



ARGO

Piano di Qualifica

Gruppo Argo — Progetto ChatSQL

Informazioni sul documento

| | |
|----------------------|--|
| Versione | 1.0.0 |
| Approvazione | Tommaso Stocco |
| Uso | Esterno |
| Distribuzione | Prof. Tullio Vardanega Prof. Riccardo Cardin Gruppo Argo |



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Registro delle modifiche

| Ver. | Data | Redazione | Verifica | Descrizione |
|--------------------------------|------------|-------------------------------------|---|--|
| 1.0.0 | 2024-07-25 | Tommaso Stocco | Tommaso Stocco | Approvazione e rilascio del documento |
| 0.2.1 | 2024-07-20 | Tommaso Stocco, Riccardo Cavalli | Mattia Zecchinato | Allineamento grafici allo sprint 9 |
| 0.2.0 | 2024-07-12 | Tommaso Stocco, Riccardo Cavalli | Mattia Zecchinato | Revisione generale del <i>Piano di Qualifica</i> |
| 0.1.2 | 2024-07-05 | Riccardo Cavalli, Mattia Zecchinato | Martina Dall'Amico, Marco Cristo | Inserimento grafico metrica EAC e descrizione dei grafici |
| 0.1.1 | 2024-07-02 | Tommaso Stocco | Riccardo Cavalli | Inserimento grafico metrica variazione di piano |
| 0.1.0 | 2024-07-01 | Riccardo Cavalli | Tommaso Stocco, Mattia Zecchinato | Revisione metriche e aggiornamento struttura del documento |
| 0.0.7 | 2024-07-01 | Riccardo Cavalli | Tommaso Stocco, Mattia Zecchinato | Stesura sezioni incomplete <i>Piano di Qualifica</i> |
| 0.0.6 | 2024-06-29 | Riccardo Cavalli | Tommaso Stocco, Mattia Zecchinato | Conversione in <i>LaTeX</i> sezione test |
| 0.0.5 | 2024-06-28 | Tommaso Stocco | Riccardo Cavalli | Aggiornamento cruscotto di qualità |
| 0.0.4 | 2024-06-18 | Raul Pianon, Riccardo Cavalli | Marco Cristo, Mattia Zecchinato, Tommaso Stocco | Inserimento grafici per le metriche |
| Continua nella prossima pagina | | | | |

| Ver. | Data | Redazione | Verifica | Descrizione |
|-------|------------|---------------------|---|------------------------------------|
| 0.0.3 | 2024-06-03 | Sebastiano Lewental | Riccardo Cavalli, Raul Pianon, Marco Cristo | Aggiornamento metriche |
| 0.0.2 | 2024-05-15 | Martina Dall'Amico | Sebastiano Lewental | Inserimento tabelle delle metriche |
| 0.0.1 | 2024-04-28 | Riccardo Cavalli | Martina Dall'Amico, Mattia Zecchinato | Prima stesura del documento |

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introduzione | 7 |
| 1.1 | Scopo del documento | 7 |
| 1.2 | Riferimenti | 7 |
| 1.2.1 | Riferimenti normativi | 7 |
| 1.2.2 | Riferimenti informativi | 7 |
| 1.3 | Glossario | 10 |
| 1.4 | Note organizzative | 10 |
| 2 | Obiettivi di qualità | 11 |
| 2.1 | Qualità di processo | 11 |
| 2.2 | Qualità di prodotto | 12 |
| 2.2.1 | Tracciamento delle metriche di prodotto | 13 |
| 2.3 | Qualità per obiettivo | 14 |
| 2.3.1 | Processi primari | 14 |
| 2.3.1.1 | Fornitura | 14 |
| 2.3.1.2 | Sviluppo | 15 |
| 2.3.1.3 | Codifica | 15 |
| 2.3.2 | Processi di supporto | 15 |
| 2.3.2.1 | Verifica | 15 |
| 2.3.2.2 | Documentazione | 16 |
| 2.3.2.3 | Assicurazione della qualità | 16 |
| 2.3.3 | Processi organizzativi | 17 |
| 2.3.3.1 | Gestione dei rischi | 17 |
| 3 | Verifica | 18 |
| 3.1 | Test di unità | 18 |
| 3.2 | Test di integrazione | 18 |
| 3.3 | Test di sistema | 18 |
| 3.3.1 | Tracciamento dei test di sistema | 22 |
| 3.4 | Test di accettazione | 23 |
| 3.4.1 | Tracciamento dei test di accettazione | 27 |
| 3.5 | Checklist | 28 |
| 3.5.1 | Struttura della documentazione | 29 |
| 3.5.2 | Errori formali | 30 |
| 3.5.3 | Analisi dei Requisiti | 32 |
| 3.5.4 | Codifica | 33 |
| 4 | Cruscotto di valutazione della qualità | 34 |
| 4.1 | M.PC.1 - Percentuale di metriche soddisfatte | 34 |
| 4.2 | M.PC.5 - EAC (Estimated at Completion) | 35 |
| 4.3 | M.PC.6 - Variazione del budget tra preventivo e consuntivo | 36 |
| 4.4 | M.PC.7 - Variazione del piano tra preventivo e consuntivo | 37 |
| 4.5 | M.PC.8 - Efficienza temporale | 38 |
| 4.6 | M.PC.9 - Frequenza di merge delle pull request | 39 |
| 4.7 | M.PC.10 - Indice di stabilità dei requisiti | 40 |
| 4.8 | M.PC.11 - Rischi inattesi | 41 |
| 4.9 | M.PC.12 - Efficacia delle contromisure nei rischi | 42 |

| | |
|---|----|
| 4.10 M.PD.4 - Indice Gulpease | 43 |
|---|----|

Elenco delle tabelle

| | | |
|------|--|----|
| 2.1 | Metriche di qualità di processo | 11 |
| 2.2 | Metriche di qualità di prodotto | 12 |
| 2.3 | Tracciamento metriche di prodotto | 13 |
| 2.4 | Metriche per obiettivo - Fornitura | 14 |
| 2.5 | Metriche per obiettivo - Sviluppo | 15 |
| 2.6 | Metriche per obiettivo - Codifica | 15 |
| 2.7 | Metriche per obiettivo - Verifica | 16 |
| 2.8 | Metriche per obiettivo - Documentazione | 16 |
| 2.9 | Metriche per obiettivo - Assicurazione della qualità | 16 |
| 2.10 | Metriche per obiettivo - Gestione dei rischi | 17 |
| 3.1 | Test di sistema | 18 |
| 3.2 | Tracciamento test di sistema | 22 |
| 3.3 | Test di accettazione | 23 |
| 3.4 | Tracciamento test di accettazione | 27 |
| 3.5 | Checklist - Struttura della documentazione | 29 |
| 3.6 | Checklist - Errori formali | 30 |
| 3.7 | Checklist - Analisi dei Requisiti | 32 |
| 3.8 | Checklist - Codifica | 33 |
| 4.1 | Tabella Indice Gulpease | 44 |

Elenco delle figure

| | | |
|------|--|----|
| 4.1 | M.PC.1 – Percentuale di metriche soddisfatte | 34 |
| 4.2 | M.PC.5 – EAC (Estimated at Completion) | 35 |
| 4.3 | M.PC.6 – Variazione del budget tra preventivo e consuntivo | 36 |
| 4.4 | M.PC.7 – Variazione del piano tra preventivo e consuntivo | 37 |
| 4.5 | M.PC.8 – Efficienza temporale | 38 |
| 4.6 | M.PC.9 – Frequenza di merge delle pull request | 39 |
| 4.7 | M.PC.10 – Indice di stabilità dei requisiti | 40 |
| 4.8 | M.PC.11 – Rischi inattesi | 41 |
| 4.9 | M.PC.12 – Efficacia delle contromisure nei rischi | 42 |
| 4.10 | M.PD.4 – Indice Gulpease | 43 |

1 Introduzione

1.1 Scopo del documento

Lo scopo del *Piano di Qualifica* è delineare un insieme di indici di valutazione e validazione del progetto, assieme a delle metriche di qualità che il prodotto deve rispettare. Gli obiettivi di qualità devono essere chiari, quantificabili e conformi ai requisiti e alle aspettative del cliente. I parametri vengono fissati dal team sulla base di standard qualitativi e dell'esperienza acquisita nell'arco dello svolgimento del progetto. In linea con la dinamicità del *Piano di Qualifica*, i range possono essere aggiustati o migliorati. Per tale motivo, viene fornito un cruscotto di valutazione della qualità, che monitora la capacità del team di rispettare le metriche stabilite durante il progetto.

