

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. Paolo Cucino

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
Dott. Paolo Cucino
ISCRIZIONE ALBO N° 2216
Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"

RELAZIONE

11 - OPERE CIVILI

C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI

SOTTOATTRAVERSAMENTO LINEA STORICA

Relazione di monitoraggio

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. Pietro Gianvecchio		-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I B O U 1 B E Z Z R H I F O 1 0 0 0 0 1 C

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M. Aganetti	22/12/2021	C. Iasiello	23/12/2021	D. Buttafoco (Dolomiti)	19/01/2022	IL PROGETTISTA P. Cucino ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO Dott. Paolo Cucino ISCRIZIONE ALBO N° 2216
B	Emissione	M. Aganetti	18/07/2022	C. Iasiello	19/07/2022	D. Buttafoco (Dolomiti)	20/07/2022	
C	Emissione	M. Aganetti	08/03/2023	C. Iasiello	09/03/2023	D. Buttafoco (Dolomiti)	10/03/2023	

File: IB0U1BEZZRHIF0100001C.docx

n. Elab.: X

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	IF0100001	C	2 di 16

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO	4
3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
3.1 NORMATIVA E METODI DI CALCOLO.....	4
3.2 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO	4
4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE	5
5. MONITORAGGIO SCAVO GALLERIA IN TBM	5
6. MONITORAGGIO INSTALLAZIONI FERROVIARIE	6
7. MONITORAGGIO DEI BINARI FERROVIARI.....	6
7.1 MONITORAGGIO DEL BINARIO.....	6
7.1.1 Aspetti generali	6
7.1.2 Griglia di misurazione.....	8
7.1.3 Precisione	9
7.1.4 Metodi di misurazione	9
7.1.5 Elettrolivelle	10
7.1.6 Monitoraggio longitudinale.....	11
7.1.7 Frequenza di letture e soglie di allarme.....	11
7.2 MONITORAGGIO ZONA ADIACENTE BINARIO.....	14
8. CONCLUSIONI	15
ALLEGATO 1 – SISTEMA DI CONTROLLO IN CONTINUO DELLO SGHEMBO PER SISTEMA VERONA	15

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 3 di 16

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la descrizione del monitoraggio da predisporre per il sottoattraversamento della linea storica in prossimità della stazione di Ponte Gardena alla Pk 2+500.

Il sottoattraversamento si realizzerà con metodo di scavo in EPB (Earth Pressure Balance), mentre i binari della ferrovia saranno sorretti da un ponte provvisorio progettato secondo il Ponte provvisorio " Sistema Verona".

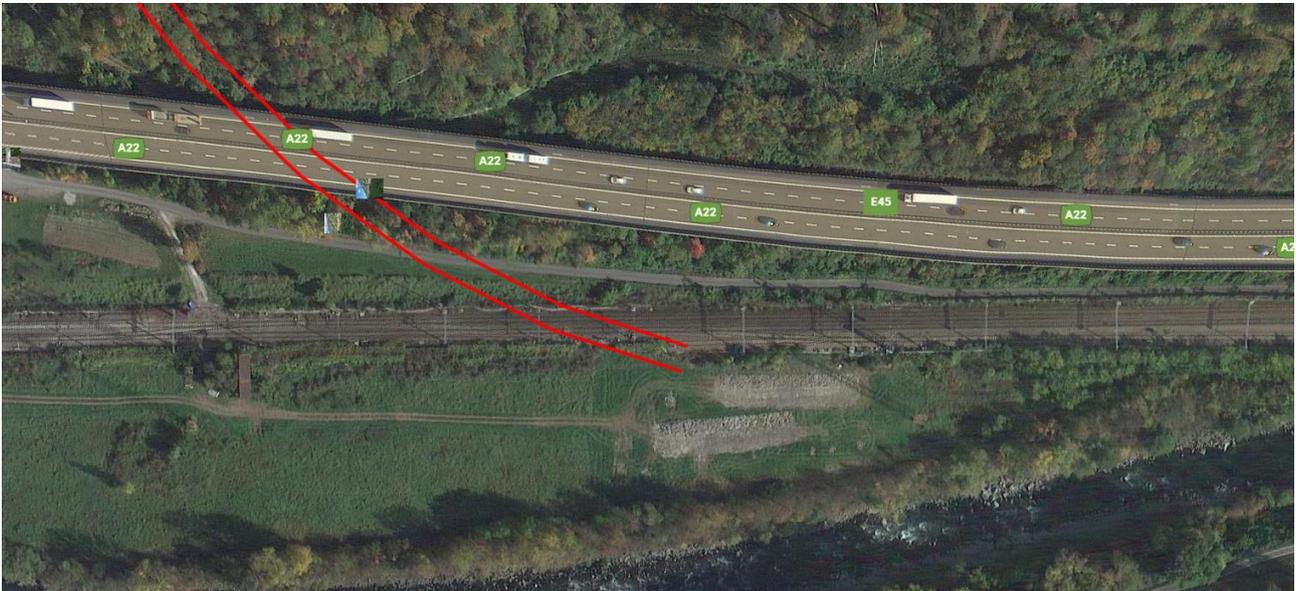


Figura 1 – Ortofoto di inquadramento del sottoattraversamento della ferrovia

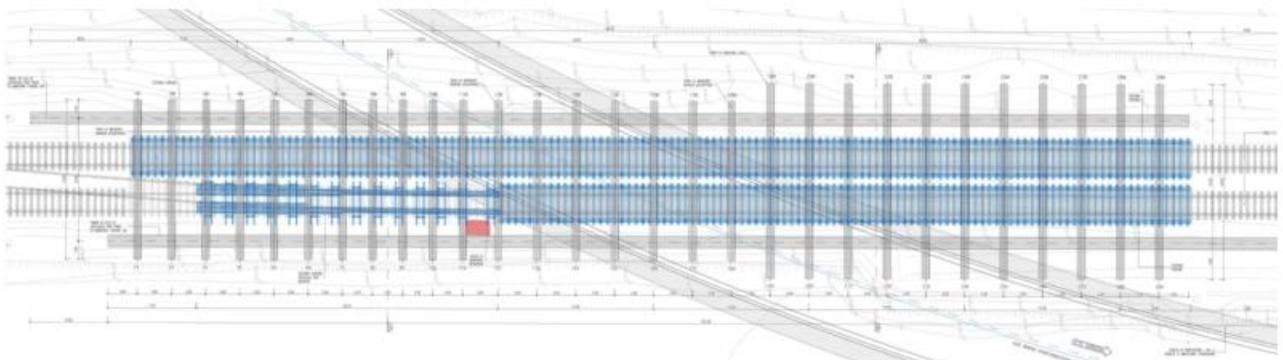


Figura 2 – Ponte provvisorio "Sistema Verona" - Planimetria

APPALTAZIONE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 4 di 16

2. SCOPO E CONTENUTI DEL DOCUMENTO

Nella presente relazione si affrontano le problematiche progettuali connesse con il monitoraggio che si dovrà predisporre in fase di scavo della galleria di interconnessione binario pari nella zona di sottoattraversamento della linea storica.

3. NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA E METODI DI CALCOLO

La Normativa di riferimento è:

- [1] RFI "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario" codifica RFI DTC SI MA IFS 001 B_22/12/2017
- [2] RFI "Specifiche per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie" codifica RFI DTC INC CS SP IFS 001 A rev. A 21/12/10/11
- [3] RFI "Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino 300 Km" codifica RFI TCAR ST AR 01 001 C 28/06/2007

3.2 DOCUMENTI PRODOTTI A SUPPORTO

I contenuti della seguente relazione sono completati dai seguenti elaborati di progetto:

- [4] IBOU1BEZZCLIF0100001A "11 - OPERE CIVILI - C1-PIAZZALI, VIABILITA' E GALLERIA ARTIFICIALE INTERCONNESSIONE PARI - SOTTOATTRAVERSAMENTO LINEA STORICA – Relazione di calcolo";
- [5] IBOU1BEZZF6GN0700001A "08 - GALLERIE – B-GEOTECNICA, GALLERIE INTERCONNESSIONE – BP, Profilo geotecnico – tav. 1";
- [6] IBOU1BEZZF6GN0700002A "08 - GALLERIE – B-GEOTECNICA, GALLERIE INTERCONNESSIONE – BP, Profilo geotecnico – tav. 2";
- [7] IBOU1BEZZRHGN0000005A "08 - GALLERIE – C-GALLERIE NATURALI DI LINEA E DI INTERCONNESSIONE, SCAVO MECCANIZZATO – Relazione di analisi dei parametri macchina";
- [8] IBOU1BEZZRHGN0000008A "08 - GALLERIE – C-GALLERIE NATURALI DI LINEA E DI INTERCONNESSIONE, SCAVO MECCANIZZATO – Relazione di monitoraggio";
- [9] IBOU1BEZZCLGN0700001A "08 - GALLERIE – F-GALLERIE DI INTERCONNESSIONE DI PONTE GARDENA, Relazione di calcolo - Scavo Meccanizzato - Conci in calcestruzzo armato";

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandataria:	Mandanti:	PROGETTO ESECUTIVO				
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	IF0100001	C	5 di 16

4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

Per l'esame del tratto a bassa copertura contraddistinto dalla presenza delle interferenze con la linea storica si è scelta come soluzione progettuale il sistema "Ponte provvisorio Sistema Verona".

Si tratta di un sistema integrato di sostegno e rinforzo del binario idoneo a consentire il transito dei treni fino ad una velocità di 80 km/h su binario standard e 60 km/h su binario con deviatoio, il ponte viene utilizzato generalmente durante le operazioni di infissione e traslazione con spinta oleodinamica di manufatti prefabbricati in cemento armato.

Il Sistema Verona è approvato ed immesso in Tariffa PM di RFI dal 2011, è descritto nel manuale di progettazione RFI nella Parte II, Sezione II al Capitolo 2.10.6.

Il Sistema Verona è specificatamente progettato per poter mantenere invariata la geometria del binario anche nel caso dovessero esserci cedimenti dei punti di appoggio. La corretta e puntuale manutenzione del Sistema Ponte Verona durante i lavori permetterà di mantenere la geometria del binario all'interno dei range di accettabilità per la velocità di progetto dei treni, evitando quindi ogni possibile ripercussione indotta da eventuali cedimenti sull'esercizio ferroviario.

Il modulo base della struttura metallica è costituito da due travi principali lunghe 13,2 m composte da HEB500 rinforzate mm posizionate al di fuori della sagoma del treno

Le travi sono opportunamente rinforzate, con aperture in anima ogni 60 cm. per consentire l'alloggiamento delle traverse metalliche di sostegno al binario.

