

Progetto ODA

Architettura del Software

Alexandru Nicolae Andrei 829570
Giacomo Savazzi 845372
Andrea Assirelli 820149

19 Gennaio 2023

Assunzioni – Caretakers & Residenti

- Gli appartamenti sono residenze private, identificate univocamente da un indirizzo;
- In ogni appartamento alloggia un solo residente, quindi esiste una corrispondenza uno ad uno tra residente e appartamento;
- Si ipotizza la gestione di 1000 residenti diversi, quindi 1000 diversi appartamenti, ognuno contenente al più 5 stanze;
- I caretakers vengono informati, tramite notifica, di una eventuale anomalia, mentre, possono visionare in ogni momento le diverse misurazioni relative al residente di interesse;
- I familiari hanno accesso solo ai dati recenti, mentre, il personale sanitario può vedere l'intero storico;

Assunzioni – Sensori Ambientali

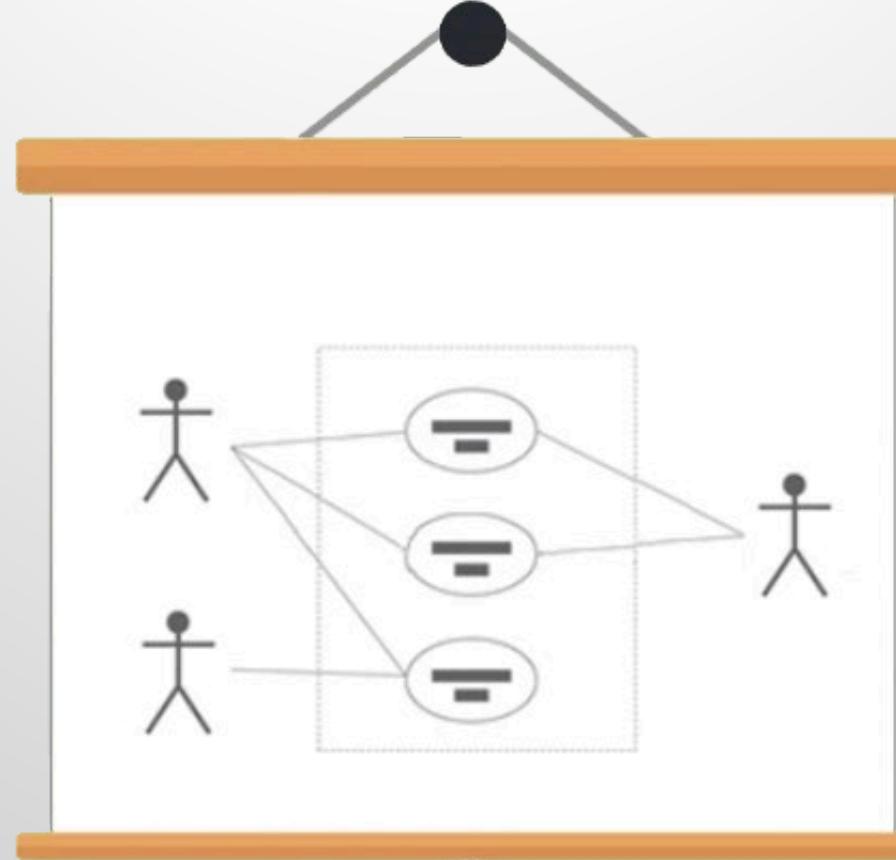
- Ogni appartamento presenta un solo sensore di movimento per stanza, posizionato sul soffitto, in modo da coprire tutta l'area;
- Il sensore di movimento effettua 1 controllo al secondo (60 al minuto);
- Ogni appartamento contiene un solo letto, sotto il quale viene installato il sensore di pressione;
- Il sensore di pressione nel letto effettua un controllo ogni 15 secondi;

Assunzioni – Servizi Esterni

- Si considera il Sistema audio come un componente esterno, che espone API per la sua attivazione e disattivazione, mentre, sarà lui ad occuparsi della gestione della comunicazione;
- Il sistema audio può essere utilizzato, previa attivazione da parte di un caretaker, per comunicare con il residente, che può usare il microfono per rispondere;
- Il residente non può usare il sistema audio se questo prima non viene attivato da un caretaker;
- Si considera la presenza di un solo Sistema audio per stanza;

Assunzioni – Smartwatch

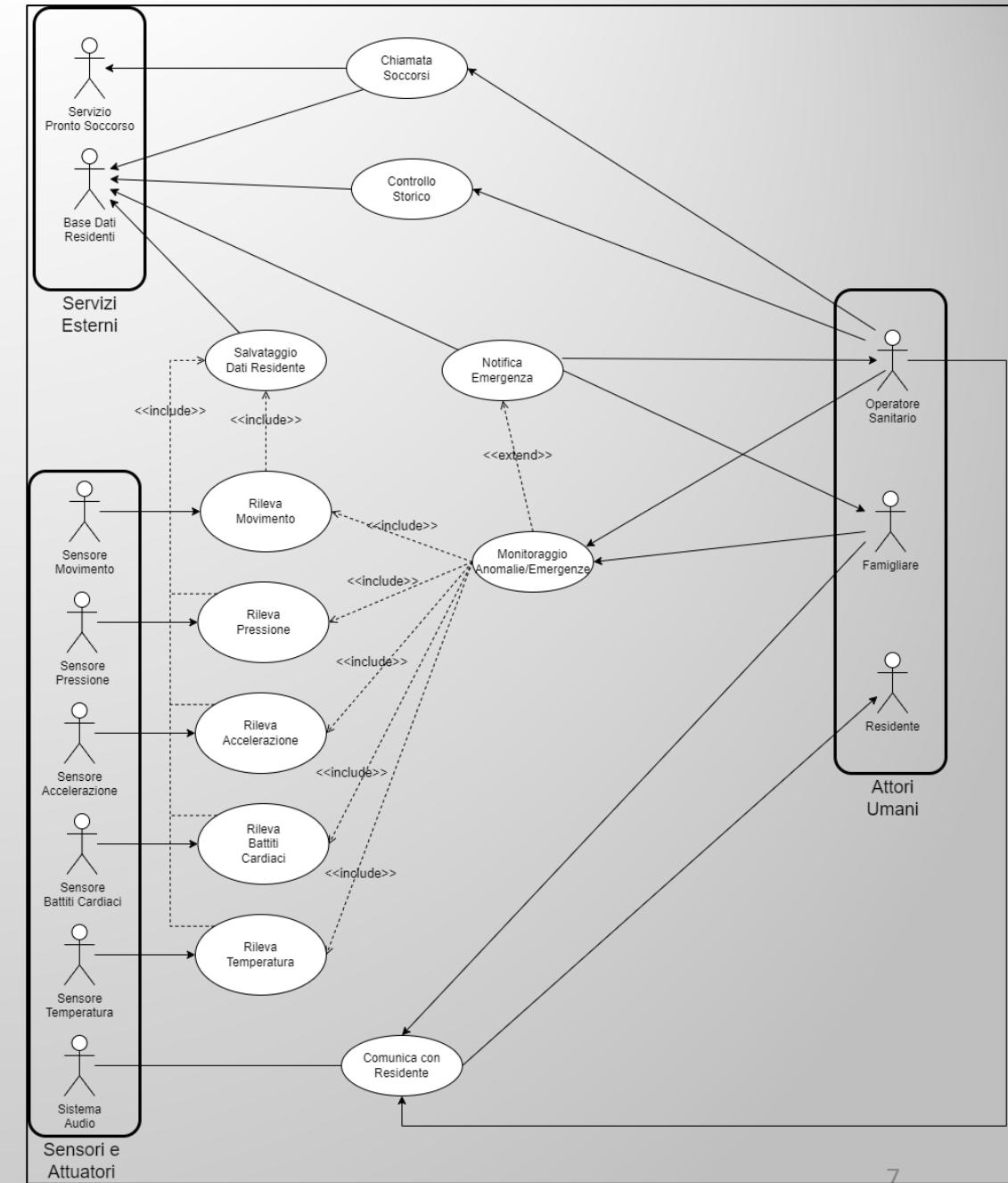
- L'evento relativo alla rimozione dello smartwatch viene verificato ogni 30 minuti;
- L'evento relativo allo scaricamento dello smartwatch viene gestito allo stesso modo dell'evento relativo alla sua rimozione dal polso;
- Il sensore di accelerazione montato nello smartwatch rileva la posizione del residente 50 volte al secondo;
- Il sensore dei battiti cardiaci montato nello smartwatch esegue 10 rilevazioni al secondo;
- Il sensore di temperatura montato nello smartwatch esegue 1 rilevazione al minuto;



Problem Architecture

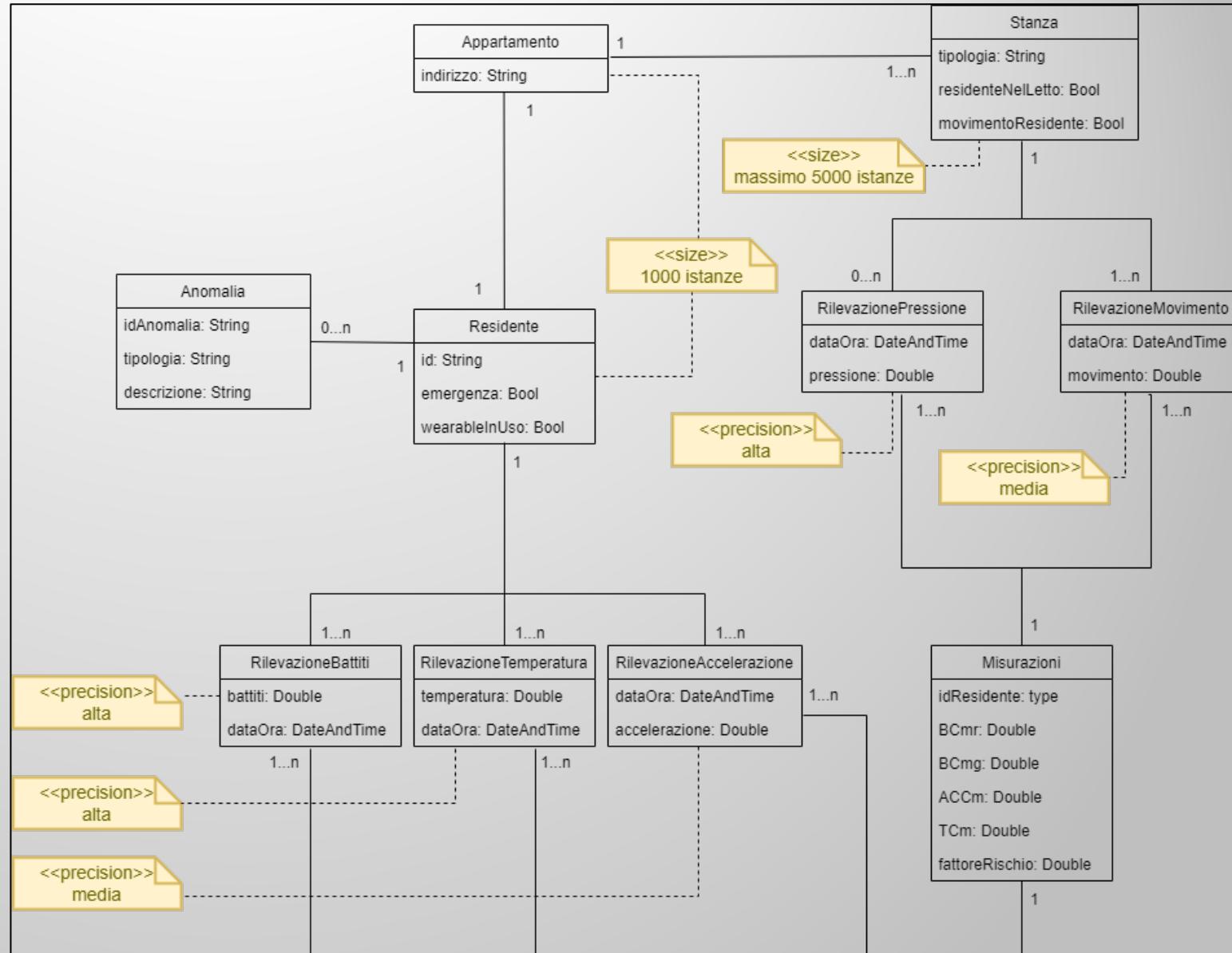
Diagramma dei Casi d'Uso

- Il caso d'uso *Monitoraggio* include tutti i casi d'uso relativi alle rilevazioni dei sensori perché, prima di poter eseguire un controllo, è obbligatoriamente necessario acquisire i dati;
- Il caso d'uso *Monitoraggio* estende il caso d'uso *Notifica Emergenza*, non lo include, perché non è detto che il residente sia sempre in emergenza;
- Tutti i casi d'uso per la rilevazioni di dati includono il loro *salvataggio*, necessario per il calcolo dello *storico*;
- Il *Sistema Audio* può essere attivato dai *Caretaker* per comunicare in modo bidirezionale con il *Residente*.



Modello dei Dati

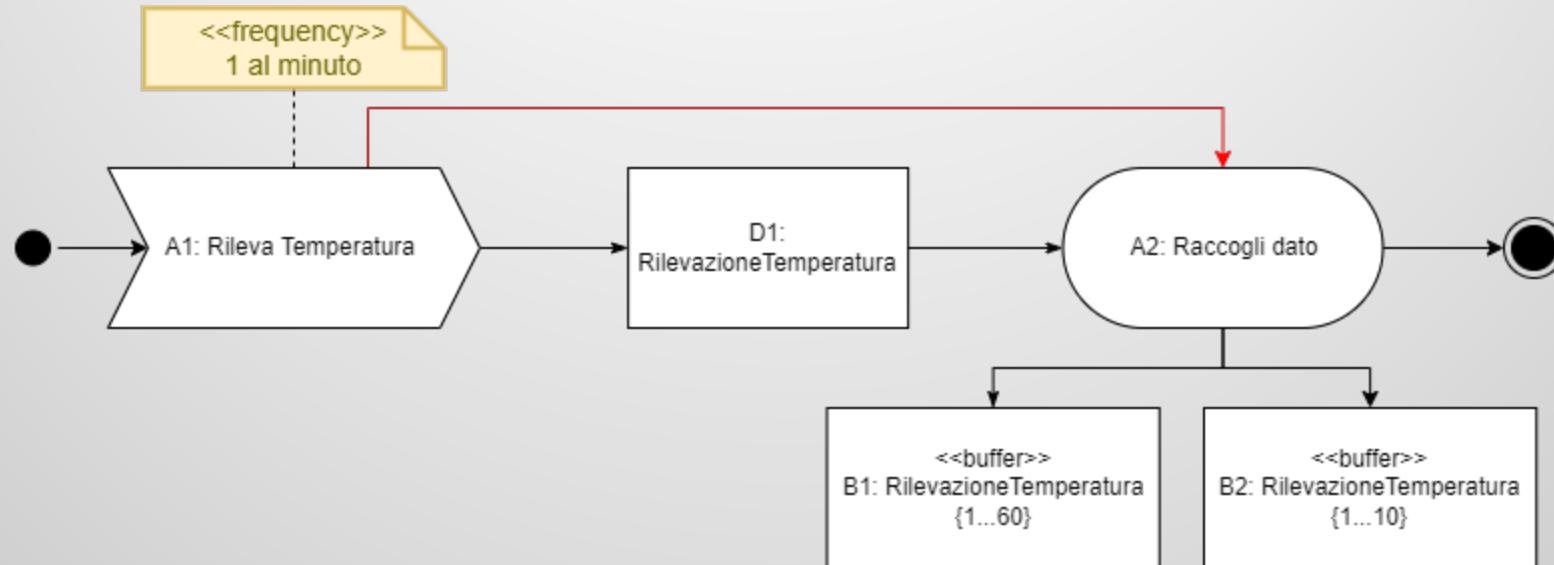
- La *precision* è stimata *media* per le rilevazioni delle accelerazioni tramite smartwatch, e per le rilevazioni dei movimenti tramite sensore ambientale, perché si ha la necessità di campionarle ad alta frequenza, quindi si possono accettare anche valori più rumorosi;
- La *precision* è stimata *alta* per tutte le altre rilevazioni perché, per loro natura, non ha senso campionarle ad alta frequenza, quindi, per risparmio di banda, si è deciso di acquisirle meno frequentemente, ma con precisione maggiore;



Problem Architecture

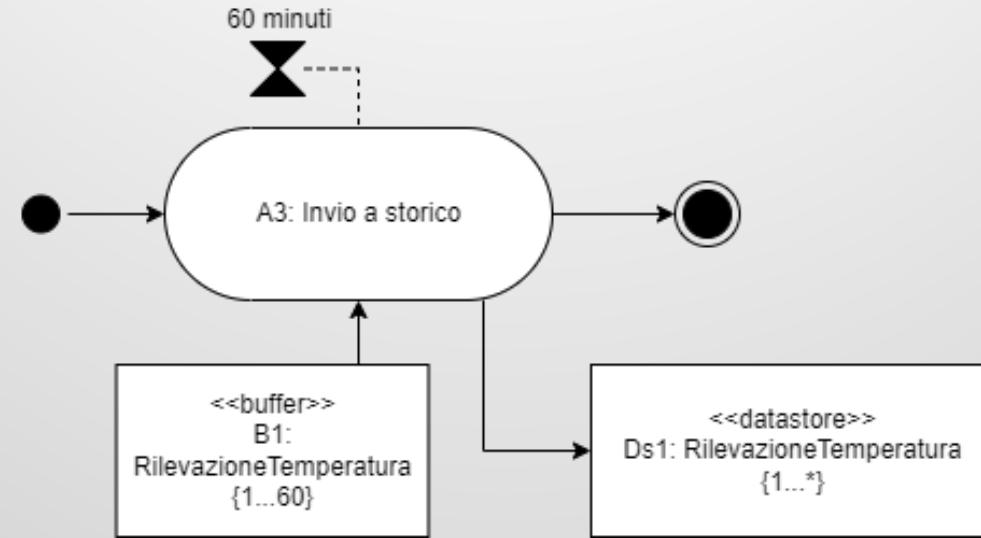
Activity Diagrams

Diag1 – Acquisizione Temperatura



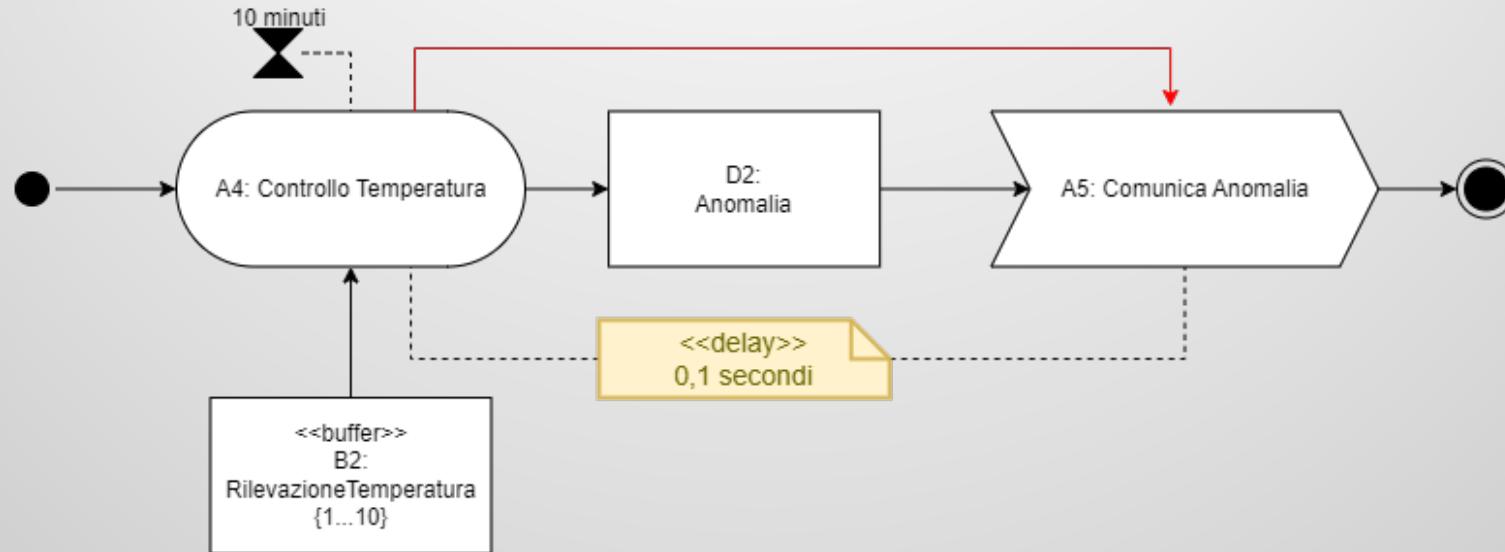
- Per ogni sensore è stato definito un diagramma delle attività per l'acquisizione della singola rilevazione;
- Ogni diagramma presenta una frequenza di attivazione diversa, dipendente dal tipo di dato acquisito;
- Ogni rilevazione viene inserita su due buffer, uno utilizzato per la trasmissione dei dati allo storico, e uno per il controllo di eventuali anomalie;