1.2 Riferimenti

1.2.1 Riferimenti normativi

- *Norme di Progetto v1.0.0*;
- Capitolato C9 – ChatSQL (Zucchetti S.p.A.):
<https://www.math.unipd.it/tullio/IS-1/2023/Progetto/C9.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-04-11);
- Slide PD2 – Corso di Ingegneria del Software – Regolamento del Progetto Didattico:
<https://www.math.unipd.it/tullio/IS-1/2023/Dispense/PD2.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-04-11).
- Standard ISO/IEC 9126:
https://it.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_9126
(Ultimo accesso: 2024-07-01);
- Standard ISO/IEC 9126 (inglese):
https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_9126
(Ultimo accesso: 2024-07-01);
- Standard ISO/IEC 90003:
<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/35867/36860aa4caba4c84b26051db5-76456d3/ISO-IEC-90003-2004.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-07-01);

1.2.2 Riferimenti informativi

- *Analisi dei Requisiti v1.0.1*;
- Slide T7 – Corso di Ingegneria del Software – Qualità del software
<https://www.math.unipd.it/tullio/IS-1/2023/Dispense/T7.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-07-01);



- Slide T8 – Corso di Ingegneria del Software – Qualità di processo
<https://www.math.unipd.it/tullio/IS-1/2023/Dispense/T8.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-07-01);
- Slide T10 – Corso di Ingegneria del Software – Verifica e validazione: analisi statica
<https://www.math.unipd.it/tullio/IS-1/2023/Dispense/T10.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-07-01);
- Slide T11 – Corso di Ingegneria del Software – Verifica e validazione: analisi dinamica
<https://www.math.unipd.it/tullio/IS-1/2023/Dispense/T11.pdf>
(Ultimo accesso: 2024-07-01);
- Panoramica generale sul test del software:
<https://www.ibm.com/it-it/topics/software-testing>
(Ultimo accesso: 2024-06-26);
- Esempi di metriche di prodotto:
http://www.colonese.it/00-Manuali_Pubblicatii/07-ISO-IEC9126_v2.pdf
(Ultimo accesso: 2024-07-10);
- Tipologie di test del software:
<https://www.atlassian.com/it/continuous-delivery/software-testing/types-of-software-testing>
(Ultimo accesso: 2024-06-26);
- Test di unità:
https://en.wikipedia.org/wiki/Unit_testing
(Ultimo accesso: 2024-06-26);
- Test di integrazione:
https://en.wikipedia.org/wiki/Integration_testing
(Ultimo accesso: 2024-06-26);
- Test di sistema:
<https://vitolavecchia.altervista.org/differenza-tra-system-testing-e-system-integration-testing>
(Ultimo accesso: 2024-06-26);
- Test di accettazione:
<https://vitolavecchia.altervista.org/tipologie-testing-software-test-di-accettazione>
(Ultimo accesso: 2024-06-26);
- Metriche del software:
<https://learn.microsoft.com/en-us/visualstudio/code-quality/code-metrics-values?view=vs-2022>
(Ultimo accesso: 2024-07-03);
- Elenco delle principali metriche di progetto:
https://it.wikipedia.org/wiki/Metriche_di_progetto
(Ultimo accesso: 2024-07-03);

- Usabilità dei siti web:
<https://usabile.it/392009-htm>
(Ultimo accesso: 2024-07-03);
- Indici di misurazione del software:
https://en.wikipedia.org/wiki/Software_metric
(Ultimo accesso: 2024-07-03);
- *Glossario v1.0.1*;
- *Piano di Progetto v1.0.0*;
- Verbali interni:
 - 2024-04-03;
 - 2024-04-10;
 - 2024-04-16;
 - 2024-04-20;
 - 2024-04-25;
 - 2024-05-02;
 - 2024-05-07;
 - 2024-05-16;
 - 2024-05-23;
 - 2024-05-28;
 - 2024-06-03;
 - 2024-06-14;
 - 2024-06-22;
 - 2024-07-06;
 - 2024-07-10;
 - 2024-07-18.
- Verbali esterni:
 - 2024-04-09;
 - 2024-05-06;
 - 2024-05-22;
 - 2024-06-07;
 - 2024-07-09.



1.3 Glossario

Allo scopo di evitare incomprensioni relative al linguaggio utilizzato nella documentazione di progetto, viene fornito un *Glossario*, nel quale ciascun termine è corredato da una spiegazione che mira a disambiguare il suo significato. I termini tecnici, gli acronimi e i vocaboli ritenuti ambigui vengono formattati in corsivo all'interno dei rispettivi documenti e marcati con una lettera \mathcal{G} in pedice. Tutte le ricorrenze di un termine definito nel *Glossario* subiscono la formattazione sopracitata.

1.4 Note organizzative

Il *Piano di Qualifica* è un documento dinamico; pertanto, la sua struttura e il suo contenuto sono soggetti a costanti aggiornamenti e miglioramenti.

2 Obiettivi di qualità

Questa sezione illustra i valori accettabili e ambiti delle metriche individuate dal team. Le metriche sono suddivise in:

- Metriche di processo;
- Metriche di prodotto.

La definizione di ciascuna metrica è riportata nel documento *Norme di Progetto v1.0.0*, §sezione Accertamento della qualità.

2.1 Qualità di processo

Le metriche di processo sono indicatori utilizzati per monitorare e valutare la qualità dei processi coinvolti nello sviluppo del software. Gli indici di misurazione individuati dal team contribuiscono al miglioramento della produttività e all'ottimizzazione delle procedure di gestione del progetto.

Tabella 2.1: Metriche di qualità di processo

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|--------------------------------|---|---------------------------|-------------------|
| M.PC.1 | Percentuale di metriche soddisfatte | $\geq 75\%$ | 100% |
| M.PC.2 | AC (Actual cost) | ≥ 0 | $\leq \text{EAC}$ |
| M.PC.3 | EV (Earned Value) | ≥ 0 | $\leq \text{EAC}$ |
| M.PC.4 | PV (Planned Value) | ≥ 0 | $\leq \text{BAC}$ |
| M.PC.5 | EAC (Estimated at Completion) | $\pm 5\%$ rispetto al BAC | BAC |
| M.PC.6 | Variazione del budget tra preventivo e consuntivo | $\pm 10\%$ | $\pm 5\%$ |
| M.PC.7 | Variazione del piano tra preventivo e consuntivo | $\leq 15\%$ | $\leq 5\%$ |
| M.PC.8 | Efficienza temporale | $\leq 180\%$ | 100% |
| M.PC.9 | Frequenza di merge delle pull request | 1 al giorno | 2 al giorno |
| M.PC.10 | Indice di stabilità dei requisiti | $\geq 70\%$ | 100% |
| M.PC.11 | Rischi inattesi | ≤ 2 | 0 |
| Continua nella prossima pagina | | | |

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|---|--------------------|---------------|
| M.PC.12 | Efficacia delle contromisure nei rischi | $\geq 60\%$ | 100% |

2.2 Qualità di prodotto

Le metriche di prodotto sono indicatori quantitativi e qualitativi utilizzati per valutare in modo obiettivo le caratteristiche del software. L'applicazione di queste metriche mira ad assicurare la conformità del software agli standard di qualità e ad aumentare il grado di soddisfazione del cliente.

Tabella 2.2: Metriche di qualità di prodotto

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|--------------------------------|---|--------------------|---------------|
| M.PD.1 | Requisiti obbligatori soddisfatti | 100% | 100% |
| M.PD.2 | Requisiti desiderabili soddisfatti | - | - |
| M.PD.3 | Requisiti opzionali soddisfatti | - | - |
| M.PD.4 | Indice Gulpease | ≥ 50 | ≥ 80 |
| M.PD.5 | Completezza descrittiva | $\geq 90\%$ | 100% |
| M.PD.6 | Browser supportati | $\geq 80\%$ | 100% |
| M.PD.7 | Profondità (click necessari per reperire un'informazione) | 5 click | 3 click |
| M.PD.8 | Ampiezza (opzioni nel menu di navigazione principale) | 8 opzioni | 4 opzioni |
| M.PD.9 | Tempo di apprendimento | - | - |
| M.PD.10 | Tempo di risposta | - | - |
| M.PD.11 | Code coverage | $\geq 80\%$ | $\geq 90\%$ |
| M.PD.12 | Adeguatezza delle funzioni sviluppate | $\geq 70\%$ | $\geq 80\%$ |
| Continua nella prossima pagina | | | |

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|----------------------------------|--------------------|---------------|
| M.PD.13 | Accuratezza della risposta | $\geq 70\%$ | $\geq 90\%$ |
| M.PD.14 | Linee medie di codice per metodo | ≤ 40 | ≤ 20 |
| M.PD.15 | Complessità ciclomatica | ≤ 10 | ≤ 5 |
| M.PD.16 | Accoppiamento delle classi | ≤ 4 | ≤ 2 |
| M.PD.17 | Indice di manutenibilità | - | - |
| M.PD.18 | Percentuale di test superati | $\geq 80\%$ | 100% |
| M.PD.19 | Rimozione dei difetti | $\geq 70\%$ | $\geq 80\%$ |
| M.PD.20 | Tolleranza agli errori | $\geq 70\%$ | 100% |
| M.PD.21 | Impatto delle modifiche | $\leq 15\%$ | $\leq 5\%$ |

2.2.1 Tracciamento delle metriche di prodotto

Tabella 2.3: Tracciamento metriche di prodotto

| Caratteristica | Descrizione | Metriche |
|--------------------------------|---|--|
| Funzionalità | Il software deve implementare i requisiti riportati nel documento <i>Analisi dei Requisiti</i> . | M.PD.1, M.PD.2, M.PD.3, M.PD.12, M.PD.13 |
| Compatibilità | L'applicazione web deve essere compatibile con i seguenti browser: <ul style="list-style-type: none"> • Mozilla Firefox; • Google Chrome; • Safari; • Microsoft Edge; • Opera. | M.PD.6 |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 2.3: Tracciamento metriche di prodotto (continua)

| Caratteristica | Caratteristica | Metriche |
|----------------|---|--|
| Usabilità | Il software deve facilitare l'interazione e il reperimento delle informazioni da parte dell'utente, senza provocare sovraccarico cognitivo. | M.PD.4, M.PD.5, M.PD.7, M.PD.8, M.PD.9 |
| Efficienza | Il software deve fornire prestazioni adeguate in relazione alla quantità di risorse usate. | M.PD.10 |
| Affidabilità | Il software deve rispettare le specifiche tecniche di funzionamento nel tempo. | M.PD.18, M.PD.19, M.PD.20 |
| Manutenibilità | Il software deve poter essere modificato senza richiedere uno sforzo eccessivo in termini di tempo e costi. | M.PD.11, M.PD.14, M.PD.15, M.PD.16, M.PD.17, M.PD.21 |

2.3 Qualità per obiettivo

2.3.1 Processi primari

2.3.1.1 Fornitura

Tabella 2.4: Metriche per obiettivo - Fornitura

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|--------|---|---------------------------|---------------|
| M.PC.2 | AC (Actual cost) | ≥ 0 | \leq EAC |
| M.PC.3 | EV (Earned Value) | ≥ 0 | \leq EAC |
| M.PC.4 | PV (Planned Value) | ≥ 0 | \leq BAC |
| M.PC.5 | EAC (Estimated at Completion) | $\pm 5\%$ rispetto al BAC | BAC |
| M.PC.6 | Variazione del budget tra preventivo e consuntivo | $\pm 10\%$ | $\pm 5\%$ |
| M.PC.7 | Variazione del piano tra preventivo e consuntivo | $\leq 15\%$ | $\leq 5\%$ |