5. MONITORAGGIO SCAVO GALLERIA IN TBM

Lo scavo della galleria avverrà in EPB seguendo i principi del monitoraggio espressi nell'apposita relazione [8] ed in questa area è stata prevista una sezione strumentata. Per maggiori informazioni si veda l'elaborato IB0U1BEZZPXIF0100002.

In aggiunta quanto già previsto per il monitoraggio dello scavo in TBM e, considerando le esigue coperture, particolare attenzione dovrà essere prestata ai valori della pressione al fronte per non indurre sollevamenti del piano ferroviario.

Per poter meglio calibrare i parametri della macchina, si è previsto un sistema di monitoraggio superficiale per poter definire i cedimenti ed il corrispondente volume perso atteso così da poter realizzare il sottoattraversamento in condizioni di sicurezza.

I parametri macchina da monitorare saranno, oltre alla pressione in testa macchina, anche le spinte sui martinetti e la coppia che non dovranno subire variazioni significative (minori del 5%) rispetto ai valori medi dei 30 m precedenti per poter assicurare il corretto funzionamento del sistema di spinta e non provocare tempi morti durante la spinta.

Altra condizione fondamentale è il riempimento del backfilling e, in caso dovessero riscontrarsi cedimenti in coda per effetto di un mal funzionamento del sistema, bisognerà iniettare nuovamente con pressione più alta (fino a max 2 bar) per evitare cedimenti indotti.

APPALTATORE:						
PROGETTAZIONE:	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
Mandatario:	Mandanti:					PROGETTO ESECUTIVO
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA	GDP GEOMIN	SIFEL SIST	M Ingegneria		
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	IF0100001	C	6 di 16

6. MONITORAGGIO INSTALLAZIONI FERROVIARIE

Durante la fase di scavo della galleria al di sotto della linea storica, le installazioni ferroviarie più delicate, come i pali TE, verranno spostati nella fase 5 (prima dell'esecuzione dello scavo) e nella fase seguente, verranno posizionati nella loro fase finale.

7. MONITORAGGIO DEI BINARI FERROVIARI

L'obiettivo del monitoraggio è di garantire l'esercizio ferroviario della linea storica durante le fasi realizzative della galleria in TBM. Di seguito si definiscono le parti degli impianti da verificare, i parametri con i rispettivi valori limite da monitorare e le soglie di segnalazione di eventuali anomalie imputabili alle attività di cantiere. Il monitoraggio del corpo del binario deve fornire le necessarie indicazioni sui seguenti aspetti:

- a) zona di monitoraggio
- b) parametri da misurare (quali elementi si vogliono misurare)
- c) valori limite
- d) griglia di misurazione
- e) frequenza delle misurazioni

7.1 MONITORAGGIO DEL BINARIO

7.1.1 Aspetti generali

L'elemento fondamentale per la determinazione del comportamento dei veicoli ferroviari è costituito dalla geometria del binario.

Il binario verrà controllato tramite sistemi automatici di acquisizione dati e da squadre di personale specializzato nelle lavorazioni di armamento ferroviario appartenenti a ditte qualificate come fornitori presso gli albi RFI. In particolare, la ditta che fornirà il sistema di rinforzo del binario dovrà essere qualificata secondo il sistema "SQ011 - Esecuzione di lavori di opere civili su linee in esercizio" e la ditta che fornirà le squadre di armamento dovrà essere qualificata secondo il sistema di qualificazione "SQ004 - Interventi all'armamento ferroviario".

Il livello trasversale (abbreviazione **XL**) è la misura, espressa in mm, della differenza in altezza tra le due tavole di rotolamento adiacenti; è espressa come l'altezza del triangolo rettangolo avente come ipotenusa pari a 1500 mm ed angolo al vertice pari all'angolo tra il piano di rotolamento ed un piano orizzontale di riferimento.

APPALTATORE: 	PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE: Mandatario: SWS Engineering S.p.A. Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO					
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 7 di 16

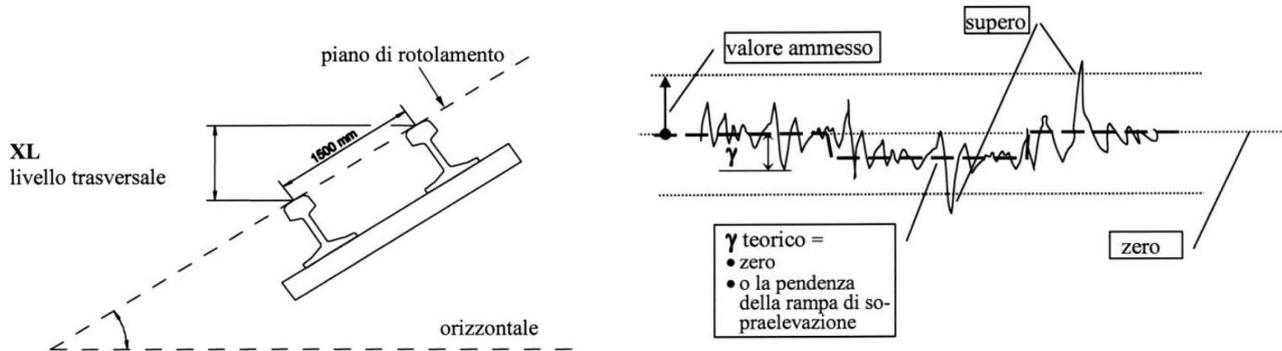


Figura 3 - Valutazione del livello trasversale e del valore ammesso dello sghembo

Lo sghembo (abbreviazione γ) è l'inclinazione espressa in ‰ relativa di una fila di rotaia rispetto all'altra, calcolata come rapporto tra la differenza di livello trasversale XL fra due sezioni di binario poste a una distanza data, che è la base di misura dello sghembo, e la base stessa (si veda lo schema riportato di seguito).

I livelli trasversali sono la differenza, in valore assoluto, dei cedimenti delle due rotaie ossia:

$$S1_A - S2_A \text{ e } S1_B - S2_B$$

I Valori limite di sghembo secondo normativa (per $V \leq 200$ km/h) sono i seguenti:

$$\gamma_{3m} = 6.5 \text{ ‰ su base} = 3 \text{ m,}$$

$$\gamma_{9m} = 4.5 \text{ ‰ su base} = 9 \text{ m.}$$

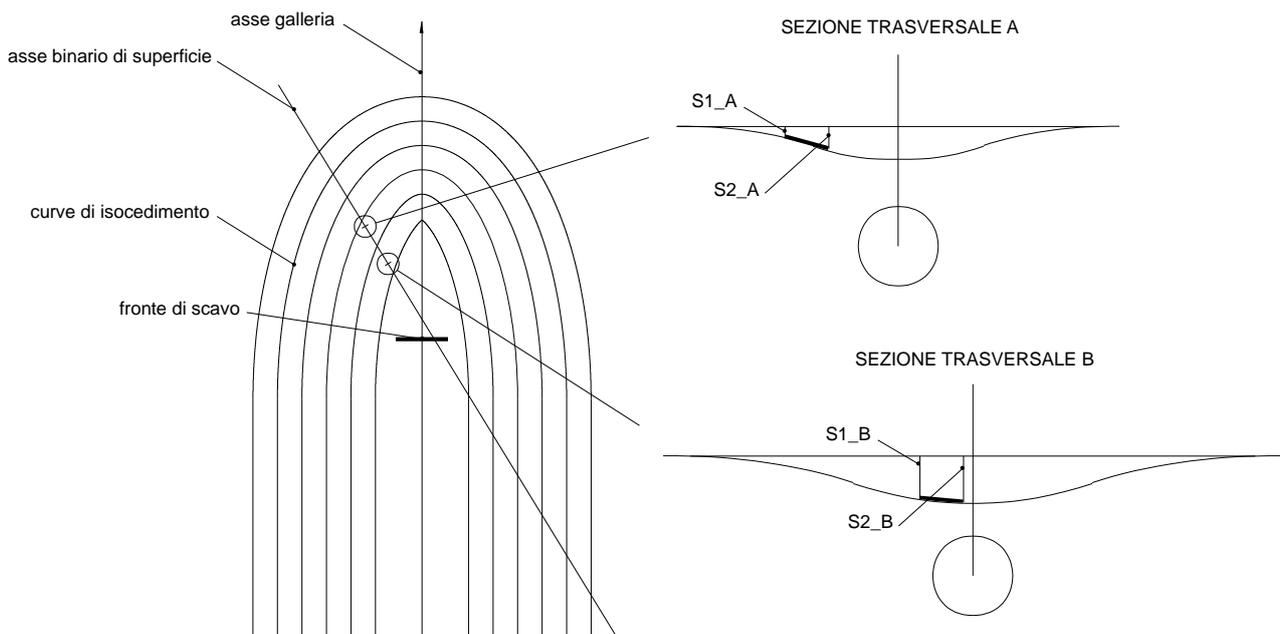


Figura 4 - Valutazione dello sghembo

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 8 di 16

Lo sghembo deve essere sempre monitorato, in quanto rappresenta il principale criterio per la determinazione della sicurezza al deragliamento di un veicolo ferroviario.

Il monitoraggio delle deformazioni in senso verticale (assestamenti/innalzamenti del binario: scostamenti (Abw_i verticali) e orizzontale (spostamenti laterali del binario scostamenti orizzontali) viene visualizzato tramite frecce (Pf_i).

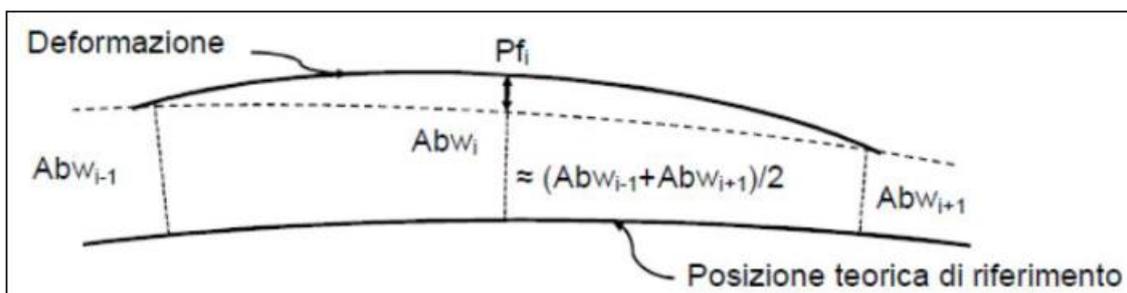


Figura 5 Valutazione dello sghembo

Il piano verticale sopporta principalmente il carico dei binari, vanno quindi calcolate le differenze degli scostamenti (frecce verticali) in riferimento alle quote delle frecce verticali teoriche: infatti non è possibile ipotizzare con assoluta certezza che al momento della misurazione zero le deformazioni verticali siano del tutto trascurabili. Prima dell'avvio di qualsiasi attività nel cantiere dovrà essere eseguito il primo rilievo. La misurazione di zero è parte integrante della documentazione della geometria del binario e può essere utilizzata come riferimento per l'accertamento degli scostamenti delle misurazioni successive. La qualità della geometria del binario nell'istante della misurazione zero viene analizzata sulla base dello sghembo e degli spostamenti verticali del binario.