Diag2 – Invio Temperatura



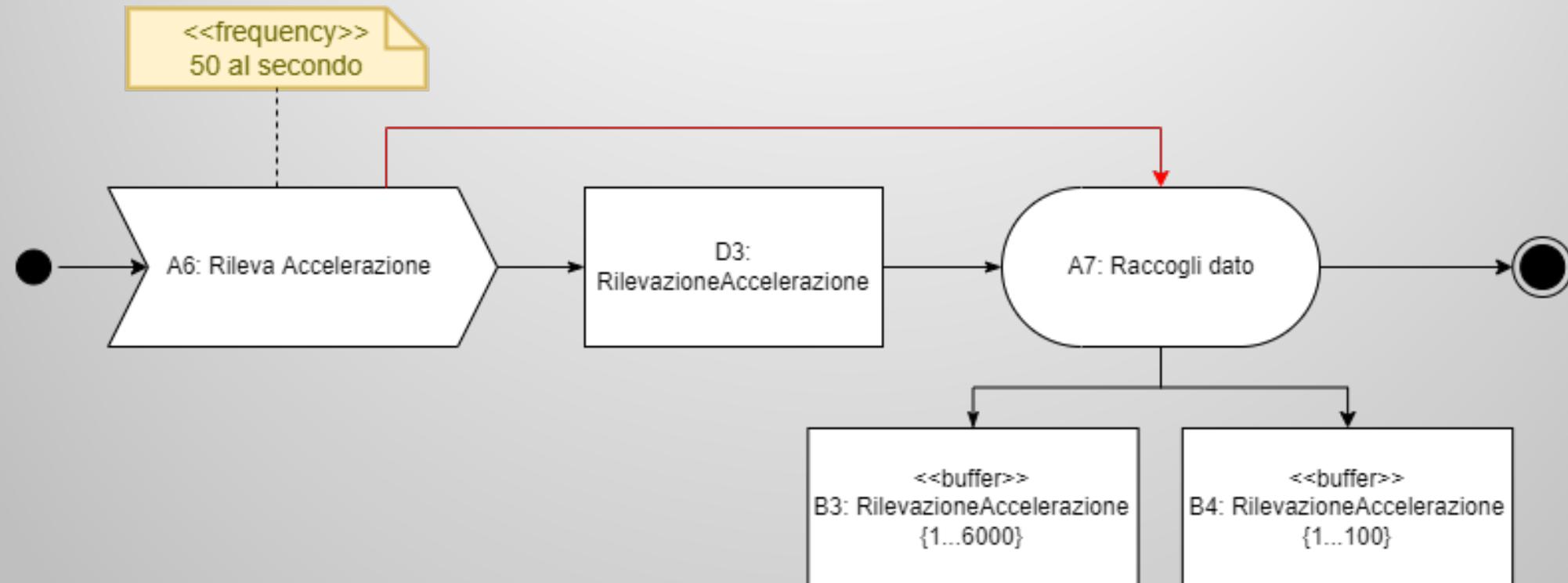
- Per ogni sensore è stato definito un diagramma delle attività per la trasmissione periodica allo storico del chunk corrente di rilevazioni;
- Ogni diagramma presenta frequenza di attivazione diversa, dipendente dalla frequenza di campionamento del sensore, e dalla dimensione scelta per il chunck da inviare;
- Si è deciso di agire in questo modo per evitare una costante scrittura su datastore.

Diag3 – Controllo Temperatura

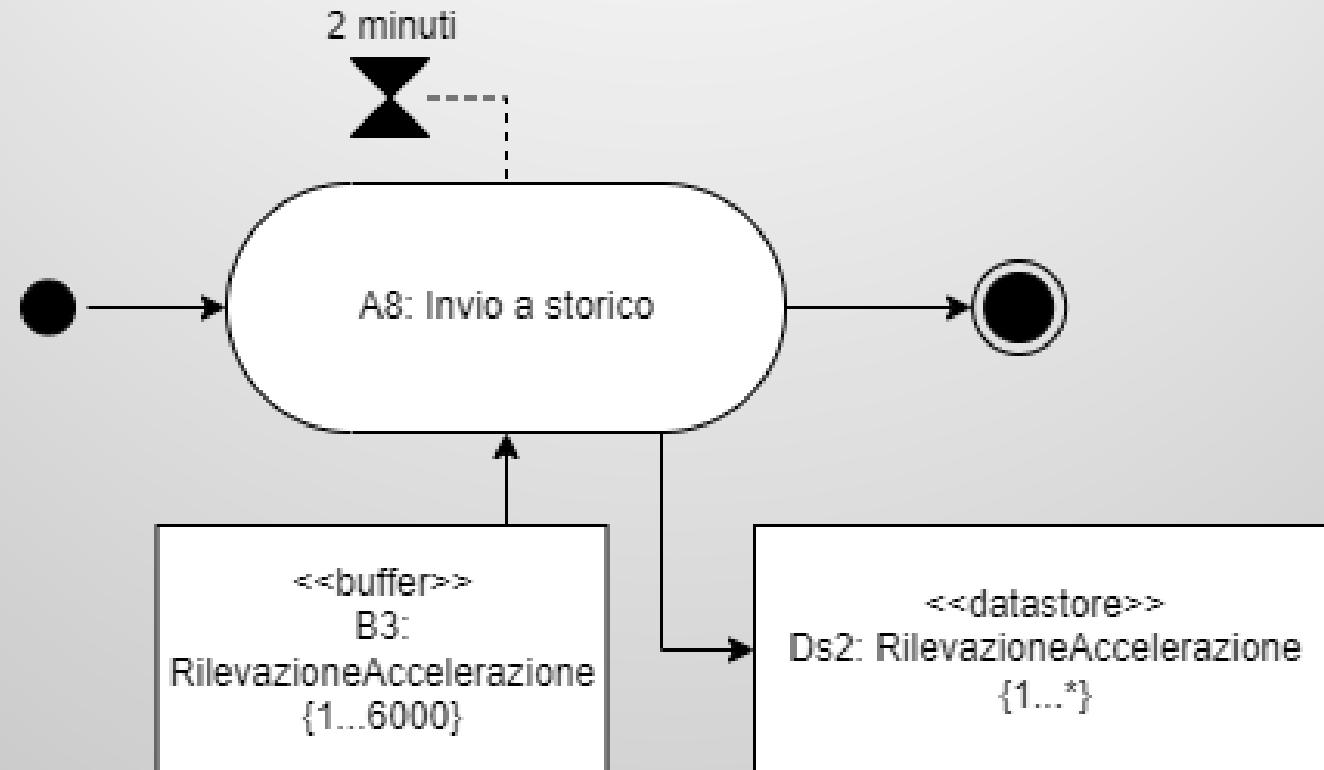


- Per ogni sensore è stato definito un diagramma delle attività per il controllo delle ultime rilevazioni campionate, e la verifica della presenza o meno di una anomalia;
- Ogni diagramma presenta frequenza di attivazione diversa, dipendente dalla frequenza di campionamento del sensore, e dalla dimensione scelta per il buffer di rilevazioni da controllare.

