

SISTEMI INTEGRATI PER IL MONITORAGGIO, L'EARLY WARNING  
E LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
LUNGO LE GRANDI VIE DI COMUNICAZIONE



investiamo nel vostro futuro  
PROGETTO PON01\_01503



Quaderno  
**15 PON LEWIS**  
RETE WIRELESS DI  
TELECOMUNICAZIONI: SVILUPPO  
E SCELTA DEI PARAMETRI  
DI PROGETTO



**autostrade//Tech**



A cura di Sandra Costanzo | **DELIVERABLE WP 5.1**

**Rete Wireless di Telecomunicazioni:  
sviluppo e scelta dei parametri di progetto**



*Sistemi integrati per il monitoraggio, l'early warning e la mitigazione del rischio idrogeologico lungo le grandi vie di comunicazione"*

## **Premessa**

Frane e inondazioni sono un problema di grande rilevanza nel nostro Paese. Negli ultimi anni le vittime e i danni dei disastri idrogeologici hanno raggiunto livelli inaccettabili e impongono un grande e immediato impegno della comunità nazionale per cercare di mitigare il livello di rischio, utilizzando strategie articolate ed efficaci capaci di integrare, in una visione organica, interventi strutturali e non strutturali.

Su questi temi l'Università della Calabria è impegnata da anni in attività di studio e di ricerca di rilevanza nazionale e internazionale e nella diffusione e promozione della cultura della previsione e prevenzione del rischio idrogeologico. Nel 2011 insieme ad altri partner, ha promosso un progetto di ricerca triennale, "Sistemi integrati per il monitoraggio, l'early warning e la mitigazione del rischio idrogeologico lungo le grandi vie di comunicazione", finalizzato allo sviluppo di un sistema complesso e articolato di preannuncio delle frane da impiegare per le fasi di previsione/prevenzione del rischio idrogeologico.

Il Progetto, indicato con l'acronimo LEWIS (Landslide Early Warning Integrated System), è stato svolto, nel periodo 2012-2014, nel quadro del Programma Operativo Nazionale 2007-13 "Ricerca e Competitività".

I risultati conseguiti sono descritti in questa collana di Quaderni PON LEWIS.

Il progetto è stato sviluppato dall'Università della Calabria e Autostrade Tech S.p.A. insieme ai partner industriali Strago e TDGroup, alle Università di Catania, di Reggio Calabria e di Firenze e al CINID (Consorzio Interuniversitario per l'Idrologia). Per l'Ateneo calabrese hanno partecipato diversi laboratori e gruppi di ricerca: CAMILab (con funzione di coordinamento),  $\mu$ Wave, Geomatica, Nems, Geotecnica, Dipartimento di matematica.

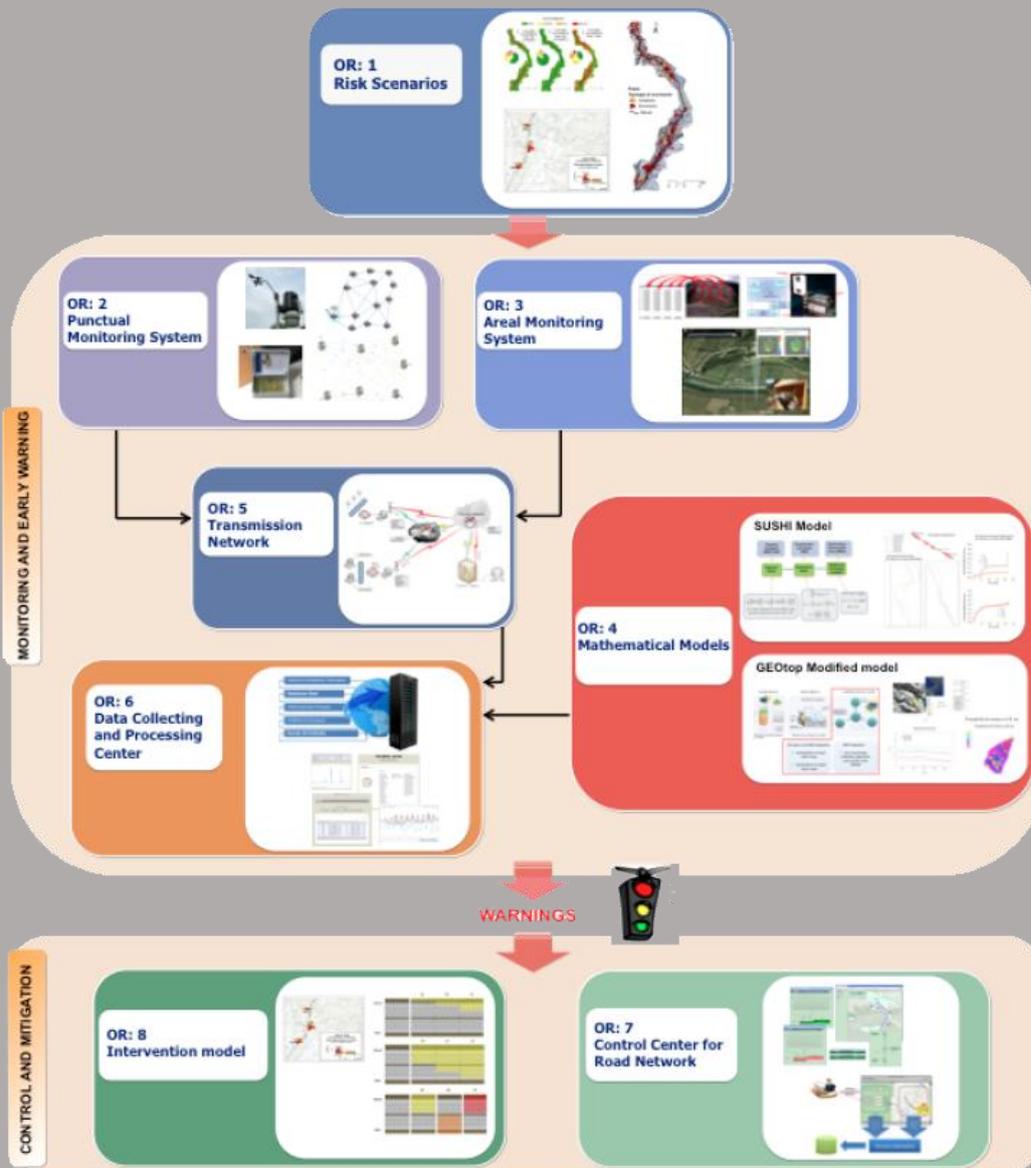


Figura 1 - Articolazione del sistema integrato di monitoraggio dei versanti e di preannuncio dei movimenti franosi

Il progetto è finalizzato allo sviluppo di un sistema di monitoraggio dei versanti e di preannuncio dei movimenti franosi che possono interessare le grandi vie di comunicazione e all'identificazione dei conseguenti interventi non strutturali di mitigazione.

Il sistema è articolato in due sottosistemi (fig. 1):

- ✓ Monitoraggio e preannuncio,
- ✓ Controllo e mitigazione,

che richiedono la preventiva individuazione degli scenari di rischio ossia dei danni che l'eventuale attivazione di una frana può produrre sugli elementi a rischio presenti (infrastruttura viaria, autoveicoli, persone). La procedura originale sviluppata nell'ambito del progetto prevede l'identificazione, lungo il tratto autostradale di interesse, delle aree soggette a movimenti franosi e la conseguente definizione dei relativi scenari di evento e di rischio.

Il sottosistema *Monitoraggio e preannuncio* è formato da diverse componenti: rete di monitoraggio "puntuale" che comprende sensori che misurano localmente l'inizio degli spostamenti superficiali o profondi; rete di monitoraggio "areale" che include sensori che controllano a distanza il fenomeno franoso con tecniche radar; modelli matematici di simulazione dell'innesco e della propagazione dei movimenti franosi. Nel progetto LEWIS sono state sviluppate numerose componenti innovative e sono state modificate e migliorate altre componenti già esistenti. In particolare tra i sensori puntuali sono stati sviluppati i sistemi SMAMID e POIS; tra quelli areali sono stati realizzati un radar in banda L, uno scatterometro, un interferometro; tra i modelli si sono sviluppati e/o migliorati: GEOtop, SUSHI, SCIDDICA.

La raccolta dei dati misurati dai sensori è affidata ad un unico sistema di trasmissione dati che trasmette anche le informazioni necessarie per il funzionamento dei modelli. Il sottosistema è completato da un Centro di acquisizione ed elaborazione dei dati (CAED) che, sulla base dei dati misurati dai sensori e delle indicazioni dei modelli, valuta la situazione di pericolo lungo il tronco autostradale emettendo i relativi livelli di criticità.

I livelli di criticità emessi dal CAED sono l'elemento di collegamento tra il sottosistema *Monitoraggio e preannuncio* e il sottosistema *Controllo e mitigazione*. Gli avvisi di criticità sono acquisiti dal Centro di comando e controllo del traffico (CCCT) che, sulla base di un modello di intervento predefinito, attiva le procedure standardizzate per la mitigazione del rischio, che vanno dalla

sorveglianza diretta del tratto di interesse da parte di squadre tecniche all'interruzione del traffico su entrambe le direzioni di marcia.

Il progetto prevede anche lo sviluppo di attività sperimentali su tre tronchi autostradali lungo la A3, la A16 e la A18, nonché l'erogazione di un Master di secondo livello denominato ESPRI (ESperto in Previsione/Prevenzione Rischio Idrogeologico).

Il progetto di ricerca è stato organizzato in Obiettivi Realizzativi (OR), ciascuno dei quali suddiviso in Work Package (WP), a loro volta articolati in Attività Elementari (AE). In totale erano previste 11 OR, 47 WP e 243 AE. In particolare le OR 1-8 riguardano la ricerca e si articolano in 26 WP e 139 AE. Le OR 9-11 sono dedicate a sperimentazione, governance e trasferimento tecnologico, integrazione e aggiornamento dell'attività di ricerca nella fase di Sviluppo Sperimentale e si articolano complessivamente in 21 WP e 104 AE.

I Quaderni che compongono questa collana sono stati costruiti con riferimento ai singoli WP, per la parte che riguarda la ricerca, e quindi ogni Quaderno contiene la descrizione dei risultati conseguiti nel WP, articolata in base alle AE previste.

Sono, inoltre, previsti altri tre Quaderni:

Quaderno 0 che contiene una descrizione di sintesi, in inglese, dei risultati conseguiti nell'ambito del progetto.

Quaderno 28 che contiene l'informazione relativa alle attività di divulgazione dei risultati scientifici.

Quaderno 29 che contiene la descrizione dei risultati conseguiti con l'attività formativa.

Il Quadro editoriale complessivo è riportato in tabella 1:

QUADERNO	OR	WP	TITOLO
<b>0</b>	-	-	Research outcomes
<b>01</b> Parte prima	1	1.1	Linee guida per l'identificazione di scenari di rischio
<b>01</b> Parte seconda	1	1.1	Linee guida per l'identificazione di scenari di rischio
<b>02</b>	2	2.1	Monitoraggio idrogeologico
<b>03</b> Parte prima	2	2.2	Monitoraggio con unità accelerometriche (Sistema SMAMID)
<b>03</b> Parte seconda	2	2.2	Monitoraggio con unità accelerometriche (Sistema SMAMID)
<b>04</b>	2	2.3	Circuiti integrati a bassa potenza per sistemi di monitoraggio con unità accelerometriche
<b>05</b>	2	2.4	Monitoraggio con sensori puntuali di posizione e inclinazione (Sistema POIS)
<b>06</b>	3	3.1	Sviluppo di uno scatterometro a risoluzione variabile
<b>07</b>	3	3.2	Elettronica di bordo dello scatterometro ed inclinazione
<b>08</b>	3	3.3	Sviluppo di un radar in banda L
<b>09</b>	3	3.4	Tecniche di analisi e sintesi di segnali radar per la simulazione accurata di scenari complessi
<b>10</b>	3	3.5	Elettronica di bordo del radar in banda L

QUADERNO	OR	WP	TITOLO
11	3	3.6	Sistemi interferometrici radar ad apertura sintetica basati a terra
12	4	4.1	Modello areale per il preannuncio delle frane da innesco pluviale (Modello GEOtop)
13	4	4.2	Modelli completi di versante di tipo puntuale per il preannuncio di movimenti franosi (Modello SUSHI)
14	4	4.3	Modelli di propagazione delle frane tipo colate (Modello SCIDDICA)
15	5	5.1	Rete Wireless di Telecomunicazioni: sviluppo e scelta dei parametri di progetto
16	6	6.1	CAED. Acquisizione dati: architettura del sistema
17	6	6.2	CAED. Elaborazione dei dati
18	7	7.1	CCCT. Progettazione
19	7	7.2	CCCT. Interfaccia verso il centro di acquisizione ed elaborazione dati
20	7	7.3	CCCT. Interfaccia con altre centrali operative e canali di diffusione delle notizie
21	7	7.4	CCCT. Modulo per la presentazione e convalida delle allerte
22	7	7.5	CCCT. Modulo per la gestione delle informazioni di traffico
23	7	7.6	CCCT. Integrazioni con moduli speciali

QUADERNO	OR	WP	TITOLO
24	8	8.1	Definizione del modello di intervento e predisposizione del Piano di Emergenza
25	8	8.2	CCCT. Gestione delivery allerte e attivazione squadre d'intervento
26	8	8.3	CCCT. Gestione percorsi alternativi
27	9	9.1 - 9.11	Sperimentazione
28	10	10.1 - 10.2	Piano di comunicazione e diffusione
29	-	-	Master ESPRI (Esperto in Previsione/Prevenzione Rischio Idrogeologico)

Tabella 1 - Quadro editoriale complessivo della collana di Quaderni PON LEWIS

31 dicembre 2014

Il Responsabile Scientifico del progetto PON LEWIS

*Pasquale Versace*



## INDICE

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.1

### 1 **Scelta del Protocollo e della topologia di rete**

---

1 **5.1.1.A Caratterizzazione della topologia di rete**

4 **5.1.1.B Tipologia 3 - sotto tipologie di interesse**

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.2

### 6 **Scelta del modulo di trasmissione del software di programmazione**

---

6 **5.1.2.A Analisi dei sensori e della loro produzione di dati**

9 **5.1.2.B Dimensionamento del canale trasmissivo**

10 **5.1.2.C Scelta dell'architettura software per il routing dei messaggi**

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.3

### 11 **Individuazione dell'architettura WAN**

---

11 **5.1.3.A Architettura della rete**

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.4

### 12 **Sviluppo del framework di livello applicativo e di livello trasporto**

---

- 13        **5.1.4.A Componente server lato C.A.E.D.**
- 14        **5.1.4.B Middleware – Main Monitor**
- 18        **5.1.4.C Componente Client lato sensori**

