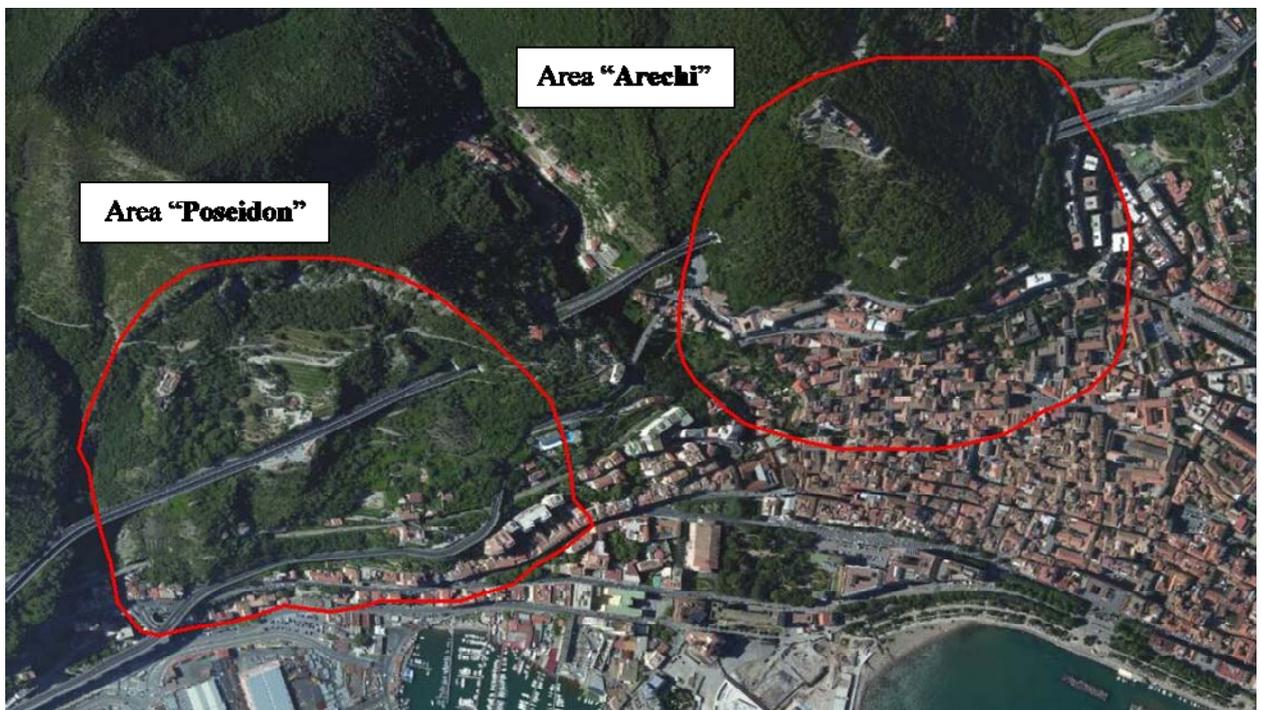


# MESSA IN OPERA DI UNA SISTEMA DI MONITORAGGIO GEOTECNICO-STRUTTURALE COMPRENSIVO DI MISURE

IMPORTO A BASE D'ASTA: 125.000,00 + IVA

## 1. OGGETTO DELL'INCARICO

Nell'ambito dei lavori di realizzazione del 1° stralcio – 2° lotto dell'intervento denominato "Salerno Porta Ovest" è stato progettato un sistema di monitoraggio volto ad identificare eventuali spostamenti superficiali e profondi delle DGPV "Poseidon" e "Arechi" identificate nella Città di Salerno e riportate in Figura 1.



**Figura 1.** Perimetro delle DGPV (Poseidon a sinistra, Arechi a destra) individuate nell'ambito del progetto "Salerno Porta Ovest".

Il sistema di monitoraggio è costituito da:

- GNSS in acquisizione fissa e periodica;
- mire ottiche installate sui viadotti Orfanotrofico e Madonna del Monte;
- tubi estenso-inclinometrici installati in fori di sondaggi appositamente realizzati.

