

TOKBO



COLLEGIO
DEI TECNICI DELLA
INDUSTRIALIZZAZIONE
EDILIZIA
www.cte-it.org

CTE 2024

LA DIGITALIZZAZIONE A SUPPORTO DEL MONITORAGGIO
E DELLA RAPPRESENTAZIONE DI INFRASTRUTTURE

Gemelli digitali con smart bolts, a supporto del monitoraggio di infrastrutture

Ing. Matteo Villa, CTO – Tokbo S.r.l. ; Innovation Manager
- Agrati Group S.p.A.

Ing. Ada Zirpoli, Ph.D. - Technical Manager, Structural
and Geotechnical Engineering Dept. Harpaceas

22 Febbraio, 2024

Value proposition



Sensorizzazione delle connessioni bullonate



Fornitura di un monitoraggio predittivo da remoto



Abilitazione di un servizio digitale



Monitoring System

HARDWARE

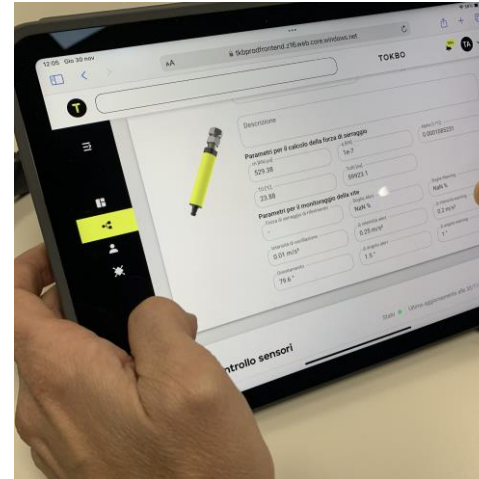
1.



Installazione di un network di sistemi di fissaggio sensorizzati, connessi via cavo ad un gateway

SOFTWARE

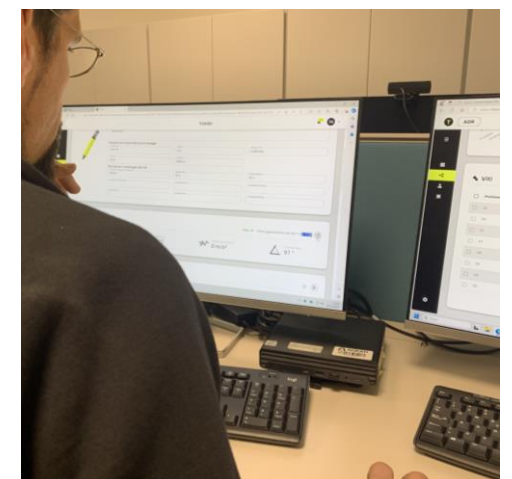
2.



Piattaforma digitale per la lettura dei dati da remoto che, in caso di rilevamento di anomalie, invia warning/alert

SERVICE

3.



Servizio digitale di monitoraggio a supporto delle operazioni di manutenzione predittiva

La soluzione

Soluzione proprietaria sviluppata con l'obiettivo di **digitalizzare** le giunzioni filettate da remoto.

Il **monitoraggio** avviene costantemente e controlla lo stato della **forza di serraggio** e dei **dati accelerometrici**.

Monitoraggio

```
graph TD; Monitoraggio --> Completo[COMPLETO]; Monitoraggio --> RealTime[REAL-TIME]; Monitoraggio --> Personalizzabile[PERSONALIZZABILE];
```

COMPLETO

Il network di sensori installati è in grado di monitorare:

- stato **tensionale** delle giunzioni
- **temperatura**
- dati **oscillatori** e **accelerometrici**

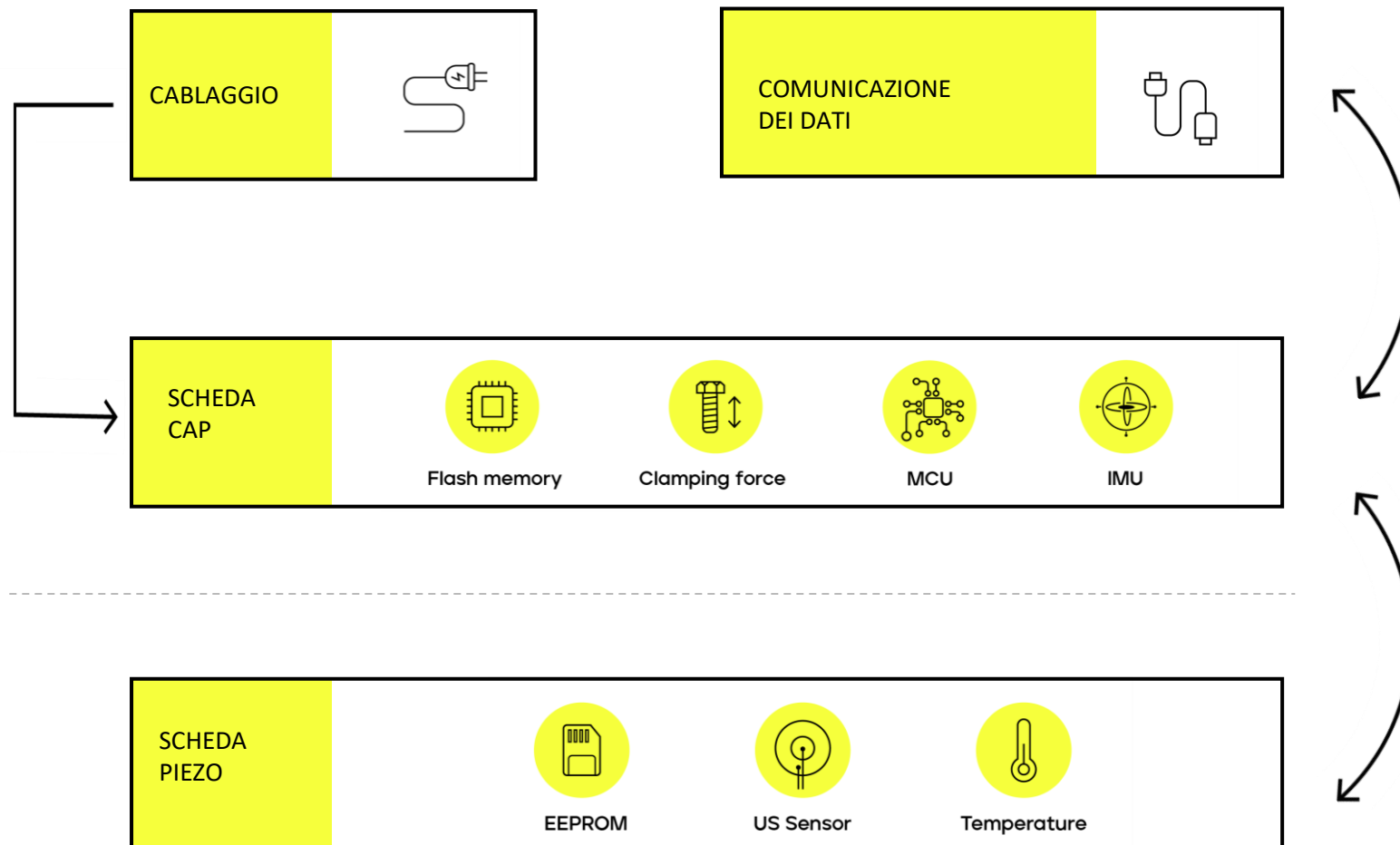
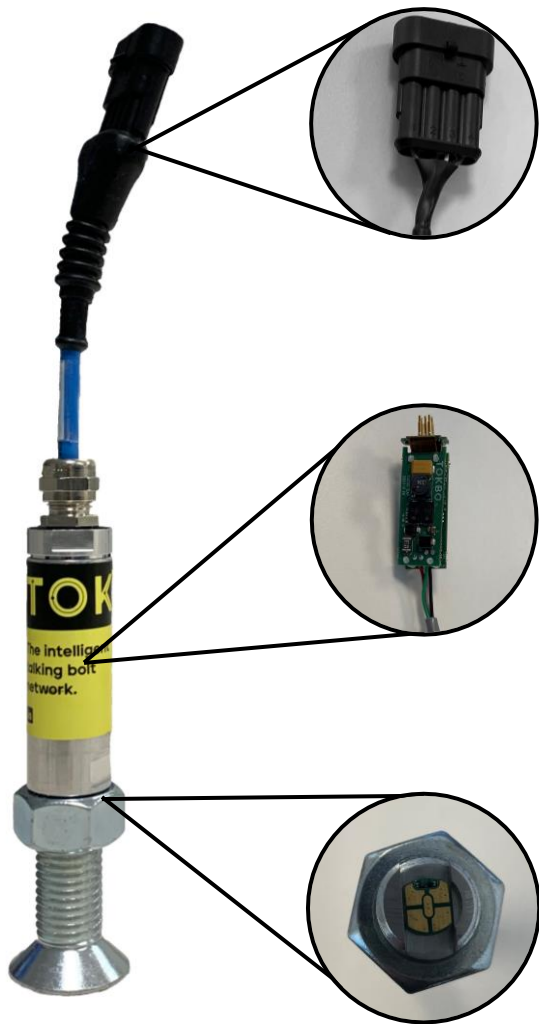
REAL-TIME