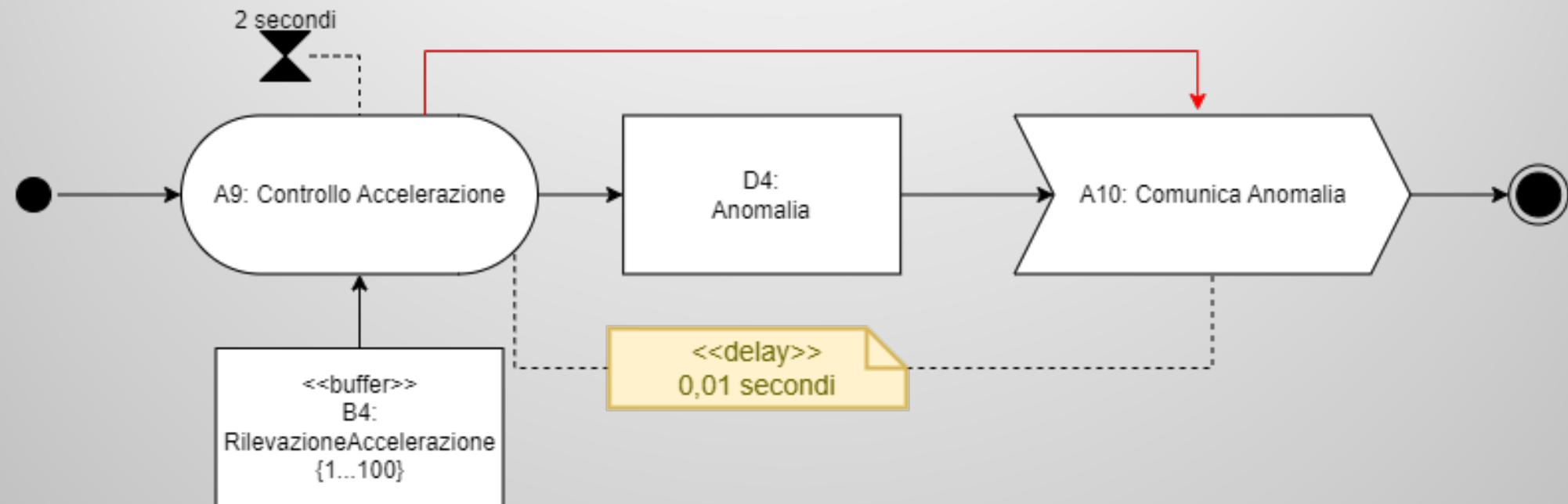
Diag4 – Acquisizione Accelerazione



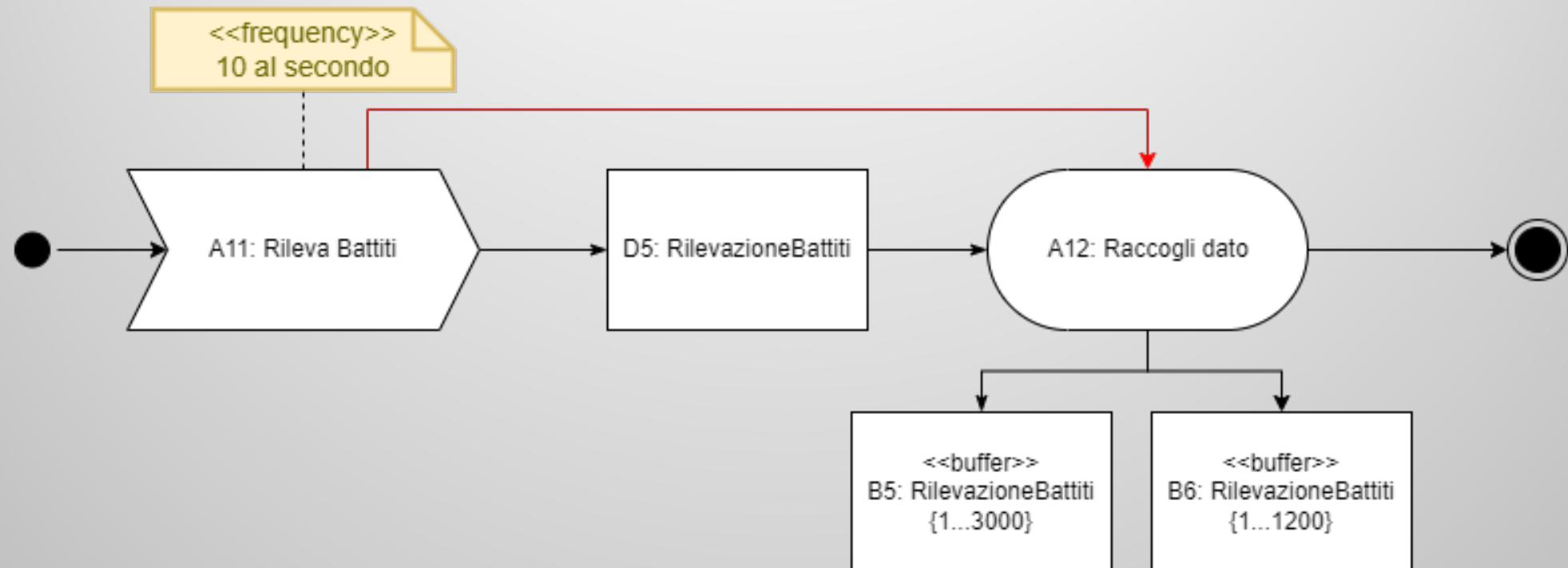
Diag5 – Invio Accelerazione



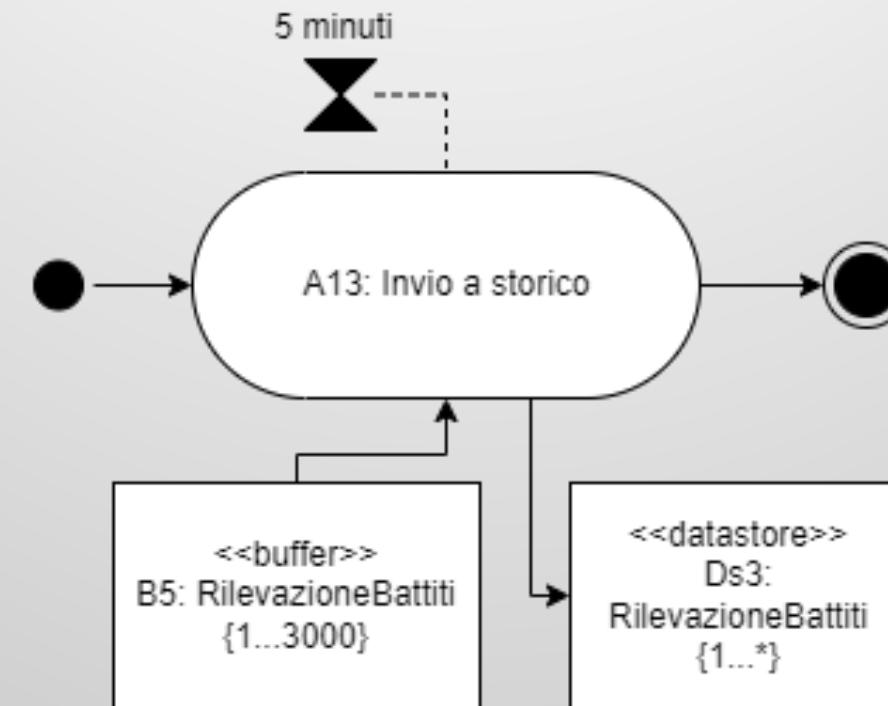
Diag6 – Controllo Accelerazione



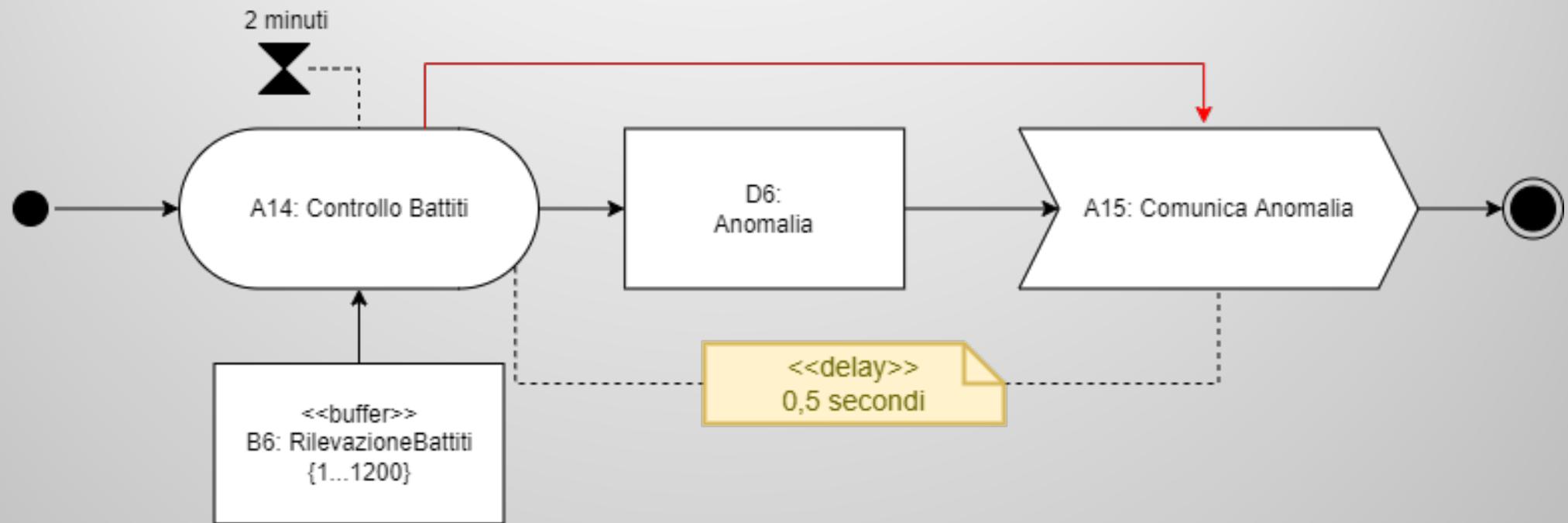
Diag7 - Acquisizione Battiti



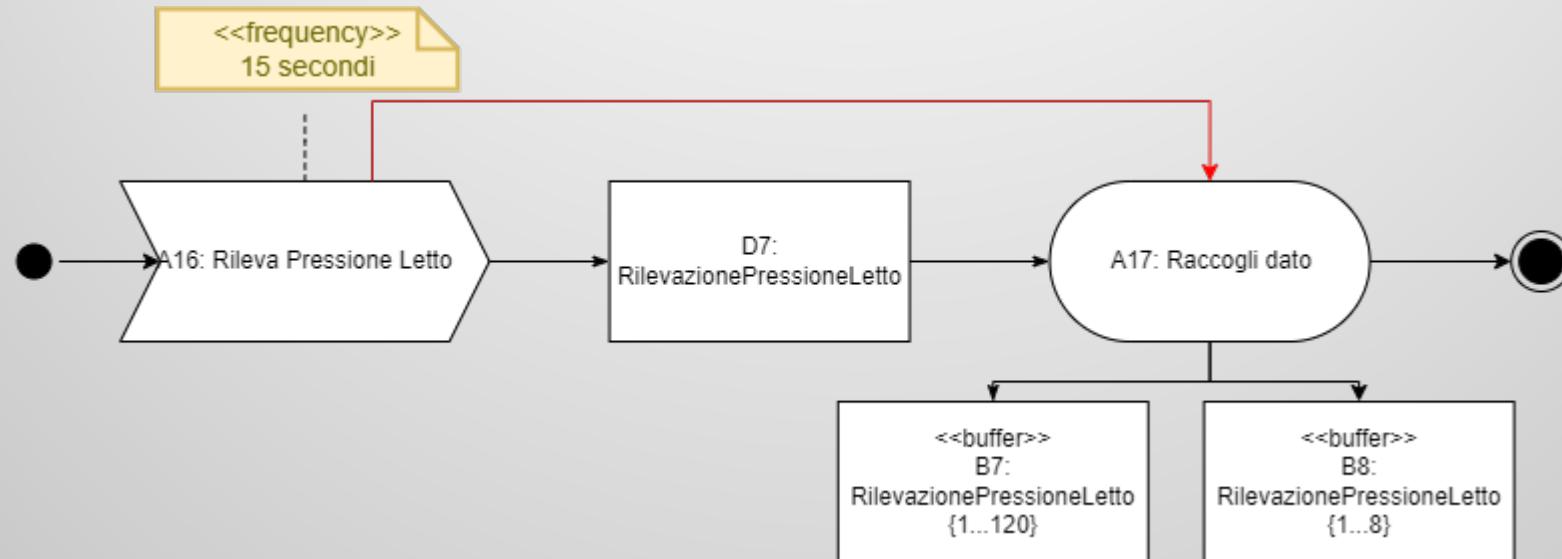
Diag8 - Invio Battiti



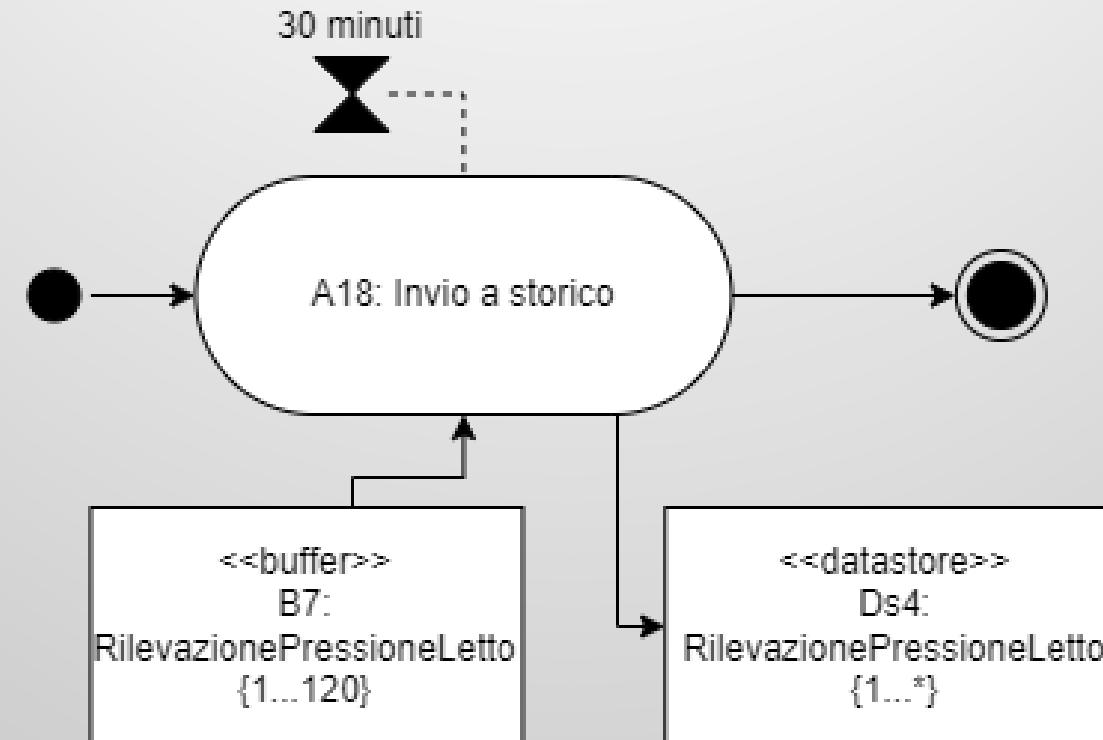
Diag9 - Controllo Battiti



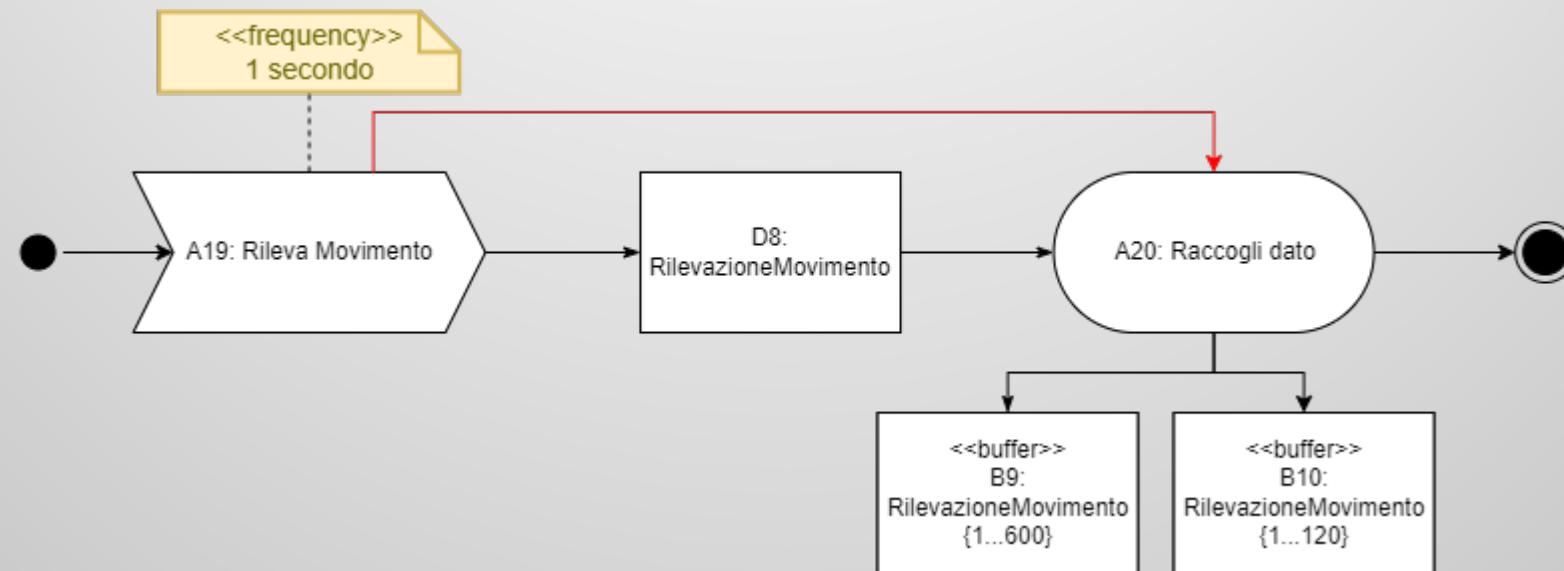
Diag10 - Acquisizione Pressione



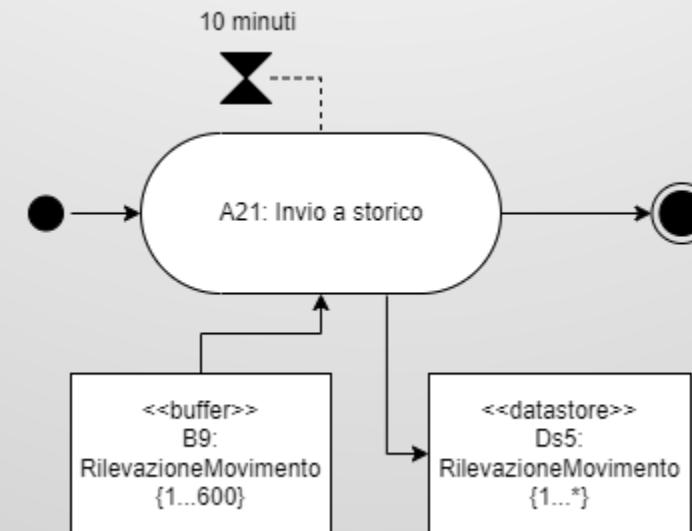
Diag11 - Invio Pressione



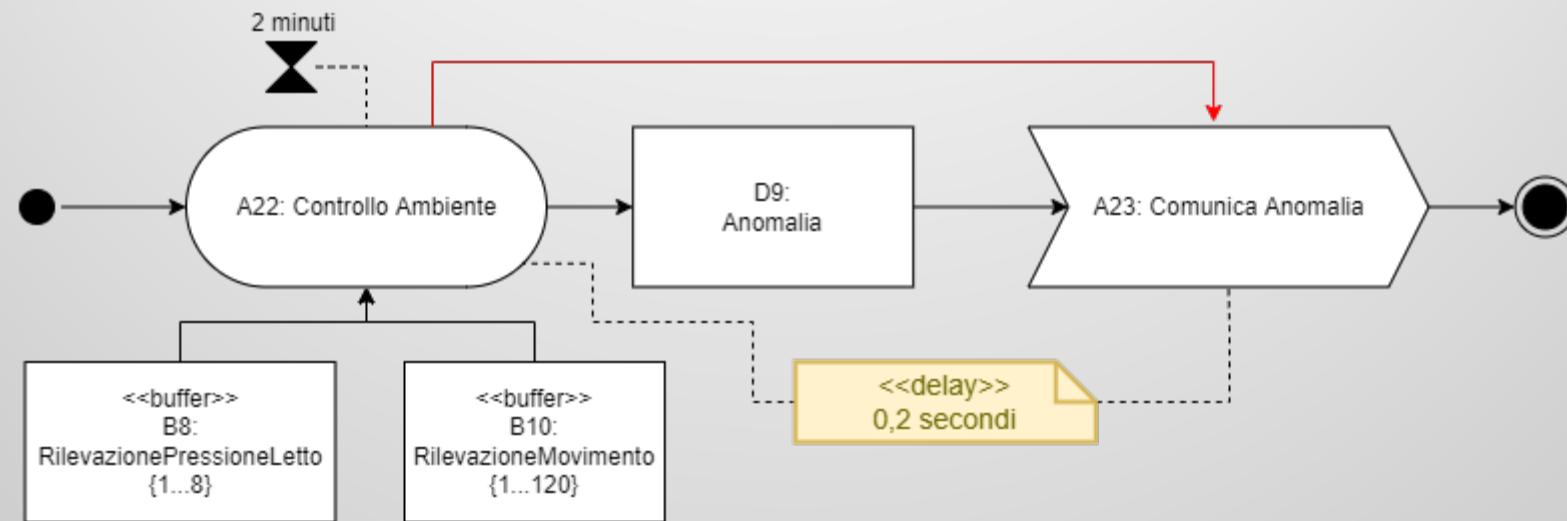
Diag12 - Acquisizione Movimento



Diag13 - Invio Movimento



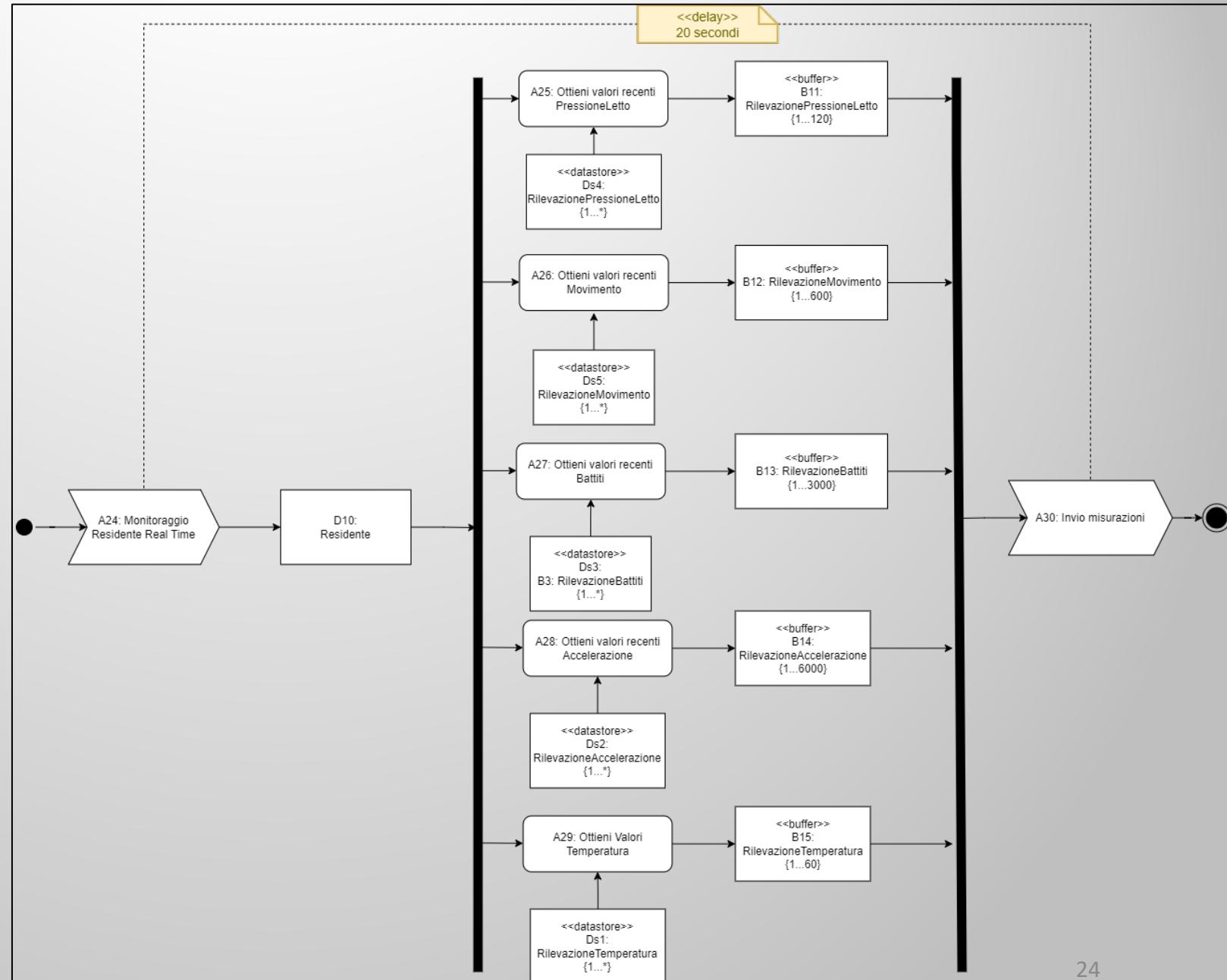
Diag14 - Controllo Ambiente



Diag15

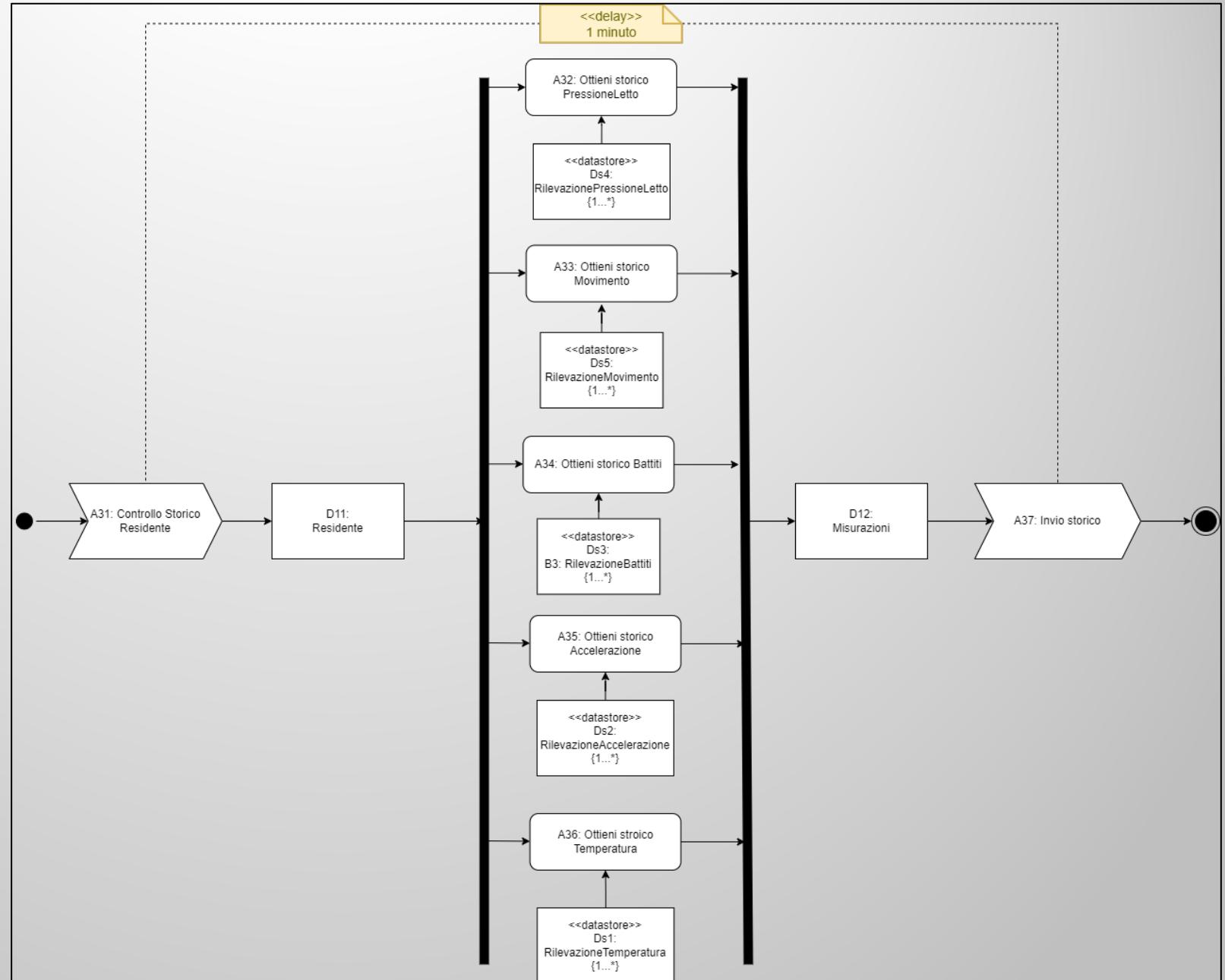
- Monitoraggio

- Per il monitoraggio in tempo reale del residente, vengono recuperati (in parallelo) dai diversi datastore solamente gli ultimi valori acquisiti;