Più nel dettaglio l'incarico consiste in:

- allestimento dell'intero sistema di monitoraggio GNSS con antenne in acquisizione "fissa" e "periodica". Tutte le antenne comprensive di colonnine, agganci, quadri elettrici, software, etc. saranno forniti dalla Stazione Appaltante;
- misure da eseguirsi sulle colonnine GNSS per le acquisizioni in modalità "Periodica";
- manutenzione ed assistenza necessaria per il funzionamento del sistema di monitoraggio geodetico esclusa la fornitura di eventuali apparecchi ed accessori danneggiati;
- monitoraggio topografico con stazione totale sui viadotti Orfanotrofio e Madonna del Monte in Salerno;
- misure estenso-inclinometriche sui tubi appositamente realizzati e condizionati da altra Impresa.

## 2. INSTALLAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO GNSS PER MISURE FISSE E PERIODICHE

Per eseguire misure di alta precisione si è progettato un sistema di monitoraggio GNSS con *misure statiche con la tecnica GPS differenziale in misura di fase con post-elaborazione utilizzando ricevitori a doppia frequenza*. Le fasi di rilievo si suddivideranno in:

- una fase di pre-acquisizione dati;
- una fase di acquisizione dati;
- una fase di controllo di qualità dei dati (pre-processing);
- una fase di elaborazione dati ed interpretazione dei risultati.

La rete GNSS utilizzata è costituita da 18 vertici (Fig. 2). Di questi, 15 (chiamati *vertici di controllo* e identificati con le sigle *PF* e *PM*) sono ubicati in zone interne all'area delle DGPV, ovvero in zone in cui si suppone che si possano avere movimenti gravitativi; gli altri 3 vertici (chiamati *vertici di riferimento* ed identificati con le sigle *CS1*, *CS2* e *CS3*) sono ubicati in aree esterne alle DGPV, ovvero in zone in cui non si manifestano fenomeni gravitativi a questi associabili, e, dunque, tali da poter ipotizzare che rimangano fissi in tutte le campagne GNSS.

Il Sistema di Monitoraggio geodetico progettato prevede le seguenti tecniche di acquisizione:

- **Statica** per i ricevitori identificati con la sigla *CS* e *PF* (ricevitori in acquisizione "statica");
- **Rapido-Statica** per quelli identificati con la Sigla *PM* (ricevitori in acquisizione "periodica").

Inoltre, dei tre vertici di riferimento uno è già presente nel Campus Universitario di Fisciano.

Ogni vertice di controllo è collegato tramite baseline a ricevitori esterni e la soluzione di tutte queste distanze consente di dare la posizione esatta dei vertici.

Tutto il materiale necessario per l'allestimento sarà fornito dalla Stazione Appaltante (SA) e la stessa SA metterà a disposizione del soggetto incaricato dell'allestimento un team di esperti che darà tutte le informazioni necessarie per allestire a regola d'arte il Sistema di Monitoraggio Geodetico. La SA fornirà anche tutti gli eventuali permessi ed autorizzazioni per consentire l'accesso ed il montaggio dei GNSS fissi e delle colonnine per i GNSS periodici nelle proprietà pubbliche e private.

Inoltre, la SA avrà anche cura di dare le opportune autorizzazione per l'allacciamento dei sensori alla rete elettrica nazionale o, se necessario, fornirà eventuali pannelli fotovoltaici con i relativi accessori per il loro montaggio.