La soluzione abilita la creazione di un **Digital Twin**, per il monitoraggio della struttura, comprensivo di **messaggi di warning** ed **allerta** in caso di anomalie

PERSONALIZZABILE

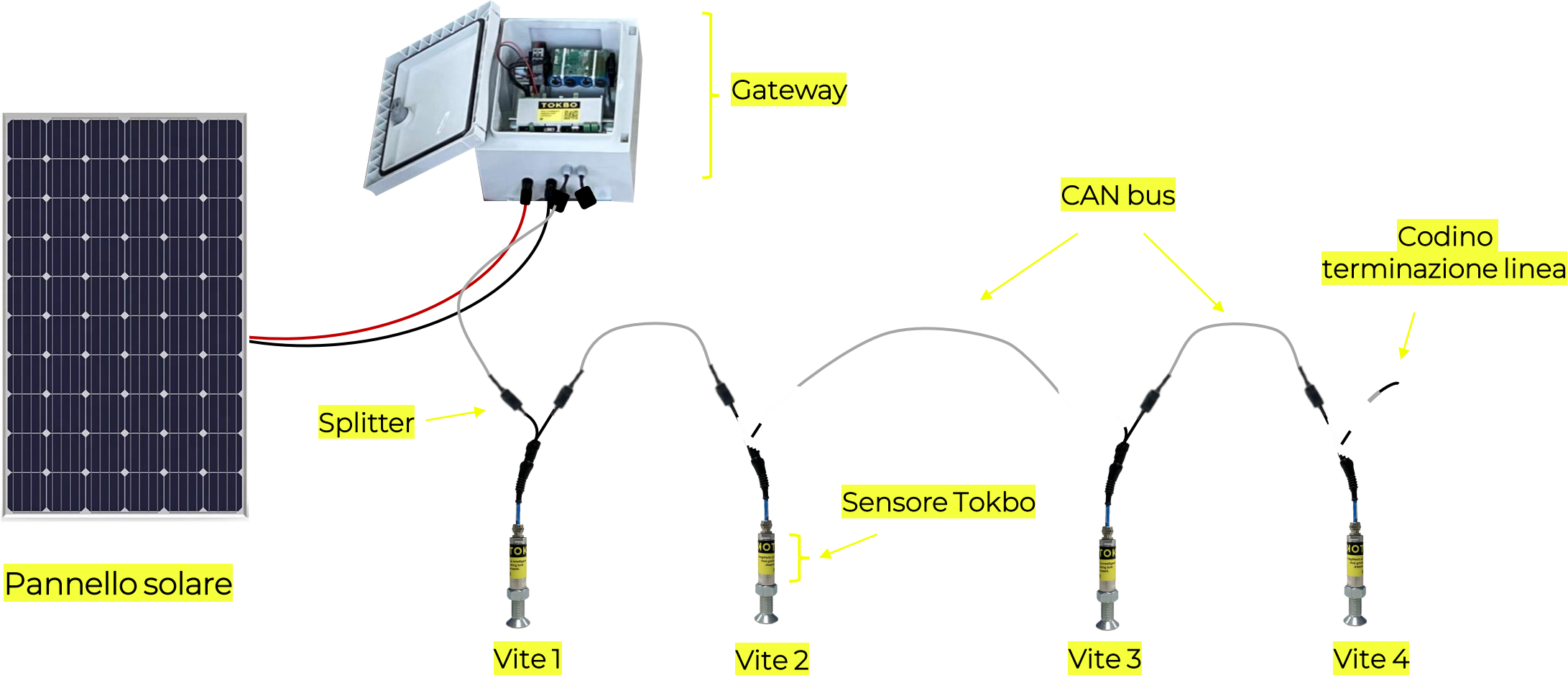
Tramite la **piattaforma digitale**, l'utente è in grado di aggregare ed analizzare un set di dati, raccolti, sulla base delle proprie esigenze, con fruizione di **reportistica** ed indicatori di sintesi

