

The background image shows a large-scale construction site for a tunnel. A massive, white, cylindrical cutterhead of a tunnel boring machine (TBM) is the central focus. The cutterhead has various labels, including "ROMA" in red, "salini" in red script, "COSTRUTTORI S.p.A." in small black text, and "ENGINEERING" in blue. There are also some technical markings like "10- B1" and "14". In the foreground, a wooden safety railing is visible. In the background, there are concrete structures, scaffolding, and a worker in a high-visibility yellow vest. The overall scene is dimly lit, typical of an underground construction environment.

**MONITORAGGIO
GALLERIE
E OPERE IN
SOTTERRANEO**

Ing. Giovanni Caloni - Sisgeo S.r.l.

Chi è Sisgeo ...



Sisgeo è leader europeo e mondiale nella progettazione e produzione di strumentazione geotecnica

Sisgeo produce una gamma completa di strumenti per il monitoraggio di gallerie e opere in sotterraneo

Sisgeo ha progettato e installato sistemi di monitoraggio per gallerie e metropolitane in tutto il mondo

Dal 1997 Sisgeo ha ottenuto la Certificazione del proprio Sistema Qualità e dal 2009 si avvale della certificazione UNI EN ISO 9001-2008

Sisgeo fornisce l'assistenza tecnica per l'installazione e la manutenzione del sistema di monitoraggio

Il gruppo Sisgeo



Un po' di filosofia...



Pochi “semplici” passi per ottenere un sistema di monitoraggio efficiente ed efficace:

- Definire COSA misurare**
- Definire PERCHE' misurarlo**
- Definire COME misurarlo**
- Definire DOVE e QUANDO misurarlo**



Monitoraggio durante lo scavo di gallerie

Monitoraggio Imbocchi

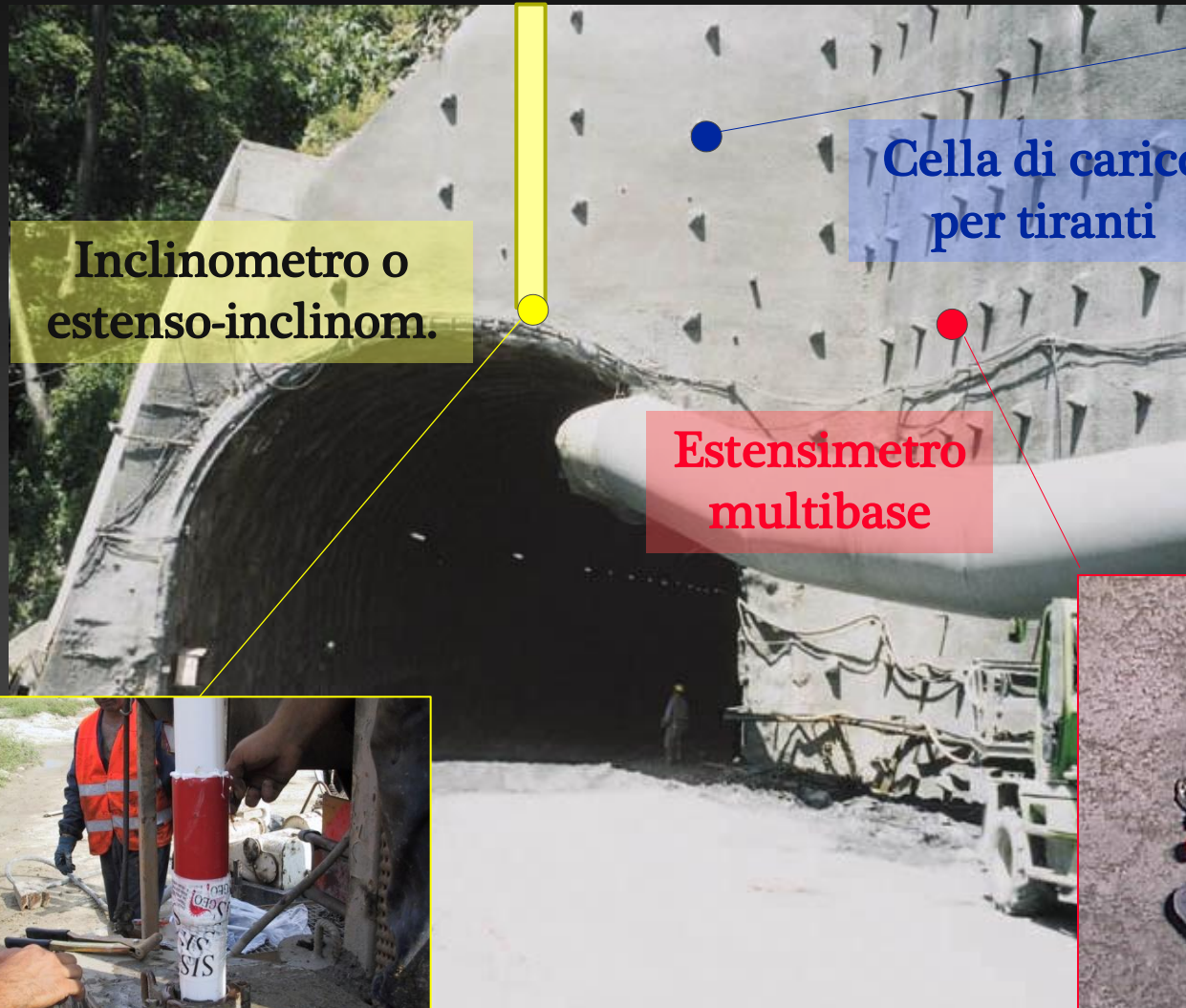
Monitoraggio sezioni in galleria

Monitoraggio strutture soprastanti lo scavo



Monitoraggio imbocchi

Monitoraggio Imbocchi



**Inclinometro o
estenso-inclinom.**

**Cella di carico
per tiranti**

**Estensimetro
multibase**

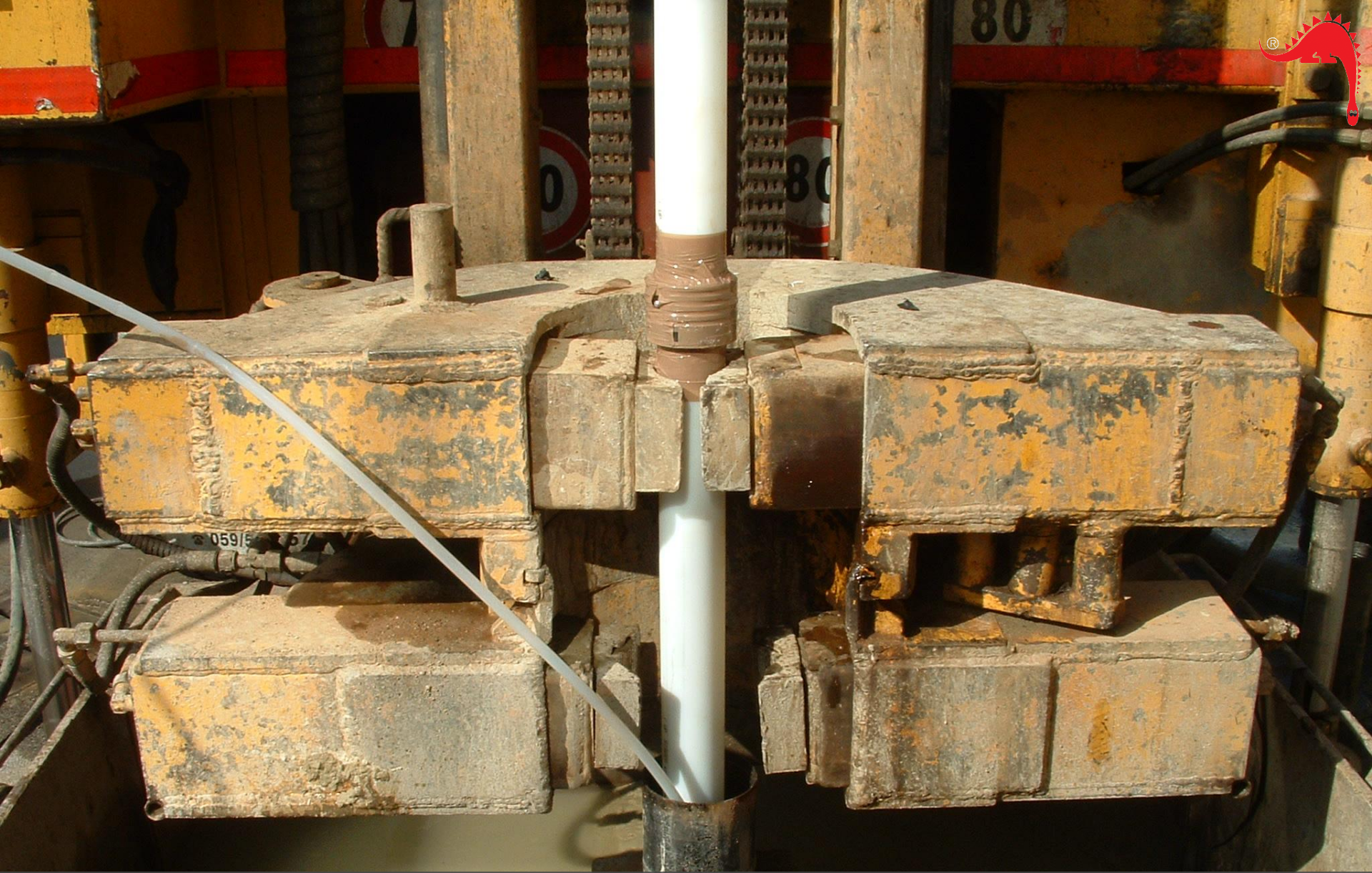




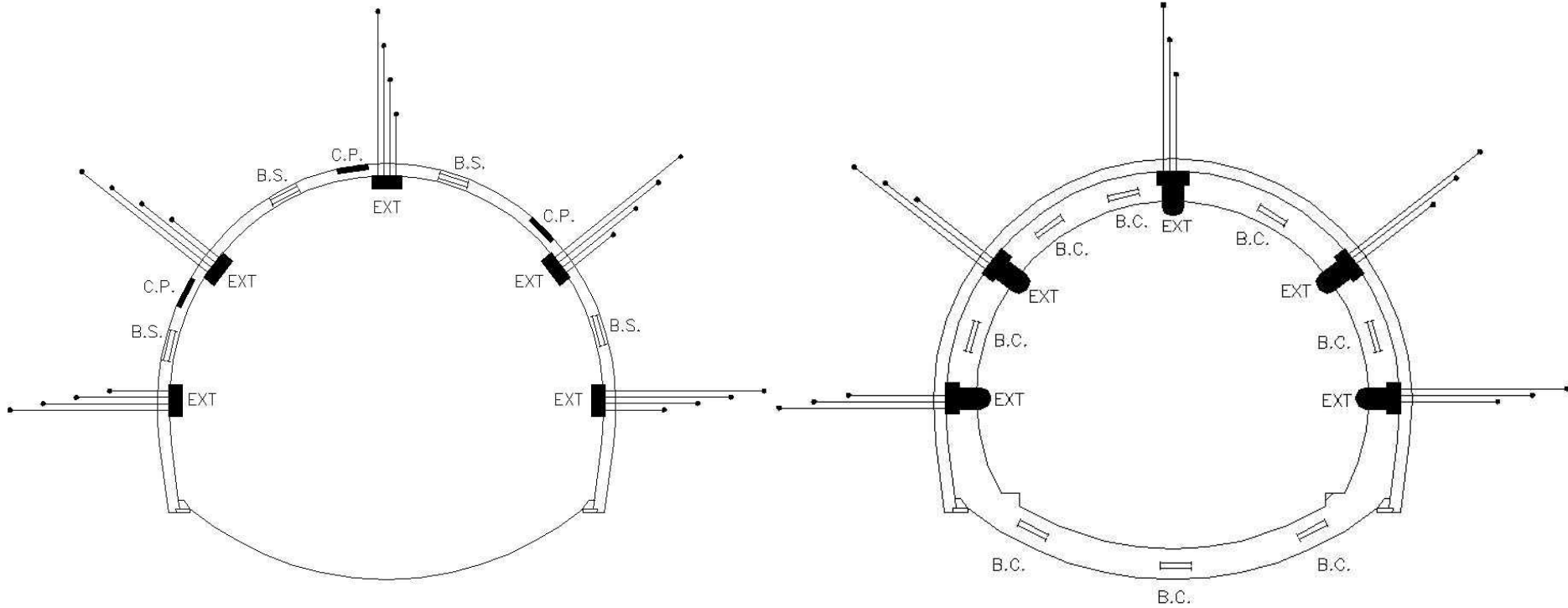
**Cella di carico elettrica per tiranti
montata su berlinese**