2.3.1.2 Sviluppo

Tabella 2.5: Metriche per obiettivo - Sviluppo

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|---------------------------------------|--------------------|---------------|
| M.PC.8 | Efficienza temporale | $\leq 180\%$ | 100% |
| M.PC.9 | Frequenza di merge delle pull request | 1 al giorno | 2 al giorno |
| M.PC.10 | Indice di stabilità dei requisiti | $\geq 70\%$ | 100% |
| M.PD.1 | Requisiti obbligatori soddisfatti | 100% | 100% |
| M.PD.2 | Requisiti desiderabili soddisfatti | - | - |
| M.PD.3 | Requisiti opzionali soddisfatti | - | - |

2.3.1.3 Codifica

Tabella 2.6: Metriche per obiettivo - Codifica

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|----------------------------------|--------------------|---------------|
| M.PD.11 | Code coverage | $\geq 80\%$ | $\geq 90\%$ |
| M.PD.14 | Linee medie di codice per metodo | ≤ 40 | ≤ 20 |
| M.PD.15 | Complessità ciclomatica | ≤ 10 | ≤ 5 |
| M.PD.16 | Accoppiamento delle classi | ≤ 4 | ≤ 2 |
| M.PD.17 | Indice di manutenibilità | - | - |

2.3.2 Processi di supporto

2.3.2.1 Verifica

Tabella 2.7: Metriche per obiettivo - Verifica

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|---------------------------------------|--------------------|---------------|
| M.PD.12 | Adeguatezza delle funzioni sviluppate | $\geq 70\%$ | $\geq 80\%$ |
| M.PD.18 | Percentuale di test superati | $\geq 80\%$ | 100% |
| M.PD.21 | Impatto delle modifiche | $\leq 15\%$ | $\leq 5\%$ |

2.3.2.2 Documentazione

Tabella 2.8: Metriche per obiettivo - Documentazione

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|--------|-------------------------|--------------------|---------------|
| M.PD.4 | Indice Gulpease | ≥ 50 | ≥ 80 |
| M.PD.5 | Completezza descrittiva | $\geq 90\%$ | 100% |

2.3.2.3 Assicurazione della qualità

Tabella 2.9: Metriche per obiettivo - Assicurazione della qualità

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|--------------------------------|---|--------------------|---------------|
| M.PC.1 | Percentuale di metriche soddisfatte | $\geq 70\%$ | 100% |
| M.PD.6 | Browser supportati | $\geq 80\%$ | 100% |
| M.PD.7 | Profondità (click necessari per reperire un'informazione) | 5 click | 3 click |
| M.PD.8 | Ampiezza (opzioni nel menu di navigazione principale) | 8 opzioni | 4 opzioni |
| Continua nella prossima pagina | | | |

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|----------------------------|--------------------|---------------|
| M.PD.8 | Tempo di apprendimento | - | - |
| M.PD.9 | Tempo di risposta | - | - |
| M.PD.13 | Accuratezza della risposta | $\geq 70\%$ | $\geq 90\%$ |
| M.PD.19 | Rimozione dei difetti | $\geq 70\%$ | $\geq 80\%$ |
| M.PD.20 | Tolleranza agli errori | $\geq 70\%$ | 100% |

2.3.3 Processi organizzativi

2.3.3.1 Gestione dei rischi

Tabella 2.10: Metriche per obiettivo - Gestione dei rischi

| ID | Nome metrica | Valore tollerabile | Valore ambito |
|---------|---|--------------------|---------------|
| M.PC.11 | Rischi inattesi | ≤ 2 | 0 |
| M.PC.12 | Efficacia delle contromisure nei rischi | $\geq 60\%$ | 100% |

3 Verifica

Il testing del software è un insieme di attività volte a garantire il soddisfacimento degli obiettivi di qualità. La fase di verifica può aiutare il team a identificare e risolvere con prontezza anomalie legate alle componenti software. Pertanto, il gruppo si impegna a eseguire i test contestualmente alle attività di sviluppo. Con questa procedura, il team si aspetta di ridurre l'impatto degli errori, garantendo il rispetto del budget e dei tempi previsti. Il gruppo ha individuato quattro classi di test finalizzate ad assicurare la correttezza, completezza e affidabilità del software:

- **Test di unità:** attività di verifica di singole *unità_e* del software;
- **Test di integrazione:** verificano che i diversi moduli, componenti o servizi utilizzati dall'applicazione funzionino in modo integrato;
- **Test di sistema:** controllano il comportamento del sistema nel suo complesso e verificano che l'applicazione funzioni secondo i requisiti specificati;
- **Test di accettazione:** sono test formali che precedono il rilascio del prodotto e valutano se l'applicazione è conforme alle aspettative del cliente.

3.1 Test di unità

La sezione relativa ai test di unità verrà aggiornata in seguito alla revisione *RTB_G*.

3.2 Test di integrazione

La sezione relativa ai test di integrazione verrà aggiornata in seguito alla revisione *RTB_G*.

3.3 Test di sistema

I test di sistema devono assicurare una completa copertura dei requisiti concordati con la *Proponente_e* e/o specificati nel documento di *Analisi dei Requisiti*. Di seguito è riportato l'elenco dei test di sistema:

Tabella 3.1: Test di sistema

| ID | Descrizione | Stato |
|--------------------------------|--|-------|
| TS.1 | Verificare che l'Utente possa effettuare il login. | N-D |
| TS.2 | Verificare che l'Utente visualizzi un errore qualora inserisca delle credenziali errate in fase di autenticazione. | N-D |
| TS.3 | Verificare che il Tecnico possa inserire un nuovo <i>dizionario dati_e</i> nel sistema. | N-D |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 3.1: Test di sistema (continua)

| ID | Descrizione | Stato |
|--------------------------------|--|-------|
| TS.4 | Verificare che il Tecnico possa modificare il nome di un dizionario dati. | N-D |
| TS.5 | Verificare che il Tecnico possa modificare la descrizione di un dizionario dati. | N-D |
| TS.6 | Verificare che il Tecnico possa modificare il file di configurazione di un dizionario dati. | N-D |
| TS.7 | Verificare che il Tecnico visualizzi un errore nel caso in cui il nome del dizionario dati contenga caratteri non supportati. | N-D |
| TS.8 | Verificare che il sistema restituisca un messaggio di errore qualora il Tecnico inserisca un nome già esistente per il dizionario dati. | N-D |
| TS.9 | Verificare che il Tecnico visualizzi un errore nel caso in cui la descrizione del dizionario dati contenga caratteri non supportati. | N-D |
| TS.10 | Verificare che il sistema restituisca un messaggio di errore qualora il Tecnico inserisca un dizionario dati con una dimensione superiore a 1 MB. | N-D |
| TS.11 | Verificare che il Tecnico visualizzi un errore nel caso in cui l'estensione del file caricato sia diversa da .json. | N-D |
| TS.12 | Verificare che il sistema restituisca un messaggio di errore qualora il Tecnico inserisca un dizionario dati non conforme allo schema predefinito. | N-D |
| TS.13 | Verificare che il Tecnico possa eliminare un dizionario dati dal sistema. | N-D |
| TS.14 | Verificare che il sistema restituisca un messaggio di errore nel caso in cui l'eliminazione del dizionario dati abbia esito negativo. | N-D |
| TS.15 | Verificare che il Tecnico possa scaricare un dizionario dati. | N-D |
| TS.16 | Verificare che l'Utente possa accedere alla chat e inserire un messaggio nella maschera di richiesta. | N-D |
| TS.17 | Verificare che l'Utente possa selezionare un dizionario dati e renderlo operativo nel sistema. | N-D |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 3.1: Test di sistema (continua)

| ID | Descrizione | Stato |
|--------------------------------|---|-------|
| TS.18 | Verificare che l'Utente possa visualizzare il contenuto del dizionario dati selezionato. Il sistema deve mostrare le seguenti informazioni: <ul style="list-style-type: none"> • Nome del database; • Descrizione del database; • Lista delle tabelle del database. Per ciascuna tabella devono essere riportate le seguenti informazioni: <ul style="list-style-type: none"> – Nome della tabella; – Descrizione della tabella. | N-D |
| TS.19 | Verificare che l'Utente possa inviare una richiesta al ChatBOT e ottenere il <i>prompt</i> ₆ risultante. | N-D |
| TS.20 | Verificare che il sistema restituisca un avviso qualora l'Utente inserisca una richiesta ritenuta non idonea dal modello di AI_6 . | N-D |
| TS.21 | Verificare che il sistema restituisca un messaggio di errore nel caso in cui la generazione del prompt venga interrotta senza preavviso. | N-D |
| TS.22 | Verificare che l'Utente possa visualizzare correttamente il prompt generato. Il prompt deve contenere le seguenti informazioni: <ul style="list-style-type: none"> • Lista delle tabelle pertinenti. Ogni tabella deve essere corredata da: <ul style="list-style-type: none"> – Schema della tabella: composto dal nome della tabella e da una lista di colonne, a loro volte organizzate per nome e tipo (es.: integer, string); – Chiave primaria; – Descrizione della tabella; – Descrizione delle colonne della tabella; – Chiavi esterne; • DBMS di riferimento; • Lingua di riferimento; • Richiesta in linguaggio naturale. | N-D |
| TS.23 | Verificare che il Tecnico possa effettuare il logout per terminare la sessione corrente. | N-D |
| TS.24 | Verificare che l'Utente possa copiare il contenuto del prompt generato. | N-D |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 3.1: Test di sistema (continua)

| ID | Descrizione | Stato |
|-------|--|-------|
| TS.25 | Verificare che il sistema generi un <i>log</i> _e se la richiesta viene inviata dal Tecnico. | N-D |
| TS.26 | Verificare che il Tecnico possa copiare il messaggio di <i>debug</i> _e relativo alla richiesta inviata. | N-D |
| TS.27 | Verificare che il Tecnico possa scaricare un file di log contenente il debug del prompt. | N-D |
| TS.28 | Verificare che il sistema restituisca un messaggio di errore nel caso in cui il download di un file fallisca. | N-D |
| TS.29 | Verificare che l'Utente possa visualizzare correttamente il contenuto della chat. | N-D |
| TS.30 | Verificare che il Tecnico possa visualizzare i dizionari dati con le relative informazioni: <ul style="list-style-type: none"> • Nome del dizionario dati; • Estensione del file; • Dimensione del file; • Descrizione del dizionario dati; • Data di ultimo aggiornamento. | N-D |
| TS.31 | Verificare che il sistema di generazione del <i>prompt</i> _e supporti richieste in lingue diverse dall'inglese. Di seguito sono riportate le lingue che devono essere verificate: <ul style="list-style-type: none"> • Italiano; • Francese; • Tedesco; • Spagnolo. | N-D |

