

Destinatari

Prof. Tullio Vardanega  
Prof. Riccardo Cardin

Redattori

Guglielmo Barison  
Davide Donanzan

Verificatori

Oscar Konieczny  
Linda Barbiero  
Pietro Busato

# Piano di Qualifica



nan1fyteam.unipd@gmail.com



## Registro delle Modifiche

Versione	Data	Descrizione	Redattore	Verificatore
2.0.0	2024-08-19	<b>Approvazione per PB</b>		
1.4.1	2024-08-18	Completamento e aggiornamento metriche.	Davide Donanzan	Pietro Busato
1.3.1	2024-08-15	Completamento della stesura dei paragrafi metriche di qualità di prodotto.	Linda Barbiero	Oscar Konieczny
1.3.0	2024-08-15	Stesura iniziale dei paragrafi metriche di qualità di prodotto.	Linda Barbiero	Pietro Busato
1.2.0	2024-08-12	Aggiornamento del tracciamento dei requisiti.	Davide Donanzan	Oscar Konieczny
1.1.0	2024-08-09	Aggiornamento metriche e test d'accettazione.	Davide Donanzan	Pietro Busato

Tabella: Registro delle modifiche.

Versione	Data	Descrizione	Autore	Ruolo
1.0.0	2024-06-23	<b>Approvazione per RTB</b>		
0.9.4	2024-06-23	Aggiornamento metriche.	Davide Donanzan	Redattore
0.9.3	2024-06-03	Verifica completa con piccole modifiche.	Pietro Busato	Verificatore
0.9.2	2024-06-01	Verifica completa con piccole modifiche.	Linda Barbiero	Verificatore
0.9.1	2024-06-01	Verifica completa con piccole modifiche.	Oscar Konieczny	Verificatore
0.9.0	2024-05-31	Stesura sezione 3.4.1.	Davide Donanzan	Redattore
0.8.0	2024-05-30	Completamento della sezione 4.	Davide Donanzan	Redattore
0.7.0	2024-05-29	Aggiunta di ulteriori test <sup>G</sup> di unità, integrazione, sistema <sup>G</sup> e accettazione.	Davide Donanzan	Redattore
0.6.0	2024-05-28	Stesura sezione 3.6.	Guglielmo Barison	Redattore
0.5.0	2024-05-24	Stesura sezione 4.	Davide Donanzan	Redattore
0.4.0	2024-05-21	Stesura sezione 3.5.	Guglielmo Barison	Redattore
0.3.1	2024-05-15	Modifiche minori alla struttura di 3.2.	Davide Donanzan	Redattore
0.3.0	2024-05-14	Inizio stesura 3.2 e 3.3.	Davide Donanzan	Redattore
0.2.0	2024-04-28	Inizio stesura 3.	Guglielmo Barison	Redattore
0.1.0	2024-04-18	Stesura 2.	Guglielmo Barison	Redattore
0.0.0	2024-04-09	Struttura di base ed introduzione.	Guglielmo Barison	Redattore

Tabella: Registro delle modifiche.

## Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>7</b>
1.1	Scopo del documento	7
1.2	Scopo del capitolato <sup>G</sup>	7
1.3	Glossario	7
1.4	Riferimenti	7
1.4.1	Normativi	7
1.4.2	Informativi	8
<b>2</b>	<b>Obiettivi di qualità</b>	<b>9</b>
2.1	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup>	9
2.1.1	Processi primari	9
2.1.1.1	Fornitura	9
2.1.1.2	Sviluppo	10
2.1.2	Processi di supporto	10
2.1.2.1	Documentazione	10
2.1.2.2	Verifica	10
2.1.2.3	Gestione della qualità	10
2.1.3	Processi organizzativi	11
2.1.3.1	Gestione dei processi	11
2.2	Qualità <sup>G</sup> di prodotto	11
2.2.1	Funzionalità	11
2.2.2	Affidabilità	11
2.2.3	Usabilità	12
2.2.4	Efficienza	12
2.2.5	Manutenibilità	12
<b>3</b>	<b>Strategie di testing</b>	<b>13</b>
3.1	Codice dei test <sup>G</sup>	13
3.2	Test <sup>G</sup> di unità	14
3.3	Test <sup>G</sup> di integrazione	16
3.4	Test <sup>G</sup> di sistema <sup>G</sup>	17
3.4.1	Tracciamento dei test <sup>G</sup> di sistema <sup>G</sup>	23
3.5	Test <sup>G</sup> di accettazione	27
3.5.0.1	Tracciamento dei test <sup>G</sup> di accettazione	33
3.6	Liste di controllo	36
3.6.1	Struttura dei documenti	36
3.6.2	Errori ortografici, di lingua italiana e di forma	36
3.6.3	Non conformità con le <i>Norme di Progetto v1.0.0</i>	37
<b>4</b>	<b>Cruscotto della qualità<sup>G</sup></b>	<b>38</b>
4.1	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup> - Fornitura	38
4.1.1	MPC-EAC Estimate at Completion	38
4.1.2	MPC-EV Earned Value e MPC-PV Planned Value	39
4.1.3	MPC-BV Budget Variance e MPC-SV Schedule Variance	40
4.1.4	MPC-AC Actual Cost e MPC-ETC Estimate To Complete	41
4.1.5	MPC-CPI Cost Performance Index	42
4.1.6	MPC-VAC Variance At Completion	43
4.2	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup> - Sviluppo	43
4.2.1	MPC-RSI Requirements Stability Index	43
4.3	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup> - Documentazione	44
4.3.1	Indice Gulpease	44
4.3.2	Correttezza Ortografica	45
4.4	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup> - Verifica	46
4.4.1	MPC-CC Code Coverage	46
4.5	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup> - Gestione della qualità	47

4.5.1	MPC-QMS Quality Metrics Satisfied	47
4.6	Qualità <sup>G</sup> di processo <sup>G</sup> - Gestione dei processi	48
4.6.1	MPC-NR Non-calculated Risk	48
4.7	Qualità <sup>G</sup> di prodotto <sup>G</sup> - Funzionalità	49
4.7.1	MPD-ROS Requisiti Obbligatori Soddisfatti	49
4.7.2	MPD-RDS Requisiti Desiderabili Soddisfatti	50
4.7.3	MPD-ROPS Requisiti Opzionali Soddisfatti	51
4.8	Qualità <sup>G</sup> di prodotto <sup>G</sup> - Affidabilità	52
4.8.1	MPD-BC Branch <sup>G</sup> Coverage	52
4.8.2	MPD-SC Statement <sup>G</sup> Coverage	53
4.8.3	MPD-FD Failure Density	54
4.8.4	MPD-PTCP Passed Test Cases Percentage	55
4.9	Qualità <sup>G</sup> di prodotto <sup>G</sup> - Usabilità	56
4.9.1	MPD-FU Facilità di Utilizzo	56
4.9.2	MPD-TA Tempo di Apprendimento	57
4.10	Qualità <sup>G</sup> di prodotto <sup>G</sup> - Efficienza	58
4.10.1	MPD-UR Utilizzo Risorse	58
4.11	Qualità <sup>G</sup> di prodotto <sup>G</sup> - Manutenibilità	58
4.11.1	MPD-CC Complessità Ciclomantica	58

## Elenco delle figure

1	Proiezione grafica di EAC. . . . .	38
2	Proiezione grafica di EV e PV. . . . .	39
3	Proiezione grafica di BV e SV. . . . .	40
4	Proiezione grafica di AC e ETC. . . . .	41
5	Proiezione grafica di CPI. . . . .	42
6	Proiezione grafica di VAC. . . . .	43
7	Proiezione grafica dell'indice gulpease. . . . .	44
8	Proiezione grafica della correttezza ortografica. . . . .	45
9	Proiezione grafica del code coverage. . . . .	46
10	Proiezione grafica di QMS. . . . .	47
11	Proiezione grafica dei rischi non calcolati. . . . .	48
12	Proiezione grafica dei requisiti obbligatori soddisfatti. . . . .	49
13	Proiezione grafica dei requisiti desiderabili soddisfatti. . . . .	50
14	Proiezione grafica dei requisiti opzionali soddisfatti. . . . .	51
15	Proiezione grafica della percentuale di branch coverage. . . . .	52
16	Proiezione grafica della percentuale di statement coverage. . . . .	53
17	Proiezione grafica della percentuale di failure density. . . . .	54
18	Proiezione grafica della percentuale di test passati. . . . .	55
19	Proiezione grafica della facilità di utilizzo (numero medio di click). . . . .	56
20	Proiezione grafica del tempo di apprendimento medio del prodotto. . . . .	57

## Elenco delle tabelle

1	Metriche per il processo <sup>G</sup> di fornitura. . . . .	9
2	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante il processo <sup>G</sup> di sviluppo. . . . .	10
3	Metriche per il processo <sup>G</sup> di documentazione. . . . .	10
4	Metriche per il processo <sup>G</sup> di verifica. . . . .	10
5	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante il processo <sup>G</sup> di gestione della qualità. . . . .	10
6	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante il processo <sup>G</sup> di gestione dei processi. . . . .	11
7	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante la funzionalità del prodotto. . . . .	11
8	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante l'affidabilità del prodotto. . . . .	11
9	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante l'usabilità del prodotto. . . . .	12
10	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante l'efficienza del prodotto. . . . .	12
11	Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante la manutenibilità del prodotto. . . . .	12
12	Tabella dei test <sup>G</sup> di unità. . . . .	15
13	Tabella dei test <sup>G</sup> di integrazione. . . . .	16
14	Tabella dei test <sup>G</sup> di sistema <sup>G</sup> . . . . .	22
15	Tracciamento dei test <sup>G</sup> di sistema <sup>G</sup> . . . . .	26
16	Tabella dei test <sup>G</sup> di accettazione. . . . .	32
17	Tracciamento dei test <sup>G</sup> di accettazione. . . . .	35
18	Lista di controllo per la struttura dei documenti. . . . .	36
19	Lista di controllo per gli errori ortografici, di lingua italiana e di forma. . . . .	36
20	Lista di controllo per le non conformità con le <i>Norme di Progetto v1.0.0</i> . . . . .	37
21	Tabella del numero di requisiti del progetto. . . . .	43
22	Tabella dei valori medi dell'utilizzo di risorse . . . . .	58
23	Tabella del valore medio di complessità ciclomatica. . . . .	58

# 1 Introduzione

## 1.1 Scopo del documento

Questo documento offre una panoramica dettagliata delle strategie di verifica e validazione adottate per assicurare la qualità<sup>G</sup> del prodotto e dei processi nel contesto del progetto in questione. Sarà costantemente aggiornato per riflettere l'evoluzione del progetto e concentrerà l'attenzione sui risultati delle verifiche per risolvere tempestivamente eventuali criticità.

Il *Piano di Qualifica*, dinamico e incrementale, illustra le pratiche per il controllo di qualità degli artefatti e dei processi, con particolare enfasi sulle metriche di valutazione del prodotto. È progettato per guidare l'adozione di processi mirati al miglioramento continuo, fornendo misure quantitative per valutare il progresso del progetto. Questo impegno costante per la qualità si riflette nel regolare aggiornamento del documento per adattarsi alle esigenze mutevoli del progetto, garantendo così la crescita e l'evoluzione sia del processo che del prodotto nel tempo.

## 1.2 Scopo del capitolato<sup>G</sup>

Lo scopo del capitolato C6 è proporre una soluzione per la creazione di una piattaforma di monitoraggio per una smart city<sup>G</sup>. Tale piattaforma deve raccogliere e analizzare in tempo reale una vasta gamma di dati, provenienti da sensori distribuiti nella città, riguardanti aspetti quali traffico, qualità dell'aria, consumi energetici e altro ancora. L'obiettivo è fornire alle autorità locali informazioni dettagliate per prendere decisioni informate sulla gestione delle risorse e l'implementazione dei servizi, coinvolgendo anche i cittadini attraverso la condivisione di dati e la partecipazione attiva. La soluzione proposta prevede l'utilizzo di tecnologie per il data streaming processing e la simulazione dei dati dei sensori, con l'obiettivo di fornire dashboard<sup>G</sup> intuitive per la visualizzazione dei dati raccolti e l'analisi delle condizioni della città. L'applicativo sviluppato richiede una copertura dei test<sup>G</sup> di almeno l'80%.

## 1.3 Glossario

Per garantire chiarezza nel linguaggio utilizzato nei documenti, è stato redatto un Glossario contenente le definizioni dei termini con significato specifico da disambiguare. Tali termini sono contrassegnati con una G ad apice. L'inserimento di un termine nel Glossario è considerato completo solo dopo averne fornito la definizione.

## 1.4 Riferimenti

### 1.4.1 Normativi

- *Norme di Progetto v1.0.0*;
- Presentazione e documentazione del capitolato<sup>G</sup> d'appalto C6 - SyncCity:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Progetto/C6p.pdf> (Ultimo accesso: 2024-08-19)
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Progetto/C6.pdf> (Ultimo accesso: 2024-08-19)
- Regolamento di progetto:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/PD2.pdf> (Ultimo accesso: 2024-08-19)



### 1.4.2 Informativi

- Dispense T7 - Qualità del software:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T7.pdf> (Ultimo accesso: 2024-08-19)
- Dispense T8 - Qualità di processo:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T8.pdf> (Ultimo accesso: 2024-08-19)
- Dispense T9 - Verifica e validazione:
  - <https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2023/Dispense/T9.pdf> (Ultimo accesso: 2024-08-19)
- ISO<sup>G</sup> / IEC<sup>G</sup> 9126:
  - [https://it.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC\\_9126](https://it.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_9126) (Ultimo accesso: 2024-08-19)
- ISO<sup>G</sup> / IEC<sup>G</sup> 12207-1995:
  - [https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2009/Approfondimenti/ISO\\_12207-1995.pdf](https://www.math.unipd.it/~tullio/IS-1/2009/Approfondimenti/ISO_12207-1995.pdf)  
(Ultimo accesso: 2024-08-19)

## 2 Obiettivi di qualità

Ogni processo<sup>G</sup> viene valutato tramite l'utilizzo di metriche specifiche, le cui definizioni sono dettagliate nelle sezioni Metriche di qualità del processo e Metriche di qualità del prodotto del documento *Norme di Progetto v1.0.0*. Queste sezioni delineano i criteri che le metriche devono rispettare per essere valutate come accettabili o eccellenti. La sigla MPC sta ad indicare le metriche di processo.

### 2.1 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup>

La base della qualità del processo risiede nell'idea che, per ottenere un prodotto conforme a determinati standard di qualità, sia fondamentale sottoporre i processi che lo supportano a controlli regolari, al fine di ottimizzarli. Il concetto di qualità del processo viene quindi applicato a tutte le attività, pratiche e metodologie utilizzate durante l'intero ciclo di vita del software. In breve, la qualità del processo mira a integrare la qualità nel prodotto stesso, garantendo che sia intrinseca al processo e non solo un obiettivo secondario.

