



# CANTIERE S. LORENZO

INTERVENTO EDILIZIO CORSO  
DI PORTA TICINESE 32 MILANO

---

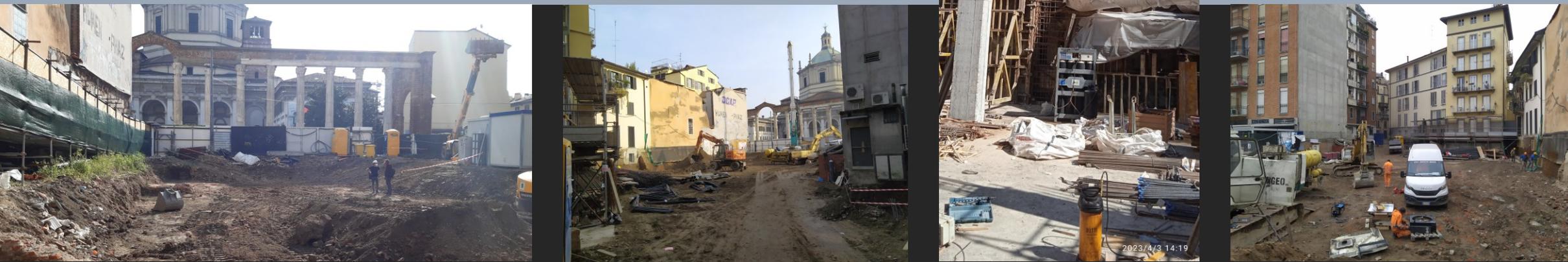
**GATE CENTRAL - UN PROGETTO DEL GRUPPO BUILDING**