**Installazione di Estensimetro Multibase
in fibra di vetro su parete rocciosa**

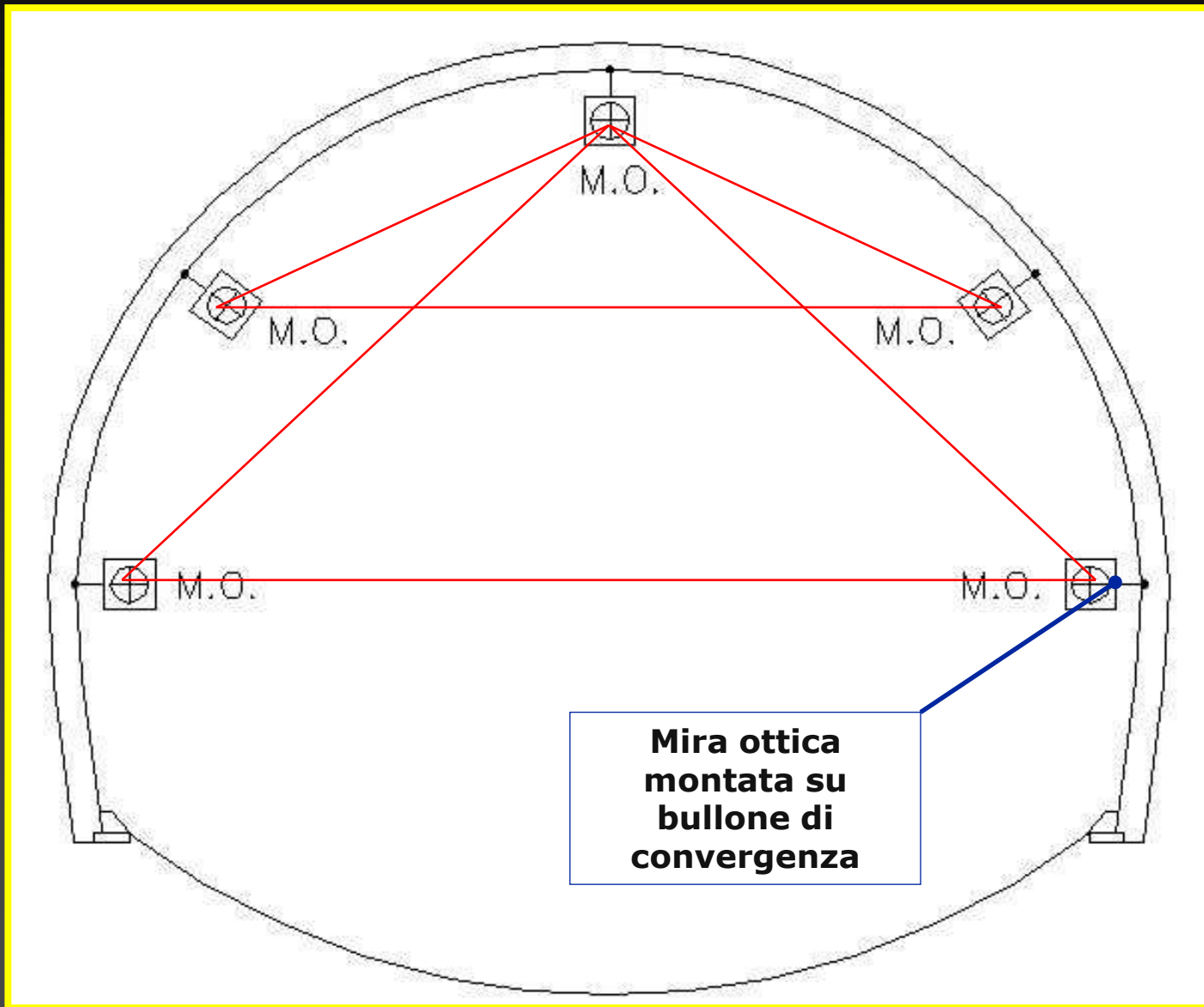


**Installazione di tubazione
estenso-inclinometrica T-REX**



Sezioni Strumentate

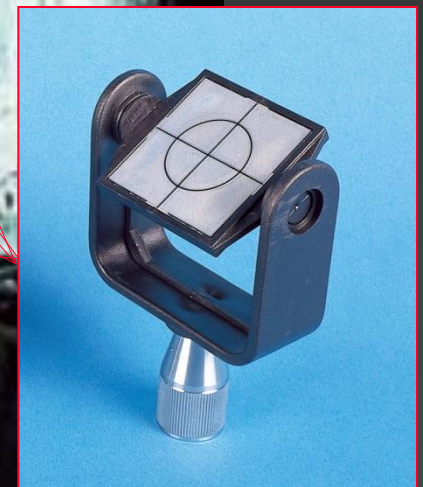
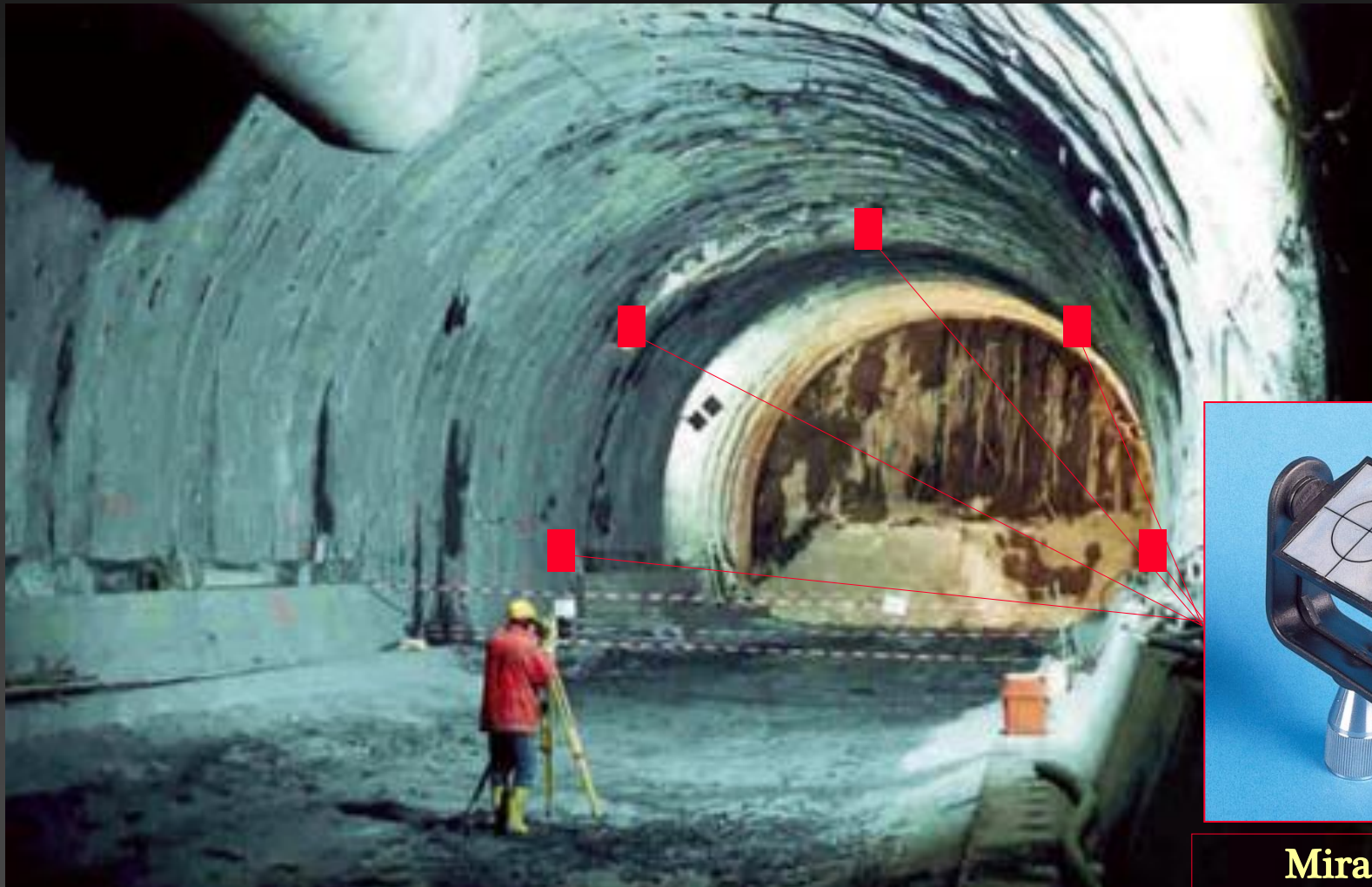
Convergenze



Convergenze



Misura delle convergenze con teodolite



Mira Ottica

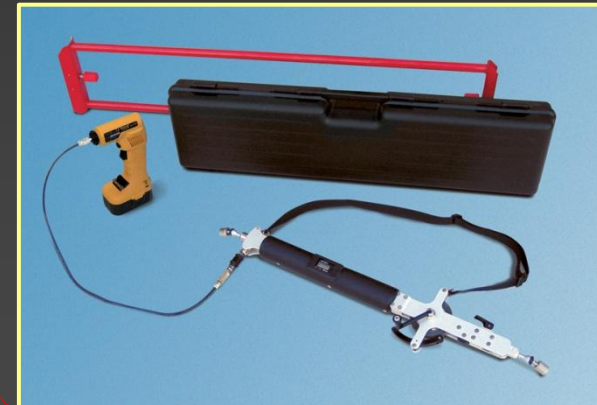
Convergenze



Misura delle convergenze con Distometro a nastro a tensione costante



Bullone di convergenza



Distometro a nastro

Sezione tipologica di Prima Fase

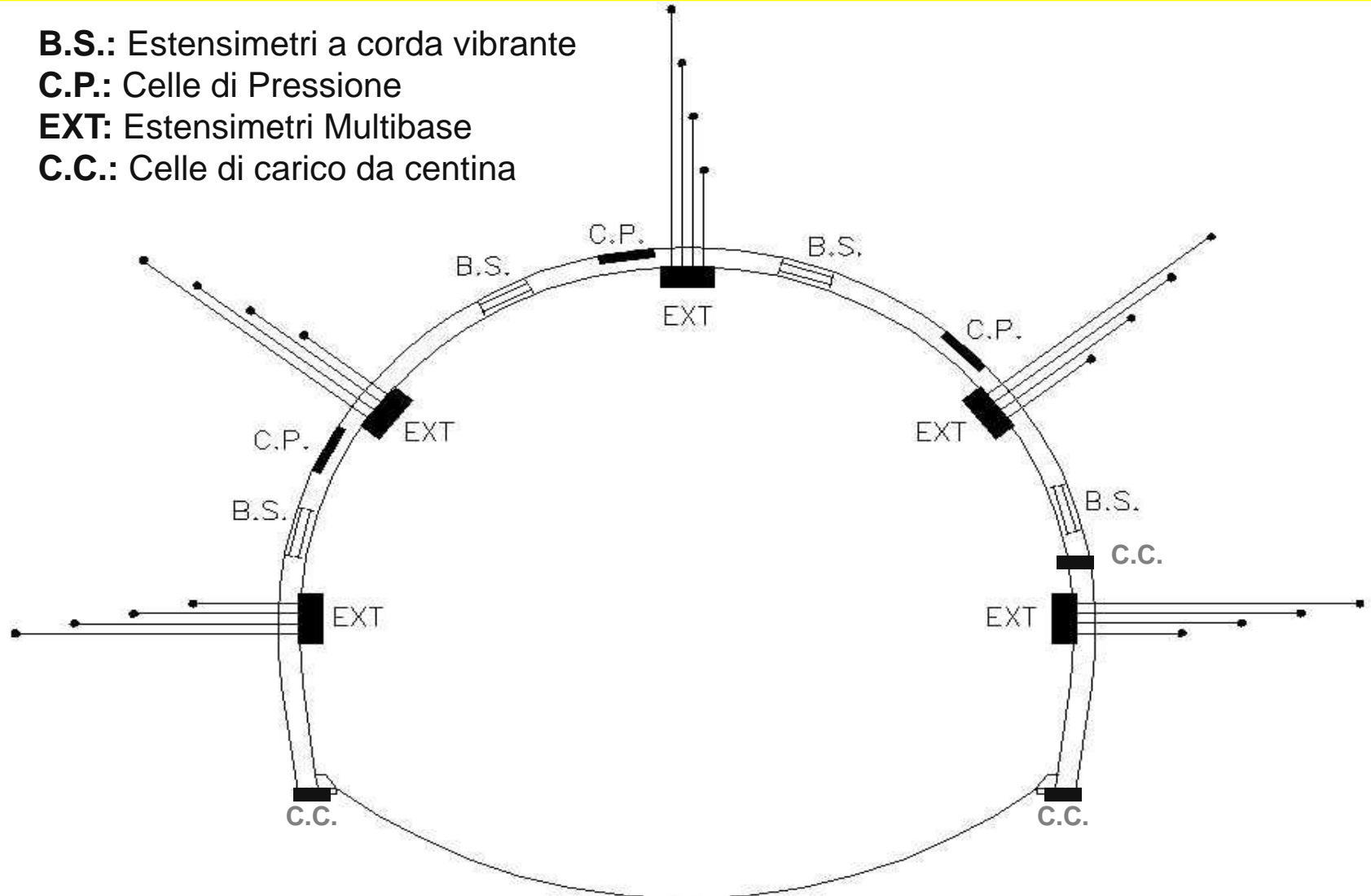


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina



Sezione tipologica di Prima Fase

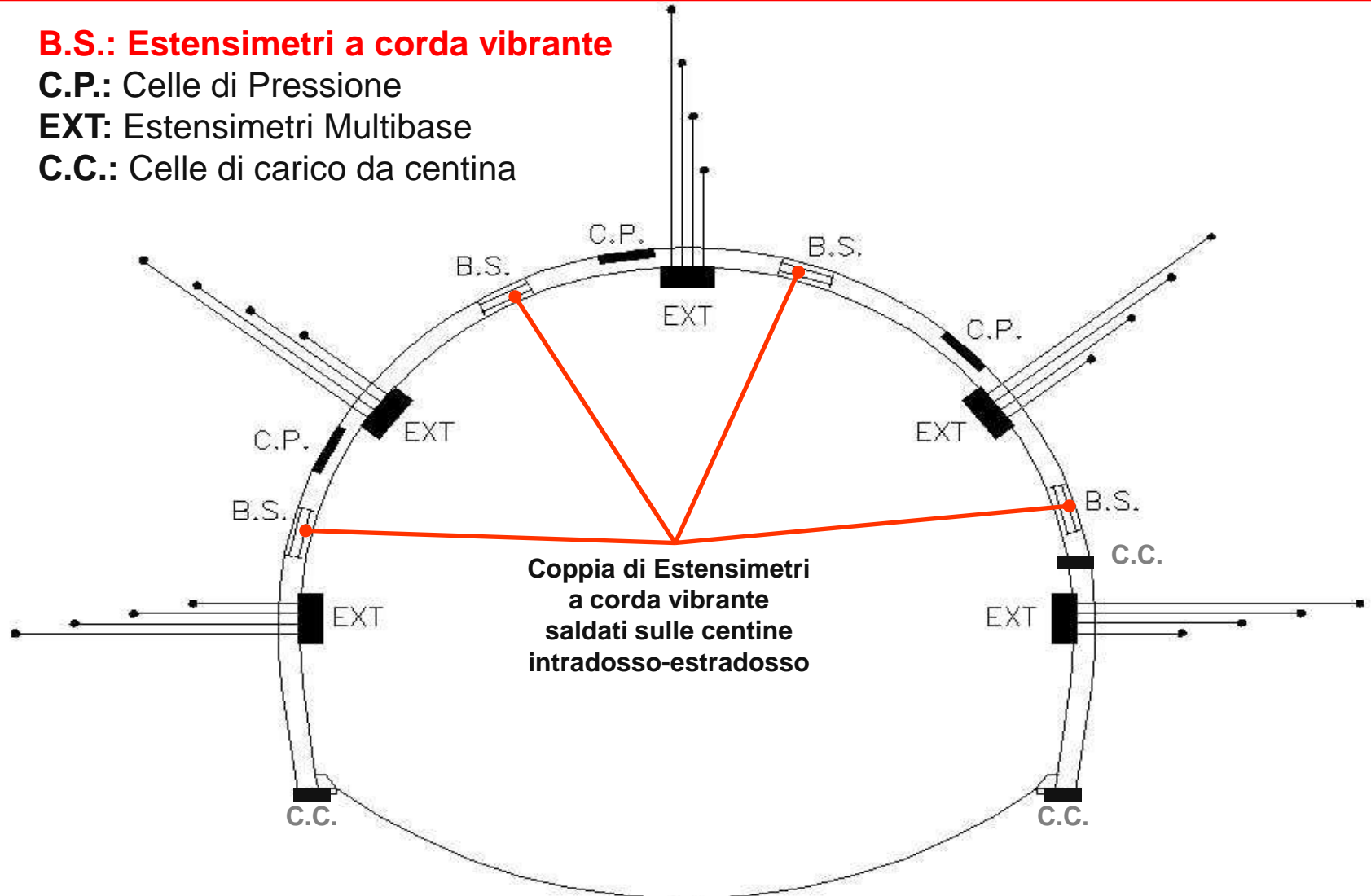


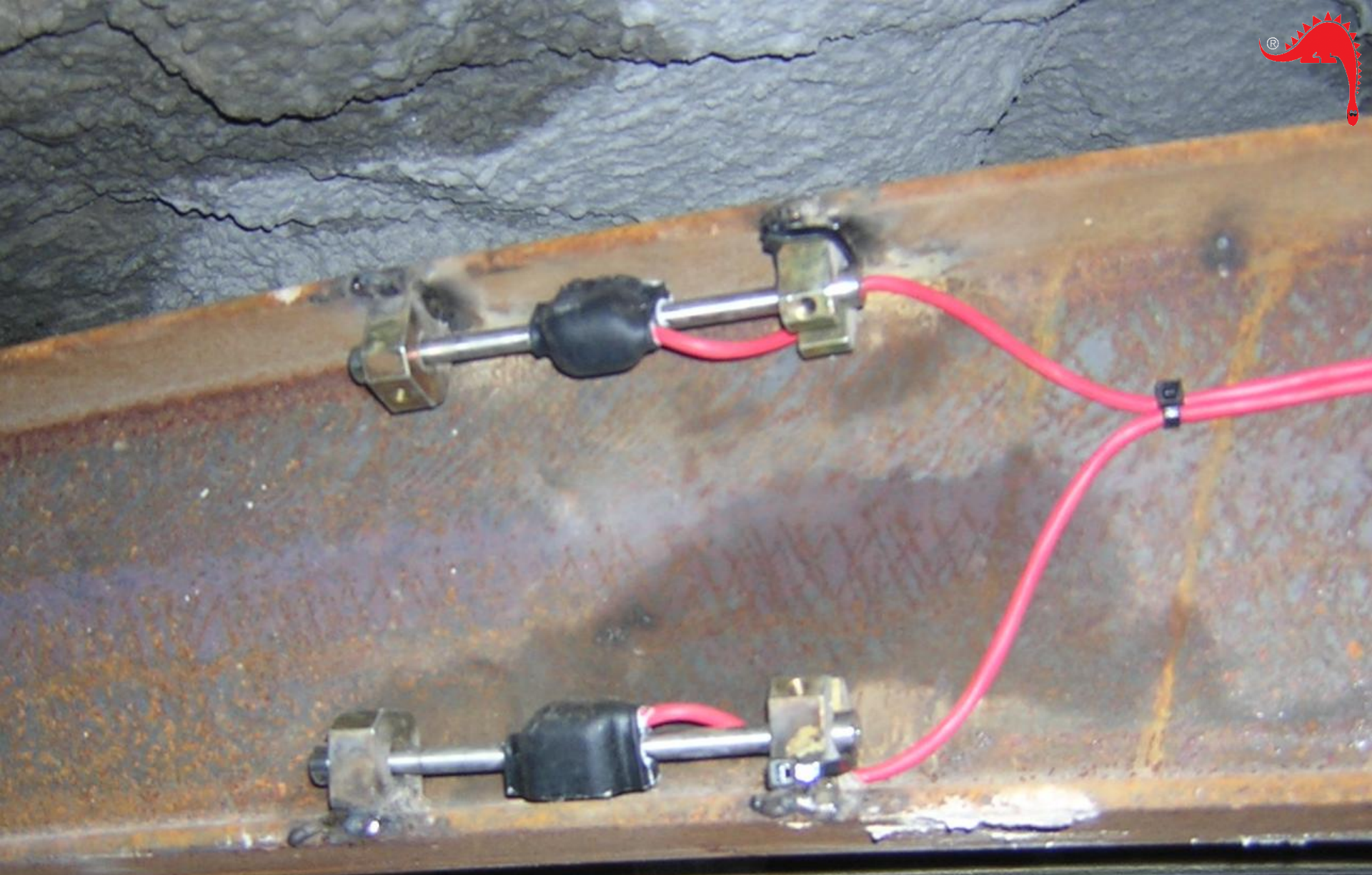
B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina





**Coppia di Estensimetri a Corda Vibrante
saldati su centina**

Sezione tipologica di Prima Fase

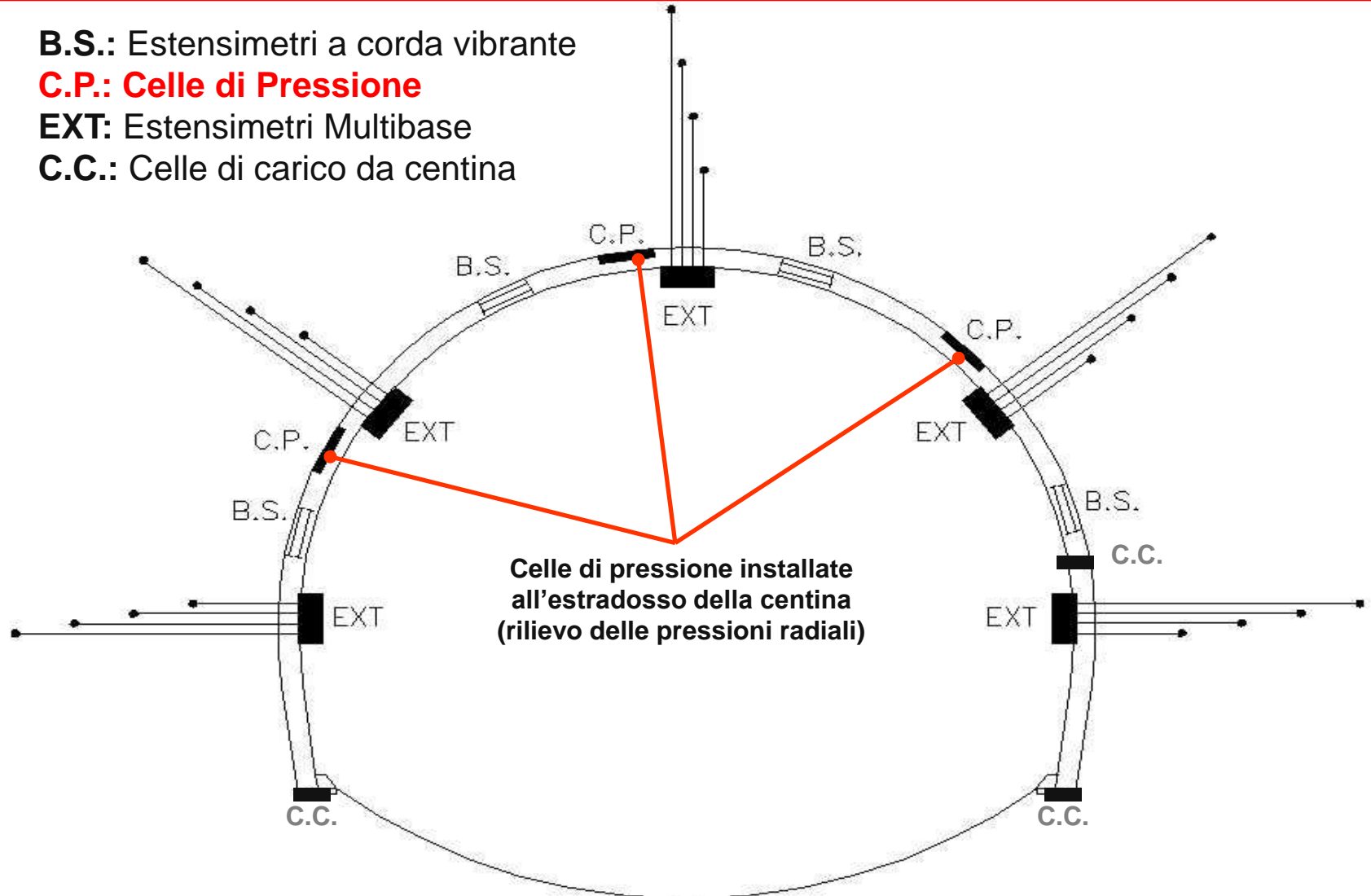


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Cella di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina





Cella di pressione per pressioni radiali

Sezione tipologica di Prima Fase

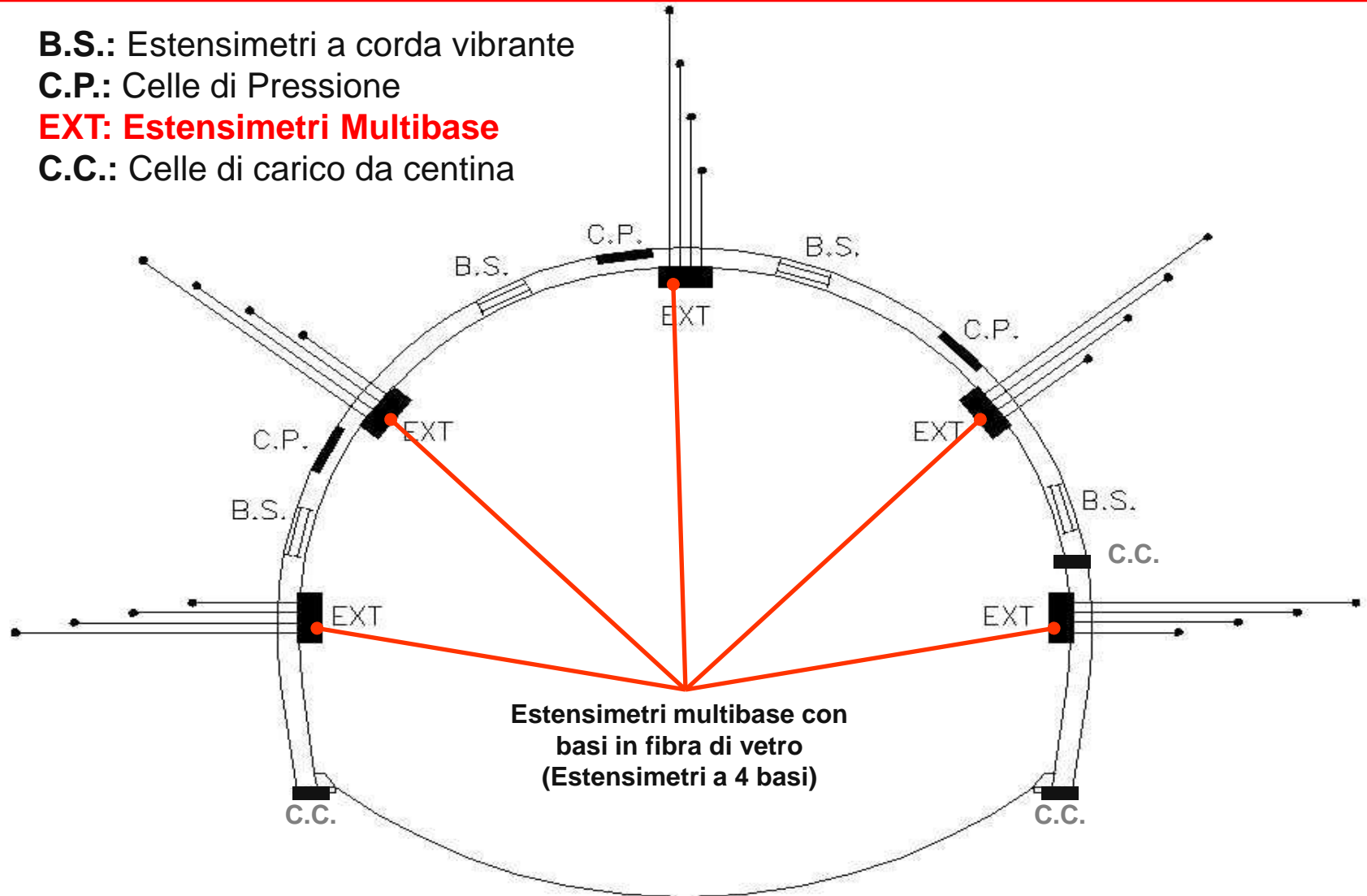


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina



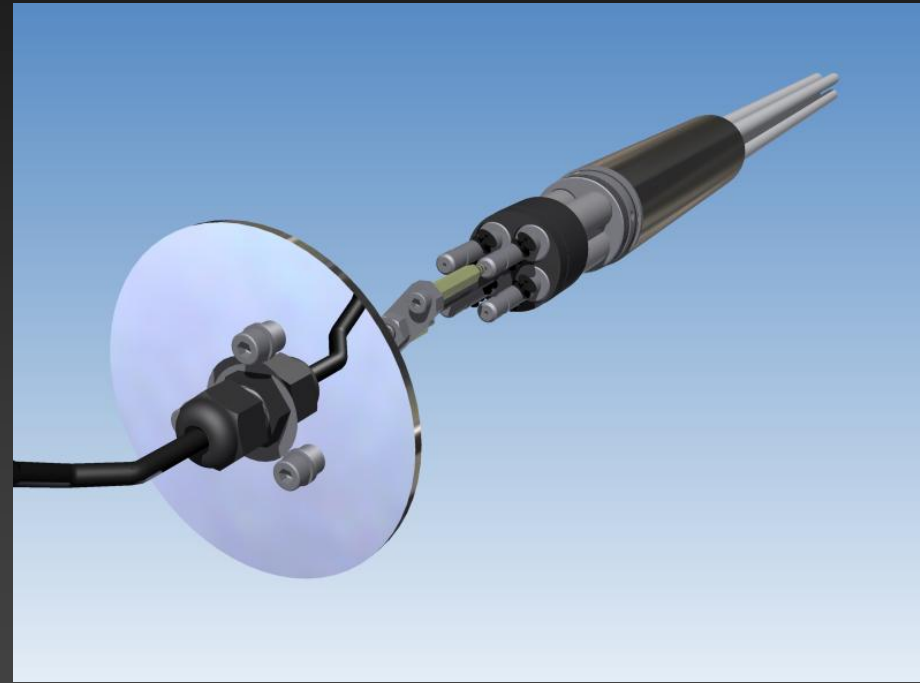
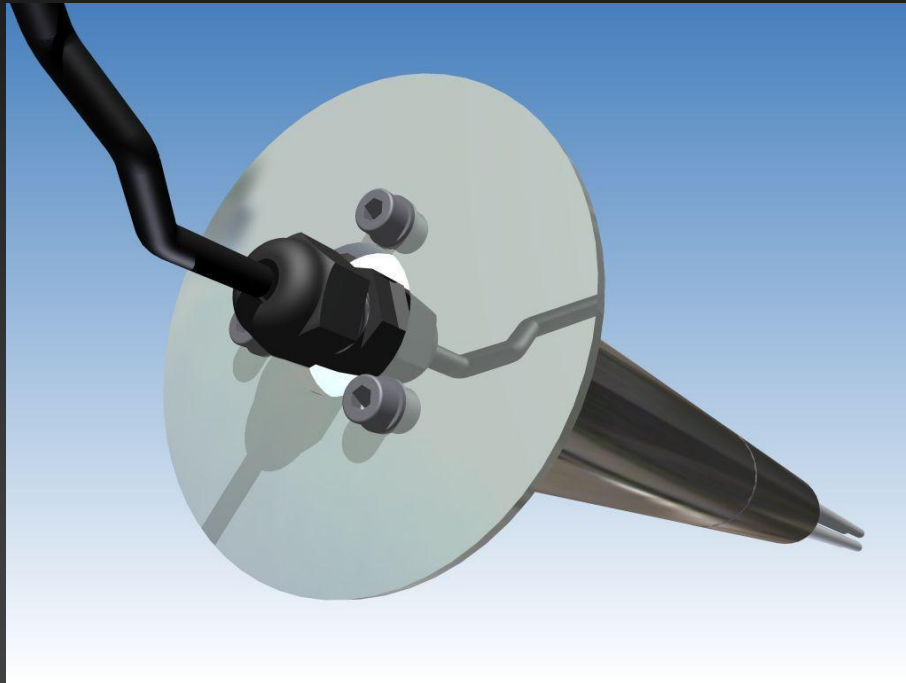


Testa di misura di estensimetro da foro appena dopo l'installazione



**Testa di misura di estensimetro da foro
con trasduttori di spostamento**

Estensimetro Multibase miniaturizzato MEXID



Completamente pre-assemblato,
comprese basi di misura e trasduttori elettrici



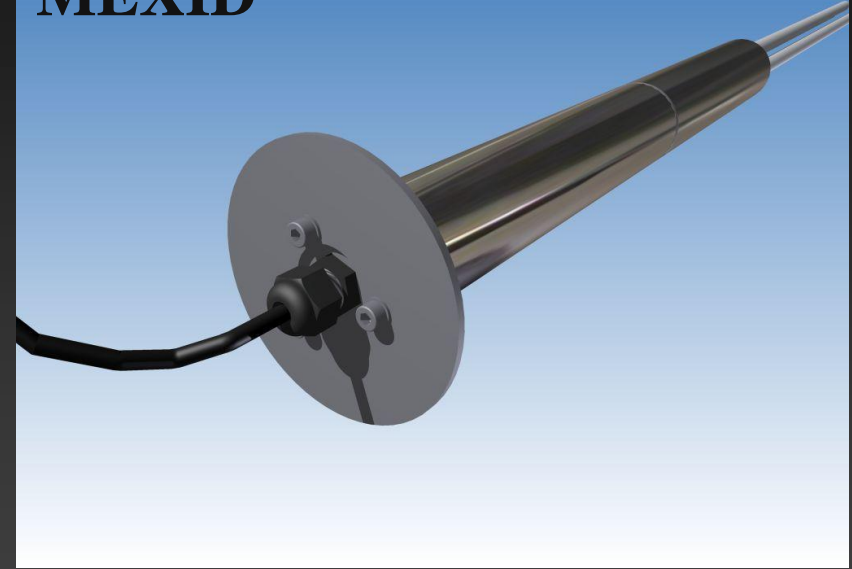
Confronto Estensimetro Multibase Vs. MEXID

Multibase



- **Diametro perforazione:**
101 mm (127 mm testa)
- **Ingombro fuori-foro:**
altezza 370mm (DTE 100mm e
150mm) diametro 160mm

MEXID



- **Diametro utile perforazione:**
75mm con tubi di iniezione
(diam Mexid: 50mm)
- **Ingombro fuori-foro:**
solo pressacavo (circa 20mm)