#### 2.1.1 Processi primari

##### 2.1.1.1 Fornitura

<b>Metrica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore accettabile</b>	<b>Valore ottimo</b>
MPC-EV	Earned value (EV)	$\geq 0$	$\leq \text{EAC}$
MPC-PV	Planned Value (PV)	$\geq 0$	$\leq \text{BAC}^G$
MPC-AC	Actual costo (AC)	$\geq 0$	$\leq \text{EAC}$
MPC-CPI	Cost Performance Index (CPI)	tra 0.95 e 1.05	$\leq 1$
MPC-EAC	Estimate At Completion (EAC)	deviazione del $\pm 5\%$ dal $\text{BAC}^G$	$\text{BAC}^G$
MPC-ETC	Estimate To Completion (ETC)	$\geq 0$	$\leq \text{EAC}$
MPC-VAC	Variance At Completion (VAC)	deviazione del $\pm 10\%$ dal $\text{BAC}^G$	0%
MPC-SV	Schedule Variance (SV)	deviazione del $\pm 10\%$ dal $\text{BAC}^G$	0%
MPC-BV	Budget Variance (BV)	deviazione del $\pm 10\%$ dal $\text{BAC}^G$	0%

Tabella 1: Metriche per il processo<sup>G</sup> di fornitura.

### 2.1.1.2 Sviluppo

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPC-RSI	Requirements Stability Index (RSI)	$\geq 75\%$	$\leq 100\%$

Tabella 2: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante il processo<sup>G</sup> di sviluppo.

### 2.1.2 Processi di supporto

#### 2.1.2.1 Documentazione

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPC-IG	Indice Gulpease (IG)	$\geq 60\%$	100
MPC-CO	Correttezza Ortografica (CO)	0	0

Tabella 3: Metriche per il processo<sup>G</sup> di documentazione.

#### 2.1.2.2 Verifica

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPC-CC	Code Coverage (CC)	$\geq 80\%$	100%

Tabella 4: Metriche per il processo<sup>G</sup> di verifica.

#### 2.1.2.3 Gestione della qualità

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPC-QMS	Quality Metrics Satisfied (QMS)	$\geq 75\%$	100%

Tabella 5: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante il processo<sup>G</sup> di gestione della qualità.

## 2.1.3 Processi organizzativi

### 2.1.3.1 Gestione dei processi

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPC-NR	Non-calculated Risk (NR)	$\leq 3$	0

Tabella 6: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante il processo<sup>G</sup> di gestione dei processi.

## 2.2 Qualità<sup>G</sup> di prodotto

Si riferisce alle caratteristiche di un'entità risultante dallo sviluppo software, che influenzano la sua capacità di soddisfare sia le esigenze esplicite che implicite. In altre parole, è quanto il prodotto si adatta alle aspettative del cliente o agli standard predefiniti. Questo implica una valutazione completa del software realizzato, concentrandosi su attributi come usabilità, funzionalità<sup>G</sup>, affidabilità e manutenibilità, oltre alle prestazioni generali. L'obiettivo è garantire che il software non solo soddisfi le richieste del cliente e funzioni correttamente, ma che lo faccia conformemente ai rigidi standard di qualità<sup>G</sup> stabiliti. Per raggiungere questo obiettivo, il team si impegna a seguire le metriche di prodotto, indicate con la sigla MPD, come specificato nel documento *Norme di Progetto v1.0.0*.

### 2.2.1 Funzionalità

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPD-ROS	Requisiti Obbligatori Soddisfatti (ROS)	100%	100%
MPD-RDS	Requisiti Desiderabili Soddisfatti (RDS)	$\geq 0\%$	$\geq 75\%$
MPD-ROPS	Requisiti Opzionali Soddisfatti (ROPS)	$\geq 0\%$	$\geq 75\%$

Tabella 7: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante la funzionalità del prodotto.

### 2.2.2 Affidabilità

Metrica	Descrizione	Valore accettabile	Valore ottimo
MPD-BC	Branch Coverage (BC)	$\geq 80\%$	100%
MPD-SC	Statement Coverage (SC)	$\geq 80\%$	100%
MPD-FD	Failure Density (FD)	$\leq 20\%$	0%
MPD-PTCP	Passed Test Cases Percentage (PTCP)	100%	100%

Tabella 8: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante l'affidabilità del prodotto.

**2.2.3 Usabilità**

<b>Metrica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore accettabile</b>	<b>Valore ottimo</b>
MPD-FU	Facilità di Utilizzo (FU)	$\geq 9$ click	$\geq 5$ click
MPD-TA	Tempo di Apprendimento (TA)	$\leq 15$ minuti	$\leq 5$ minuti

Tabella 9: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante l'usabilità del prodotto.

**2.2.4 Efficienza**

<b>Metrica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore accettabile</b>	<b>Valore ottimo</b>
MPD-UR	Utilizzo risorse (UR)	$\geq 75\%$	100%

Tabella 10: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante l'efficienza del prodotto.

**2.2.5 Manutenibilità**

<b>Metrica</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Valore accettabile</b>	<b>Valore ottimo</b>
MPD-CC	Complessità Ciclomatica (CC)	11-20	1-10

Tabella 11: Valori accettabili e ottimi per ogni metrica riguardante la manutenibilità del prodotto.

### 3 Strategie di testing

In questa sezione viene esposto il piano di testing che verrà utilizzato per garantire la correttezza finale del prodotto. Come enunciato nel documento *Norme di Progetto v1.0.0*, il piano segue il modello a V<sup>G</sup>, il quale associa ad ogni fase di sviluppo una corrispondente tipologia di testing. Tali tipologie sono le seguenti:

- **Test di unità:** si verifica il corretto funzionamento delle unità componenti il sistema<sup>G</sup>. Un'unità rappresenta un elemento indivisibile e indipendente del sistema;
- **Test di integrazione:** si verifica il corretto funzionamento di più unità che cooperano per svolgere uno specifico compito (tali unità devono aver superato i loro test<sup>G</sup> di unità precedentemente);
- **Test di sistema:** si verifica il corretto funzionamento del sistema nella sua interezza. I requisiti funzionali obbligatori, di vincolo, di qualità<sup>G</sup> e di prestazione, precedentemente concordati con la Proponente<sup>G</sup> mediante stipulazione del contratto, devono essere soddisfatti per intero;
- **Test di accettazione:** si verifica il soddisfacimento della Proponente<sup>G</sup> rispetto al prodotto software. Il loro superamento permette di procedere con il rilascio del prodotto.

Per le procedure necessarie all'esecuzione di test<sup>G</sup> di unità e di integrazione si rimanda al documento *Norme di Progetto v1.0.0* nella sezione relativa al processo di verifica.

#### 3.1 Codice dei test<sup>G</sup>

Ogni test<sup>G</sup> è associato ad un codice univoco definito nel seguente formato:

**T[Tipologia]-[Numero]**

Dove **Tipologia** indica la tipologia del test:

- **U:** di unità;
- **I:** di integrazione;
- **S:** di sistema;
- **A:** di accettazione.

Ogni test ha uno **Stato**, che può essere:

- **V:** verificato. Il test ha esito positivo;
- **NV:** non verificato. Il test ha esito negativo;
- **NI:** non implementato.

### 3.2 Test<sup>G</sup> di unità

Codice Test	Descrizione	Stato Test
TU-01	Verificare che la classe <code>SimulatorControllerFactory</code> crei correttamente un'istanza della classe <code>SimulatorController</code> .	V
TU-02	Verificare che la classe <code>SimulatorController</code> funzioni correttamente. Nello specifico, si esaminano i metodi <code>start_all</code> e <code>stop_all</code> .	V
TU-03	Verificare che la classe <code>SimulatorThread</code> adoperi correttamente.	V
TU-04	Verificare che la classe <code>TemperatureSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-05	Verificare che la classe <code>HumiditySensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-06	Verificare che la classe <code>PrecipitationIntensitySensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-07	Verificare che la classe <code>AirPollutionSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-08	Verificare che la classe <code>WaterLevelSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-09	Verificare che la classe <code>ParkingSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-10	Verificare che la classe <code>PaymentParkingSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-11	Verificare che la classe <code>ElectricalFailureSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-12	Verificare che la classe <code>WasteFillingSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-13	Verificare che la classe <code>ChargingStationSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-14	Verificare che la classe <code>ChargeConsumptionSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V
TU-15	Verificare che la classe <code>PaymentStationSensor</code> restituisca la stringa in formato JSON <sup>G</sup> attesa.	V

TU-16	Verificare che le istanze della classe <code>KafkaProducer</code> adoperino nelle modalità attese nella produzione di dati, sia nel caso di success che nel caso di failure.	V
TU-17	Verificare che la funzione <code>write</code> della classe <code>KafkaStreamWriter</code> funzioni correttamente.	V
TU-18	Verificare che la funzione <code>write</code> della classe <code>StdoutStreamWriter</code> funzioni correttamente.	V
TU-19	Verificare che la funzione <code>acked</code> funzioni correttamente sia nel caso di success che nel caso di failure.	V
TU-20	Verificare che la classe <code>Coordinates</code> funzioni correttamente.	V
TU-21	Verificare che la funzione <code>jsonfy</code> funzioni correttamente.	V

Tabella 12: Tabella dei test<sup>G</sup> di unità.



### 3.3 Test<sup>G</sup> di integrazione

Codice Test	Descrizione	Stato Test
TI-01	Verificare la persistenza dei dati della classe TemperatureSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-02	Verificare la persistenza dei dati della classe HumiditySensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-03	Verificare la persistenza dei dati della classe PrecipitationIntensitySensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-04	Verificare la persistenza dei dati della classe AirPollutionSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-05	Verificare la persistenza dei dati della classe WaterLevelSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-07	Verificare la persistenza dei dati della classe ParkingSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-08	Verificare la persistenza dei dati della classe PaymentParkingSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-09	Verificare la persistenza dei dati della classe ElectricalFailureSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-10	Verificare la persistenza dei dati della classe WasteFillingSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-11	Verificare la persistenza dei dati della classe ChargingStationSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-12	Verificare la persistenza dei dati della classe ChargeConsumptionSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V
TI-13	Verificare la persistenza dei dati della classe PaymentStationSensor nel database <sup>G</sup> ClickHouse <sup>G</sup> .	V

Tabella 13: Tabella dei test<sup>G</sup> di integrazione.

### 3.4 Test<sup>G</sup> di sistema<sup>G</sup>

Codice Test	Descrizione	Stato Test
TS-01	Verificare che l'amministratore pubblico possa utilizzare l'applicativo solamente previa autenticazione. Tale procedura avviene attraverso l'inserimento di username e password.	V
TS-02	Verificare che l'amministratore pubblico visualizzi un messaggio di errore qualora le credenziali inserite non siano valide.	V
TS-03	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un menù di selezione delle dashboard <sup>G</sup> , che permetta a sua volta di selezionare una dashboard <sup>G</sup> tra: Sensori, Ambientale, Urbanistica e Soglie.	V
TS-04	Verificare che l'amministratore pubblico possa monitorare i dati provenienti dai sensori relativi alla dashboard <sup>G</sup> Sensori.	V
TS-05	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente una mappa che mostri le posizioni dei sensori, mediante icone in base al tipo di sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Sensori.	V
TS-06	Verificare che l'amministratore pubblico possa monitorare i dati ambientali, provenienti dai sensori nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-07	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series <sup>G</sup> , rappresentante l'andamento della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), per ciascun sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-08	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series <sup>G</sup> , rappresentante l'andamento dell'umidità, espressa in percentuale, per ciascun sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-09	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series <sup>G</sup> , rappresentante l'andamento della temperatura percepita, espressa in gradi Celsius (°C), per ciascuna coppia di sensori temperatura-umidità, nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-10	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante la media aritmetica della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), basato sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori, che aggrega i dati nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V

TS-11	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante la media aritmetica dell'umidità, espressa in percentuale, basato sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori, che aggrega i dati nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-12	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante la media aritmetica della temperatura percepita, espressa in gradi Celsius (°C), basato sulle ultime rilevazioni effettuate dalle coppie di sensori temperatura-umidità, che aggrega i dati nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-13	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico bar chart rappresentante valori statistici della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), per ciascun sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-14	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico bar chart rappresentante valori statistici della temperatura percepita, espressa in gradi Celsius (°C), per ciascuna coppia di sensori temperatura-umidità, nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-15	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico in formato time series <sup>G</sup> rappresentante l'intensità delle precipitazioni, espressa in millimetri orari (mm/h), per ciascun sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-16	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico in formato time series <sup>G</sup> rappresentante la quantità di polveri sottili presenti nell'aria, espressa in microgrammi per metro cubo ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ), per ciascun sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-17	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico in formato time series <sup>G</sup> rappresentante le misurazioni relative al livello dell'acqua, espressa in percentuale, per ciascun sensore <sup>G</sup> nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-18	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante l'attuale intensità delle precipitazioni, espressa in millimetri orari (mm/h), basata sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori, che aggrega i dati nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-19	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante l'attuale inquinamento dell'aria, espresso in microgrammi per metro cubo ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ), basato sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V

TS-20	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante l'attuale livello dell'acqua, espresso in percentuale, basato sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori nella dashboard <sup>G</sup> Ambientale.	V
TS-21	Verificare che l'amministratore pubblico possa monitorare i dati provenienti dai sensori relativi ai dati urbanistici in una dashboard <sup>G</sup> apposita.	V
TS-22	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello geomap <sup>G</sup> che evidenzi lo stato aggiornato della disponibilità dei posti nei vari parcheggi nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-23	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello in formato tabellare che evidenzi lo stato aggiornato dei posti nei vari parcheggi nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-24	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello nel formato di un registro che mostri l'elenco delle notifiche di pagamento nei vari parcheggi nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-25	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello geomap <sup>G</sup> che evidenzi i guasti nella rete elettrica nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-26	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello in formato time series <sup>G</sup> rappresentante il riempimento di un'isola ecologica, espresso in percentuale nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-27	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello geomap <sup>G</sup> che evidenzi lo stato di disponibilità delle colonnine di ricarica nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-28	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello in formato tabellare che evidenzi lo stato delle colonnine di ricarica nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-29	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello nel formato time series <sup>G</sup> rappresentante l'andamento dei consumi delle colonnine di ricarica, espresso in kilowattora (kWh), nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-30	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello nel formato di un registro che mostri l'elenco delle notifiche di pagamento, dovute all'utilizzo delle colonnine di ricarica, nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-31	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico bar chart rappresentante valori statistici riguardanti i pagamenti effettuati in un parcheggio nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V

