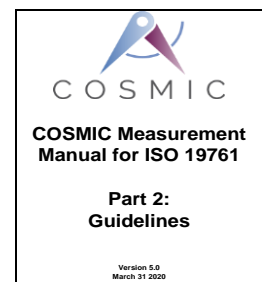
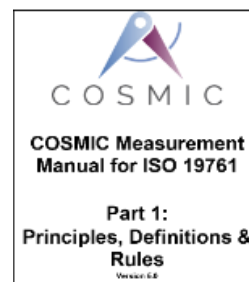
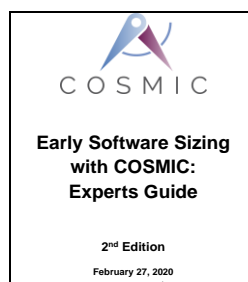
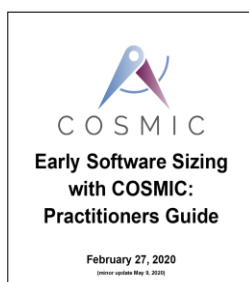
**Figura 2. Dimensionamento COSMIC dei FUR del software nel corso di avanzamento del progetto.**

Le seguenti tecniche di approssimazione della dimensione sono descritte nella 'Guida per Praticanti' e nella 'Guida per Esperti' al 'Dimensionamento Anticipato del Software con COSMIC' [3, 4]:

- A) Per la fase di fattibilità:
  - Approssimazione Early & Quick
  - Analogia Software Iceberg
  - Easy Function Point
- B) Per la fase di requisiti software iniziali:
  - Dimensione Media dei Processi Funzionali
  - Classificazione con Dimensioni Fisse
  - Bande di Uguale Dimensione
  - Dimensione Media degli Use Case

- C) Per le fasi successive ai requisiti fino al completamento del progetto:

Misurazione della dimensione funzionale conforme alle regole e linee guida dello standard ISO 19761, fornite dal Manuale di Misurazione COSMIC [8, 9, 10].



#### 4. ESEMPIO: DAI NFR DI PRESTAZIONI DEL SISTEMA ALLE FUNZIONI SOFTWARE

Questa sezione presenta un esempio dimostrativo dell'applicazione del processo in quattro passi ai NFR della System Performance [NdT prestazioni del sistema – termini in inglese per conformità agli standard di settore], in cui alcune funzioni relative alle prestazioni sono allocate sulle funzioni software.

##### Step 1 – Livello del sistema: esigenze degli stakeholder per “System Performance”

La tabella 1 presenta un numero di tipi di NFR di sistema da standard ISO, IEEE ed ECSS [6]. Questa tabella può essere usata dagli stakeholder per identificare i NFR di sistema rilevanti per il loro progetto. La tabella 2 mostra una selezione di tre tipi di NFR di sistema, fatta dagli stakeholder (in giallo): Portability, Performance e Security.

**Tabella 1. Tipi di NFR negli standard.**

Id.	NFR	Standards used	Stakeholder needs
1	Reliability	ECSS-ISO-IEEE	
2	Maintainability	ECSS-ISO-IEEE	
3	Interfaces	ECSS-ISO-IEEE	
4	Portability	ECSS-ISO-IEEE	
5	Operations	ECSS-ISO-IEEE	
6	Configurations	ECSS-ISO-IEEE	
7	Data definitions & Database systems	ECSS-ISO-IEEE	
8	Adaptation e Installation	ECSS-ISO-IEEE	
9	Design & Implementation	ECSS-ISO-IEEE	
10	Performance	ECSS-ISO-IEEE	
11	Security	ECSS-ISO-IEEE	
12	Safety	ECSS-ISO-IEEE	
13	Resources	ECSS-ISO-IEEE	
14	Human factors	ECSS-ISO-IEEE	
15	Others....	In house	
16	Others....	In house	