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.5

19        **Sviluppo del framework di livello applicativo e di livello fisico**

---

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.6

20        **Determinazione della tipologia di mezzo trasmissivo sulla base delle coperture dei siti**

---

- 20        **5.1.6.A UGM1 A3-Mancarelli**
- 20        **5.1.6.B UGM3 A3-Garcito**
- 21        **5.1.6.C UGM4 A3- Ogliara**

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.7

21        **Integrazione delle componenti relative alle varie tipologie di sensori**

---

- 21        **5.1.7.A Sensore SDRadar – Moduli principali**
- 29        **5.1.7.B SFCW Radar**
- 37        **5.1.7.C STRAGO – Middleware client STRAGO SMAMID**

ATTIVITA' ELEMENTARE 5.1.8

44 **Installazione e test finale**

---

44 **5.1.8.A Componenti Software e oggetti di rilascio**

45 **5.1.8.B Scheda di installazione software**

46 **5.1.8.C Scheda di installazione hardware**





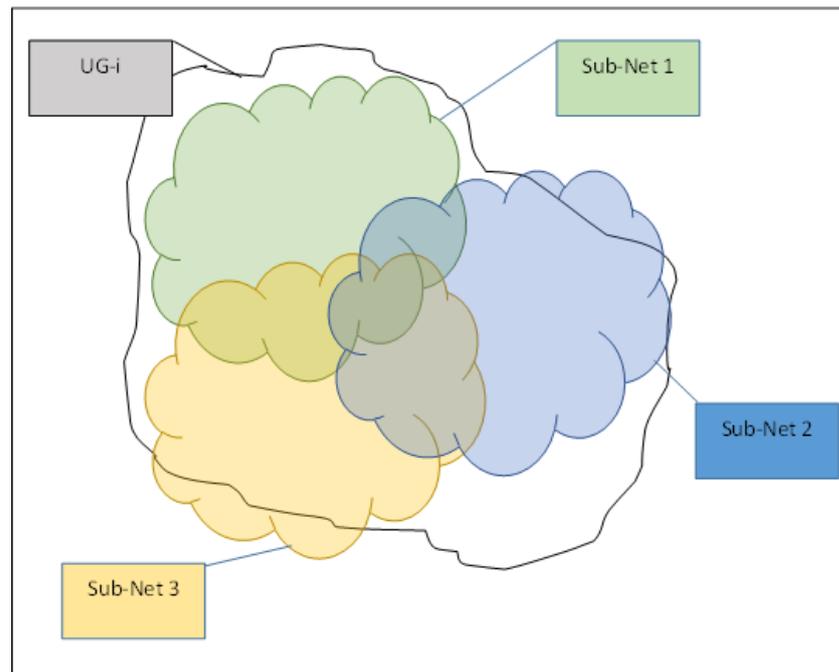
## Scelta del protocollo e della topologia di rete

### 5.1.1.A CARATTERIZZAZIONE DELLA TOPOLOGIA DI RETE

---

Scopo della prima attività elementare consiste nell'individuazione della Topologia di rete al fine di scegliere un protocollo di livello trasporto e di provvedere alla progettazione della infrastruttura più idonea. Il livello di Trasporto ed il livello Applicativo che costituiscono l'oggetto dello sviluppo verranno in seguito dettagliati nelle loro componenti, quest'ultime verranno aggregate all'interno di un unico MIDDLEWARE modulare.

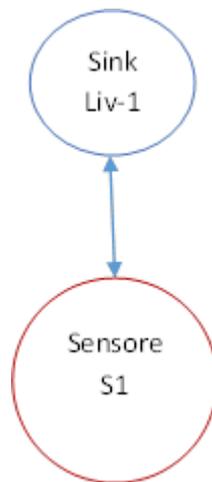
Le zone oggetto del monitoraggio sono state suddivise in Unità Geomorfologiche di seguito indicate con l'acronimo UG. All'interno di ciascuna UG c'è l'esigenza di far convivere più sotto-reti eterogenee di sensori.



All'interno di una UG potrà esserci un nodo Sink che funge da coordinatore di primo livello per le sottoreti presenti, all'interno di ciascuna sotto-rete potrà esserci un concentratore di sotto-rete, in modo da poter implementare i tre seguenti schemi ad albero:

Topologia di Rete 1:

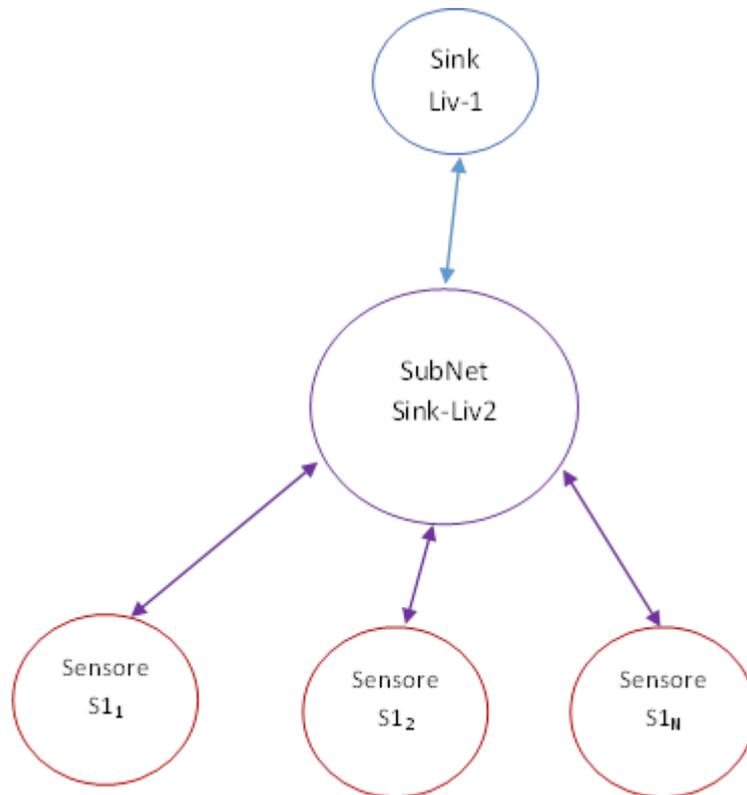
Prevede la presenza di un sensore direttamente collegato al Sink di primo livello



Si tratta di un caso di rete a singolo nodo (sia essa costituita da un sensore o da una sottorete di sensori), nell'ipotesi in cui basta un solo sensore a monitorare la UG di riferimento.

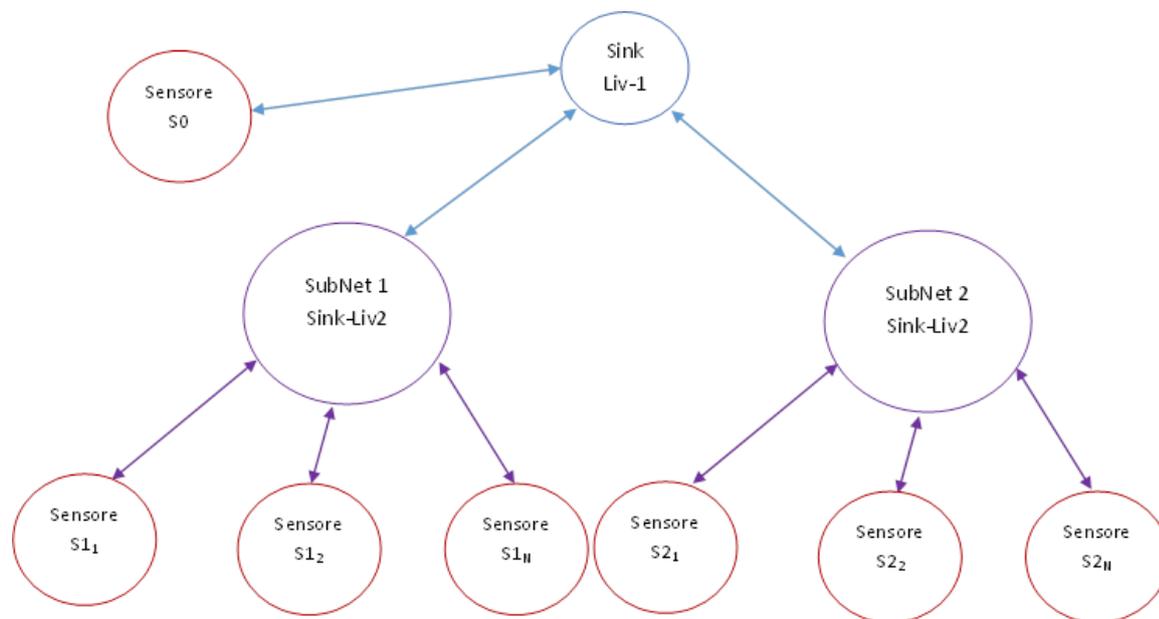
Topologia di Rete 2:

Prevede la presenza di almeno una sotto rete di secondo livello connessa al sink di primo livello



### Topologia di Rete 3:

Prevede la configurazione ibrida generalizzata, ovvero, uno o più sensori collegati al sink di primo livello (vedi S0), ed una o più sotto reti aventi un sink di secondo livello (Sink-Liv2) connesse al sink di primo livello (Sink Liv-1).



#### 5.1.1.B TIPOLOGIA 3 - SOTTO TIPOLOGIE DI INTERESSE

---

La fase di analisi dei requisiti ha portato a considerare il caso più generale per la configurazione di un di monitoraggio, muovendo da tale ipotesi la macro categoria di reti di UG indicata come Tipologia 3 è stata suddivisa in ulteriori 5 sotto categorie o tipologie gestibili, tale tipologia verrà caratterizzata e configurata per ciascuna UG oggetto del monitoraggio nel capitolo 5.1.3.

- Sub Tipologia 1

Prevede la presenza di concentratore per i tre sensori:

- Sensori Radar (R)
- Sensore/i - Strago (SMAMID)
- Sensore/i - TD Group(Td)

- Sub Tipologia 2  
Prevede la presenza di concentratore per i due sensori:
  - Sensori Radar (R)
  - Sensore/i – Strago (SMAMID)
- Sub Tipologia 3  
Prevede la presenza di concentratore per i due sensori:
  - Sensore/i - Strago (SMAMID)
  - Sensore/i - TD Group (Td)
- Sub Tipologia 4  
Prevede la presenza di concentratore per i due sensori:
  - Sensori Radar (R)
  - Sensore/i - TD Group(Td)

<b>Concentratore Tipologia</b>	<b>Sensore/i Radar</b>	<b>Sensore/i Strago</b>	<b>Sensore/i TD Group</b>
1	x	x	x
2	x	x	
3	x		
4		x	x
5	x		x
6			x

*Tabella Riassuntiva caso Topologia 3-Sub Tipologie dei Siti di Monitoraggio UGM*

## Scelta del modulo di trasmissione e del software di programmazione

### 5.1.2.A ANALISI DEI SENSORI E DELLA LORO PRODUZIONE DI DATI

---

La tipologia di sotto reti presenti sono configurate secondo l'ipotesi di rete Ibrida generalizzata descritta nel precedente capitolo 5.1.1.B, pertanto, muovendo dalle specifiche dei sensori di interesse, rispettivamente descritti in maggior dettaglio nei relativi sotto capitoli.

È stata fatta l'analisi della produzione dati di ciascun sensore o sottorete di sensori.

#### 1. Sensore **SDRadar**

Dall'analisi del formato file di output la produzione dati di tale sensore può essere valutata con il seguente procedimento, il radar acquisisce una matrice di scena corrispondente all'HRR-Profile (distribuzione del campo elettrico V/m), tale scena è suddivisa in quattro settori, lo strumento dotato di antenna motorizzata, può effettuare una scansione ogni 180[sec], pertanto sono stati valutati i seguenti parametri:

- Costo di un settore
  - Punti Campionati
  - Dati prodotti per ciascun punto acquisito
    - Modulo FFT => Numero reale rappresentato come float su 10 cifre xxxxxx.ddd => costo 10[Bytes];
    - Target Distance [m] => Numero reale rappresentato come float su 10 cifre xxxxxx.ddd => costo 10[Bytes];
  - Stima per target distance di 1Km con passo di risoluzione 6[m] => 167 Punti
  - Costo settore = 167 x 20[Bytes] => 3.340[Bytes] ≈ 4K[Bytes]
- Costo di una scena formata da quattro settori
  - Costo Scena ≈ 4 x 4Kb = 16Kb

- Frequenza di acquisizione di una scena
  - mediamente una scena ogni 180[sec];
- Massima Produzione oraria di dati del sensore
  - $180[\text{sec}] \times 20 \Rightarrow 20 \text{ Scene/Ora}$
  - Produzione oraria massima  $\approx 20[\text{Sc/h}] \times 16\text{Kb} \Rightarrow 320[\text{Kb/h}]$
- Traffico Giornaliero\Mensile generato
  - Funzionamento a pieno regime 24h giornaliere  $\Rightarrow 24[\text{h}] \times 320[\text{Kb/h}] \approx 7.7\text{_[Mb/giorno]}$
  - Funzionamento a pieno regime 30g  $\times 24[\text{h}] \times 320[\text{Kb/h}] \approx 30 \times 7.7\text{Mb} = 231\text{_[Mb/mese]}$

## 2. Sensore **SFCWRadar**

- Costo di un settore
  - Punti Campionati 100.000
  - Dati prodotti per ciascun punto acquisito
    - Modulo FFT  $\Rightarrow$  Numero reale rappresentato come float su 10 cifre xxxxxx.ddd  $\Rightarrow$  costo 10[Bytes];
    - Target Distance [m]  $\Rightarrow$  Numero reale rappresentato come float su 10 cifre xxxxxx.ddd  $\Rightarrow$  costo 10[Bytes];
  - Stima per target distance di 1Km con passo di risoluzione 30[cm]  $\Rightarrow 3.334$  Punti
  - Costo settore =  $3.334 \times 20[\text{Bytes}] \Rightarrow 66.680[\text{Bytes}] \approx 65\text{K[Bytes]}$
- Costo di una scena formata da quattro settori
  - Costo Scena  $\approx 4 \times 65\text{Kb} = 260\text{Kb}$
- Frequenza di acquisizione di una scena
  - mediamente una scena ogni 240[sec]=[4min];
- Massima Produzione oraria di dati del sensore
  - $240[\text{sec}] \times 15 \Rightarrow 15 \text{ Scene/Ora}$
  - Produzione oraria massima  $\approx 15[\text{Sc/h}] \times 260\text{Kb} \Rightarrow 3.900[\text{Kb/h}] = 3.81[\text{MB/h}]$
- Traffico Giornaliero\Mensile generato