TS-32	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico bar chart rappresentante valori statistici riguardanti i pagamenti dovuti all'utilizzo di una colonnina di ricarica nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-33	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello contenente un grafico Gauge <sup>G</sup> rappresentante l'efficienza monetaria relativa ad un parcheggio nella dashboard <sup>G</sup> Urbanistica.	V
TS-34	Verificare che l'amministratore pubblico possa controllare il superamento di determinate soglie in una relativa dashboard <sup>G</sup> .	V
TS-35	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello che notifica il superamento delle soglie di temperatura accettabili nella dashboard <sup>G</sup> Soglie.	V
TS-36	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello che notifica il superamento della soglia d'intensità delle precipitazioni accettabili nella dashboard <sup>G</sup> Soglie.	V
TS-37	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello che notifica il superamento della soglia d'inquinamento dell'aria ritenuto accettabile nella dashboard <sup>G</sup> Soglie.	V
TS-38	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello che notifica il superamento della soglia del livello dell'acqua ritenuto accettabile nella dashboard <sup>G</sup> Soglie.	V
TS-39	Verificare che l'amministratore pubblico possa visualizzare un pannello che notifica il superamento della soglia di riempimento delle isole ecologiche ritenuto accettabile nella dashboard <sup>G</sup> Soglie.	V
TS-40	Verificare che l'amministratore pubblico riceva un messaggio di errore qualora il sistema <sup>G</sup> di visualizzazione non riesca a reperire i dati necessari per un determinato pannello.	V
TS-41	Verificare che l'amministratore pubblico possa filtrare i dati, visualizzati all'interno di un grafico, in base ad un sottoinsieme di sensori da lui selezionato.	V
TS-42	Verificare che l'amministratore pubblico possa filtrare i dati in base ad un intervallo temporale. La dashboard <sup>G</sup> di interesse deve mostrare solamente i dati aventi un timestamp in tale intervallo.	V
TS-43	Verificare che l'amministratore pubblico possa rimuovere un filtro precedentemente applicato ai dati.	V

TS-44	Verificare che l'amministratore pubblico possa modificare il layout dei pannelli modificandone le dimensioni a proprio piacimento.	V
TS-45	Verificare che l'amministratore pubblico possa modificare il layout dei pannelli modificandone la posizione, a proprio piacimento, all'interno della dashboard <sup>G</sup> .	V
TS-46	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni della temperatura, espresse in gradi Celsius (°C), con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-47	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dell'umidità, espresse in percentuale, con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-48	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dell'intensità delle precipitazioni, espresse in millimetri orari (mm/h), con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-49	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dell'inquinamento dell'aria, espresse in microgrammi per metro cubo ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ), con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-50	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni del livello dell'acqua, espresse in percentuale, con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-51	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dello stato dei parcheggi, espresse tramite valore boolean <sup>G</sup> , con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-52	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dello stato dei pagamenti dei parcheggi, con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-53	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni di guasti alla rete elettrica espresse tramite valore boolean <sup>G</sup> , con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-54	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dello stato di riempimento delle isole ecologiche, espresse in percentuale, con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-55	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dello stato di disponibilità delle colonnine di ricarica, espresse tramite valore boolean <sup>G</sup> , con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V

TS-56	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dei consumi delle colonnine di ricarica, espresse in kilowattora (kWh), con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-57	Verificare che un sensore <sup>G</sup> possa inserire le rilevazioni dello stato dei pagamenti dovuti all'utilizzo delle colonnine di ricarica, con annesse coordinate e timestamp della rilevazione.	V
TS-58	Verificare che sia stato implementato almeno un simulatore per ogni tipologia di sensore <sup>G</sup>	V
TS-59	Verificare che i dati prodotti dalle simulazioni siano realistici.	V
TS-60	Verificare che il sistema <sup>G</sup> possa rilevare eventuali relazioni tra sorgenti di dati diversi.	V
TS-61	Verificare che il sistema <sup>G</sup> possa effettuare previsioni di eventi futuri sulla base di dati storici e attuali.	NI

Tabella 14: Tabella dei test<sup>G</sup> di sistema<sup>G</sup>.

### 3.4.1 Tracciamento dei test<sup>G</sup> di sistema<sup>G</sup>

Codice Test	Codice Requisito
TS-01	RF-1 RF-16 RF-17
TS-02	RF-18
TS-03	RF-19
TS-04	RF-20
TS-05	RF-21 RF-22
TS-06	RF-23
TS-07	RF-24
TS-08	RF-25
TS-09	RF-26
TS-10	RF-27
TS-11	RF-28
TS-12	RF-29
TS-13	RF-30
TS-14	RF-31
TS-15	RF-32
TS-16	RF-33
TS-17	RF-34
TS-18	RF-35
TS-19	RF-36



TS-20	RF-37
TS-21	RF-38
TS-22	RF-39
TS-23	RF-40
TS-24	RF-41
TS-25	RF-42
TS-26	RF-43
TS-27	RF-44
TS-28	RF-45
TS-29	RF-46
TS-30	RF-47
TS-31	RF-48
TS-32	RF-49
TS-33	RF-50
TS-34	RF-51
TS-35	RF-52
TS-36	RF-53
TS-37	RF-54
TS-38	RF-55
TS-39	RF-56
TS-40	RF-57

TS-41	RF-58 RF-59
TS-42	RF-58 RF-60
TS-43	RF-61
TS-44	RF-62 RF-63
TS-45	RF-62 RF-64
TS-46	RF-65 RF-66
TS-47	RF-65 RF-67
TS-48	RF-65 RF-68
TS-49	RF-65 RF-69
TS-50	RF-65 RF-70
TS-51	RF-65 RF-71
TS-52	RF-65 RF-72
TS-53	RF-65 RF-73
TS-54	RF-65 RF-74
TS-55	RF-65 RF-75
TS-56	RF-65 RF-76

TS-57	RF-65 RF-77
TS-58	RF-4 RF-5 RF-6 RF-7 RF-8 RF-9 RF-10 RF-11 RF-12 RF-13 RF-14 RF-15
TS-59	RF-3
TS-60	RF-78
TS-61	RF-79

Tabella 15: Tracciamento dei test<sup>G</sup> di sistema<sup>G</sup>.

### 3.5 Test<sup>G</sup> di accettazione

Questa sezione presenta i test di accettazione del software, condotti da NaN1fy e dalla Proponente<sup>G</sup> sotto la supervisione del gruppo. Questi test mirano a validare il prodotto prima del suo rilascio, garantendone la qualità<sup>G</sup> e l'aderenza ai requisiti.

Codice Test	Descrizione	Stato Test
TA-01	<p>Verificare che l'amministratore pubblico possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usufruire dell'applicativo solo previa autenticazione;</li> <li>2. Visualizzare messaggio di errore qualora le credenziali inserite non siano valide.</li> </ol>	V
TA-02	<p>Verificare che l'amministratore pubblico, una volta entrato nell'applicativo, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprire il menu di selezione delle dashboard<sup>G</sup>;</li> <li>2. Selezionare la dashboard<sup>G</sup> dei sensori;</li> <li>3. Visualizzare la dashboard;</li> <li>4. Visualizzare un pannello con una mappa che indichi, mediante icone collocate presso le coordinate di ciascun sensore<sup>G</sup>, la loro posizione;</li> <li>5. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, all'interno del pannello, nel caso il sistema<sup>G</sup> non riesca a reperire i dati.</li> </ol>	V
TA-03	<p>Verificare che l'amministratore pubblico, una volta entrato nell'applicativo, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprire il menu di selezione delle dashboard<sup>G</sup>;</li> <li>2. Selezionare la dashboard<sup>G</sup> relativa ai dati ambientali;</li> <li>3. Visualizzare la dashboard;</li> <li>4. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni delle temperature, espresse in gradi Celsius (°C), effettuate dai singoli sensori;</li> <li>5. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni dell'umidità, espresse in percentuale, effettuate dai singoli sensori;</li> <li>6. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati del calcolo della temperatura percepita, espresso in gradi Celsius (°C), effettuato dalla coppia di sensori temperatura e umidità;</li> <li>7. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri il risultato del calcolo della temperatura media, espresso in gradi Celsius (°C), ottenuto tramite la media aritmetica basata sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori;</li> </ol>	V

TA-03	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri il risultato del calcolo dell'umidità media, espresso in percentuale, ottenuto tramite la media aritmetica basato sulle ultime rilevazioni effettuate dai singoli sensori;</li> <li>9. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri il risultato del calcolo della temperatura percepita media, espresso in gradi Celsius (°C), ottenuto tramite la media aritmetica basato sulle ultime rilevazioni effettuate dalle coppie di sensori temperatura-umidità;</li> <li>10. Visualizzare un pannello contenente un grafico a barre che mostri il risultato del calcolo dei valori statistici di temperatura, espresso in gradi Celsius (°C), ottenuti dalle rilevazioni effettuate dai singoli sensori;</li> <li>11. Visualizzare un pannello contenente un grafico a barre che mostri il risultato del calcolo dei valori statistici di temperatura percepita, espresso in gradi Celsius (°C), ottenuto dalle rilevazioni di coppie di sensori temperatura-umidità;</li> <li>12. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni dell'intensità delle precipitazioni, espresse in millimetri orari (mm/h), effettuate dai singoli sensori;</li> <li>13. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni dell'inquinamento dell'aria, espresse in microgrammi per metro cubo (<math>\mu\text{g} / \text{m}^3</math>), effettuate dai singoli sensori;</li> <li>14. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni del livello dell'acqua, espresse in percentuale, effettuate dai singoli sensori;</li> <li>15. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri il risultato del calcolo dell'attuale intensità delle precipitazioni, espresso in millimetri orari (mm/h), ottenuta dalle rilevazioni effettuate dai singoli sensori;</li> <li>16. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri il risultato del calcolo dell'attuale inquinamento dell'aria, espresso in microgrammi per metro cubo (<math>\mu\text{g} / \text{m}^3</math>), ottenuto dalle rilevazioni effettuate dai singoli sensori;</li> <li>17. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri il risultato del calcolo dell'attuale livello dell'acqua, espresso in percentuale, ottenuto dalle rilevazioni effettuate dai singoli sensori;</li> <li>18. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, all'interno del pannello, nel caso il sistema<sup>G</sup> non riesca a reperire i dati.</li> </ol>	V
-------	---	---

TA-04	<p>Verificare che l'amministratore pubblico, una volta entrato nell'applicativo, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprire il menu di selezione delle dashboard<sup>G</sup>;</li> <li>2. Selezionare la dashboard<sup>G</sup> relativa ai dati urbanistici;</li> <li>3. Visualizzare la dashboard;</li> <li>4. Visualizzare un pannello geomap<sup>G</sup> che mostri lo stato di disponibilità aggiornato dei parcheggi, espresso tramite valori boolean<sup>G</sup> rilevati dai singoli sensori;</li> <li>5. Visualizzare un pannello in formato tabellare che mostri l'elenco aggiornato delle informazioni dei parcheggi, rilevate dai singoli sensori;</li> <li>6. Visualizzare un pannello nel formato di un registro che mostri un elenco dettagliato di avvisi di pagamento dovuti all'occupazione di un parcheggio, includendo informazioni come la data di pagamento e il costo associato a ciascuna rilevazione effettuata dai sensori;</li> <li>7. Visualizzare un pannello geomap<sup>G</sup> che mostri l'elenco aggiornato di possibili guasti alla linea elettrica, rilevati dai singoli sensori;</li> <li>8. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni dello stato di riempimento delle isole ecologiche, espresse in percentuale, effettuate dai singoli sensori;</li> <li>9. Visualizzare un pannello geomap<sup>G</sup> che mostri lo stato aggiornato di disponibilità delle colonnine di ricarica, rilevato dai singoli sensori;</li> <li>10. Visualizzare un pannello in formato tabellare che mostri l'elenco aggiornato delle informazioni delle colonnine di ricarica, rilevate dai singoli sensori;</li> <li>11. Visualizzare un pannello contenente un grafico, in formato time series<sup>G</sup>, che mostri i risultati delle rilevazioni del consumo delle colonnine di ricarica, espresse in kilowattora (kWh), rilevate dai singoli sensori;</li> <li>12. Visualizzare un pannello nel formato di un registro che mostri un elenco dettagliato di avvisi di pagamento dovuti all'utilizzo di una colonnina di ricarica, includendo informazioni come la data di pagamento e il costo associato a ciascuna rilevazione effettuata dai sensori;</li> <li>13. Visualizzare un pannello contenente un grafico a barre che mostri valori statistici riguardanti i pagamenti effettuati in un parcheggio;</li> <li>14. Visualizzare un pannello contenente un grafico a barre che mostri valori statistici riguardanti i pagamenti dovuti all'utilizzo di una colonnina di ricarica;</li> <li>15. Visualizzare un pannello contenente un grafico di tipo Gauge<sup>G</sup> che mostri valori l'efficienza monetaria relativa ad un parcheggio;</li> <li>16. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, all'interno del pannello, nel caso il sistema<sup>G</sup> non riesca a reperire i dati.</li> </ol>	V
-------	--	---

TA-05	<p>Verificare che l'amministratore pubblico, una volta entrato nell'applicativo, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprire il menu di selezione delle dashboard<sup>G</sup>;</li> <li>2. Selezionare la dashboard<sup>G</sup> relativa al superamento delle soglie;</li> <li>3. Visualizzare la dashboard;</li> <li>4. Visualizzare un pannello che notifica l'eventuale superamento delle soglie di temperatura entro le quali la temperatura è ritenuta accettabile;</li> <li>5. Visualizzare un pannello che notifica l'eventuale superamento della soglia d'intensità delle precipitazioni entro la quale l'intensità è ritenuta accettabile;</li> <li>6. Visualizzare un pannello che notifica l'eventuale superamento della soglia d'inquinamento dell'aria entro la quale l'inquinamento è ritenuto accettabile;</li> <li>7. Visualizzare un pannello che notifica l'eventuale superamento della soglia del livello dell'acqua entro la quale il livello è ritenuto accettabile;</li> <li>8. Visualizzare un pannello che notifica l'eventuale superamento della soglia di riempimento di un'isola ecologica entro la quale il riempimento è ritenuto accettabile;</li> <li>9. Visualizzare un messaggio di avvertenza di dati mancanti, all'interno del pannello, nel caso il sistema<sup>G</sup> non riesca a reperire i dati.</li> </ol>	V
TA-06	<p>Verificare che l'amministratore pubblico, una volta entrato nell'applicativo, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scegliere una dashboard<sup>G</sup> da visualizzare;</li> <li>2. Applicare dei filtri per visualizzare solo i dati provenienti dal sottoinsieme di sensori selezionato, nel caso di pannelli di tipo time series<sup>G</sup>;</li> <li>3. Applicare dei filtri per visualizzare solo i dati provenienti dal sottoinsieme di sensori selezionato, nel caso di pannelli di tipo registro;</li> <li>4. Applicare dei filtri per visualizzare solo i dati provenienti dal sottoinsieme di sensori selezionato, nel caso di pannelli di tipo table;</li> <li>5. Applicare dei filtri per visualizzare solo i dati provenienti dal sottoinsieme di sensori selezionato, nel caso di pannelli di tipo bar chart;</li> <li>6. Applicare dei filtri per selezionare solo i dati relativi ad un definito intervallo di tempo, all'interno di un'intera dashboard;</li> <li>7. Rimuovere filtri precedentemente applicati all'interno di un pannello o di una dashboard.</li> </ol>	V

TA-07	<p>Verificare che l'amministratore pubblico, una volta entrato nell'applicativo, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Scegliere una dashboard<sup>G</sup> di cui modificare il layout;</li> <li>2. Modificare il layout dei pannelli in termini di posizione di tali pannelli e della loro dimensione.</li> </ol>	V
TA-08	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione della temperatura, espressa in gradi Celsius (°C), con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-09	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione dell'umidità, espressa in percentuale, con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-10	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione dell'intensità delle precipitazioni, espressa in millimetri orari (mm/h), con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-11	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione dell'inquinamento dell'aria, espressa in microgrammi per metro cubo (<math>\mu\text{g} / \text{m}^3</math>), con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-12	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione del livello dell'acqua, espressa in percentuale, con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-13	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione della presenza di auto all'interno del parcheggio, con annesso il timestamp di rilevazione, la targa dell'auto e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-14	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione di avvenuto pagamento all'interno del parcheggio, con annesso il timestamp di rilevazione, il valore del pagamento e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V



TA-15	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione di un guasto alla linea elettrica, con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-16	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione dello stato riempimento di un'isola ecologica, espresso in percentuale, con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-17	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione della presenza di un'auto nella colonnina di ricarica, con annesso il timestamp di rilevazione, la targa dell'auto e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-18	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione del consumo di una colonnina di ricarica, espresso in kilowattora (kWh) con annesso il timestamp di rilevazione e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V
TA-19	<p>Verificare che un sensore<sup>G</sup>, una volta connesso al sistema<sup>G</sup>, possa:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inserire il risultato della rilevazione di avvenuto pagamento dovuto all'utilizzo di una colonnina di ricarica, con annesso il timestamp di rilevazione, il valore del pagamento e le proprie coordinate geografiche.</li> </ol>	V

Tabella 16: Tabella dei test<sup>G</sup> di accettazione.