3.3.1 Tracciamento dei test di sistema

Tabella 3.2: Tracciamento test di sistema

| ID | Requisito |
|--------------------------------|---|
| TS.1 | RF.O.1, RF.O.1.1, RF.O.1.2 |
| TS.2 | R.F.O.2 |
| TS.3 | RF.O.13, RF.O.15, RF.O.16, RF.O.17 |
| TS.4 | RF.O.29 |
| TS.5 | RF.O.30 |
| TS.6 | RF.O.15, RF.O.20 |
| TS.7 | RF.O.31, RF.O.31.1 |
| TS.8 | RF.O.31, RF.O.31.2 |
| TS.9 | RF.O.32 |
| TS.10 | RF.O.33 |
| TS.11 | RF.O.28 |
| TS.12 | RF.O.34 |
| TS.13 | RF.O.18 |
| TS.14 | RF.O.21 |
| TS.15 | RF.O.37 |
| TS.16 | RF.O.5 |
| TS.17 | RF.O.4 |
| TS.18 | RF.O.14, RF.O.14.1, RF.O.14.2, RF.O.14.3, RF.O.14.3.1, RF.O.14.3.1.1, RF.O.14.3.1.2 |
| TS.19 | RF.O.3 |
| TS.20 | RF.O.6 |
| TS.21 | RF.O.11 |
| TS.22 | RF.O.35 |
| TS.23 | RF.O.12 |
| TS.24 | RF.O.8 |
| TS.25 | RF.O.46 |
| TS.26 | RF.O.38 |
| TS.27 | RF.O.23 |
| Continua nella prossima pagina | |

Tabella 3.2: Tracciamento test di sistema (continua)

| ID | Requisito |
|-------|--|
| TS.28 | RF.O.24 |
| TS.29 | RF.O.25, RF.O.25.1, RF.O.25.1.1, RF.O.25.1.2 |
| TS.30 | RF.O.9, RF.O.9.1, RF.O.10, RF.O.10.1, RF.O.10.2, RF.O.10.3, RF.O.10.4, RF.O.10.5 |
| TS.31 | RF.D.52, RF.D.7 |

3.4 Test di accettazione

L'obiettivo dei test di accettazione è verificare se il sistema soddisfa le aspettative del Committente e del Proponente. I test di accettazione determinano se il software è pronto per essere rilasciato, e pertanto richiedono un focus sul comportamento degli utenti. Di seguito è riportato l'elenco dei test di accettazione:

Tabella 3.3: Test di accettazione

| ID | Descrizione | Stato |
|--------------------------------|---|-------|
| TA.1 | Verificare che l'Utente possa effettuare il login: 1. Avviare la procedura di autenticazione (da qualsiasi pagina); 2. Inserire uno username; 3. Inserire una password; 4. Richiedere l'accesso; 5. Visualizzare un messaggio di conferma una volta effettuato il login. | N-D |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 3.3: Test di accettazione (continua)

| ID | Descrizione | Stato |
|--------------------------------|---|-------|
| TA.2 | <p>Verificare che il Tecnico possa salvare un nuovo <i>dizionario dati</i>₆ nel sistema:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla pagina di gestione dei <i>dizionari dati</i>₆; 2. Avviare la procedura di inserimento di un nuovo dizionario dati; 3. Inserire il nome del dizionario dati; 4. Inserire la descrizione del dizionario dati; 5. Caricare il file .json scelto come dizionario dati; 6. Confermare l'inserimento; 7. Visualizzare un messaggio di feedback una volta che il dizionario è stato salvato. | N-D |
| TA.3 | <p>Verificare che il Tecnico possa visualizzare la lista dei <i>dizionari dati</i>₆ caricati nel sistema:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visualizzare la lista dei dizionari disponibili; 2. Visualizzare le caratteristiche di ciascun dizionario presente nella lista. | N-D |
| TA.4 | <p>Verificare che il Tecnico possa eliminare un dizionario dati dal sistema:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla pagina di gestione dei dizionari; 2. Visualizzare la lista dei dizionari dati caricati nel sistema; 3. Scegliere un dizionario dati tra quelli disponibili; 4. Richiedere l'eliminazione del dizionario dati; 5. Confermare la decisione; 6. Visualizzare un messaggio di feedback una volta che il dizionario è stato eliminato. | N-D |
| TA.5 | <p>Verificare che il Tecnico possa modificare il nome di un dizionario dati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla pagina di gestione dei dizionari; 2. Visualizzare la lista dei dizionari dati caricati nel sistema; 3. Scegliere un dizionario dati tra quelli disponibili; 4. Modificare il nome del dizionario dati; 5. Confermare la modifica; 6. Visualizzare un messaggio di feedback positivo una volta effettuata la modifica. | N-D |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 3.3: Test di accettazione (continua)

| ID | Descrizione | Stato |
|--------------------------------|--|-------|
| TA.6 | <p>Verificare che il Tecnico possa modificare la descrizione di un dizionario dati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla pagina di gestione dei dizionari; 2. Visualizzare la lista dei dizionari dati caricati nel sistema; 3. Scegliere un dizionario dati tra quelli disponibili; 4. Modificare la descrizione del dizionario dati; 5. Confermare la modifica; 6. Visualizzare un messaggio di feedback positivo una volta effettuata la modifica. | N-D |
| TA.7 | <p>Verificare che il Tecnico possa modificare il file di configurazione di un dizionario dati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla pagina di gestione dei dizionari; 2. Visualizzare la lista dei dizionari dati caricati nel sistema; 3. Scegliere un dizionario dati tra quelli disponibili; 4. Caricare un nuovo file <i>JSON_e</i>; 5. Confermare la sostituzione; 6. Visualizzare un messaggio di feedback positivo una volta effettuata la modifica. | N-D |
| TA.8 | <p>Verificare che il Tecnico possa scaricare un <i>dizionario dati_e</i>:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla pagina di gestione dei dizionari; 2. Visualizzare la lista dei dizionari dati caricati nel sistema; 3. Scegliere un dizionario dati tra quelli disponibili; 4. Richiedere il download del file; 5. Visualizzare un messaggio di feedback positivo una volta scaricato il file. | N-D |
| TA.9 | Verificare che il Tecnico possa effettuare correttamente il logout. | N-D |
| TA.10 | <p>Verificare che l'Utente possa effettuare una ricerca tra i dizionari dati:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Visualizzare la lista dei dizionari disponibili; 2. Richiedere al sistema di effettuare una ricerca (per nome e per descrizione); 3. Visualizzare i risultati della ricerca. | N-D |
| Continua nella prossima pagina | | |

Tabella 3.3: Test di accettazione (continua)

| ID | Descrizione | Stato |
|-------|--|-------|
| TA.11 | Verificare che l'Utente possa selezionare un <i>dizionario dati_e</i> da utilizzare nell'applicazione. | N-D |
| TA.12 | Verificare che l'Utente possa visualizzare un'anteprima del dizionario dati selezionato. | N-D |
| TA.13 | Verificare che l'Utente possa ottenere un <i>prompt_e</i> in risposta a un'interrogazione in linguaggio naturale: <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla chat; 2. Inserire una richiesta in linguaggio naturale; 3. Inviare il messaggio; 4. Visualizzare il prompt generato dal sistema. | N-D |
| TA.14 | Verificare che l'Utente possa copiare il prompt generato: <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla chat; 2. Visualizzare il prompt generato; 3. Richiedere al sistema di copiare il contenuto del prompt; 4. Visualizzare un messaggio di conferma una volta che il prompt è stato copiato negli appunti. | N-D |
| TA.15 | Verificare che l'Utente possa visualizzare il contenuto della chat: <ol style="list-style-type: none"> 1. Accedere alla chat; 2. Visualizzare la lista dei messaggi; 3. Visualizzare un singolo messaggio nella lista; 4. Visualizzare il mittente del messaggio; 5. Visualizzare il contenuto del messaggio. | N-D |
| TA.16 | Verificare che l'Utente possa eliminare la cronologia della chat. | N-D |
| TA.17 | Verificare che il Tecnico possa visualizzare il messaggio di <i>debug_e</i> elaborato durante la generazione del prompt. | N-D |
| TA.18 | Verificare che il Tecnico possa scaricare un file di <i>log_e</i> . | N-D |
| TA.19 | Verificare che il ChatBOT restituisca un avviso se la richiesta inserita dall'Utente non ha prodotto risultati rilevanti. | N-D |

3.4.1 Tracciamento dei test di accettazione

Tabella 3.4: Tracciamento test di accettazione

| ID | Caso d'uso |
|-------|--|
| TA.1 | UC1, UC1.1, UC1.2 |
| TA.2 | UC13, UC15, UC16, UC17 |
| TA.3 | UC9, UC9.1, UC10, UC10.1, UC10.2, UC10.3, UC10.4, UC10.5 |
| TA.4 | UC18 |
| TA.5 | UC29 |
| TA.6 | UC30 |
| TA.7 | UC20 |
| TA.8 | UC37 |
| TA.9 | UC12 |
| TA.10 | UC36 |
| TA.11 | UC4 |
| TA.12 | UC14, UC14.1, UC14.2, UC14.3, UC14.3.1, UC14.3.1.1, UC14.3.1.2 |
| TA.13 | UC3, UC5, UC7, UC26 |
| TA.14 | UC8 |
| TA.15 | UC25, UC25.1, UC25.1.1, UC25.1.2 |
| TA.16 | UC27 |
| TA.17 | UC22 |
| TA.19 | UC23 |
| TA.20 | UC6 |

3.5 Checklist

Le checklist sono strumenti che affiancano il team nell'attività di ispezione del codice e della documentazione, al fine di accertarsi che questi siano conformi alle specifiche e alle linee guida (pratiche e stili di codifica, coerenza della documentazione). È un metodo di analisi statica mirato a individuare gli errori più ricorrenti che possono manifestarsi nel prodotto in esame.