- Funzionamento a pieno regime 24h giornaliere =>  $24[h] \times 3.81[Kb/h] \approx 91.4_[Mb/giorno]$
- Funzionamento a pieno regime 30g x 24[h] x 3.81[Kb/h]  $\approx 30 \times 91.4Mb = 2.743_[Mb/mese] = 2.6_[GBytes/mese]$

### 3. Sensore Radar Interferometrico UniFi **RADINT**

La produzione dati del radar interferometrico è stata stimata considerando la matrice di dati prodotta dal sensore a valle di ciascuna acquisizione. Tale matrice rappresentativa di uno scenario di scansione (interferogramma **itf**) viene integralmente trasferita al CAED senza post-processing per una dettagliata descrizione del sensore si rimanda al WP3.6

- Costo matrice di scena
  - itf\_disp.txt => 7.37[MBytes]
  - control point => 1[Kbytes]
- Frequenze di acquisizione distinte in tre sottocasi :
  - Interferogramma ogni 5[min] =>  $12[Sc/h] \times 7.37[MBytes] \approx 88,44_[MBytes/h]$ 
    - Produzione giornaliera  $24 \times 88.44_[MBytes/h] \approx 2[Gbytes/g]$
    - Produzione mensile  $30 \times 2[Gbytes/g] = 60[Gbytes/m]$
  - Interferogramma ogni 8 ore => 0.92[MBytes/h]
    - Produzione giornaliera di  $4 \times 7.37[MBytes] \approx 30[MBytes/g]$
    - Produzione mensile  $30 \times 30[MBytes/g] = 900[MBytes/m]$
  - Interferogramma giornaliero 24h => 0.31[MBytes/h]
    - Produzione mensile  $30 \times 24 \times 0.31[MBytes/] = 221[MBytes/m]$
- Traffico giornaliero\mensile nel caso in cui la frequenza di acquisizione sia pari a 8 ore (caso medio utilizzo)
  - $900[MBytes/m] \approx 1[GBytes/m]$

### 4. Sottorete **SMAMID**

- Costo singolo sensore accelerometrico  $\approx 60 [Bytes]$

- Costo messaggio relativo ad una sottorete di 4 sensori  $\approx$  1KBytes
- Traffico giornaliero\Mensile  
Poiché la frequenza di produzione, dipende dalla scelta del CAED tramite comando remoto, per il calcolo è stata considerata la massima frequenza di produzione della sottorete pari a 1[min] ossia, a pieno regime, la produzione oraria sarà  $\approx$  24[Kbyte/h] =>  $Prod\_g = 24h \times 24[Kbyte/h] = 576[Kbytes]/giorno$  et 17.3[Mbytes/mese].

### 5.1.2.B DIMENSIONAMENTO DEL CANALE TRASMISSIVO

---

Il dimensionamento del canale trasmissivo è stato effettuato tenendo in considerazione le stime di traffico precedentemente descritte, ponendosi nel caso peggiore di una UG avente tutti i sensori attivi, in tal caso, il traffico mensile generato sarà pari circa a 3.6Gb mensili ottenuti dalla sommatoria dei dati di traffico delle sottoreti \ sensori:

1. SMAMID 17.3 [Mbytes\mese]
2. RADInt 900 [Mbytes\mese]
3. SDRadar 231 [Mbytes\mese]
4. SFCWRadar 2.6 [Gb/mese]

Considerando la tipologia asincrona e le localizzazioni geografiche delle UG di riferimento, la soluzione scelta è stata la rete 3G che offre garanzie di copertura su tutti i siti di monitoraggio, garantisce la banda necessaria a tutti i trasferimenti in quanto eventuali problemi di congestione sono risolti dal Middleware di comunicazione. Per cui i sensori che operano afferiscono al middleware il quale sarà installato su pc dotato di model GSMUMTS\HSDPA. La scelta del gestore e delle tariffe verrà effettuata tenendo conto dei vincoli:

- Traffico mensile non inferiore ai 3.6 Gbytes mensili
- Copertura del segnale sulle UG di monitoraggio.

### **5.1.2.C SCELTA DELL'ARCHITETTURA SOFTWARE PER IL ROUTING DEI MESSAGGI**

---

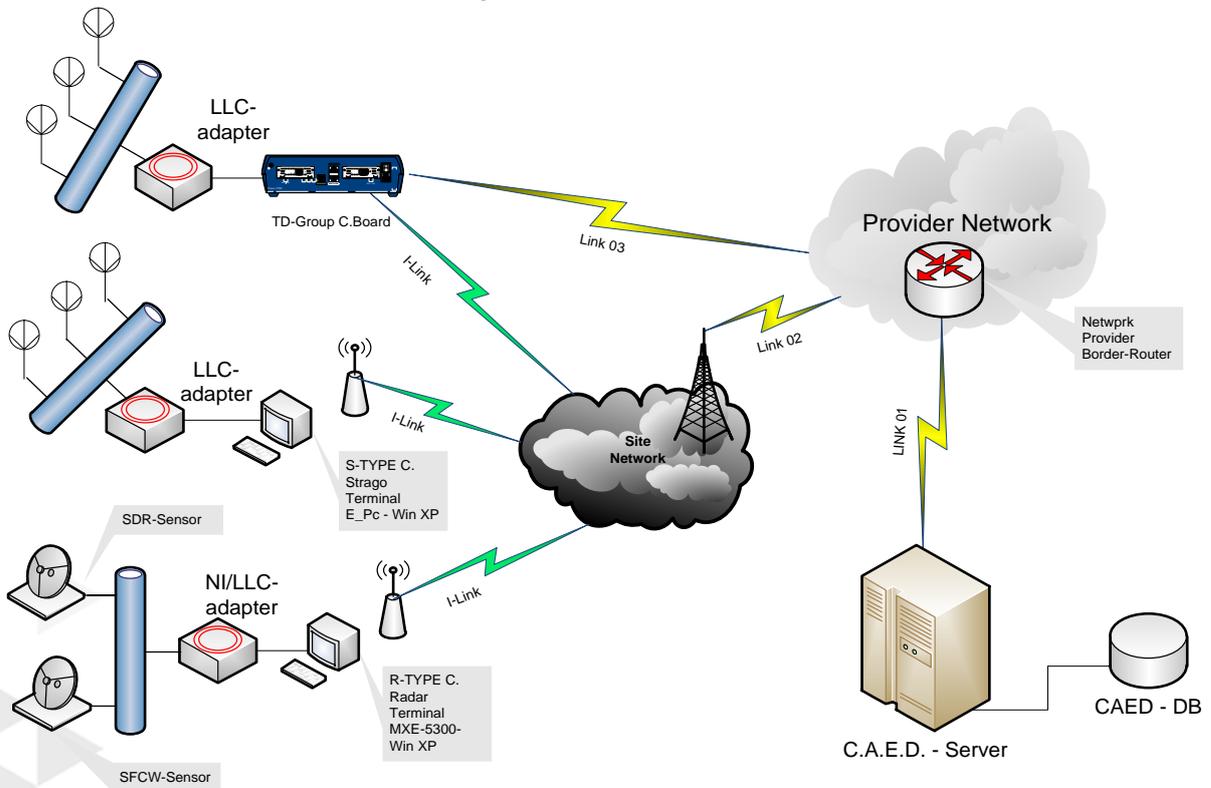
Dall'analisi effettuata sul traffico stimato per le varie tipologie di sensori, si evince che quest'ultimo viene generato in maniera asincrona da ciascun sensore, in modalità bursting, ciò impone una modalità di trasmissione asincrona verso il CAED con gestione di code messaggi.

Al fine di ricostruire correttamente la serie storica dei dati non trasmessi o parzialmente trasmessi tra una sessione di connessione e la successiva. Il CAED appena disponibile una connessione sarà pronto a ricevere dati, i sensori o una qualunque sottorete di sensori, potranno trasmettere dati allorquando avranno terminato le loro acquisizioni\produzioni di dati. In tale regime asincrono, si è reso necessario progettare una architettura software che facesse da "cuscinetto", un software che fungesse da intermediario tra consumatore di dati (CAED centro servizi) e uno o più produttori di dati (sensori e sotto reti di sensori), tale architettura, viene denominata in letteratura, MIDDLEWARE. Al fine di rendere l'architettura middleware configurabile in base alle tipologie di sensori da gestire quest'ultima è stata incapsulata in un Framework che rendesse agevole la duplicazione dei processi "ascoltatori" dedicati ad ogni singolo sensore o sotto rete di sensori. Il processo supervisore di tutte le attività del framework verrà denominato Monitor di sistema, per una descrizione dettagliata dell'architettura e delle funzionalità del Monitor si rimanda al successivo capitolo 5.1.4.B

## Individuazione dell'architettura WAN

### 5.1.3.A ARCHITETTURA DELLA RETE

Tenendo in considerazione lo scenario operativo descritto in precedenza nel capitolo 5.1.1.B, l'architettura di rete per il monitoraggio delle UG nella prima fase di sperimentazione relativo alla Topologia 3 può essere schematizzato come una rete a tre livelli nel modo seguente:



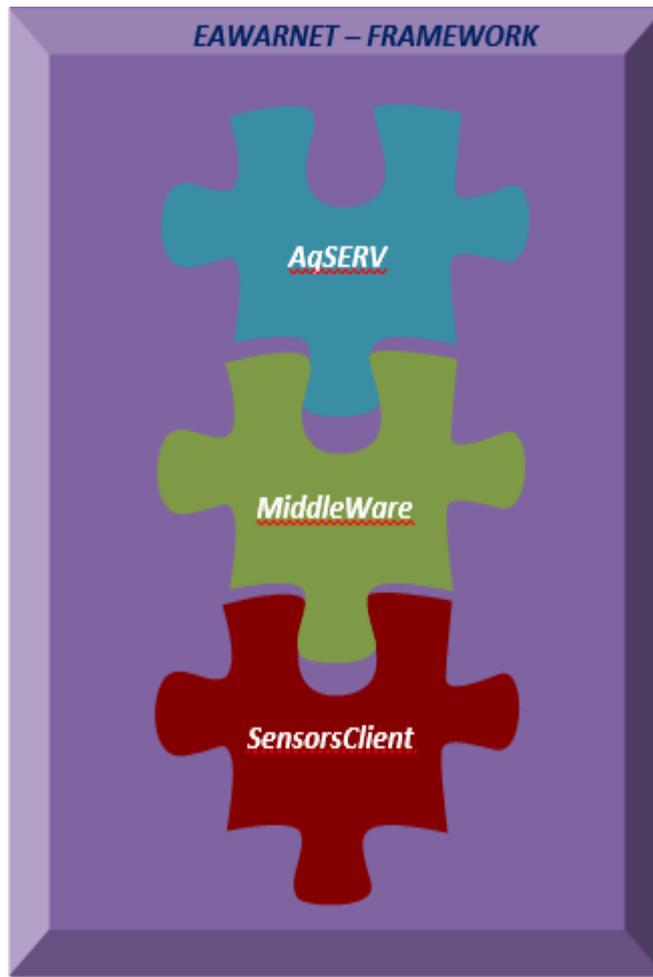
Criticità:

- Estensione Superficie del sito.
- Copertura del segnale.

## Sviluppo del framework di livello applicativo e di livello trasporto

Lo schema architetturale del framework, nell'ipotesi di Sito di monitoraggio con la presenza di Sink-node è costituito da tre macro oggetti:

- CAED – AqServ
  - componente server lato CAED, segnatamente l'interfaccia software concordata con il Centro Acquisizione dati.
- Middleware
  - Insieme delle componenti software del un Sink-Node di primo livello, quali:
    - Monitor dei processi client;
    - Strutture dati per la memorizzazione e gestione dei messaggi;
    - Utility di Encryption;
    - Utility di Compressione dati.
- Sensors Client
  - Componenti software dei Client di ciascun sensore afferente ad un Sink-Node, segnatamente saranno le interfacce concordate con il fornitore\costruttore del sensore o del suo sink di livello-2.



#### 5.1.4.A COMPONENTE SERVER LATO C.A.E.D.

---

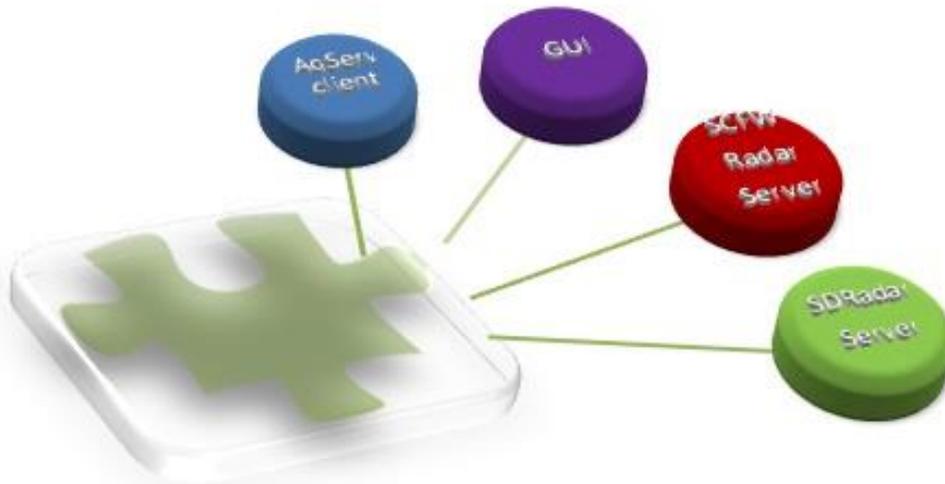
Il componente server già installato e configurato sul CAED denominato **AqServ**, adopera una comunicazione socket TCP/IP (sulla porta **8123**) attivata su opportuno gateway della backbone della EAWARNet . Le fasi di progettazione tengono conto delle specifiche del componente Server e ne implementano le funzionalità Client inglobandole in un Middleware ad architettura multi-thread modulare, ossia, configurabile tramite file in formato XML.

### 5.1.4.B MIDDLEWARE –MAIN MONITOR

---

Per la fase progettuale del Middleware inizialmente si è fatto riferimento a siti di monitoraggio con topologia 3, ovvero, con la presenza di nodo Sink.

