

ITINERARIO INTERNAZIONALE E78 S.G.C. GROSSETO – FANO  
Tratto Selci Lama (E45) – S. Stefano di Gaifa  
Adeguamento a 2 corsie della Galleria della Guinza (lotto 2)  
e del tratto Guinza – Mercatello Ovest (lotto 3)  
1° stralcio

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. AN58

PROGETTAZIONE:  
RAGGRUPPAMENTO  
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



**sinergo**

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE:

Ing. Riccardo Formichi – Società Pro Iter Srl  
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 18045

IL PROGETTISTA:

Ing. Alberto Rinaldi – Società Erre.vi.a. Srl  
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. 16951

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica – Società Pro Iter Srl  
Albo Geol. Lombardia n. A762

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Massimo Mangini – Società Erre.vi.a. Srl  
Ordine Ingegneri Provincia di Varese n. 1502

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Dott. ing. Vincenzo Catone

PROTOCOLLO:

DATA:



**07 - OPERE D'ARTE MINORI**

**07.01 - OS.01 - MURO DI SOSTEGNO DAVANTI A PARATIA ESISTENTE**

Relazione sul monitoraggio

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00OS01STRRE02A .pdf			
LO702M	E	2101	CODICE ELAB. T00OS01STRRE02		A	-
D						
C						
B						
A	EMISSIONE		FEBBRAIO 2023	BONASIO	RINALDI	RINALDI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

# INDICE

1	INTRODUZIONE .....	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	2
2.1	Normativa .....	2
3	GENERALITA' .....	2
4	PARATIA ESISTENTE LATO ROTATORIA LATO UMBRIA.....	3
4.1	Controlli topografici.....	3
4.1.1	<i>Descrizione</i> .....	3
4.1.2	<i>Modalità d'installazione</i> .....	3
4.1.3	<i>Acquisizione dati</i> .....	4
4.2	Celle di carico sui tiranti.....	4
4.2.1	<i>Descrizione</i> .....	4
4.2.2	<i>Modalità di posa in opera</i> .....	5
4.2.3	<i>Restituzione dati</i> .....	5
5	VALORI DI SOGLIA .....	6
6	FREQUENZA D'INDAGINE .....	6
7	SUDDIVISIONE E QUANTIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO .....	7
7.1	Paratia esistente lato rotatoria lato Umbria .....	7
8	SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE.....	8
8.1	Mire ottiche .....	8
8.2	Celle di carico sui tiranti.....	9

Titolo relazione

---

*RTP di progettazione:*

*Mandataria:*

*Mandanti:*



## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione si inserisce nel contesto del Progetto Esecutivo per l'apertura al traffico della Galleria della Guinza (Lotto 2°) e del Tratto Guinza – Mercatello Ovest (Lotto 3°) del Tratto 5 Selci Lama (E45) – Santo Stefano di Gaifa dell'Itinerario Internazionale E78 S.G.C. Grosseto - Fano e ha come obiettivo quello di illustrare il sistema di monitoraggio per le gallerie Guinza e S. Antonio.

L'intervento è localizzato tra le Regioni Umbria e Marche, nei Comuni di San Giustino (PG) e Mercatello sul Metauro (PU). Più dettagliatamente, il 2° Lotto comprende la Galleria della Guinza, mentre il 3° Lotto comprende tutte le opere dall'uscita della Guinza sul lato marchigiano, fino al termine dell'intervento.

Il progetto è finalizzato alla messa in esercizio della Galleria della Guinza, e consiste nel completamento della carreggiata stradale esistente in parte già realizzata e mai messa in esercizio, di sviluppo totale pari a circa 10 km.

I lavori per lo scavo del primo fornice della galleria della Guinza sono terminati nel 2004 (solo opere civili), e da allora non è mai stata aperta al traffico. Oltre la galleria della Guinza, lungo il tracciato si susseguono, in direzione Marche, una serie di tratti all'aperto, in viadotto ed in galleria, per terminare poco prima dell'abitato di Mercatello.

In particolare il sistema di monitoraggio oggetto della presente relazione si riferisce all'opera di sostegno esistente lato rotatoria, lato Umbria.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### 2.1 Normativa

- [1]. Ministero dei LL.PP. - D.M. 17.01.2018: "Norme tecniche per le Costruzioni".
- [2]. Ministero dei LL.PP. - Circ. 7 del 21.01.2019: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;

## 3 GENERALITA'

Oggetto della presente relazione è la descrizione del sistema e del programma di monitoraggio previsto per l'opera di sostegno esistente lato rotatoria, lato Umbria.