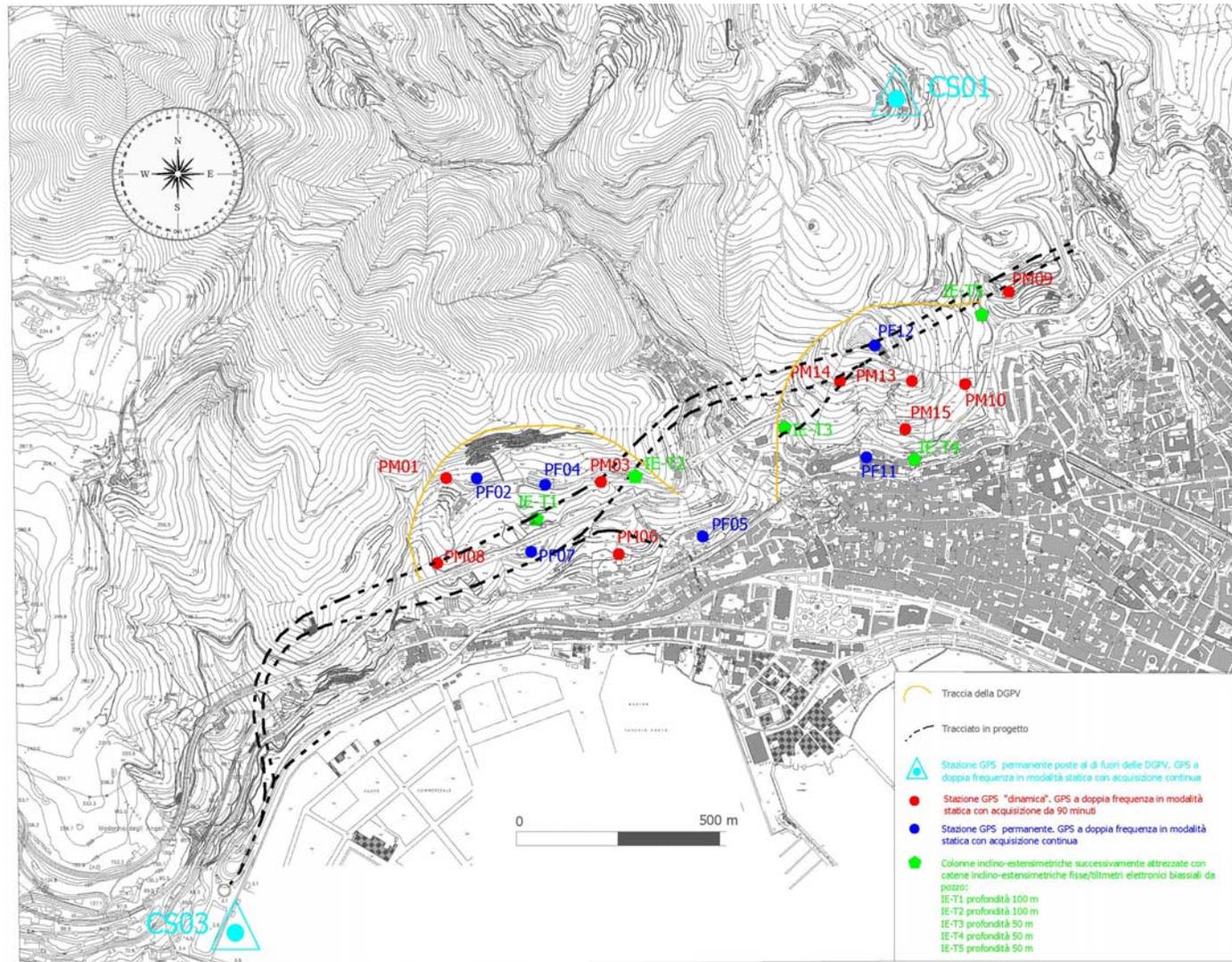


Figura 2. Sistema di monitoraggio.

### **3. ESECUZIONE DI MISURE IN ACQUISIZIONE RAPIDO-STATICA (O "PERIODICHE")**

Le misure dovranno essere effettuate tramite un GNSS a doppia frequenza in grado di tracciare almeno le costellazioni NAVSTAR e GLONASS. Per ogni postazione GNSS "Periodica" la sessione di misura dovrà durare per un tempo non inferiore ai 90 minuti in modalità statica e con acquisizione al secondo.

Per garantire la corretta ripetibilità delle misure, si utilizzerà un sistema di innesto a baionetta tramite un riduttore che assicura il posizionamento dell'antenna sempre al medesimo punto sia in planimetria che in altimetria.

Per ogni punto di misura dovranno essere elaborate le baseline ed effettuate le compensazioni con adeguati software di elaborazioni dati in post-processing. Dovranno, quindi, essere determinate le coordinate X Y Z in modo da poterle comparare nel tempo e monitorare eventuali spostamenti.

A seguito della stipula del contratto saranno concordati incontri tecnici finalizzati, tra l'altro, alla calendarizzazione delle misure che dovranno essere in numero di 12 e distribuite in un lasso di tempo massimo pari a 12 mesi.

### **4. MANUTENZIONE ED ASSISTENZA PER IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO GEODETICO**

In considerazione della tipologia di sistema di monitoraggio GNSS progettato, si rende necessario che lo stesso venga mantenuto in perfetta efficienza. Per tale motivo il soggetto incaricato dei lavori dovrà garantire la massima tempestività di intervento allorquando uno o più GNSS dovessero avere problemi di funzionamento.