L'architettura Software di riferimento del Middleware e di tutte le sue componenti lato Client e lato Server è stata progettata come struttura modulare, in modo da poter implementare agevolmente moduli Client\Sever customizzati per eventuali nuovi sensori da integrare in fasi successive.



Il middleware è progettato in architettura multi-threads, il processo principale, di seguito indicato come Main Process Monitor, è addetto alla supervisione e gestione dei threads secondari quali AqServ-client thread, Radar Sensors Server thread e Graphical User Interface thread.

#### **Funzionalità del Main Process Monitor :**

WarmUp :

- Network discovery: Analizzatore di rete ed individuazione del CAED Server
- Sensors discovery: Individuazione dei sensori e del loro stato di attività

Messages queue manager:

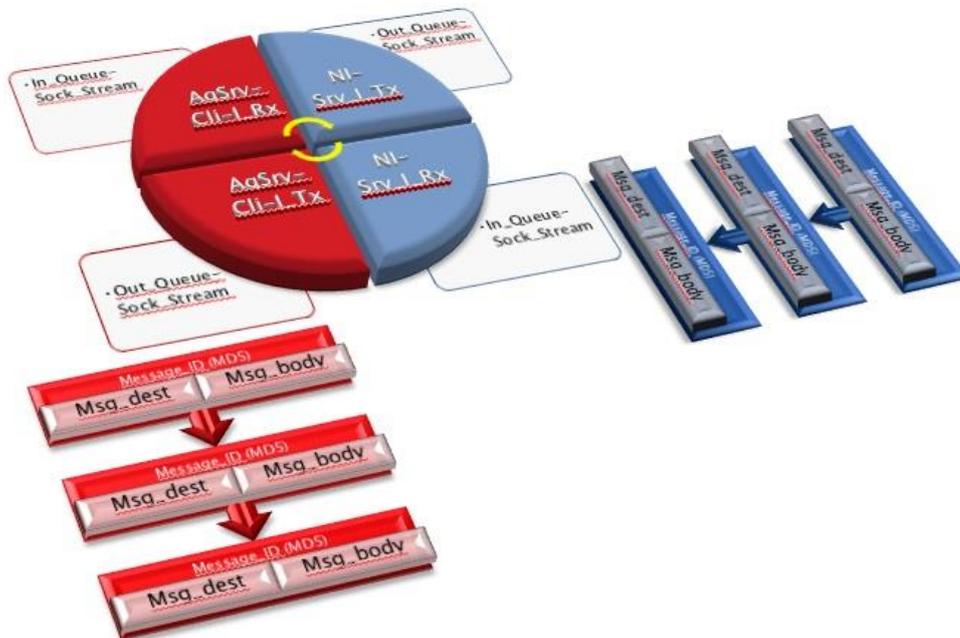
- Sensors Listner Server: gestione del protocollo di comunicazione e delle code messaggi in Ingresso\Uscita dai sensori
- CAED network Client: gestione del protocollo di comunicazione e delle code messaggi in Ingresso\Uscita verso il CAED

Activities Logger : logger delle attività svolte dal Main Process Monitor e dai sotto processi client attivati.

### EAWARNet Framework – MiddleWare - CAED AqServ Client

Gestione della connessione :

- Handshake
- Login
- Session handler
  - Supervisione e Sincronizzazione processi Server listener e Client talker
  - Gestore delle code pacchetti in ingresso ed in uscita (Queue Packets manager)
  - Interprete dei comandi remoti
  - Message Router



## EAWARNet-CAED AqServ - Protocollo implementato

Il protocollo implementato prevede lo scambio di messaggi incapsulati nei pacchetti di livello TCP-IP, la tipologia e la semantica dei messaggi vengono riportati in tabella:

Codice Messaggio	Descrizione	Azione associata
#21#	Connection HandShake	Il Monitor del Middleware è connesso fisicamente ad AqServ e può procedere con il Login
#22#	Login	Il Monitor del Middleware trasmette le credenziali di Accesso ad AqServ in base al suo profilo di Configurazione: <ol style="list-style-type: none"><li>1. Sink-SDRadar sensor</li><li>2. Sink-SFCW_Radar sensor</li><li>3. Sink-IntRAD_UNIFi-sensor</li><li>4. Sink-Strago_SMAMID-sensor</li><li>5. Sink-Modalità ibrida in combinazione con una o più delle precedenti</li></ol>
#9#	Query Disconnect from AqServ	Il Monitor del Middleware ha ricevuto da AqServ la richiesta di disconnettersi, pertanto procede con il LogOUT
#23#	Enter in STORE mode	Il Monitor del Middleware provvede all'invio dei dati acquisiti dai sensori al C.A.E.D.
#200#	Message SAVED	Il Monitor ha ricevuto da AqServ l'Acknowledge per avvenuto salvataggio dei dati inviati
#205#	Message with Remote command	Il Monitor ha ricevuto da AqServ un comando remoto, procede con l'interpretazione del comando identificando: <ul style="list-style-type: none"><li>• Il sensore\SottoRete destinatario\</li><li>• I parametri argomenti del</li></ul>

		comando
#209#	Message Not- SAVED	Il Monitor ha ricevuto da AqServ il segnale di Not-Acknowledge per mancato salvataggio dei dati inviati
#303#	Message SAVED as Orphan	Il Monitor ha ricevuto da AqServ l'Acknowledge per avvenuto salvataggio dei dati inviati, ma non è stato in grado di classificarli in quanto: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Trattasi di nuovo messaggio in fase di Debug\Test;</li> <li>2. Trattasi di messaggio duplicato;</li> </ol>
*1*	Remote command Args for STRAGO sub-NET	Comando remoto per l'impostazione del parametro [t1] della sottorete di sensori Strago-SMAMID
*2*	Remote command Args for STRAGO sub-NET	Comando remoto per l'impostazione del parametro [T2] della sottorete di sensori Strago-SMAMID

#### 5.1.4.C COMPONENTE CLIENT LATO SENSORI

---

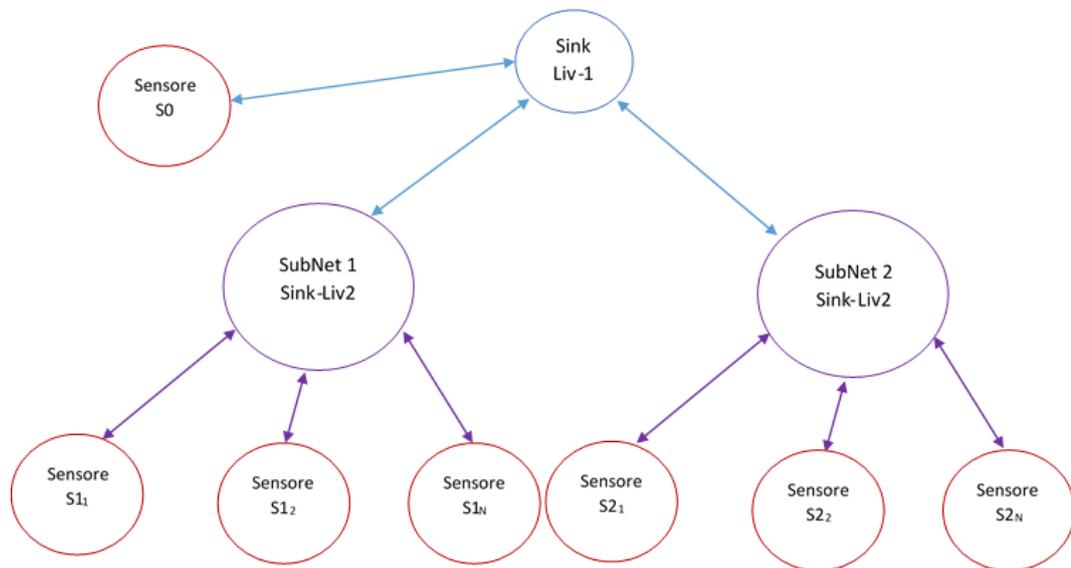
Le componenti hardware di un nodo con topologia 3 sono Sink Node e Sensori radar o Sensori accelerometrici aggregati da un sink di secondo livello la cui interfaccia comunica con l'opportuno client del framework.

I sensori Radar sono di quattro tipologie: Stepped Frequency Continuous Wave di seguito indicato come **SFCW**, Modulated Frequency Continuous Wave di seguito indicato con il termine **SDR** sensor, Radar Interferometro UNI-Fi di seguito indicato come **IntRAD\_UNIFI**, Sottorete sensori Strago di seguito indicati come **STRAGO\_SMAMID**

- **Sink Node** Embedded PC – (MXE o PC fornito dal partner costruttore del sensore)
- **SDR** - Sensore radar
  - NI- USRP
  - Azionamenti Stepped motor
  - Rotore Antenna
  - Antenna
- **SFCW** - Sensore radar scatterometro
  - Modulo di acquisizione basato su Planar Network Analyzer C.M.- PNA-804\1
  - RF-Switch
  - RaspBerry Driver
  - Matrice di Butter
  - Sistema Antenne Tx\Rx
- **IntRAD\_UNIFI**
  - Radar Interferometro
- **STRAGO\_SMAMID**
  - Sottorete di sensori accelerometrici
  - Interfaccia Software LabView

## Sviluppo del framework di livello fisico

L'analisi preliminare dei siti di interesse disposti lungo il tratto autostradale tra Cosenza Sud e Altilia Grimaldi, nello specifico A3\_UGM1-Mancarelli, A3\_UGM2-Garcito, A3\_UGM3-Fiego e A3\_UGM4-Ogliara, ha portato ad individuare le UGM1, UGM3 e UGM4 per l'installazione del Middleware Framework predisposto dalla OR5 per i sensori Radar, Scatterometro, Strago ed Interferometro. Per le suddette UGM è stata predisposta una topologia di rete stratificata a due livelli, come riportato in basso. Nel corso di tale attività sono state, altresì, dettagliate le considerazioni che hanno portato alla scelta del mezzo trasmissivo impiegato. Al fine di determinare i link fisici, idonei alla trasmissione dei dati acquisiti al CAED da parte dei nodi di Livello\_1 afferenti al Framework in oggetto, è stata fatta l'ipotesi di progetto che il raggio medio di una UGM sia pari a  $R_{medio} \approx 1$ [Km], e che le reti di livello\_2 coprano in Wi-Fi le distanze necessarie per raggiungere il concentratore di Livello\_1, il quale via modem Gsm/Umts fungerà da router/gateway verso il CAED stesso.



## Determinazione della tipologia di mezzo trasmissivo sulla base delle coperture dei siti

I siti di interesse sono disposti lungo il tratto autostradale tra Cosenza Sud e Altilia Grimaldi, sono in totale quattro siti A3\_UGM1-Mancarelli, A3\_UGM2-Garcito, A3\_UGM3-Fiego e A3\_UGM4-Ogliara, di cui quelli di interesse nei quali si richiede l'installazione del Middleware Framework sono UGM1, UGM3, UGM4 per le quali verranno dettagliate le considerazioni che hanno portato alla scelta del mezzo trasmissivo impiegato. Per determinare l'estensione della cella è stata fatta l'ipotesi di progetto che il suo raggio medio sia pari a  $R_{medio} \approx 1$  [Km].

### 5.1.6.A UGM1 A3-MANCARELLI

Sono state previste le seguenti sotto reti, di cui sono di interesse per OR5 le sole afferenti al Middleware vedi tabella riassuntiva:

Sensore\Sottorete Liv-2	Afferente al Middleware
Stazione Meteo - conc.TD	No
L-Band SDRadar	Si
Sottorete Inclinometri, Piez, Press -TD	No
Sottorete Tensiometri, TDR – c. TD	No

### 5.1.6.B UGM3 A3-GARCITO

Sono state previste le seguenti sottoreti, di cui sono di interesse per OR5 le sole afferenti al Middleware vedi tabella riassuntiva:

Sensore\Sottorete Liv-2	Afferente al Middleware
Sensore Strago - conc. SMAMID	Si
Sensore Artese	No

### 5.1.6.C UGM4 A3- OGLIARA

---

Sono state previste le seguenti sotto reti, di cui sono di interesse per OR5 le sole afferenti al Middleware vedi tabella riassuntiva:

Sensore\Sottorete Liv-2	Afferente al Middleware
Sensore Strago - conc. SMAMID	Si
Radar Inerferometro UNI-Fi	Si
Radar SFCW Scatterometro	Si

### ATTIVITÀ ELEMENTARE 5.1.7

## Integrazione delle componenti relative alle varie tipologie di sensori

L'attività di integrazione si articola nella specializzazione dei quattro vari moduli Server per i Client (Sensori\Sotto reti) afferenti al Middleware, in tale attività sono state concordate con i costruttori dei sensori le interfacce di comunicazione da implementare al fine di garantire la comunicazione efficiente con il nodo sink di primo livello, ove è residente il Middleware stesso. In particolare i moduli implementati sono:

1. Server SD-Radar
2. Server SFCW-Radar
  - WINDOWS Client per Modulo PNA804
3. Server Radar-Interferometrico (UNIFI)
4. Server Strago SMAMID-SubNet