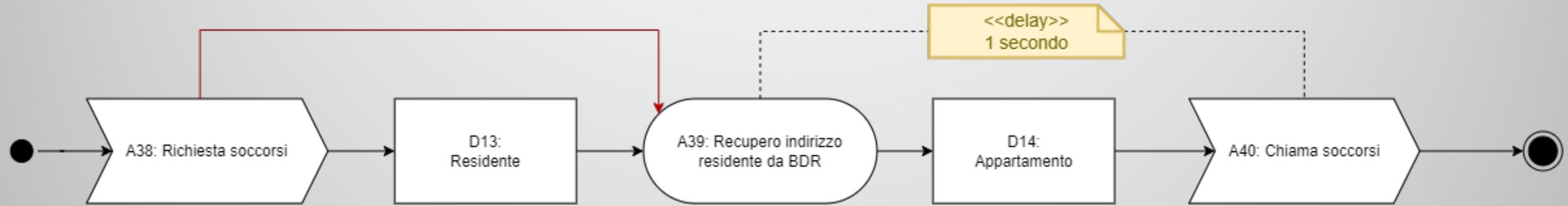


Diag16 - Storico

- Nel caso sia richiesto lo storico, vengono recuperati (in parallelo) dai diversi datastore TUTTI i valori acquisiti;

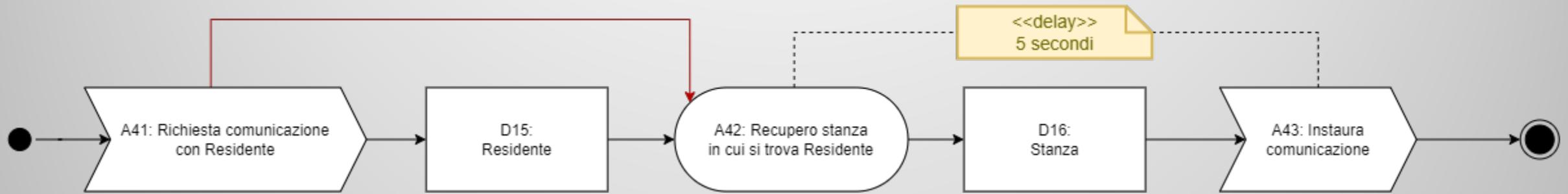


Diag17 - Soccorsi



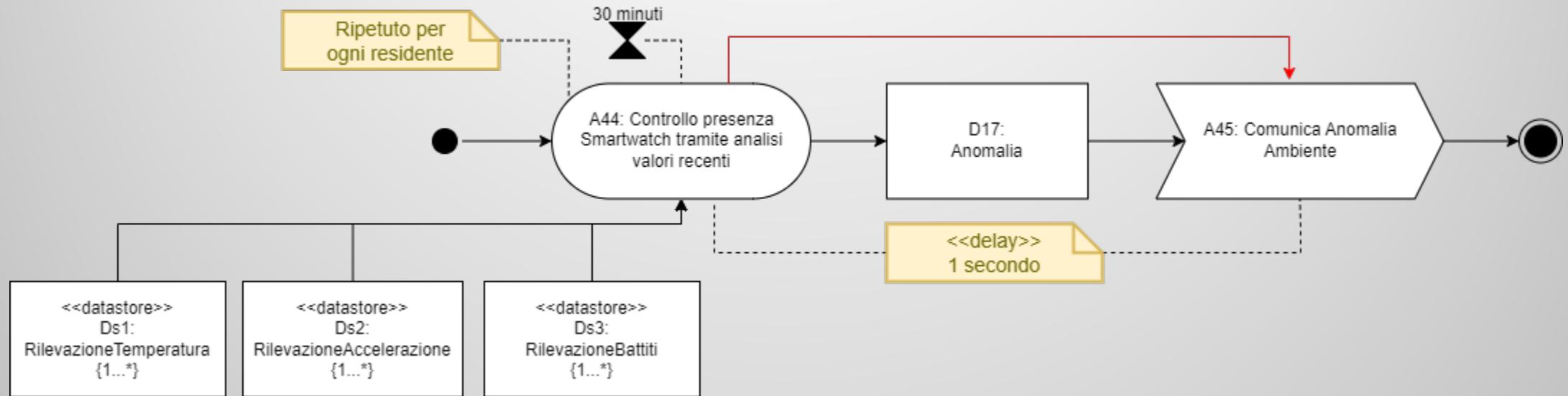
- Alla ricezione di una richiesta di soccorsi per un certo residente, si ottiene, interpellando la BDR, l'indirizzo del suo appartamento, in modo da comunicarlo al SPS per una azione tempestiva;

Diag18 - Comunicazione



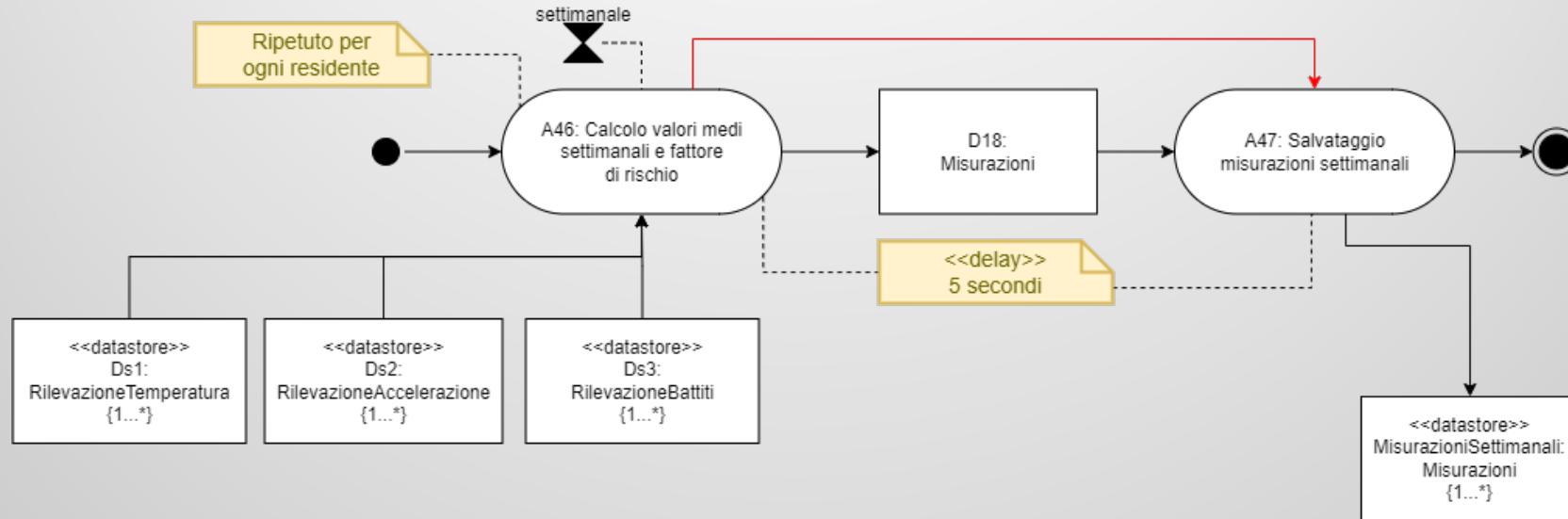
- Alla ricezione di una richiesta di comunicazione con il residente, viene identificata, tramite sensore di movimento, la stanza in cui questo si trova in quel determinato istante, e viene quindi istaurata una comunicazione con il Sistema audio di quella stanza;

Diag19 – Controllo Smartwatch

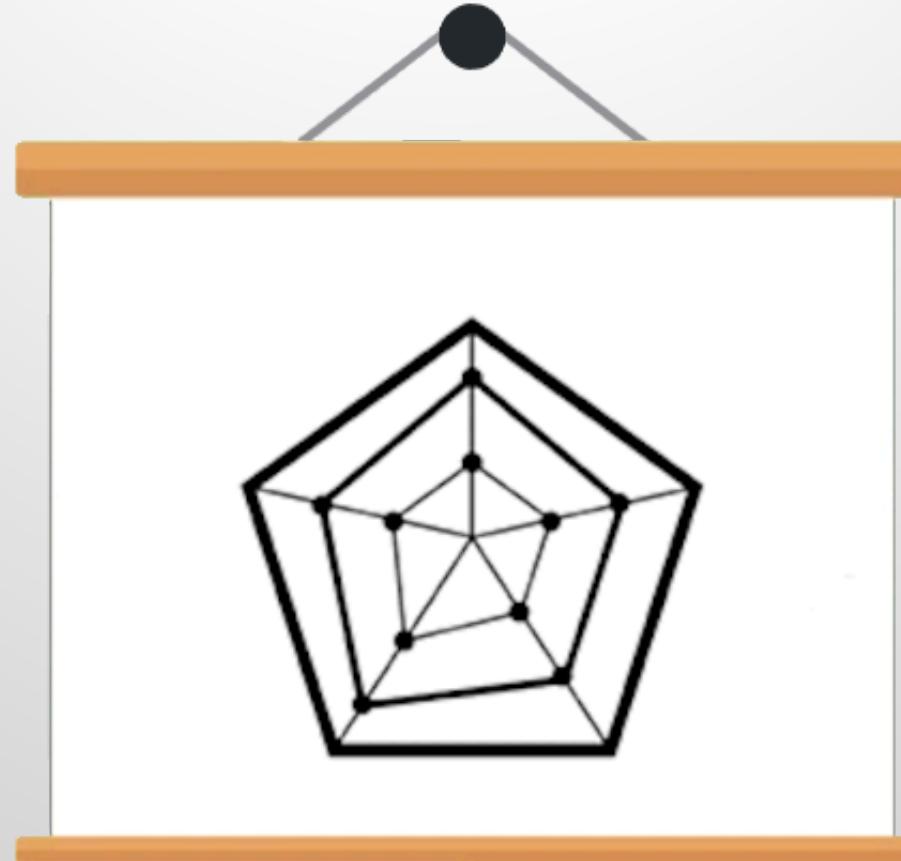


- Ogni 30 minuti viene controllato, per ogni residente, se il suo smartwatch è al polso oppure no. Per fare ciò vengono considerate le rilevazioni più recenti provenienti dai sensori wearable;
- Ogni controllo richiede al più 1 secondo, quindi un totale di 1000 secondi per controllare tutti i residenti. Si noti che la frequenza di attivazione (30 minuti) è stata scelta in modo da essere maggiore rispetto a $1000 \text{ sec} \cong 16,6 \text{ minuti}$;

Diag20 – Calcolo Valori Medi



- Su base settimanale, per ogni residente vengono calcolati i valori medi per le rilevazioni ottenute dai sensori wearable;
- Come delay per il calcolo di queste misurazioni si è scelto un valore abbastanza alto, visto che vengono eseguite molto di rado;



Logical Architecture

Panoramica

- Per ogni diagramma di attività è stata stimata la sua complessità (alta, media o bassa), la sua frequenza di attivazione su base oraria, e il suo tempo di esecuzione, in modo da avere a portata di mano una loro panoramica, e semplificarne la divisione in componenti;

Diagramma Attività	Complessità	Frequenza (/h)	Delay (secondi)
Diag1 - Acquisizione Temperatura	bassa	60	0
Diag2 - Invio Temperatura	bassa	1	0
Diag3 - Controllo Temperatura	media	6	0,1
Diag4 - Acquisizione Accelerazione	bassa	180.000	0
Diag5 - Invio Accelerazione	bassa	30	0
Diag6 - Controllo Accelerazione	media	1.800	0,01
Diag7 - Acquisizione Battiti	bassa	36.000	0
Diag8 - Invio Battiti	bassa	12	0
Diag9 - Controllo Battiti	media	30	0,5
Diag10 - Acquisizione Pressione	bassa	240	0
Diag11 - Invio Pressione	bassa	2	0
Diag12 - Acquisizione Movimento	bassa	3600	0
Diag13 - Invio Movimento	bassa	6	0
Diag14 - Controllo Ambiente	media	30	0,2
Diag15 - Monitoraggio	bassa	su richiesta	20
Diag16 - Controllo Storico	bassa	su richiesta	60
Diag17 - Soccorsi	media	su richiesta	1
Diag18 – Comunicazione	media	su richiesta	5
Diag19 – Controllo Smartwatch	media	2	1000
Diag20 – Calcolo Valori Medi	bassa	settimanale	5000

Partizionamento Data-Type Driven

Diagramma Attività	Complessità	Frequenza (/h)	Delay (secondi)
Diag1 - Acquisizione Temperatura	bassa	60	0
Diag2 - Invio Temperatura	bassa	1	0
Diag3 - Controllo Temperatura	media	6	0,1
Diag4 - Acquisizione Accelerazione	bassa	180.000	0
Diag5 - Invio Accelerazione	bassa	30	0
Diag6 - Controllo Accelerazione	media	1.800	0,01
Diag7 - Acquisizione Battiti	bassa	36.000	0
Diag8 - Invio Battiti	bassa	12	0
Diag9 - Controllo Battiti	media	30	0,5
Diag10 - Acquisizione Pressione	bassa	240	0
Diag11 - Invio Pressione	bassa	2	0
Diag12 - Acquisizione Movimento	bassa	3600	0
Diag13 - Invio Movimento	bassa	6	0
Diag14 - Controllo Ambiente	media	30	0,2
Diag15 - Monitoraggio	bassa	su richiesta	20
Diag16 - Controllo Storico	bassa	su richiesta	60
Diag17 - Soccorsi	media	su richiesta	1
Diag18 – Comunicazione	media	su richiesta	5
Diag19 – Controllo Smartwatch	media	2	1000
Diag20 – Calcolo Valori Medi	bassa	settimanale	5000

- **Gestore Temperatura:** gestione di acquisizione, invio e controllo della temperatura del residente;
- **Gestore Accelerazione:** gestione di acquisizione, invio e controllo dell'accelerazione del residente;
- **Gestore Battiti:** gestione di acquisizione, invio e controllo dei battiti del residente;
- **Gestore Ambientale:** gestione di acquisizione, invio e controllo della pressione nel letto, e del movimento nella stanza;
- **Gestore Interazione Utente:** gestione delle richieste dei caretakers;
- **Gestore Smartwatch:** gestione di tutti i sensori wearable;

Stime Dimensioni - Data-Type Driven

Tipologia	Indicatore	Dimensione	Valore [0, 100]	Commento
Strutturali	Spread	Complessità	30	Il valore di complessità stimato è relativamente basso, visto che non si hanno singoli componenti troppo complessi.
		Frequenza	50	Il valore di frequenza stimato è medio perché si hanno sia componenti con frequenza di attivazione alta (come per l'acquisizione dell'accelerazione oppure dei battiti) che componenti con frequenza di attivazione bassa, come ad esempio tutti i componenti per l'invio dei dati.
		Delay	40	Il valore di delay stimato è relativamente basso perché la maggior parte dei componenti contiene attività con tempo di esecuzione molto basso, e sono poche le attività con tempo di esecuzione più alto, ad esempio il controllo dello storico.
		Astrazione	30	Il valore di astrazione stimato è abbastanza basso perché i componenti definiti si mappano bene sugli elementi del dominio applicativo, infatti abbiamo un componente per la gestione di ogni aspetto considerato della vita del residente.
		Location	30	Il valore di location stimato è abbastanza basso perché si ipotizza la vicinanza fisica dei componenti di gestione dei dati con il residente, mentre il componente di gestione dell'interazione con gli utenti lo si ipotizza più dislocato.
Dinamiche	Interferenza	Intra Flow	20	Il valore di intra flow stimato è molto basso perché i diversi componenti non comunicano direttamente tra loro, ma si scambiano solo dati tramite i datastore.
		Extra Flow	60	Il valore di extra flow è relativamente alto perché ogni componente prevede l'interazione con un elemento del mondo esterno, che sia un sensore o un utente.
		Sharing	80	Il valore di Sharing è molto alto perché i componenti utilizzano per l'interazione solo ed unicamente i dati presenti nei datastore.
		Control Flow	20	Il valore di control flow è molto basso perché i componenti presentano attivazioni temporizzate, oppure su stimolo dell'utente esterno, quindi non si hanno componenti attivati da altri componenti.