**Tabella 2. Una selezione di 3 NFR di sistema.**

Id.	NFR	Standards used	Stakeholder needs
1	Reliability	ECSS-ISO-IEEE	
2	Maintainability	ECSS-ISO-IEEE	
3	Interfaces	ECSS-ISO-IEEE	
4	Portability	ECSS-ISO-IEEE	X
5	Operations	ECSS-ISO-IEEE	
6	Configurations	ECSS-ISO-IEEE	
7	Data definitions & Database systems	ECSS-ISO-IEEE	
8	Adaptation & Installation	ECSS-ISO-IEEE	
9	Design & Implementation	ECSS-ISO-IEEE	
10	Performance	ECSS-ISO-IEEE	X
11	Security	ECSS-ISO-IEEE	X
12	Safety	ECSS-ISO-IEEE	
13	Resources	ECSS-ISO-IEEE	
14	Human factors	ECSS-ISO-IEEE	
15	Others....	In house	
16	Others....	In house	

**Nota** Nella vostra organizzazione, questo e altri template possono essere estesi con colonne relative ad altre informazioni con criteri associati ai NFR, come l'impatto atteso (alto, medio, basso) e la soluzione scelta dall'architetto del sistema.

##### Step 2 – Allocazione hardware/software

Un template utilizzabile per allocare i NFR di sistema sull'hardware, sul software o sulle procedure amministrative è riportato come in Tabella 3.

**Tabella 3. Template di allocazione dei NFR del sistema.**

Id.	NFR	Standards used	Stakeholder needs	To be allocated to hardware	To be allocated to software	To be allocated to admin. procedures
1	Reliability	ECSS-ISO-IEEE				
2	Maintainability	ECSS-ISO-IEEE				
3	Interfaces	ECSS-ISO-IEEE				
4	Portability	ECSS-ISO-IEEE				
5	Operations	ECSS-ISO-IEEE				
6	Configurations	ECSS-ISO-IEEE				
7	Data definitions & Database	ECSS-ISO-IEEE				
8	Adaptation & Installation	ECSS-ISO-IEEE				
9	Design & Implementation	ECSS-ISO-IEEE				
10	Performance	ECSS-ISO-IEEE				
11	Security	ECSS-ISO-IEEE				
12	Safety	ECSS-ISO-IEEE				
13	Resources	ECSS-ISO-IEEE				
14	Human factors	ECSS-ISO-IEEE				
15	Others....	In house				

La Tabella 4 illustra come il template di Tabella 3 è usato nel caso dell'esempio in oggetto.

**Tabella 4. Template di allocazione dei NFR di sistema per l'esempio proposto.**

Id.	NFR	Standards used	Stakeholder needs	To be allocated to hardware	To be allocated to software	To be allocated to admin. procedures
1	Reliability	ECSS-ISO-IEEE				
2	Maintainability	ECSS-ISO-IEEE				
3	Interfaces	ECSS-ISO-IEEE				
4	Portability	ECSS-ISO-IEEE	X	X		
5	Operations	ECSS-ISO-IEEE				
6	Configurations	ECSS-ISO-IEEE				
7	Data definitions e Database systems	ECSS-ISO-IEEE				
8	Adaptation & Installation	ECSS-ISO-IEEE				
9	Design & Implementation	ECSS-ISO-IEEE				
10	Performance	ECSS-ISO-IEEE	X	X	X	X
11	Security	ECSS-ISO-IEEE	X	X		
12	Safety	ECSS-ISO-IEEE				
13	Resources	ECSS-ISO-IEEE				
14	Human factors	ECSS-ISO-IEEE				
15	Others....	In house				
16	Others.....	In house				

**Note** Non tutte le funzioni di “performance” sono allocate sul software: la Tabella 4 che alcune sono allocate sull’hardware, come una CPU più veloce, un accesso alla cache più veloce, etc. e una in particolare è allocata su una procedura amministrativa.