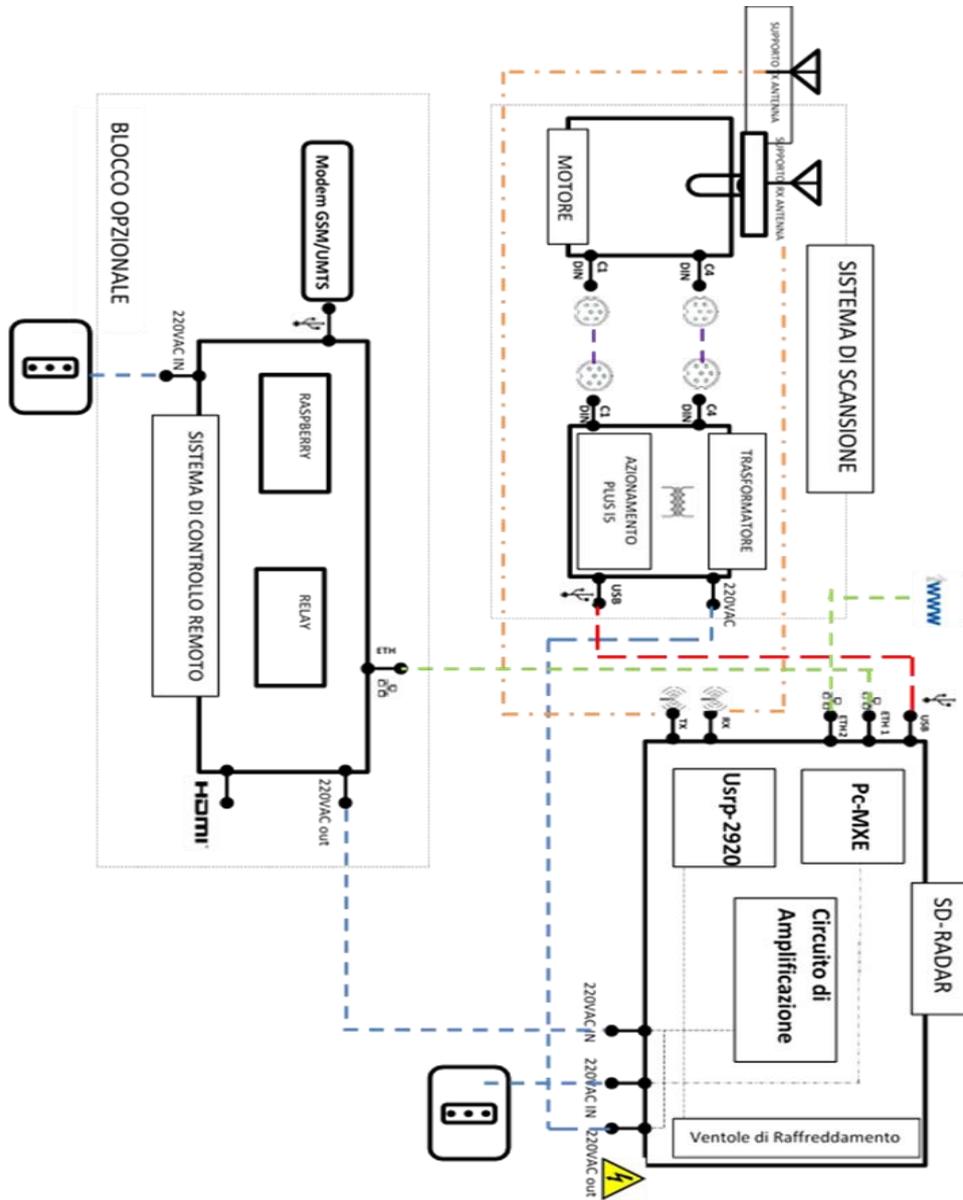
### 5.1.7.A SENSORE SDRADAR – MODULI PRINCIPALI

---

Il sensore SDRadar è compost dai seguenti sottosistemi:

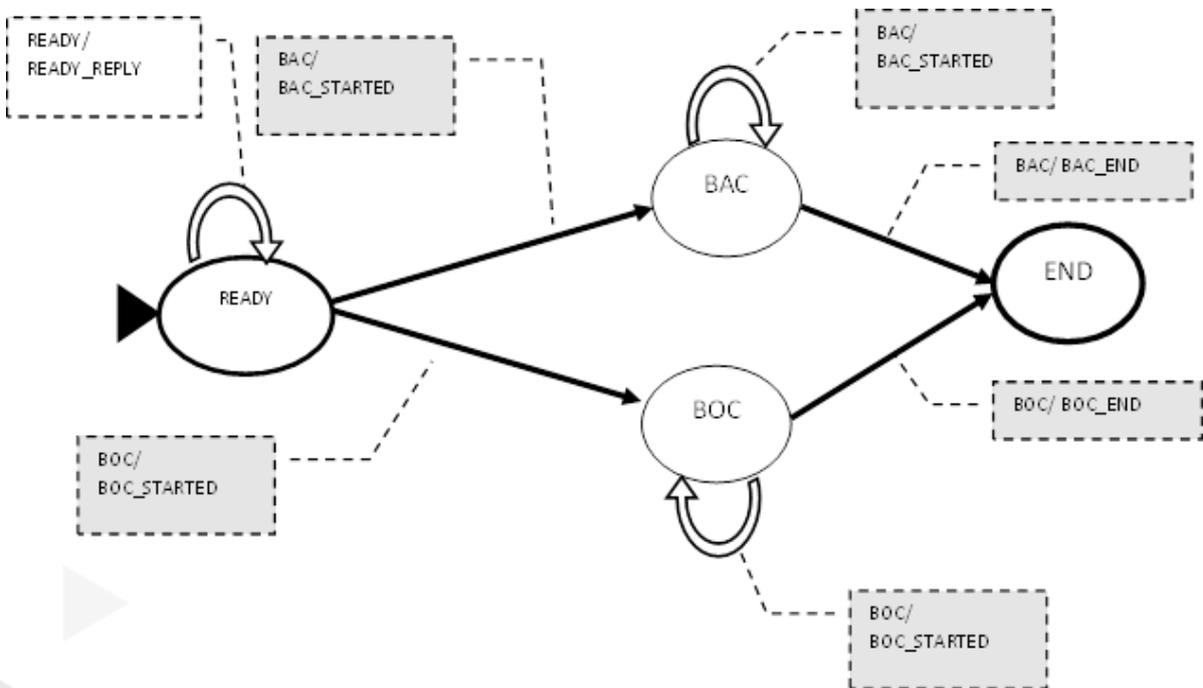
1. Sistema di Scansione contenente azionamenti, rotore antenna e antenne Tx\Rx
2. Sistema di controllo remoto basato su RaspBerry Board

3. Sistema di acquisizione contenente embedded PC ospitante il Middleware Framework, la board National Instrument NI-Usrp 2920  
Viene di seguito riportato lo schema a blocchi logico funzionale del sensore SDRadar:



### Sensore SDRadar - Middleware Usrp Client Interfaccia di comunicazione: State Machine

La macchina a stati dell'interfaccia di Comunicazione descrive l'implementazione degli stati e delle azioni intraprese dal Middleware Monitor, allorquando riceve i comandi remoti, e ne effettua il routing verso l'opportuno Client. In questo caso specifico, la componente Middleware del Framework denominata Client USRP, funge da bridge verso la Board National Instruments di seguito indicata con l'acronimo (NIUSRP).



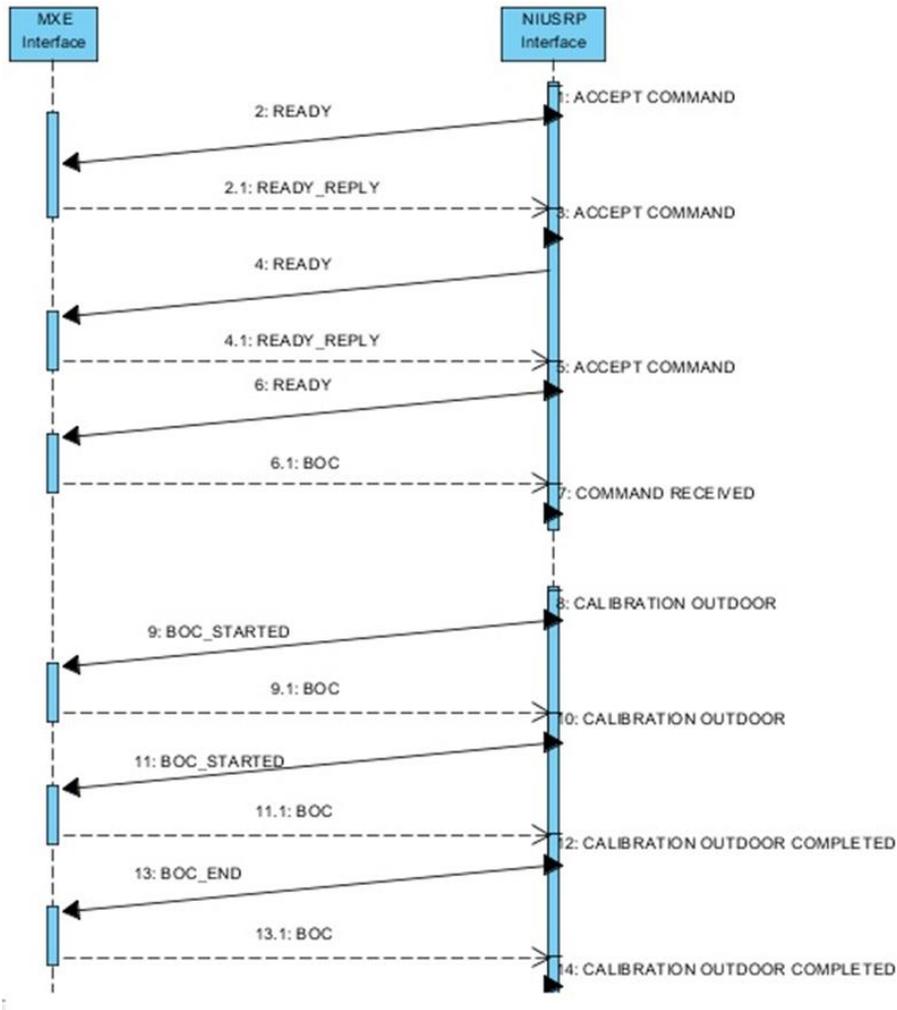
Quando il sensore si trova nello stato finale i dati acquisiti sono memorizzati in un file e pertanto sono pronti per essere spediti su richiesta del CAED nella modalità di funzionamento on-demand, oppure automaticamente in maniera schedulata (codice comando CAED 23).

I dati acquisiti possono essere di tre tipologie:

1. Dati relativi ad un settore di una scena.
2. Dati relativi ad una intera scena acquisita.
3. Dati relativi ad un settore di una scena di riferimento del sistema.

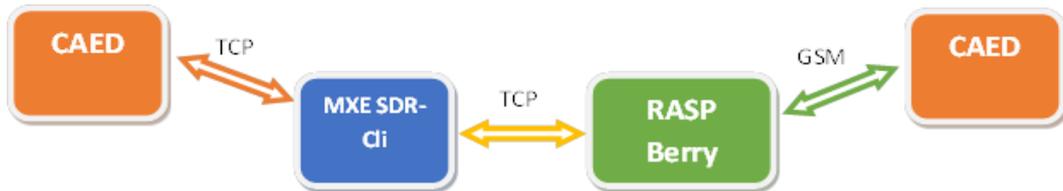
### Sensore SDRadar - MXE NIUSRP: Messages Life Line

Di seguito viene riportato il diagramma della Time-Line Message, descrittivo del protocollo di comunicazione Socket TCP, implementato tra MXE e l'SDRadar:



## Sensore SDRadar - CAED\RASPBerry controller - GSM Interface commands set

Il sensore SDRadar, mette a disposizione tramite l'interfaccia di comunicazione GSM implementata sulla Board RaspBERRY il set di comandi remoti seguente:



<i>SDRadar - RASPBerry GSM Interface - SMS or Email - Remote Commands</i>			
<i>ID_Command</i>	<i>Description</i>	<i>Action</i>	<i>Message</i>
<b>1</b>	<b>PWON</b>	Alimentazione ON	comm/PWON///
<b>2</b>	<b>PWREBOOT</b>	Alimentazione OFF-ON	comm/PWREBOOT///
<b>3</b>	<b>PWOFF</b>	Alimentazione OFF	comm/PWOFF///
<b>4</b>	<b>PCON</b>	Accende il PC	comm/PCON///
<b>5</b>	<b>PCREBOOT</b>	Spegne e riaccende il PC	comm/PCREBOOT///
<b>6</b>	<b>PCOFF</b>	Spegne il PC	comm/PCOFF///
<b>7</b>	<b>SYSON</b>	Alimentazione ON Accende il PC	comm/SYSON///
<b>8</b>	<b>SYSREBOOT</b>	Alimentazione OFF - ON Spegne e riaccende il PC	comm/SYSREBOOT///
<b>9</b>	<b>SYSOFF</b>	Alimentazione OFF Spegne il PC	comm/SYSOFF///
<b>10</b>	<b>RASPREBOOT</b>	Riavvia la Rasperry	comm/RASPREBOOT///
<b>11</b>	<b>RASPOFF</b>	Spegne la Rasperry	comm/RASPOFF///

I comandi possono essere ricevuti via SMS (+39 366 5705455) o via e-mail (landslidesew@yahoo.it) nel seguente formato:

/pass/password//comm/command///

Esempio comando:

/pass/passprova//comm/SYSON///

/pass/passprova//comm/PWON///

/pass/passprova//comm/PWOFF//

Nota\_1: RASPBERRY Tcp Interface sulla Porta 3000

### **Sensore SDRadar - Middleware\_SDRadar Client - TCP Ip Interface commands set**

Il Middleware una volta effettuato il Login , provvede alla comunicazione tra CAED (AqServ) e il sensore SDRadar, esponendo un sottoinsieme dei comandi dell'interfaccia NIUSRP-Server. Il set di comandi remoti invocabili dal CAED è il seguente:

<b>SDRadar Remote Commands</b>		
<b>ID_Command</b>	<b>Description</b>	<b>Actions</b>
<b>1</b>	<i>'BOC': BEGIN OutDoor Calibration</i>	<i>{Acquisizione di una SCENA di Riferimento e suo trasferimento}</i>
<b>2</b>	<i>'BAC': BEGIN Acquisition</i>	<i>{Acquisizione di una SCENA e suo trasferimento}</i>
<b>3</b>	<i>'SSI': Request Status Info</i>	<i>{Richiesta Status Info:[Busy,Ready,Warn] }</i>

Esempio 1: Pacchetto di controllo (codice:205) inviato da AqServ per richiedere una RI-Calibrazione del sistema

OUT: 205 – { 'id':n, 'destination':00306422C035', 'command': 1 ,  
'arguments':['value\_arg\_1',..., 'value\_arg\_n']};

Esempio 2: Pacchetto di controllo (codice:205) inviato da AqServ per richiedere l'acquisizione di una scena:

OUT: 205 – { 'id':n, 'destination':00306422C035', 'command': 2 ,  
'arguments':['value\_arg\_1',..., 'value\_arg\_n']};

Esempio 3: Pacchetto di controllo (codice:23) inviato da AqServ per richiedere l'invio dati di acquisizione di una scena:

OUT: 23 – { 'id':n, 'destination':00306422C035', 'command': 3 ,  
'arguments':['value\_arg\_1',..., 'value\_arg\_n']};

## Sensore SD-Radar: NIUSRP file Configurazione

L'interfaccia di acquisizione della National Instruments USRP-Board, sviluppata in labview, prima di iniziare un ciclo di acquisizione (Stato\_iniziale), caricherà le informazioni utili per la sua operatività da un file di testo SDRadar\_Config\_IDversion.txt avente 7 righe, con il seguente formato:

%Description\_Header : riga di commento informazioni sul TimeStamp di creazione e l'IDversion

%Value %Range : Data Description Fields

USRP\_IP\_Address : Indirizzo IP della Board National Instruments USRP

CFTX : Carrier Frequency Transmission [Hz]