3.5.1 Struttura della documentazione

Tabella 3.5: Checklist – Struttura della documentazione

| Titolo | Descrizione |
|--|--|
| Riferimento a documenti soggetti al versionamento | Quando viene menzionato il contenuto di un documento soggetto al versionamento, il riferimento deve riportare, oltre al nome del documento, anche il numero di versione. |
| Riferimento a materiali online | Le risorse web, per loro stessa natura, sono mutevoli. Pertanto, il riferimento a materiali online deve riportare la data di ultimo accesso alla risorsa. Inoltre, il collegamento ipertestuale deve essere visibile direttamente come URL. |
| Didascalie ed etichette | Tutte le immagini e le tabelle devono essere corredate da una didascalia che ne descriva il contenuto, e da un'etichetta univoca che funga da riferimento globale. |
| Sezioni vuote o incomplete | Nessun documento deve contenere sezioni vuote o incomplete (ovvero sezioni il cui contenuto è descritto come "Todo"). |
| Suddivisione indice | L'indice dei documenti deve essere suddiviso in tre sezioni: <ul style="list-style-type: none"> • Indice generale; • Elenco delle tabelle; • Elenco delle figure. |
| Occorrenze multiple di un termine nel <i>Glossario</i> | Quando un termine definito nel <i>Glossario</i> appare più volte all'interno di un documento, tutte le ricorrenze devono essere formattate in corsivo e marcate con una lettera _G in pedice (a meno di non compromettere la leggibilità). |
| Occorrenze multiple di un termine nel <i>Glossario</i> (verbali esterni) | Quando un termine definito nel <i>Glossario</i> appare più volte all'interno di un verbale esterno, solamente la prima ricorrenza deve essere formattata. |
| Introduzione <i>Glossario</i> (verbali esterni) | L'introduzione del <i>Glossario</i> nei verbali esterni deve essere diversa rispetto a quella degli altri documenti. |
| Continua nella prossima pagina | |

Tabella 3.5: Checklist - Struttura della documentazione
(continua)

| Titolo | Descrizione |
|--|--|
| Punteggiatura elenchi puntati o numerati | La frase di introduzione di un elenco puntato o numerato deve terminare con i due punti. Le voci di un elenco, invece, devono finire con un punto se rappresentano la conclusione dell'elenco o sotto-elenco in questione, altrimenti con un punto e virgola. |
| Formato delle date | Tutte le date non incluse in un paragrafo discorsivo devono apparire nella forma "AAAA-MM-GG". |
| Indice di leggibilità | Le modifiche ai documenti devono rispettare la soglia di tollerabilità stabilita per l'Indice Gulpease. |
| Distribuzione verbali esterni | Nella distribuzione dei verbali esterni deve essere menzionata, oltre al gruppo fornitore e ai Committenti, anche la Proponente. |
| Ordinamento registro modifiche per data | Nel changelog, le modifiche devono essere ordinate dalla più recente alla più vecchia. |
| Ordinamento task per ID | I task devono essere disposti in ordine crescente sulla base del loro ID. |
| Menzione di un soggetto | Quando si menziona una persona, la formula da utilizzare è la seguente: "Nome Cognome". Per mantenere coerenza all'interno dei documenti e sfruttare i comandi $LaTeX$, il team ha adottato questa formula anche negli elenchi e nelle tabelle. Pertanto, i nomi non vengono disposti in ordine alfabetico, ma seguono l'ordinamento definito nel template globale. |

3.5.2 Errori formali

Tabella 3.6: Checklist - Errori formali

| Titolo | Descrizione |
|--------------------------------|--|
| Nomi dei ruoli di progetto | I nomi dei ruoli di progetto devono avere la lettera iniziale minuscola. |
| Continua nella prossima pagina | |

Tabella 3.6: Checklist – Errori formali (continua)

| Titolo | Descrizione |
|---------------------------------------|--|
| Proponente | Il termine Proponente deve iniziare con la lettera maiuscola e, in via preferenziale, essere declinato al femminile. Tuttavia, l'uso maschile di Proponente è ritenuto corretto. |
| Cliente e Committente | I termini Cliente e Committente richiedono l'iniziale maiuscola solamente quando si riferiscono a un attore specifico e non a un ruolo o entità astratta. |
| Repository | Il termine repository deve essere declinato al maschile. |
| IA e AI | Possono essere utilizzati entrambi gli acronimi (intelligenza artificiale o, come indicato nel capitolato, artificial intelligence). |
| Back-end/backend e front-end/frontend | Si possono utilizzare entrambe le forme, con o senza trattino. |
| Sintassi e ortografia | Il testo deve essere privo di errori di sintassi e ortografia. |
| <i>typo</i> _e | È essenziale limitare gli errori tipografici e le sviste, specialmente nella scrittura del codice. |
| Linguaggio | I documenti devono essere redatti in modo impersonale dal punto di vista della forma verbale. Inoltre, è opportuno adottare un linguaggio il più formale possibile, soprattutto nella stesura dei verbali esterni. |
| Versioni estese di abbreviazioni | Le versioni estese delle sigle devono rispettare la forma delle abbreviazioni (es.: AdR diventa Analisi dei requisiti, WoW diventa Way of Working). |
| Soggetto della frase | Il soggetto di un discorso deve sempre essere evidenziato nella sua introduzione. |
| D eufonica | La d eufonica deve essere inserita solo quando le due vocali sono uguali. |
| PoC | Nonostante la traduzione di Proof of Concept (PoC) sia "verifica teorica" o "prova di fattibilità", il termine PoC deve essere declinato al maschile. |
| Open-source e open source | Entrambe le forme sono accettate, con o senza trattino. |
| Continua nella prossima pagina | |

Tabella 3.6: Checklist – Errori formali (continua)

| Titolo | Descrizione |
|--|--|
| Consistenza nell'uso delle lettere maiuscole nei titoli | Nei titoli delle sezioni o dei paragrafi dei documenti, la lettera iniziale maiuscola è riservata solo alla prima parola, salvo disposizioni contrarie nelle <i>Norme di Progetto</i> . |
| Declinazione di termini provenienti dalla lingua inglese | I termini inglesi inseriti all'interno di un documento italiano non vanno declinati (salvo rare eccezioni, ad esempio embeddings), in quanto la lingua italiana non prevede la formazione del plurale tramite l'aggiunta della desinenza -s o -es. |
| Componente | Il termine componente può essere declinato sia al maschile che al femminile. |
| ChatBOT | Il termine ChatBOT deve seguire la convenzione utilizzata per la scrittura di ChatGPT ("Chat" + "GPT"). |
| Web-based e web based | Entrambe le forme sono corrette, con o senza trattino. |

3.5.3 Analisi dei Requisiti

Tabella 3.7: Checklist – Analisi dei Requisiti

| Titolo | Descrizione |
|-------------------------------------|--|
| Correlazione casi d'uso - requisiti | Ciascun caso d'uso dovrebbe essere associato a uno o più requisiti. |
| Ordinamento requisiti | I requisiti devono essere ordinati secondo la stessa disposizione dei casi d'uso. |
| Diagrammi dei casi d'uso | Le inclusioni, estensioni e relazioni di generalizzazione dovrebbero essere rappresentate in un unico diagramma <i>UML_G</i> . Tuttavia, per motivi di spazio, possono essere riportate anche in diagrammi separati. |
| Coerenza diagramma-descrizione UC | Il diagramma UML e la descrizione dei casi d'uso devono essere consistenti. |
| Continua nella prossima pagina | |

Tabella 3.7: Checklist – Analisi dei Requisiti (continua)

| Titolo | Descrizione |
|---|---|
| Completezza descrizione UC | La descrizione dei casi d’uso deve essere esaustiva, integrando le informazioni già riportate nel diagramma UML. |
| Distinzione tra requisiti funzionali e non funzionali | La separazione tra i requisiti funzionali e non funzionali deve essere chiara. |
| Tracciamento dei requisiti | Ogni requisito deve essere ricavato da almeno una fonte. Il tracciamento dei requisiti (composto dalle coppie requisito-fonti) deve essere privo di errori. |

3.5.4 Codifica

Tabella 3.8: Checklist – Codifica

| Titolo | Descrizione |
|-------------------------|--|
| Nomi esplicativi | I nomi di classi, metodi, attributi e variabili devono essere “parlanti”, in quanto rappresentano la prima forma di documentazione del codice. |
| Regole di nomenclatura | Le regole specificate nelle <i>Norme di Progetto</i> devono essere rispettate. Tali regole possono includere: <ul style="list-style-type: none"> • Uso di CamelCase (es.: firstName) o snake_case (es.: first_name); • Prefissi o suffissi per tipo di dato; • Convenzioni per le costanti. |
| Header | Tutti i file devono contenere un header conforme alle regole definite nelle <i>Norme di Progetto</i> . |
| Numerosità dei commenti | Porzioni di codice o metodi rilevanti dovrebbero essere preceduti da un commento. Per contro, è opportuno evitare commenti superflui che non migliorano la leggibilità. |
| Commenti significativi | I commenti devono essere significativi, ossia devono fornire in modo diretto informazioni utili sul funzionamento del codice. |