La tabella 5 presenta un template con una vista più dettagliata del modello, basato su standard, dei NFR di performance del sistema. Questo modello di NFR consiste di requisiti di performance sia dinamica sia statica, dei relativi indicatori dei sotto-modelli dei NFR e delle funzioni dei NFR necessarie.

**Tabella 5. Modello dei NFR delle prestazioni del sistema (model, sotto-modelli e funzioni).**

NFR Model	NFR sub-models	NFR Functions
System Performance Dynamic Requirements (SPDR)	Throughput Time (TT),	[1] Bandwidth Function (BF) [2] Workload Function (WF)
	Response To Reference Signals (RRS)	[3] Response Time Function (RTF), [4] Settling Time Function (STF) [5] Tracking Error Function (TEF)
System Performance Static Requirements (SPSR)	Resource Consumption (RC)	[6] Main Memory Time Function (MMTF)
	Evaluation of accuracy (EA) - composed of <ul style="list-style-type: none"> <li>• performance error (PE)</li> <li>• knowledge error (KE).</li> </ul>	[7] Absolute Performance Error Function (APEF) [8] Performance Stability Error Function (PSEF)
	Evaluation of processing speed (EPS)	[9] System Scalability Function (SSF) [10] Concurrency Function (CF)



In questo esempio, solo i requisiti di performance statica del sistema sono allocati sul software. La tabella 6 mostra l’allocazione specifica dei relativi sotto-modelli e funzioni dei NFR.

**Tabella 6. Indicatori e funzioni delle performance del sistema allocate sul software (in giallo).**

NFR Model	NFR sub-models	NFR Functions
System Performance Dynamic Requirements (SPDR)	Throughput Time (TT),	[1] Bandwidth Function (BF) [2] Workload Function (WF)
	Response To Reference Signals (RRS)	[3] Response Time Function (RTF), [4] Settling Time Function (STF) [5] Tracking Error Function (TEF)
System Performance Static Requirements (SPSR)	Resource Consumption (RC)	[6] Main Memory Time Function (MMTF),
	Evaluation of accuracy (EA) - composed of <ul style="list-style-type: none"> <li>• performance error (PE)</li> <li>• knowledge error (KE).</li> </ul>	[7] Absolute Performance Error Function (APEF) [8] Performance Stability Error Function (PSEF).
	Evaluation of processing speed (EPS)	[9] System Scalability Function (SSF) [10] Concurrency Function (CF).

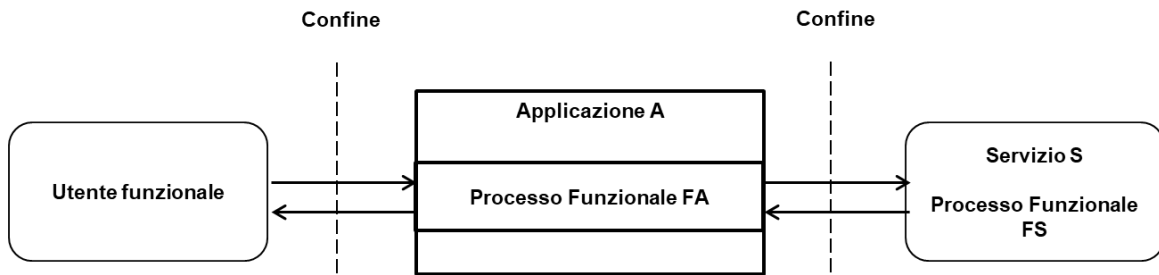
**Nota 1** Il reperimento dei dati per calcolare il sotto-modello “performance error” (PE) e la funzione “performance stability error” (PSEF) e la loro stampa in un report della performance sono svolti da un software per scopi di monitoraggio e reportistica delle performance.

**Nota 2** Come indicato nella Tabella 4, possono esserci funzioni aggiuntive di performance del sistema, allocate sull’hardware.