**3.5.0.1 Tracciamento dei test<sup>G</sup> di accettazione**

<b>Codice Test</b>	<b>Codice caso d'uso</b>
TA-01	UC-0 UC-0.1 UC-0.2 UC-1
TA-02	UC-0 UC-0.1 UC-0.2 UC-2 UC-2.1 UC-7
TA-03	UC-0 UC-0.1 UC-0.2 UC-4 UC-4.1 UC-4.2 UC-4.3 UC-4.4 UC-4.5 UC-4.6 UC-4.7 UC-4.8 UC-4.9 UC-4.10 UC-4.11 UC-4.12 UC-4.13 UC-4.14 UC-7

TA-04	UC-0 UC-0.1 UC-0.2 UC-5 UC-5.1 UC-5.2 UC-5.3 UC-5.4 UC-5.5 UC-5.6 UC-5.7 UC-5.8 UC-5.9 UC-5.10 UC-5.11 UC-5.12 UC-7
TA-05	UC-0 UC-0.1 UC-0.2 UC-6 UC-6.1 UC-6.2 UC-6.3 UC-6.4 UC-6.5 UC-7
TA-06	UC-8 UC-8.1 UC-8.2 UC-9
TA-07	UC-10 UC-10.1 UC-10.2
TA-08	UC-11 UC-11.1
TA-09	UC-11 UC-11.2
TA-10	UC-11 UC-11.3
TA-11	UC-11 UC-11.4

TA-12	UC-11 UC-11.5
TA-13	UC-11 UC-11.6
TA-14	UC-11 UC-11.7
TA-15	UC-11 UC-11.8
TA-16	UC-11 UC-11.9
TA-17	UC-11 UC-11.10
TA-18	UC-11 UC-11.11
TA-18	UC-11 UC-11.12

Tabella 17: Tracciamento dei test<sup>G</sup> di accettazione.

### 3.6 Liste di controllo

Le liste di controllo rappresentano un prezioso strumento a disposizione del Verificatore per l'identificazione di errori ricorrenti nella documentazione o nel codice. Integrando la descrizione del problema, facilitano la comprensione delle modifiche richieste durante la fase di revisione.

Inoltre, il Verificatore ha la possibilità di aggiornare le liste di controllo nel corso del progetto, man mano che emergono nuovi errori ricorrenti.

#### 3.6.1 Struttura dei documenti

Aspetto	Spiegazione
Vuoti documentativi	Non devono essere presenti sezioni senza contenuto.
Didascalia assente	Tutte le tabelle e le immagini devono avere una didascalia descrittiva.
Titolo principale	Tutti i titoli principali devono iniziare la pagina nella quale vengono inseriti.
Aggiornamento fantasma	Ad ogni insieme di modifiche deve corrispondere una riga nella tabella del changelog.

Tabella 18: Lista di controllo per la struttura dei documenti.

#### 3.6.2 Errori ortografici, di lingua italiana e di forma

Aspetto	Spiegazione
Errori di sintassi	Gli errori di sintassi (battitura o distrazione) devono essere rimossi.
Errori di coniugazione	Gli errori di coniugazione devono essere rimossi.
Forma non concisa	Le espressioni troppo verbose, dove possibile, devono essere ridotte.
Non formalità	Le espressioni non formali devono essere sostituite con le corrispondenti espressioni formali.
Richiamo errato al documento	I richiami ai documenti, devono seguire la seguente forma: <i>NomeDocumento vX.X.X</i> (e.g. <i>Piano di Progetto v1.0.0</i> ).
Acronimi non in maiuscolo	Gli acronimi devono essere completamente in maiuscolo.

Tabella 19: Lista di controllo per gli errori ortografici, di lingua italiana e di forma.

### 3.6.3 Non conformità con le *Norme di Progetto v1.0.0*

Aspetto	Spiegazione
Formato date errato	Il formato delle date deve essere aaaa-mm-dd all'interno dei documenti.
Punteggiatura scorretta negli elenchi	Ogni elemento di un elenco, numerato o non, deve terminare con un “;”, ad eccezione dell'ultima riga, la quale deve terminare con “.”.
“:” non in grassetto negli elenchi	Gli elenchi nella forma “termine: testo”, devono includere “:” nel grassetto.
Maiuscole nei titoli	La prima lettera di ogni titolo deve essere maiuscola. Il resto del titolo dovrebbe essere in minuscolo (tolte particolari eccezioni).
Ruoli in minuscolo	Tutti i ruoli del progetto devono avere la prima lettera in maiuscolo.
Termine non presente nel glossario	Ogni termine segnato con la formattazione da glossario deve essere presente nel glossario.

Tabella 20: Lista di controllo per le non conformità con le *Norme di Progetto v1.0.0*.

## 4 Cruscotto della qualità<sup>G</sup>

### 4.1 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup> - Fornitura

#### 4.1.1 MPC-EAC Estimate at Completion



Figura 1: Proiezione grafica di EAC.

**RTB<sup>G</sup>:** EAC indica, per ogni periodo, la stima del budget finale prefiguratasi rispetto al valore pianificato definito dal BAC, o Budget at Completion. Questo valore viene calcolato come il rapporto tra BAC e CPI dove CPI, dove CPI sta per Cost Performance Index.

Risulta evidente come la metrica in questione non rientrasse all'interno dei valori di accettazione già dal primo Sprint<sup>G</sup>. Ciò è dovuto alla scarsa esperienza del team nell'affrontare la pianificazione degli Sprint e all'altrettanta poca conoscenza riguardante le attività prioritarie al fine di una buona gestione del progetto. Negli Sprint successivi il team ha preso provvedimenti, adottando con maggiore accortezza una pianificazione efficace e adoperando un metodo lavorativo atto a far rientrare l'EAC all'interno dei valori di accettazione, mantenendo alta, al contempo, la produttività.

Le problematiche riscontrate nel sesto periodo hanno avuto un effetto evidente, seppur lieve, sull'andamento della metrica pur rimanendo all'interno dei valori di accettazione.

Il gruppo può trarre esperienza dalla proiezione rappresentata nel grafico in previsione della seconda revisione, mantenendo l'andamento già individuato dal quarto Sprint.

**PB<sup>G</sup>:** Il periodo in previsione della revisione PB è caratterizzato da un mantenimento dell'equilibrio precedentemente individuato dal team. Esso è stato facilitato in parte da Sprint di durata maggiore nella quale i vari obiettivi sono stati distribuiti. La maggiore consapevolezza in fase di pianificazione ha permesso di ipotizzare preventivi realistici rispetto ai periodi precedenti.

#### 4.1.2 MPC-EV Earned Value e MPC-PV Planned Value

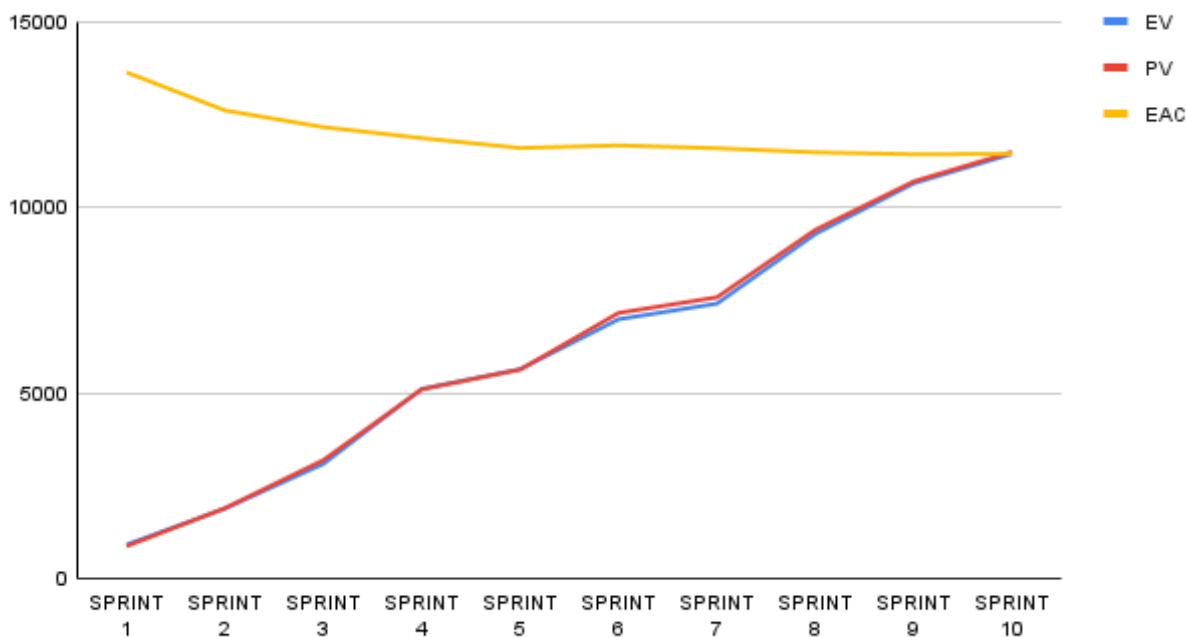


Figura 2: Proiezione grafica di EV e PV.

**RTB<sup>G</sup>:** EV rappresenta il valore generato dal prodotto sviluppato fino a un dato momento, mentre PV costituisce il valore del lavoro pianificato fino a un dato momento. Il loro confronto permette di comprendere lo scostamento che avviene tra i preventivi e i consuntivi di lavoro effettuati e quindi ottenere una chiara visione dell'andamento del lavoro svolto dal team.

L'andamento delle due metriche è pressoché coincidente, come dimostrato anche nel grafico successivo dalla metrica SV. Dal secondo periodo in poi il valore EV è generalmente inferiore al PV segnalando che il team ha effettuato preventivi ottimistici rispetto all'effettivo risultato prodotto. Ciononostante, questa differenza rimane minimale.

**PB<sup>G</sup>:** I due valori mantengono l'andamento di pari passo seppur con lieve e costante superamento del valore pianificato rispetto al valore prodotto segno che il gruppo non eccede quanto preventivato in fase di pianificazione.



#### 4.1.3 MPC-BV Budget Variance e MPC-SV Schedule Variance

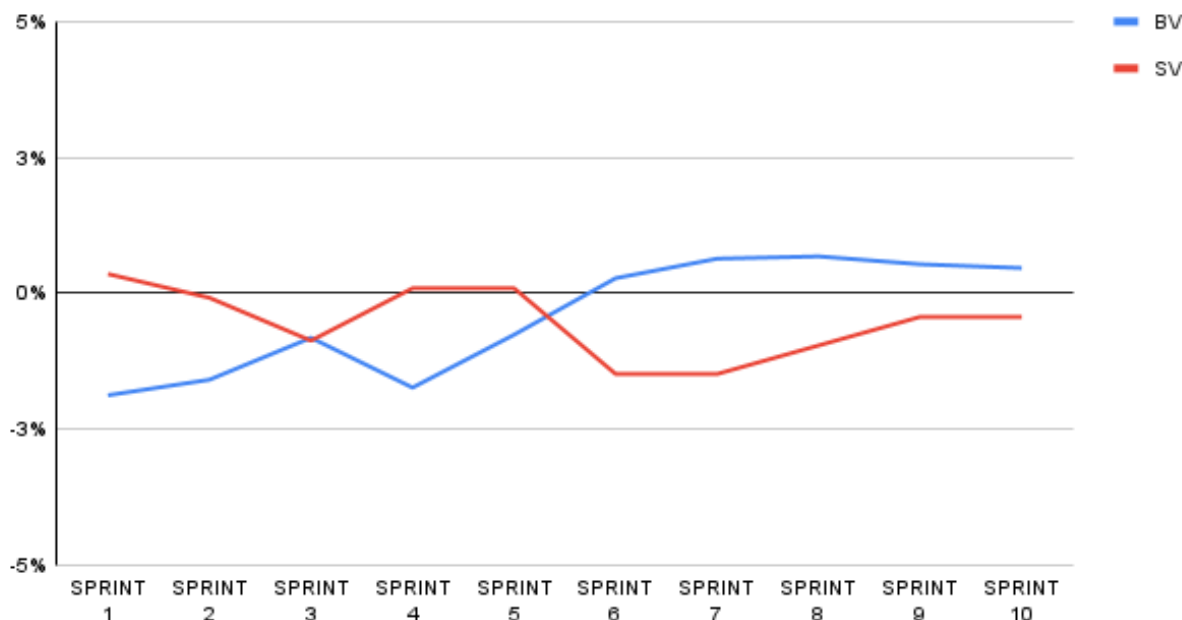


Figura 3: Proiezione grafica di BV e SV.

**RTB<sup>G</sup>:** BV consiste nella differenza tra il valore guadagnato (EV) e i costi effettivamente sostenuti (AC). Un valore negativo di BV indica che si sta spendendo più di quanto si stia guadagnando. SV, invece, rappresenta la differenza tra il valore guadagnato (EV) e il valore pianificato (PV). Un valore negativo indica un ritardo rispetto alla produzione e consegna del lavoro preventivato.

Il valore del BV, nonostante sia certamente all'interno dei valori di accettazione, si è mantenuto negativo per la maggior parte degli Sprint effettuati, diventando positiva solamente all'ultimo. Ciò dimostra come i costi effettivamente sostenuti abbiano ecceduto il lavoro prodotto. I motivi per cui dal quinto periodo la BV è diventata positiva si possono individuare principalmente in due situazioni ben distinte ovvero l'operazione di profonda verifica del materiale prodotto in previsione della revisione RTB e l'incombenza di impegni personali e di studio che hanno rallentato la produttività del gruppo.

La SV ha mantenuto valori oscillanti intorno allo 0, indice di una pianificazione abbastanza realistica rispetto al valore effettivamente prodotto. Ancora una volta, le problematiche riscontrate hanno determinato un lieve peggioramento del valore guadagnato rispetto al valore pianificato.

In generale, queste due metriche mantengono valori altamente accettabili.