Partizionamento Functionality Driven

Diagramma Attività	Complessità	Frequenza (/h)	Delay (secondi)
Diag1 - Acquisizione Temperatura	bassa	60	0
Diag2 - Invio Temperatura	bassa	1	0
Diag3 - Controllo Temperatura	media	6	0,1
Diag4 - Acquisizione Accelerazione	bassa	180.000	0
Diag5 - Invio Accelerazione	bassa	30	0
Diag6 - Controllo Accelerazione	media	1.800	0,01
Diag7 - Acquisizione Battiti	bassa	36.000	0
Diag8 - Invio Battiti	bassa	12	0
Diag9 - Controllo Battiti	media	30	0,5
Diag10 - Acquisizione Pressione	bassa	240	0
Diag11 - Invio Pressione	bassa	2	0
Diag12 - Acquisizione Movimento	bassa	3600	0
Diag13 - Invio Movimento	bassa	6	0
Diag14 - Controllo Ambiente	media	30	0,2
Diag15 - Monitoraggio	bassa	su richiesta	20
Diag16 - Controllo Storico	bassa	su richiesta	60
Diag17 - Soccorsi	media	su richiesta	1
Diag18 – Comunicazione	media	su richiesta	5
Diag19 – Controllo Smartwatch	media	2	1000
Diag20 – Calcolo Valori Medi	bassa	settimanale	5000

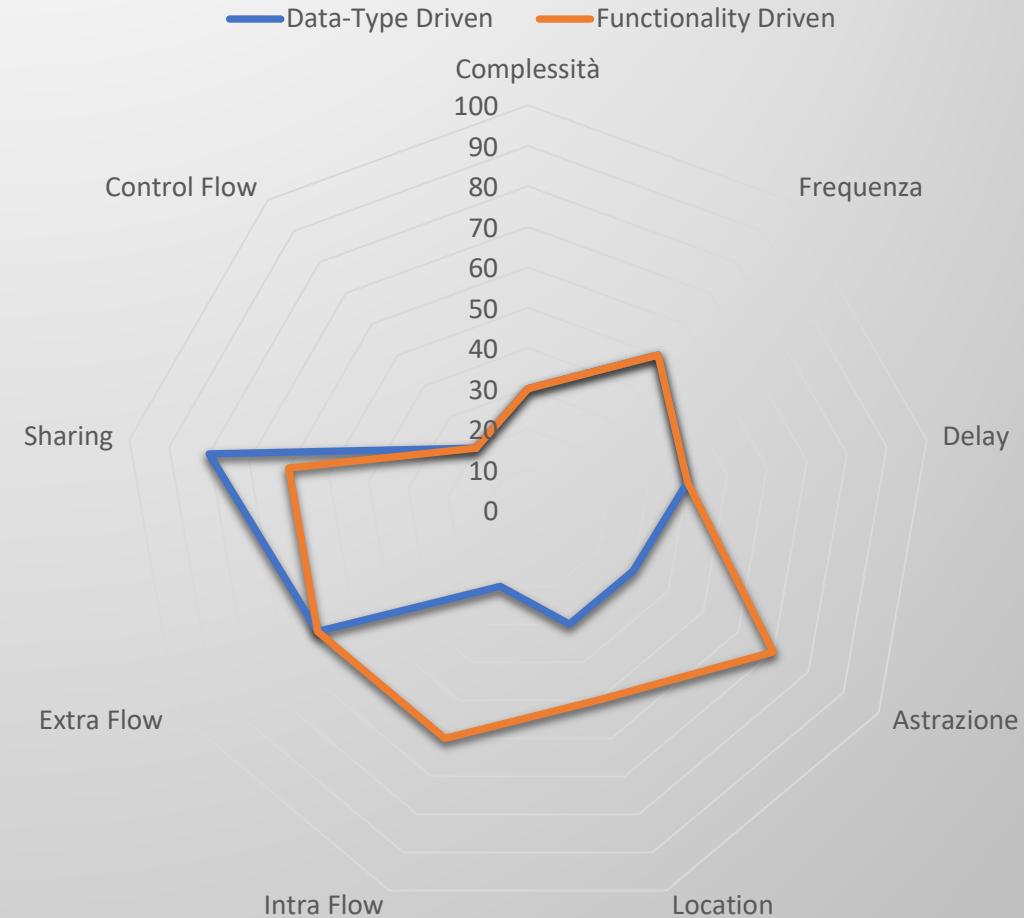
- **Gestore Acquisizioni:** gestione dell'acquisizione dei dati;
- **Gestore Trasmissione:** gestione trasmissione dei dati per il calcolo dello storico;
- **Gestore Controllo:** gestione controllo dei dati per l'identificazione di anomalie;
- **Gestore Interazione Utente:** gestione delle richieste dei caretakers;
- **Gestore Smartwatch:** gestione di tutti i sensori wearable;

Stime Dimensioni - Functionality Driven

Tipologia	Indicatore	Dimensione	Valore [0, 100]	Commento
<i>Strutturali</i>	<i>Spread</i>	Complessità	30	Il valore di complessità stimato è relativamente basso, visto che non si hanno singoli componenti troppo complessi.
		Frequenza	50	Il valore di frequenza stimato è medio perché si hanno sia componenti con frequenza di attivazione alta (come per l'acquisizione dell'accelerazione oppure dei battiti) che componenti con frequenza di attivazione bassa, come ad esempio tutti i componenti per l'invio dei dati.
		Delay	40	Il valore di delay stimato è relativamente basso perché la maggior parte dei componenti contiene attività con tempo di esecuzione molto basso, e sono poche le attività con tempo di esecuzione più alto, ad esempio il controllo dello storico.
		Astrazione	70	Il valore di astrazione stimato è abbastanza alto perché i componenti definiti non si mappano direttamente sugli aspetti considerati della vita dell'utente.
		Location	50	Il valore di location è medio perché si ipotizza la disposizione dei componenti per la gestione di tutti i dati non direttamente sul residente (cioè sullo smartwatch), ma su un hub associato alla residenza, mentre, il componente di gestione dell'interazione, come per l'altra divisione, lo si ipotizza più dislocato.
<i>Dinamiche</i>	<i>Interferenza</i>	Intra Flow	60	Il valore di intra flow è abbastanza alto perché i componenti interagiscono tra loro non solo tramite i datastore, ma condividendo anche i buffer.
		Extra Flow	60	Il valore di extra flow è relativamente alto perché ogni componente prevede l'interazione con un elemento del mondo esterno, che sia un sensore o un utente.
		Sharing	60	Il valore di Sharing è relativamente alto perché i componenti utilizzano per l'interazione i datastore, ma non solo, infatti vengono considerati anche i buffer, quindi il valore finale è minore rispetto a quello visto per l'altro tipo di divisione.
		Control Flow	20	Il valore di control flow è molto basso perché i componenti presentano attivazioni o temporizzate, oppure su stimolo dell'utente esterno, quindi non si hanno componenti attivati da altri componenti.

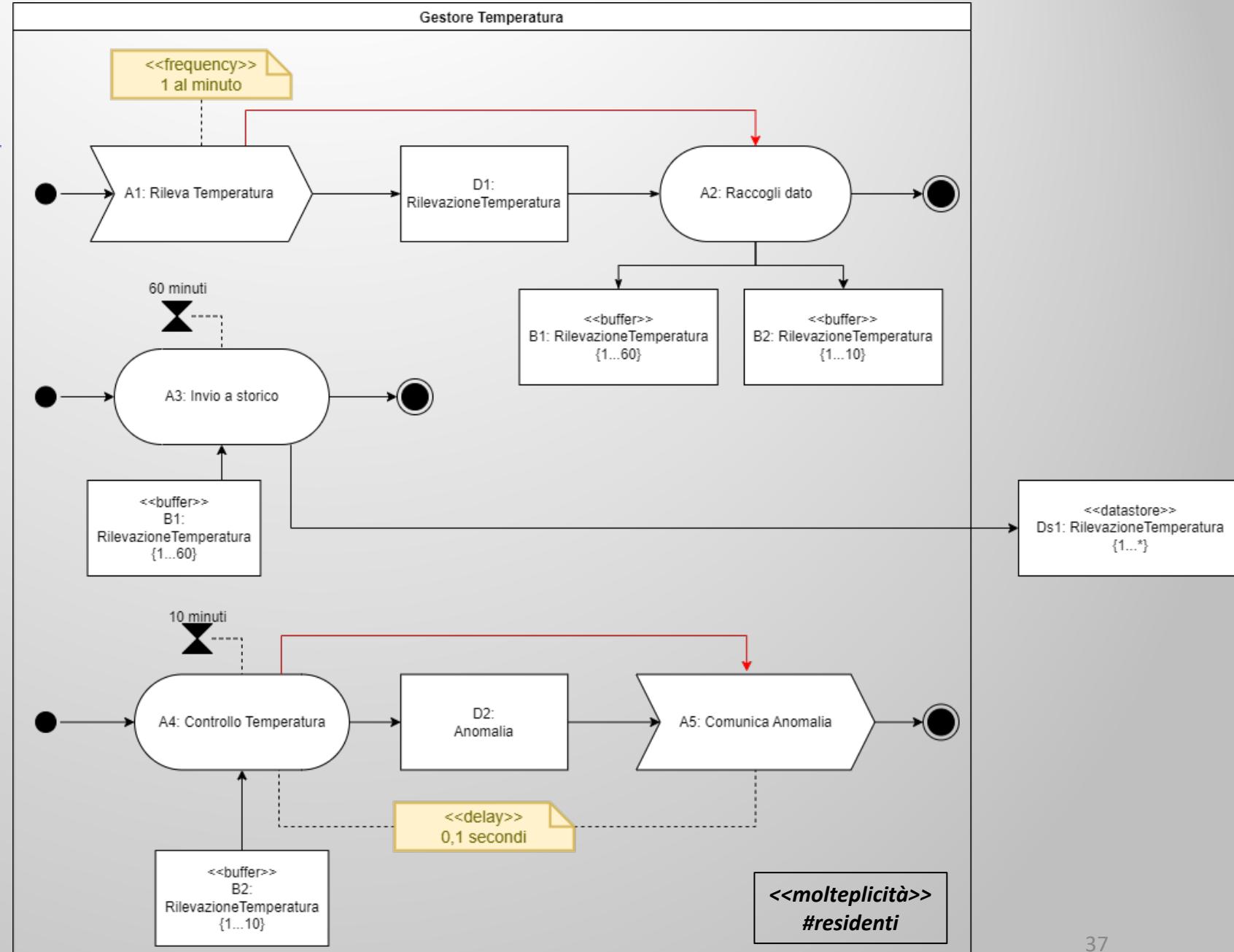
Confronto Footprint

- Analizzando i footprints associati alle due diverse partizioni, possiamo notare come quella *Data-Type Driven* presenti un'area di dimensioni minori rispetto a quella *Functionality Driven*. Per tale motivo si è optato per il partizionamento *Data-Type Driven*;

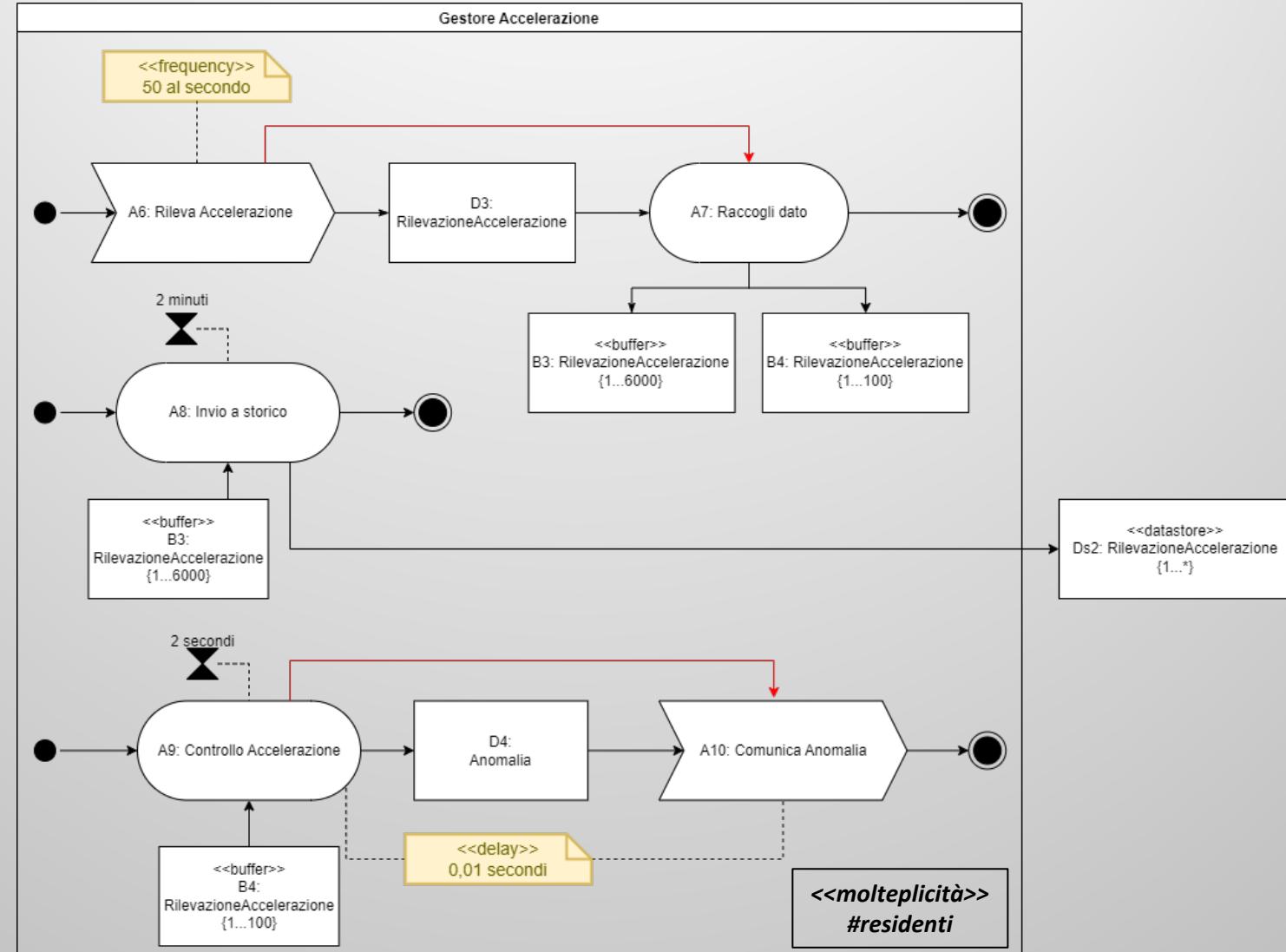


Gestore Temperatura

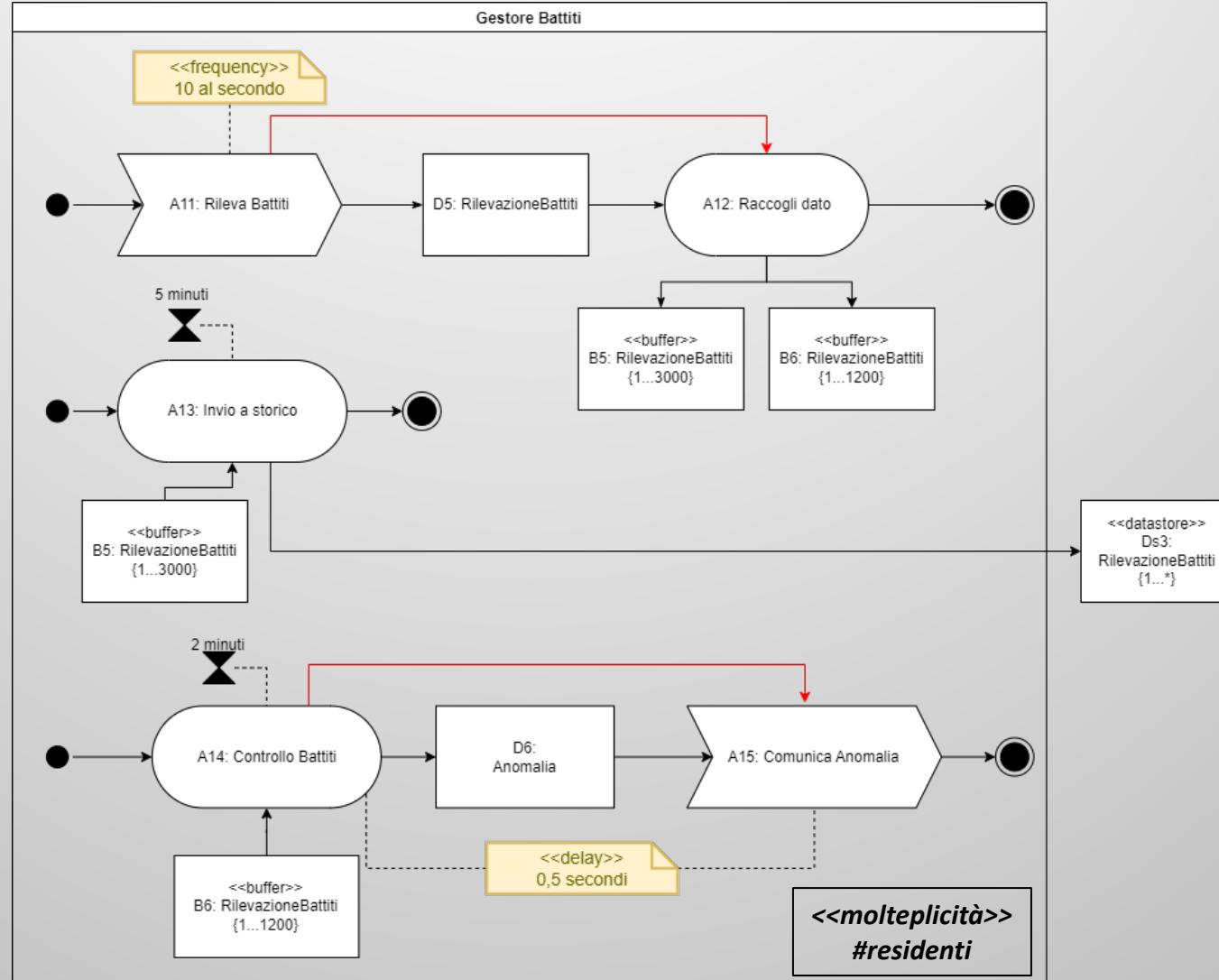
- Il datastore *Ds1*, su cui vengono salvate tutte le rilevazioni di temperatura, è stato posto all'esterno del componente, perché sarà utilizzato anche da altri, come Gestore Smartwatch e Gestore Interazione Utente;
- Si prevede una istanza di questo componente per ogni residente, probabilmente in esecuzione proprio sullo smartwatch;
- Quanto detto sopra, vale anche per i prossimi due componenti;