Sezione tipologica di Prima Fase

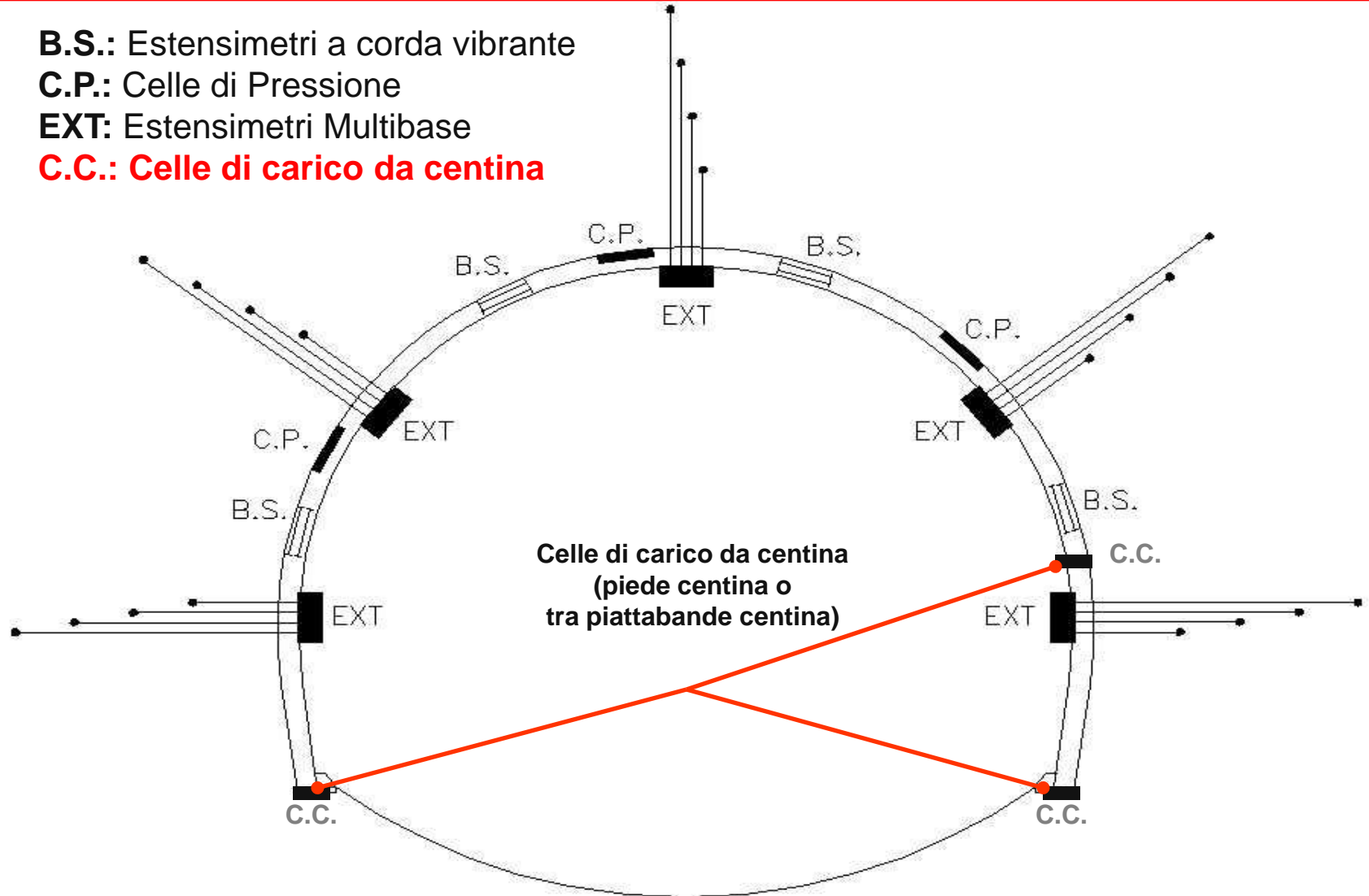


B.S.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

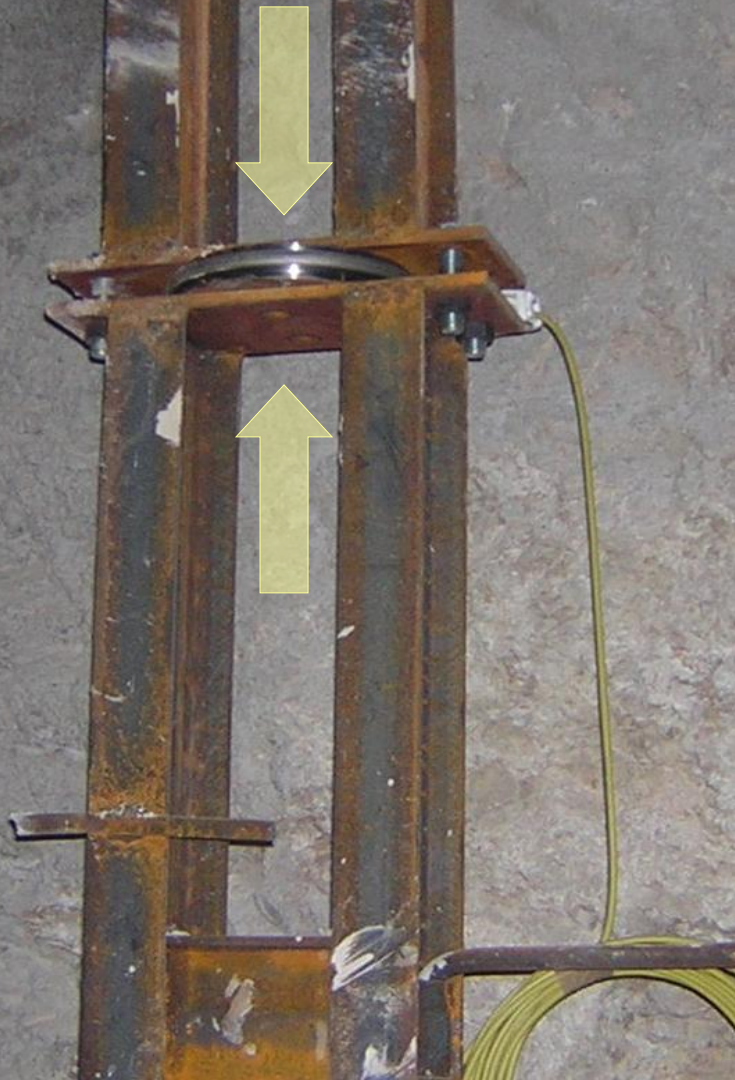
EXT: Estensimetri Multibase

C.C.: Celle di carico da centina





**Cella di carico
tra piattabande della centina**



Monitoraggio carico sulle centine



**Cella di carico
al piede della centina**

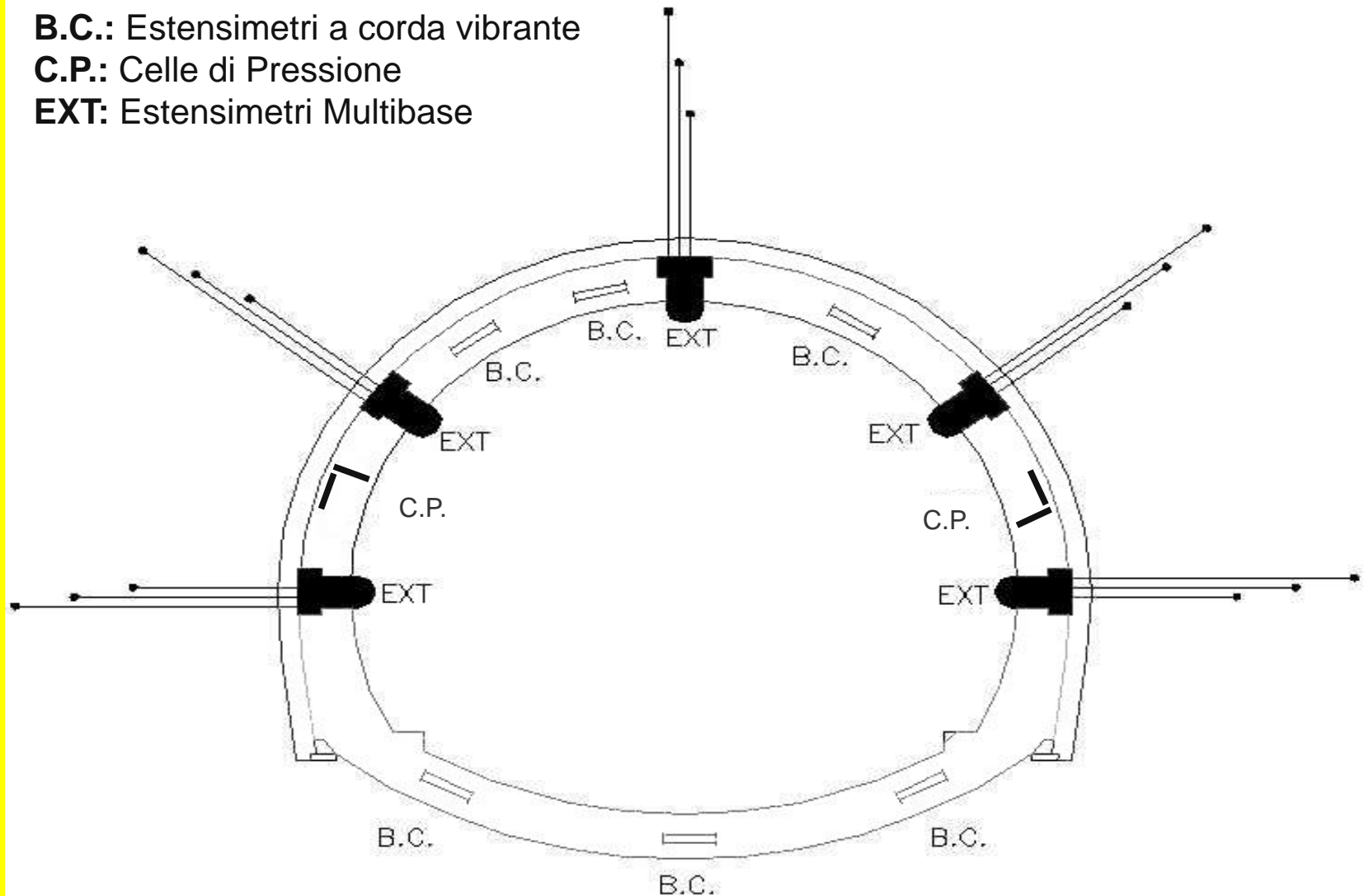
Sezione tipologica di Seconda Fase



B.C.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase



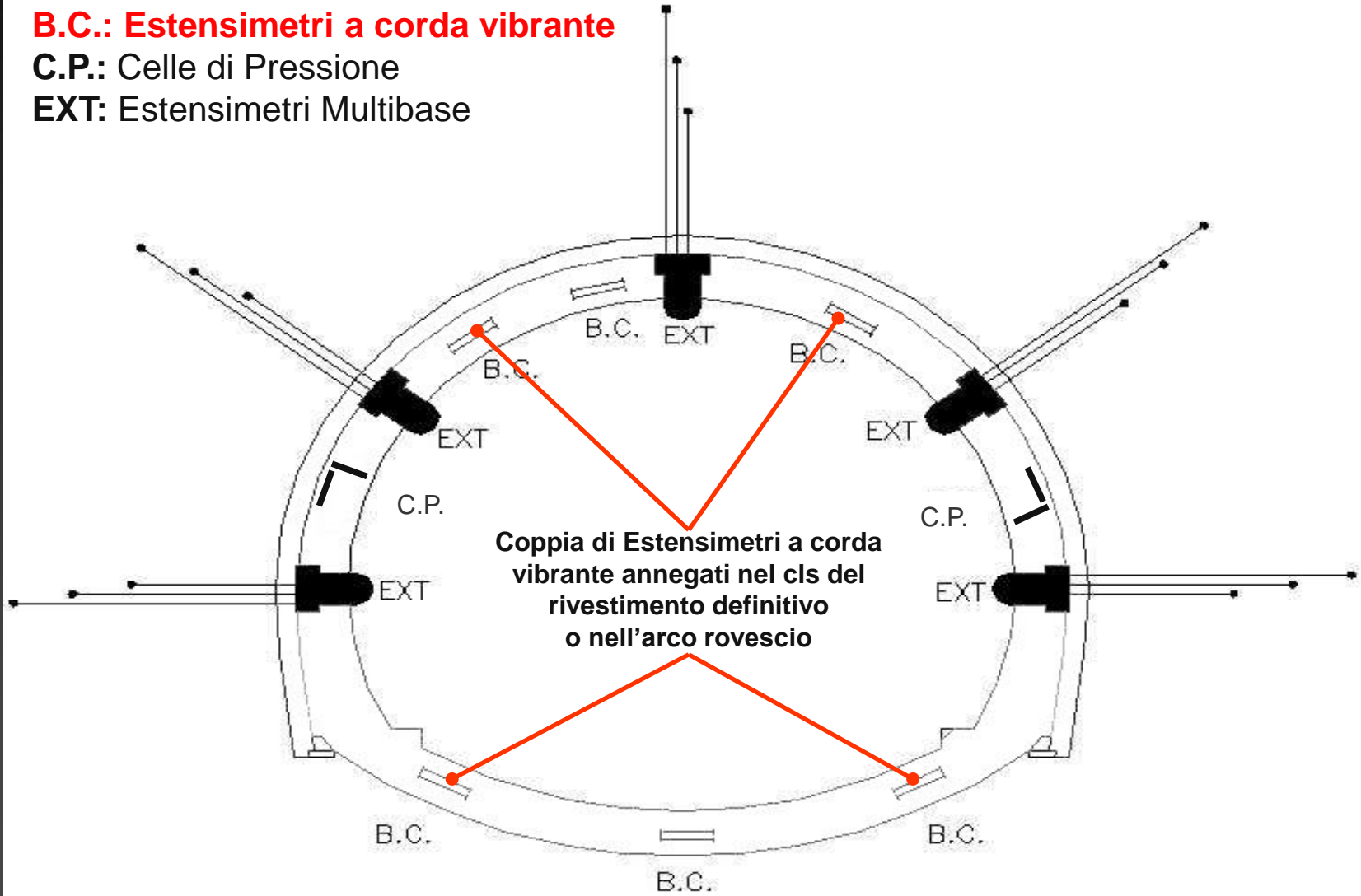


Sezione tipologica di Seconda Fase

B.C.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase



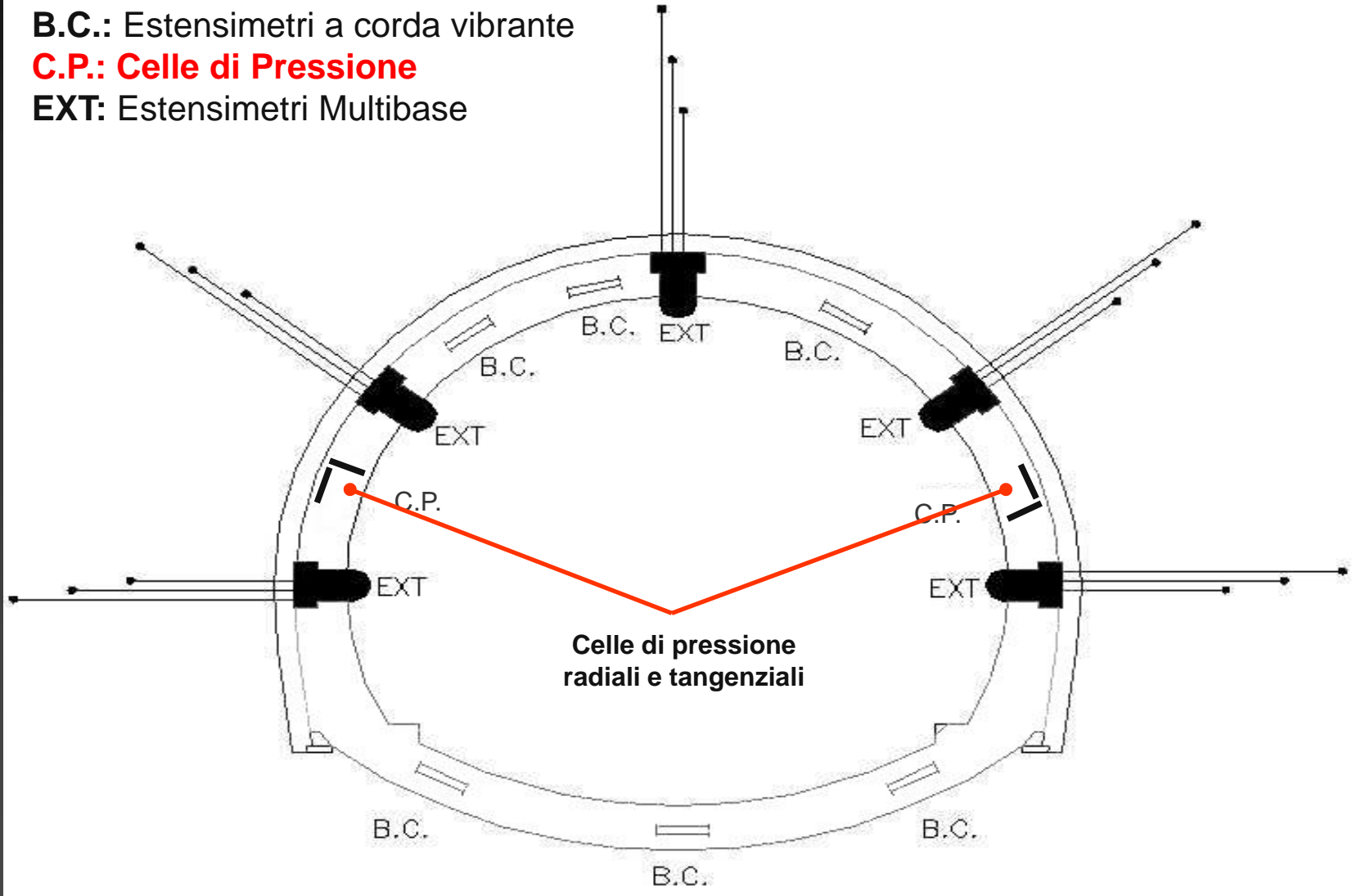


Estensimetri a corda vibrante pronti per essere annegati nel rivestimento definitivo



Sezione tipologica di Seconda Fase

B.C.: Estensimetri a corda vibrante
C.P.: Celle di Pressione
EXT: Estensimetri Multibase





Radiale

Tangenziale

Celle di pressione radiale e tangenziale pronte per essere annegate nel rivestimento definitivo