TXGAIN : Transmission Internal Gain [dB]

CFRX : Carrier Frequency [Hz]

RXGAIN : Reception Internal Gain [dB]

TOTAL\_Sectors\_SCENE: Numero indicante i settori in cui è suddivisa una scena di Acquisizione;

CURRENT\_CALIBRATION\_FilePath: File di calibrazione impiegato nelle misure;

Esempio di file: Confiration file SDRadar\_Config\_1.txt

%gg/mm/yyyy hh.mm K N

%Value %Range

0,187 -49485,000

## Sensore SD-Radar : Middleware SDRadar\_Client formato file output

L'interfaccia di acquisizione terminato un ciclo di acquisizione, memorizzerà i dati su file di testo secondo le seguenti specifiche per la nomenclatura:

*[TIMESTAMP]\_ IDSETTORE \_TOTSettori\_[IDRequest].txt*

- [TIMESTAMP]: campo data composto nel seguente formato: **dd-mm-yyyy\_hh-mm-ss**
- IDSETTORE è il numero progressivo del settore all'interno di una scena
- TOTSettori è il numero totale dei settori che costituiscono una scena
- [IDRequest] : campo composto da IDCAEDRequest e IDType indicanti, rispettivamente l'ID della richiesta del CAED seguito da un carattere ('A' o 'C') che specifica ulteriormente le informazione sulla tipologia di misura (Acquisizione o Calibrazione)

Esempio nome file di acquisizione: **dd-mm-yyyy\_hh-mm-ss\_K\_N\_IDCaedReq\_A.txt**

Il formato del file di output relativo alla Acquisizione di un Settore :

```
% dd/mm/yyyy hh.mm  
% MEASURE FILE K 8(col) : M(samples)  
0,187 -49485,000  
... ..  
0,264 -48819,000
```

Il formato del file di output relativo alla Calibrazione di un Settore :

```
% dd/mm/yyyy hh.mm  
% CALIBRATION FILE 4(col) : M(samples)  
%(Range[m]; FFT_Amp; T_Tx; T_Rx)  
0.187; -49485.000; -49483.034; -49485.000  
... ..  
0.264; -49485.000; -49483.034; -49485.000
```

Per avere le informazioni relative all'intera **SCENA** sarà necessario assemblare opportunamente gli **N-files**, in fase di post-processing, ottenendo così la matrice :

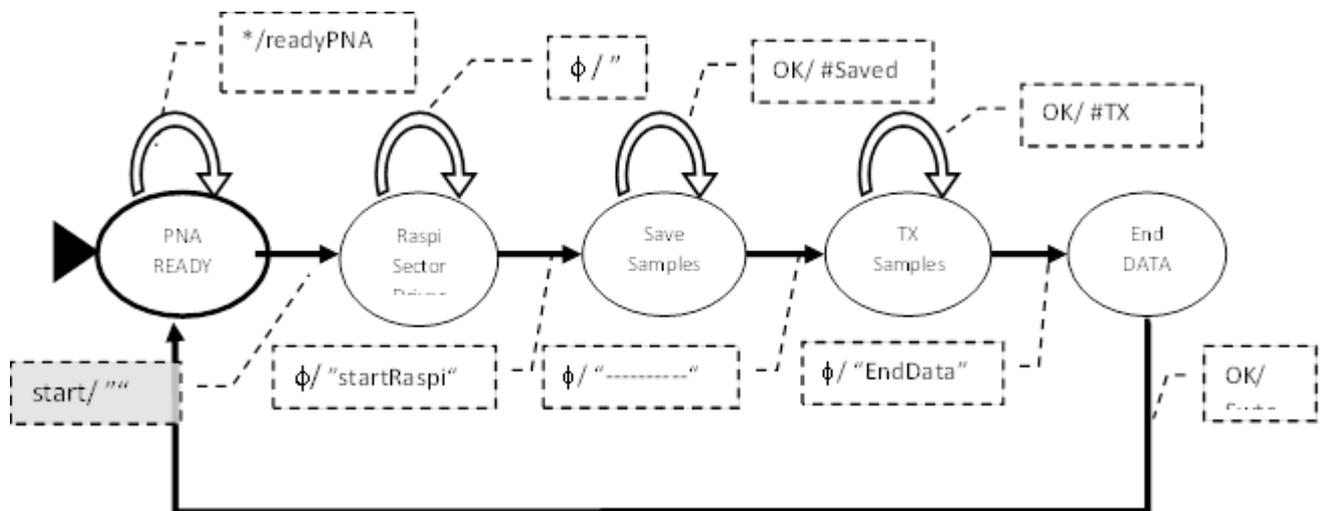
```
% dd/mm/yyyy hh.mm  
%SCENE MATRIX 8(col) : M(samples)  
%(Range[m]; FFT_Measure; Diff; T_Tx; T_Rx; FFT_Cal;  
Tx_Cal; Rx_Cal)  
0.187 ; -49485.000; -49483.034; -49482.207; ..... ; -  
49485.008  
... ..  
... ..  
0.264; -48819.000; -48823.654; -48811.332; ..... ; -  
48722.324
```



## Sensore SFCWRadar – MXE \ PNA USB interfaccia di Comunicazione - State Machine

La macchina a stati dell'interfaccia di Comunicazione descrive l'implementazione delle actions per i *Remote Commands*. Gli stati ammissibili sono 6:

1. PNA : Lo Strumento è pronto a Ricevere comandi;
2. RASPI\_Drv: La Board è pronta per accettare il comando di inizio acquisizione e trasmissione dati, Si può pilotare lo switch RF sull'opportuno settore;
3. SAVE\_Samples: La board stà salvando i dati acquisiti, al termine notificherà con il messaggio di 10 caratteri : "-----";
4. TX\_Samples: La Board sta trasmettendo i dati acquisiti, al termine notificherà con il messaggio : "endData"
5. END\_DATA : La board ha terminato un ciclo di acquisizione (un settore della scena), se riceve il messaggio "OK", riparte dallo stato 1, pronta a commutare sul settore successivo, altrimenti rimane nello stato finale in attesa di ricevere "OK".



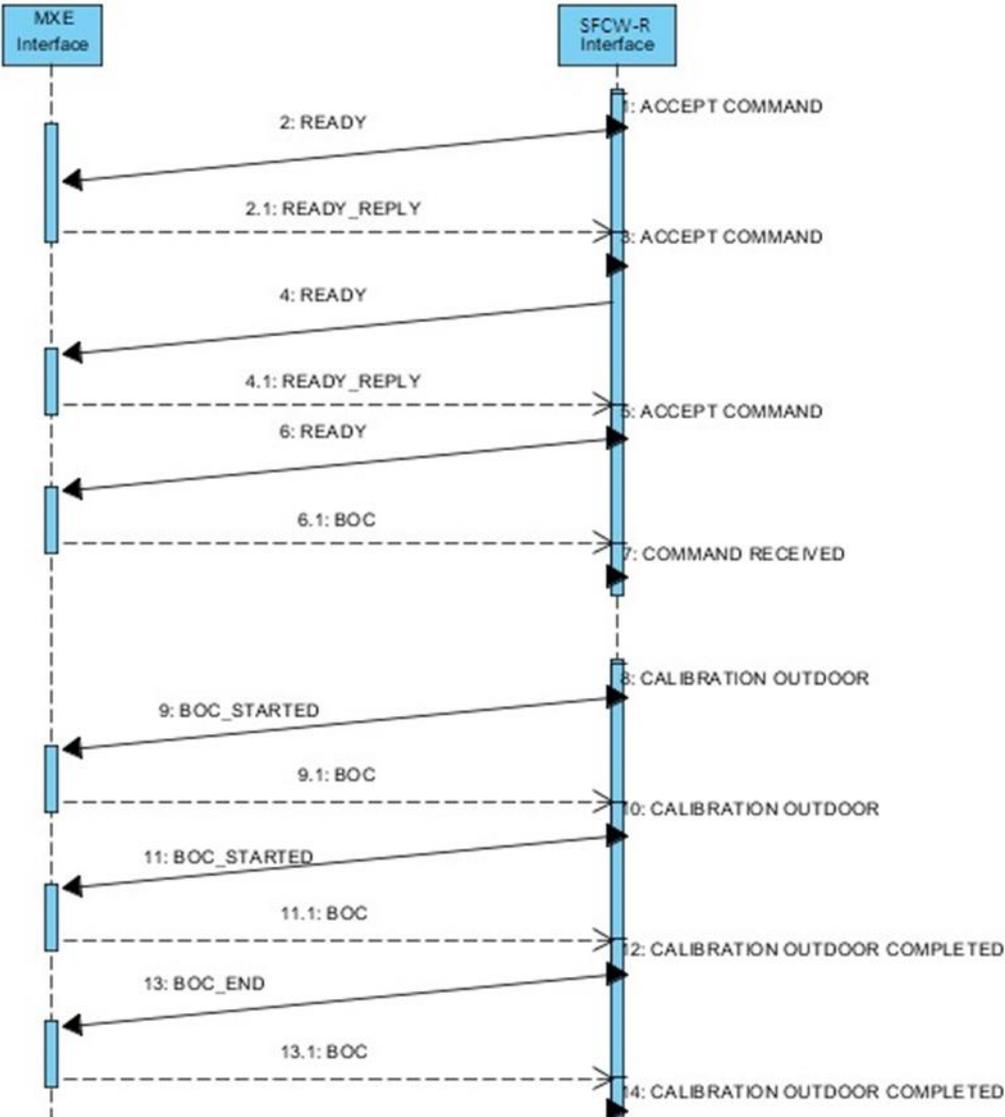
Nelle fasi di progettazione dell'interfaccia e del protocollo di comunicazione, si è tenuto conto delle seguenti specifiche:

1. L'embedded PC (MXE) deve essere predisposto per l'acquisizione, la memorizzazione e la trasmissione al CAED dei dati, i campioni saranno rappresentati da interi su 16\_Bit senza segno, il protocollo si farà carico di interpretarli correttamente in fase di acquisizione dalla board;
2. Il numero di campioni da acquisire per un ciclo di acquisizione è noto a priori e potrà essere pari a 1024 oppure 65.536 campioni;
3. L'acquisizione di una intera scena potrà prevedere più cicli di acquisizione uno per ogni settore in cui è suddivisa la scena, il numero di settori sarà un parametro di input per l'interfaccia di controllo;

Il protocollo di comunicazione seriale prevede un ciclo di acquisizione per ogni settore, la scena da acquisire sarà costituita dall'insieme degli n-settori, sarà dunque necessario invocare n-cicli di acquisizione per completare la procedura.

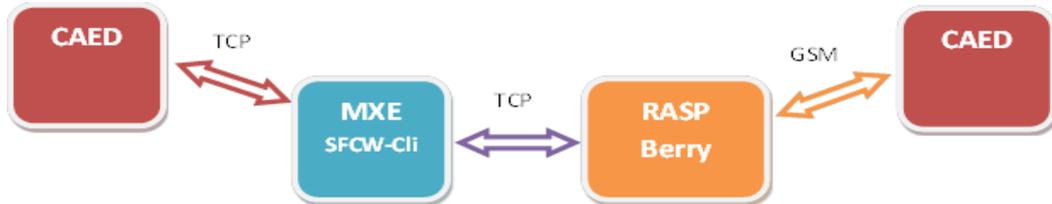
### Sensore SFCW Radar –MXE\PNA804: Life Line Message

Di seguito riportata la Life Line Message relativa alle due interfacce software, rispettivamente Lato Middleware componente Client per SFCW e il dispositivo Planar Network Analyzer PNA804, entrambe sviluppate in C# .NET:



## Sensore SFCW Radar CAED\RASPBerry controller – Interfaccia GSM comandi

Il sensore SFCW Radar, mette a disposizione tramite l'interfaccia di comunicazione GSM implementata sulla Board RaspBERRY il set di comandi remoti seguente :



SCWF - RASPBerry GSM Interface - SMS or Email - Remote Commands			
ID_Command	Description	Action	Message
1	PWON	Alimentazione ON	comm/PWON///
2	PWREBOOT	Alimentazione OFF-ON	comm/PWREBOOT///
3	PWOFF	Alimentazione OFF	comm/PWOFF///
4	PCON	Accende il PC	comm/PCON///
5	PCREBOOT	Spegne e riaccende il PC	comm/PCREBOOT///
6	PCOFF	Spegne il PC	comm/PCOFF///
7	SYSON	Alimentazione ON Accende il PC	comm/SYSON///
8	SYSREBOOT	Alimentazione OFF – ON Spegne e riaccende il PC	comm/SYSREBOOT///
9	SYSOFF	Alimentazione OFF Spegne il PC	comm/SYSOFF///
10	RASPREBOOT	Riavvia la Rasperry	comm/RASPREBOOT///
11	RASPOFF	Spegne la Rasperry	comm/RASPOFF///

I comandi possono essere ricevuti via SMS (+39 366 5705455) o via e-mail (landslidesew@yahoo.it) nel seguente formato:

/pass/password//comm/command///

Esempio comando:

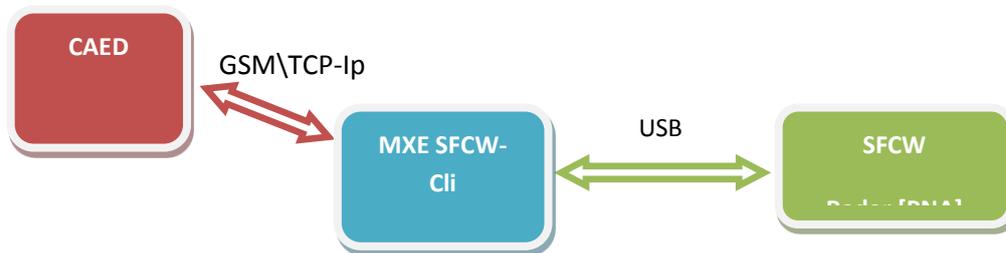
/pass/passprova//comm/SYSON///

/pass/passprova//comm/PWON///  
 /pass/passprova//comm/PWOFF///

Nota\_1: RASPBERRY Tcp Interface sulla Porta 3000

### Sensore SFCWRadar –Middleware Client Interfaccia Tcp Ip e insieme dei comandi

L'MXE una volta effettuata la connessione TCP-IP al CAED(AqServ) , provvede alla comunicazione tra l'MXE e lo strumento di Acquisizione Misura (PNA804) via USB, il componente client piloterà il sensore SFCW Radar, esponendo le sue principali funzionalità verso il Middleware ed il CAED su richiesta, attraverso comandi remoti.