SCAVI IN AMBITO URBANO - PROGETTAZIONE ED  
ESECUZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE

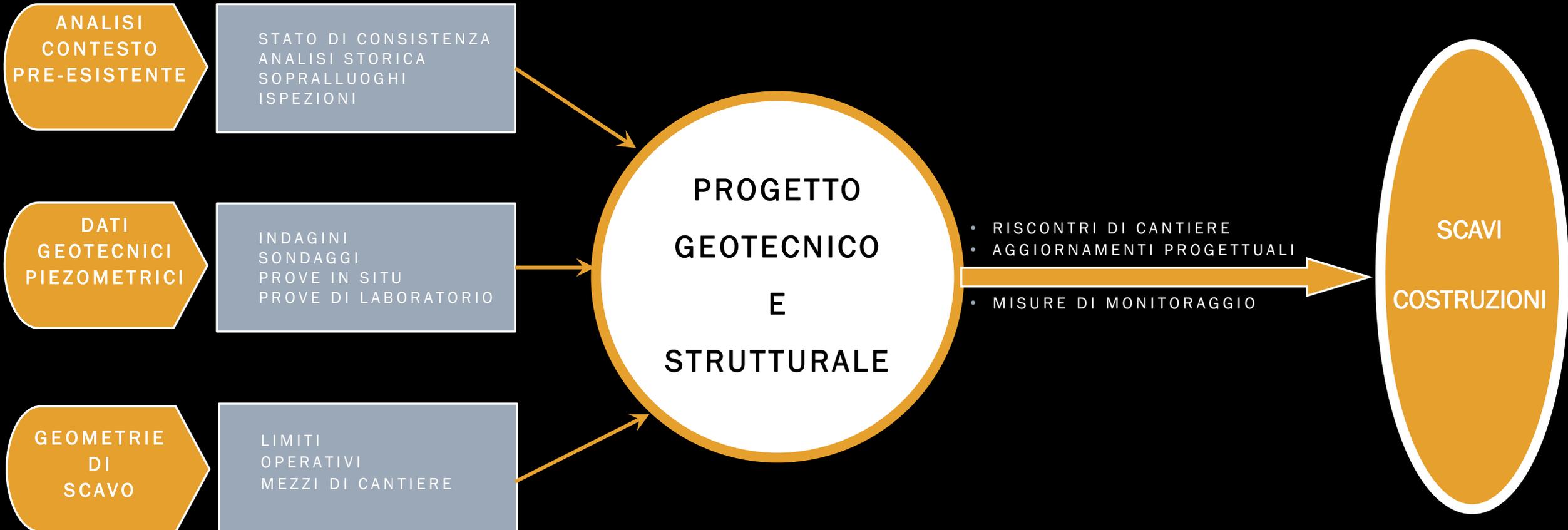
## PREMESSE

IL PRESENTE ARTICOLO DESCRIVE IL PROGETTO E LA REALIZZAZIONE DI UN IMPORTANTE SCAVO URBANO REALIZZATO A MILANO NELLA ZONA DI PORTA TICINESE. L'IDEA DI QUESTO CONTRIBUTO NASCE DALLA CONSAPEVOLEZZA DI AVERE AFFRONTATO PROBLEMATICHE COMUNI A MOLTI SCAVI ESEGUITI IN AMBITO URBANO. GRAN PARTE DI QUESTE PROBLEMATICHE, INFATTI, SONO LEGATE ALLA PRESENZA DI COSTRUZIONI ESISTENTI NELLE IMMEDIATE VICINANZE DEGLI SCAVI, CON POSSIBILI PROBLEMATICHE PREGRESSE DA CONSIDERARE NELLA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO.

AL MOMENTO DELLA REDAZIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO LE OPERE RISULTANO CONCLUSE E IN VIA DI COLLAUDO DEFINITIVO; PERTANTO GLI SCRIVENTI, A LAVORI ULTIMATI, HANNO VOLUTO CONDIVIDERE I PROBLEMI AFFRONTATI E LE SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE, GLI AGGIORNAMENTI APPORTATI IN CORSO D'OPERA ALLE OPERE DI SOSTEGNO.



# FLUSSO DI PROGETTO





## PRE-ESISTENZE

---

LUNGO IL PERIMETRO ESTERNO DEGLI SCAVI ERANO PRESENTI IMPORTANTI COSTRUZIONI:

1. COLONNE DI SAN LORENZO DI EPOCA ROMANA
2. EDIFICI IN MURATURA DI 6-7 PIANI FUORI TERRA, DI PESO CONSIDEREVOLE E CON STATI FESSURATIVI EVIDENTI E DIFFUSI
3. EDIFICI SOPRAELEVATI IN EPOCA RECENTE
4. EDIFICIO IN C.A. ANNI '60 DI 7-8 PIANI FUORI TERRA



E' IMPORTANTE SEGNALARE L'ANALISI EFFETTUATA ANTE-OPERAM PER CONOSCERE ACCURATAMENTE LE CARATTERISTICHE GEOMETRICHE, LA STORIA E LO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE COSTRUZIONI ESISTENTI. QUESTA ANALISI PROPEDEUTICA ALLA PROGETTAZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO HA PERMESSO DI APPROFONDIRE I SEGUENTI ASPETTI.

- PIANI INTERRATI E QUOTA PIANI DI FONDAZIONE: ATTRAVERSO MOLTEPLICI SOPRALLUOGHI IN LOCO SONO STATI INDIVIDUATI I PIANI INTERRATI PRESENTI ED È STATO POSSIBILE STIMARE CON BUONA APPROSSIMAZIONE LA QUOTA DI IMPOSTA DELLE FONDAZIONI. IN ALCUNI CASI, COME ACCERTATO IN CANTIERE MEDIANTE SAGGI ESPLORATIVI, ALCUNE FONDAZIONI RISULTAVANO SUPERFICIALI, MENTRE IN ALTRI CASI, GRAZIE ALLA PRESENZA DI PIANI INTERRATI, LE FONDAZIONI SI TROVAVANO A CIRCA -3/-4 M DAL PIANO CAMPAGNA.
- PER LE COLONNE DI S. LORENZO È STATA EFFETTUATA UN'ATTENTA ANALISI STORICA DA CUI SONO EMERSE IMPORTANTI INDICAZIONI:
  - LE COLONNE HANNO UNA FONDAZIONE DI ALTEZZA CIRCA 3 M COSTITUITA DA MATERIALE GROSSOLANO SU CUI SI APPOGGIA LA TRAVE DI BASE CHE ACCOGLIE LE COLONNE;
  - NEL SECONDO DOPOGUERRA SONO STATE CONSOLIDATE CON RINFORZI IN ACCIAIO E CALCESTRUZZO.
- E' STATO EFFETTUATO UN METICOLOSO STATO DI CONSISTENZA DEGLI EDIFICI ATTIGUI AGLI SCAVI PER AVERE CONTEZZA DEL LORO STATO DI CONSERVAZIONE.