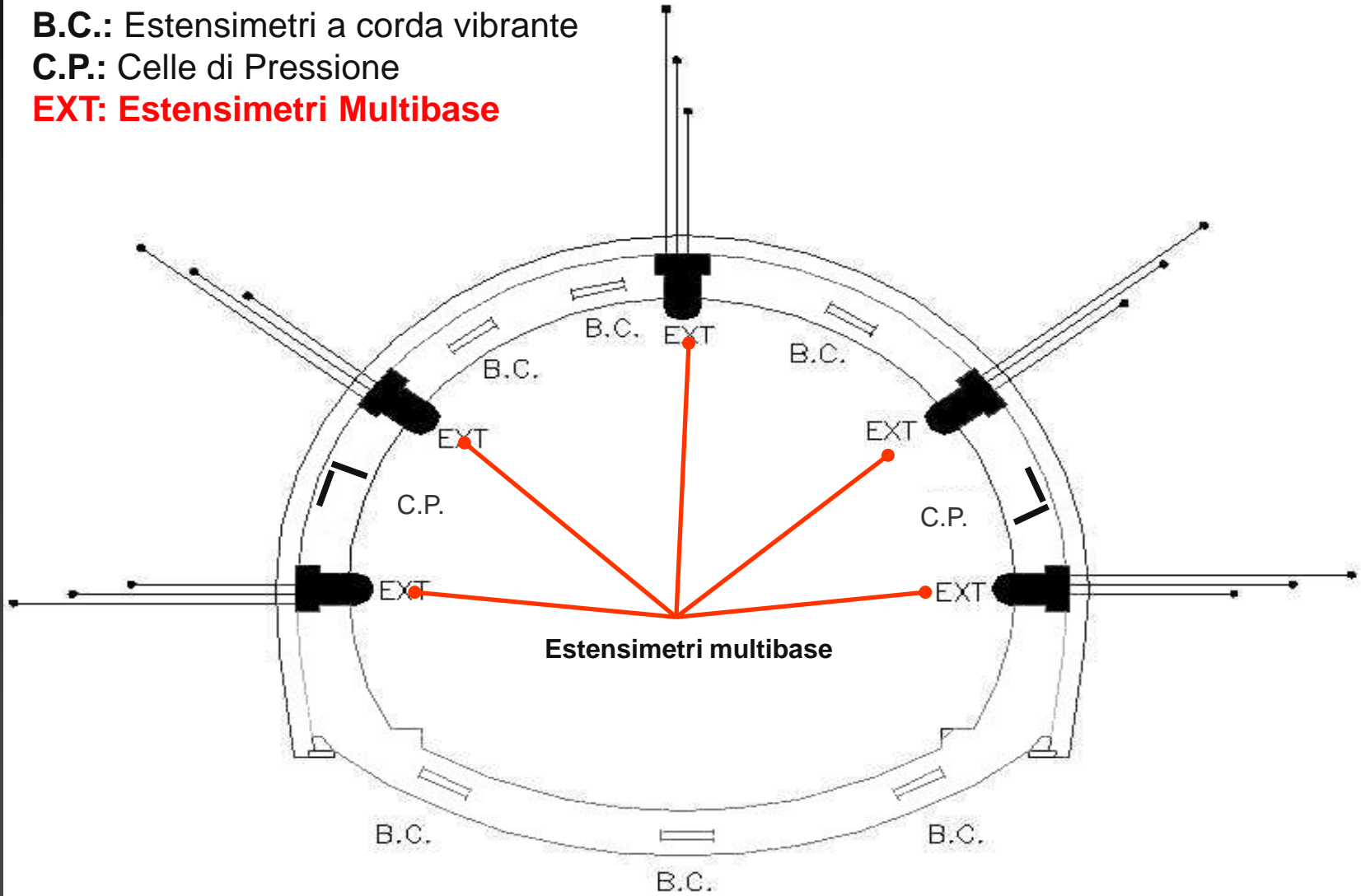


Sezione tipologica di Seconda Fase

B.C.: Estensimetri a corda vibrante

C.P.: Celle di Pressione

EXT: Estensimetri Multibase



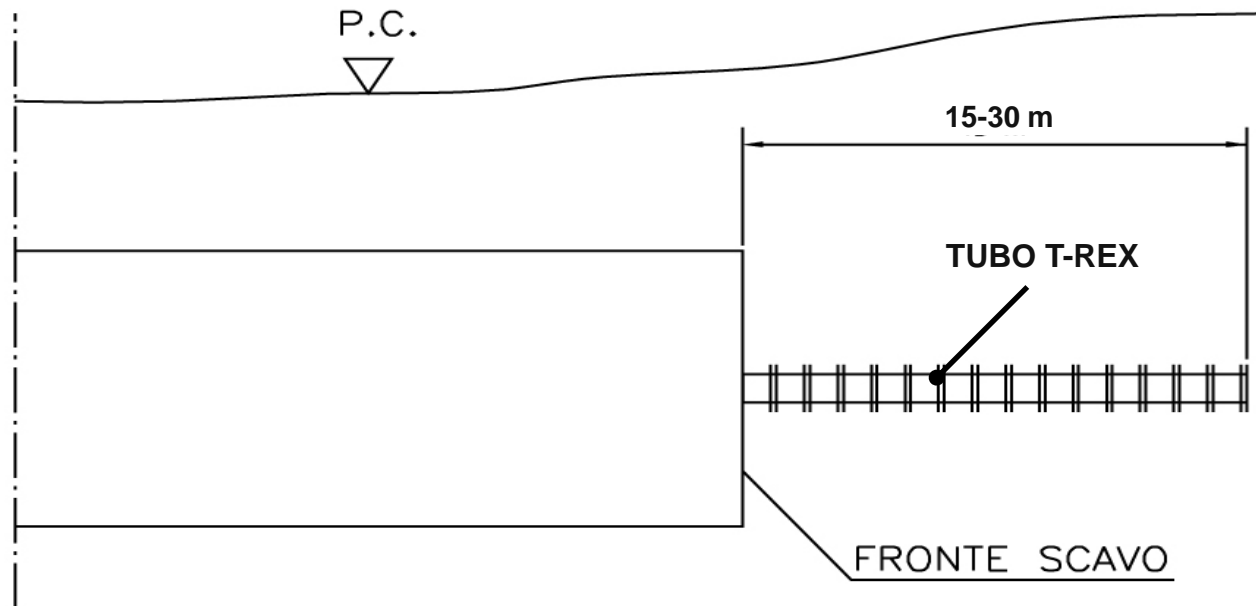


**Testa di estensimetro multibase con tappo
protettivo, pronta per essere annegata nel cls**

Monitoraggio Fronte Scavo



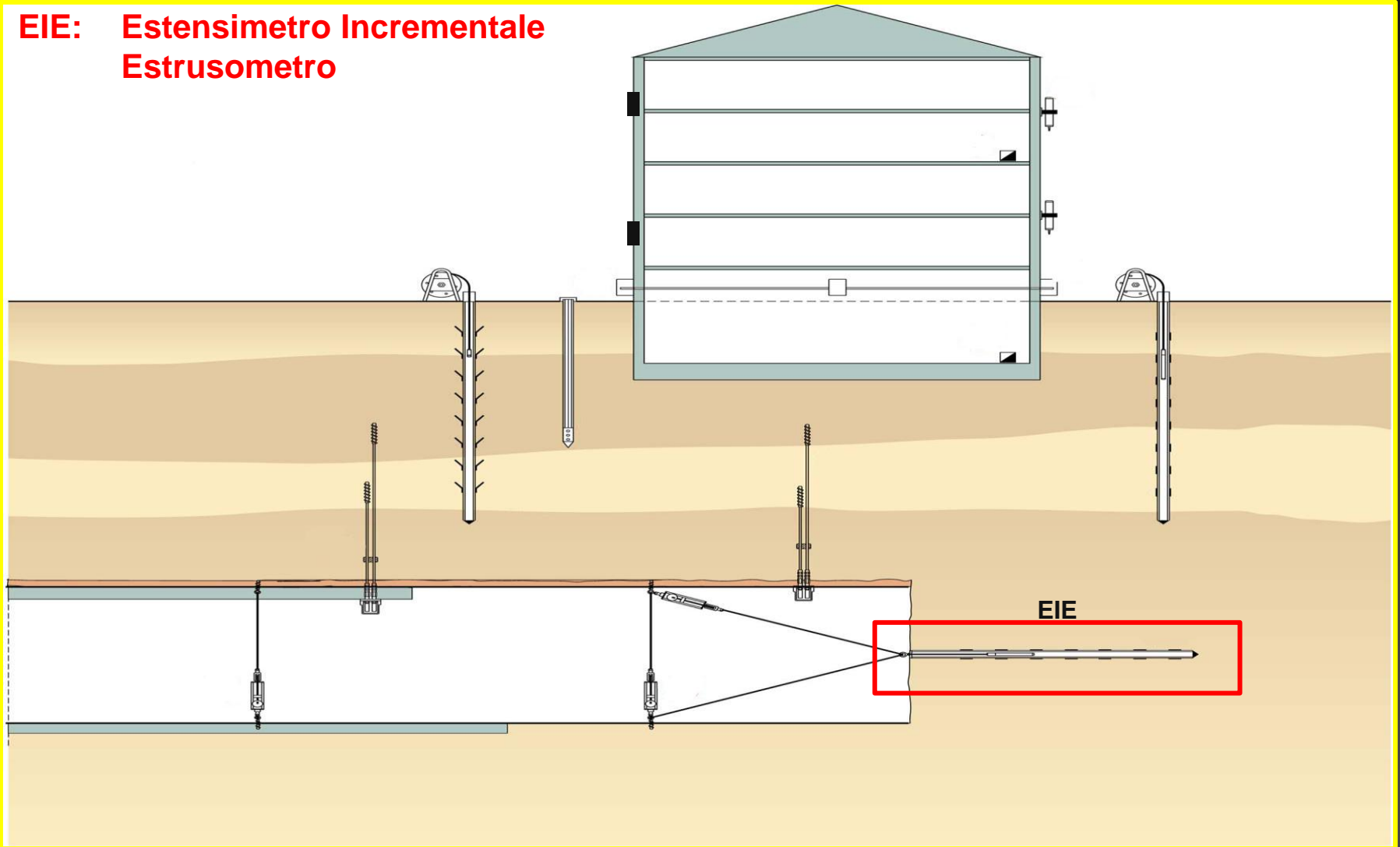
Detensionamento del Fronte scavo:
ESTRUSOMETRO
(Estensimetro Incrementale Orizzontale T-REX)



Monitoraggio Fronte Scavo



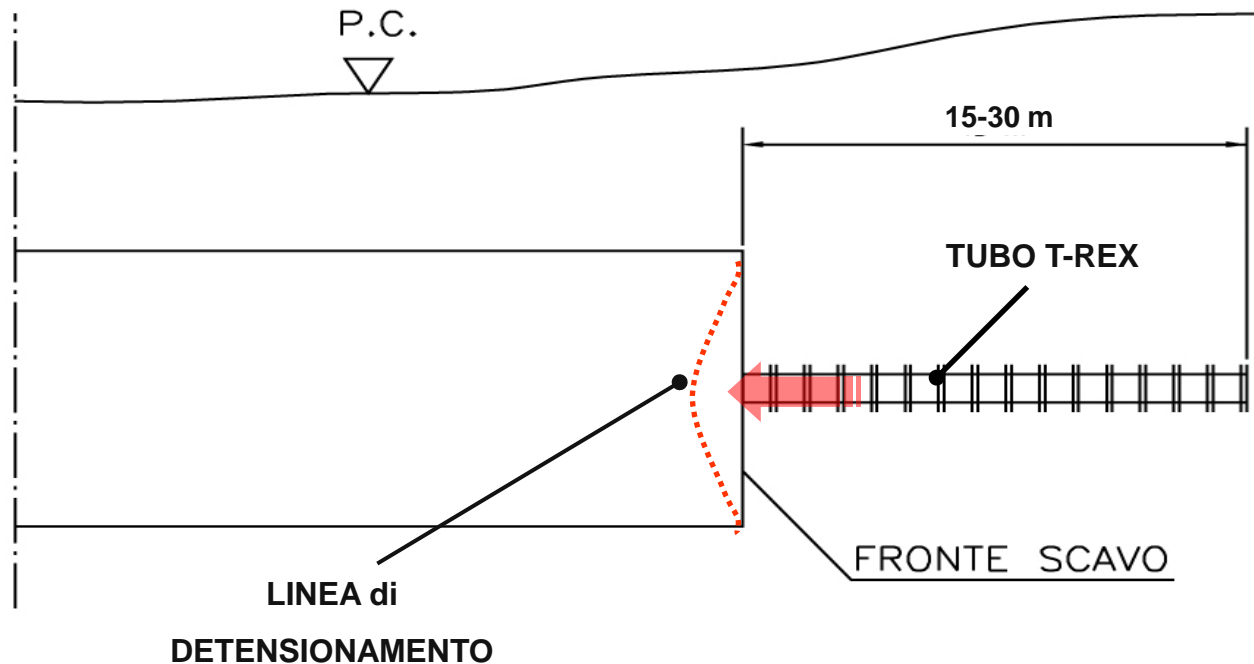
EIE: Estensimetro Incrementale Estrusometro



Monitoraggio Fronte Scavo



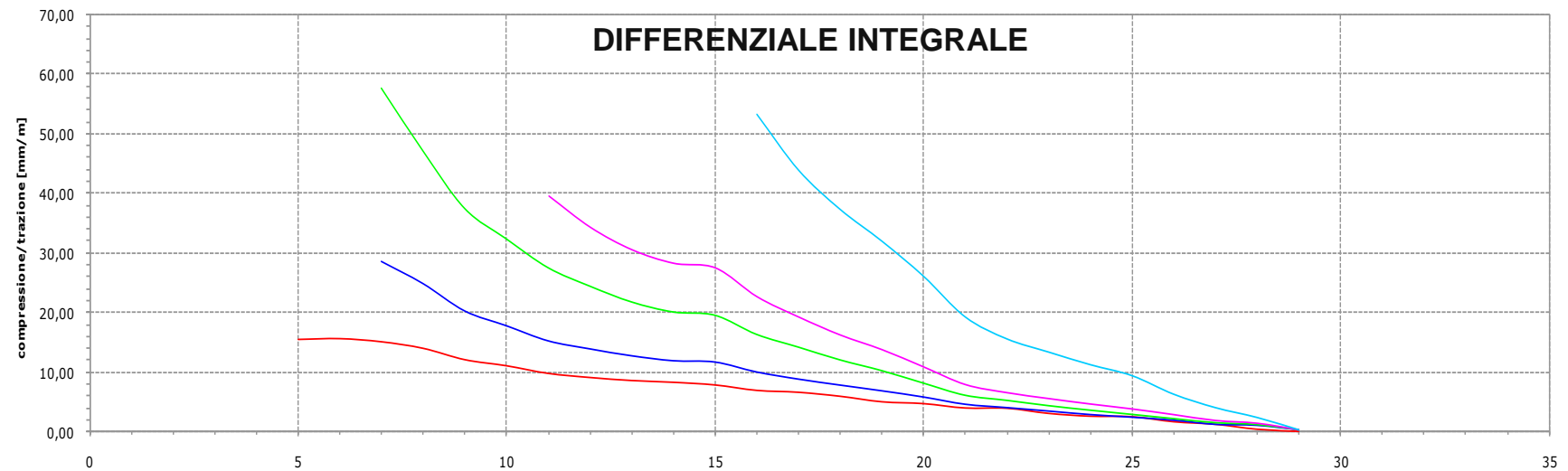
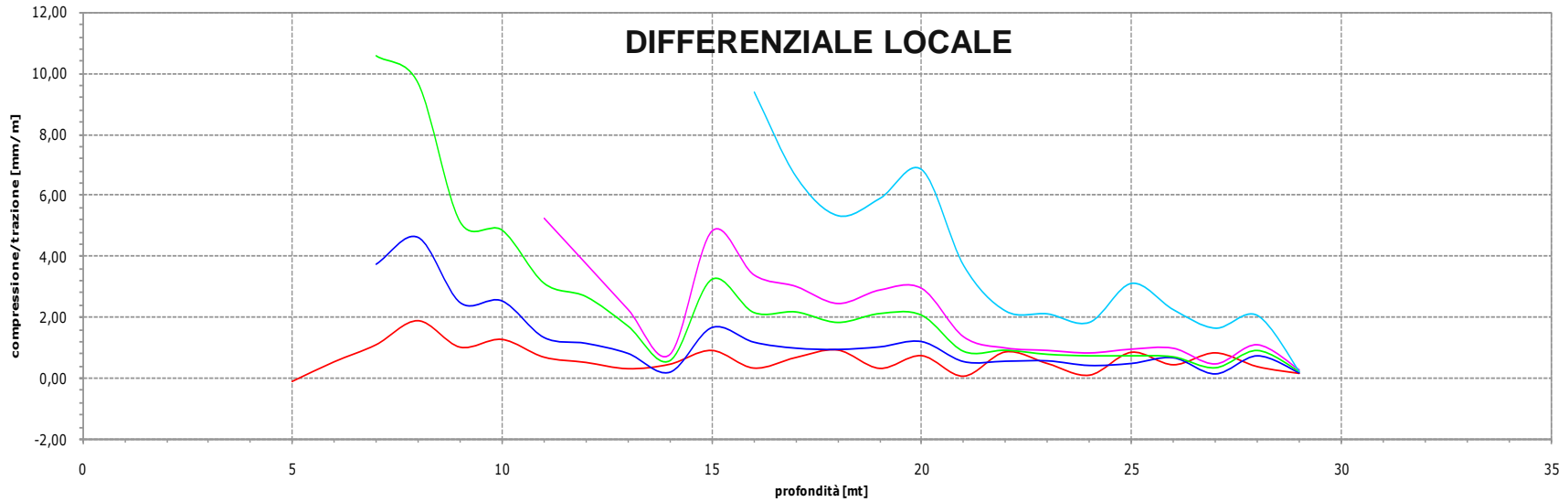
Detensionamento del Fronte scavo: ESTRUSOMETRO (Estensimetro Incrementale Orizzontale T-REX)





**Installazione tubazione estensimetrica
incrementale su fronte scavo**

Esempio dati: estrusione al fronte



Courtesy of BTP SpA
Galleria Pozzolatico



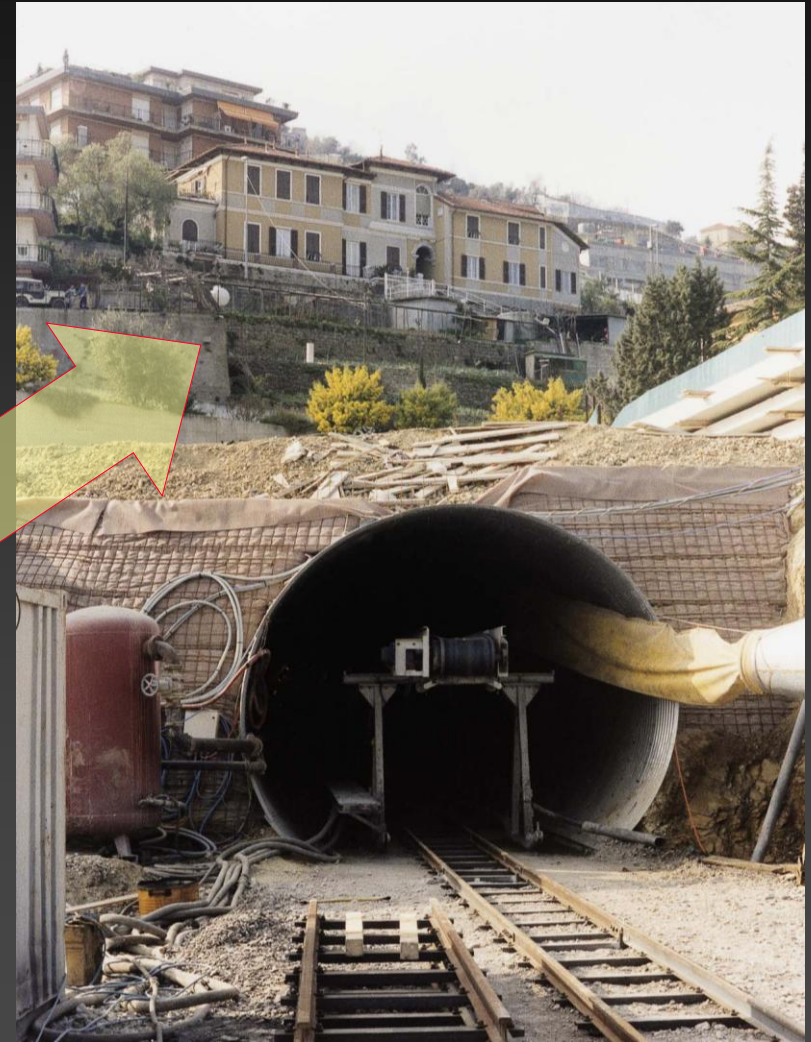
Monitoraggio in superficie

Monitoraggio in superficie



La costruzione di una galleria potrebbe compromettere la sicurezza di edifici e strutture sovrastanti

La strumentazione permette di mantenere sotto controllo le strutture ed evitare inconvenienti e/o incidenti