Gestore Accelerazione

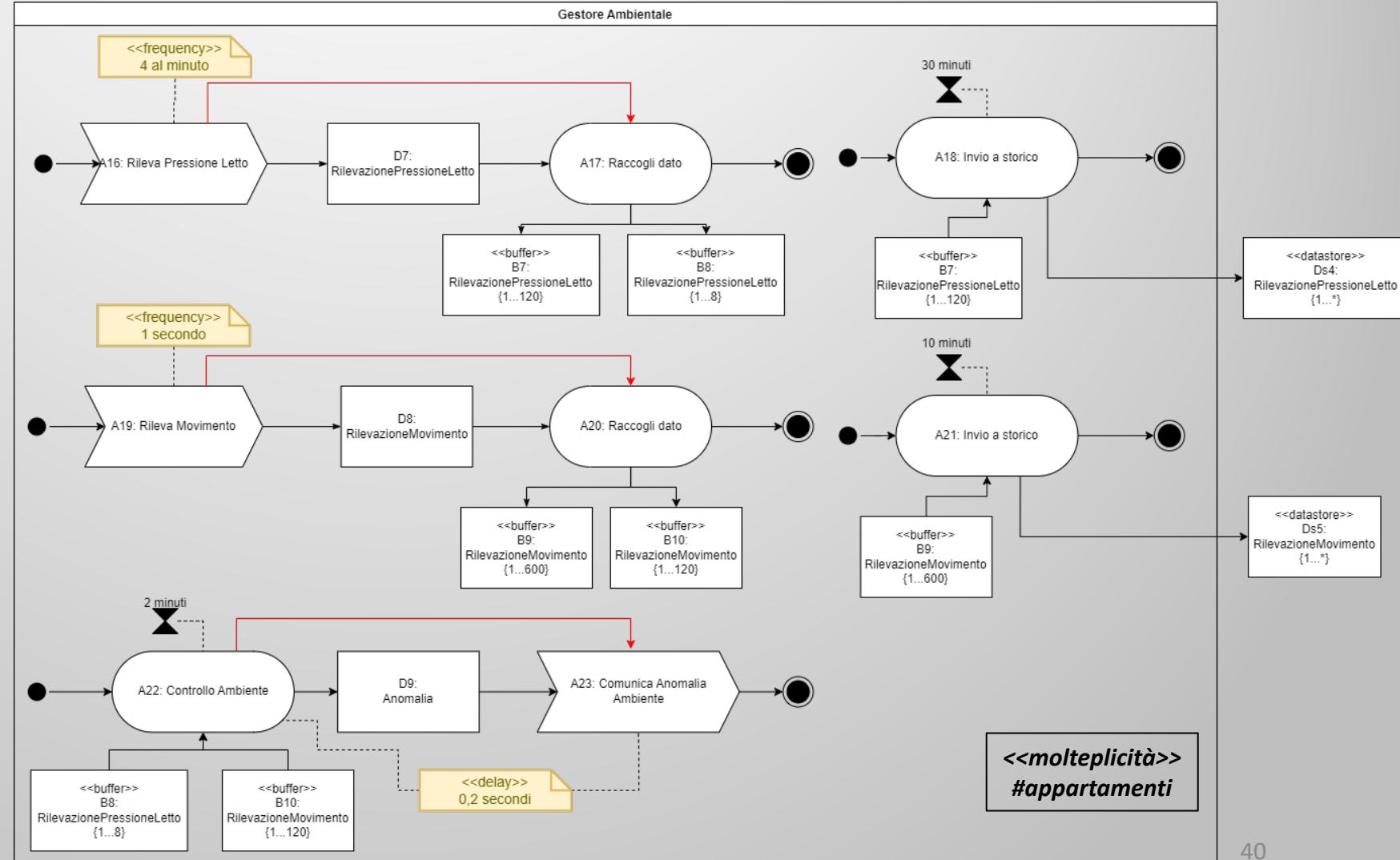


Gestore Battiti



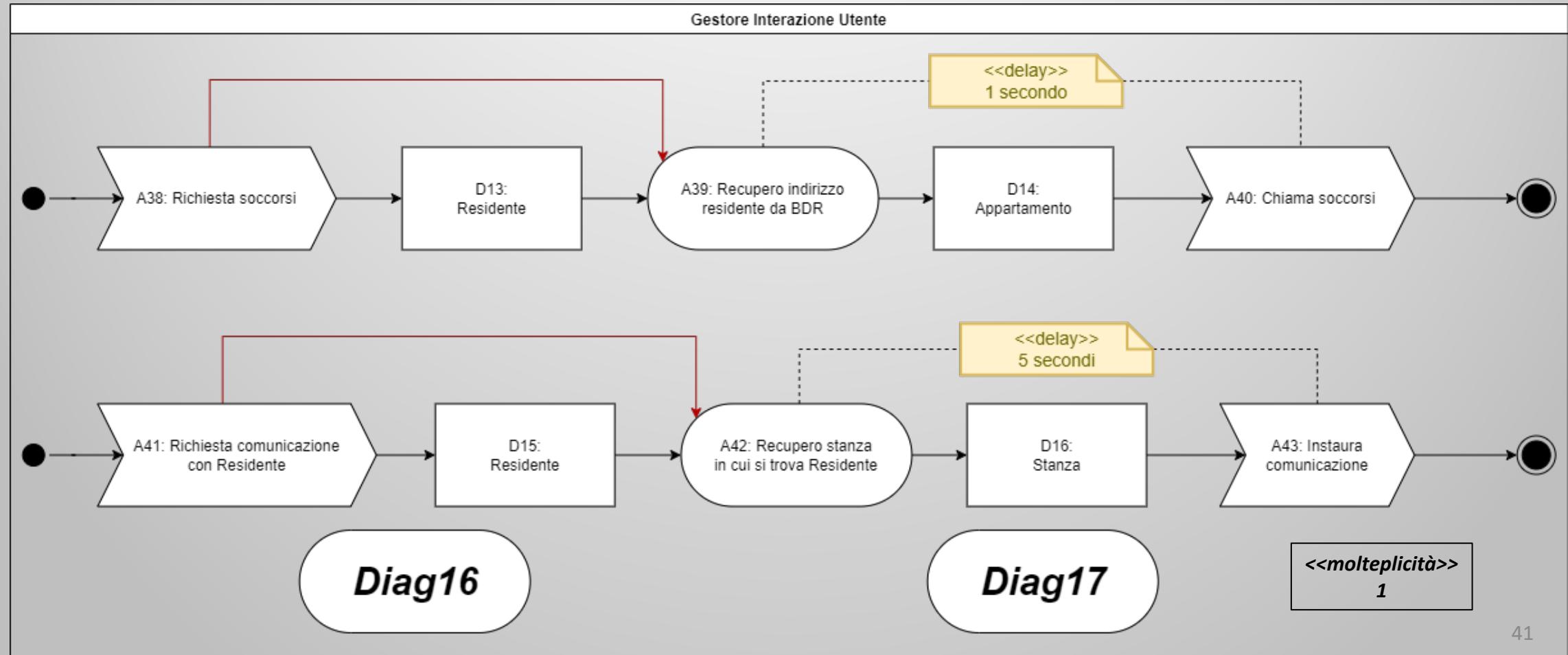
Gestore Ambientale

- Movimento e Pressione* vengono gestiti dallo stesso componente perché, nel caso di rilevazione di movimento in una stanza, bisogna verificare se il residente è nel letto per capire come agire: se si rileva movimento in una stanza, ma il residente è nel letto, allora si ipotizza una incursione in casa, mentre, se non si rileva alcun movimento, e il residente non è nel letto, allora si ipotizza una sua caduta o malanno;
- La molteplicità del componente è pari al numero di appartamenti perché il *Gestore Ambientale* controlla sia il singolo sensore di pressione, che tutti i sensori di movimento presenti nelle varie stanze;

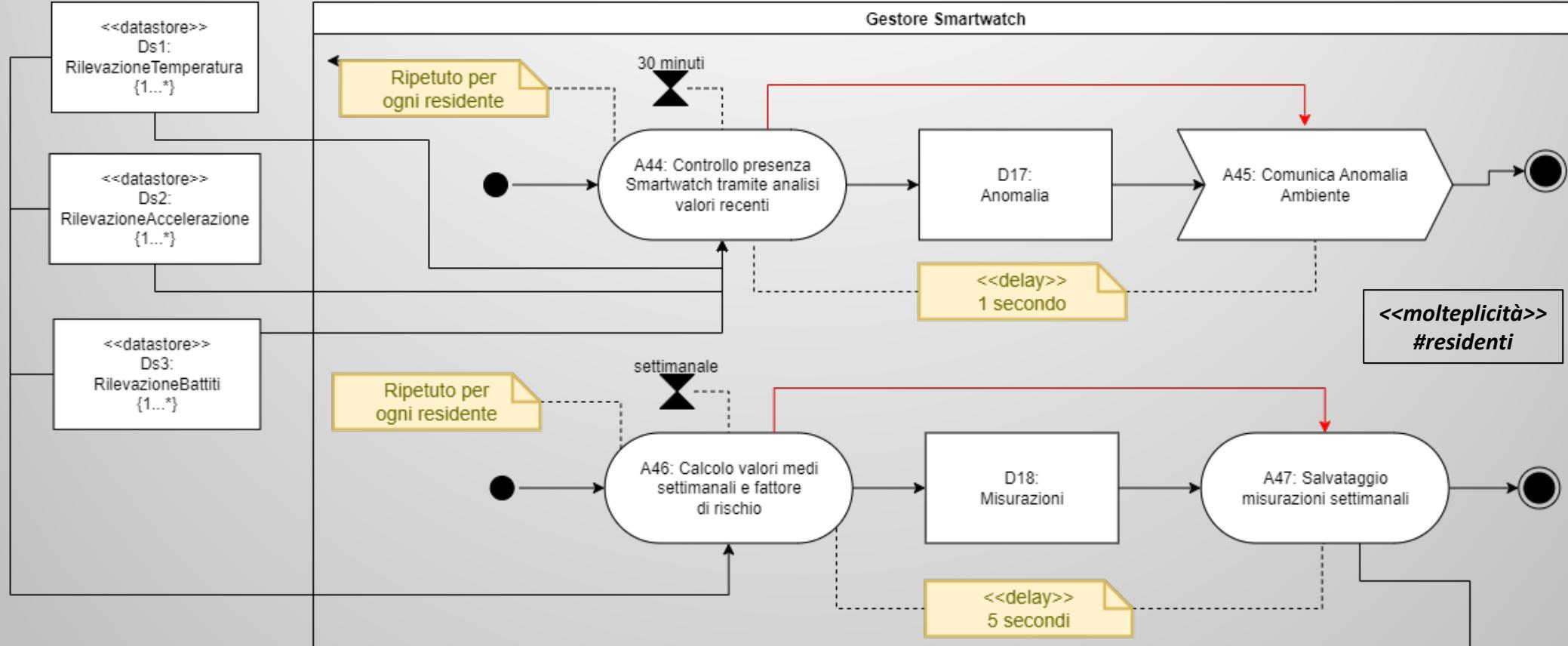


Gestore Interazione Utente

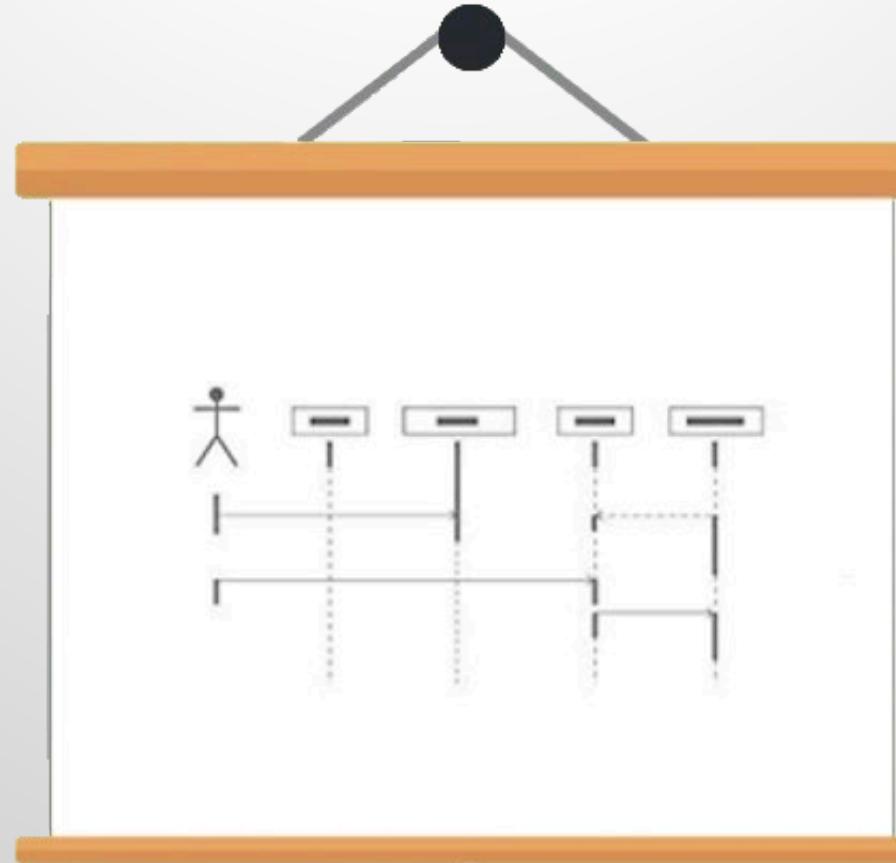
- Si prevede un solo Gestore dell'Interazione con l'Utente, che si occuperà di tutte le possibili richieste;



Gestore Smartwatch



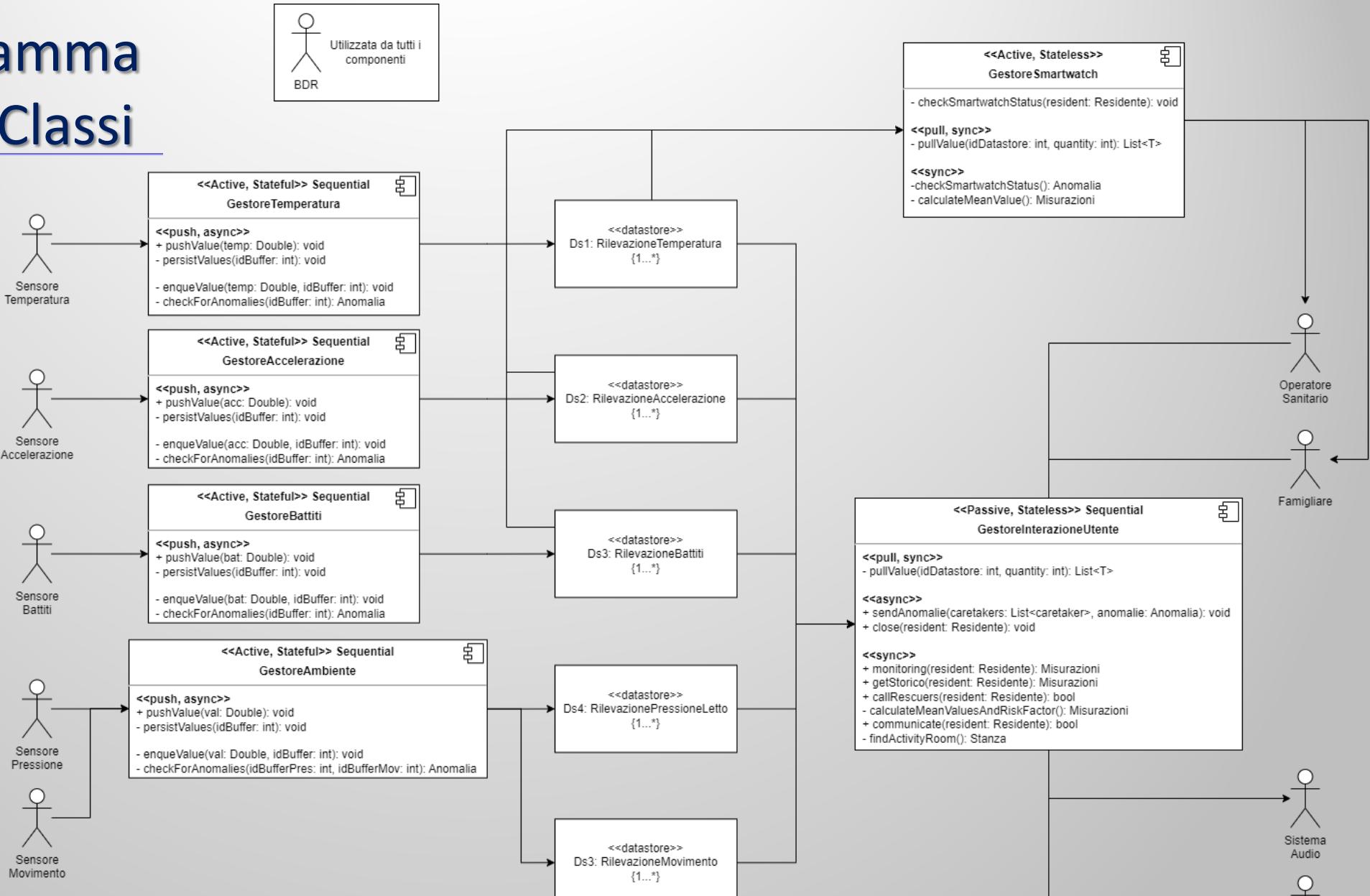
- Il controllo della presenza dello Smartwatch viene fatto considerando solamente le ultime rilevazioni raccolte dai sensori;
- La molteplicità di questo componente è pari al numero di residenti.



Concrete Architecture

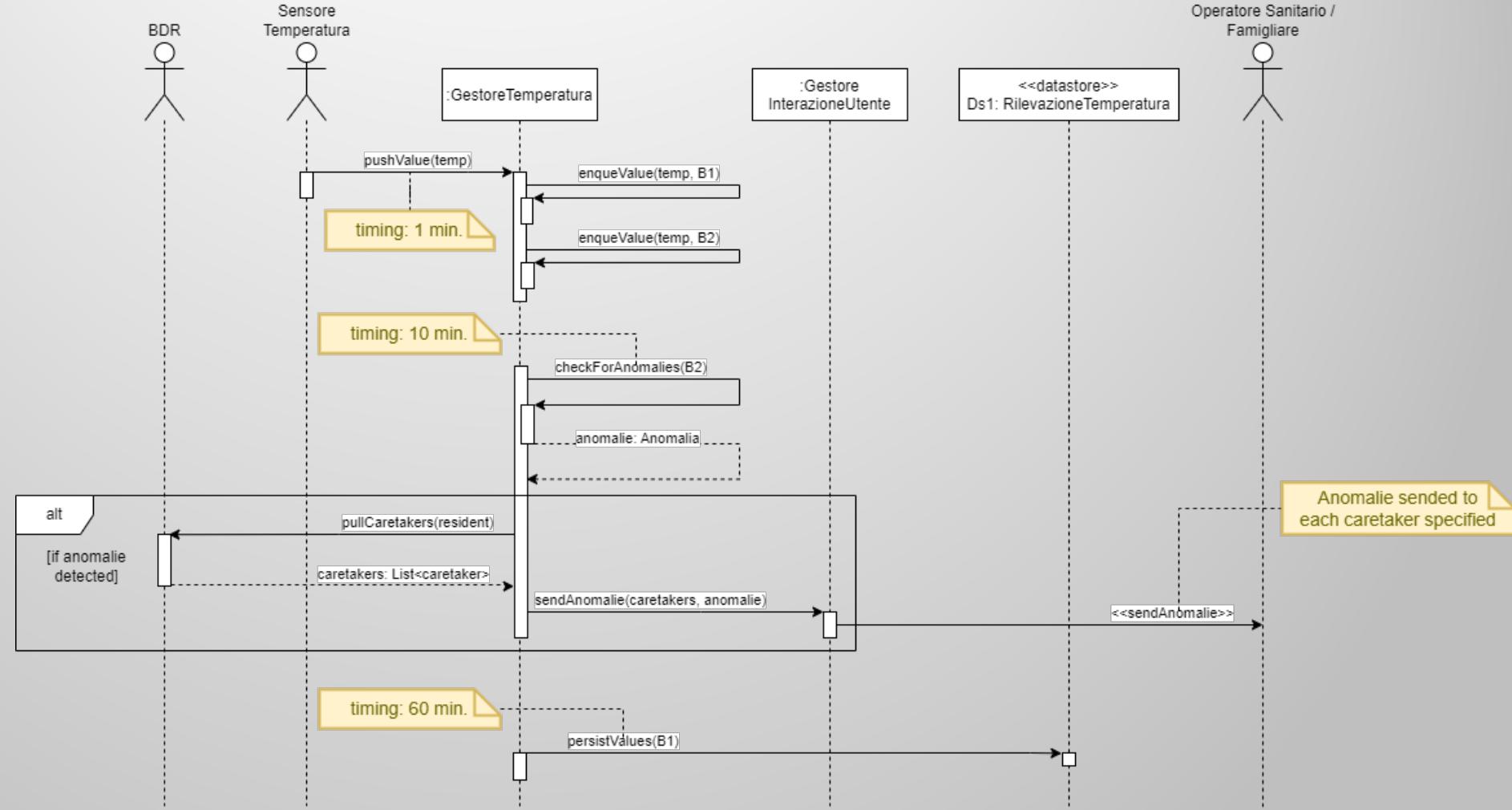
Diagramma delle Classi

I gestori dei diversi sensori sono tutti componenti *Sequenziali* perché ricevono molte richieste di frequente, e hanno un delay basso, quindi vengono bufferizzate e servite secondo l'ordine di arrivo;