**Step 3 – Requisiti funzionali del software – Specifiche in un contesto SOA**

Questa sezione illustra la distribuzione dei FUR del software in un’architettura orientata ai servizi (SOA), dove alcune funzioni sono allocate sui processi funzionali nell’applicazione stessa (Applicazione A in Figura 3) e altre su dei processi funzionali al livello del servizio (Servizio S in Figura 3) [4, 7].

Questo è un esempio di movimenti di dati nei livelli di applicazione e di servizio in un’architettura SOA. Esso assume che vi sia una singola funzione che interagisce con un singolo servizio (vedi Figura 3).



**Figura 3. Movimenti dei dati di un processo funzionale software FA dell’Applicazione A in interazione con un processo funzionale FS nel servizio S in un’architettura SOA [7].**

La tabella 7 presenta le funzioni dei NFR di performance del sistema da 6 a 10 allocate sulle funzioni software in una SOA:

- le funzioni 6, 9 e 10 sono allocate sul livello dell'applicazione;
- le funzioni 7 e 8 sono allocate sul livello del servizio SOA.

**Tabella 7. Specifiche a livello di applicazione & servizio in un'architettura SOA.**

Performance NFR Model	NFR sub-model	NFR Functions	Application level	SOA service level
System Performance Dynamic Requirements (SPDR)	Throughput Time (TT),	[1] Bandwidth Function (BF) [2] Workload Function (WF)		
	Response To Reference Signals (RRS)	[3] Response Time Function (RTF), [4] Settling Time Function (STF) [5] Tracking Error Function (TEF)		
System Performance Static Requirements (SPSR)	Resource Consumption (RC)	[6] Main Memory Time Function (MMTF),	X	
	Evaluation of accuracy (EA) - composed of • performance error (PE) • knowledge error (KE).	[7] Absolute Performance Error Function (APEF) [8] Performance Stability Error Function (PSEF).		X X
	Evaluation of processing speed (EPS)	[9] System Scalability Function (SSF) [10] Concurrency Function (CF).	X X	

**Nota** Le funzioni di performance allocate sull'hardware, sul software e sulle procedure di Tabella 4 e il reporting aggiuntivo allocato sui sotto-modelli di report delle performance, come PE, APEF, PSEF, etc., nominati nella Nota alla Tabella 6, possono essere dimensionate da un punto di vista funzionale con il metodo COSMIC.

#### Step 4 – Misurazione (o approssimazione) della dimensione del software

La dimensione funzionale di tutte le componenti può essere misurata applicando le regole di misurazione e le linee guida COSMIC.

Tralasciando i dettagli della misurazione, le dimensioni delle varie componenti software dell'esempio di Tabella 7 sono presentate nella Tabella 8:

- Dimensione al livello dell'applicazione (funzioni 6, 9 & 10) = 10 CFP + 14 CFP + 6 CFP = 30 CFP
- Dimensione al livello del servizio (funzioni 7 & 8) = 12 CFP + 8 CFP = 20 CFP

La dimensione funzionale totale dei NFR della performance statica del sistema allocati sul software in questo esempio è pari a: 50 CFP.

**Nota** In questo esempio, altri NFR di performance del sistema sono stati allocati sull'hardware (Tabella 4).

**Tabella 8. Dimensionamento COSMIC dei NFR delle prestazioni del sistema allocati sul software.**

Performance NFR Model	NFR sub-models	NFR Functions	Applicazione Dim. in CFP	Servizio Dim. in CFP
System Performance Dynamic Requirements (SPDR)	Throughput Time (TT),	[1] Bandwidth Function (BF) [2] Workload Function (WF)		
	Response to Reference Signals (RRS)	[3] Response Time Function (RTF) [4] Settling Time Function (STF) [5] Tracking Error Function (TEF)		
System Performance Static Requirements (SPSR)	Resource Consumption (RC)	[6] Main Memory Time Function (MMTF)	10 CFP	
	Evaluation of accuracy (EA): which is composed of • performance error (PE) • knowledge error (KE).	[7] Absolute Performance Error Function (APEF) [8] Performance Stability Error Function (PSEF)		12 CFP 8 CFP
	Evaluation of processing speed (EPS)	[9] System Scalability Function (SSF) [10] Concurrency Function (CF).	14 CFP 6 CFP	

## 5. TRATTARE I NFR NELLA STIMA DI PROGETTO

Un processo di stima può procedere come segue.