Lo scopo è quello di illustrarne il programma per quanto concerne le attività relative al monitoraggio in corso d'opera.

Dopo una breve presentazione del progetto, viene descritta la strumentazione da installare, la tipologia, le modalità e la frequenza delle misure da effettuare durante la realizzazione delle opere.

## 4 PARATIA ESISTENTE LATO ROTATORIA LATO UMBRIA

Per l'opera in oggetto viene predisposto un piano di monitoraggio che consenta di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, di verificare l'idoneità degli interventi e delle modalità esecutive previste in progetto e di controllare che i valori di spostamento delle strutture siano compatibili con la funzionalità statica delle opere e congruenti con quelli stimati in progetto.

Viene pertanto definito un sistema di monitoraggio in corso d'opera, parte integrante del progetto, che contempla la seguente strumentazione:

- controlli topografici con mire ottiche installate sulle opere di sostegno. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del punto misurato, nelle tre direzioni dello spazio;
- celle di pressione per la misura della forza agente sui tiranti, mediante l'adozione di celle di carico toroidali per la misura del carico agente sui tiranti. Le celle di carico saranno disposte in testa ad alcuni tiranti con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e nel proseguire delle lavorazioni. Le celle dovranno essere dotate di mire ottiche al fine di misurare eventuali spostamenti ai quali dovessero essere soggette. I terminali delle celle di carico dovranno essere alloggiati in un apposito pannello di centralizzazione.

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio degli imbocchi.

### 4.1 Controlli topografici

#### 4.1.1 Descrizione

Sulla paratia di sostegno in oggetto dovrà essere installato un sistema di mire ottiche per la realizzazione di misure di rilievo degli eventuali spostamenti delle opere stesse.

Indicativamente le basi avranno una distanza reciproca di circa 10 m e saranno posizionate sulla trave di testata delle paratie e in corrispondenza di ogni ordine di tirante. Il dettaglio è riportato nello specifico elaborato di progetto.

#### 4.1.2 Modalità d'installazione

L'installazione dei chiodi di misura topografica dovrà essere realizzata secondo la seguente procedura:

- Tracciamento topografico delle posizioni di installazione;
- Realizzazione del foro di alloggiamento del chiodo di diametro adeguato;

- Infissione e sigillatura del chiodo nel foro precedentemente realizzato.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). Il caposaldo di riferimento dovrà essere in posizione tale per cui eventuali cedimenti siano minimi e controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

#### 4.1.3 Acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti della paratia, in testa e sulle sezioni ad altezza intermedia, nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti N e spostamenti E.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. È richiesta la precisione seguente:

- teodolite: lettura angolare non superiore a 2 secondi centesimali;
- distanziometro elettronico:  $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ .

## 4.2 Celle di carico sui tiranti

### 4.2.1 Descrizione

Si tratta di strumenti adatti al controllo e alla misura del carico agente su strutture e/o trasmesso in determinati punti delle stesse.

Le celle di carico per tiranti strumentati sono costituite da:

- un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con strain gauge di tipo resistivo in numero variabile ma dimensionati in modo tale da garantire una minore sensibilità ai carichi eccentrici, collegati in modo da permettere l'acquisizione dati su un unico canale;
- una piastra in acciaio che permette una più omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella;
- un cavo elettrico di opportune caratteristiche che realizzi il collegamento dello strumento all'unità di lettura.

Sotto carico la cella toroidale subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato.

Le celle di carico saranno disposte in testa ad alcuni tiranti, indicativamente ogni 20m lungo la sviluppata dell'opera di sostegno, con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e col proseguire delle lavorazioni.

Le celle dovranno essere dotate di mire ottiche per la misura degli spostamenti che eventualmente dovessero subire.

I terminali delle celle di carico dovranno essere alloggiati in un apposito pannello di centralizzazione.

#### **4.2.2 Modalità di posa in opera**

Le celle dovranno essere inserite nel punto di rilevamento del carico ponendo particolare cura affinché le due superfici d'appoggio della cella risultino piane e non deformabili, così che il carico sia trasferito correttamente alla cella.

La superficie di contatto cella – piastra di ripartizione deve essere perfettamente piana; per garantire una sufficiente rigidità è necessario che la cella di carico appoggi su una piastra d'acciaio di spessore opportuno e di diametro superiore a quello della cella.