Sistema Wired

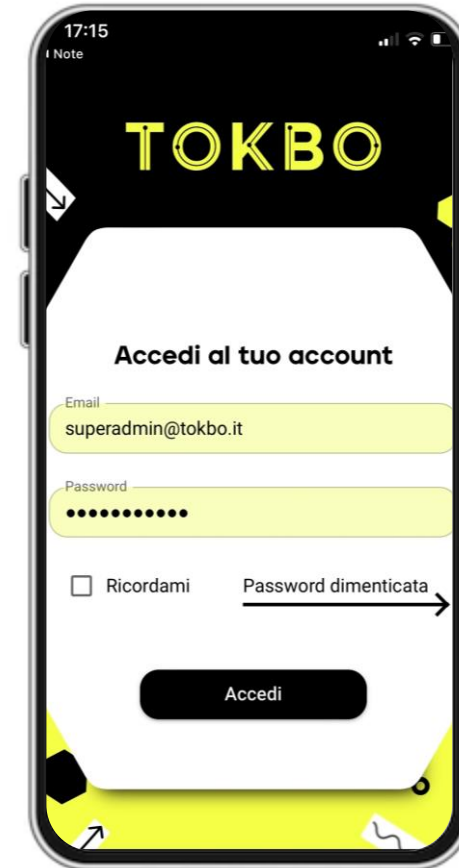
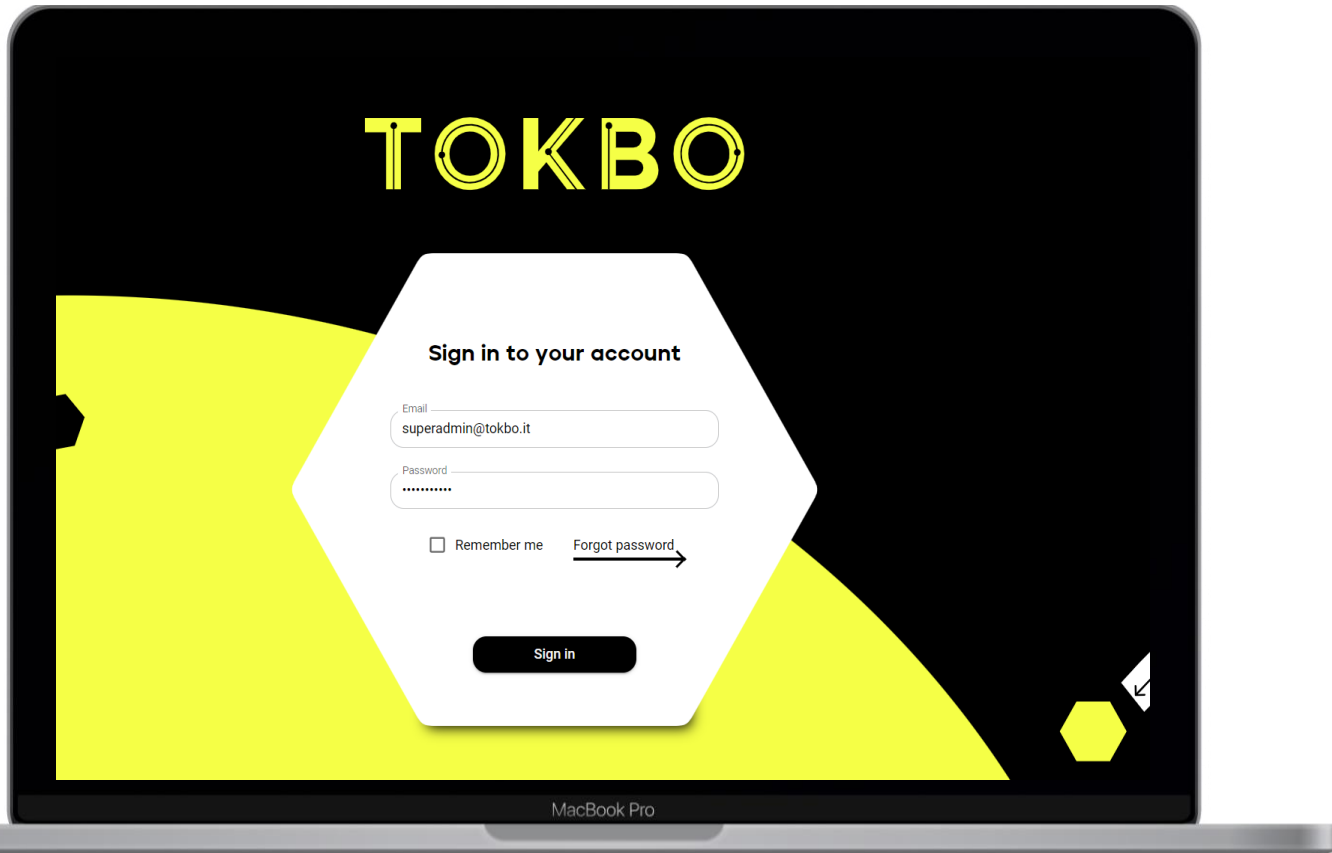


Network

Mild wireless



Piattaforma



Cloud – SaaS

Multi-tenant

Data hierarchy
& time series

Piattaforma

- Telemetrie e time-series:

Forza di serraggio

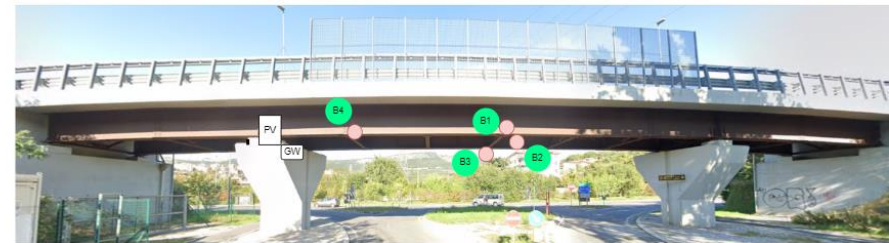
Temperatura

Inclinazione

Accelerazione

Spettrogramma

- Indicatori di sintesi e trend analysis
- Notification center



Bolts

Search [] All Installed Not installed + Add Bolt

<input type="checkbox"/>	Position	Mac address	Clamping force	Temperature	Oscillation	Pose	Status	Gateway	Last update	Actions
<input type="checkbox"/>	B1	0xA01BD540	82.9kN (103%)	1.5 °C	0.03 m/s ²	1.8 °	●	0004F34008E6	30/01/24, 5:50	🔄 ⋮
<input type="checkbox"/>	B2	0xA026D540	87.2kN (103%)	1.8 °C	0.02 m/s ²	0.6 °	●	0004F34008E6	30/01/24, 5:50	🔄 ⋮
<input type="checkbox"/>	B3	0x202ED540	81.3kN (99%)	1.2 °C	0.02 m/s ²	1.1 °	●	0004F34008E6	30/01/24, 5:50	🔄 ⋮
<input type="checkbox"/>	B4	0xA051D540	117.7kN (99%)	1.6 °C	0.02 m/s ²	0.8 °	●	0004F34008E6	30/01/24, 5:50	🔄 ⋮

Righe per pagina: 10 1-4 di 4 < >

Sensor detection

Status ● Last update at 30/01/24, 5:50 🔄

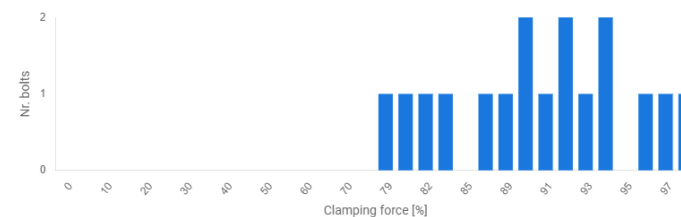
↑↓ Clamping force
87.2 kN

🌡️ Temperature
1.8 °C

📉 Intensity of oscillations
0.02 m/s²

📐 Pose
0.6 °

Clamping force distribution ⓘ



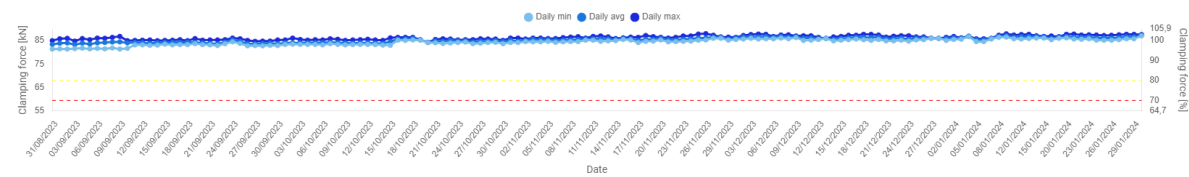
Fault status

1 Components		4 Bolts	
Critical clamping force	0/1	Critical clamping force	0/4
Critical intensity of oscillations	0/1	Critical intensity of oscillations	0/4
Critical orientation	0/1	Critical orientation	0/4
No connection	0/1	No connection	0/4