4 Cruscotto di valutazione della qualità

4.1 M.PC.1 – Percentuale di metriche soddisfatte

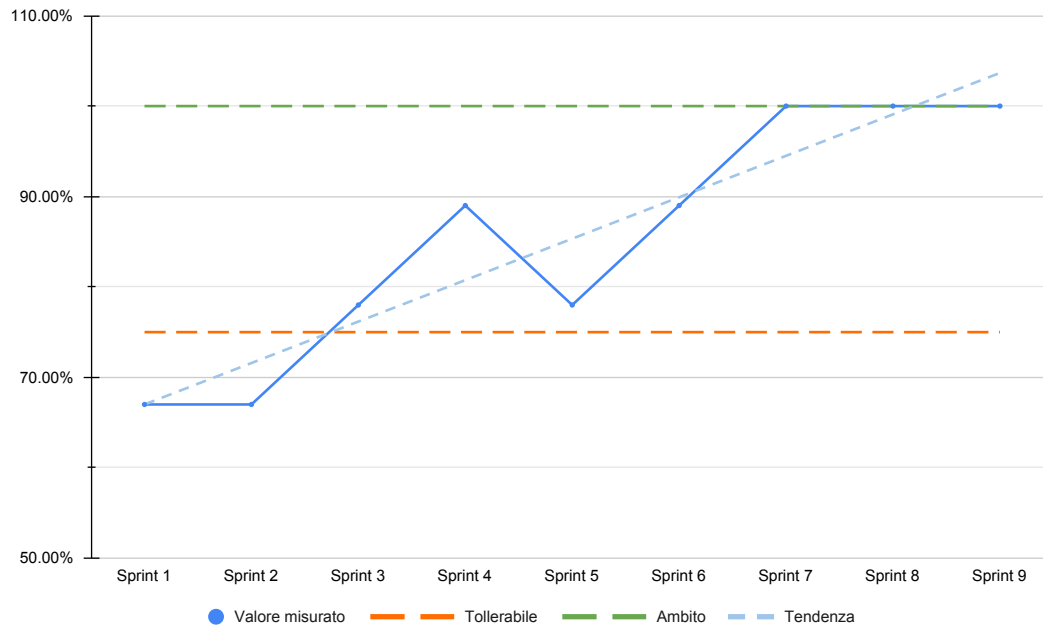


Figura 4.1: M.PC.1 – Percentuale di metriche soddisfatte

Il grafico sottolinea come negli *sprint*₆ iniziali il team non abbia raggiunto la soglia di tollerabilità stabilita. Il mancato raggiungimento degli obiettivi era dovuto all'inesperienza del gruppo e alla difficoltà di adattamento ai processi di lavoro e alle pratiche dell'ingegneria del software. Tuttavia, nel corso degli *sprint*₆ successivi, il gruppo ha notato dei progressi, specie nell'ottemperanza alle metriche di variazione del piano e del budget. Questo è dovuto all'introduzione di feedback migliorativi, alla maggiore competenza e collaborazione all'interno del team, e all'applicazione più puntuale del ciclo di PDCA. Inoltre, il gruppo ha aggiornato e approfondito il Way of Working nelle *Norme di Progetto*, incrementando la qualità dei processi. Il grafico illustra un miglioramento costante nel tempo, fino a raggiungere il valore ambito nel settimo sprint. Già dal terzo sprint, però, il valore misurato era superiore alla soglia considerata tollerabile. L'obiettivo del team è di riuscire a mantenere un livello di qualità costante anche quando verrà introdotta la misurazione delle metriche di prodotto.

4.2 M.PC.5 – EAC (Estimated at Completion)

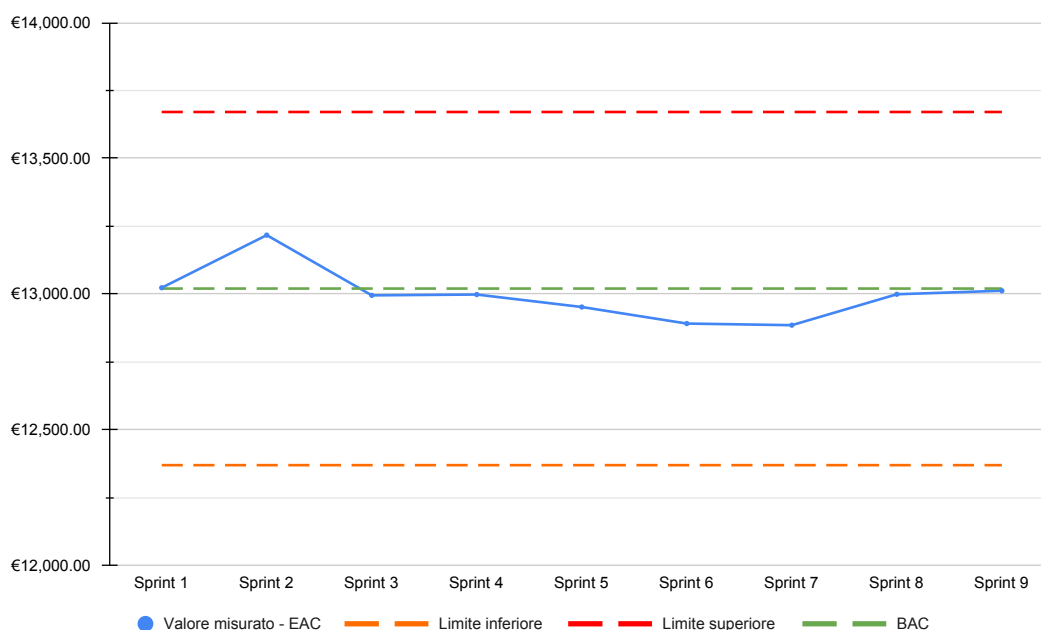


Figura 4.2: M.PC.5 – EAC (Estimated at Completion)

Nella fase iniziale del progetto, l'EAC (costo sostenuto + stima costo ancora da sostenere) è rimasto in linea con il BAC (valore iniziale previsto), con l'unica eccezione rappresentata dal secondo *sprint*. Durante la pianificazione del secondo *sprint*, infatti, il gruppo ha riscontrato delle carenze strutturali nella documentazione. Pertanto, gli sforzi del team si sono concentrati sulla rettifica dei documenti prodotti fino a quel momento. In particolare, la riorganizzazione dell'*Analisi dei Requisiti*, del *Piano di Progetto* (con l'aggiunta della gestione dei rischi e del preventivo "a finire") e dei verbali (con l'aggiunta della tabella "Todo"), hanno richiesto un impegno maggiore del previsto. Inoltre, lo studio dei nuovi strumenti e tecnologie (tra cui *Jira*, *YAML* e *txtai*) ha rallentato l'avanzamento dei lavori, mantenendo però i costi elevati. Nonostante il budget stimato per la realizzazione del progetto abbia superato il BAC, il team ha comunque rispettato il range di tollerabilità stabilito. A partire dal terzo *sprint*, invece, la stima del budget è risultata inferiore rispetto al BAC, avvicinandosi a quest'ultimo nell'ottavo *sprint* (coincidente con la sessione di esami). L'andamento del grafico denota come le azioni preventive e correttive impiegate dal team abbiano avuto esito positivo, garantendo il rispetto del budget nonostante il cambio tecnologico avvenuto nel quinto *sprint*.

4.3 M.PC.6 – Variazione del budget tra preventivo e consuntivo



Figura 4.3: M.PC.6 – Variazione del budget tra preventivo e consuntivo

Nel primo *sprint*₆, il gruppo ha sovrastimato il carico di lavoro necessario per svolgere le attività assegnate al ruolo di analista; pertanto, i costi effettivi sono risultati inferiori rispetto a quanto preventivato. La medesima situazione si è verificata nel terzo sprint, ma con risultato opposto. La progettazione e l'implementazione delle funzionalità del *PoC*₆ (correlate alla libreria *txtai*₆) hanno comportato un aumento delle ore riservate ai ruoli di programmatore e progettista. Di conseguenza, il team ha superato i costi stimati. Nelle iterazioni successive, invece, il gruppo ha lavorato rispettando i costi allocati in fase di preventivo. A differenza di altre metriche, la variazione del budget non ha mai sfiorato il range di tollerabilità, avvicinandosi al valore ambito in concomitanza del sesto sprint. Per questo motivo, il team ha riformulato il valore tollerabile, abbassandolo da $\pm 15\%$ a $\pm 10\%$. Nella maggior parte degli sprint, la variazione è stata maggiore di 0; ciò significa che il gruppo ha speso il proprio budget con minor velocità di quanto pianificato. L'obiettivo del team è di diminuire lo scostamento, sia in positivo che in negativo, migliorando la pianificazione dei task, la distribuzione dei ruoli e la stima oraria delle attività.