La presenza di marcate differenze rispetto alla posizione teorica può rendere opportuna l'esecuzione di una rincalzatura del binario prima dell'inizio dei lavori. Una volta corretta la geometria del binario si deve ripetere la misurazione zero.

7.1.2 Griglia di misurazione

La griglia di monitoraggio sarà costituita da due punti di misurazione sulle traverse (o sul fungo) della rotaia per ciascuna sezione di rilevamento ogni 10 m; i punti di misurazione saranno costituiti da mire ottiche.

Il monitoraggio della linea storica avverrà per l'intera tratta interessata dalla realizzazione della nuova galleria ovvero dalle pk 2+460 alla pk 2+560, operando nell'ipotesi di monitorare tronchi di lunghezza pari a 10 m; esse seguiranno l'evoluzione delle lavorazioni di approccio dello scavo in EPB, per calibrare i cedimenti, e lo scavo al di sotto della linea storica.

Con riferimento a quanto previsto dalle norme tecniche sulla qualità geometrica del binario, la base di calcolo delle frecce orizzontali e verticali è di 10 metri, mentre lo sghembo viene calcolato ogni 3/6/9 metri.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 9 di 16

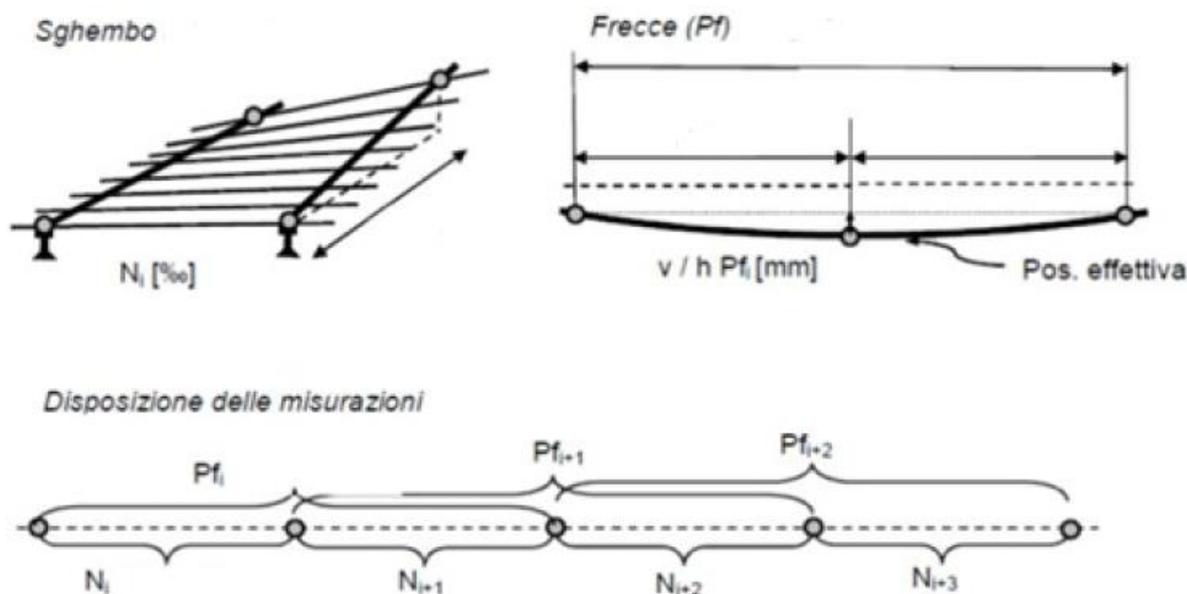


Figura 6 Nomenclature delle precisioni

7.1.3 Precisione

Oltre alle deformazioni reali degli impianti di tecnica ferroviaria, influiscono sui risultati anche le inevitabili imprecisioni di misurazioni. Il metodo di misurazione e il grado di precisione devono essere definiti in funzione dei valori limite (ossia in relazione alla velocità).

Prima della misurazione è necessario stabilire un piano di misurazione articolato, con le appropriate valutazioni. Nel piano di misurazione occorre indicare fra l'altro gli strumenti di misura richiesti, il fissaggio dei punti di controllo e un metodo di misurazione adeguato allo scopo. Si devono inoltre fissare le tolleranze di precisione delle misurazioni.

Le tolleranze di precisione richieste sono da +/- 0,5 mm, a +/- 1,5 mm (scostamento standard).

7.1.4 Metodi di misurazione

Per il monitoraggio esistono vari metodi di controllo. I metodi principali sono elencati nella tabella seguente.

Tipologia di controllo	Principio	Risultati
Controllo del cantiere	Controllo visivo da parte di personale specializzato	Annunci di irregolarità
Calibro ferroviario per la verifica puntuale del livello trasversale	Determinazione diretta della sopraelevazione del binario	(dH) tra la quota della testa delle rotaie nella stessa sezione

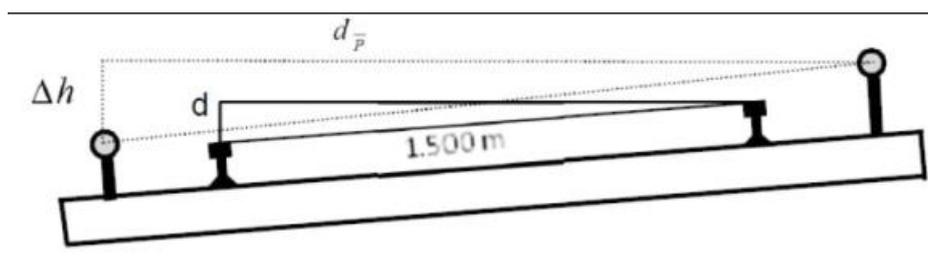
APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 10 di 16

Livellamento	Rilievo dell'altezza dei punti di controllo (sulla testa della rotaia, non sui mezzi di attacco)	Coordinate Z dei punti di controllo atti a determinare il livello del binario e la sua sopraelevazione/sghembo. Non sono individuabili spostamenti laterali del binario.
Misurazione geodetica mediante elettrolivelle	Rilievo della posizione della quota dei punti di controllo (posti sulle traverse o lateralmente sul gambo della rotaia)	Coordinate X, Y, H dei punti di controllo atti a determinare la geometria, il livello e la sopraelevazione/sghembo del binario.
Misurazione della geometria del binario tramite veicolo diagnostico	Percorrenza del binario da controllare	Diagramma con i valori della misurazione del binario in conformità alla norma EN 13848-1

La definizione dei parametri da verificare e la scelta del metodo di misurazione sono direttamente correlati, va prestata attenzione alla strumentazione di misura; alcuni esempi:

- Punti di controllo sulle traverse

La sopraelevazione deve essere definita nel corso della misurazione zero, nonché essere adattata correttamente al livello SOK (sopra il piano rotaia). Per determinare le differenze (d) tra il sistema di riferimento degli specchi ed i livelli superiori effettivi delle rotaie è necessario effettuare un rilevamento autonomo specifico.



- Punti di controllo sulle rotaie:

I punti di controllo devono essere contrassegnati in modo inequivocabile, duraturo ed accurato, allo scopo di garantirne la reperibilità per tutte le misurazioni successive (es. mediante demarcazione delle viti mordenti).

7.1.5 Elettrolivelle

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 11 di 16

il monitoraggio della qualità geometrica dei binari sarà realizzato mediante elettrolivelle ad acquisizione automatica ed elevata frequenza di acquisizione (ogni 10 minuti), con trasmissione dati via cavo. I sensori saranno installati con idoneo collante sulle traversine con passo pari a 9,0 m; un sensore di inclinazione sarà disposto in direzione ortogonale e finalizzato al controllo dello sghembo.

Le misure dell'elettro livelle verranno integrate nella piattaforma WEB-GIS per un controllo continuo delle deformazioni

In allegato 1 si riporta la descrizione delle elttrolivelle.

7.1.6 Monitoraggio longitudinale

Il monitoraggio longitudinale al binario sarà effettuato mediante letture dei prismi da stazione totale. L'obiettivo sarà quello di ottenere le informazioni in tempo reale del bacino di subsidenza nelle fasi di avvicinamento e nella fase del sottoattraversamento del binario.

7.1.7 Frequenza di letture e soglie di allarme

La frequenza e le date delle seguenti misurazioni sono specificate di seguito:

- Misurazione zero prima dell'avvio dell'attività del cantiere; frequenza settimanale
- Durante i lavori preparatori: frequenza ogni 3 giorni
- Durante i lavori principali : frequenza attraverso dati on-time (24h / 7 giorni) con personale specializzato in cantiere durante l'esecuzione della galleria, a partire dalla pk. 2+460 (misurata sul binario pari)

Eventuali intensificazioni del numero di misurazioni verranno stabilite secondo necessità (p.es. al raggiungimento della soglia d'attenzione).

Il Responsabile della circolazione verrà informato da parte della Direzione lavori in merito a qualsiasi modifica della frequenza di misurazione.

I valori limite dei parametri considerati (Livello longitudinale, sghembo e sopraelevazione) sono quelli che comportano vincoli all'esercizio ferroviario, in conformità a quanto riportato nell'Istruzione Tecnica RFI .

Qui di seguito sono riportate le varie soglie che dovranno essere monitorate durante le varie fasi di scavo misurato sullo sghembo di 3 m.

Per quanto riguarda i cedimenti da misurare in campo, seguendo quanto riportato nel paragrafo 13 dell'elaborato IB0U1BEZZCLIF0100001, i valori massimi ottenuti nelle analisi danno valori di sghembo 10 volte minori di quelli richiesti dalle istruzioni. In questo caso, il progettista ha deciso di utilizzare i valori delle

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	IF0100001	C	12 di 16

analisi 3D, cautelativamente, come un ulteriore incremento alla sicurezza dell'opera dovuta alla singolare importanza della linea del Brennero.