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

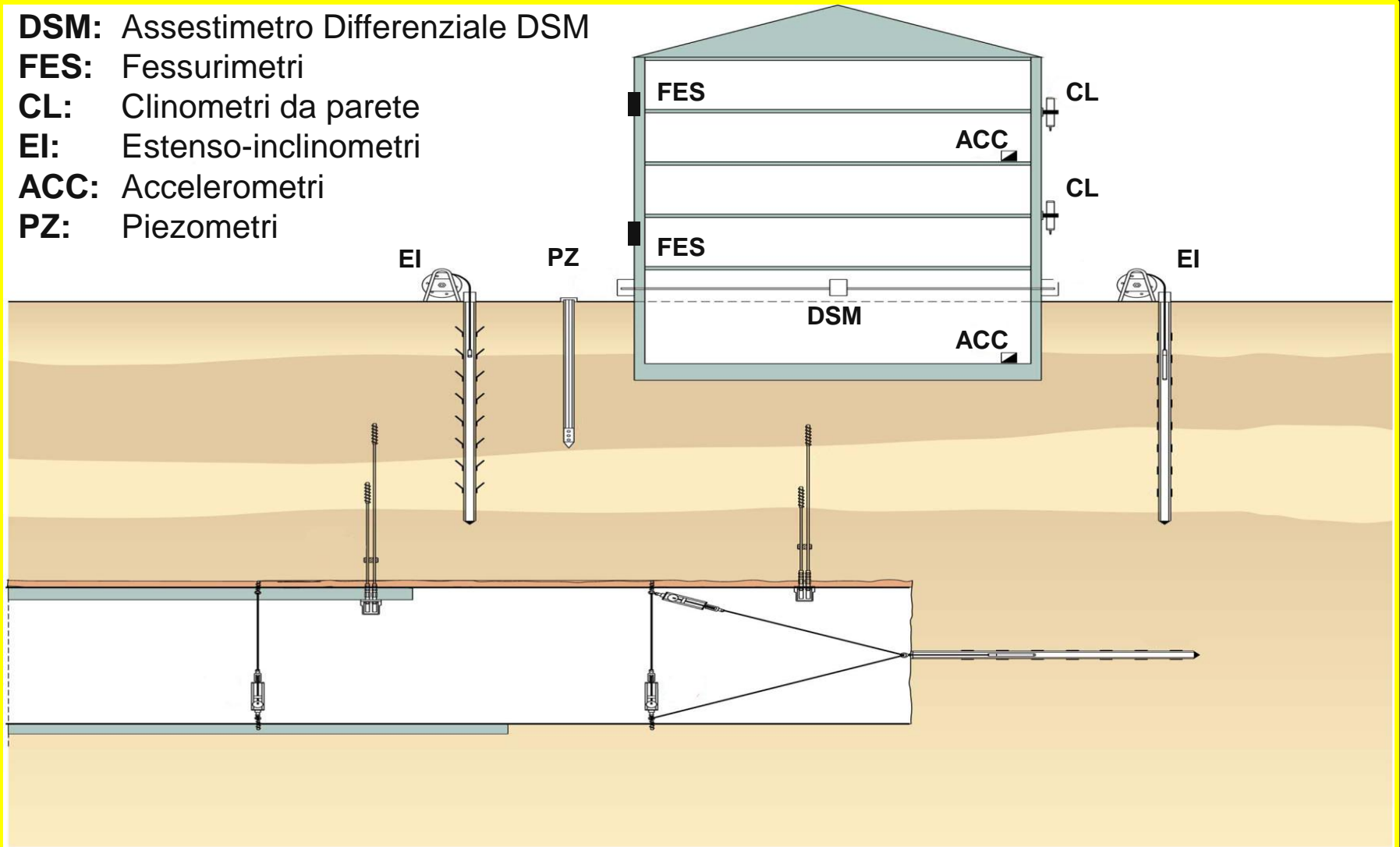
FES: Fessurimetri

CL: Clinometri da parete

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestimetro Differenziale DSM

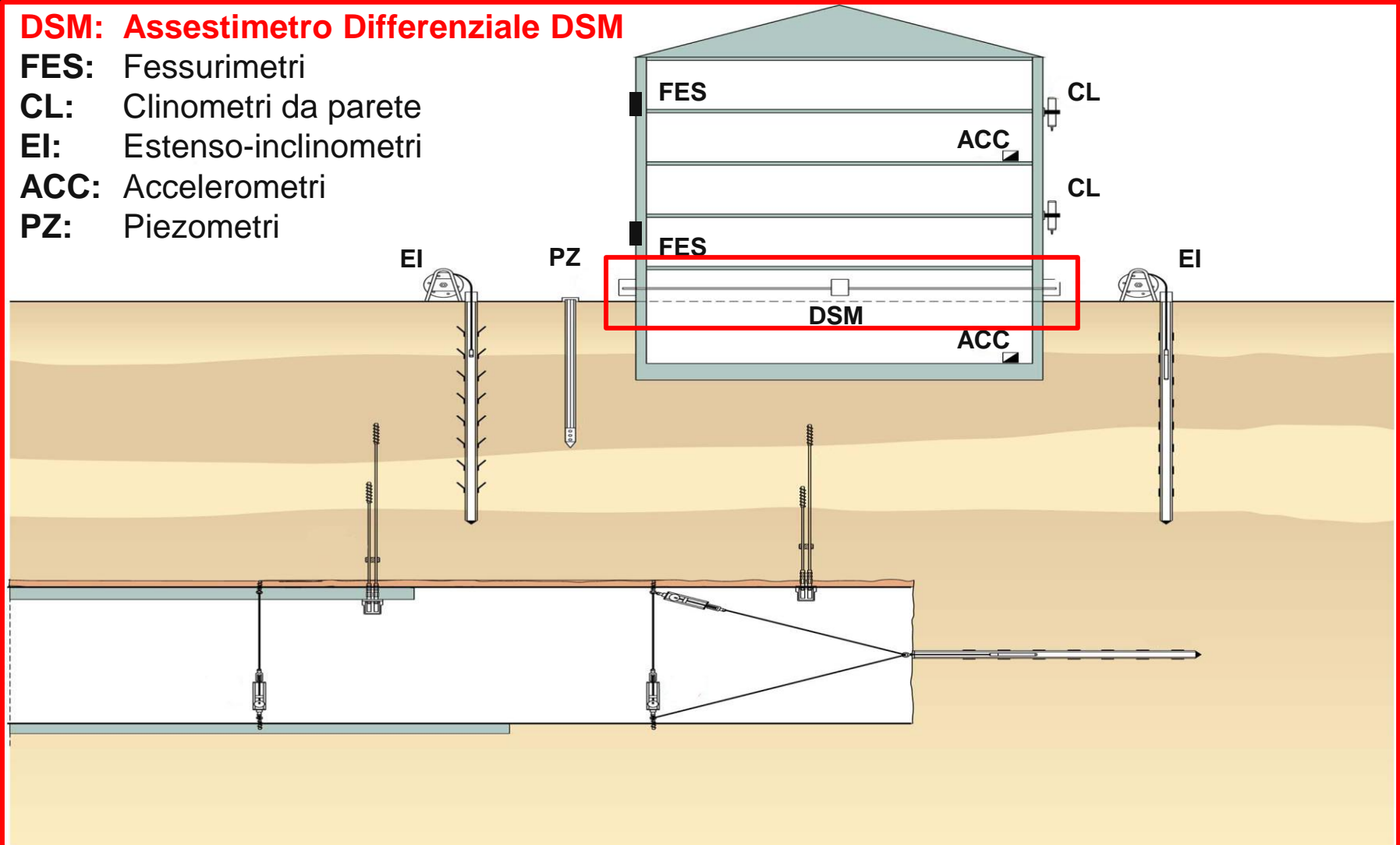
FES: Fessurimetri

CL: Clinometri da parete

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Sistema DSM

monitoraggio cedimenti differenziali



Monitoraggio Edificio
Durante
Scavo Galleria.
Principio di
funzionamento:
vasi comunicanti

Sistema DSM
installato a Madrid
(Puerta del Sol)



Tazza
Livellometrica
DSM



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

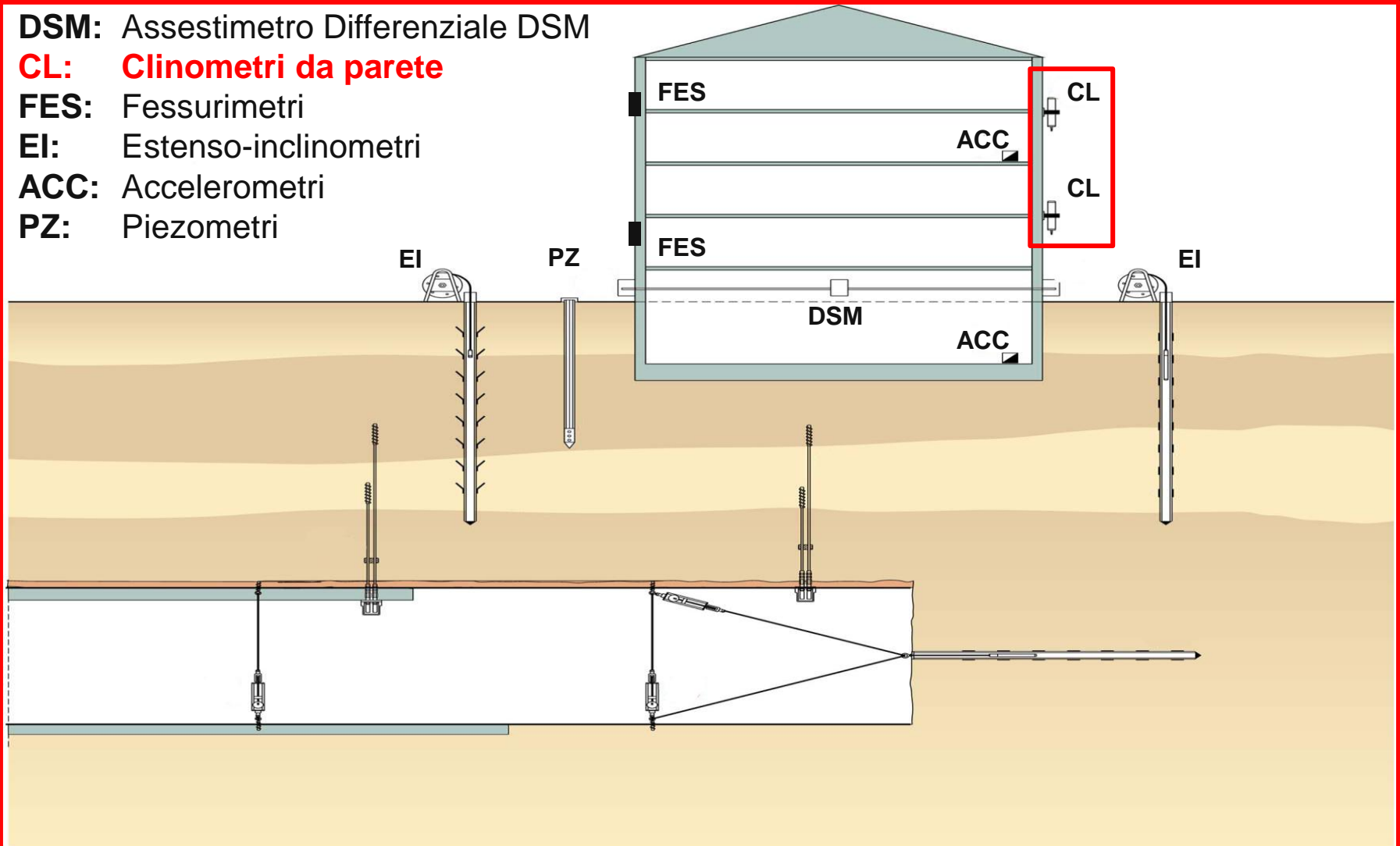
CL: **Clinometri da parete**

FES: Fessurimetri

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri





**Tazza Livellometrica DSM e Clinometro di Superficie
con Scatola di Protezione contro Sovratensioni**

Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

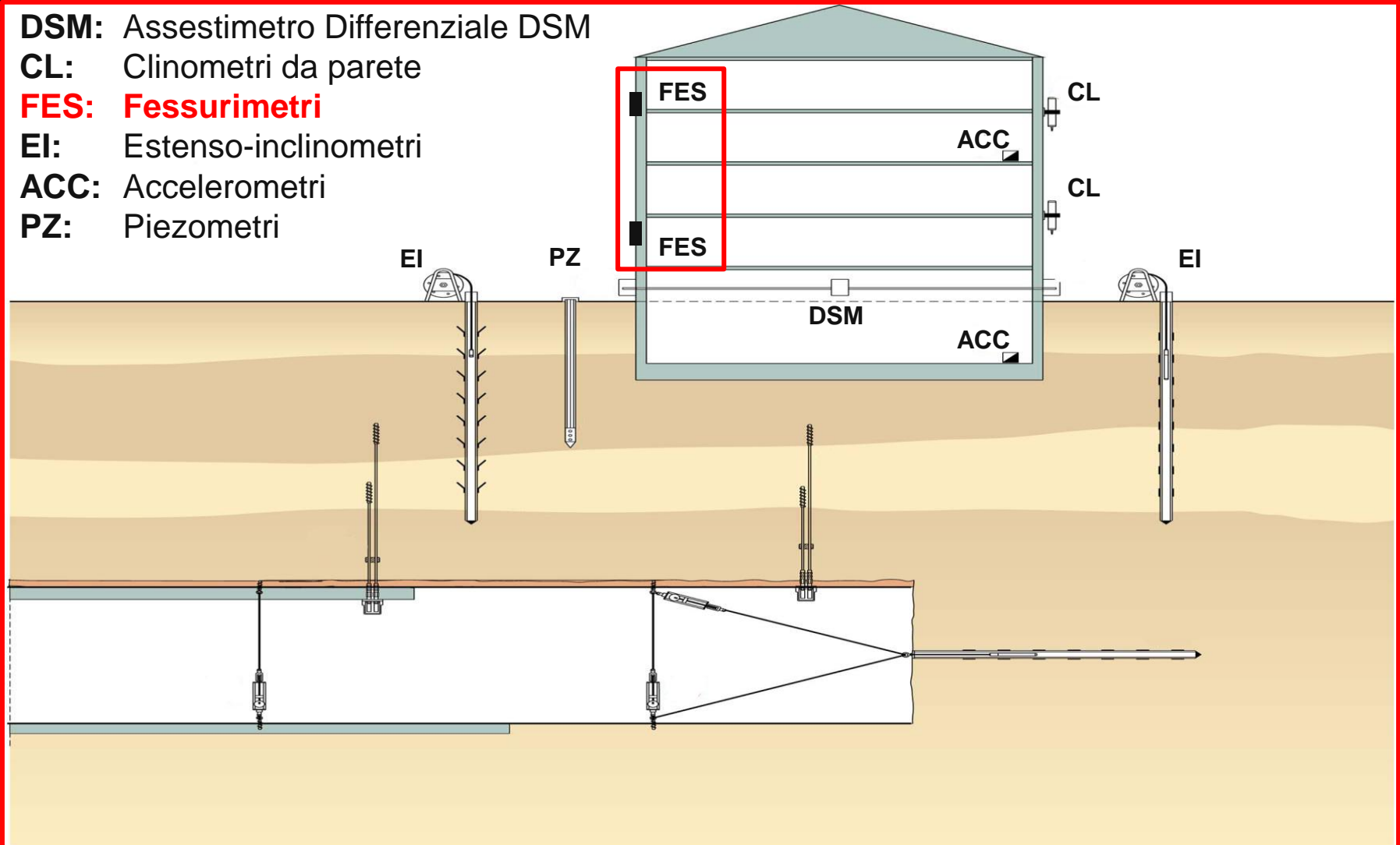
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Fessurazione di edifici



Fessurimetro elettrico 2D

Monitoraggio fessure
esistenti e/o createsi
con lo scavo



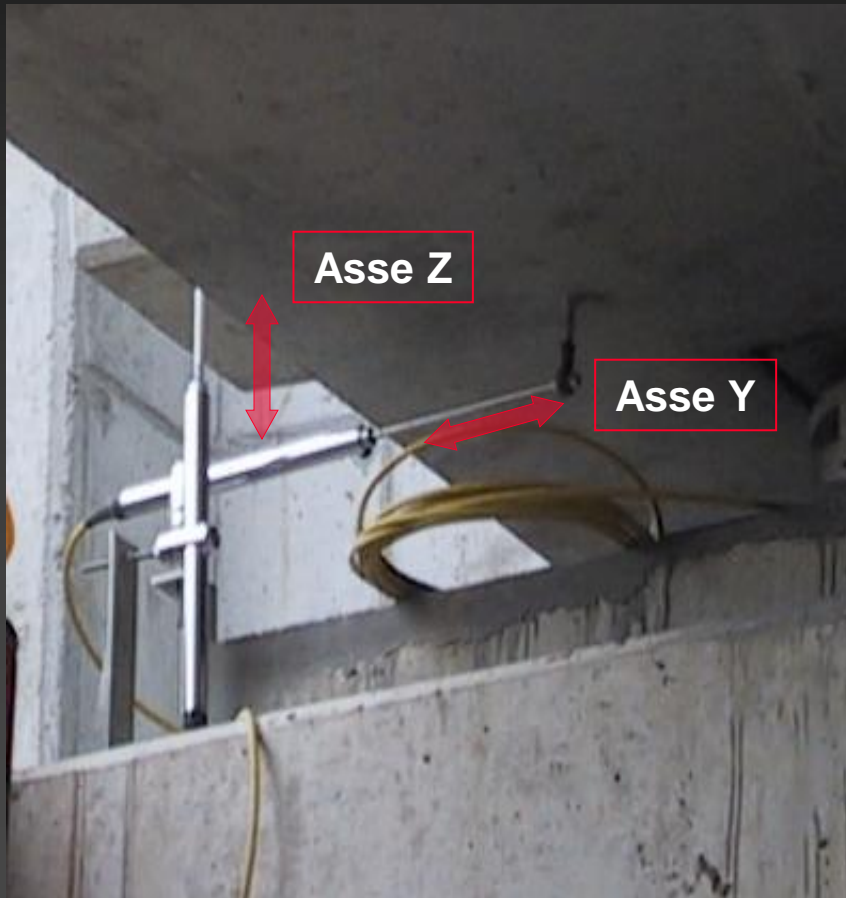
Fessurimetro Tell-Tale
“Vetrino”