La manutenzione consisterà nella sostituzione di parte ammalorate, nel serraggio delle viti e delle brucole, nella pulizia dei contatti, nella verifica sul funzionamento delle batterie, nella eventuale rinizializzazione delle antenne, etc. Tutti i componenti da sostituire saranno forniti dalla SA a seguito di specifica richiesta della Società incaricata.

La Società incaricata dovrà anche assistere la Stazione Appaltante su tutta la fase di acquisizione ed omogeneizzazione dei dati e, se richiesto, partecipare a specifiche riunioni con tutti gli Enti e Società che la stessa SA dovesse ritenere utile al fine di garantire il corretto funzionamento del Sistema di Monitoraggio Geotecnico.

## **5. MONITORAGGIO TOPOGRAFICO CON STAZIONE TOTALE SUI VIADOTTI ORFANOTROFIO E MADONNA DEL MONTE IN SALERNO**

Sui viadotti Orfanotrofio e Madonna del Monte dovranno essere posizionati dei prismi e miniprismi (genericamente chiamati target) sia sulle strutture oggetto del controllo nel tempo sia esternamente alle stesse. I Prismi saranno forniti dalla Stazione Appaltante e, in considerazione della necessità di allestire i prismi dall'Autostrada, la SA si occuperà di fornire l'adeguato supporto logistico (movieri, segnaletica, by-bridge, etc.) per tale attività.

Prima di eseguire le attività sarà organizzato un incontro con la SA al fine di calendarizzare le misure che, in ogni caso, saranno in numero di 14 (12+2 letture di zero).

Il rilievo utilizzerà, come riferimenti esterni, anche dei target posizionati in aree non immediatamente limitrofe alle strutture, ciò al fine di garantire la inamovibilità degli stessi, requisito indispensabile che caratterizza i caposaldi di riferimento.

Al termine della fase di installazione dei caposaldi (sono previsti n. 83 target) e dopo aver scelto il punto di stazionamento della strumentazione topografica, si dovrà eseguire il primo dei due rilievi denominati "rilievi di impianto-lettura zero" di tutti i punti che costituiscono il monitoraggio topografico, sia dei punti misura sia dei riferimenti esterni.

Le misure angolari dovranno essere eseguite impiegando teodoliti con precisione angolare al secondo ed usando la tecnica del metodo a strati nella doppia posizione del cerchio orizzontale al fine di ridurre, al minimo, gli errori di collimazione e l'errore d'indice di verticalità dell'asse zenitale presente sistematicamente in ogni apparecchiatura topografica.

Relativamente alla misura di impianto (zero) è indispensabile eseguire almeno due campagne di misura che dovranno essere eseguite a pochi giorni l'una dall'altra, ciò al fine di consolidare il dato iniziale di comparazione con le campagne successive. Tale necessità scaturisce dall'esigenza di discriminare eventuali fattori esterni che possano compromettere la precisione del sistema ed in particolare l'attendibilità della posizione dei caposaldi esterni (posti a ragguardevole distanza e pertanto maggiormente influenzati da temperatura e pressione atmosferica e quindi dalla correzione in ppm) alla base dell'affidabilità del monitoraggio.

Successivamente al "rilievo di impianto" ed in post elaborazione si dovranno determinare le coordinate da assegnare ai punti di riferimento a cui appoggiarsi per le successive campagne.

In ogni campagna di rilievo successiva a quello di lettura di zero, si dovranno misurare, nuovamente, i riferimenti esterni in quanto avendo già conoscenza delle coordinate iniziali dei suddetti punti, grazie al software integrato a corredo della stazione totale, il programma dovrà processare i valori misurati; tale procedura ha il duplice scopo di determinare le coordinate della stazione topografica e, quindi, di inquadrarsi nel sistema di riferimento

locale o assoluto, e di effettuare il calcolo degli scarti e eventuale compensazione delle coordinate strumentali.

Al termine della campagna di letture volta alla misura dei punti di controllo mediante 5 letture in posizione diritto e capovolto (per maggior precisione degli angoli verticali e azimutali) su ogni target, il software integrato nella stazione topografica dovrà calcolare le nuove coordinate X,Y,Z dei punti di monitoraggio (target sulle strutture).