Piattaforma

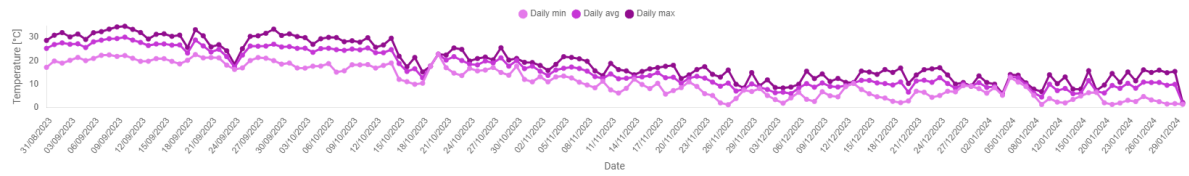
Forza di serraggio

Clamping force trend - B2



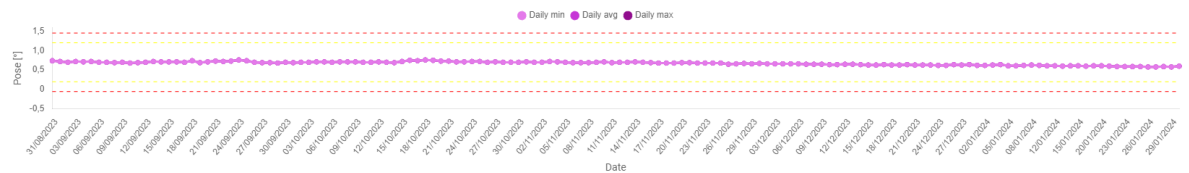
Temperatura

Temperature trend - B2



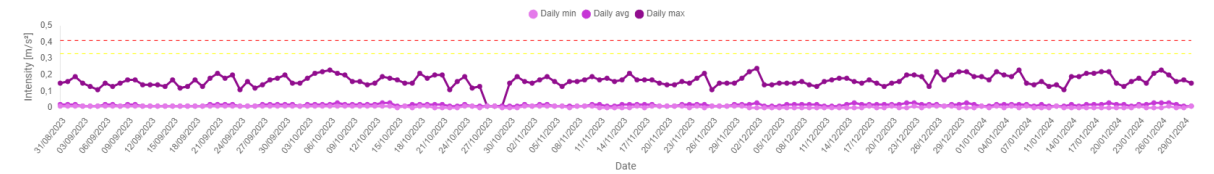
Inclinazione

Pose - B2



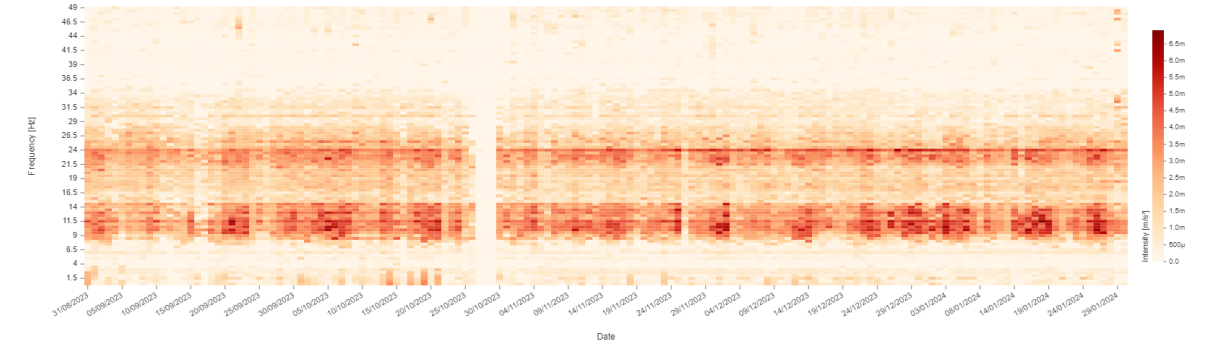
Accelerazione

Intensity of Oscillations - B2



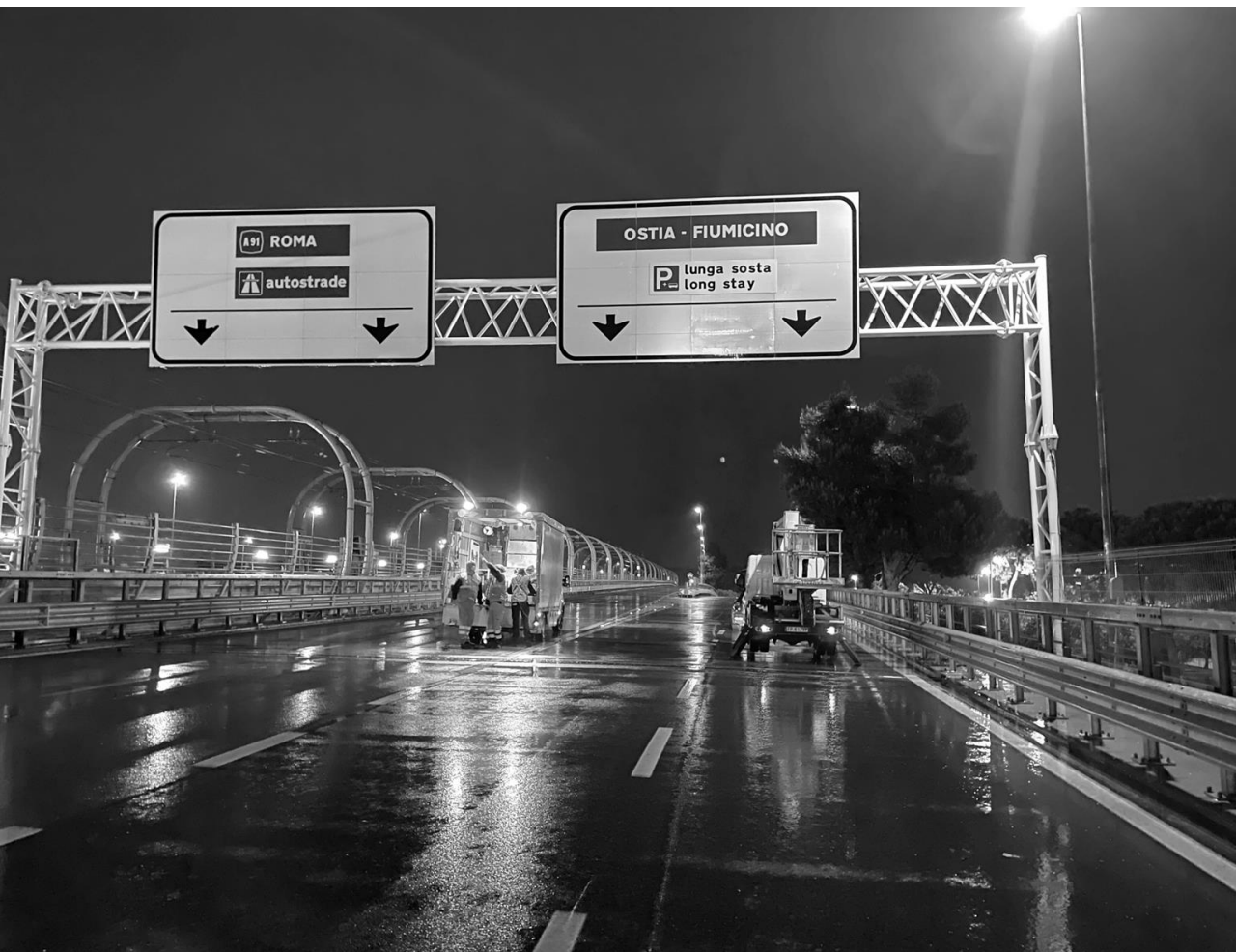
Spettrogramma

Main frequencies - B2



Applicazioni

Sistema autostradale – fissaggio pannelli segnaletica & avviso



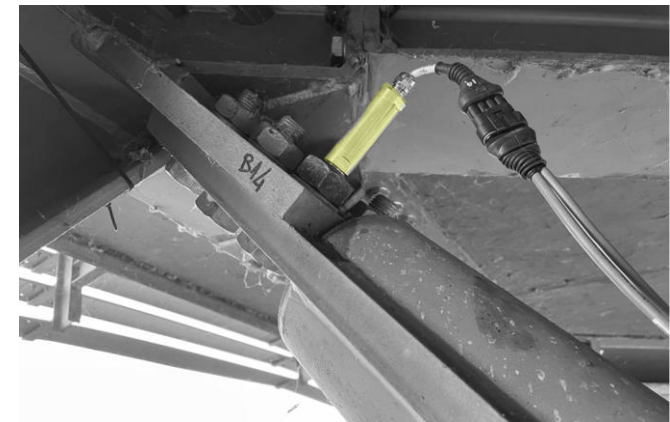
Applicazioni

Infrastrutture - ponti



Applicazioni

Infrastrutture - ponti



Applicazioni

Ferrovie



Applicazioni

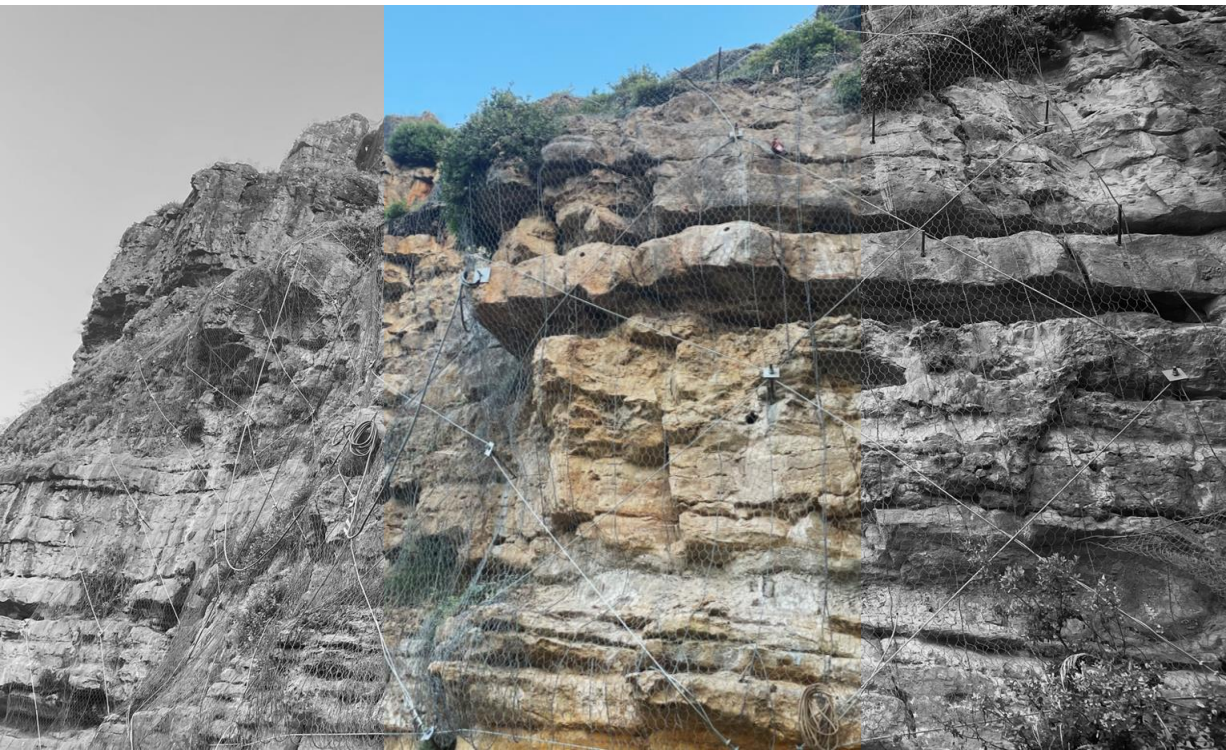
Monitoraggio ponteggi – supporto BIM

Monitoraggio in tempo reale,
avvisi di sicurezza calamità
naturali

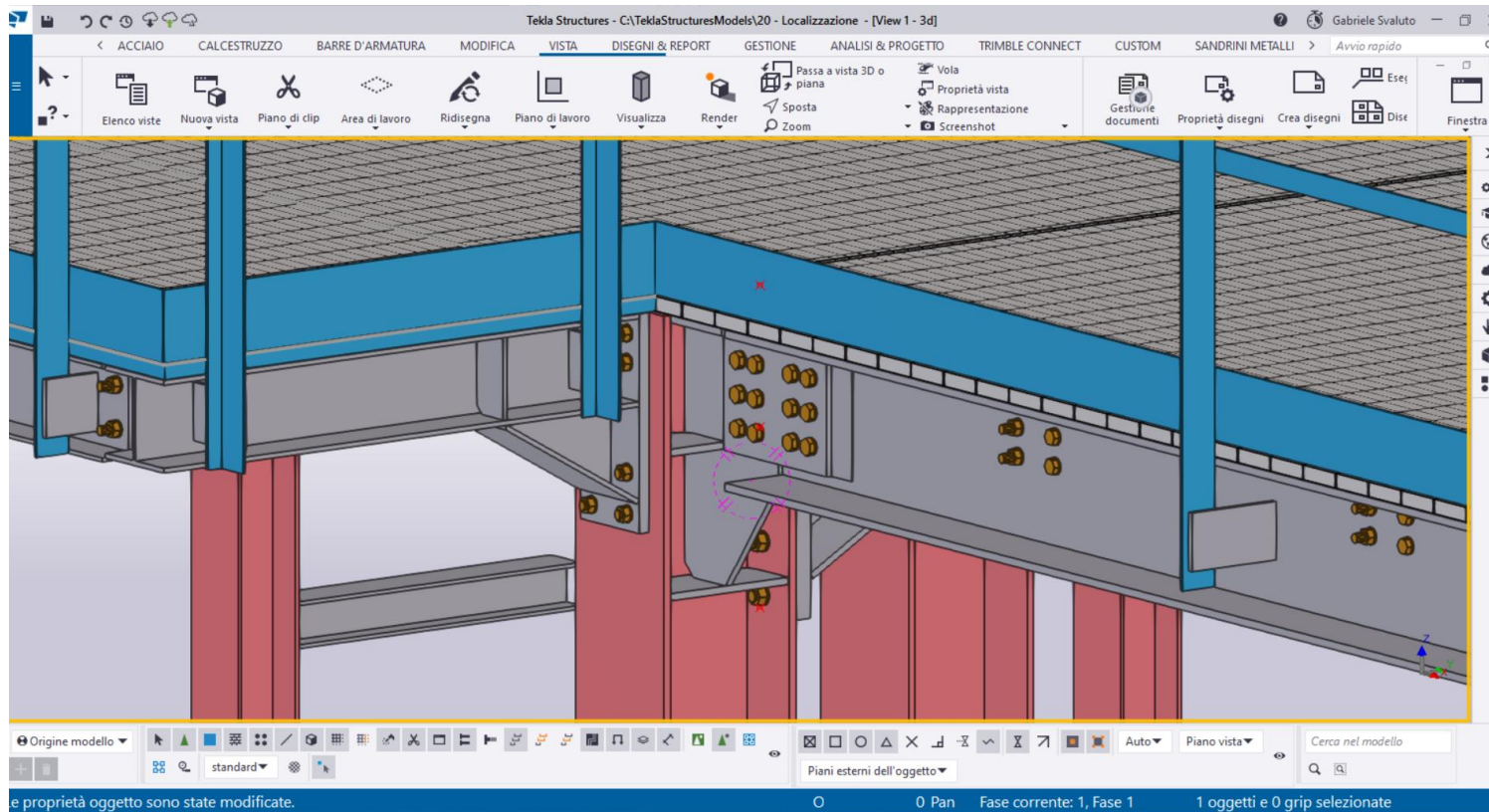


Applicazioni

Sentinella frane – sostegno a reti anti-smottamento



Piattaforme di BIM Authoring Strutturale per la progettazione del sistema di monitoraggio



Modellazione di dettaglio - Progetto Costruttivo

Metadati

The Bolt Properties dialog box is shown, detailing the configuration for a bolt. The dialog is organized into several sections:

- Save/Load:** Save as: standard
- Attributes:**
 - Bolt: standard
 - Bolt size: 3/4
 - Bolt standard: A325N
 - Bolt type: Site
 - Connect part/assembly: As secondary part
 - Thread in material: Yes
 - Cut length: 4"
 - Extra length: 0"
- Bolt group:**
 - Shape: Array
 - Bolt dist X: 0"
 - Bolt dist Y: 0"
- Hole:**
 - Tolerance: 1/16
 - Hole type: Slotted
 - Slotted hole X: 0"
 - Slotted hole Y: 0"
 - Rotate Slots: Parallel
 - User-defined attributes...
- Position:**
 - On plane: Middle 0"
 - Rotation: Front 0.00000
 - At depth: Middle 0"
- Offset from:**
 - Start point: End point:
 - Dx 0" 0"
 - Dy 0" 0"
 - Dz 0" 0"
- Parts with slotted holes:** (with a diagram showing a bolt with slotted holes)
- Include in bolt assembly:**

Buttons at the bottom: OK, Apply, Modify, Get, / (isometric view), Cancel

Piattaforme di BIM Authoring Strutturale per la progettazione del sistema di monitoraggio

The image displays a screenshot of the Tekla Structures software interface. The main window shows a 3D model of a structural steel connection. A red box highlights a specific bolt assembly, which is shown in a detailed view. The 