Analogamente, sull'altra superficie della cella, per le stesse ragioni, dovrà essere installata una piastra di acciaio che garantisca una migliore ripartizione del carico.

Lo strumento sarà installato con la seguente procedura:

- Appoggiare la cella di carico su una superficie predisposta, collegare il cavo strumentale al pannello di centralizzazione e installare la piastra di distribuzione;
- Iniziare le operazioni di tesatura del tirante, valutando subito l'opportunità di regolarne la posizione onde garantire la perfetta planarità della cella e conseguentemente la perfetta distribuzione del carico; tale operazione sarà eseguita controllando i valori elettrici restituiti dalla cella;
- Procedere con la messa in carico fino al valore di progetto.

#### **4.2.3 Restituzione dati**

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di carico rispetto al tempo.

## 5 VALORI DI SOGLIA

I dati raccolti mediante il programma sopra descritto permetteranno di verificare le ipotesi progettuali e il rispetto dei valori di soglia di attenzione e di allarme. I valori di soglia sono riportati nelle tabelle seguenti.

In caso di superamento dei valori di soglia di attenzione è necessario infittire le misure, eventualmente anche con verifiche di tipo manuale, eseguendo allo stesso tempo un'analisi approfondita del trend deformativo registrato.

Invece, in caso di superamento dei valori di soglia di allarme è necessario un immediato fermo delle attività di cantiere, seguito anche in questo caso da un'analisi approfondita del trend deformativo / piezometrico e dalla eventuale messa in opera di interventi per la messa in sicurezza dell'area, da concordare con la DL (rinterri a valle delle paratie, realizzazione di tiranti integrativi, chiodature, cordoli di collegamento in c.a., realizzazione di drenaggi suborizzontali ecc...).

Il superamento della soglia di allarme dei soli dati piezometrici, se non accompagnata da valori oltre la soglia di allarme degli altri indicatori (mire ottiche, celle di carico, inclinometri) provoca unicamente un ulteriore infittimento delle misure piezometriche, senza fermo dei lavori.

PARATIA ESISTENTE LATO ROTATORIA LATO UMBRIA			
MONITORAGGIO	VALORE ATTESO	SOGLIA DI ATTENZIONE	SOGLIA DI ALLARME
Controlli topografici (spostamento massimo)	H scavo < 10 m, tiranti in acciaio: 0 cm	H scavo < 10 m, tiranti in acciaio: 0.5 cm	H scavo < 10 m, tiranti in acciaio: 1.5 cm
Controlli topografici (spostamento massimo)	H scavo ≥ 10 m, tiranti in acciaio: 0 cm	H scavo ≥ 10 m, tiranti in acciaio: 0.5 cm	H scavo ≥ 10 m, tiranti in acciaio: 1.5 cm

## 6 FREQUENZA D'INDAGINE

Il programma di misure dovrà svolgersi con le seguenti scadenze:

- 3 volte a settimana in corso d'opera, per tutta la durata dei lavori;

Eventuali ulteriori letture potranno essere previste, in funzione degli spostamenti registrati durante le letture precedenti.

Le cadenze sopra elencate dovranno essere il più possibile coincidenti con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste.



## 7 SUDDIVISIONE E QUANTIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

L'attività di monitoraggio sarà articolata in due parti:

1. L'attività di monitoraggio svolta dall'Impresa Aggiudicataria dell'appalto lavori;
2. L'attività di monitoraggio svolta dalla Direzione Lavori.

### 7.1 Paratia esistente lato rotatoria lato Umbria

Si riportano di seguito gli apprestamenti relativi alla paratia esistente lato rotatoria presso l'imbocco della galleria Guinza lato Umbria.