**PB<sup>G</sup>:** Durante il settimo Sprint la percentuale di SV non è migliorata e ciò è dovuto principalmente al periodo di pausa che il team ha affrontato. Questo ha impedito di produrre più valore rispetto a quanto preventivato portando ad un lieve ritardo nella creazione del prodotto, successivamente recuperato nei periodi seguenti. La BV ha mantenuto l'andamento positivo rimarcando che il gruppo sta producendo più di quanto sta spendendo.

#### 4.1.4 MPC-AC Actual Cost e MPC-ETC Estimate To Complete

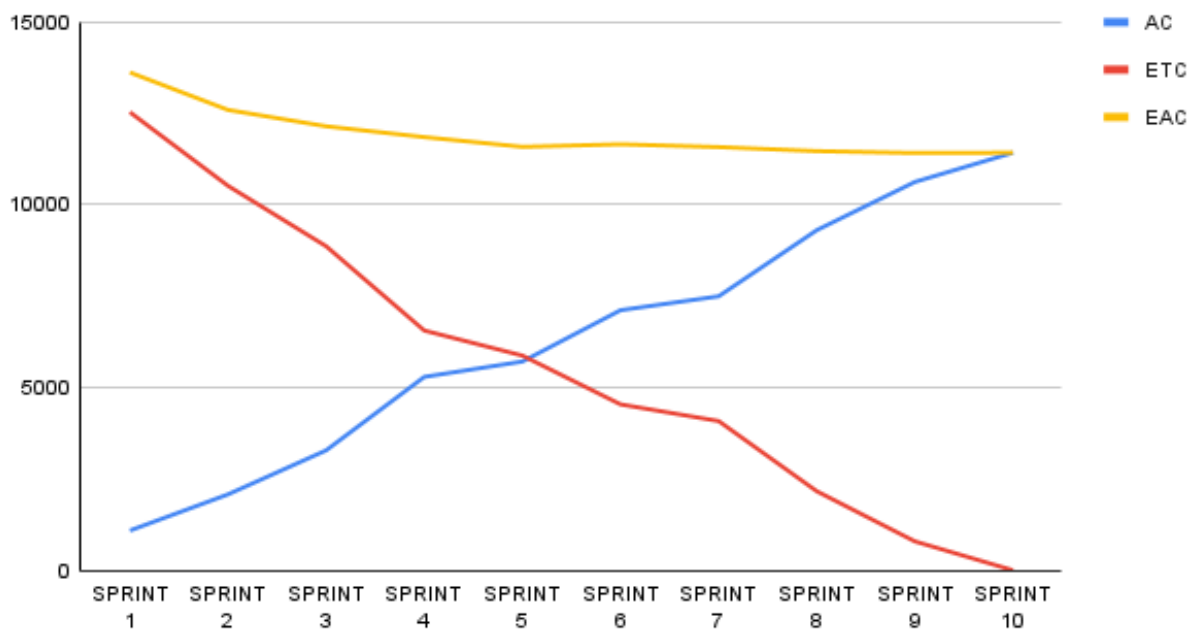


Figura 4: Proiezione grafica di AC e ETC.

**RTB<sup>G</sup>:** AC rappresenta il costo sostenuto fino a un dato momento, mentre ETC consiste nella conseguente stima dei costi da sostenere per il completamento del progetto.

Totalmente in linea con quanto rilevato dalla proiezione delle metriche di EAC, BV e SV, l'AC e l'ETC dimostrano l'avanzamento stimato del progetto. I sei Sprint<sup>G</sup> rappresentati corrispondono all'arco di tempo definito da 12 settimane, corrispondenti a oltre metà del progetto. Come ci si aspettava, quindi, le due metriche si sono incontrate in corrispondenza del quinto Sprint, definito dal team come il periodo di revisione RTB, nonché decima settimana del progetto.

**PB<sup>G</sup>:** Queste metriche hanno mantenuto l'andamento corretto evidenziando l'andamento effettivamente riscontrato nei periodi di riferimento.

#### 4.1.5 MPC-CPI Cost Performance Index

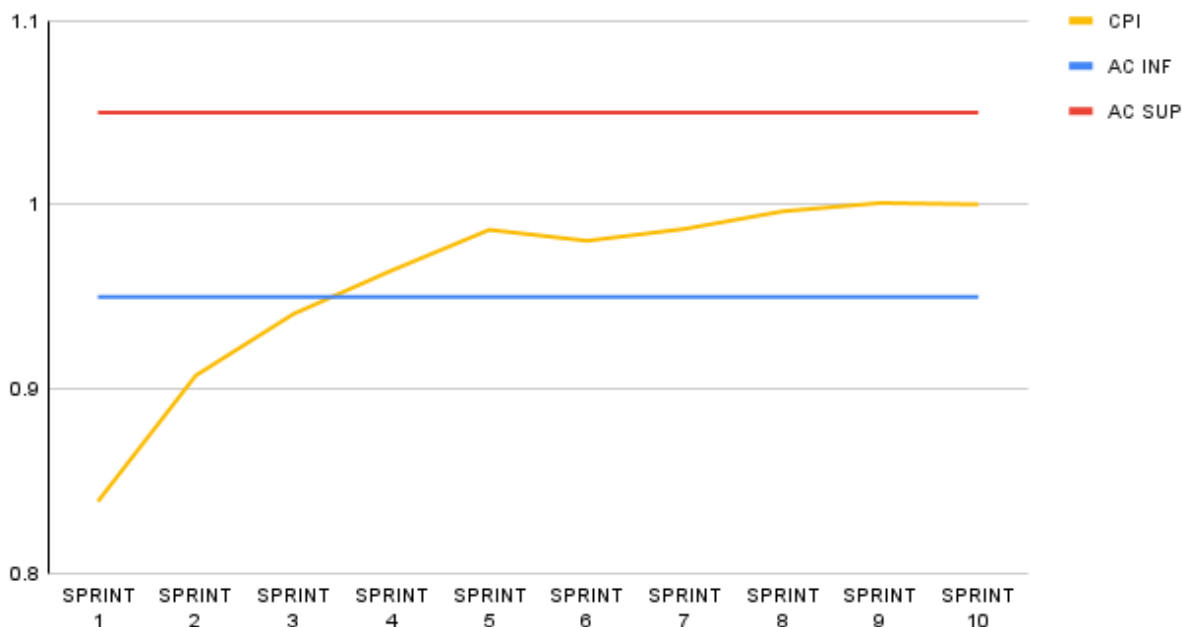


Figura 5: Proiezione grafica di CPI.

**RTB<sup>G</sup>:** CPI indica il rapporto tra il valore guadagnato (EV) e i costi sostenuti (AC). Un valore di CPI uguale a 1 indica che i costi sostenuti sono in linea con il budget pianificato (BAC), mentre un valore negativo comporta il discostamento della stima del budget al completamento (EAC) dal budget effettivo. Coerentemente con quanto indicato dall'EAC, il valore di CPI è rimasto al di fuori dei valori di accettazione fino al quarto Sprint<sup>G</sup>. Specialmente nei primi periodi, il team ha sostenuto costi eccessivi non solo rispetto al valore pianificato, ma soprattutto rispetto al valore prodotto. Le accortezze adottate negli Sprint successivi hanno avuto gli effetti desiderati, portando il valore di CPI vicino ad 1 e, di conseguenza, ad una diminuzione dell'EAC. Il team si impegna nei prossimi periodi a mantenere l'indice all'interno delle soglie di accettazione.

**PB<sup>G</sup>:** Il CPI ha raggiunto valori ottimali come dimostrato anche dalla metrica EAC. Ciò è il risultato dell'attenta pianificazione che il team ha svolto nei periodi successivi al conseguimento della revisione RTB.

#### 4.1.6 MPC-VAC Variance At Completion

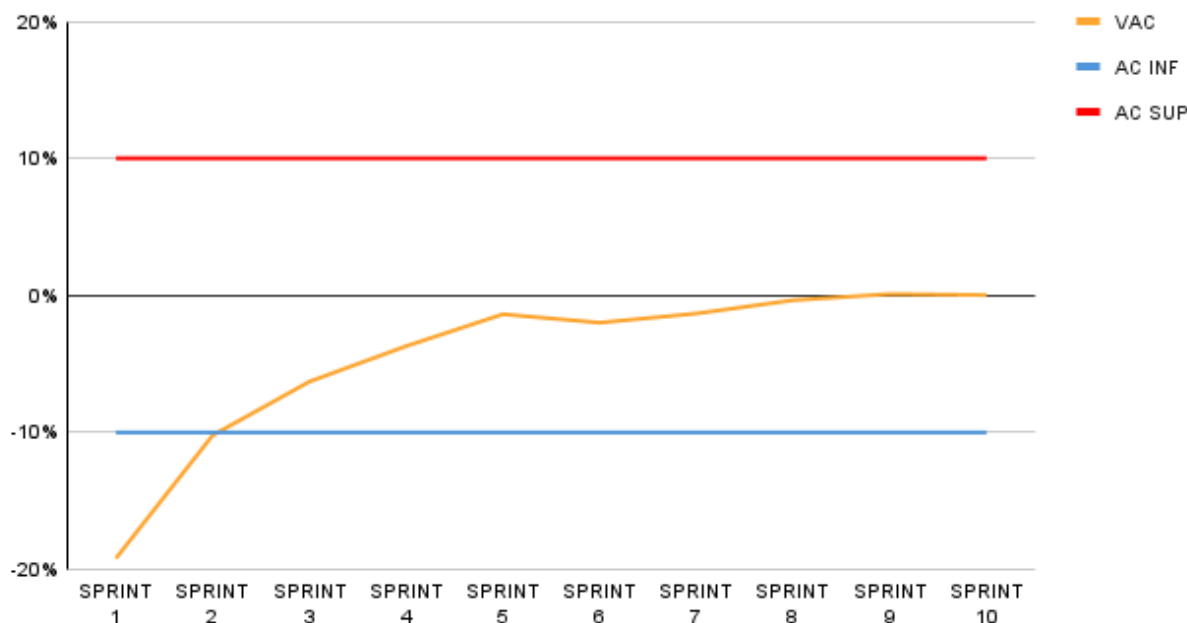


Figura 6: Proiezione grafica di VAC.

**RTB<sup>G</sup>:** VAC indica la variazione relativa del budget pianificato, ovvero il BAC, rispetto al budget stimato dall'EAC. L'intervallo di accettazione di questa metrica è posto ad una differenza in percentuale del 10% rispetto al BAC.

Coerentemente con quanto indicato dall'EAC, il valore di VAC è risultato maggiore del -10%, indicando un EAC eccessivamente superiore rispetto al BAC pianificato. Le accortezze adottate negli Sprint<sup>G</sup> successivi hanno avuto gli effetti desiderati, portando il valore di VAC all'interno dell'intervallo di accettazione dal terzo Sprint.

**PB<sup>G</sup>:** Sempre in linea con le metriche EAC e CPI, anche il VAC raggiunge valori ottimali.

## 4.2 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup> - Sviluppo

### 4.2.1 MPC-RSI Requirements Stability Index

Requisiti iniziali	Requisiti Finali
89	99

Tabella 21: Tabella del numero di requisiti del progetto.

**PB<sup>G</sup>:** RSI rappresenta la facilità con cui i requisiti subiscono modifiche nell'avanzamento del progetto. Questa viene calcolata come rapporto tra i requisiti inizialmente definiti e i requisiti presenti in un determinato momento. Questo valore rientra nella soglia di accettazione ma non arriva al valore ottimale. Questo poiché varie problematiche sorte e richieste della Proponente<sup>G</sup> hanno portato all'aumento dei requisiti richiesti da un valore iniziale di 89 a un valore finale di 99.

### 4.3 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup> - Documentazione

#### 4.3.1 Indice Gulpease

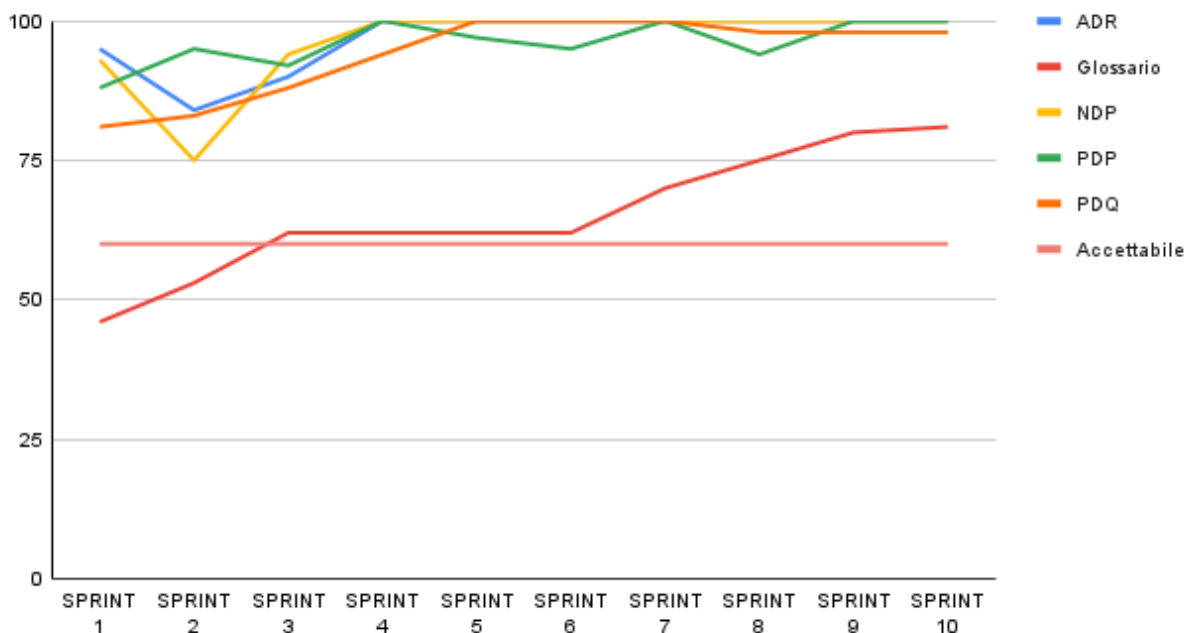


Figura 7: Proiezione grafica dell'indice gulpease.

**RTB<sup>G</sup>:** L'indice Gulpease è un'indice di leggibilità per testi in lingua italiana ed è indicato da una percentuale di leggibilità, con soglia di accettazione al 60%. Tutti i documenti prodotti dal team hanno prodotto un indice di leggibilità alto e nella maggior parte anche ottimale. L'unica eccezione si individua nel *Glossario*, che fino al terzo Sprint<sup>G</sup> ha avuto valori inferiori alla soglia di accettazione. La necessità del team di concentrarsi sulla revisione di altri documenti ha impedito il miglioramento dell'indice in tale documento. Sarà di fondamentale importanza per il team migliorarlo al più presto.

**PB<sup>G</sup>:** Dal settimo Sprint si riscontra un lieve miglioramento del *Glossario*. Date le poche modifiche effettuate negli Sprint successivi alla RTB, molti non hanno variato particolarmente il valore dell'indice fino all'ottavo periodo. Sono stati introdotti due nuovi documenti con i rispettivi valori che nei primi periodi di PB risultano sufficienti ma non ottimali, data la loro mancata completezza.