Il Centro Servizi potrà inviare i seguenti comandi remoti:

<i>MXE_SFCWRadar_Client - Remote Commands</i>		
<i>ID_Command</i>	<i>Description</i>	<i>Action</i>
10	BAC	{Acquisizione di una intera SCENA di Riferimento e suo trasferimento}
11	SSS	{Acquisizione di un singolo settore interno ad una SCENA e suo trasferimento}
12	N.A.	Riservato per scopi futuri
13	SSI	{Richiesta Status Info:[Busy,Ready,Warn] }

Esempio Comandi CAED –:

OUT : 205 { 'id': n, 'destination':'00306422C035', 'command': 10, 'arguments':[ 'test\_A0','test\_A1','" ] }

OUT : 205 { 'id': n, 'destination':'00306422C035', 'command': 11, 'arguments':[ 'test\_A0','test\_A1','" ] }

```
OUT : 205 { 'id': n, 'destination':'00306422C035', 'command': 12,
'arguments':[ 'test_A0','test_A1'," ] }
OUT : 205 { 'id': n, 'destination':'00306422C035', 'command': 13, 'arguments':[
'test_A0','test_A1'," ] }
```

## **Sensore SFCWRadar File di Configurazione PNA**

L'interfaccia di acquisizione del PNA prima di iniziare i cicli di acquisizione caricherà le informazioni utili alla sua operatività da un file di configurazione in formato XML

- PNA804\_IPAddr
- PNA804\_ServerCoppmPNA804\_TcpPor
- PNA804\_UniqueID
- PNA804\_EXE\_CfgFileName
- PNA804\_EXE\_FileName
- PNA804\_EnableReadTimeOUT
- PNA804\_WaitingTimeOut
- PNA804\_CalibrationDataColumns: Numero di colonne assunte come Riferimento
- PNA804\_ManagedDataColumns: Numero totale di colonne di una scena acquisita
- PNA804\_ManagedDataFilter: Filtra un determinato numero di colonne
- PNA804\_MDataPath: Sottocartella di memorizzazione acquisizioni da Trasmettere
- PNA804\_LDataFullPath: Sottocartella memorizzazione dati acquisiti
- PNA804WindowedRange\_LB: Lower-Bound Target distance range
- PNA804\_WindowedRange\_UB: Upper-Bound Target distance range
- PNA804\_Direction: Direzione di scansione settori "+" Clockwise, "-" Country Clockwise
- PNA804\_Degree: Ampiezza di un settore in gradi
- PNA804\_DataPersistenceTimeDays: durata in Giorni dei dati sul disco, allo scadere verranno compressi

- PNA804\_ZipFilePersistenceTimeDays: durata in giorni della permanenza dei dati in formato zip sul disco, allo scadere verranno cancellati
- PNA804\_SceneSectors: numero di settori componenti una singola scena

### Sensore SFCWRadar : Middleware SFCWRadar Client – formato file di output

Terminato un ciclo di acquisizione per il Radar SFCW, il server memorizzerà i dati su file di testo secondo le seguenti specifiche per la nomenclatura :

- [TIMESTAMP]\_ IDSETTORE \_TOTSettori\_[IDRequest].txt
- [TIMESTAMP]: campo data composto nel seguente formato: dd-mm-yyyy\_hh-mm-ss
- IDSETTORE è il numero progressivo del settore all'interno di una scena
- TOTSettori è il numero totale dei settori che costituiscono una scena
- [IDRequest] : campo composto da IDCAEDRequest e IDType indicanti, rispettivamente l'ID della richiesta del CAED seguito da un carattere ('A' o 'C') che specifica ulteriormente le informazione sulla tipologia di misura (Acquisizione o Calibrazione)

Esempio nome file di acquisizione: **dd-mm-yyyy\_hh-mm-ss\_K\_N\_IDCaedReq\_A.txt**

Il formato del file di output relativo alla Acquisizione di un Settore :

```
% dd/mm/yyyy hh.mm
% MEASURE FILE K 2(col) : M(samples)
0,187 -49485,000
...      .....
0,264 -48819,000
```

Il formato del file di output relativo alla Calibrazione di un Settore :

```
% dd/mm/yyyy hh.mm
% CALIBRATION FILE K 2(col) : M(samples)
0,187 -49485,000
...      .....
0,264 -48819,000
```

Per avere le informazioni relative all'intera SCENA sarà necessario assemblare opportunamente gli N-files, in fase di post-processing, ottenendo così la matrice :

```
% dd/mm/yyyy hh.mm
```

%SCENE MATRIX  $K+1$ (col) :  $M$ (samples)  
 0,187 -49485,000 -49483,034 -49482,207 ..... -49485,008  
 ... ..  
 ... ..  
 0,264 -48819,000 -48823,654 -48811,332 ..... -48722,324

### 5.1.7.C STRAGO – MIDDLEWARE CLIENT STRAGO SMAMID

La sottorete di sensori accelerometrici sviluppata dalla Strago è stata integrata nel Middleware mediante l'implementazione del componente Client STRAGO. Il Pc fornito dal costruttore Strago, ospita una installazione opportunamente configurata del Middleware stesso, tale installazione prevede sia l'abilitazione del Client AqServ per la comunicazione da/e verso il CAED, sia l'abilitazione del Client Strago. Il Client Strago del Middleware comunica con l'interfaccia software (SMAMID Interface) sviluppata dal costruttore in LabView, impiegando una socket TcpIp, a sua volta il concentratore Strago (SMAMID) comunica in Wi-Fi con la sua sottorete di sensori accelerometrici.

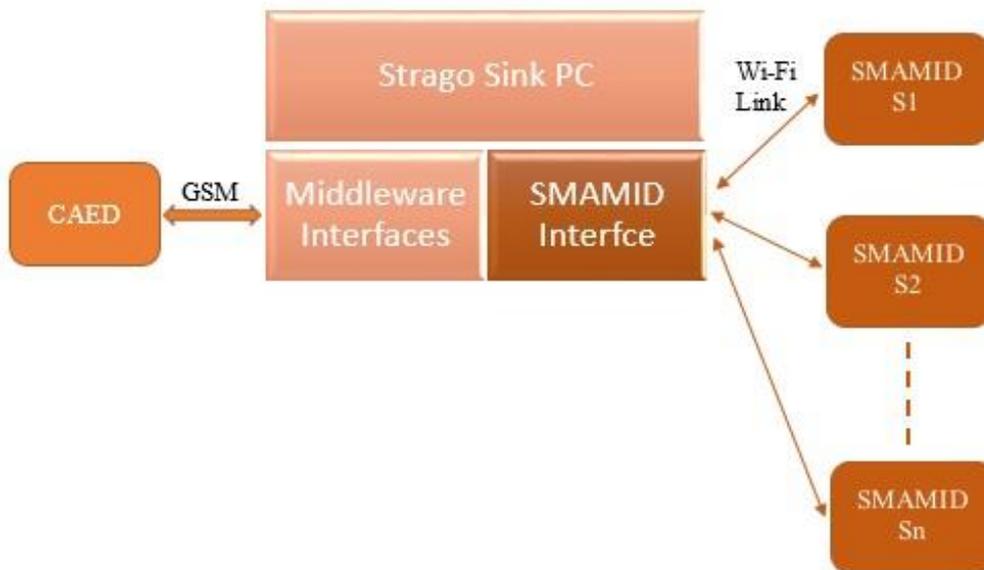
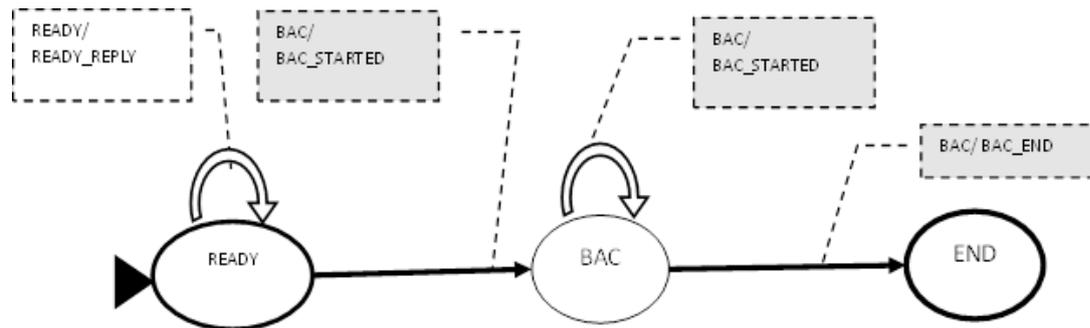


Figura 2- Schema illustrativo sottorete Strago SMAMID ed Interfacce software

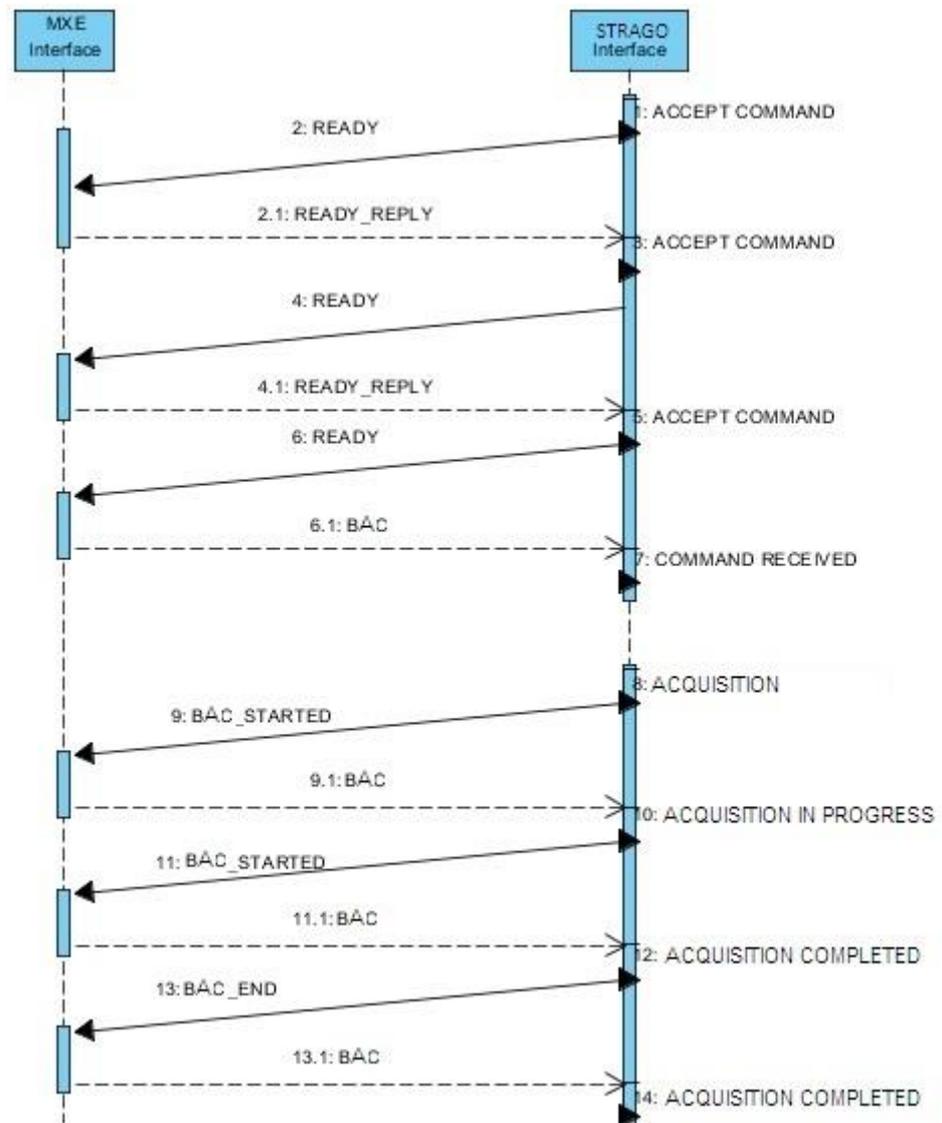
## STRAGO Middleware Client SMAMID Interfaccia Tcp Ip : State Machine

Di seguito viene riportato l'automa a stati finiti che descrive il protocollo di comunicazione tra interfaccia Middleware-Strago Client e l'interfaccia STRAGO-Labview



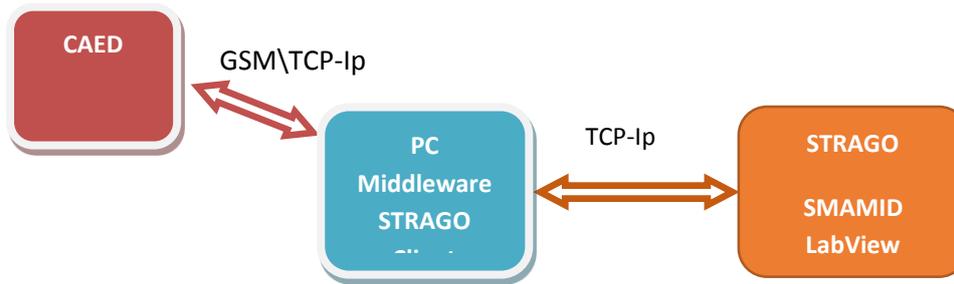
## STRAGO Middleware Client SMAMID Interfaccia Tcp Ip : Life Line Message

Di seguito riportata la Life Line Message relativa alle due interfacce software, rispettivamente Lato Middleware componente Client per STRAGO sviluppata in C# .NET e STRAGO (SMAMID) Interface e l'interfaccia del costruttore e l'interfaccia sviluppata in LabView:



## STRAGO Middleware Client Interfaccia Gsm : Comandi Remoti

Il Middleware una volta effettuata la connessione in gsm al CAED aprirà una sessione Tcp-Ip verso AqServ, provvedendo alla comunicazione tra CAED e sottorete SMAMID, il componente STRAGO client piloterà l'interfaccia Strago SMAMID, esponendone le sue principali funzionalità su richiesta, attraverso comandi remoti.