QUESTA ATTIVITÀ AVEVA DUE SCOPI IMPORTANTI:

- INDIVIDUAZIONE DI EVENTUALI CRITICITÀ PRE-ESISTENTI (AD ESEMPIO IN ALCUNE SITUAZIONI SONO STATI ESEGUITI INTERVENTI DI RINFORZO PROVVISORIO PRIMA DEI LAVORI DI SCAVO);
- PREVENIRE POSSIBILI RICHIESTE DI DANNI INGIUSTIFICATE DA PARTE DEI PROPRIETARI.

LA SITUAZIONE RICONTRATA RELATIVA ALLE PRE-ESISTENZE ATTIGUE AGLI SCAVI HANNO INDOTTO I PROGETTISTI AD ASSUMERE LIMITI DI DEFORMAZIONE ATTESA DELLE OPERE DI SOSTEGNO MOLTO STRINGENTI: IN PARTICOLARE, IN FASE DI PROGETTAZIONE SONO STATI LIMITATI GLI SPOSTAMENTI ORIZZONTALI DELLE PARATIE A LIVELLI INFERIORI A 1 CM, IN MODO DA GARANTIRE ASSESTAMENTI VERTICALI DEI TERRENI SOSTANZIALMENTE TRASCURABILI. NELLE SEZIONI SUCCESSIVE VENGONO DESCRITTE LE SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE PER RAGGIUNGERE QUESTI OBIETTIVI.



## CONTESTO GEOTECNICO

DAL PUNTO DI VISTA GENERALE I TERRENI AVEVANO CARATTERISTICHE GEOTECNICHE TIPICHE DI MILANO: OLTRE UNA PROFONDITÀ DI CIRCA 6-7 M IL TERRENO ERA CARATTERIZZATO DA SABBIE E GHIAIE CON GRADO DI ADDENSAMENTO CRESCENTE CON LA PROFONDITÀ E MEDIAMENTE BUONO. LA FALDA RISULTAVA APPENA AL DI SOTTO DEL FONDO SCAVO E QUINDI NON C'ERANO INTERFERENZE CON GLI SCAVI.



LA PARTICOLARITÀ RIGUARDAVA I PRIMI METRI, CARATTERIZZATI DA UN RIPIANTO ANTROPICO CON CARATTERISTICHE VARIABILI MA IN GENERALE SCARSAMENTE ADDENSATO. QUESTA PRESENZA NON SAREBBE STATA PROBLEMATICA SE NON FOSSE CHE, VISTA LA PROFONDITÀ A CUI ARRIVAVA IL TERRENO DI RIPIANTO, ALCUNI EDIFICI IN MURATURA SI FONDAVANO PROPRIO SU TERRENI ANTROPICI. QUESTA SITUAZIONE È STATA RISCOVTRATA DAGLI SCRIVENTI ANCHE IN ALTRE ZONE DI MILANO (VIA CASTEL MORRONE): DALLE EVIDENZE RACCOLTE, TALVOLTA IN PASSATO (FINE '800 - INIZI '900) SI DEMOLIVANO GLI EDIFICI PREESISTENTI DI EPOCA MEDIEVALE, UTILIZZANDO I MATERIALI DEMOLITI (IN PARTICOLARE MATTONI E PIETRE) COME SOTTOFONDO PER LE NUOVE FONDAZIONI. QUINDI LA SITUAZIONE CON CUI OCCORRE, IN QUESTI CASI, FARE I CONTI È QUELLA DI EDIFICI ANCHE DI ALTEZZE RILEVANTI FONDATI SU TERRENI DI RIPIANTO GROSSOLANI, COSTIPATI NEL TEMPO DAL PESO DEGLI EDIFICI, MA CARATTERIZZATI DA UNA PERCENTUALE DI VUOTI NON TRASCURABILE. QUESTI VUOTI, PRESUMIBILMENTE RESPONSABILI DEGLI STATI FESSURATIVI RISCOVTRABILI