### 5.1 Stimare l'impegno da una panoramica di FUR del software & NFR del sistema

Il processo per stimare l'impegno progettuale moto presto in un progetto è largamente indipendente da come il progetto è gestito una volta in corso:

- a) Quando si delinea la panoramica iniziale o affermazione di 'alto livello' dei requisiti del software oggetto di sviluppo o modifica, l'attenzione è posta sui requisiti funzionali: cosa deve fare il software, quali vincoli ci sono sugli obiettivi (budget, data di rilascio, etc.) e quali rischi devono essere gestiti.
- b) Anche i NFR del sistema possono essere dichiarati dagli stakeholder al momento della stima.
- c) Se si richiede una stima dell'impegno del progetto software in questa fase, la si può ottenere solamente con l'uso di tecniche di stima rilevanti per la fase di fattibilità, includendo una compensazione per le contingency.

**Nota** Lo 'scope creep' [NdT variazione dell'ambito] non è incluso. Lo 'scope creep' è la ragione numero uno del fallimento dei progetti e dovrebbe essere gestito come delle 'change request'.

- d) I requisiti funzionali della panoramica e i NFR di sistema alimentano le decisioni sull'architettura di sistema/software, che aiutano ad identificare i NFR di sistema che evolvono in FUR del software.

### 5.2 Stimare impegno e costo dai FUR del software & NFR del sistema approssimati

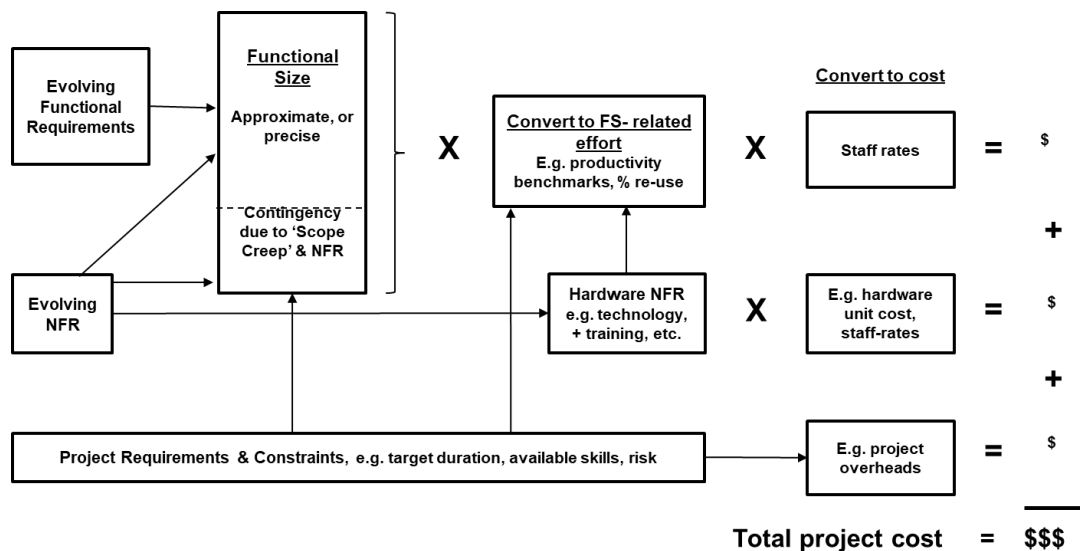
- a) Quando la fase di analisi dei requisiti è agli inizi, è improbabile che i requisiti funzionali del software siano abbastanza dettagliati. Qui, la dimensione funzionale può essere approssimata usando una tecnica di dimensionamento anticipato COSMIC come descritto in [3, 4].