Nella tabella seguente si riportano le mitigazioni da effettuare per il superamento delle varie soglie, prendendo come valore di riferimento il cedimento della trave di fondazione (paragrafo 16 dell'elaborato IB0U1BEZZCLIF0100001) con volume perso 0.4%, quindi 20 mm.

Il cedimento max della soglia di intervento = 141% del cedimento max della soglia di attenzione

Il cedimento max della soglia di intervento immediato = 175% del cedimento max della soglia di attenzione

Si sottolinea che la presenza del Sistema Ponte Verona serve a scollegare eventuali cedimenti dei punti di appoggio delle travi di manovra dalla reale geometria del binario. Le procedure di manutenzione del Sistema Verona prevedono che eventuali cedimenti possano essere compensati dall'interposizione sotto le travi di manovra o tra le travi di manovra e le travi principali del ponte di adeguati spessori in lego o in PEHD. Tutte le manutenzioni sono effettuate in regime di interruzione, sia essa una IPO (Interruzione Programmata in Orario) o una IT (Interruzione Tecnica). La procedura di manutenzione è riportata nel documento IB0U1BEZZCLIF0100001

Ne risulta che il binario possa essere transitabile in completa sicurezza anche nel caso in cui i cedimenti dei punti di appoggio siano completamente sviluppati, se è stata eseguita correttamente la normale manutenzione del Sistema Ponte Verona.

I livelli di allarme verranno quindi valutati basandosi sullo sghembo del binario e sull'eventuale contemporaneo sviluppo dei cedimenti attesi.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandanti:						
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria						
11 - OPERE CIVILI		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio		IBOU	1BEZZ	RH	IF0100001	C	13 di 16

Soglia d'attenzione ≥ 3.5 ‰ e contemporaneo cedimento max 20 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Quando viene superata la soglia d'attenzione, è necessario informare i partecipanti al progetto (Direzione Lavori, Committente, Responsabile degli impianti). • Fasi successive: decisione da parte della Direzione Lavori, del Responsabile degli impianti. • Provvedimenti possibili: incremento della frequenza delle misurazioni e monitoraggio dell'evoluzione. • Il personale addetto alla regolazione della geometria del binario interverrà sul Ponte provvisorio Sistema Verona alla prima interruzione disponibile (IPO, IP o Interruzione Tecnica concordata con la scorta RFI presente in cantiere) • il traffico ferroviario non subisce ripercussioni
Soglia d'intervento ≥ 5.5 ‰ e contemporaneo Cedimento max 28 mm Cedimento	<ul style="list-style-type: none"> • Quando viene superata la soglia d'intervento, i partecipanti al progetto devono concordare i provvedimenti da applicare. • Fasi successive: decisione da parte della Direzione Lavori e del Responsabile degli impianti. • Provvedimenti possibili : incremento della frequenza delle misurazioni, correzioni/messa in sicurezza dei binari e degli impianti di corrente di trazione e dei cavi, riduzione della velocità, modifica dei metodi di lavoro. • Si ferma l'avanzamento della TBM per non eccedere la soglia d'intervento immediato • Il personale addetto alla regolazione della geometria del binario interverrà sul Ponte provvisorio Sistema Verona alla prima interruzione disponibile (IPO, IP o Interruzione Tecnica concordata con la scorta RFI presente in cantiere) • il traffico ferroviario non subisce ripercussioni • La TBM potrà riprendere a funzionare una volta che la geometria del binario sarà stata portata sotto la soglia di attenzione

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:	Mandatario: SWS Engineering S.p.A.	Mandanti: PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria	PROGETTO ESECUTIVO			
11 - OPERE CIVILI Relazione di monitoraggio	COMMESSA IBOU	LOTTO 1BEZZ	CODIFICA RH	DOCUMENTO IF0100001	REV. C	FOGLIO. 14 di 16

Soglia d'intervento immediato ≥ 6.5 ‰ e contemporaneo max 35 mm	<ul style="list-style-type: none"> • Quando viene superata la soglia d'intervento immediato, il personale comunica immediatamente il suo superamento alla scorta RFI che procede all'interruzione accidentale del binario in quanto la sicurezza dell'esercizio non è più garantita. • Si ferma l'avanzamento della TBM. • Il personale addetto alla regolazione della geometria del binario interverrà sul Ponte provvisorio Sistema Verona immediatamente al fine di ripristinare nel più breve tempo possibile la corretta geometria del binario • il traffico ferroviario riprende solo dopo il nulla osta di RFI • Fasi successive: decisione immediata da parte della Direzione Lavori, del Responsabile degli impianti. Informazione al responsabile della circolazione dei treni. • Provvedimenti possibili: interruzione delle attività, correzione/messa in sicurezza dei binari e degli impianti di corrente di trazione e dei cavi, riduzione della velocità, sbarramento delle tratte o modifica dei metodi di lavoro .
--	--

A prescindere dal livello di allarme, possono verificarsi in qualsiasi momento eventi che determinino uno stato di grave pericolo (ribaltamento di gru, crollo di impalcature di protezione, invasione della sagoma limite, ecc.). In tal caso, è obbligatorio segnalare la situazione al responsabile della circolazione dei treni competente e procedere allo sbarramento dei binari.

7.2 MONITORAGGIO ZONA ADIACENTE BINARIO

L'elaborato IBOU1BEZZPXIF0100002B presenta una zona, adiacente alla ferrovia esistente, dove si è prevista la calibrazione dei parametri macchina (pressione al fronte, spinta, iniezioni sul gap, giri della testa fresante e etc) per limitare i cedimenti al di sotto della soglia ritenuta accettabile dal progettista e che corrisponde ad una perdita di volume dello 0.1%. Altresì sono previsti altri due elementi che si ritengono necessari per la calibrazione dei cedimenti

- a) Anello strumentato così come dichiarato nell'elaborato IBOU1BEZZRHGN0000008B " 08 Gallerie Scavo meccanizzato Relazione di monitoraggio"
- b) Stazione totale robotizzata per registro in automatico degli spostamenti tridimensionali delle mire ottiche relative alla zona adiacente al binario. La stazione totale è situata in una zona sufficientemente distante dalle mire ottiche

L'idea della calibrazione degli spostamenti attesi va letta, quindi, assieme al monitoraggio predisposto per il binario e le corrispondenti contromisure che verranno messe in azione nel caso in cui si dovessero superare le soglie.

In allegato 1 si riporta il sistema in controllo continuo adottato per il sottoattraversamento della linea storica.

APPALTATORE:		PROGETTAZIONE ESECUTIVA ED ESECUZIONE DEI LAVORI DI REALIZZAZIONE DEL LOTTO 1 DEL QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FERROVIARIA FORTEZZA-VERONA TRATTA "FORTEZZA – PONTE GARDENA"				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandanti:					
SWS Engineering S.p.A.	PINI ITALIA GDP GEOMIN SIFEL SIST M Ingegneria					
11 - OPERE CIVILI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO.
Relazione di monitoraggio	IBOU	1BEZZ	RH	IF0100001	C	15 di 16

Si prevede anche l'estensione del monitoraggio a valle del passaggio della TBM verso la GA08 per evitare possibili problemi successivi al passaggio della TBM, sui conchi installati.

8. CONCLUSIONI

Oggetto della presente relazione di monitoraggio è quello di elencare gli aspetti della strumentazione e delle soglie da non superare durante la fase di esercizio della linea storica (linea Verona- Bolzano).

ALLEGATO 1 – SISTEMA DI CONTROLLO IN CONTINUO DELLO SGHEMBO PER SISTEMA VERONA

PTC – PETRUCCO TWIST CONTROL

SISTEMA DI CONTROLLO IN CONTINUO
DELLO SGHEMBO PER SISTEMA VERONA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

PETRUCCO ITALIA SRL

Via Perusini 10 | 33043 | Cividale del Friuli (UD) | ITALIA | P. IVA e C.F. 02261430306

tel. +39 0432 733313 | fax +39 0432 704951

info@petruccosrl.it | petruccosrl@pec.it | www.petrucco.com

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



Sommario

1	SISTEMA PTC – PETRUCCO TWIST CONTROL.....	2
2	STRUTTURA DEL SISTEMA.....	6
2.1	SENSORI.....	6
2.2	BOX DI ACQUISIZIONE CUSTOM IP68.....	7
2.3	SOFTWARE PTC-40 BY LABVIEW.....	7
3	SCHEDE TECNICHE STRUMENTAZIONE.....	10

1 SISTEMA PTC – PETRUCCO TWIST CONTROL

Il PTC System (Petrucco Twist Control System) è un fiore all'occhiello del Sistema Verona. Si tratta infatti di un sistema di controllo in continuo della geometria dello sghembo che Petrucco Italia srl ha sviluppato insieme ad una società leader nel campo del monitoraggio strutturale.

Il PTC è stato sviluppato specificatamente per il Sistema Verona da Synthesis Srl (www.synthesis-srl.it), società leader in Italia per il monitoraggio strutturale, già fornitrice di RFI, Italferr ed altri importanti enti o Clienti privati.

Il PTC System è composto da:

- Elettro-livelle
 - o Range di utilizzo: $\pm 10^\circ$
 - o Sensibilità acquisizione sghembo: 0.33‰
 - o Frequenza di acquisizione dati: 0,1Hz
 - o Frequenza di registrazione dati: 1 Hz (massimo valore)
 - o Range di temperatura: -20°C - $+50^\circ\text{C}$
- Unità di acquisizione ed elaborazione dati
- Router Wi-Fi + 4G per trasmissione dati

I parametri di accettabilità della linea sono definiti dall'istruzione: RFI TCAR ST AR 01 001 C, Standard di qualità geometrica del binario con velocità fino a 300 km/h.

In particolare, i parametri da tenere in considerazione durante il varo sono riferiti alla massima velocità di transito durante il varo che è pari a 80 km/h.