### 4.3.2 Correttezza Ortografica

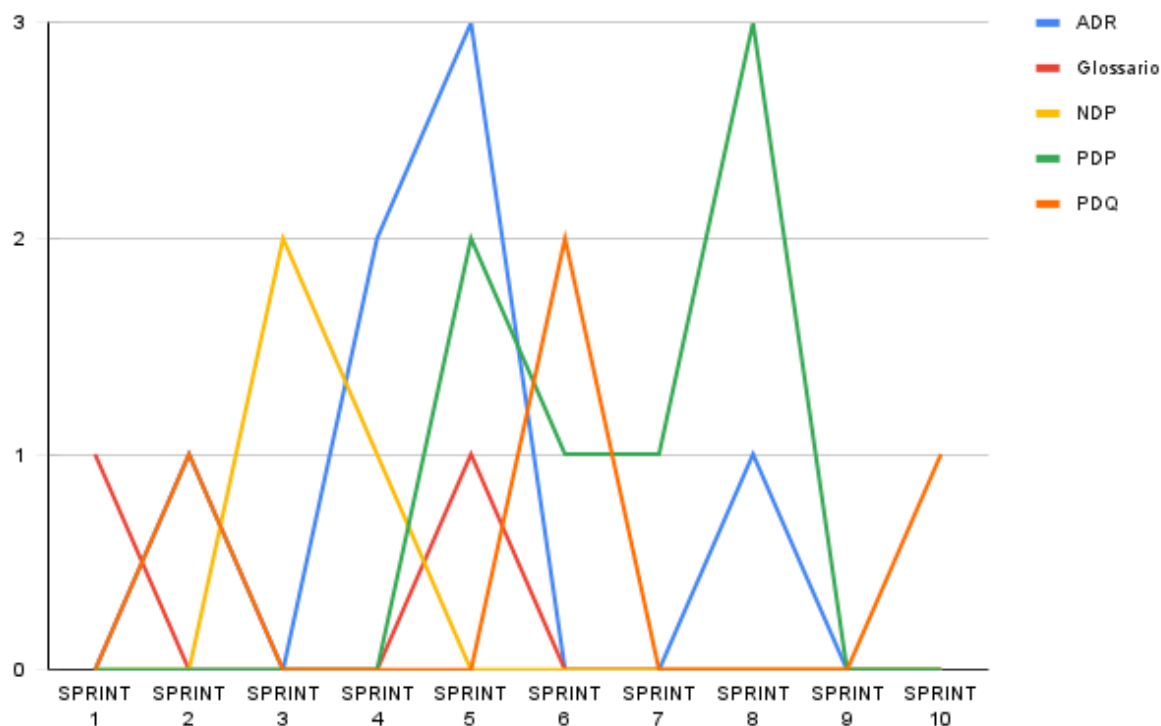


Figura 8: Proiezione grafica della correttezza ortografica.

**RTB<sup>G</sup>:** Il team ha costantemente effettuato un controllo approfondito della correttezza ortografica dei documenti prodotti. I redattori hanno il compito di assicurarsene prima ancora della verifica del documento da parte di membri terzi. Successivamente, in vista delle revisioni, questi vengono ricontrollati e approvati. In questo modo ogni documento viene sempre visionato e controllato da ogni membro del gruppo, ottenendo come risultato un esiguo numero di errori e, di conseguenza, l'ottima proiezione rappresentata.

**PB<sup>G</sup>:** Conseguentemente alle poche modifiche apportate ai documenti fino all'ottavo Sprint, non si riscontrano particolari errori nella correttezza ortografica dei documenti. I nuovi documenti sono particolarmente sottoposti ad un controllo accurato.

## 4.4 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup> - Verifica

### 4.4.1 MPC-CC Code Coverage

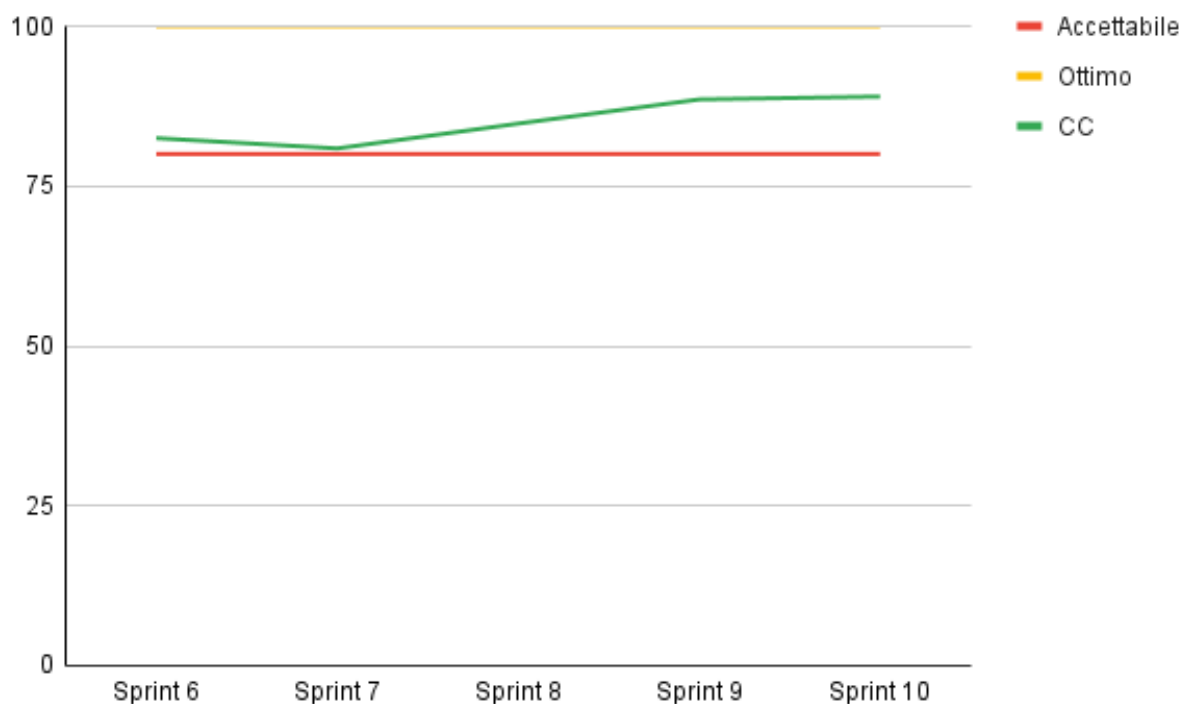


Figura 9: Proiezione grafica del code coverage.

**PB<sup>G</sup>:** Il Code Coverage consiste nella percentuale di codice eseguito durante l'esecuzione dei test. L'andamento del CC è sempre rimasto sopra la soglia di accettazione con un lieve calo nello Sprint 7, probabilmente dovuto all'opera di sistemazione di varie problematiche insorte. Nonostante questo la rifinitura del codice dei sensori ha portato ad aumentare questa percentuale.

## 4.5 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup> - Gestione della qualità

### 4.5.1 MPC-QMS Quality Metrics Satisfied

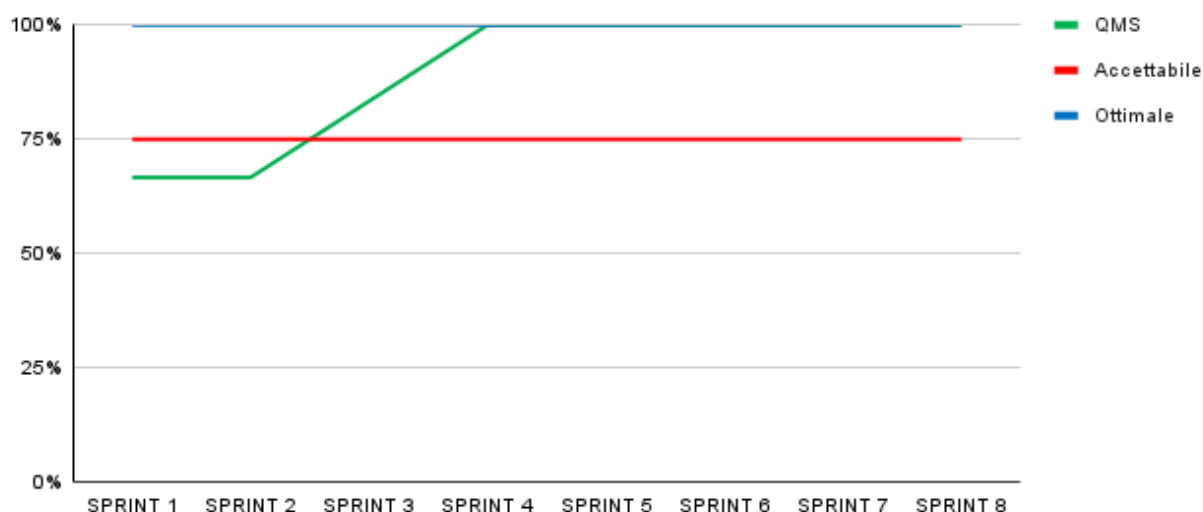


Figura 10: Proiezione grafica di QMS.

**RTB<sup>G</sup>:** In linea con quanto già specificato, le metriche di EAC, CPI, VAC e IG non sono state soddisfatte fin da subito. Il VAC e l'indice Gulpease, in particolare per il *Glossario*, sono rientrati nei valori accettabili solamente dal terzo Sprint<sup>G</sup>, mentre l'EAC e il CPI dal quarto. Nonostante le problematiche riscontrate nel quarto e sesto Sprint tutte le metriche rientrano nei valori di accettazione.

Con ottica di retrospettiva, il team nota come è stata necessaria l'acquisizione di esperienza e accortezza nella pianificazione e organizzazione delle attività del gruppo, cause primarie della mancata tollerabilità delle metriche citate. Questo non deve distogliere il team dal mantenere l'andamento individuato, affinché tutte le metriche vengano rispettate, il prodotto venga sviluppato senza intoppi e il progetto possa essere portato a termine senza imprevisti.

**PB<sup>G</sup>:** Tutte le altre metriche mantengono un andamento ottimale.



## 4.6 Qualità<sup>G</sup> di processo<sup>G</sup> - Gestione dei processi

### 4.6.1 MPC-NR Non-calculated Risk

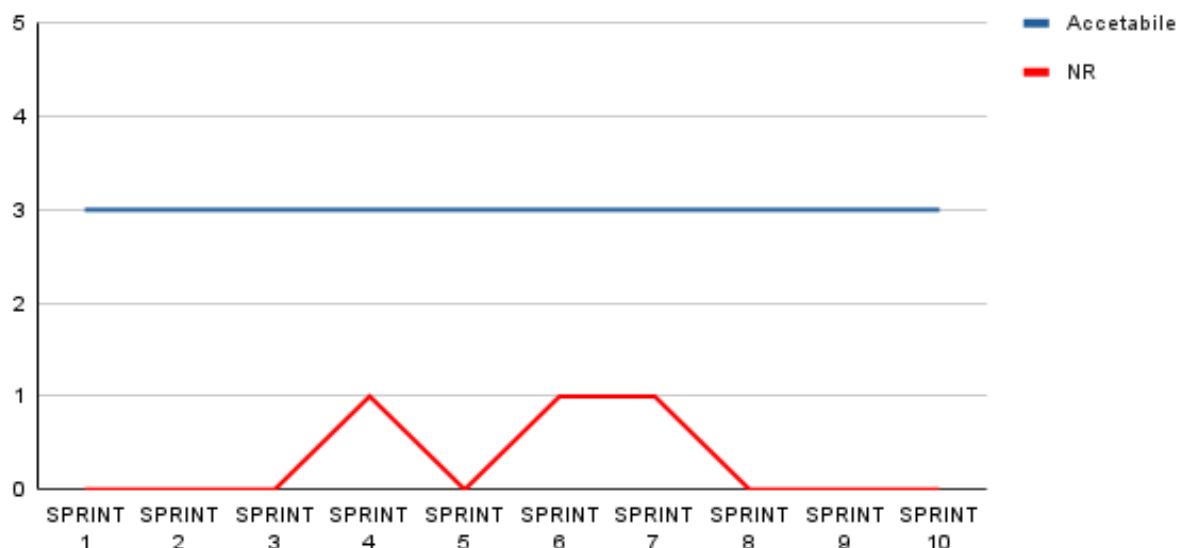


Figura 11: Proiezione grafica dei rischi non calcolati.

**RTB<sup>G</sup>:** Come mostrato dalla proiezione, il quarto Sprint<sup>G</sup> è stato soggetto ad un rischio non previsto particolarmente limitante. Su suggerimento della Proponente<sup>G</sup>, il team ha affrontato un profondo lavoro di refactoring<sup>G</sup> del codice prodotto fino a quel momento, che non solo ha comportato un certo dispendio di risorse destinate ad altre attività, ma ha anche limitato e modificato l'organizzazione che il team aveva precedentemente pianificato per il suddetto periodo. Ciononostante, grazie al lavoro svolto negli Sprint antecedenti e soprattutto alle accortezze adottate nelle fasi di pianificazione, il refactoring non ha comportato problematiche rispetto al preventivo e alle metriche di fornitura.

Un ulteriore rischio non previsto è stato riscontrato nel sesto Sprint. Gli impegni personali e universitari si sono intensificati a tal punto da portare il team alla scelta di intraprendere un periodo di assestamento atto a mitigare il rischio occorso. Lo scopo è, quindi, quello di riprendere al più presto con il normale regime di avanzamento e produttività.

**PB<sup>G</sup>:** Conseguentemente alla revisione RTB il team ha affrontato un periodo di pausa dovuto alle esigenze di studio. Ciò ha chiaramente comportato un rischio. Tale rischio era stato individuato ma non era stato considerato l'impatto che questo avrebbe avuto nello svolgimento del progetto. Per questo motivo viene definito non previsto. Dall'ottavo periodo in poi il problema è stato mitigato grazie alla collaborazione di tutto il team.

## 4.7 Qualità<sup>G</sup> di prodotto<sup>G</sup> - Funzionalità

### 4.7.1 MPD-ROS Requisiti Obbligatori Soddisfatti

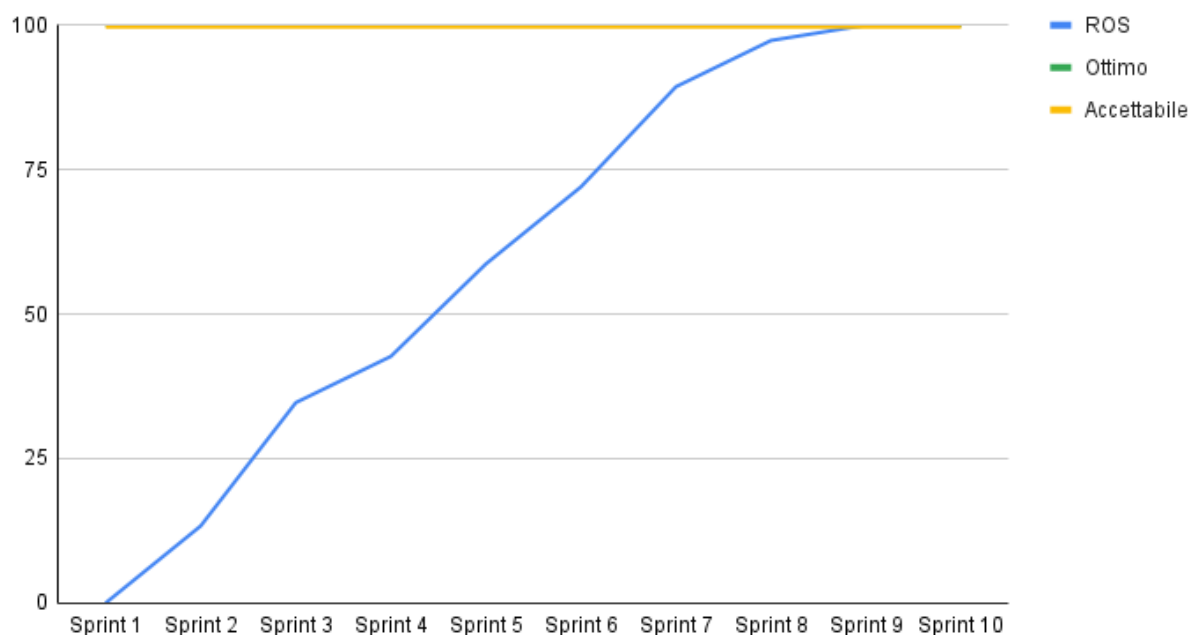


Figura 12: Proiezione grafica dei requisiti obbligatori soddisfatti.