**Nota** È improbabile che i FUR del software siano abbastanza dettagliati per organizzazioni meno mature. Organizzazioni più mature sono maggiormente in grado di svolgere un processo di ingegneria dei requisiti accettabile.

- b) Col progredire del progetto, un contributo della dimensione funzionale totale del software può essere aggiunto ai NFR del sistema che evolveranno in FUR del software. Questo contributo si può ottenere applicando l'esperienza raggiunta in progetti passati nel dimensionare i NFR di sistema allocati sui FUR del software e aggiungendo una contingency.
- c) La dimensione funzionale totale approssimata può essere convertita nell'impegno stimato del progetto utilizzando i dati di benchmarking stabiliti per progetti con una dimensione funzionale ed un profilo di NFR più vicini possibile a quelli del nuovo progetto. Tale 'prossimità del fit' può essere determinata per analogia o tramite un'analisi statistica dei progetti completati in passato nella propria organizzazione, che ovviamente varieranno da un'organizzazione all'altra.
- d) Qualora siano disponibili dati di dimensione ed impegno dei progetti passati, l'impegno dei nuovi progetti può essere stimato con l'aiuto di un'analisi di regressione.

La Figura 4 mostra i vari modi in cui i NFR di sistema possono, al loro evolvere, contribuire alla dimensione funzionale totale e/o possono impattare i valori di benchmarking utilizzati per convertire la dimensione in impegno e quindi in costo. Per esempio:

- i valori di benchmarking utilizzati dipenderanno probabilmente dal linguaggio di programmazione, dalla piattaforma hardware, etc.;
- i NFR nel caso di riuso significativo possono pure impattare il calcolo dell'impegno.



**Figura 4. Determinazione di impegno e costo del progetto.**

Il modello per la stima dei costi del progetto di Figura 4 può essere applicato non appena sia nota una dimensione funzionale approssimata ed in qualsiasi momento successivo.

**Nota** Il processo di stima stesso è indipendente dal processo di sviluppo, per es. Waterfall rispetto ad Agile. La produttività, d'altra parte, può variare tra processi di sviluppo e organizzazioni differenti.

## 6. RIFERIMENTI

(Tutte le pubblicazioni COSMIC sono disponibili gratuitamente presso [www.cosmic-sizing.org](http://www.cosmic-sizing.org).)

- [1] COSMIC, 'Repository of standards-based Requisiti Non Funzionali (NFR)', in progress, metà 2021.
- [2] COSMIC, '[Non-Functional & Project Requirements with COSMIC: Experts Guide](#)', v2.0, 2020.
- [3] COSMIC, '[Early Software Sizing with COSMIC: Practitioners Guide](#)', 2020.
- [4] COSMIC, '[Early Software Sizing with COSMIC: Experts Guide](#)', 2020.
- [5] K.T. Al-Sarayreh, K. Meridji, A. Abran, S. Trudel, 'System performance requirements: A Standards-based model for early identification, allocation to software functions e their size measurement', submitted to e-Information Software Engineering journal.
- [6] European Cooperation for Space Standardization, 'Space Engineering: Software – Part 1 - Principles e Requirements, Paesi Bassi, 2005.
- [7] COSMIC '[Guideline for sizing Service-Oriented Architecture software](#)', COSMIC method v4.0.2, 2019.
- [8] COSMIC '[Manuale di Misurazione 5.0: Parte 1: Principi, Definizioni e Regole](#)', Maggio 2020.
- [9] COSMIC '[Manuale di Misurazione 5.0: Parte 2: Linee Guida](#)', Maggio 2020.
- [10] COSMIC '[Measurement Manual v5.0: Part 3: Examples](#)', Maggio 2020.