SUGLI EDIFICI, DI FATTO NON DANNO PROBLEMATICHE NELLA FASE STATICA PROPRIO PERCHÉ CONSOLIDATI LENTAMENTE DAL PESO DEGLI STESSI EDIFICI. PERÒ, IN CASO DI SCAVI ATTIGUI CHE VANNO AD ALTERARE QUESTO EQUILIBRIO STATICO, È POSSIBILE CHE SI INSTAURINO MOVIMENTI DELLE FONDAZIONI CAUSATI PROPRIO DALLA PRESENZA DEI VUOTI FISIOLGICAMENTE PRESENTI IN QUESTO RIPIANTO SUPERFICIALE. LO SCRIVENTE HA PARTECIPATO AD UNA CAUSA IN CUI È ACCADUTO PROPRIO QUESTO FENOMENO: MOVIMENTI INSTAURATI AL TERRENO DI RIPIANTO SOTTOSTANTE LE FONDAZIONI DI UN EDIFICIO ESISTENTE DA UNO SCAVO DI ALCUNI METRI REALIZZATO NELLE VICINANZE.

DA UN LATO UNA IMPORTANTE CAMPAGNA DI INDAGINI GEOGNOSTICHE HA PERMESSO DI INDIVIDUARE LE CARATTERISTICHE DEL SUOLO DI FONDAZIONE E DALL'ALTRO LO STUDIO DELLE QUOTE DI IMPOSTA DELLE FONDAZIONI DEGLI EDIFICI ESISTENTI HA PERMESSO DI INQUADRARE LA NECESSITÀ DI RIDURRE IL PIÙ POSSIBILE LE DEFORMAZIONI DELLE OPERE DI SOSTEGNO IN PROGETTO



## SOLUZIONE PROGETTUALE

### DESCRIZIONE DELLE OPERE DI SOSTEGNO:

LO SCAVO PREVISTO IN FASE DI PROGETTO RISULTAVA CIRCA PARI A 10 M DALL'ATTUALE PIANO CAMPAGNA. LA SOLUZIONE ADOTTATA PREVEDEVA:

- PALI AD ELICA CFA GENERALMENTE DI DIAMETRO  $\phi 800\text{MM}$  CON SISTEMA DI CONTRASTI INTERNI TRAVI+PUNTONI METALLICI (N. 2 ORDINI DI CONTRASTO)
- NELLA SEZIONE LATO COLONNE DI S. LORENZO, PER RISPETTARE LE DISTANZE MINIME DELLE OPERE DALLE COLONNE, È STATO ADOTTATO UN PALO AD ELICA DI DIAMETRO MINORE ( $\phi 400\text{MM}$ ).



- SU ALCUNI TRATTI DELLE PALIFICATE (IN PARTICOLARE IN CORRISPONDENZA DEGLI EDIFICI PIÙ PROBLEMATICI) SONO STATE PREVISTE INIEZIONI CEMENTIZIE A BASSA PRESSIONE POSTE TRA I PALI E GLI EDIFICI STESSI.
- IN UN TRATTO SONO STATI REALIZZATI ANCHE MICROPALI SUB-VERTICALI A CAVALLETTO PERCHÉ C'ERA LA NECESSITÀ IN UNA FASE DEL CANTIERE DI SCAVARE CIRCA 6 M A TERGO DI UN EDIFICIO ESISTENTE SENZA LA POSSIBILITÀ DI POSARE PUNTONI DI CONTRASTO.