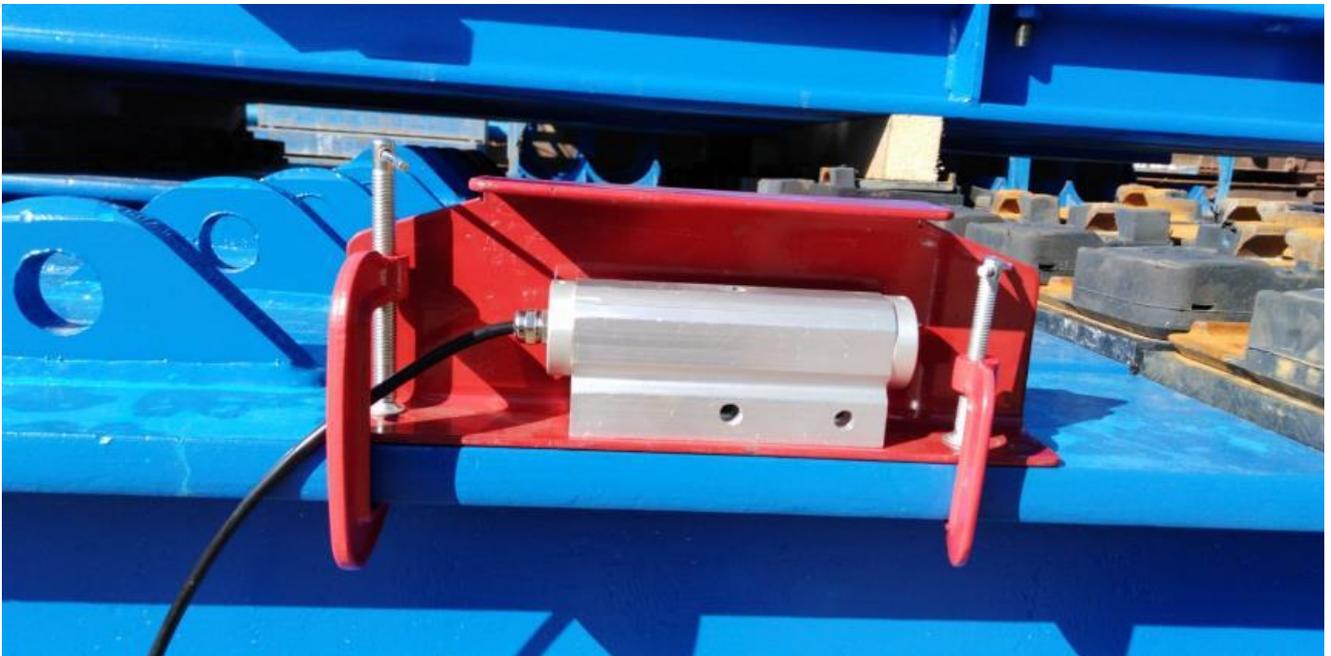


Figura 1 – Elettrolivella sistema PTC

Tutti i valori della geometria del binario sono sempre visibili on line tramite una piattaforma delicata all'indirizzo www.petrucco.tech.

Attraverso l'accesso al portale online qualunque utente dotato di credenziali di accesso potrà vedere in tempo reale lo stato della geometria dei binari, riuscendo a programmare ed a localizzare con ampio anticipo eventuali interventi di manutenzione e avendo a disposizione la "storia" del cantiere.

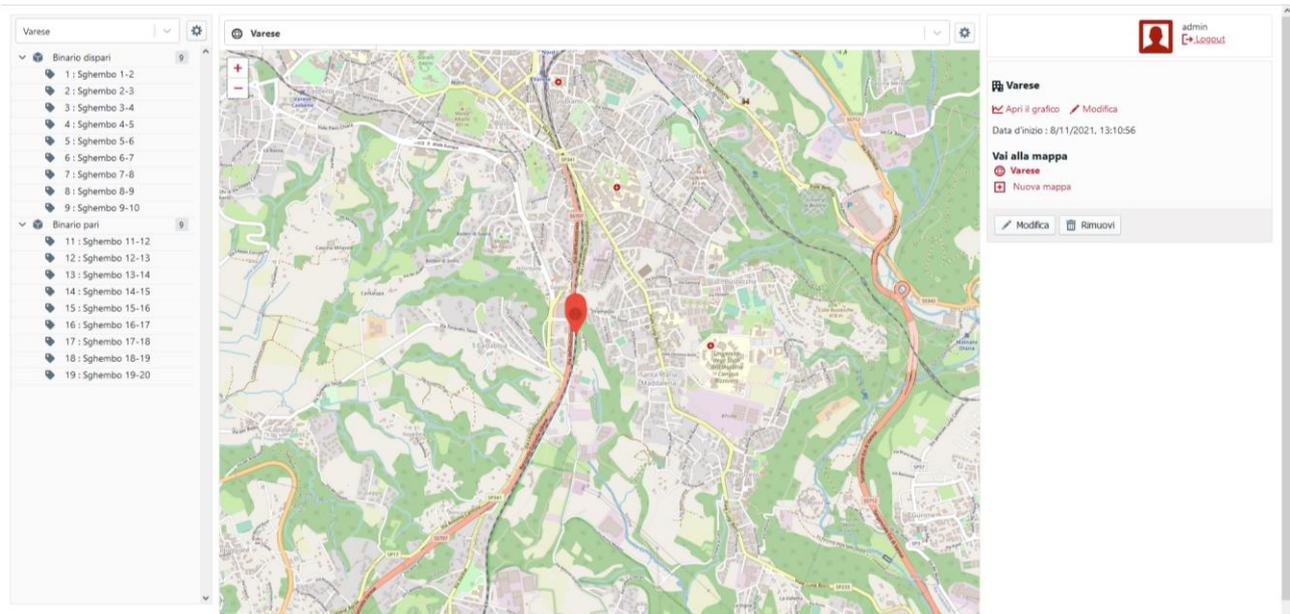


Figura 2 - Schermata con visualizzazione sulla mappa del binario



Figura 3 - Schermata con visualizzazione in tempo reale dei valori di sghebo

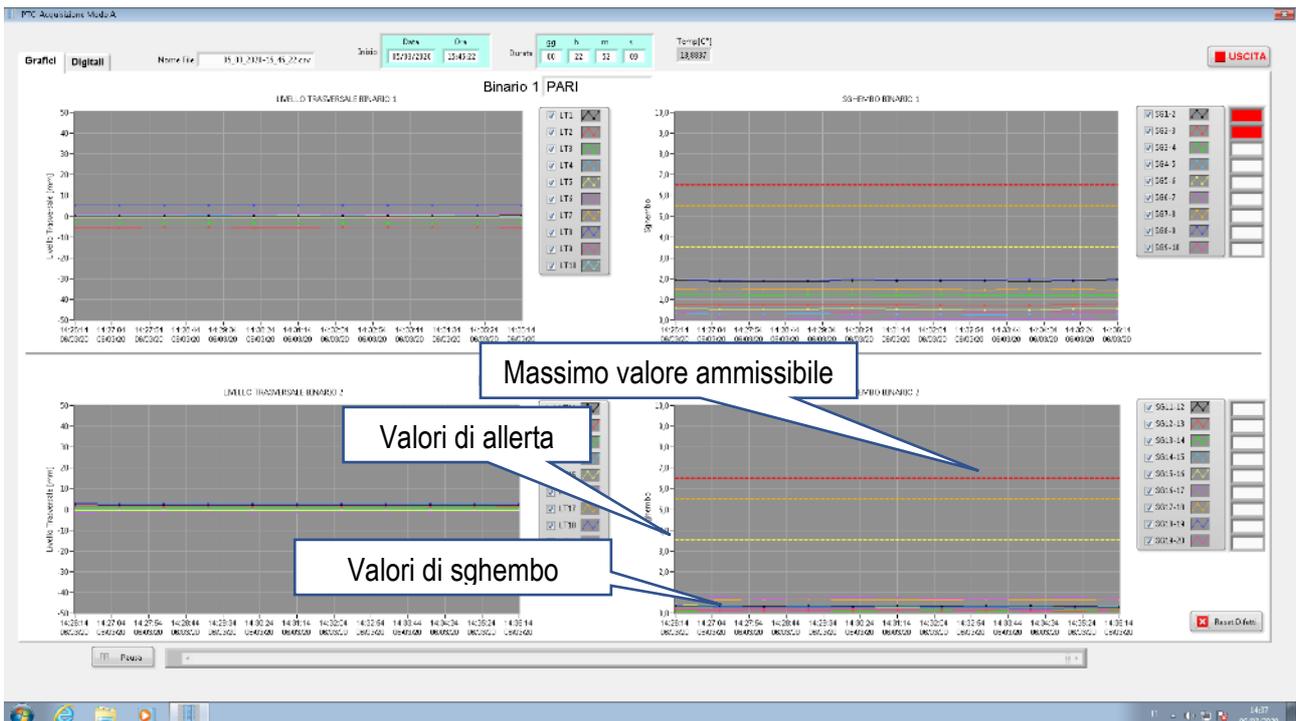


Figura 4 – PTC pagina di output, visualizzatore amministratore



Figura 5 - PTC installato

Le condizioni da considerare durante i lavori sono riferite alla velocità massima dei treni per cui tutti i sistemi di sostegno provvisorio del binario sono approvati: 80 km/h

La tabella seguente mostra i parametri relativi agli “Standard di qualità della geometria dei binari” di RFI. Gli stessi parametri sono stati accettati anche in altri paesi come Estonia, Portogallo, Slovenia e Lituania.

Livello di allerta	Valore di sghembo su base 3 m	Valore di sghembo su base 9 m	Azione
Bianco	$S < 3,5\text{‰}$	$S < 2,4\text{‰}$	Normale controllo visivo e periodico Si eseguono le normali manutenzioni programmate, nessun impatto sulla circolazione dei treni.
Giallo	$S \geq 3,5 \text{‰}$	$S \geq 2,4 \text{‰}$	La lavorazione di spinta prosegue Si programma un intervento di manutenzione alla prima IPO disponibile.
Arancione	$S \geq 5,5 \text{‰}$	$S \geq 3,8 \text{‰}$	La lavorazione di spinta viene interrotta si programma un intervento di manutenzione alla prima IPO o Interruzione Tecnica concessa dal DCO.
Rosso	$Sc \geq 6,5 \text{‰}$	$Sc \geq 4,5 \text{‰}$	Interruzione accidentale della linea intervento immediato per ripristinare la normale geometria del binario e chiudere l'interruzione accidentale il prima possibile.