Suddivisione attività di monitoraggio:

OPERA	MONITORAGGIO	COMPETENZA					
		Attività a carico dell'APPALTATORE (previste all'interno dei LAVORI)			Attività a carico della DIREZIONE LAVORI (compensate nelle SOMME A DISPOSIZIONE)		
		Installaz.	Misura	Elaborazione, Restituzione e Commento del dato	Installaz.	Misura	Elaborazione, Restituzione e Commento del dato
PARATIA ESISTENTE	Controlli topografici	X	X	X		A campione: come minimo il 30 % delle misure previste a progetto per l'Impresa	X

Quantificazione attività di monitoraggio:

OPERA	MONITORAGGIO	COMPETENZA			
		Attività a carico dell'APPALTATORE (previste all'interno dei LAVORI)		Attività a carico della DIREZIONE LAVORI (compensate nelle SOMME A DISPOSIZIONE)	
		n. strumenti	n. letture	n. strumenti	n. letture
PARATIA ESISTENTE	Controlli topografici (n mire ottiche)	19	24	-	7

## 8 SPECIFICHE TECNICHE STRUMENTAZIONE

L'installazione, il collaudo e la calibrazione degli strumenti di misura dovranno essere eseguite dall'Impresa con la supervisione del fornitore degli strumenti, sotto la sorveglianza di un tecnico esperto incaricato dalla DL.

Il momento dell'installazione viene fissato di comune accordo tra l'Impresa e la DL. L'installazione degli strumenti di misura deve avvenire al più presto possibile rispetto all'avanzamento.

Gli strumenti di misura dovranno essere protetti da danni provocati dai lavori di costruzione. Gli strumenti di misura danneggiati dovranno essere sostituiti a cura dell'Impresa.

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche degli strumenti; si noti che il riferimento a prodotti e marchi commerciali è del tutto indicativo.

### 8.1 Mire ottiche

Per la misura delle deformazioni verranno impiegati teodoliti a registrazione automatica e attrezzature elettroniche che permettano l'esecuzione di misure di distanza dello strumento dai punti di mira con errore < 1 mm per distanze fino a 80 m in condizioni di normale visibilità e < 3/100° per le direzioni.

I punti di mira verranno realizzati con mire ottiche (riflettori) montate su normali bulloni di convergenza cementati, oppure solidali ai profilati o alle armature.

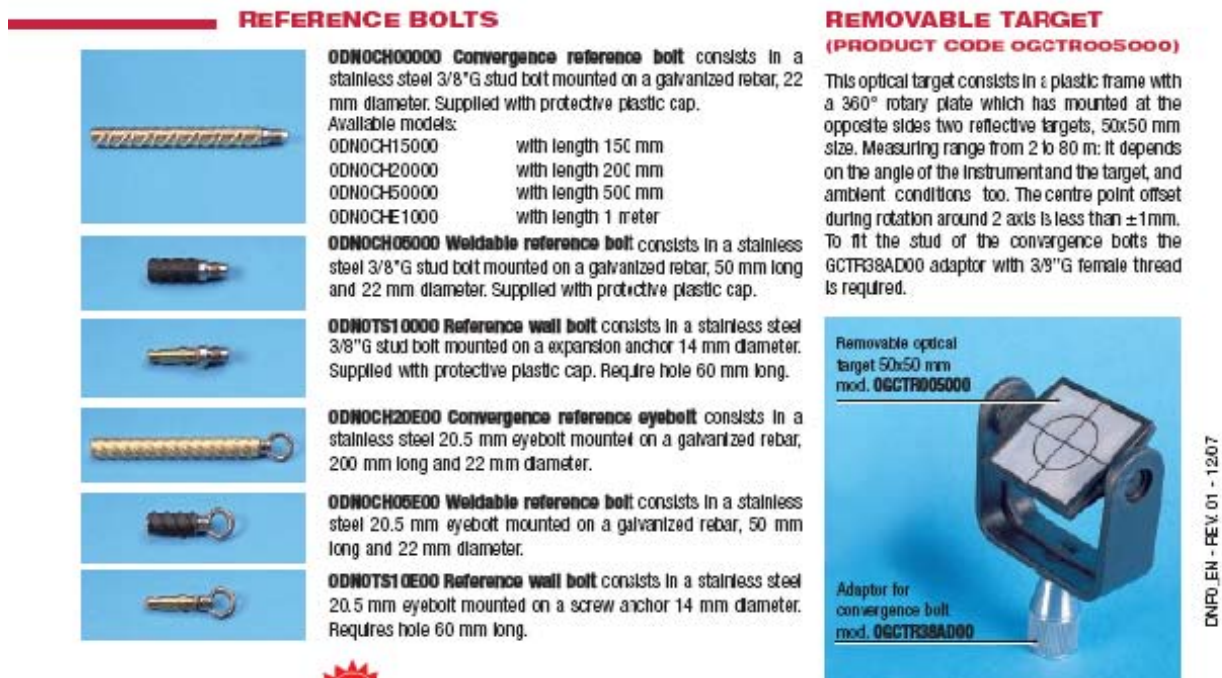


Figura 1 – Esempio di mire ottiche.