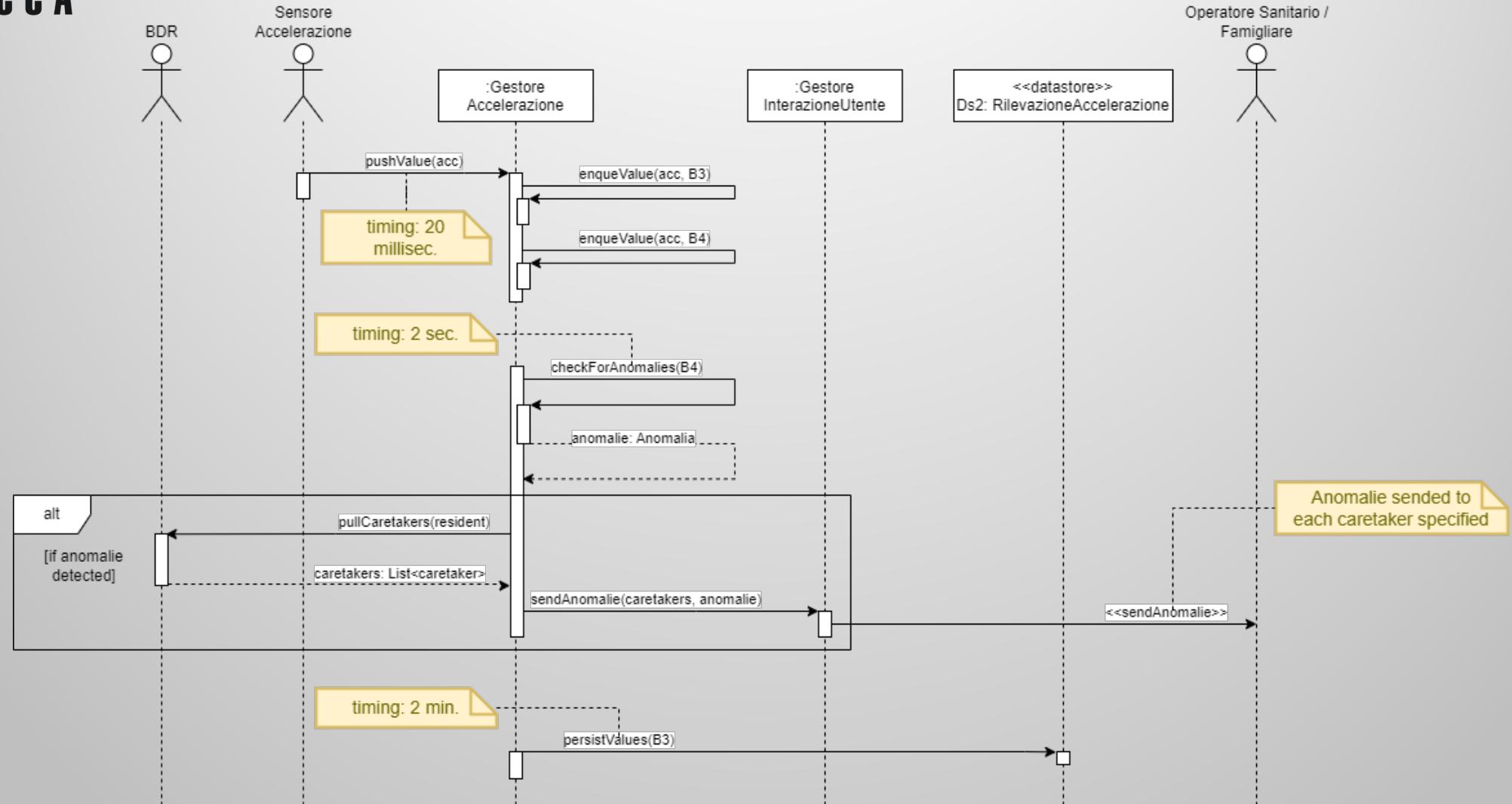


Gestore Temperatura

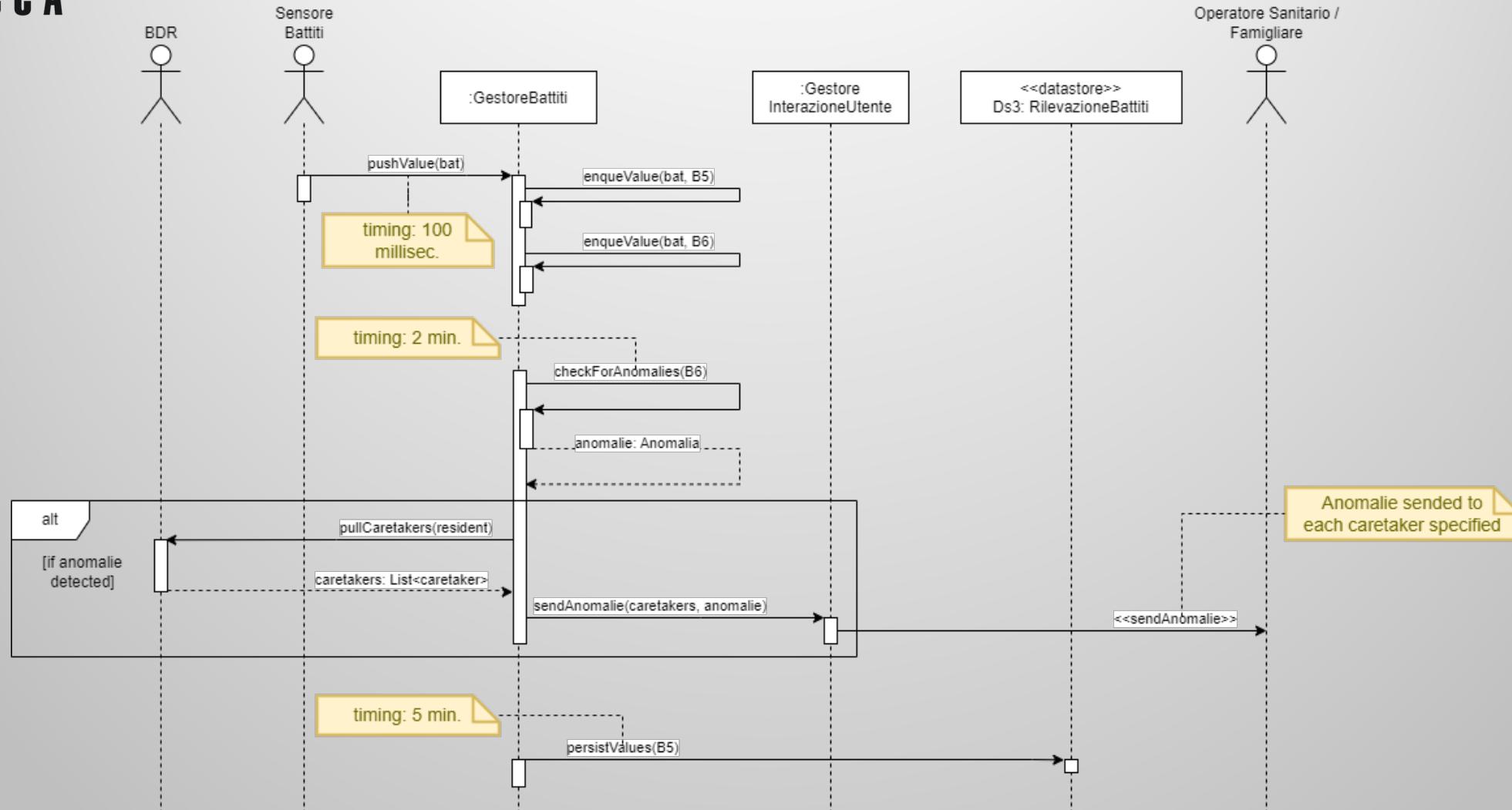
Alla ricezione di ogni rilevazione, questa viene inserita su due buffer, uno utilizzato per verificare la presenza di anomalie in tempo reale, e uno utilizzato per la trasmissione allo storico. Nel caso venga rilevata una anomalia, si richiede alla BDR la lista di tutti i caretakers associati al residente considerato, e questi vengono informati dell'accaduto.



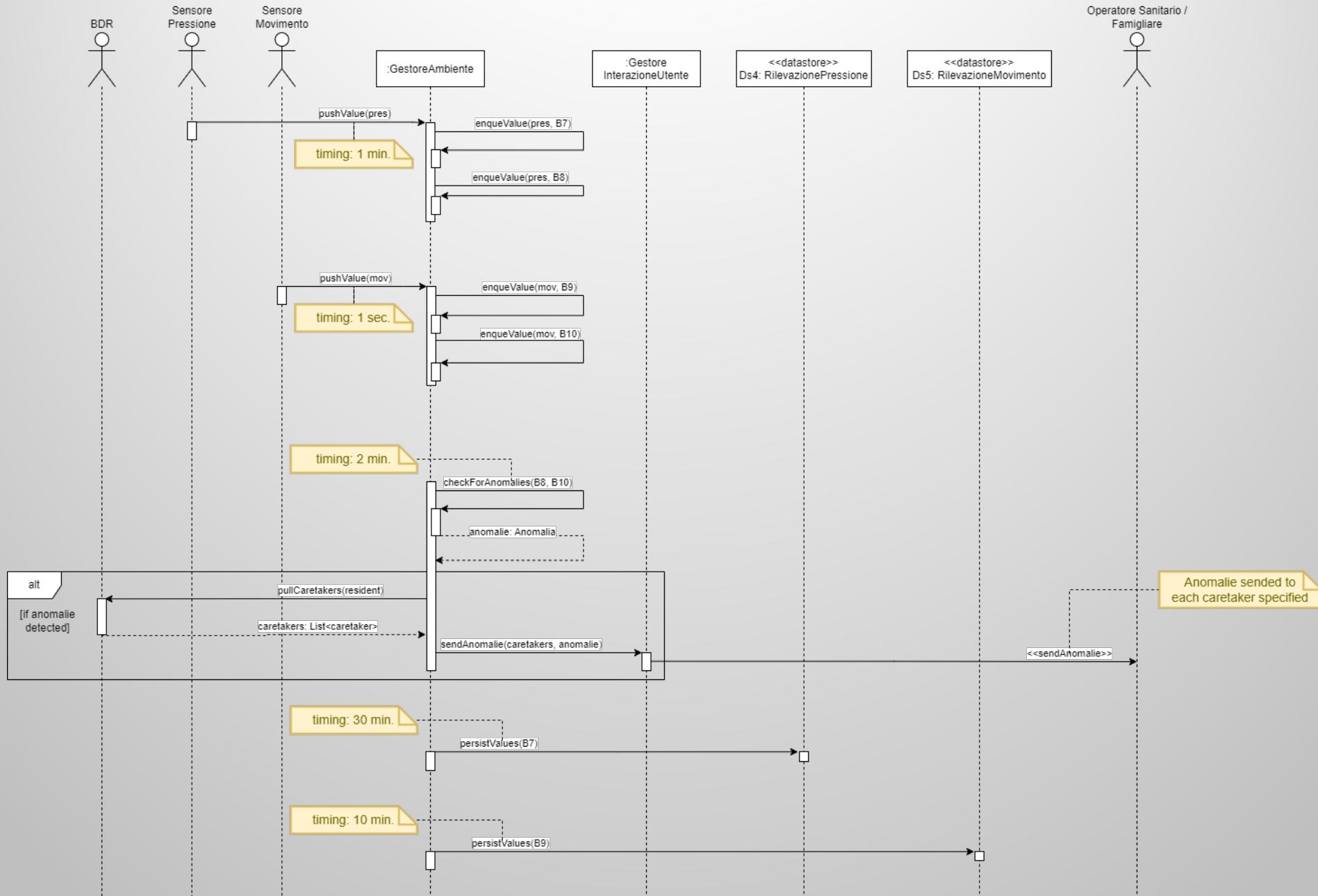
Gestore Accelerazione



Gestore Battiti

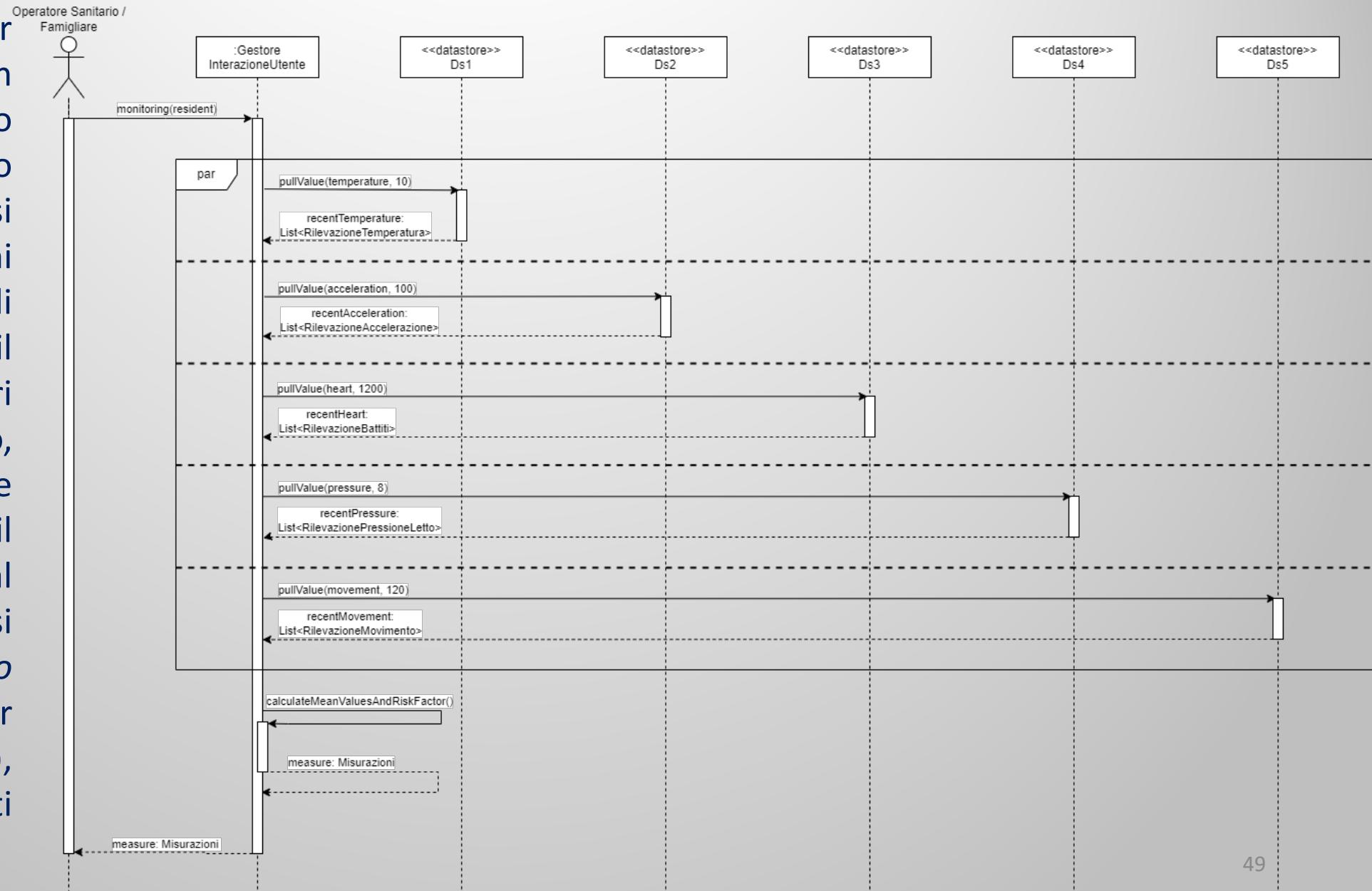


Gestore Ambientale

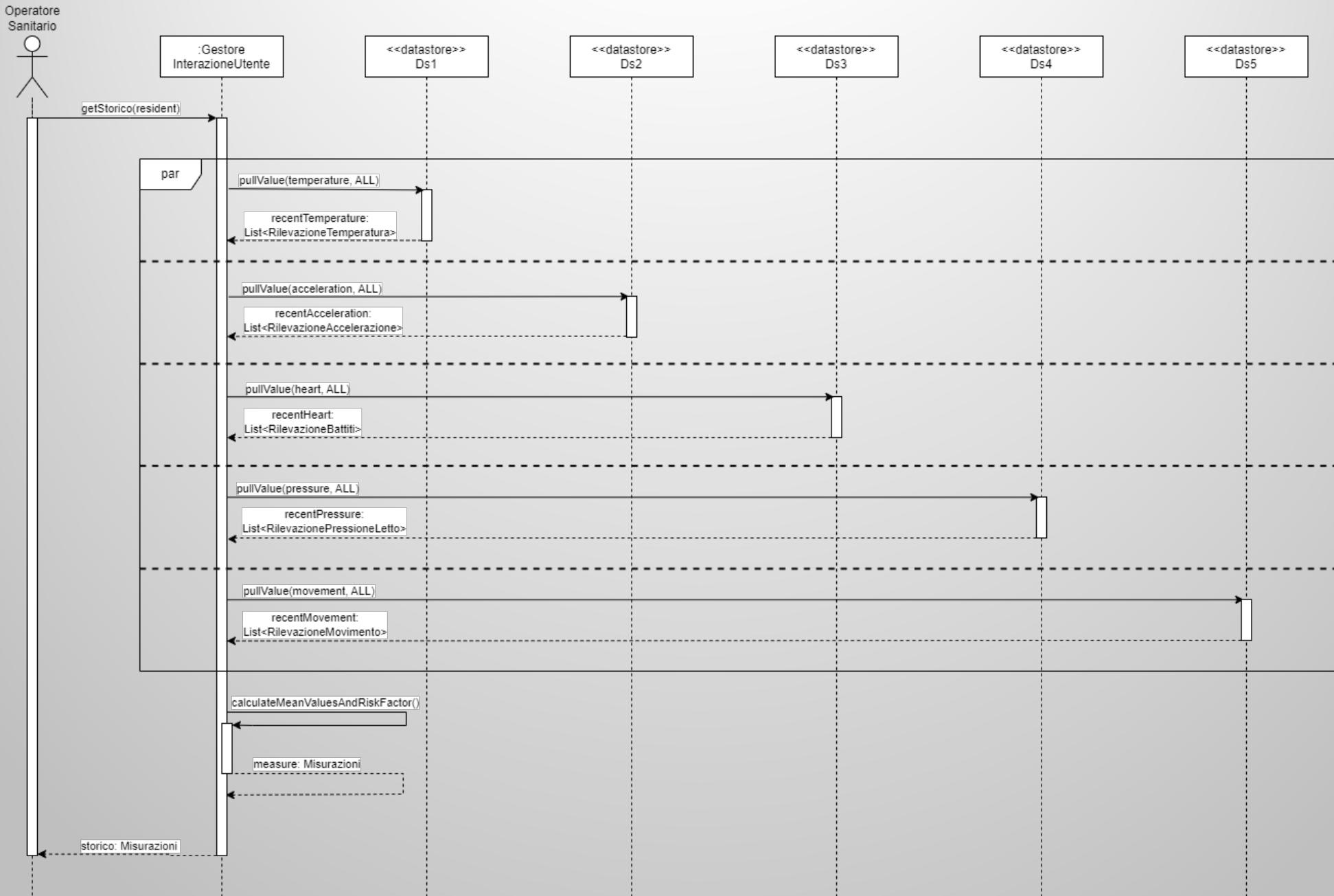


Monitoraggio

Quando un caretaker richiede le misurazioni in tempo reale per un certo residente, vengono prelevati dai diversi datastore le rilevazioni più recenti, sulla base di queste viene calcolato il fattore di rischio e i valori medi di battito cardiaco, temperatura e accelerazione, e poi il tutto viene inviato al caretaker. Invece, se si richiede lo *Storico* (possibile solo per l'operatore sanitario), vengono inviati tutti i dati presenti.