Il Centro Servizi potrà inviare alla sotto rete Strago i seguenti comandi remoti:

<i><b>MXE_STRAGO_Client - Remote Commands</b></i>		
<i><b>ID_Command</b></i>	<i><b>Description</b></i>	<i><b>Action</b></i>
<b>23</b>	<b>BAC</b>	<i>{Acquisizione dati della sottorete}</i>
<b>1</b>	<b>Change_t1</b>	<i>{Modifica del parametro t1}</i>
<b>2</b>	<b>Change_T2</b>	<i>{Modifica del parametro T2}</i>

Esempio Comandi CAED :

OUT: 23 (Il CAED è connesso ed è pronto a ricevere acquisizioni della sotto rete SMAMID)

OUT: 205 { 'id': n, 'destination': SMAMID, 'command': 1, 'arguments': [ '15' ] }

OUT: 205 { 'id': n, 'destination': SMAMID, 'command': 12, 'arguments': [ '60' ] }

## **STRAGO Middleware Client SMAMID: Configuration File**

Di seguito vengono descritti i parametri del config file:

STRAGO\_IPAddr: Indirizzo Ip della Interfaccia Labview SMAMID

STRAGO\_TcpPor: Porta Ip della Interfaccia Labview SMAMID

STRAGO\_BufferTcpDim: Dimensione in Byte del buffer di Tx\Rx

STRAGO\_UniqueID: Identificativo di sottorete (es: SM14S0A812)

STRAGO\_ViEXE\_CfgFileName: File name del config labview

STRAGO\_ViEXE\_FileName: File name dell'eseguibile labview

STRAGO\_EnableReadTimeOUT: Abilita Time out in lettura

STRAGO\_WaitingTimeOut: durata in [msec] del Time out in scrittura

STRAGO\_ShareDataPath: sotto cartella dati acquisizioni dalla sotto rete SMAMID

STRAGO\_DataPath: sotto cartella dati da trasmettere al CAED

STRAGO\_AcqTimeDuration\_sec: t1 intervallo di tempo [sec] tra le single acquisizioni SMAMID

STRAGO\_AcqTimeSpan\_sec: T2 finestra temporale di acquisizione in [sec]

STRAGO\_AcqTimeSpan\_Win: intero, pari al fattore  $\square$  di tolleranza su T2 (Tolerance =  $\square \times T2$ )

STRAGO\_DataFileHeaderSkip: Elimina l'intestazione dai dati acquisiti

STRAGO\_DataFileHeaderLength: numero di righe del file da assumere come Intestazione

STRAGO\_MaxDataFileToEnsamble: Dati da Assemblare in un messaggio da trasmettere

STRAGO\_searchRULE: Politica di ricerca dei dati da inviare al caed [1,2,3]

STRAGO\_DataPersistenceTimeDays: Intervallo temporale (in giorni) di persistenza dei dati su disco prima di essere compressi.

STRAGO\_ZipFilePersistenceTimeDays: Intervallo temporale (in giorni) di persistenza dei dati su disco prima di essere rimossi.

## STRAGO Middleware Client SMAMID : Formato file di Output

L'interfaccia del Middleware (Client SMAMID) terminato un ciclo di acquisizione, memorizzerà i dati da trasmettere, sul disco, dopo averli opportunamente assemblati e formattati secondo le specifiche del protocollo AqServ.

L'interfaccia LabView della sotto rete SMAMID produce ad ogni intervallo di tempo T2 un file di dati del tipo:

```
dd/mm/yyyy Acquisizione delle HH_mm_ss
System_status = 0
Node, Sensor_status,
Acquisition_status,Acc_x,Acc_y,Acc_z,Temperature,Voltage,Incl_x,Incl_y,Incl_z
data_rows
..
data_rows
```

Dopodiché comunicherà al Middleware (Client SMAMID) il termine dell'operazione, quest'ultimo provvederà a riassemblarli secondo il formato:

```
%--[Header] [Processing Time Stamp]
{STRAGO SMAMID Data File}
%--[Tail]-[Total Rows processed]
```

le specifiche di nomenclatura dei suddetti file pre assemblati e pronti per essere trasmessi al CAED seguono la regola:

**STRAGO\_Samples\_[TIMESTAMP]\_ID\_CaedRequest.txt**

Esempio di file acquisito:

```
Acquisizione delle 12_18_08 Dati UNI.txt
Dato del 06_03_2014 Acquisizione delle 12_18_08
System_status = 0
Node, Sensor_status,
Acquisition_status,Acc_x,Acc_y,Acc_z,Temperature,Voltage,Incl_x,Incl_y,Incl_z
```

101,1,1,-37.23,-7.38,958.37,22.02,3.58,92.22,90.44,2.27  
102,1,1,-19.46,-12.94,1021.42,22.81,0.21,91.09,90.73,1.31  
103,0,0,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00  
104,0,1,-9.70,61.52,1010.56,19.82,3.42,90.55,86.52,3.53

Esempio di file assemblato:

```
STRAGO_Samples_2014_03_06_12_19_10.txt
%-----STRAGO samples of 06/03/2014 processed at 12:19:02 -----
%-----NODO   STATO_sensore   Esito_Acquisizione   Valore_x(mg)
      Valore_y(mg) Valore_z(mg) Temperatura(°C) Tensione batteria (V)
      Inclinazione x (gradi) Inclinazione y (gradi) Inclinazione z (gradi)-----
#Dato del 06_03_2014 Acquisizione delle 12_18_08
System_status = 0
#Node,Sensor_status,Acquisition_status,Acc_x,Acc_y,Acc_z,Temperature,Vol
tage,Incl_x,Incl_y,Incl_z
101,1,1,-37.23,-7.38,958.37,22.02,3.58,92.22,90.44,2.27
102,1,1,-19.46,-12.94,1021.42,22.81,0.21,91.09,90.73,1.31
103,0,0,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00,0.00
104,0,1,-9.70,61.52,1010.56,19.82,3.42,90.55,86.52,3.53
%----- SAMPLES[4]-----
```

Al termine delle operazioni di salvataggio file, qualora quest'ultimo venga correttamente trasmesso al CAED verrà rinominato con il carattere "#" in testa es:

```
#STRAGO_Samples_2014_03_06_12_19_10.txt
```

## Installazione e test finale

### 5.1.8.A COMPONENTI SOFTWARE E OGGETTI DI RILASCIO

---

Il Middleware e tutte le sue componenti architettoniche descritte in precedenza nel cap. 5.1.4 sono rilasciate in un unico pacchetto di deploy.

Viene rilasciato il CD contenente la documentazione ed i pacchetti di installazione del Framework.

Contenuto del DVD:

1. LEWARNET\_Installer : cartella contenente i file di setup del Framework LEAWARNet
  - a. Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_SDRadar
  - b. Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_SFCWRadar
  - c. Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_INTRadar
  - d. Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_STRAGO

Nota: solo al fine di semplificare le installazioni vengono distribuite singolarmente le versioni del Middleware già opportunamente pre-configurate in base alla tipologia di sensore, sia esso SDRadar, Radar Interferometrico, SFCWRadar o Strago SMAMID, pur tuttavia, il Middleware Framework non differisce se non nei corrispondenti parametri del file config.xml.

2. Documentazione:
  - a. Early Warning - Deliverable\_WP5.1.doc
  - b. Early Warning - SDRadar MXE-to-NIUSRP TCP\_IP Protocol.doc
  - c. Early Warning - SFCWRadar MXE-to-ACTEL UART Protocol.doc
  - d. Early Warning - SFCWRadar MXE-to-PNA804 USB Protocol.doc
  - e. Early Warning - STRAGO MXE-to-CAED TCP\_IP Protocol\_v01.doc
  - f. Early Warning - SDRadar\_Test\_Sheet\_v1.0.doc
  - g. Early Warning - SFCWRadar\_Test\_Sheet\_v1.0.doc

### 5.1.8.B SCHEDA DI INSTALLAZIONE SOFTWARE

---

Ai fini di una corretta installazione del MIDDLEWARE-FRAMEWORK vanno rispettati i seguenti prerequisiti:

Sistema Operativo richiesto:

Windows XP SP2 32 bit \ Windows 7 32 bit

Prerequisiti

1. Microsoft DotNET:  
dotNetFx4.0 o superiore
2. National Instruments Run Time Engine

Installazione dei Pre requisiti

1. Dal DVD di rilascio eseguire con diritti di amministratore  
dotNetFx40\_Full\_setup.exe
2. Installare NI-RunTime Engine, dal DVD di rilascio eseguire con diritti di amministratore  
LV861f5Patch.exe

Installazione del MIDDLEWARE- FRAMEWORK

1. Dal DVD di rilascio decomprimere il file zip ed eseguire il setup secondo i seguenti passi:
  - a. Per il sensore SDRadar:  
*Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_SDRadar.zip*  
ed eseguire con diritti di amministratore *setup.exe*
  - b. Per il sensore SFCWRadar:  
*Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_SFCWRadar.zip*  
ed eseguire con diritti di amministratore *setup.exe*  
in seguito dalla cartella PNA804\_1\_Client\_Installer =>  
eseguire con diritti di amministratore *setup.exe*
  - c. Per il sensore radar interferometrico UniFi:  
*Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_INTRad.zip*  
ed eseguire con diritti di amministratore *setup.exe*
  - d. Per la sottorete STRAGO-SMAMID:  
*Setup\_LEWARNET\_FRAMEWORK\_MW\_vnnn\_STRAGO.zip*  
ed seguito eseguire con diritti di amministratore *setup.exe*

### 5.1.8.C SCHEDA DI INSTALLAZIONE HARDWARE

#### Installazione Hardware SDRadar

Per una dettagliata descrizione dell'installazione del sensore SDRadar si rimanda al WP3.3, viene di seguito riportata la scheda di tutti i componenti hardware e le loro specifiche facendo riferimento all'architettura dei componenti del sensore, (riportate nel capitolo SDRadar Schema Connessioni elettriche), la scheda di classificazione è conforme a quanto previsto dal modello di registrazione al CAED (MRD013.doc v. 00.01.00):

tipo dispositivo	Embedded PC
identificativo univoco [1]	00306422C035 (Eth1 Mac Address)
prodotto da [2]	Adlinktech
nome modello	MXE 5000 - Series
versione software/firmware	SysOp: Windows XP pro - sp.2
modelli sensori montati [3]	RASPBerry – P, NI-USRP, RTA_STEPPED Motor Driver, SANYO_STEPPED_Motor, PowerRelè, L_Band Antennas Array
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET01

tipo dispositivo	RASPBerry
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	RS
nome modello	RASPBerry - P
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	Power Relè, GPIO Driver\Power Buffer, GSM-Modem2
coordinate di posizionamento [4]	

operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET01
---	--------------

tipo dispositivo	Ricetrasmittitore Software Defined
identificativo univoco [1]	MAC-Addr: A036FA3532AC , SN:
prodotto da [2]	National Instruments
nome modello	<b>USRP-2920</b>
versione software/firmware	ni292x_fw.bin
modelli sensori montati [3]	L-Band Antennas Array
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET01

tipo dispositivo	STEPPED Motor Driver
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	RTA
nome modello	PLUS L5
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	SANYO D.SM2863
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET01

tipo dispositivo	STEPPED Motor X-Axis
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	SANYO
nome modello	SANYO D.SM2863
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	

coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET01

tipo dispositivo	STEPPED Motor $\Phi$ -Axis
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	SANYO
nome modello	SANYO D.SM2863
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET01

- [1] preferibile MAC address, lunghezza massima 16 caratteri
- [2] es. Campbell, ADLINK. Se è un prototipo di laboratorio specificare Staff
- [3] es, separati da virgola: LIS3LV02DL, SHT75.
- [4] Geografiche (epsg:4326 long/lat) o Cartesiane (epsg:32633 est/nord)
- [5] es. proper acceleracion, rainfall, atmospheric temperature
- [6] es. percent (%), gradi celsius, millimeters, voltage
- [7] es. "x,y,z" oppure "temp", oppure "wind\_vel"
- [8] es. tipo intero o float; se indicato nel seguente formato indica minimo-massimo:  
-20;80  
se indicato nel seguente formato indica un set di valori:  
-20, 0, 20, 32.26, 52.19, 84.44

## Installazione Hardware SFCWRadar

Viene riportata la scheda di tutti i componenti hardware e le loro specifiche facendo riferimento all'architettura dei componenti del sensore, (riportate nel capitolo SFCWRadar Schema Connessioni elettriche), la scheda di classificazione è conforme a quanto previsto dal modello di registrazione al CAED (MRD013.doc v. 00.01.00):

tipo dispositivo	Embedded PC
identificativo univoco [1]	00306422C035 (Eth1 Mac Address)
prodotto da [2]	Adlinktech
nome modello	MXE 5000 - Series
versione software/firmware	SysOp: Windows XP pro - sp.2
modelli sensori montati [3]	RASPBerry – P, PowerRelè, RF_Switch, GPIO_Power_buffer, X_Band Antennas Array, ACTEL_SmartFusion(FPGA), microcontroller, GSM_Modem1,GSM_Modem2
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

tipo dispositivo	RASPBerry
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	RS
nome modello	RASPBerry - P
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	GSM Modem, Power Relè, GPIO_Power_Buffer

coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

tipo dispositivo	Vodafone - GSM Modem1
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	
nome modello	
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

tipo dispositivo	Vodafone - GSM Modem2
identificativo univoco [1]	IMEI: 35 18 27 01 50 98 123;
prodotto da [2]	Honda
nome modello	Honda
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	SIM: +39366 5705455;
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

tipo dispositivo	Planar Network Analyzer
identificativo univoco [1]	PNA804
prodotto da [2]	Copper Mountain

nome modello	PNA804/1
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	N.A.
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

tipo dispositivo	Matrice di Butter
identificativo univoco [1]	N.A.
prodotto da [2]	uWaveLab – DIMES - UNICAL
nome modello	
versione software/firmware	N.A.
modelli sensori montati [3]	N.A.
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

tipo dispositivo	GPIO Driver / Power Buffer
identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	
nome modello	
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	N.A.
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02
tipo dispositivo	RF Switch

identificativo univoco [1]	
prodotto da [2]	
nome modello	
versione software/firmware	
modelli sensori montati [3]	N.A.
coordinate di posizionamento [4]	
operante in WSN (nome dato alla rete wsn)	MWLEWARNET02

- [1] preferibile MAC address, lunghezza massima 16 caratteri  
[2] es. Campbell, ADLINK. Se è un prototipo di laboratorio specificare Staff  
[3] es, separati da virgola: LIS3LV02DL, SHT75.  
[4] Geografiche (epsg:4326 long/lat) o Cartesiane (epsg:32633 est/nord)  
[5] es. proper acceleracion, rainfall, atmospheric temperature  
[6] es. percent (%), gradi celsius, millimeters, voltage  
[7] es. "x,y,z" oppure "temp", oppure "wind\_vel"  
[8] es. tipo intero o float; se indicato nel seguente formato indica minimo-massimo:  
-20;80 se indicato nel seguente formato indica un set di valori:  
-20, 0, 20, 32.26, 52.19, 84.44