I CONTRASTI ESEGUITI CON PUNTONI METALLICI SONO STATI RESI NECESSARI DALL'IMPOSSIBILITÀ DI ESEGUIRE TIRANTI CHE SAREBBERO USCITI DAL CONFINO DI PROPRIETÀ, EVENTUALITÀ CHE LA PROPRIETÀ HA DECISO DI EVITARE PER NON INCORRERE IN POSSIBILI CONTENZIOSI. INFATTI, L'ESECUZIONE DI FORI PER TIRANTI AL DI SOTTO DELLE FONDAZIONI DI EDIFICI ESISTENTI NELLE CONDIZIONI SOPRA ESPOSTE AVREBBE DETERMINATO UN RISCHIO DI ASSESTAMENTI DEI TERRENI DI FONDAZIONE CON POSSIBILI PEGGIORAMENTI DELLO STATO FESSURATIVO ANTE-OPERAM.

LE FIGURE SEGUENTI MOSTRANO IN PLANIMETRIA ED IN SEZIONE LE OPERE DI SOSTEGNO E GLI ELEMENTI DI CONTRASTO PREVISTI IN FASE PROGETTUALE.

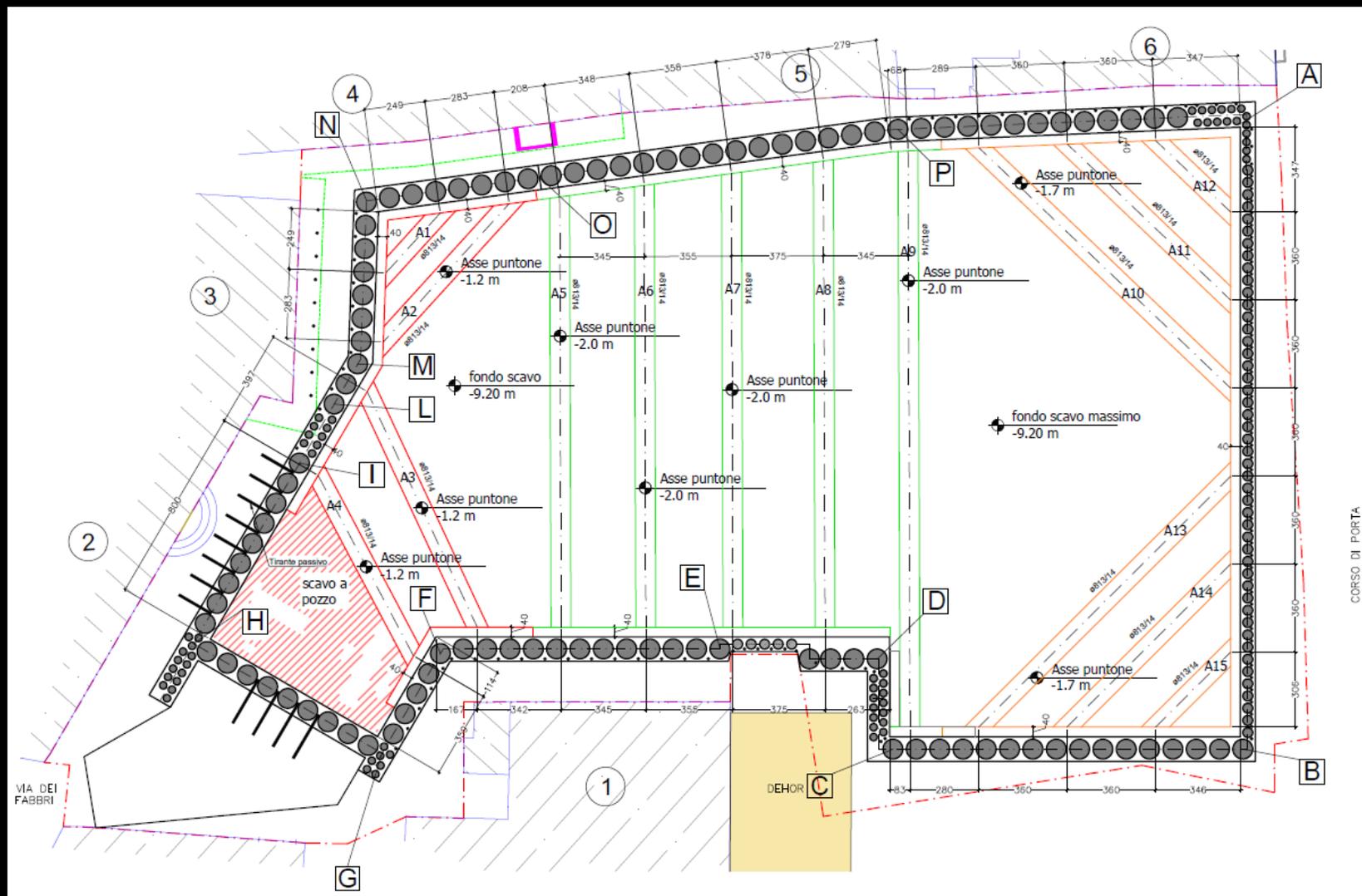


FIG. 1 - PLANIMETRIA DI PROGETTO

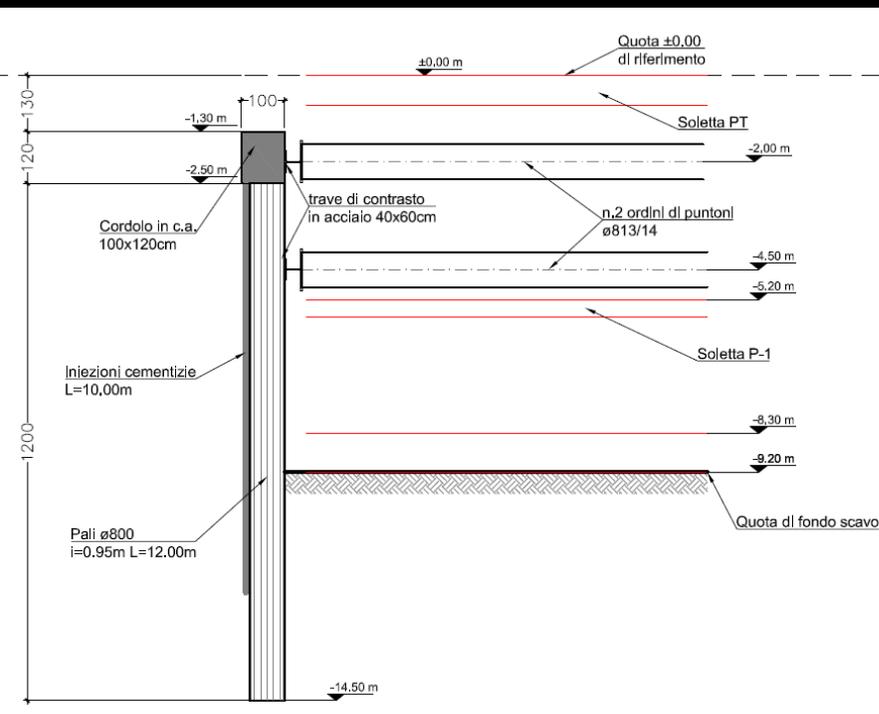


FIG. 2 - SEZIONE DI PROGETTO (TIPOLOGICA PALI CFA φ800)