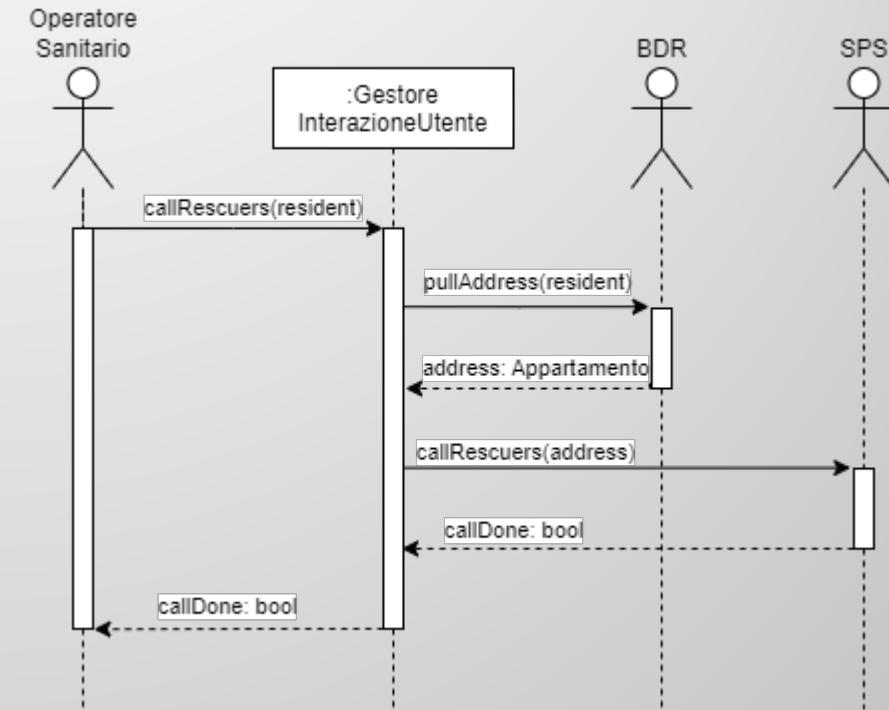


Storico



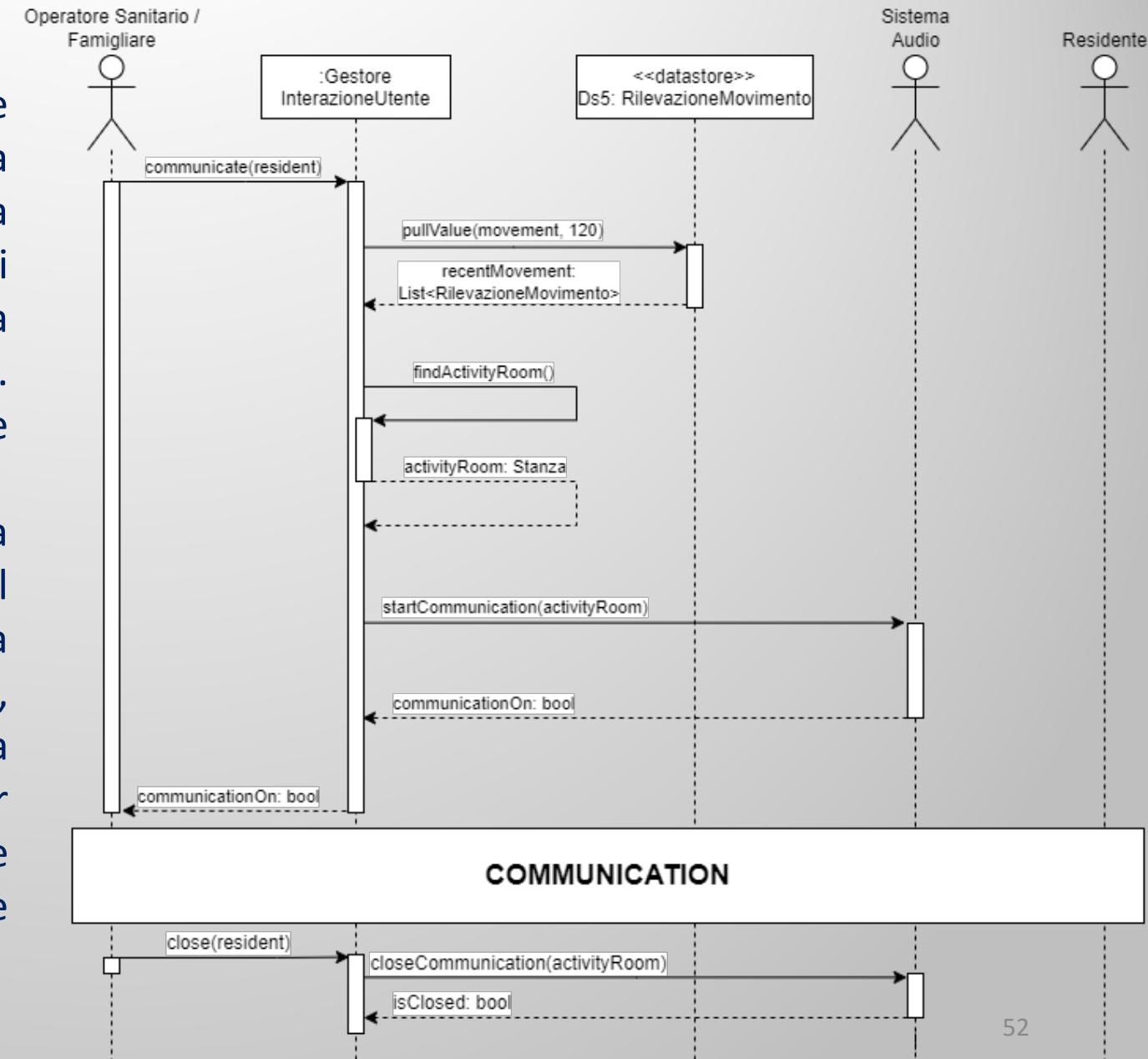
Richiesta Soccorsi

Quando l'operatore sanitario, unico che ne ha la possibilità, richiede al Sistema una chiamata al SPS per un certo residente, il Sistema recupera l'indirizzo di quel residente dalla BDR, e lo comunica al SPS insieme alla richiesta di soccorsi.

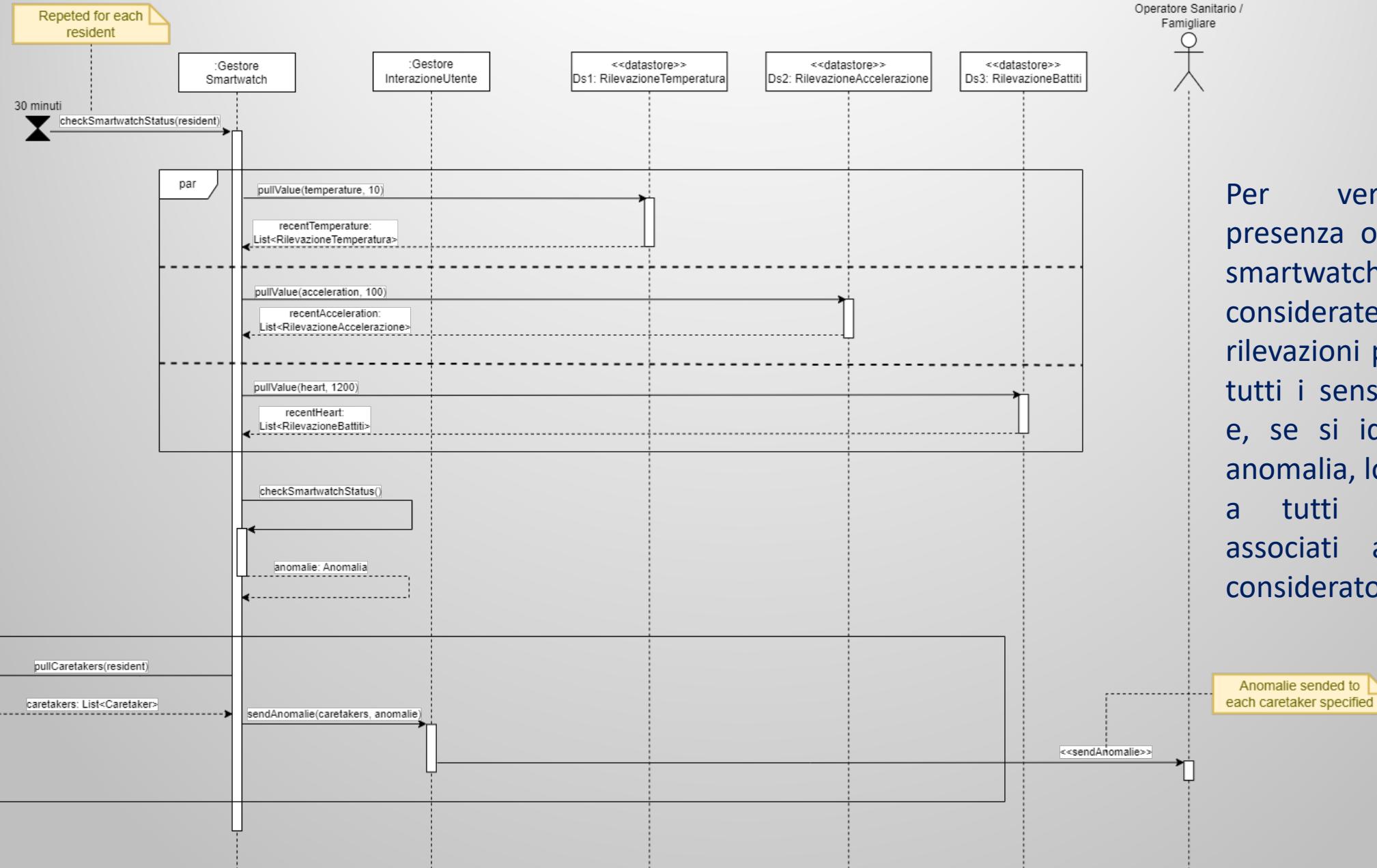


Comunicazione con Residente

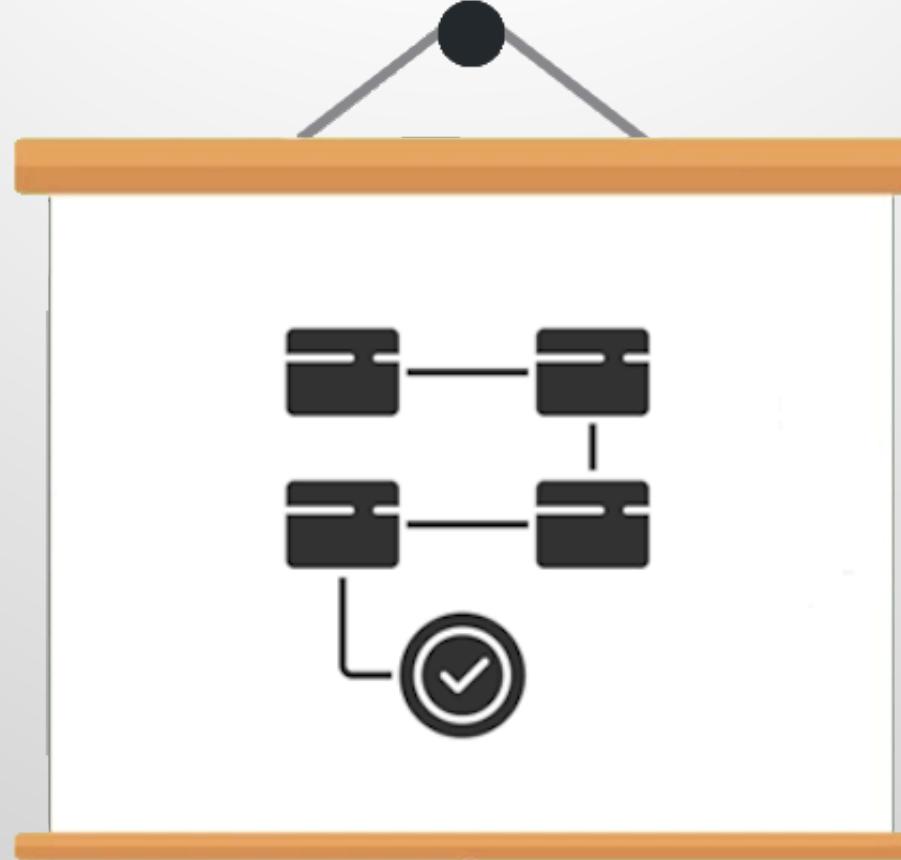
- Quando un caretaker richiede di comunicare con un certo residente, il Sistema inizialmente identifica la stanza dell'appartamento in cui questo si trova, e poi fa partire la comunicazione, che avverrà tramite il sistema audio di quella stanza. Quando il caretaker lo vorrà, potrà chiudere la comunicazione;
- Si noti che la funzione di apertura della comunicazione è sincrona, visto che al caretaker interessa sapere se la comunicazione è iniziata oppure no, mentre, la funzione di chiusura è asincrona perché, una volta chiusa la comunicazione, al caretaker non interessa sapere se effettivamente è terminata o meno, visto che di ciò se ne deve occupare il Sistema;



Controllo presenza Smartwatch



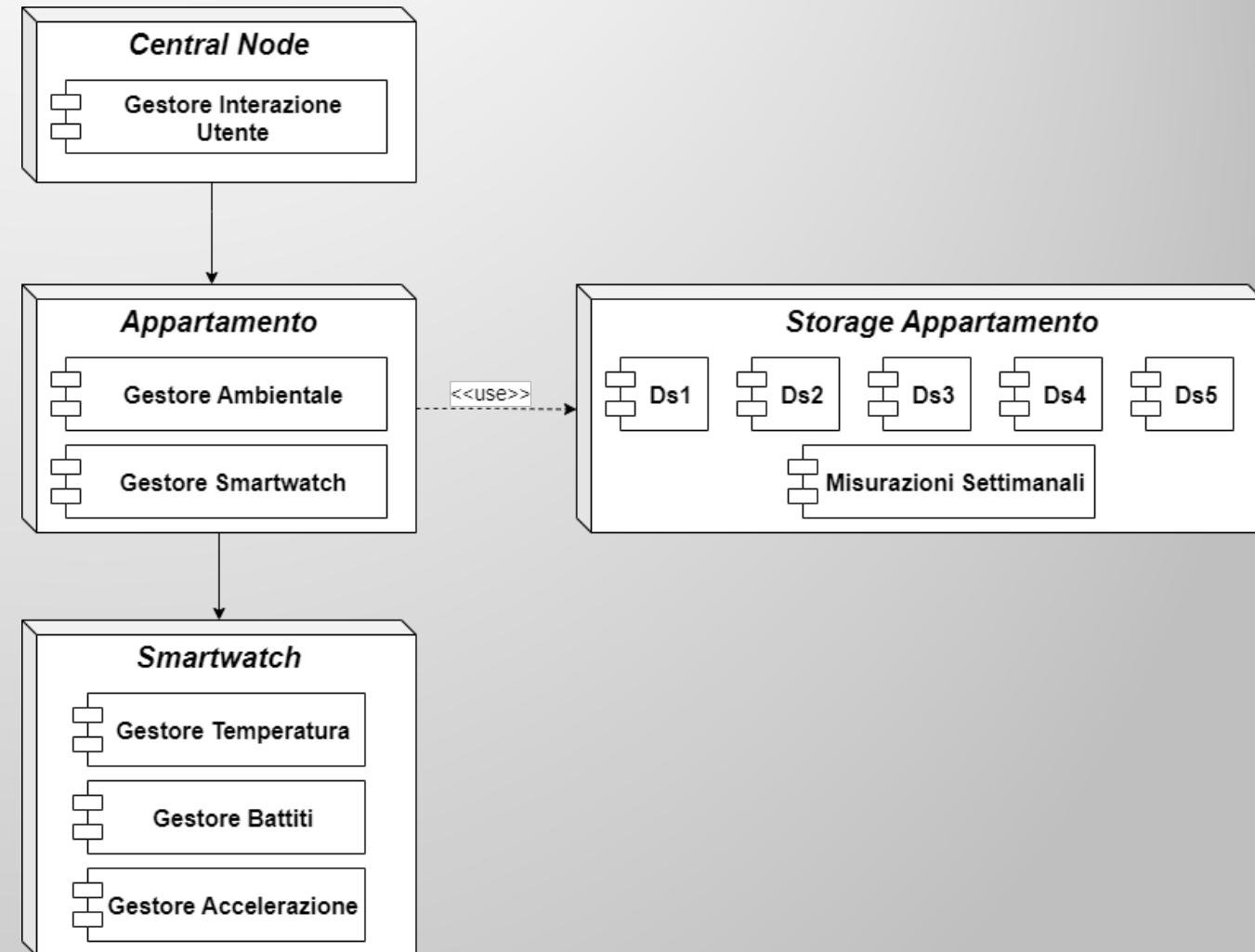
Per verificare la presenza o meno dello smartwatch, vengono considerate le rilevazioni più recenti di tutti i sensori wearable e, se si identifica una anomalia, lo si comunica a tutti i caretaker associati al residente considerato.



Deployment Architecture

Diagramma di Deploy

- Su un nodo centrale, comune a tutto il Sistema, si prevede l'istanziazione del componente di *Gestione dell'Interazione con l'Utente*. Questo componente riceverà tutte le richieste dei caretakers, e le gestirà sulla base dell'ordine di arrivo;
- In ogni appartamento saranno istanziati i componenti di *Gestione Ambientale* e *Gestione Smartwatch*. Questi componenti interagiranno con lo Smartwatch del residente, e utilizzeranno per il salvataggio uno storage assegnato all'appartamento, presente in Cloud;



Software Quality – Security

- Essendo le misurazioni del residente dati sensibili, si ipotizza l'applicazione della *crittografia asimmetrica* per la trasmissione delle informazioni;
- Per garantire l'integrità della comunicazione, evitando eventuali attacchi del tipo *man-in-the-middle*, si opta per l'utilizzo della *firma digitale*, applicata solamente nella comunicazione tra nodo centrale e caretaker, in modo da evitare un overhead troppo elevato per le trasmissioni ad alta frequenza, come quelle fatte dai gestori dei sensori;
- Ipotizzando l'utilizzo di un Sistema cloud per lo storage dei dati, ha senso applicare la tattica di Audit, in modo da tenere traccia di tutte le modifiche fatte, e poter eseguire la recover del Sistema, nel caso di guasti, in maniera più immediata;

Software Quality – Energy Efficiency

- Per ridurre il consumo energetico prodotto dai sensori, sia ambientali che wearable, può avere senso ridurre la loro frequenza di campionamento mentre il residente dorme. Per capire quando sta dormendo, si utilizzano sia il sensore di battiti cardiaci che quello di pressione nel letto;
- Al fine di avere una visione del consumo energetico prodotto dai diversi sensori, si ipotizza l'utilizzo di sistemi di metering, sia per lo Smartwatch che per i sensori ambientali, in modo da poter valutare il consumo energetico, perché senza valutazione non può esserci un controllo;
- Si ipotizza una modalità di risparmio energetico, che consenta allo Smartwatch di ridurre il consumo energetico, mentre rimane connesso al punto di accesso. La modalità di risparmio energetico riduce il consumo di energia al costo di una maggiore latenza di trasferimento dei dati, e una maggiore frequenza di campionamento;

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**