Dagli scarti con cui saranno determinate, di volta in volta, le coordinate strumentali della stazione topografica si dovrà definire la precisione della campagna di misura che si ritiene risulti essere pari a circa +/- 2 mm.

Da quanto esposto si evince che la metodologia applicata non si basa sul fatto che la stazione topografica debba essere posizionata necessariamente sullo stesso punto in ogni rilevamento, ma potrà utilizzare diversi punti di stazione, in quanto per ogni campagna di misura il sistema applicato calcolerà le coordinate della stazione sulla scorta delle misure effettuate sui riferimenti fissi (metodo delle intersezioni). Tale procedura consentirà la materializzazione del punto di stazione, da cui si effettueranno le misure di controllo, anche in aree presumibilmente interessate da eventuali spostamenti.

La materializzazione di detti punti di controllo dovrà avvenire su supporto fisso (piastra su muro o su pilastrino) per la collocazione della stazione totale, al fine di garantire maggiore stabilità e precisione di posizionamento della stessa nel lasso temporale necessario per l'esecuzione della campagna di lettura (circa 6 ore) cosa che non garantisce il classico treppiedi. Dalla comparazione delle serie di misure, eseguite a cadenze prefissate, con la misura definita di azzeramento si determineranno le variazioni plano-altimetriche.

## 6. MISURE ESTENSO-INCLINOMETRICHE

Lungo cinque verticali preventivamente realizzate e condizionate da altra Impresa, si dovrà eseguire una campagna di letture estenso-inclinometriche su tubi installati da altra Impresa. Dette letture avranno il precipuo scopo di determinare eventuali movimenti di un punto nello spazio secondo le componenti x-y-z.

Di seguito si riportano le profondità delle verticali ove eseguire le letture mentre per la loro ubicazione si rimanda alla Figura 2.

<b>Sigla Sondaggio</b>	<b>Profondità stimata (m)</b>
IE - T1	100
IE - T2	100
IE - T3	50
IE - T4	50
IE - T5	50

Le misure di campo dovranno essere rilevate manualmente tramite una centralina portatile ed espresse o in unità elettriche (mV) o convertite direttamente in angoli (°).

Dovrà essere cura dell'operatore annotare e prontamente segnalare, qualsiasi malfunzionamento del sistema di misurazione o del danneggiamento sistema di monitoraggio.

L'esecuzione delle letture avverrà manualmente e mediante collegamento del cavo strumentale alla centralina per ogni punto di lettura, tenendo conto delle funzioni di tutti i conduttori da collegare di seguito riportati:

- Cavo Rosso = + 24 volt;
- Cavo Nero = GND;
- Cavo Azzurro = Segnale Y;
- Cavo Verde = Segnale X;
- Cavo Giallo = Segnale Estensimetrico;
- Calza = Terra, collegamento a terra del datalogger.

La misura dello spostamento locale della sonda inclinometrica verrà condotto sulle quattro guide del tubo, con un passo di campionamento di 1000 mm, rilevando quindi la tensione in mV del trasduttore elettrico di inclinazione per gli assi X e Y e nell'elaborazione del dato in termini di variazione nell'assetto della sonda inclinometrica fissa nel tratto di tubazione nella quale è installata.

Per la misura dello spostamento locale della sonda estensimetrica fissa, così come per le letture inclinometriche, si rileverà la tensione in mV, del trasduttore elettrico di assestamento e nell'elaborazione del dato si terrà conto, in termini di variazione nell'assetto della sonda nel tratto di tubazione nella quale è installata. Uno spostamento positivo indicherà un allontanamento tra la testa e l'anello di riferimento, uno spostamento negativo indica un avvicinamento tra la testa e l'anello di riferimento.

Per la misura della parte estensimetrica è essenziale che il posizionamento dello strumento sia in corrispondenza dell'anello di misura.

## **7. ESCLUSIONI**

Restano escluse dalle presenti attività:

- tutte le attività necessarie per eseguire le lavorazioni sulla carreggiata autostradale;
- l'utilizzo del by-bridge che sarà fornito dalla SA;
- i permessi e le autorizzazioni per l'installazione dei GNSS;
- la energizzazione dei GNSS;
- gli eventuali pezzi di ricambio delle stazioni GNSS.

## **8. OFFERTA**

L'Offerente dovrà indicare, in cifre ed in lettere, il ribasso in percentuale che intende applicare all'importo a Base di Gara pari ad Euro 125.000,00.