Fessurazione di edifici

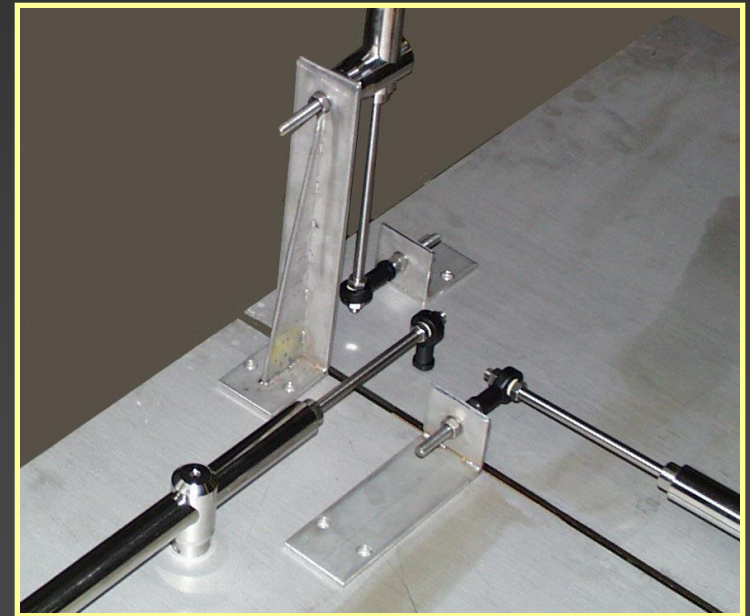




Sistema di misura giunti 2-D e 3-D



Stazione Automatica di
Monitoraggio 3D equipaggiata
con 3 Fessurimetri Elettrici



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

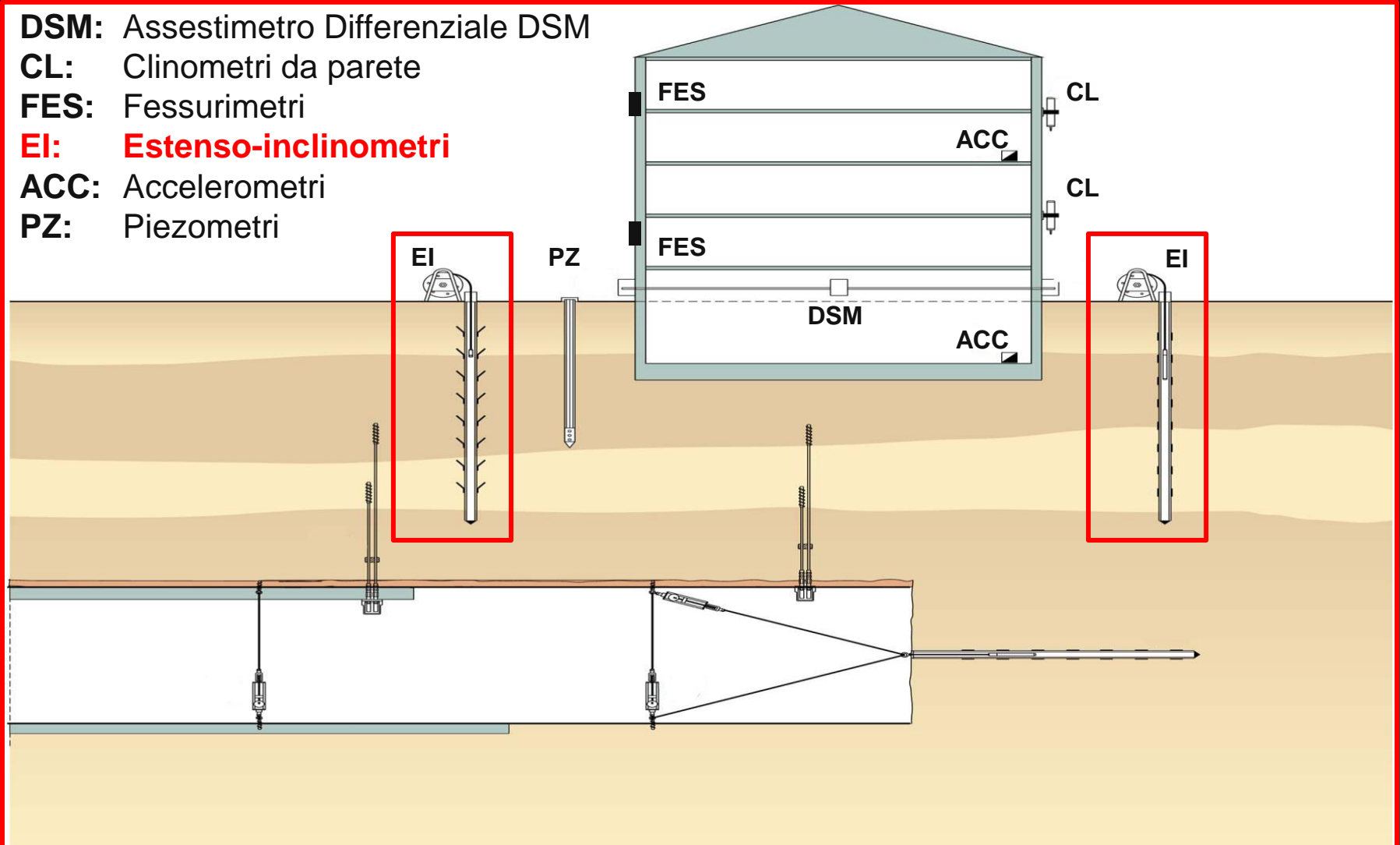
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

EI: **Estenso-inclinometri**

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Movimenti orizzontali (inclinometro) e verticali (estensimetro) della copertura



Sistema Inclinometrico



**Estensimetro Incrementale
Removibile T-REX**



Monitoraggio automatizzato 3-D con sonde fisse da foro DEX-S



Componenti sistema DEX-S

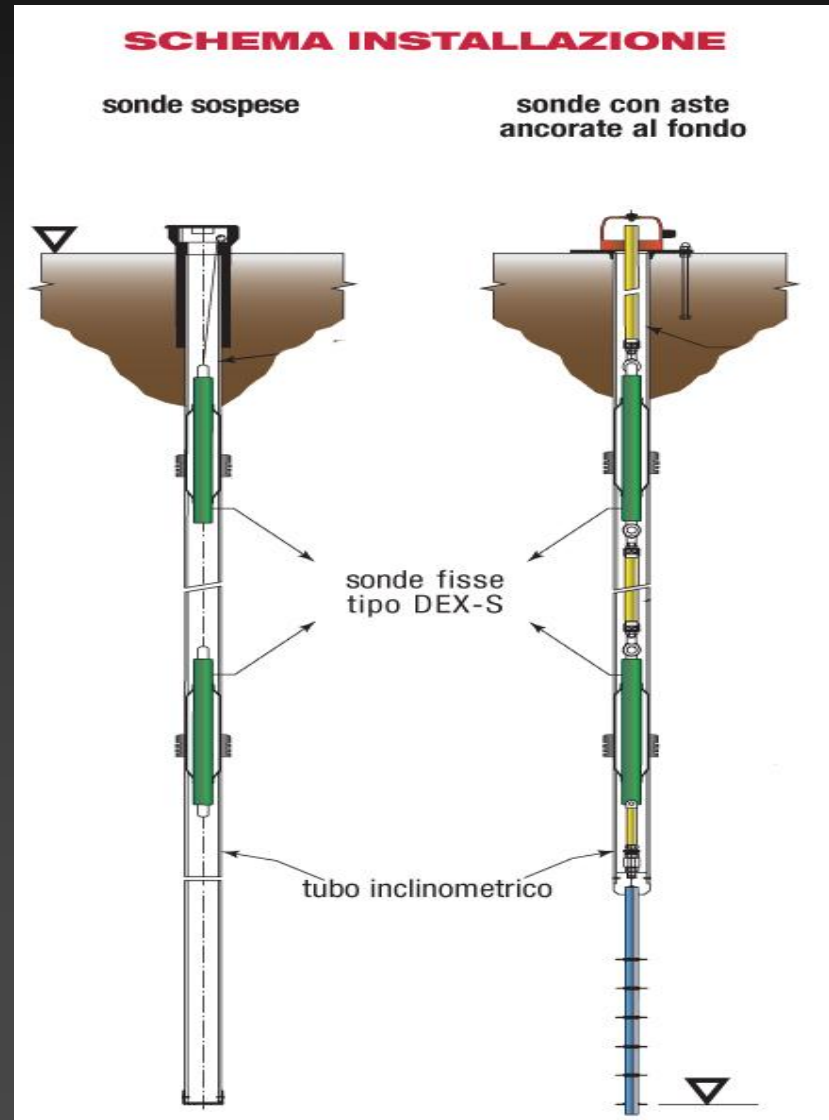


Foto installazione DEX-S

Monitoraggio in superficie



DSM: Assestimetro Differenziale DSM

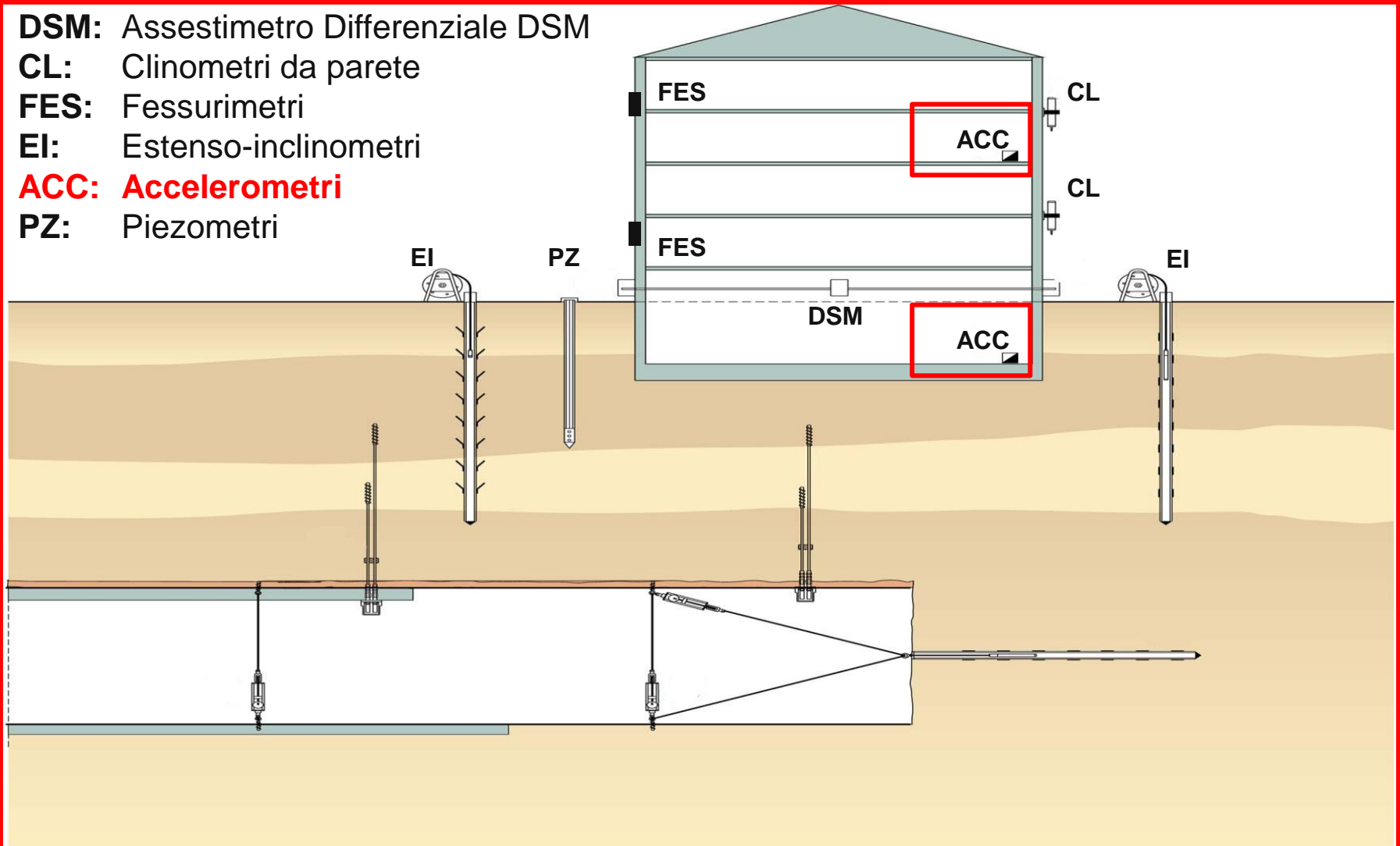
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

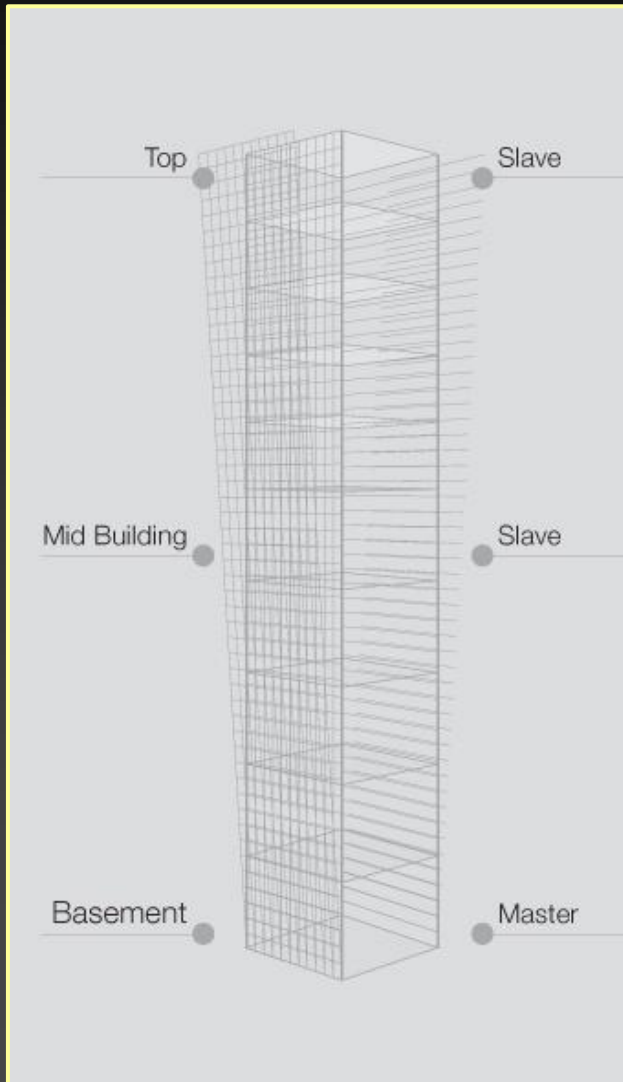
EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: Piezometri



Accelerometri Triassiali



Gli accelerometri triassiali, equipaggiati con registratore dinamico, vengono posizionati in punti strategici e collegati in networking.

Può anche essere utilizzato un modulo GPS per la sincronizzazione temporale e un modem GPRS per la gestione dati sul web