## APPENDICE: MODELLI, SOTTO-MODELLI & FUNZIONI DI NFR BASATI SU STANDARD

### A. Lista di NFR di sistema

Id.	NFR	Standard usati
1	Performance	ECSS-ISO-IEEE
2	Maintainability	ECSS-ISO-IEEE
3	Portability	ECSS-ISO-IEEE
4	Security	ECSS-ISO-IEEE
5	Reliability	ECSS-ISO-IEEE
6	Interfaces	ECSS-ISO-IEEE
7	Operations	ECSS-ISO-IEEE
8	Adaptation & Installation	ECSS-ISO-IEEE
9	Safety	ECSS-ISO-IEEE
10	Resources	ECSS-ISO-IEEE
11	Human Factors	ECSS-ISO-IEEE
12	Data Definition & Data Bases	ECSS-ISO-IEEE
13	Configuration	ECSS-ISO-IEEE
14	Design	ECSS-ISO-IEEE

### B. Modelli per i NFR

ID	System Performance Requirements		
	Model(s)	Sub-Models	Functions
1	System Performance Dynamic Requirements (SPDR)	Throughput Time (TT)	[1] Bandwidth Function (BF) [2] Workload Function (WF)
		Response To Reference Signals (RRS)	[3] Response Time Function (RTF), [4] Settling Time Function (STF) [5] Tracking Error Function (TEF)
	System Performance Static Requirements (SPSR)	Resource Consumption (RC)	[6] Main Memory Time Function (MMTF), [7] Storage Device Time Function (SDTF) [8] Processor Instruction Execution Function (PIEF).
		Evaluation of accuracy (EA) with: • performance error (PE) • knowledge error (KE).	[9] Absolute Performance Error Function (APEF) [10] Performance Stability Error Function (PSEF). [11] Absolute Knowledge Error Function (AKEF) [12] Relative Knowledge Error Function (RKEF).
	Evaluation of processing speed (EPS)	[13] System Scalability Function (SSF) [14] Concurrency Function (CF).	

ID	System Maintainability Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
2	System maintainability procedures (SMP)	System maintainability failure procedure (SMFP)	[1] System diagnostic function (SDF) [2] Failure data operation function (FDOF) [3] Failure data monitoring function (FDMF) [4] Failure data control function (FDCF) [5] System failure task function (SFTF)
		System registered failure procedure (SRFP)	[6] Failure detection function (FDF) [7] Failure isolation function (FIF)
		System malfunction procedure (SMP)	[8] Correct data faults function (CDFF) [9] Correct system defects function (CSDF)
		System stability procedure (SSP)	[10] Fault prevention of data control function (FPDCF) [11] Fault prevention of system function (FPSF)
		System testability procedure (STP)	[12] System time function (STF) [13] Fault allocation time function (FATF)

ID	System Portability Requirements		
	Model	Sub-model	Functions
3	System Portability Environment (SPE)	Software Component Portability	[1] Independence of the Operating System Function (IOSF) [2] Independence of the Middleware Function (IMF) [3] Independence of the Programming Language Virtual Machine Function (IPLVMF) [4] Independence of the Browser Function (IBF)
		Data Component Portability	[5] Independence of the Database Function (IDF) [6] Distributed Data Base Management System Function (DDBMSF)
		Hardware Component Portability	[7] Independence of the Client Function (ICF) [8] Independence of the Server Function (ISF) [9] Independence of the Storage Function (ISTF) [10] Independence of the Network Function (INF)
		Isolation of System Calls Portability	[11] Isolation of Software System Calls Function (ISSCF)

ID	System Security Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
4	System Security Environment (SSE)	System confidentiality	[1] Identification function [2] Authentication function [3] Authorization function
		System availability	[4] Network redundancy function [5] Power redundancy function [6] Automatic restart function
		System integrity	[7] Backup data function [8] Firewall function [9] Antivirus function [10] External PKI function [11] Encryption\decryption function