2 STRUTTURA DEL SISTEMA

Il sistema di monitoraggio è composto da:

- N.40 Elettrolivelle Wi-Fi monoassiali CAPETTI
 - N.40 **Piastre di fissaggio** per traverse “Sistema Verona”
 - N.40 **Coperchi** in Pexiglass realizzati su misura per protezione degli strumenti
 - N.1 **Box di acquisizione** custom IP68
1. Bulloneria e Viti per fissaggio strumentazione

Il box di acquisizione, è stato concepito per la gestione dell'intero sistema di controllo, ed è stato progettato e realizzato sulla base delle specifiche tecniche ricevute e comprende:

- **PC Industriale DC-1200** con sistema operativo Windows 10;
- **Router Wi-Fi RUT 955 TELTONIKA** per la trasmissione dati e il collegamento da remoto al SW di gestione strumenti;
- N.2 **Gateway CAPETTI** con rispettive antenne direttive;
- N.1 alimentatore 220-12 Vdc per il funzionamento sia sotto tensione di rete 220v sia sotto batteria tampone 12 Vdc ;
- Presa 220v di servizio interna e spina industriale esterna per arrivo linea 220 v;
- Spinotto con apposito cavo dedicato al collegamento di una batteria esterna 12 Vdc;

2.1 SENSORI

Per la realizzazione del sistema sono state utilizzate elettrolivelle Wi-Fi monoassiali (WSD15TIDR) suddivise in due gruppi: A e B.

Ciascun sensore è stato dotato di una piastra di fissaggio per le traverse del “Sistema Verona”, una piastra di regolazione per la messa in bolla dello strumento e una livella fisica per facilitare le operazioni ai tecnici in fase di montaggio.

La piastra di fondo è stata ancorata alle traverse del sostegno binari tramite viti appositamente dimensionate e la disposizione potrà essere decisa direttamente dal cliente in campo.

Ciascuna elettrolivella è stata impostata con un tempo di acquisizione ed invio dati al SW di **3 minuti** per garantire elevate prestazioni del sistema; il settaggio può eventualmente essere modificato dal cliente con un minimo di 1 minuto.



Figura 6 - Clinometro monoassiale con piastra di regolazione e livella

2.2 BOX DI ACQUISIZIONE CUSTOM IP68

Gli acquisitori CAPETTI collegati tramite RS485 al computer industriale DC-1200 contenente il SW di gestione e visualizzazione del sistema di monitoraggio.

Ciascun Gateway è dotato di un'antenna direttiva Wi-Fi per una massima amplificazione del segnale per comunicare con ognuno dei due gruppi di sensori; ogni acquirente può supportare un massimo di 20 sensori, interscambiabili tra di loro tra gruppo A e gruppo B.



Figura 7 - Interno quadro, cruscotto e gateway con frequenza 915 Mhz

2.3 SOFTWARE PTC-40 BY LABVIEW

Il software di gestione PTC-40 è stato progettato e realizzato tramite cruscotto LABVIEW appositamente per questa applicazione, ed è contenuto all'interno del pc industriale locato nel box di acquisizione.

Quest'interfaccia è in grado di porsi tra il cliente e le apparecchiature di monitoraggio, così da semplificare l'utilizzo di quest'ultime e raggruppare tutte le funzioni più importanti in un unico cruscotto di gestione.

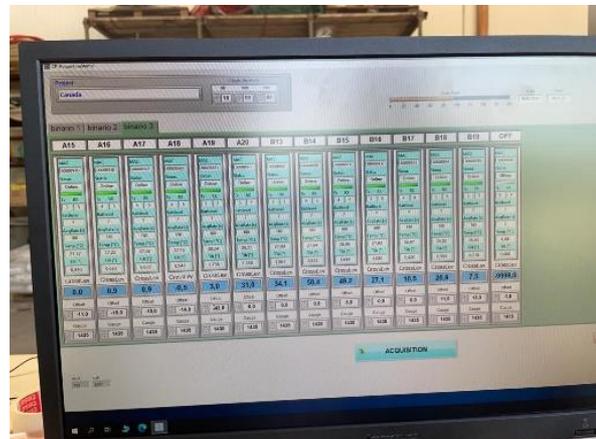
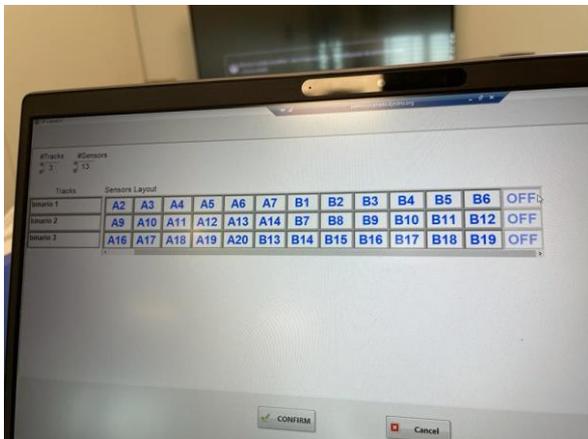
È possibile accedere al software PTC-40 dal desktop in loco tramite cavo HDMI oppure stabilendo una connessione con Desktop Remoto del PC o tablet utilizzando le credenziali fornite.



Figura 8 - Impostazione e calibrazione software

Tramite questo cruscotto è possibile editare le varie configurazioni dei sensori e parametri come:

- Intervallo di acquisizione di ciascuna Elettrolivella
- Attivazione e/o disattivazione di uno o più sensori
- Impostazione di valori di offset
- Visualizzazione di grafici in tempo reale con verifica dello sghembo di ogni singola coppia di sensori
- Soglie di rotazione e Allarmi annessi con notifica tramite email e piattaforma web WDA



La possibilità di creare tutte le configurazioni necessarie tramite SW in base alla tipologia di cantiere, al numero di binari e sensori installati su ogni singola tratta ferroviaria, è ciò che rende versatile questo sistema.

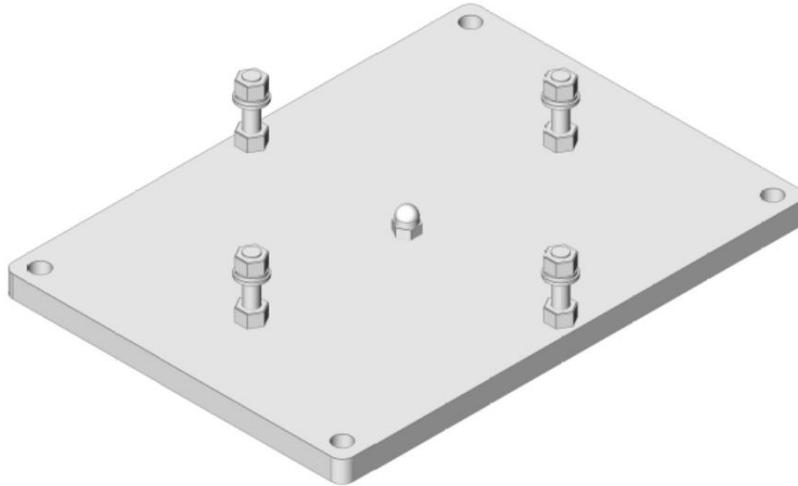


Figura 10 - Impostazione valori sensori

3 SCHEDE TECNICHE STRUMENTAZIONE

FIX-WSD150

Kit Fissaggio e Regolazione
Micrometrica per Clinometri ad
installazione orizzontale WSD15TIIDRO

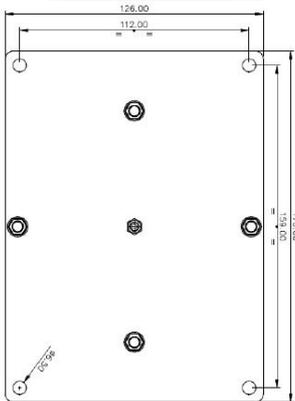


Specifiche Tecniche

Regolazione micrometrica	$\pm 2^\circ$ su entrambi gli assi di misura
Peso	1.400g
Materiale	Ferro
Fissaggio	Su 4 punti

Kit Fissaggio e Regolazione Micrometrica.

Kit per il fissaggio e regolazione micrometrica ($\pm 2^\circ$) dei clinometri ad installazione orizzontale biassiali WSD15TIIDRO.



Le caratteristiche possono essere soggette a variazione senza alcun preavviso.

W80103 Rev.02
V3.3

Capetti
ELETTRONICA
DAL 1973

CAPETTI ELETTRONICA s.r.l. - Strada Stratta 57
10090 CASTIGLIONE TORINESE - TORINO - ITALIA
P.1 04837130014 - Tel. 011.981.98.11 - Fax 011.981.98.210
e-mail info@capetti.it - web www.capetti.it



WSD15TIIDR

Wireless Smart Datalogger
Inclinazione biassiale, Temperatura outdoor



Specifiche Tecniche

Alimentazione	Batteria al litio interna tipo "C" da 8,5A/h - 3,6V
Autonomia (*)	Fino a 5anni (misure ogni 60 minuti e segnale radio almeno sufficiente)
Grandezze acquisite (3 canali)	<ul style="list-style-type: none"> Inclinazione biassiale Temperatura outdoor
Intervallo di campionamento (*)	Selezionabile da un minuto a 24 ore (default 60 minuti)
Capacità datalogger	64.000 misure (per ciascun canale)
Temperatura di impiego	<ul style="list-style-type: none"> Operativa: -30°C ÷ +60°C Stoccaggio: -40°C ÷ +70°C
Frequenza radio	ISM 868MHz
Copertura radio in aria libera	Fino a 6Km on sight (estensibile con l'utilizzo di router a batteria WR12)
Grado di protezione	IP67
Dimensioni	100x100x80mm
Peso	1.600g
Materiale contenitore	Alluminio
Fissaggio	A muro con regolazione grossolana di ±2°
Connessioni	Wireless, USB



Wireless Smart Datalogger

Il **WSD15TIIDR** è un datalogger dotato di **3 canali** in ingresso per acquisire Inclinazione biassiale e Temperatura outdoor, con funzionalità di registrazione dei rilevamenti effettuati.

Il modulo radio Altissima Affidabilità (unica tecnologia radio 868MHz che adotta il frequency hopping su 11 canali) basato sul protocollo **WINECAP™ LuPo** (Lunga Portata) garantisce un'ottima portata radio (fino a 6 Km), bassi consumi della batteria e la certezza del recupero del dato in qualsiasi situazione (black out/ostacoli al segnale).

Dispone di una memoria tampone interna che registra le ultime 64.000 misure per canale, anche se fuori rete scaricabili tramite connessione USB.

Tramite il software di configurazione si può selezionare l'intervallo di campionamento e attivare fino a due soglie per canale.

Si interfaccia con :

- tutte le **basestations** della linea [MWDG](#)
- tutte le **basestations** della linea [MWLI](#)

Se necessario, si può aumentare la copertura radio fino 16 volte impiegando [routers WR12](#) (ripetitori alimentati a batteria con autonomia fino a 7 anni) tra il datalogger e la **basestation**.