4.4 M.PC.7 - Variazione del piano tra preventivo e consuntivo

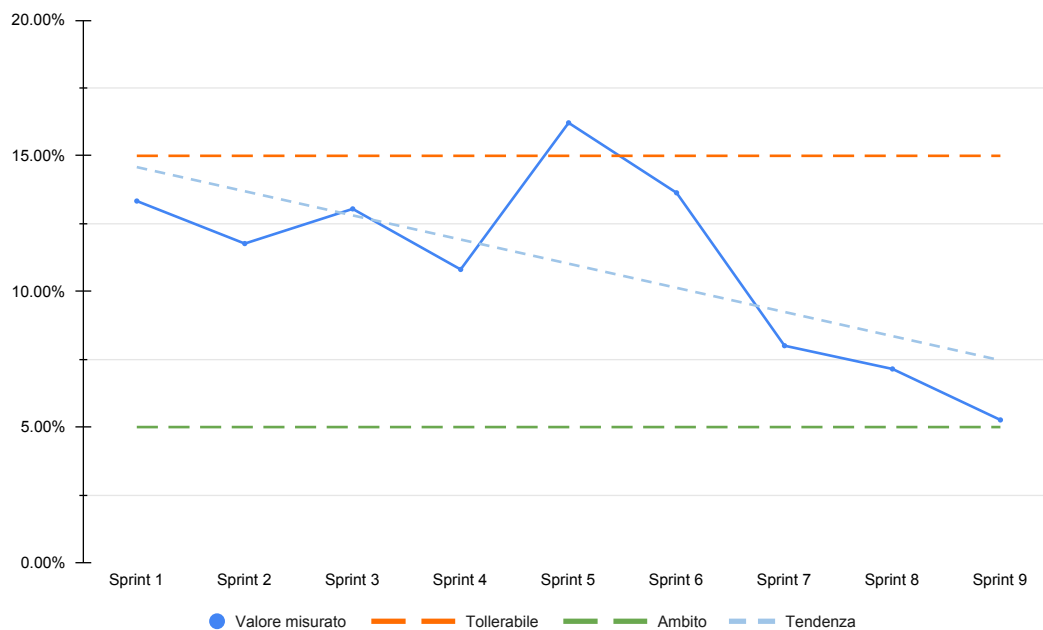


Figura 4.4: M.PC.7 - Variazione del piano tra preventivo e consuntivo

Il gruppo ha mantenuto un sano equilibrio nel rapporto tra le attività pianificate a inizio *sprint* e quelle completate. Il risultato è indice di una pianificazione iniziale discretamente accurata, anche se non ancora ottimale. Negli sprint iniziali (della durata di due settimane), il team ha faticato ad avvicinarsi al valore ambito; questo per via di un carico di lavoro eccessivo assegnato ad alcuni membri e ruoli di progetto. L'ampia durata degli sprint ha comportato una pianificazione non prevedente e troppo ambiziosa. Nonostante ciò, la discrepanza tra i task pianificati e quelli completati è rimasta entro i parametri di accettabilità. Il picco in corrispondenza del quinto *sprint* è dovuto alla sua durata minore, per cui la pianificazione iniziale non è stata bilanciata adeguatamente. A partire dalla misura successiva si è tuttavia ricalibrato il carico di lavoro, rientrando nel range di tollerabilità. Superato il debito tecnico dovuto al cambio di tecnologie, il team è riuscito ad avvicinarsi al valore ambito.

4.5 M.PC.8 - Efficienza temporale

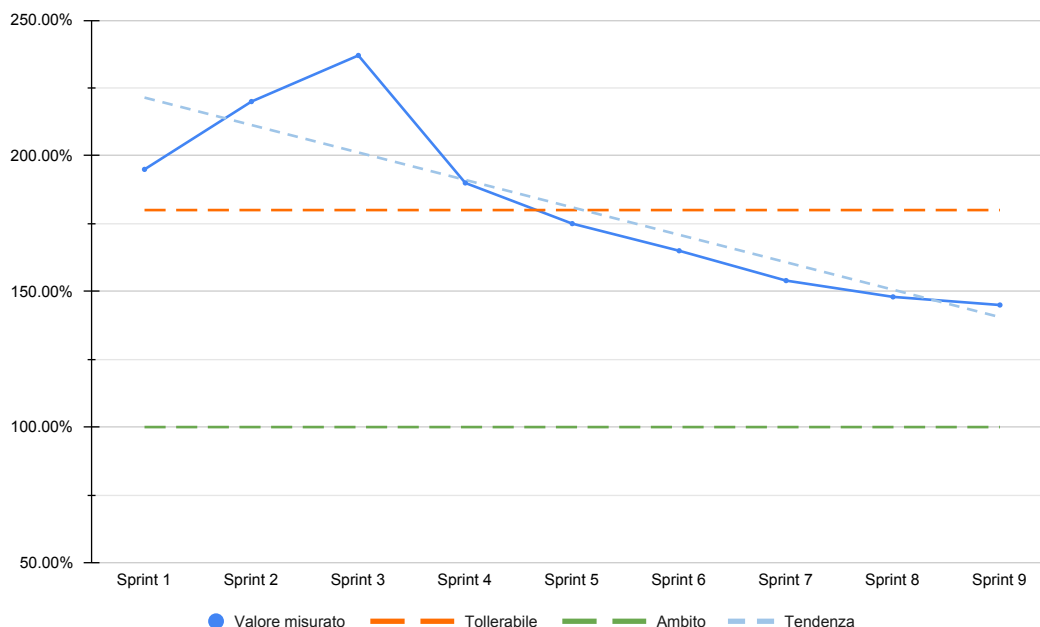


Figura 4.5: M.PC.8 - Efficienza temporale

Il grafico mostra una performance iniziale al di sotto delle aspettative, seguita da un miglioramento significativo nel corso del tempo. Nella prima fase del progetto, il gruppo ha speso un numero di ore che si è tradotto solo in minima parte in ore produttive, indicando possibili inefficienze o adattamenti necessari per la formazione e ricerca degli strumenti. Tuttavia, con il progredire degli *sprint_G*, si osserva un incremento costante dell'efficienza temporale. I fattori di questo miglioramento sono l'inclusione di pratiche di ottimizzazione dei processi, l'introduzione di nuovi strumenti e tecnologie, e un aumento della familiarità e della coesione del team. L'aumento dell'efficienza ha consentito al team di ridurre il valore tollerabile dal 200% al 180%. Dopo un inizio con prestazioni inferiori alle attese, il grafico dell'efficienza temporale testimonia un percorso di miglioramento, che ha portato il team a conseguire una produttività e un ritmo apprezzabili. Questo evidenzia non soltanto una crescita in termini di rendimento, ma dimostra soprattutto l'adattabilità e la capacità di apprendimento del gruppo nel massimizzare le risorse a disposizione. In seguito alla revisione *RTB_G*, il team si propone di stabilizzare la traiettoria del grafico, perseguendo al contempo un miglioramento costante dell'efficienza.

4.6 M.PC.9 – Frequenza di merge delle pull request



Figura 4.6: M.PC.9 – Frequenza di merge delle pull request

Nei primi due *sprint_G*, la frequenza di merge delle pull request è stata inferiore alle aspettative; questo è dovuto al fatto che, nelle fasi iniziali del progetto, gli sforzi del gruppo si sono concentrati sulla produzione di documenti. Data l'inesperienza del team nella stesura della documentazione, le pull request sono state aperte con discontinuità. Inoltre, la portata delle modifiche ha rallentato il processo di verifica e approvazione. Pertanto, la frequenza di merge non ha raggiunto il valore tollerabile (1 volta al giorno). Il team ha quindi deciso di ridurre il valore ambito, da 3 volte al giorno a 2. Dal terzo sprint, vista la necessità di aggiornare specifiche sezioni dei documenti, il gruppo ha ritenuto opportuno integrare le modifiche con maggior frequenza. È stata introdotta la pratica di *continuous integration_G*, migliorando il processo di allineamento delle modifiche e consentendo verifiche rapide e frequenti. Un fattore che ha contribuito a incrementare la frequenza di merge è stato lo sviluppo del *PoC_G*, le cui funzionalità sono state suddivise in task di dimensioni ridotte, al fine di promuovere l'integrazione continua. Grazie all'applicazione di questa contromisura, il team ha mantenuto un flusso di lavoro regolare. Come testimonia il grafico, i valori misurati a partire dal terzo sprint rientrano nel range di tollerabilità stabilito. In concomitanza del sesto sprint, la frequenza di merge delle pull request si è avvicinata al valore ambito; considerando il cambio di tecnologie avvenuto nell'iterazione precedente, questo risultato dimostra l'efficacia delle strategie adottate dal gruppo.

4.7 M.PC.10 – Indice di stabilità dei requisiti

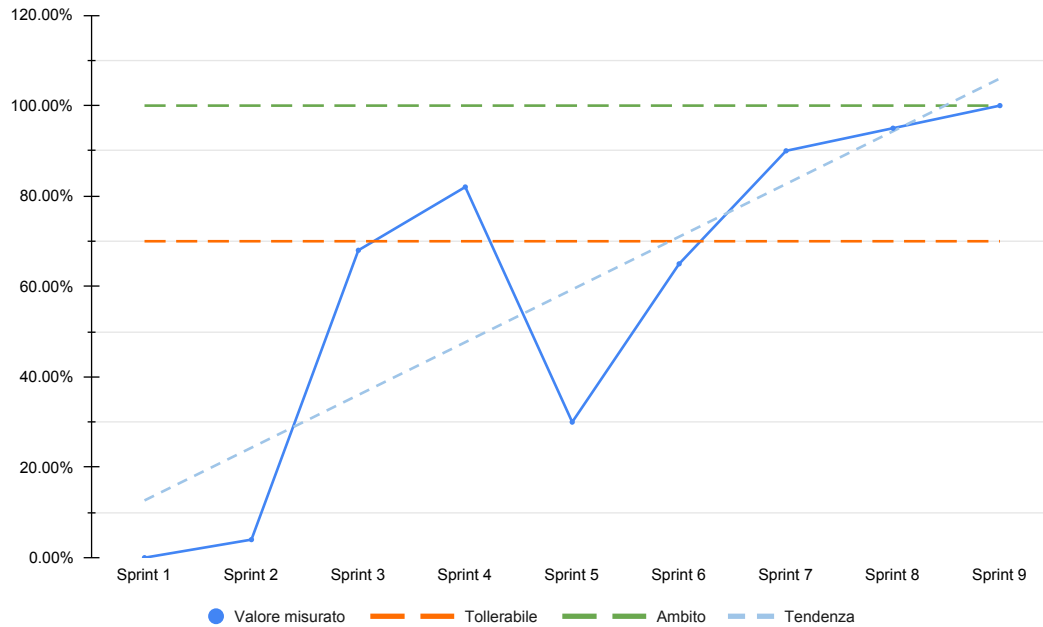


Figura 4.7: M.PC.10 – Indice di stabilità dei requisiti

Il grafico evidenzia un'alta instabilità dei requisiti durante i primi due *sprint*_e, a causa dell'inesperienza del team nella definizione dei *casi d'uso*_e e nell'identificazione dei requisiti funzionali e non funzionali. Inoltre, sono state apportate modifiche sostanziali ai requisiti dopo l'incontro con la *Proponente*_e. Dal terzo *sprint*_e, invece, si nota un incremento nella stabilità, in quanto le modifiche hanno avuto un impatto minore. Nel quinto sprint, a seguito di un incontro con il Professor Cardin, il team ha attuato una rivisitazione completa e una ristrutturazione del documento di *Analisi dei Requisiti*. Sono stati inoltre aggiunti nuovi casi d'uso e requisiti, poiché la stretta collaborazione tra i membri del team ha contribuito a chiarire le funzionalità del prodotto. Pertanto, in corrispondenza del quinto sprint, il valore misurato risulta essere nuovamente inferiore alle aspettative. A partire dal sesto sprint, il gruppo ha riportato la situazione sotto controllo, raggiungendo un livello di profondità e stabilità dei requisiti soddisfacente.