ID	System Reliability Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
5	System Reliability Environment (SRE)	System Failure mode and effect analysis (FMEA)	[1] Operational failure function (OPEF) [2] Failure mechanism function (FPF)
		System Fault tree analysis (FTA)	[3] Fault prevention function (FPF) [4] Fault detection function (FDF) [5] Fault removal function (FRF)
		System Reliability hazard analysis (RHA)	[6] Error in handling input function (EHIF) [7] Error in producing output function (EPOF) [8] Error in producing correct output function (EPCOF)

ID	System Interface Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
6	User Functional Interfaces (UFI)	Control software interfaces	[1] External system Interface for applications Function [2] Internal system interface applications for each layer socket Function [3] System Interface configurationFunction
		Control Hardware interfaces	[4] Physical Interfaces Function [5] Thermal Interfaces Function [6] Electrical Interfaces Function
		Interface communicationsLinks	[7] External interfaces DataCommunications Function [8] Internal interfaces communications Links Function

ID	System Operations Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
7	System Operations Environment (SOE)	System operations mode	[1] Inter-operational function (IOPF) [2] Operational function event (OPFE)
		System transitions mode	[3] Operational data interface function (OPDIF) [4] Operational control interface function (OPCIF)

ID	System Adaptation & Installation Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
8	System Adaptation & installation Environment (SOE)	System Software Environment (SSE)	[1] Software Data Structure Function (SDSF) [2] Registered Data Transfer Function (RDTF) [3] Control Data Transfer Function (CDTF) [4] Set Data Transfer with System Resources Function (SDTF)
		System Integrated Environment (SIE)	[5] Operational Environment Function (OPEF) [6] Localizing I/O Resources Function (IORF)
		System Hardware Environment (SHE)	[7] Host-Target Platform Function (HTPF) [8] Memory Resources Function (MRF) [9] Storage Resources Function (SRF) [10]Transmission Resources Function (TRF)

ID	System Safety Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
9	System Safety Environment (SSE)	Control system hazards	[1] Software operation risk function [2] Software design risk function [3] Software configuration risk function [4] System loss operation function [5] System failure detection function [6] System failure isolation function
		Critical system catastrophic	[7] System safety audit function [8] System redundancy status function



ID	System Resources Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
10	System Resources Environment (SSE)	I/O resource addresses	[1] I/O port addresses function [2] I/O resource list function [3] I/O resource addresses function [4] I/O transmission addresses function [5] Block of bus relative memory addresses function
		Hardware resources	[6] Processor capacity for software item function [7] Memory capacity for software item function [8] Storage device capacity for software item function [9] Interrupt vectors function

ID	System Human Factors Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
11	System Human Factors Environment (SHEE)	Cognitive ergonomics (CE) (performance of human factors)	[1] Human capabilities function (HCF) [2] Training function (TF) [3] Staffing function (SF) [4] Personal selection function (PSF)
		Environmental ergonomics (EE) (Safety of human factors)	[5] Mechanical safety function (MSF) [6] Electrical safety function (ESF) [7] Operational safety function (OSF) [8] Psychology e physiological safety function (PSF) [9] Environmental safety function (ESF)
		Human interface factors (HIF)	[10]Interface characteristics e task performance function (ICTPF) [11]Interface customization function (ICF) [12]Identification of safety related controls function (ISRCF)

ID	System Data Definitions & DataBase Requirements		
	Model	Sub-models	Functions
12	System Product Data (SPD)	System entity types (SET)	[1] Function to identify event (EF) [2] Function to identify parameter (PF) [3] Function to identify system element (SEF) [4] Function to identify reporting data (RDF) [5] Function to identify activity (AF)
		System value types (SVT)	[6] Function to identify simple value (SVF) [7] Function to identify record value (RVF)
		System data types (SDT)	[8] Function to identify simple type (STF) [9] Function to identify complex type (CTF)
		System data items (SDI)	[10] Function to identify configuration data (SCDF) [11] Function to identify monitoring data (SMDF) [12] Function to identify control data (SCDF1)