**PB<sup>G</sup>:** Durante lo svolgimento del progetto si è cercato di mantenere costante il grado di soddisfazione dei requisiti obbligatori. Durante la presentazione del PoC<sup>G</sup> avvenuta in fase di RTB<sup>G</sup> il team aveva già integrato più della metà dei requisiti; inoltre, sono stati completamente soddisfatti durante lo Sprint 9, in relazione all'incontro di collaudo con la Proponente.

#### 4.7.2 MPD-RDS Requisiti Desiderabili Soddisfatti

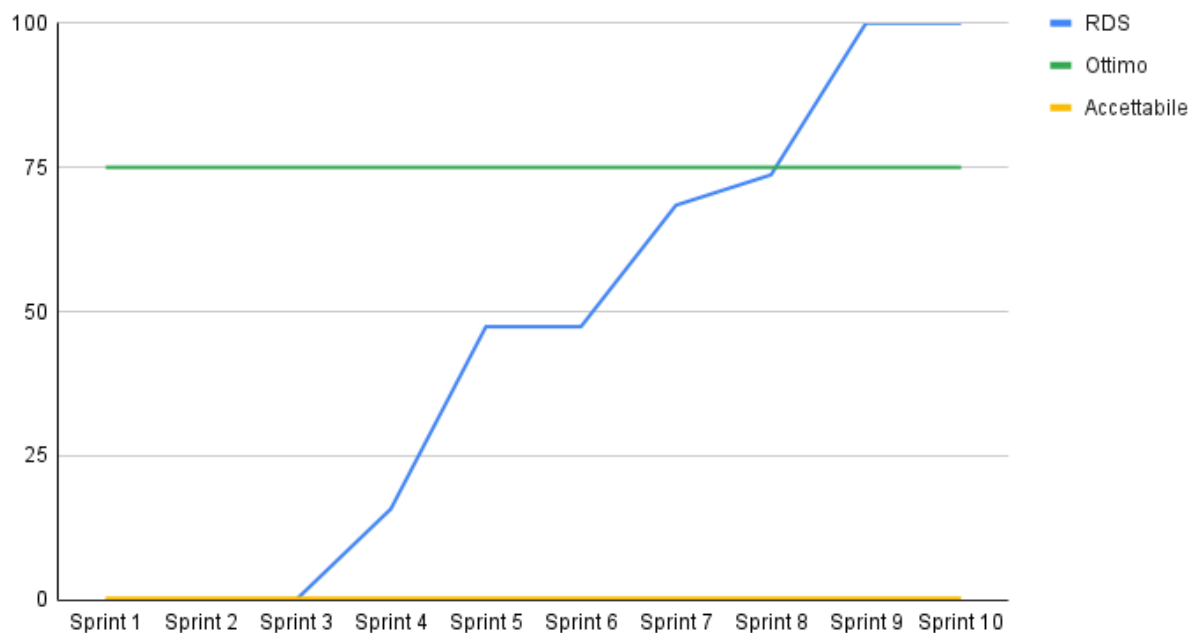


Figura 13: Proiezione grafica dei requisiti desiderabili soddisfatti.

**PB<sup>a</sup>:** L'integrazione dei requisiti desiderabili è avvenuta in parallelo rispetto ai requisiti obbligatori. Nonostante il team, per ovvi motivi, si sia dedicato più tardi su di essi, li ha comunque soddisfatti nel giro degli ultimi Sprint.

#### 4.7.3 MPD-ROPS Requisiti Opzionali Soddisfatti

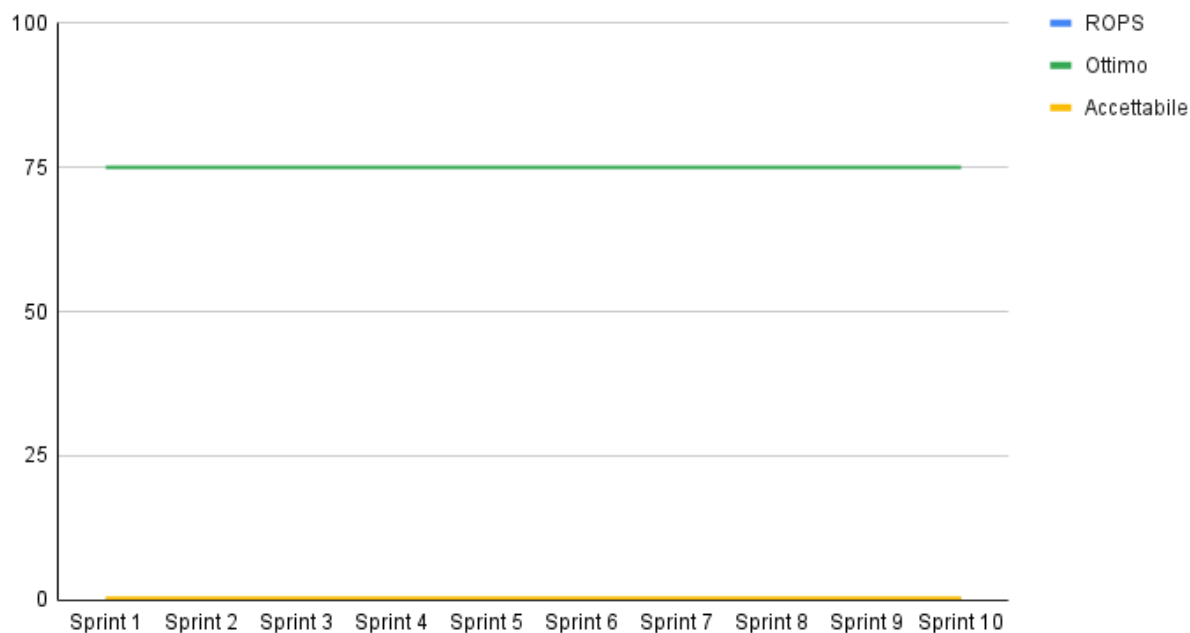


Figura 14: Proiezione grafica dei requisiti opzionali soddisfatti.

**PB<sup>a</sup>:** A differenza dei requisiti precedenti, il team non è riuscito a soddisfare i requisiti opzionali. Ciò è stato dovuto ovviamente alla priorità minore di integrazione e dal desiderio della stessa Proponente, la quale ha preferito l'integrazione e la concretizzazione di altri requisiti.

## 4.8 Qualità<sup>G</sup> di prodotto<sup>G</sup> - Affidabilità

### 4.8.1 MPD-BC Branch<sup>G</sup> Coverage

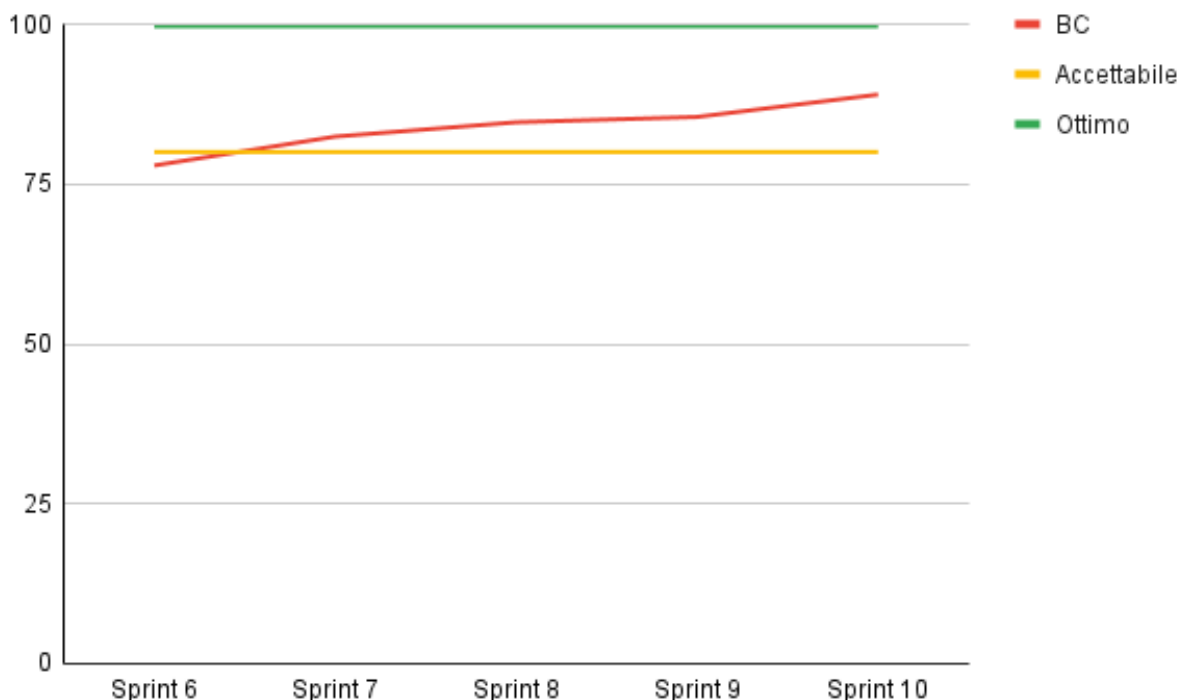


Figura 15: Proiezione grafica della percentuale di branch coverage.

**PB<sup>G</sup>:** Il BC rappresenta la percentuale di percorsi eseguiti nella totalità dei percorsi possibili nel codice. Indica quanto il codice esplori le ramificazioni. Nonostante i test per i primi sensori implementati fossero pronti già in fase di RTB<sup>G</sup> è stato valutato immaturo iniziare i test relativi ad un PoC<sup>G</sup>. In fase iniziale del PB<sup>G</sup> i test sono iniziati dando esiti leggermente al di sotto delle aspettative, mostrando possibili ramificazioni condizionali mancanti.

Il team, quindi, ha dedicato maggiore attenzione sulla copertura del codice sorgente da test manuali e automatici.

Nonostante non sia riuscito ad ottenere il risultato ottimale desiderato, il team è comunque riuscito a ottenere un risultato accettabile, mantenendosi poco sotto il 90% di copertura alla conclusione del progetto.

#### 4.8.2 MPD-SC Statement<sup>G</sup> Coverage

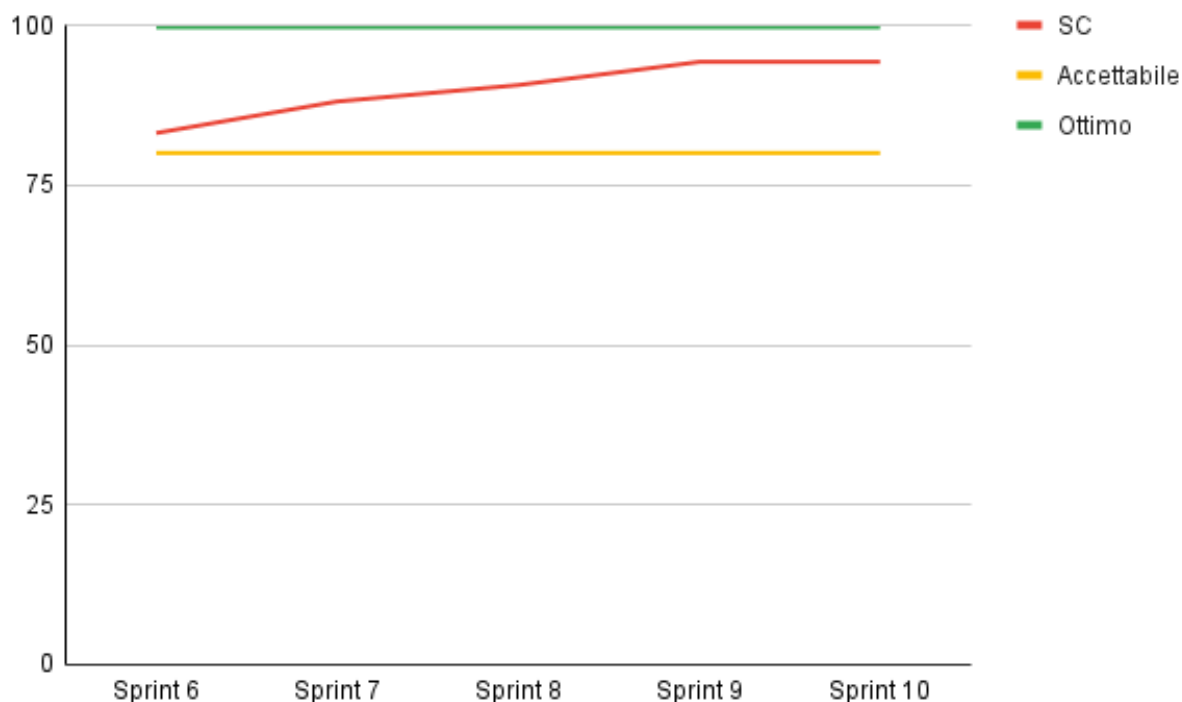


Figura 16: Proiezione grafica della percentuale di statement coverage.

**PB<sup>G</sup>:** SC indica la percentuale di istruzioni eseguite sulla totalità delle istruzioni presenti nel codice. Come precedentemente scritto, è stato valutato immaturo iniziare i test relativi ad un PoC<sup>G</sup>. In fase iniziale del PB<sup>G</sup> i test sono iniziati mostrando una copertura delle istruzioni del codice accettabile.

Il team, quindi, ha dedicato il resto degli Sprint cercando di migliorare questa percentuale, in relazione con l'ampliamento del codice scritto.

Nonostante non sia riuscito ad ottenere il risultato ottimale desiderato, il team è comunque riuscito a ottenere un risultato accettabile, mantenendosi sopra il 90% di copertura alla conclusione del progetto.