Inclinazione

Tipo trasduttore	Biassiale - tecnologia MEMS Dual Range Automatic Autoscale 1°÷15°
Range di misura	±1°/±15°
Precisione di misura	± 0,5% della lettura
Risoluzione di misura	<ul style="list-style-type: none"> 0,001° (range ±1°) 0,01° (range ±15°)
Regolazione zero meccanico	±4°
Cross-axis sensitivity	4% massimo
Sensibilità alle variazioni di temperatura	±0,013%/°C compensazione della temperatura mediante polinomio di 3° grado
Resistenza agli shock	20.000g
Linearità	±0,057° nel range di misura
Stabilità nel tempo	Eccellente

Temperatura per esterno

Tipo trasduttore	NTC10KΩ
Range di misura	-30°C ÷ +60°C
Precisione di misura	<ul style="list-style-type: none"> ± 0,5°C Range -30°C ÷ 0°C ± 0,2°C Range 0°C ÷ +60°C
Risoluzione di misura	0,01°C

* La durata della batteria e l'intervallo di campionamento possono variare a seconda delle condizioni di utilizzo e della configurazione del sistema - vedi Manuale Utente.

Le caratteristiche possono essere soggette a variazione senza alcun preavviso.

WB0140 Rev 08
V2.3

Capetti
ELETTRONICA
DAL 1973

CAPETTI ELETTRONICA s.r.l. - Strada Stratta 57
10090 CASTIGLIONE TORINESE - TORINO - ITALIA
P.I. 04837130014 - Tel. 011.981.98.11 - Fax 011.981.98.210
e-mail info@capetti.it - web www.capetti.it



TELTONIKA | Networks

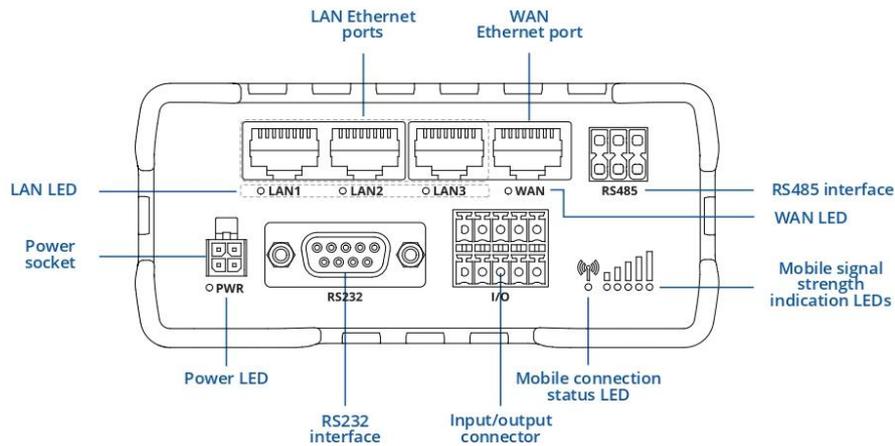
RUT955



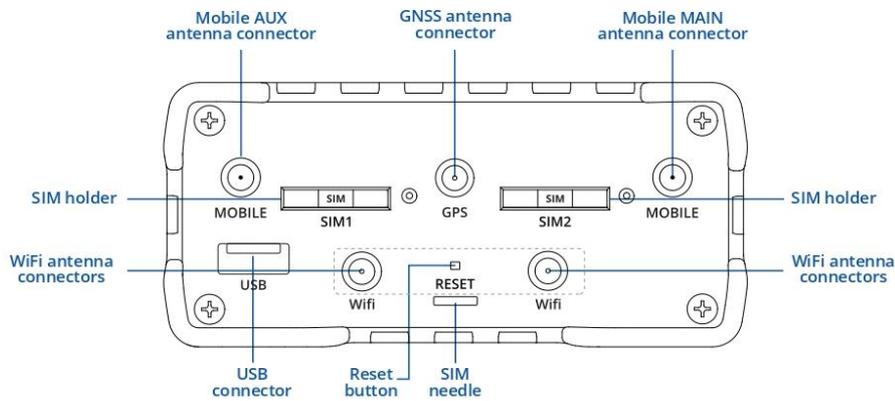
Copyright © 2021, TELTONIKA NETWORKS. Specifications and information given in this document are subject to change by TELTONIKA NETWORKS without prior notice.

HARDWARE

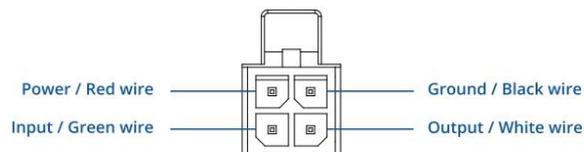
FRONT VIEW



BACK VIEW



POWER SOCKET PINOUT



FEATURES

MOBILE

Mobile module	4G (LTE) – Cat 4 up to 150 Mbps, 3G – Up to 42 Mbps, 2G – Up to 236.8 kbps
SIM switch	2 SIM cards, auto-switch cases: weak signal, data limit, SMS limit, roaming, no network, network denied, data connection fail, SIM idle protection
Status	Signal strength (RSSI), SINR, RSRP, RSRQ, EC/IO, RSCP, Bytes sent/received, connected band, IMSI, ICCID
SMS	SMS status, SMS configuration, send/read SMS via HTTP POST/GET, EMAIL to SMS, SMS to EMAIL, SMS to HTTP, SMS to SMS, scheduled SMS, SMS autoreply, SMPP
Black/White list	Operator black/white list
Band management	Band lock, Used band status display
APN	Auto APN
Bridge	Direct connection (bridge) between mobile ISP and device on LAN
Passthrough	Router assigns its mobile WAN IP address to another device on LAN
Multiple PDN (optional)	Possibility to use different PDNs for multiple network access and services (not available in standard FW)

WIRELESS

Wireless mode	IEEE 802.11b/g/n, Access Point (AP), Station (STA)
WiFi security	WPA2-Enterprise - PEAP, WPA2-PSK, WEP, WPA-EAP, WPA-PSK; AES-CCMP, TKIP, Auto Cipher modes, client separation
SSID	SSID stealth mode and access control based on MAC address
WiFi users	up to 100 simultaneous connections
Wireless Hotspot	Captive portal (Hotspot), internal/external Radius server, built in customizable landing page

NETWORK

Routing	Static routing, Dynamic routing (BGP, OSPF v2, RIP v1/v2)
Network protocols	TCP, UDP, IPv4, IPv6, ICMP, NTP, DNS, HTTP, HTTPS, FTP, SMTP, SSL v3, TLS, ARP, VRRP, PPP, PPPoE, UPNP, SSH, DHCP, Telnet, SMPP, MQTT, Wake On Lan (WOL)
VoIP passthrough support	H.323 and SIP-alg protocol NAT helpers, allowing proper routing of VoIP packets
Connection monitoring	Ping Reboot, Wget Reboot, Periodic Reboot, LCP and ICMP for link inspection
Firewall	Port forward, traffic rules, custom rules
DHCP	Static and dynamic IP allocation, DHCP Relay, Relayd
QoS / Smart Queue Management (SQM)	Traffic priority queuing by source/destination, service, protocol or port, WMM, 802.11e
DDNS	Supported >25 service providers, others can be configured manually
Network backup	VRRP, Mobile, Wired and WiFi WAN options, each of which can be used as backup, using automatic Failover
Load balancing	Balance your internet traffic over multiple WAN connections
SSHFS (optional)	Possibility to mount remote file system via SSH protocol (not available in standard FW)

SECURITY

Authentication	Pre-shared key, digital certificates, X.509 certificates
Firewall	Pre-configured firewall rules can be enabled via web-ui, unlimited firewall configuration via CLI; DMZ; NAT; NAT-T
Attack prevention	DDOS prevention (SYN flood protection, SSH attack prevention, HTTP/HTTPS attack prevention), port scan prevention (SYN-FIN, SYN-RST, X-mas, NULL flags, FIN scan attacks)
VLAN	Port and tag based VLAN separation
Mobile quota control	Set up custom data limits for both SIM cards
WEB filter	Blacklist for blocking out unwanted websites, whitelist for specifying allowed sites only
Access control	Flexible access control of TCP, UDP, ICMP packets, MAC address filter

ETHERNET

WAN	1 x WAN port (can be configured to LAN) 10/100 Mbps, compliance IEEE 802.3, IEEE 802.3u standards, supports auto MDI/MDIX
LAN	3 x LAN ports, 10/100 Mbps, compliance IEEE 802.3, IEEE 802.3u standards, supports auto MDI/MDIX

VPN

OpenVPN	Multiple clients and server can be running simultaneously, 12 encryption methods
OpenVPN Encryption	DES-CBC, RC2-CBC, DES-EDE-CBC, DES-EDE3-CBC, DESX-CBC, BF-CBC, RC2-40-CBC, CAST5-CBC, RC2-64-CBC, AES-128-CBC, AES-192-CBC, AES-256-CBC
IPsec	IKEv1, IKEv2, supports up to 4 x VPN IPsec tunnels (instances), with 5 encryption methods (DES, 3DES, AES128, AES192, AES256)
GRE	GRE tunnel
PPTP, L2TP	Client/Server services can run simultaneously
Stunnel	Proxy designed to add TLS encryption functionality to existing clients and servers without any changes in the programs' code
DMVPN	Method of building scalable IPsec VPNs
SSTP	SSTP client instance support
ZeroTier	ZeroTier VPN
WireGuard	WireGuard VPN client and server support

MODBUS TCP SLAVE

ID range	Respond to one ID in range [1;255] or any
Allow Remote Access	Allow access through WAN
Custom registers	Modbus TCP custom register block requests, which read/write to a file inside the router, and can be used to extend Modbus TCP Slave functionality

MODBUS TCP MASTER

Supported functions	01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
Supported data formats	8 bit: INT, UINT; 16 bit: INT, UINT (MSB or LSB first); 32 bit: float, INT, UINT (ABCD (big-endian), DCBA (little-endian), CDAB, BADC)

MODBUS RTU MASTER (RS232)

Supported baud rates	From 300 to 115200
Supported functions	01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
Number of data bits	From 5 to 8
Number of stop bits	1 or 2
Parity	None, Even, Odd
Flow	None, RTS/CTS, Xon/Xoff
Duplex	Full duplex

MODBUS RTU MASTER (RS485)

Supported baud rates	From 300 to 115200
Supported functions	01, 02, 03, 04, 05, 06, 15, 16
Number of data bits	8
Number of stop bits	1
Parity	None, Even, Odd
Flow	None, Xon/Xoff
Duplex	Half duplex

MODBUS DATA TO SERVER

Protocol	HTTP(S), MQTT, Azure MQTT
----------	---------------------------

MQTT GATEWAY

MQTT gateway	Allows sending commands and receiving data from Modbus Master through MQTT broker
--------------	---