## 8.2 Celle di carico sui tiranti

Le celle di carico toroidali di tipo elettrico sono costituite da un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con strain-gauges di tipo resistivo, che garantiscono una bassa sensibilità ai carichi eccentrici. La cella deve essere installata tra una piastra di distribuzione del carico ed una piastra supplementare in acciaio (se non è possibile predisporre una superficie piana).

Le celle di carico dovranno avere con campo di misura 0-1000 kN. Il sensore di misura dovrà consentire una accuratezza di misura migliore del 0.5% del fondo scala.

Il corpo cella dovrà essere in acciaio inox o adeguatamente protetto contro fenomeni di ossidazione e corrosivi.

Per effettuare la misura è possibile utilizzare un cavo elettrico che collega direttamente la cella alla centralina di misura portatile o al datalogger, oppure una connettività wireless (senza fili).

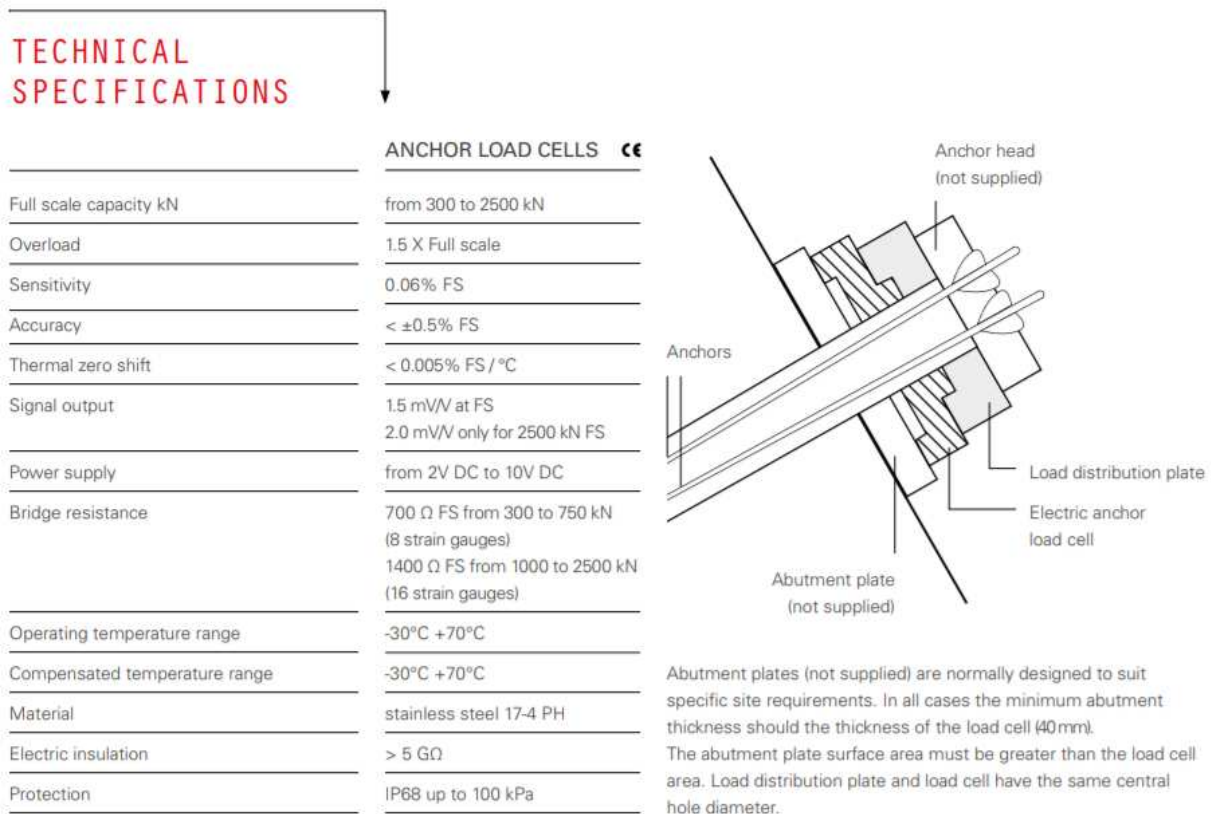


Figura 2 – Esempio di cella di carico toroidale per tiranti.