'Metadati' (Metadata) dialog box is open on the right side of the screen, showing various settings for the selected bolt assembly. The dialog box includes sections for 'Position', 'Offset from', and 'Parts with slotted holes'. The 'Position' section has 'On plane' set to 'Middle', 'Rotation' set to 'Front', and 'At depth' set to 'Middle'. The 'Offset from' section has 'Start point' and 'End point' set to '0"'. The 'Parts with slotted holes' section has a checkbox checked. The 'User-defined attributes...' checkbox is also checked and highlighted with a red box. The 'Bolt Properties' dialog box is also visible in the background.

Metadati

Save as standard

Position

- On plane: Middle 0"
- Rotation: Front 0.00000
- At depth: Middle 0"

Offset from

	Start point:	End point:
Dx	<input checked="" type="checkbox"/> 0"	<input checked="" type="checkbox"/> 0"
Dy	<input checked="" type="checkbox"/> 0"	<input checked="" type="checkbox"/> 0"
Dz	<input checked="" type="checkbox"/> 0"	<input checked="" type="checkbox"/> 0"

Parts with slotted holes:

-
-
-
-

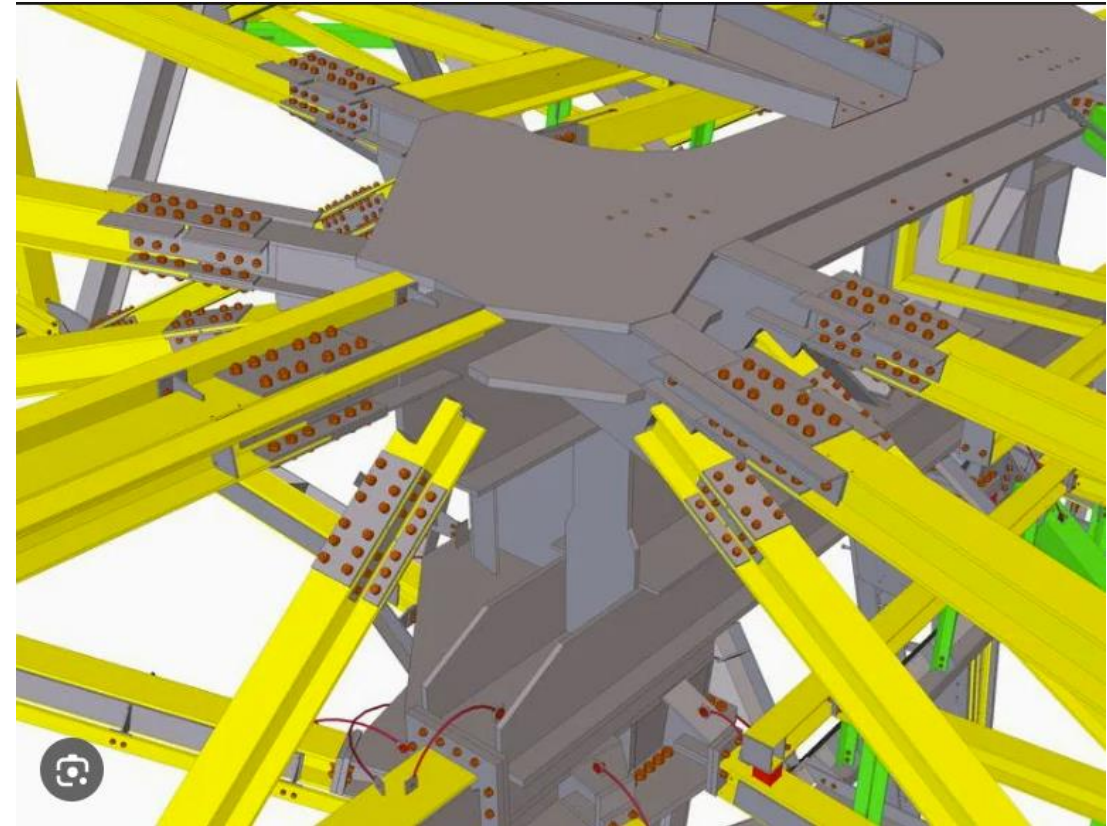
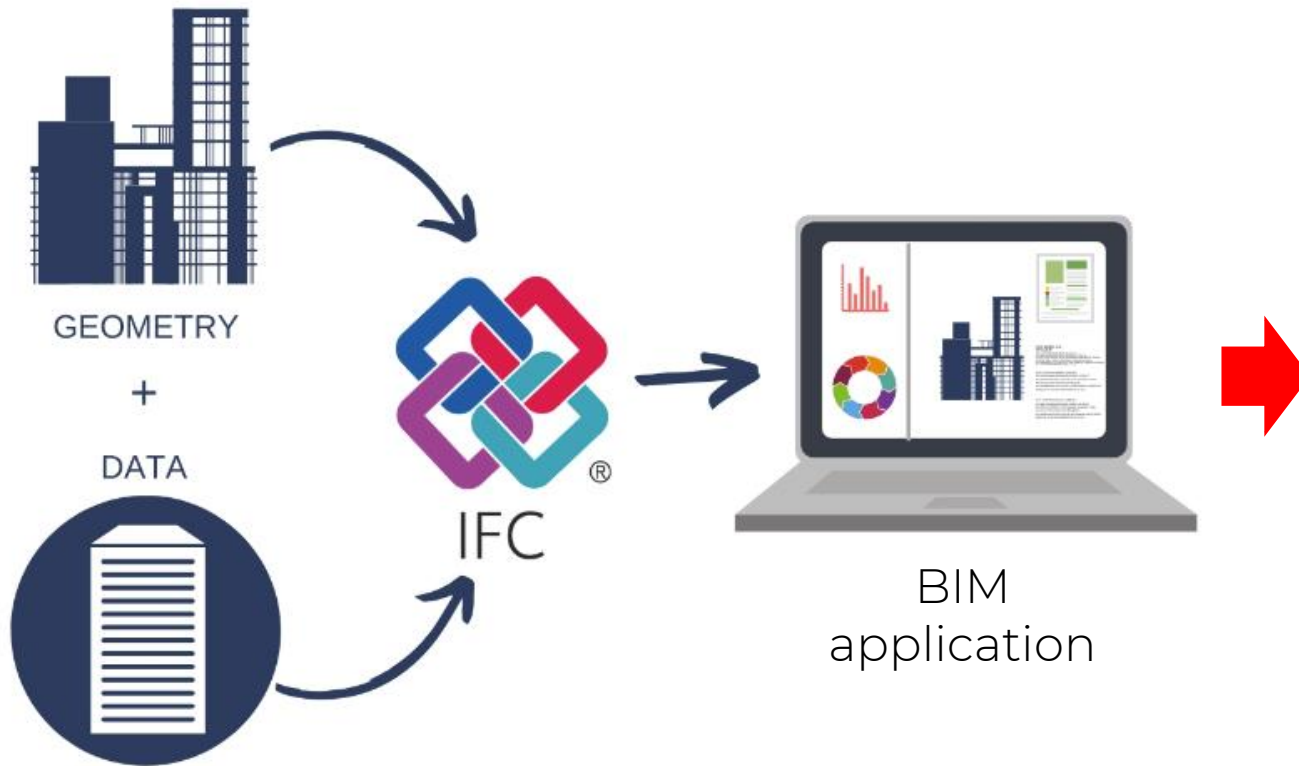
Include in bolt assembly:

-
-
-
-

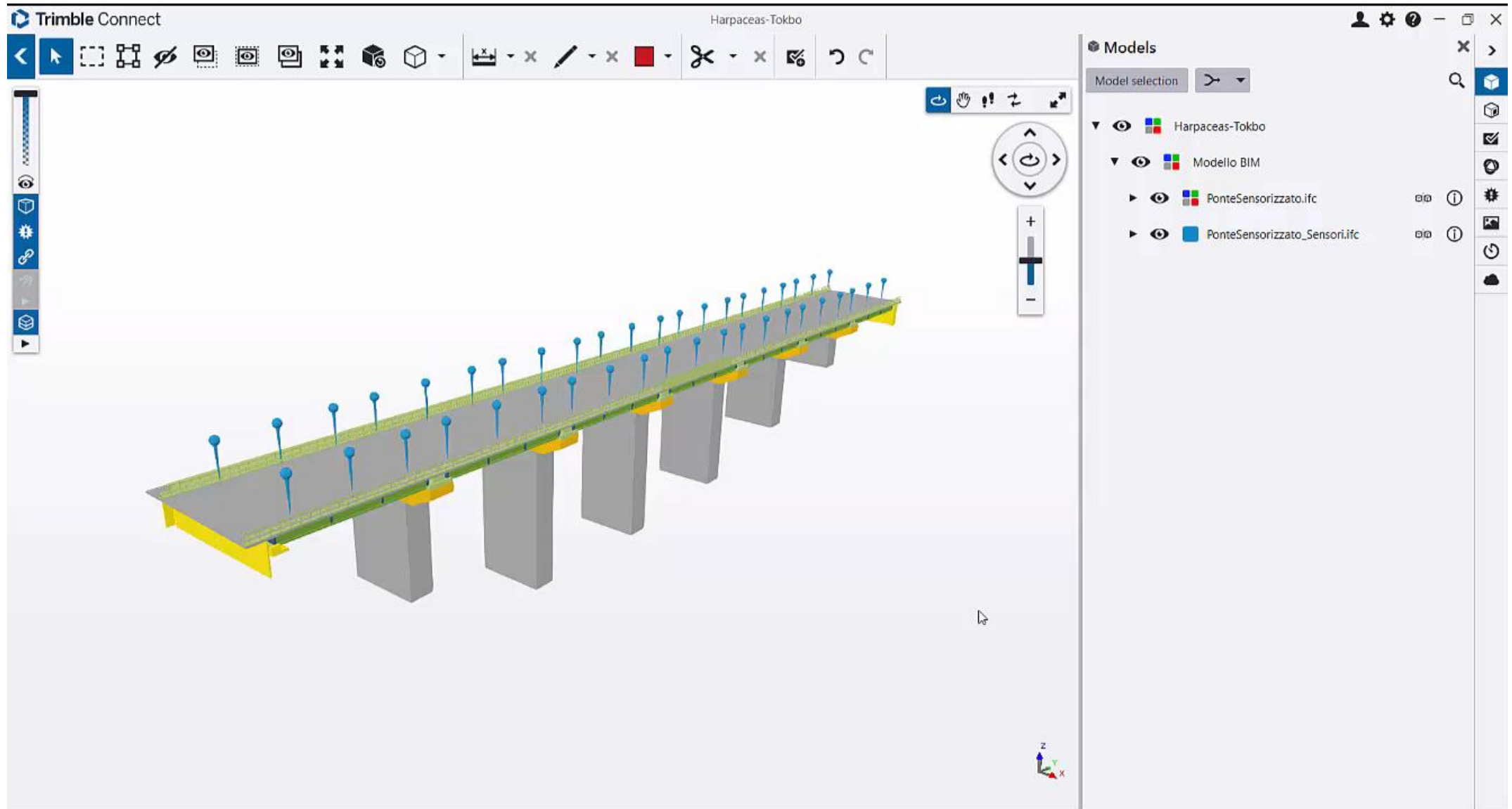
User-defined attributes...