4.8 M.PC.11 – Rischi inattesi

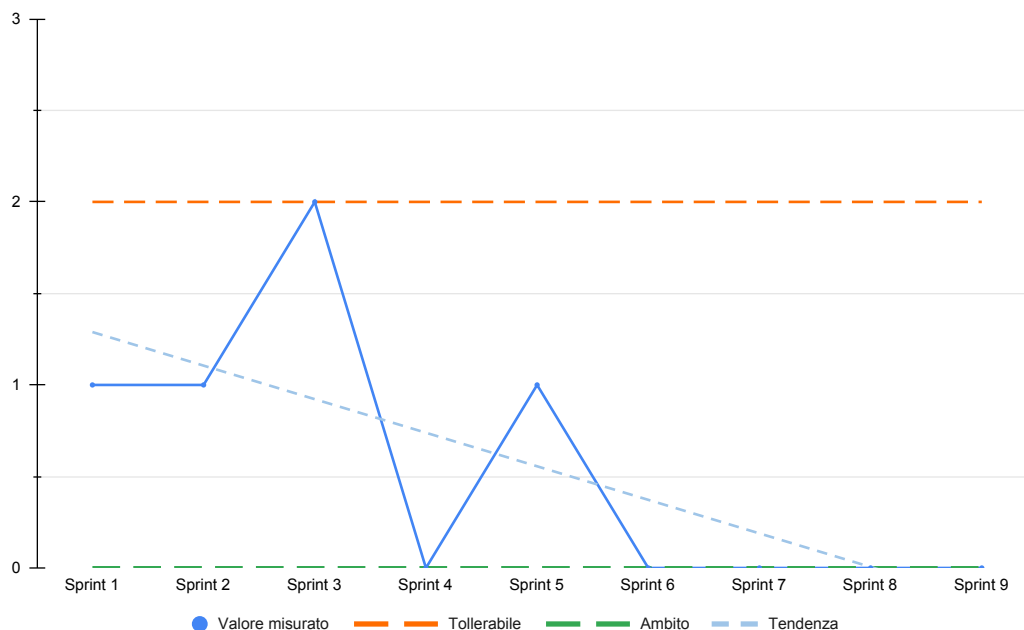


Figura 4.8: M.PC.11 – Rischi inattesi

Il grafico evidenzia l'inesperienza iniziale del team nell'individuare i rischi che possono emergere durante lo svolgimento di un progetto software. Nei primi tre *sprint*, infatti, il gruppo ha dovuto affrontare almeno un rischio inatteso. Ciononostante, il numero di rischi imprevisti è rimasto entro i limiti della soglia tollerabile. A partire dal quarto sprint, i rischi che si sono verificati erano già stati analizzati e documentati nel *Piano di Progetto*. Attraverso un'analisi più consapevole, una collaborazione stretta tra i membri e una comunicazione trasparente, il team ha mantenuto il numero di eventi imprevisti stabile e prossimo al valore ambito. L'unica eccezione è stata il quinto sprint, durante il quale è emerso un rischio inatteso legato al cambio di tecnologie. Nonostante il gruppo avesse previsto una possibile transizione e avesse testato diversi *framework* alternativi, l'entità del lavoro risultante ha superato le risorse disponibili, prolungando le scadenze prefissate. Per migliorare la gestione del progetto, il gruppo ha convenuto di discutere e monitorare i rischi durante le riunioni interne, fornendo al responsabile una base solida per la stesura del *Piano di Progetto*. L'obiettivo per le iterazioni successive è ridurre il valore tollerabile a 1, al fine di mantenere una gestione stabile dei rischi.

4.9 M.PC.12 – Efficacia delle contromisure nei rischi



Figura 4.9: M.PC.12 – Efficacia delle contromisure nei rischi

L'andamento dell'efficacia delle contromisure descrive un percorso di crescita da una fase iniziale di adattamento e apprendimento a una fase successiva di miglioramento continuo. Nei primi *sprint*, le contromisure applicate non risultavano sufficienti per garantire una puntuale e completa gestione dei rischi, evidenziando l'insperienza dell'analisi preliminare. A partire dal terzo sprint, il team ha sperimentato nuove strategie e procedure mirate ad affrontare e mitigare le difficoltà operative. Per ciascun rischio identificato, sono state introdotte almeno due contromisure, in modo tale da disporre dei cosiddetti fallback (opzioni di emergenza da adottare quando la soluzione primaria fallisce). Con l'accumulo di esperienza e l'introduzione di contromisure più specifiche, l'andamento dell'efficacia delle contromisure ha mostrato segnali di miglioramento. Un ulteriore problema rilevato dal team riguardava l'applicazione tardiva delle contromisure. Pertanto, sono state adottate nuove strategie di rilevamento, al fine di identificare e gestire i rischi con maggior tempestività. Queste strategie includono best practices e tecnologie applicate grazie ai feedback provenienti dall'esperienza pratica e dall'osservazione diretta. L'andamento del grafico testimonia la validità delle soluzioni applicate dal gruppo. Dopo un periodo iniziale di adattamento, infatti, l'impatto dei rischi è diminuito progressivamente.

4.10 M.PD.4 - Indice Gulpease

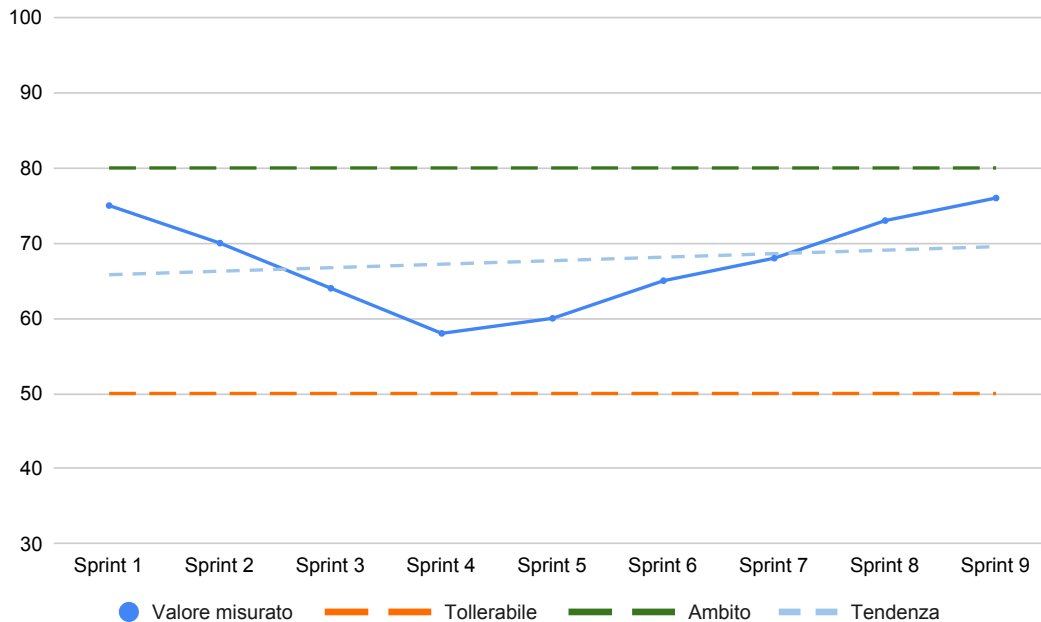


Figura 4.10: M.PD.4 - Indice Gulpease

Il grafico riporta la media degli Indici Gulpease di tutti i documenti, sia interni che esterni. Il valore medio oscilla tra 55 e 75; ciò significa che i documenti sono comprensibili anche per chi possiede una licenza media. I valori più bassi sono stati rilevati nella fase centrale della RTB_{gr} , poiché il team ha apportato modifiche sostanziali alla documentazione senza applicare un controllo rigoroso sulla leggibilità. Tuttavia, i valori misurati rientrano nella soglia di tollerabilità. Per quanto concerne i singoli documenti, l'*Analisi dei Requisiti* ha evidenziato un indice di leggibilità inferiore rispetto agli altri, in quanto contiene frasi lunghe, specialmente nelle tabelle dei requisiti. Il *Glossario* ha un indice di leggibilità ancora inferiore ma entro i limiti tollerati; il punteggio basso è dovuto alla presenza di termini tecnici che richiedono una definizione approfondita. L'obiettivo del gruppo è di rielaborare, ove possibile, le porzioni più prolisse, riformulando il discorso e/o spezzando le frasi. Di seguito è riportato l'Indice Gulpease dei singoli documenti (per i verbali viene menzionato il valore medio).

Tabella Indice Gulpease – Ultimo aggiornamento: 2024-07-22

| Documento | Indice Gulpease |
|-------------------------------------|-----------------|
| <i>Piano di Progetto v1.0.0</i> | 69 |
| <i>Piano di Qualifica v1.0.0</i> | 76 |
| <i>Norme di Progetto v1.0.0</i> | 73 |
| <i>Analisi dei Requisiti v1.0.1</i> | 63 |
| <i>Glossario v1.0.1</i> | 50 |
| <i>Verballi interni</i> | 81 |
| <i>Verballi esterni</i> | 70 |

Tabella 4.1: Tabella Indice Gulpease