Monitoraggio in superficie



DSM: Assestmetro Differenziale DSM

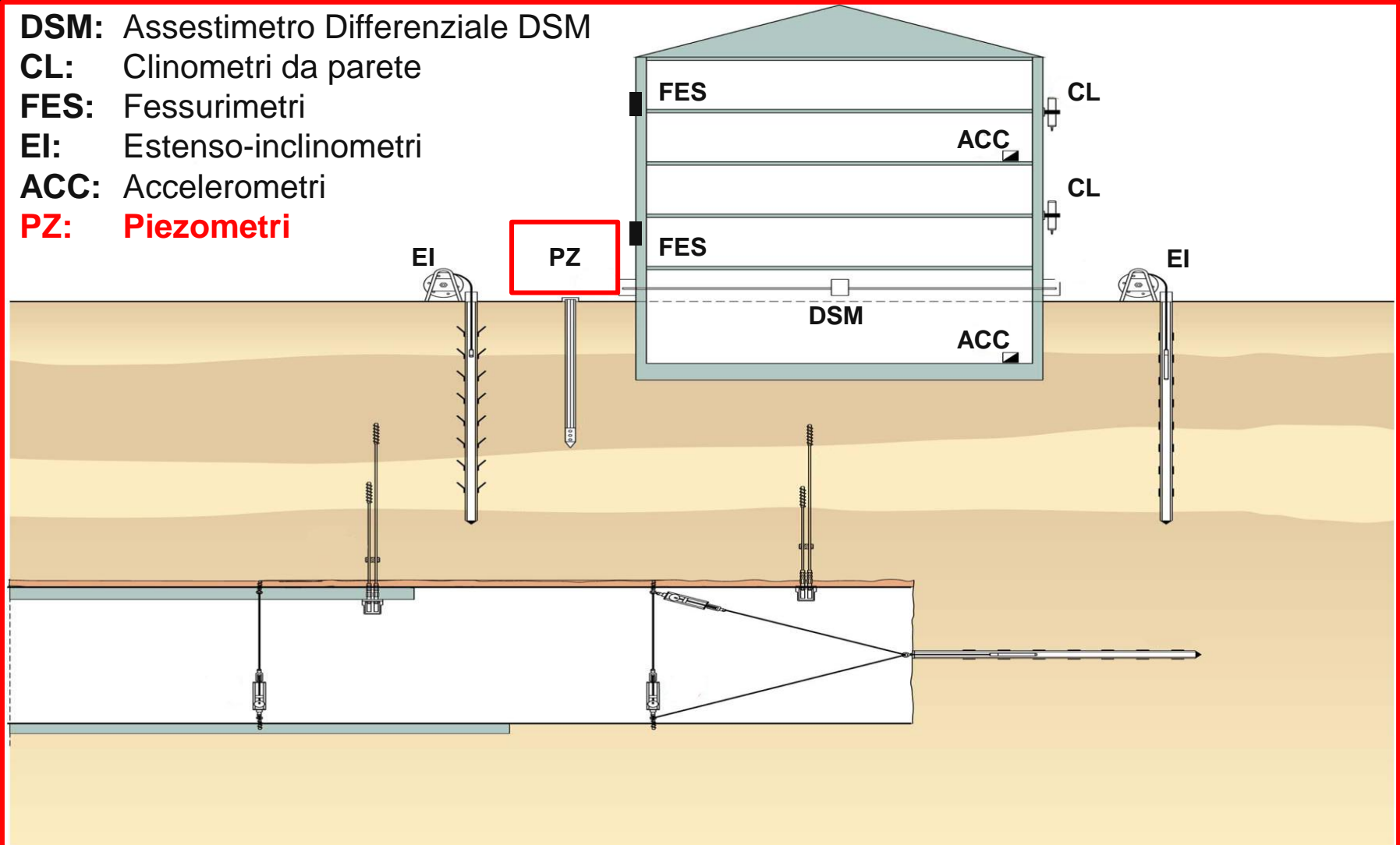
CL: Clinometri da parete

FES: Fessurimetri

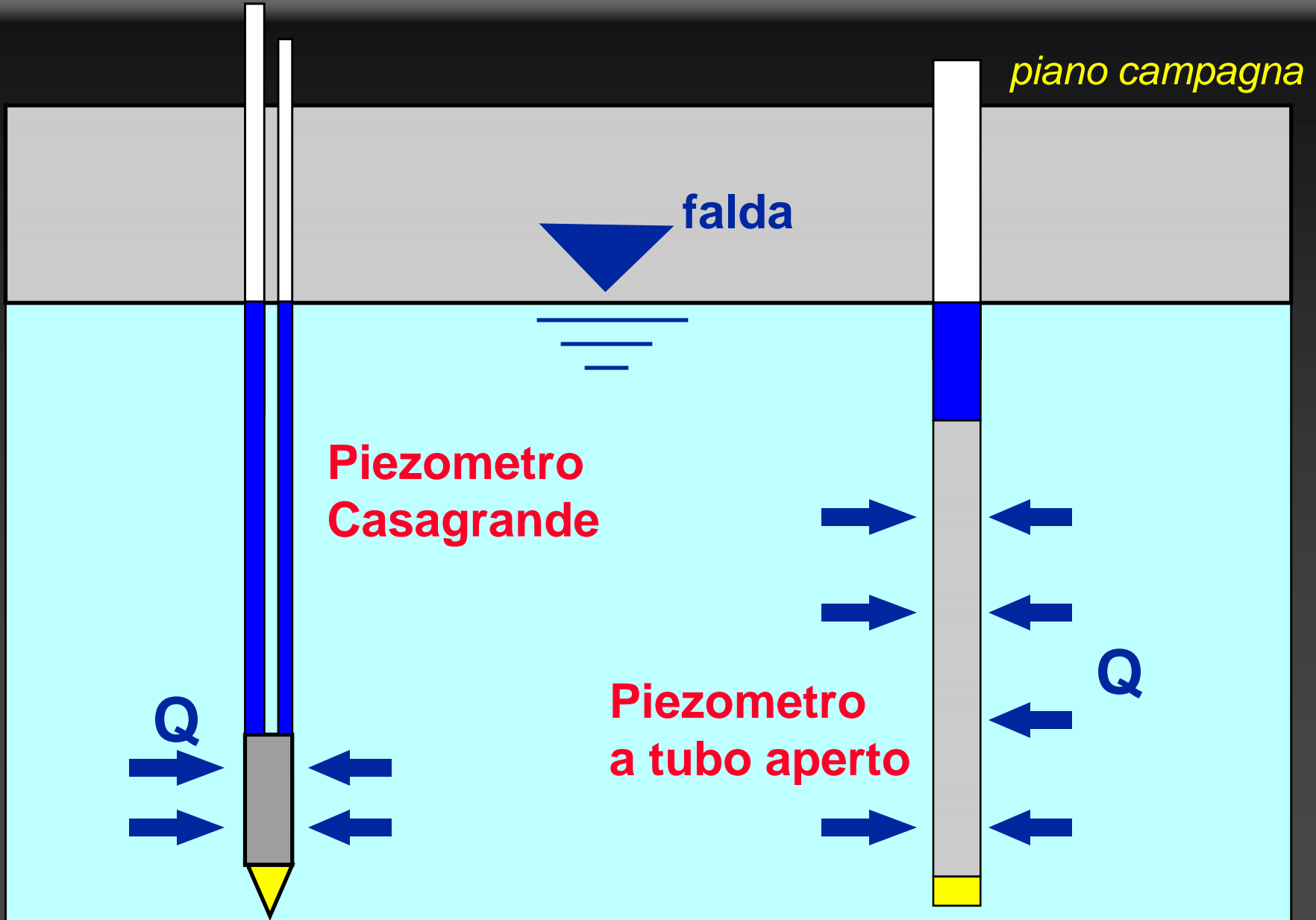
EI: Estenso-inclinometri

ACC: Accelerometri

PZ: **Piezometri**



Piezometri "aperti"



Piezometri “chiusi”



Piezometro a corda vibrante dopo l'installazione



Sistemi di Acquisizione e trasmissione dati



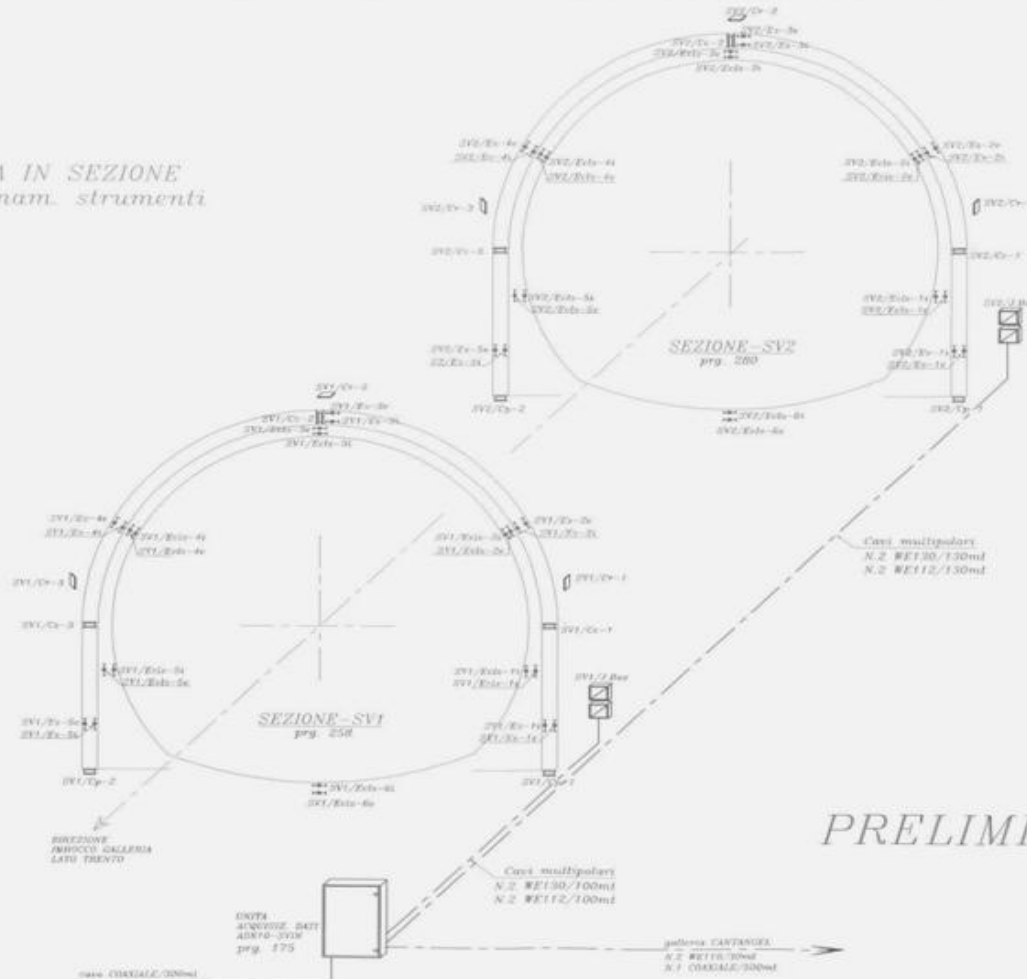
PERCHE' UTILIZZARE UN SISTEMA DI ACQUISIZIONE DATI AUTOMATICO?

- Letture in tempo reale
 - Soglie di allarme per ogni strumento
 - Gestione On-line di una rete composta da N-datalogger e centinaia / migliaia di strumenti
- Lettura e memorizzazione di grandi quantità di dati
 - Trasmissione dati ad un centro di controllo remoto/server e pubblicazione dati su web dedicato (WMS)

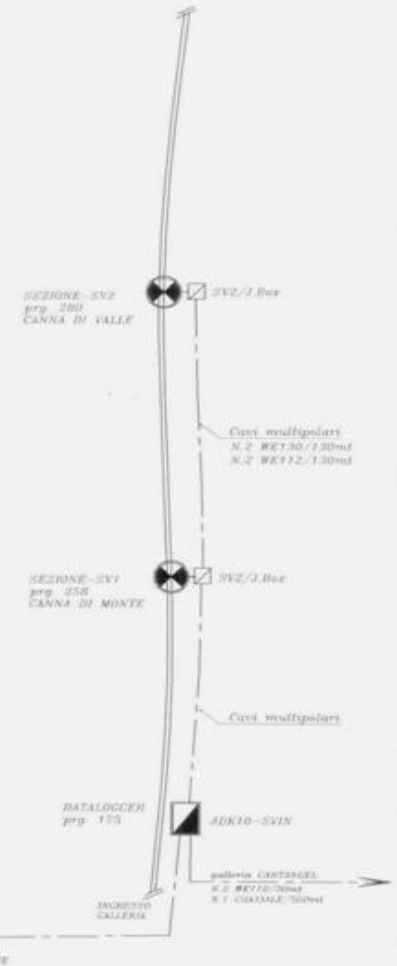
Acquisitori: Progettazione



SCHEMA IN SEZIONE
posizionam. strumenti



SCHEMA IN PIANTA



PRELIMINARE

Particolare installazione
BARRETTA ESTENSIMETRICA
a saldare e centina



LEGENDA STRUMENTI

- Es-1e Barretta estensim. a centina per. Estrazione
- Es-1s Barretta estensim. a centina per. Introduzione
- Es-1e Barretta est. a ultrasuoni per. Estrazione
- Es-1s Barretta est. a ultrasuoni per. Introduzione
- Cs-2 Cella di precisione da cordina
- Cs-1 Cella di misura grande cordina
- Cs-3 Cella di misura per cordina

DENOMINAZIONE **Galleria di svincolo MARTIGNANO / TRENTO**
Impianto di monitoraggio

DATA 4/11/04

SCHEMA PLANIMETRIA

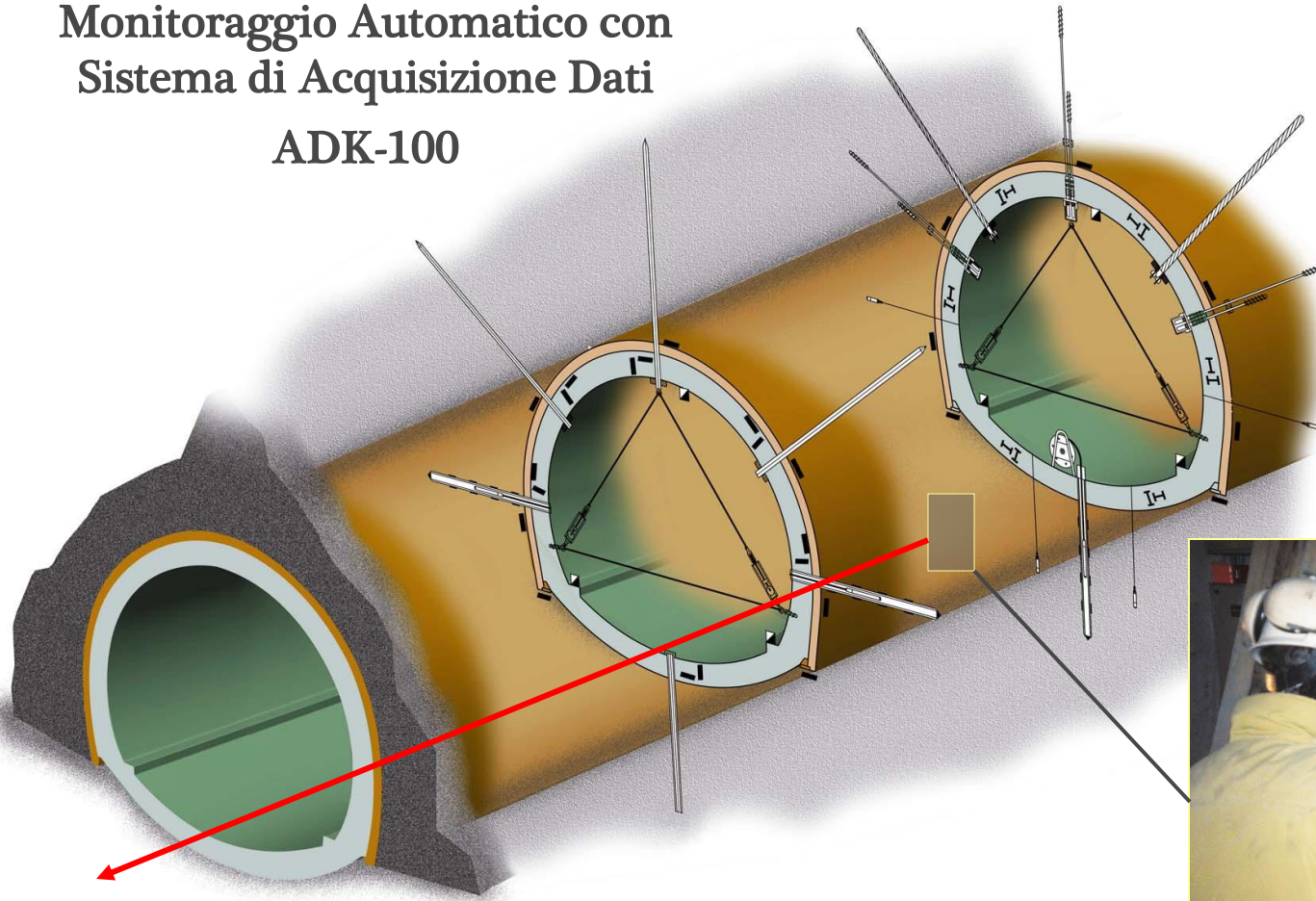
DISK TRN-SV-1

Acquisitori dati automatici



Monitoraggio Automatico con
Sistema di Acquisizione Dati

ADK-100



Alla Centrale di Controllo

Stazione ADK-100





**Sistema acquisizione dati
ADK-100**



Modulo CR-1000

Scheda controller

Schede Mux da 32 canali

Batteria tampone 12V

Modem GSM / GPRS

Schede Mux da 32 canali

Connettori 220V e USB

Componenti principali del Sistema ADK-100



**Tecnico Specializzato Sisgeo durante
il cablaggio di un Sistema ADK-100**

Acquisitori dati automatici



**Linea A.V. Milano-Bologna
Pannelli di centralizzazione, pannelli di misura
e shelter protettivo per ADK-100**

Acquisitori dati automatici



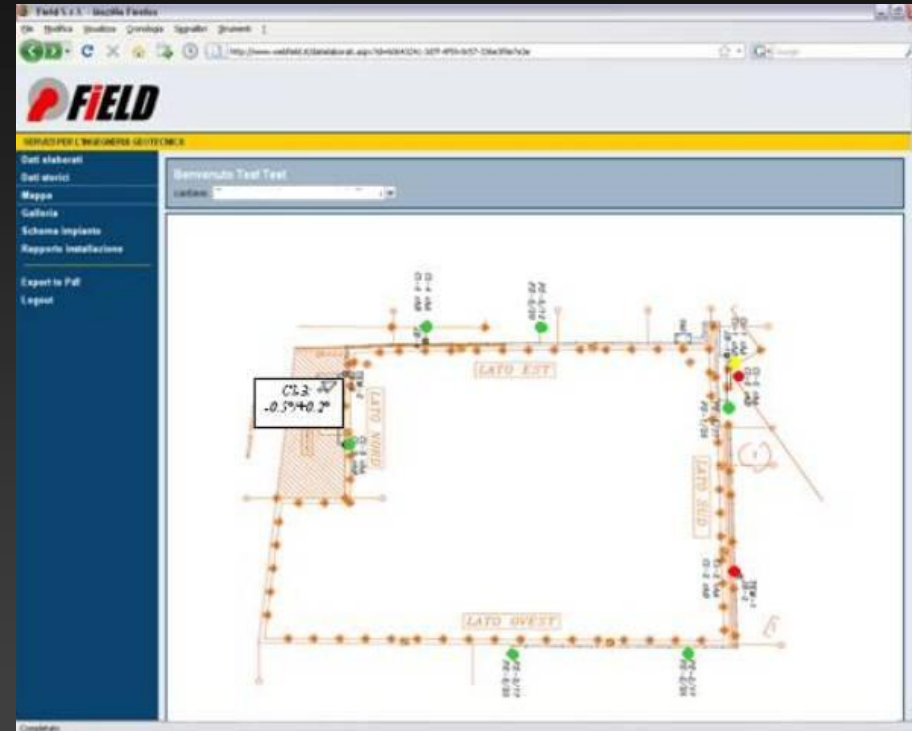
**Linea A.V. Milano-Bologna
Sistema ADK-100 complesso con PAC alimentazione**



Web Monitoring System

WMS opera su pagine WEB permettendo di accedere a pagine web personalizzate dove è possibile la visione di una serie di elementi che descrivono ed identificano il sistema di monitoraggio, ed a una sezione dove avviene la gestione del sistema, nella quale è possibile:

- Il controllo dei dati in tempo reale
- Abilitazione di allarmi
- Visualizzazione ed esportazione dei grafici



Alcuni Progetti...



Gallerie

Autostrada Egnatia-Odos – Grecia
Gallerie Veria, Lefkopetra, Driskos, Dodoni, Anthohori, Ag. Nikolaus, Anilio, Arachthos,
Malakasi e Panagia-Gravena

Galleria PENCHALA - Malesia

M30 Madrid - Spagna

Galleria Pir Panjal, Tratta Ferroviaria New BG - India

Galleria Marmaray, Turchia

Metropolitane

Metropolitana di Amsterdam - Olanda

Metropolitana di Caracas, 2° e 3° linea (TBM) - Venezuela

Metropolitana di Barcellona, 9° linea (TBM) - Spagna

Metropolitana di Roma – Linea B1 e C - Italia

Metropolitana di Lisbona - Stazione Terreiro do Paco - Portogallo

Metropolitana di Atene - Grecia

Metropolitana di San Pietroburgo - Linea 1 - Monitoraggio Vodokanal - Russia