OK Apply Modify Get / Cancel

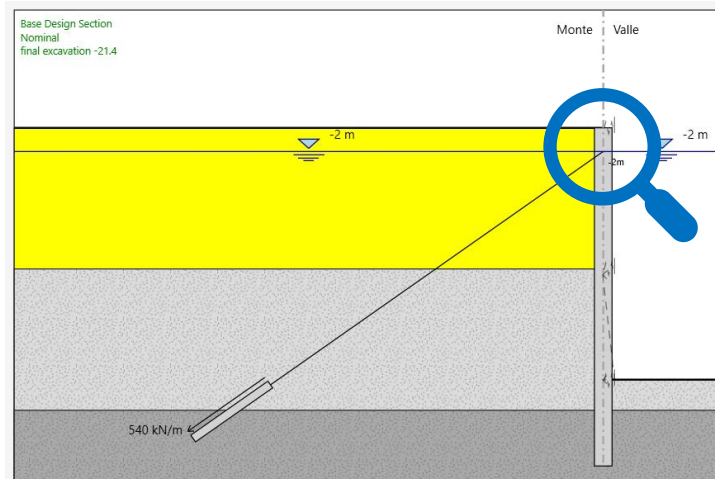
Piattaforme di BIM Authoring Strutturale per la progettazione del sistema di monitoraggio



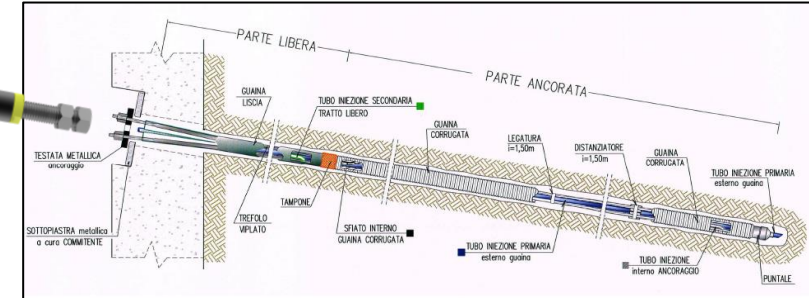
Piattaforme di Collaborazione (CDE) per l'acquisizione dei dati in tempo reale



Integrazione sistemi di monitoraggio con software di calcolo



Monitoraggio pretiro
barre tiranti



TieBack Properties

Name Tieback Wall Left Wall

Data Stage dependent data

Stage	Active	Updated Preloading (kN)
Stage 1	<input checked="" type="checkbox"/>	100
Stage 2	<input checked="" type="checkbox"/>	0
Stage 3	<input checked="" type="checkbox"/>	0
Stage 4	<input checked="" type="checkbox"/>	85
Stage 5	<input checked="" type="checkbox"/>	0
Stage 6	<input checked="" type="checkbox"/>	80

Operazioni statistiche sui dati dei sensori per estrapolare il valore da fornire in input al calcolo.

PartitionKey	RowKey	Timestamp	ClampingForce
0x499ADE40	2023-02-05T16:47:34	2023-02-05T16:48:00.811105Z	49.1
0x499ADE40	2023-02-05T16:47:42	2023-02-05T16:48:00.811105Z	49
0x499ADE40	2023-02-05T16:47:50	2023-02-05T16:48:00.811105Z	49
0x499ADE40	2023-02-05T16:47:57	2023-02-05T16:48:00.8101056Z	49
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:05	2023-02-05T16:49:02.2261919Z	49.1
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:13	2023-02-05T16:49:02.2261919Z	49.2
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:21	2023-02-05T16:49:02.2261919Z	49.2
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:28	2023-02-05T16:49:02.2261919Z	49.2
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:36	2023-02-05T16:49:02.2261919Z	49.2
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:44	2023-02-05T16:49:02.2261919Z	49.3
0x499ADE40	2023-02-05T16:48:52	2023-02-05T16:49:02.2251928Z	49.3
0x499ADE40	2023-02-05T16:49:01	2023-02-05T16:50:04.3808607Z	49.3
0x499ADE40	2023-02-05T16:49:08	2023-02-05T16:50:04.3808607Z	49.3
0x499ADE40	2023-02-05T16:49:16	2023-02-05T16:50:04.3808607Z	49.1
0x499ADE40	2023-02-05T16:49:24	2023-02-05T16:50:04.3808607Z	50.3
0x499ADE40	2023-02-05T16:49:32	2023-02-05T16:50:04.3808607Z	49.4
0x499ADE40	2023-02-05T16:49:39	2023-02-05T16:50:04.3808607Z	49.3

Dati Tirante

Sezione #3STRANDS Modifica...

L. Libera 5 m Angolo 20°

L. Bulbo (Lfix) 5 m Passo orizz. 2 m

Bulbo deformabile 50 % Precarico 360 kN

Diametro Perforazione 0.2 m

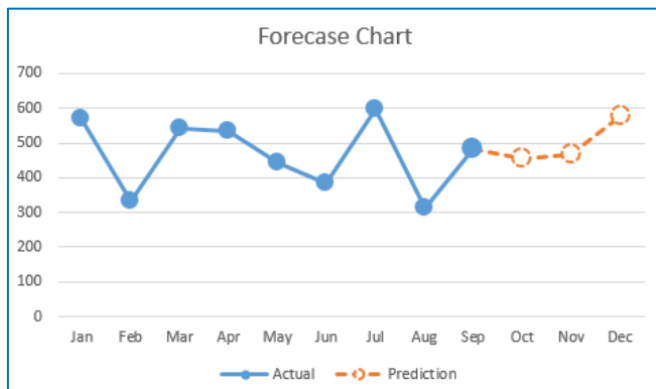
Usa coefficienti di aderenza personalizzati

Metodo di Iniezione GRAVITY_GROUTING

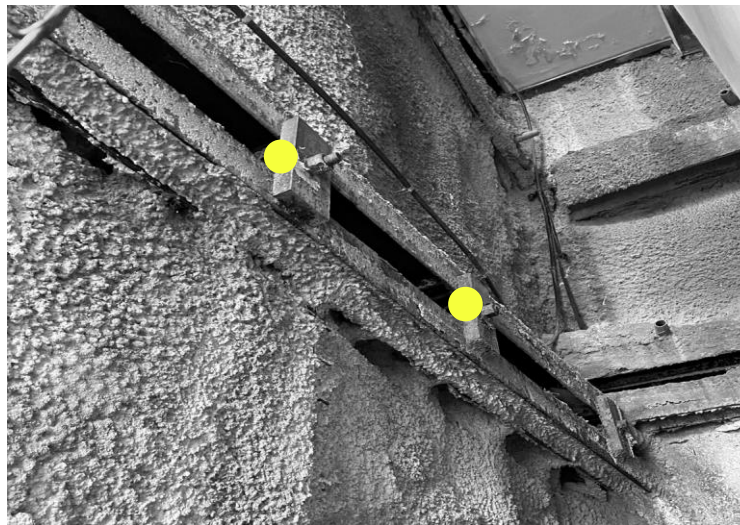
α 1 Qskin 150 kPa

Vincolo Permanente

Comportamento Plastico Carico Ultimo kN



Integrazione sistemi di monitoraggio con software di calcolo



Sentinella di monitoraggio con funzione accelerometrica. In grado di rilevare piccoli movimenti, con una accuratezza di $0,05^\circ$.

L'output normale è un messaggio di avviso in supporto alle operazioni di manutenzione

since 1990

HARPACEAS

Your digital partner

VIALE RICHARD, 3A - 20143 MILANO

TEL: 02-891741

info@harpaceas.it

harpaceas.it

VIA PIAVE, 28-30 - 20837 VEDUGGIO (MB)

TEL: 0362-9801

info@tokbo.it

tokbo.it

TOKBO