### 4.8.3 MPD-FD Failure Density

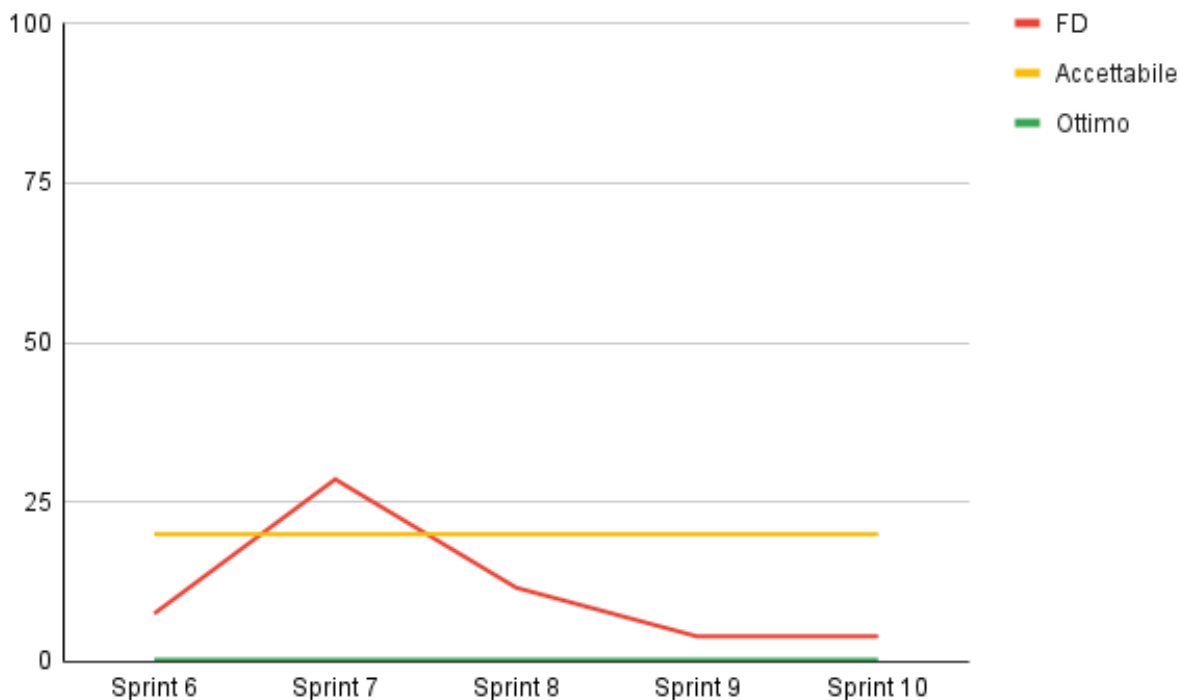


Figura 17: Proiezione grafica della percentuale di failure density.

**PB<sup>G</sup>:** FD rappresenta il rapporto tra il numero di guasti in un determinato momento rispetto al numero di guasti presenti dopo aver aggiunto parti di codice. Deve quindi essere il meno possibile. Nella fase iniziale, il team aveva precedentemente sistemato i guasti di implementazione delle tecnologie e della scrittura del generatore di sensori. Tuttavia, durante la fase di implementazione dei nuovi sensori (livello dell'acqua, i guasti elettrici, eccetera) e del sistema di stream processing<sup>G</sup>, il team ha riscontrato seri bug<sup>G</sup> implementativi non previsti, i quali hanno comportato un aumento della metrica al di sopra della soglia massima accettabile.

In previsione della riunione di collaudo con la Proponente, il team si è impegnato alla risoluzione dei suddetti problemi, mantenendo poi una percentuale di densità dei guasti buona ma non ottimale come desiderato.

#### 4.8.4 MPD-PTCP Passed Test Cases Percentage

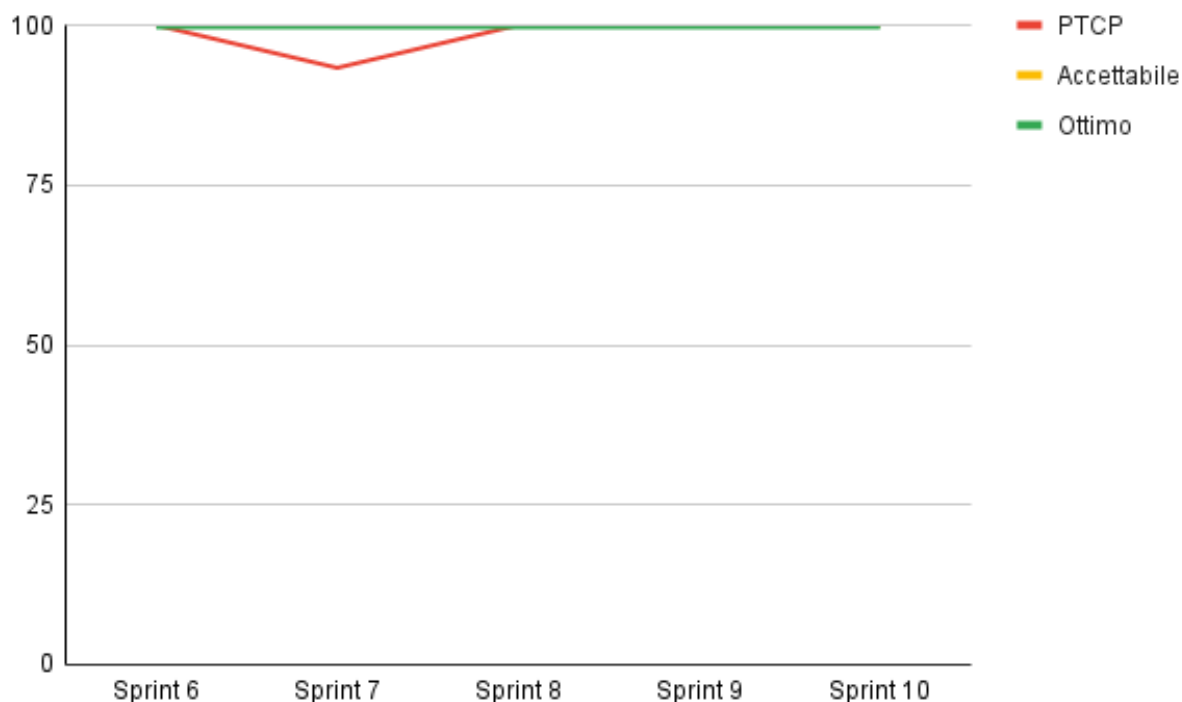


Figura 18: Proiezione grafica della percentuale di test passati.

**PB<sup>6</sup>:** PTCP rappresenta la percentuale di test superati. Come precedentemente enunciato, i test integrati prematuramente sono stati utilizzati in queste fasi iniziali, con una percentuale massima di successo. Il problema di implementazione dei nuovi sensori ha comportato la visualizzazione di test falliti (2/30), risolti nello Sprint successivo.

Le migliorie apportate sul prodotto si sono comunque poco riflesse nei test, e il team ha ripristinato indi la percentuale massima di test passati.



## 4.9 Qualità<sup>G</sup> di prodotto<sup>G</sup> - Usabilità

### 4.9.1 MPD-FU Facilità di Utilizzo

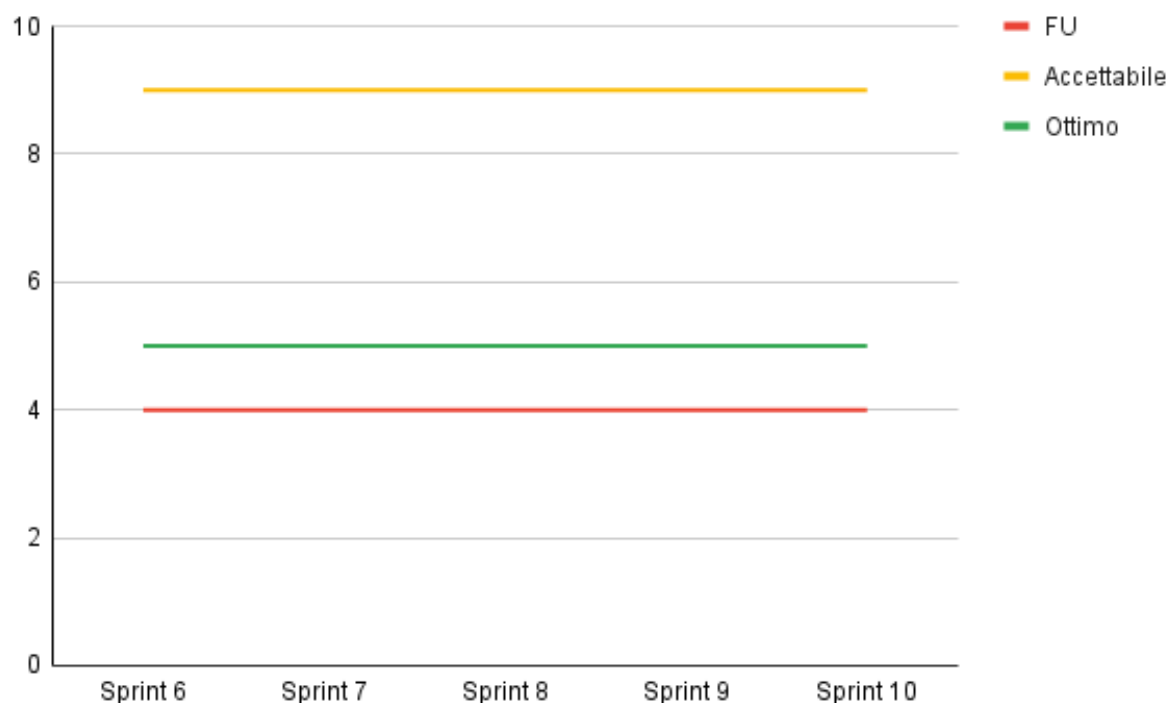


Figura 19: Proiezione grafica della facilità di utilizzo (numero medio di click).

**PB<sup>G</sup>:** La facilità di utilizzo è definita dal numero di click medi per raggiungere ogni funzionalità. Durante lo svolgimento degli Sprint il numero medio di click per raggiungere uno specifico panel, sono sempre rimasti 4: 2 per la sezione di login (compresa una parte di cambio password), 1 di scelta della dashboard<sup>G</sup> e 1 di selezione del pannello preciso

#### 4.9.2 MPD-TA Tempo di Apprendimento

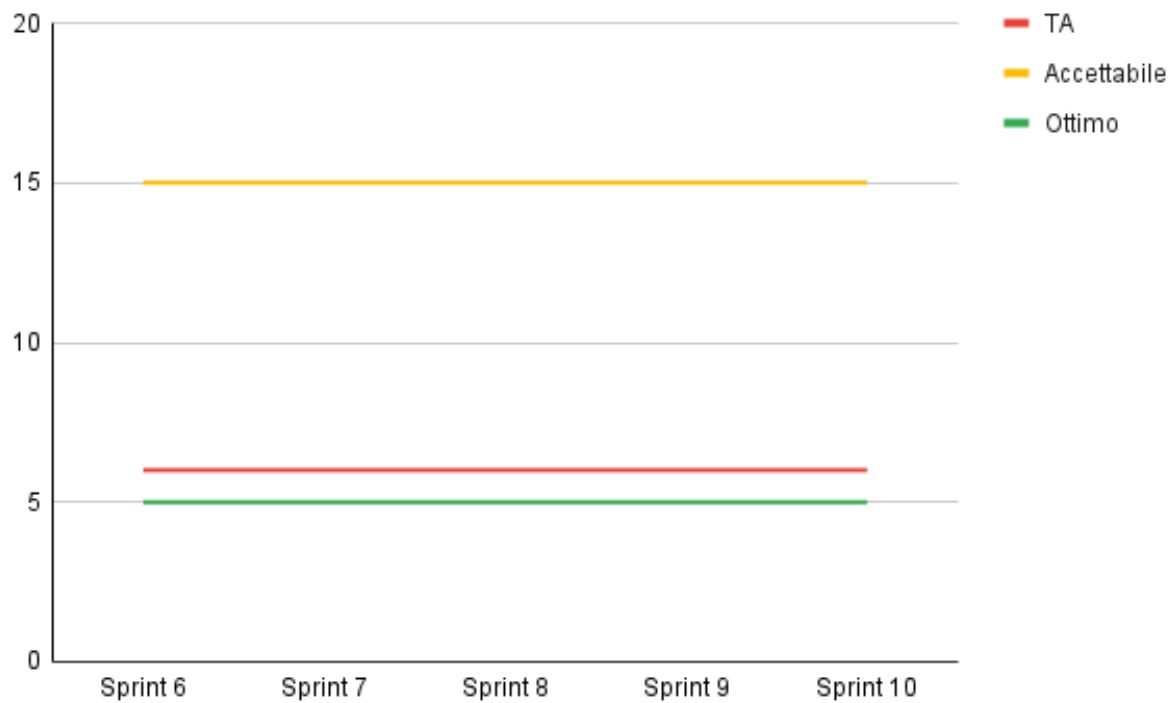


Figura 20: Proiezione grafica del tempo di apprendimento medio del prodotto.

**PB<sup>G</sup>:** Il TA si misura in minuti necessari all'apprendimento dell'utilizzo del prodotto. Così come il numero medio di click, anche il tempo di apprendimento è rimasto generalmente costante. Nonostante il team si aspettasse un tempo di apprendimento inferiore, l'interfaccia grafica integrata di Grafana è risultata leggermente più fuorviante del previsto.

## 4.10 Qualità<sup>G</sup> di prodotto<sup>G</sup> - Efficienza

### 4.10.1 MPD-UR Utilizzo Risorse

Metrica - Risorsa	Valore Medio	Valore Accettabile	Valore Ottimo
MPD-CPUU	~ 2,7%	≤ 20%	≤ 5%
MPD-RAMU	~ 196.7MB	≤ 500MB	≤ 200MB
MPD-TDE	~ 4.5s	≤ 6s	≤ 3s

Tabella 22: Tabella dei valori medi dell'utilizzo di risorse

**PB<sup>G</sup>:** UR definisce la percentuale di risorse occupate nel utilizzare il prodotto. Le metriche sono state calcolate utilizzando un elaboratore con 16GB RAM DDR4-3200 e processore AMD Ryzen 5 5600U 4,2GHz. Grazie all'utilizzo di docker<sup>G</sup> per l'implementazione del sistema, si sono riusciti ad ottenere delle prestazioni ottime; il numero delle immagini ha tuttavia incrementato il tempo medio di avvio del sistema.

## 4.11 Qualità<sup>G</sup> di prodotto<sup>G</sup> - Manutenibilità

### 4.11.1 MPD-CC Complessità Ciclomatica

Metrica	Valore Medio	Valore Accettabile	Valore Ottimo
MPD-CC	~ 3.4	11-20	1-10

Tabella 23: Tabella del valore medio di complessità ciclomatica.

**PB<sup>G</sup>:** La CC è costituita dal numero di cammini linearmente indipendenti percorribili nel codice e rappresenta quindi la complessità del codice. Deve di conseguenza essere minore possibile. Di 39 file esaminati, 36 sono stati valutati con un classe "A" (con livello di complessità 1-5), mentre 3 con classe "B" (con livello di complessità 6-10). Facendo dunque una media dei valori possibili delle due classi, si è valutato che l'intero progetto sia di classe "A".

Ciò vuol dire non solo che la complessità è ben al di sotto del valore accettabile, ma anche del valore ottimale, rendendo il codice di facile comprensione.