MONITORING & MANAGEMENT

WEB UI	HTTP/HTTPS, status, configuration, FW update, CLI, troubleshoot, event log, system log, kernel log
FOTA	Firmware update from server, automatic notification
SSH	SSH (v1, v2)
SMS	SMS status, SMS configuration, send/read SMS via HTTP POST/GET
CALL	Reboot, Status, WiFi on/off, Mobile data on/off, Output on/off, answer/hang-up with a timer
TR-069	OpenACS, EasyCwmp, ACSLite, tGem, LibreACS, GenieACS, FreeACS, LibCWMP, Friendly tech, AVSystem
MQTT	MQTT Broker, MQTT publisher
SNMP	SNMP (v1, v2, v3), SNMP trap
JSON-RPC	Management API over HTTP/HTTPS
MODBUS	MODBUS TCP status/control
RMS	Teltonika Remote Management System (RMS)

IoT PLATFORMS

Clouds of things	Allows monitoring of: Device data, Mobile data, Network info, Availability
ThingWorx	Allows monitoring of: WAN Type, WAN IP Mobile Operator Name, Mobile Signal Strength, Mobile Network Type
Cumulocity	Allows monitoring of: Device Model, Revision and Serial Number, Mobile Cell ID, ICCID, IMEI, Connection Type, Operator, Signal Strength, WAN Type and IP
Azure IoT Hub	Can send device IP, Number of bytes send/received/ 3G connection state, Network link state, IMEI, ICCID, Model, Manufacturer, Serial, Revision, IMSI, Sim State, PIN state, GSM signal, WCDMA RSCP WCDMA EC/IO, LTE RSRP, LTE SINR, LTE RSRQ, CELL ID, Operator, Operator number, Connection type, Temperature, PIN count to Azure IoT Hub server

SYSTEM CHARACTERISTICS

CPU	Atheros Wasp, MIPS 74Kc, 550 MHz
RAM	128 MB, DDR2
FLASH storage	16 MB, SPI Flash

FIRMWARE / CONFIGURATION

WEB UI	Update FW from file, check FW on server, configuration profiles, configuration backup, restore point
FOTA	Update FW/configuration from server
RMS	Update FW/configuration for multiple devices
Keep settings	Update FW without losing current configuration

FIRMWARE CUSTOMIZATION

Operating system	RutOS (OpenWrt based Linux OS)
Supported languages	Busybox shell, Lua, C, C++
Development tools	SDK package with build environment provided

SERIAL

RS232	DB9 connector, full RS232 (with RTS, CTS)
RS485	RS485 Full Duplex (4 wires) and Half Duplex (2 wires). 300-115200 baud rate
Serial functions	Console, Serial over IP, Modem, Modbus gateway, NTRIP Client

LOCATION TRACKING

GNSS	GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo and QZSS
Coordinates	GNSS coordinates via WebUI, SMS, TAVL, RMS
NMEA	NMEA 0183
NTRIP	NTRIP protocol (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol)
Server software	Supported server software TAVL, RMS
Geofencing	Configurable multiple geofence zones

INPUT/OUTPUT

Input	1 x digital input (0 - 3 V), 1 x digital galvanically isolated input (0 - 30 V), 1 x analog input (0 - 24 V), 1 x Digital non-isolated input (on 4 pin power connector)
Output	1 x digital open collector output (30 V, 250 mA), 1 x SPST relay output (40 V, 4 A), 1 x Digital open collector output (30 V, 300 mA, on 4 pin power connector)
Events	SMS, EMAIL, RMS

USB

Data rate	USB 2.0
Applications	Samba share, USB-to-serial
External devices	Possibility to connect external HDD, flash drive, additional modem, printer
Storage formats	FAT, FAT32, NTFS

SD CARD

Physical size	Micro SD
Applications	Samba share
Capacity	Up to 32 GB

POWER

Connector	4 pin industrial DC power socket
Input voltage range	9 - 30 VDC reverse polarity protection; surge protection >31 VDC 10us max
PoE (passive)	Passive PoE over spare pairs. Possibility to power up through LAN port, not compatible with IEEE802.3af, 802.3at and 802.3bt standards
Power consumption	< 2 W idle, < 7 W Max

PHYSICAL INTERFACES (PORTS, LEDS, ANTENNAS, BUTTONS, SIM)

Ethernet	4 x RJ45 ports, 10/100 Mbps
I/O's	2 x Inputs and 2 x Outputs on 10 pin industrial socket, 1 x Digital input and 1 x Digital output on 4 pin power connector (available from HW revision 1600)
Status LEDs	1 x bi-color connection status LED, 5 x connection strength LEDs, 4 x LAN status LEDs, 1 x Power LED
SIM	2 x SIM slots (Mini SIM - 2FF), 1.8 V/3 V, external SIM holders, eSIM (Optional)
Power	1 x 4 pin power connector
Input/output	1x 10 pin industrial socket for inputs/outputs
Antennas	2 x SMA for LTE, 2 x RP-SMA for WiFi, 1 x SMA for GNSS
USB	1 x USB A port for external devices
SD card	Micro SD card slot
RS232	1 x DB9 socket
RS485	1 x 6 pin industrial socket
Reset	Reboot/User default reset/Factory reset button

PHYSICAL SPECIFICATION

Casing material	Aluminium housing, plastic panels
Dimensions (W x H x D)	110 x 50 x 100 mm
Weight	287 g
Mounting options	DIN rail (can be mounted on two sides), flat surface placement

OPERATING ENVIRONMENT

Operating temperature	-40 °C to 75 °C
Operating humidity	10% to 90% non-condensing
Ingress Protection Rating	IP30

REGULATORY & TYPE APPROVALS

Regulatory	CE/RED, FCC, IC/ISED, EAC, RCM, PTCRB, RoHS, WEEE, Wi-Fi Alliance CE/RED, FCC, IC, PTCRB, RCM, EAC, CCC, RoHS, WEEE, IP rating, Anatel, GCF, REACH, E-mark, DNV GL, ECE Regulation 118, Morocco ANRT, Thailand NBTC, Ukraine UCRF, SDPPI (POSTEL), WiFi Certified, Modbus Conformance
Operator	AT&T, Verizon
Regulatory	ECE R10 (E-mark) ECE R118

EMI IMMUNITY

Standards	Draft EN 301 489-1 V2.2.0, Draft EN 301 489-17 V3.2.0, Draft EN 301 489-19 V2.1.0, Draft EN 301 489-52 V1.1.0 FCC 47 CFR Part 15B (2017), ANSI C63.4 (2014)
ESD	EN61000-4-2:2009
RS	EN 61000-4-3:2006 + A1:2008 + A2:2010
EFT	EN 61000-4-4:2012
Surge immunity (AC Power Line)	EN 61000-4-5:2006
Surge immunity (Ethernet ports)	EN 61000-4-5:2014, clause 7.1 of ITU-T K21
Transient and surges	ISO 7632-2:2004
CS	EN 61000-4-6:2009
DIP	EN 61000-4-11:2004

RF

Standards	EN 300 328 V2.1.1, EN 301 511 V12.5.1, EN 301 908-1 V11.1.1, EN 301 908-2 V11.1.1, EN 301 908-13 V11.1.1, EN 303 413 V1.1.0 AS/CA S042.1:2018, AS/ACIF S042.3:2005, AS/CA S042.4:2018, AS/NZS 4268:2017 FCC 47 CFR Part 15C (2017), FCC 47 CFR Part 2 (2017), FCC 47 CFR Part 22H (2017), FCC 47 CFR Part 24E (2017), FCC 47 CFR Part 27C (2017) RSS-Gen Issue 4 (2014), RSS-247 Issue 2 (2017), RSS-132 Issue 3 (2013), RSS-133 Issue 6 (2013), RSS-139 Issue 3, RSS-130 Issue 1
-----------	--

SAFETY

Standards	IEC 60950-1:2005 (Second Edition) + Am 1:2009 + Am 2:2013 AS/NZS 60950.1:2015 EN 50665:2017, EN 62311:2008 FCC 47 CFR Part 1.1.1310 RSS-102 Issue 5 (2015)
-----------	--

ENVIRONMENTAL

Ingress Protect	LST EN 60529:1999+A1+AC:2002
Vibration	Class guideline-DNVGL-CG-0339:2016 EN 60068-2-6:2008

DC-1200

Intel® Pentium® N4200 Processor
Compact Fanless Embedded Computer



Key Features

- Onboard Intel® Pentium® N4200 Processor
- Supports Triple Independent Display
- Supports CMI Interface for I/O Expandability
- Supports PoE+ and Power Ignition Function (with optional CFM modules)
- 1x 2.5" SATA Drive Bay, 1x mSATA Socket
- 2x Full Size Mini-PCIe Socket, 2x SIM Card Socket
- Compact Size (185 x 131 x 56.5 mm)
- Wide Operating Temperature -40°C to 70°C
- E-mark (E13), LVD EN60950-1



>>> Overview

Based on Intel® Pentium® N4200 quad-core processor, the DC-1200 is a fanless embedded computer offering an incredible size-performance ratio for the most challenging environments. Despite its compact size, the DC-1200 incorporates extensive connectivities including serial ports, USB 3.0, GbE LAN, full-size Mini-PCIe slot, dual SIM sockets, DVI-D, and DisplayPort. The system also provides 2.5" SATA drive bay and mSATA socket for extensive storage requirements.

Furthermore, it is much easier to utilize Cincoze' ready-to-use CMI & CFM modules for extension of digital I/O, serial ports, power ignition sensing, Power over Ethernet (PoE) even the third output of video for a variety of applications.

Featuring with rigorous industrial protections, wide temperature range, and wide range DC power input, the DC-1200 offers a powerful, expandable computing platform to ensure long-lasting performance and reduce maintenance costs.

>>> Highlights



Highly Efficient & Compact

The DC-1200 is powered by Intel® Pentium® N4200 (4 core, 2.5 GHz) and constructed with a compact size aluminum housing. It can be easily installed into a control cabinet or any other space-limited environments.



In-Vehicle Computer

Capable of 12V/24V DC power input, wide operating temperature, shock/vibration resistant, power ignition sensing, and E-mark certified, this robust fanless computer is specifically designed for demanding in-vehicle applications.



Flexible & Modular Design

Based on Cincoze' exclusive CMI (Combined Multiple I/O) and CFM (Control Function Module) technologies, the DC-1200 can be easily configured to increase specified functions and a variety of I/O modules.