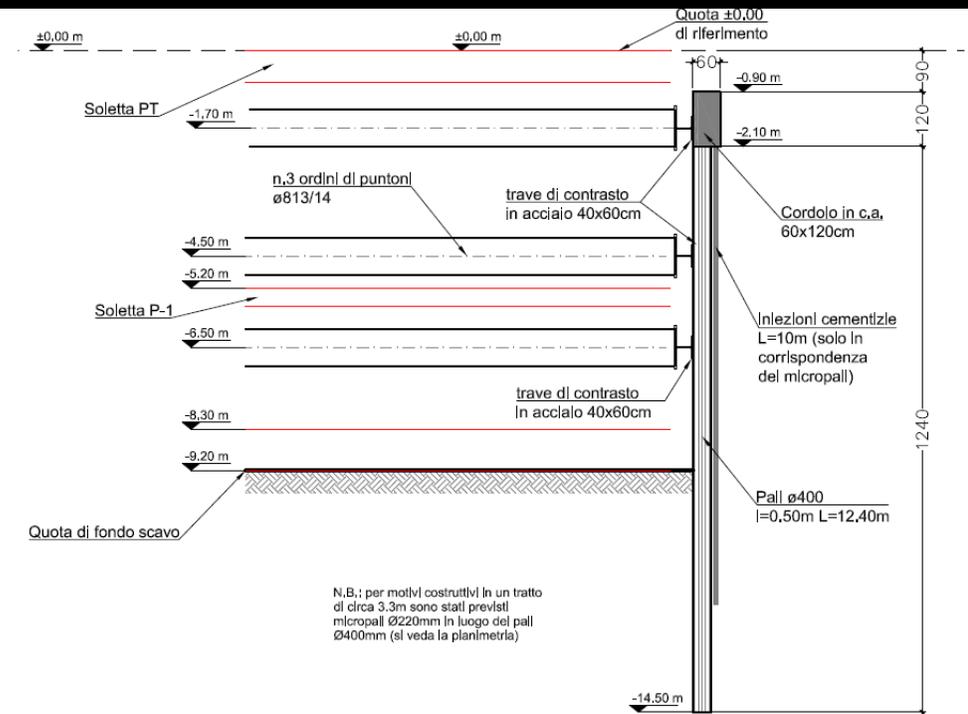


FIG. 3 - SEZIONE DI PROGETTO LATO COLONNE DI S. LORENZO (PALI CFA φ400)

P.S.: IN FASE DI CANTIERE IL NUMERO DI ORDINI DI CONTRASTI E' STATO RIDOTTO DA 3 A 2 GRAZIE ALLE MISURE ACQUISITE DAL PIANO DI MONITORAGGIO

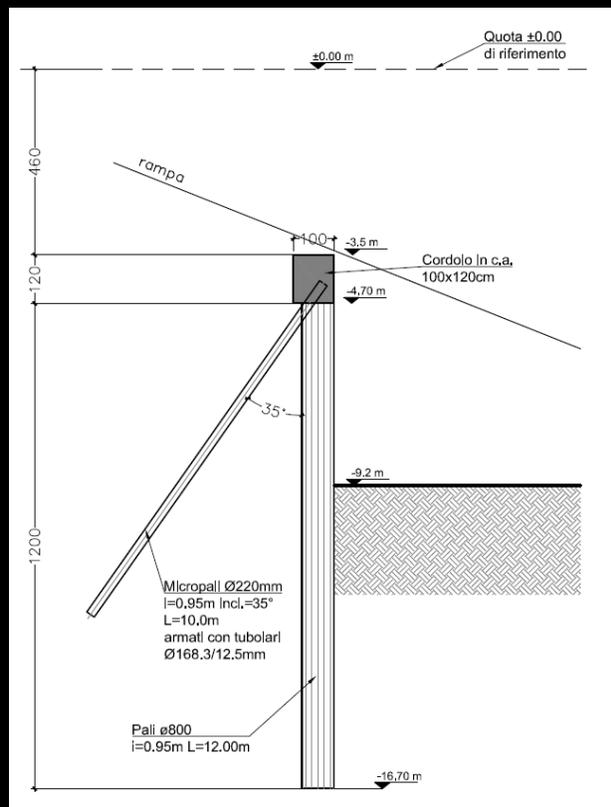


FIG. 4 - SEZIONE DI PROGETTO A CAVALLETTO (ZONA RAMPA)

## SINTESI DELLE SCELTE PROGETTUALI OPERATE

SONO STATI SCELTI PALI AD ELICA DI TIPO CFA IN CUI, COME NOTO, SI INSERISCE IL CALCESTRUZZO FLUIDO DURANTE LO SCAVO DEL FORO, RIDUCENDO AL MINIMO LE INTERFERENZE SUL TERRENO ED EVITANDO DI FATTO IL DETENSIONAMENTO DEL TERRENO. QUESTA SCELTA AVEVA LO SCOPO DI EVITARE POSSIBILI ASSESTAMENTI DEGLI EDIFICI CIRCOSTANTI DURANTE LA FASE DI ESECUZIONE DELLE PALIFICATE, EFFETTO CHE OVVIAMENTE NON PUÒ ESSERE SCHEMATIZZATO DAI MODELLI DI CALCOLO MA CHE POTEVA CREARE, ALLA LUCE DEL CONTESTO, QUALCHE SITUAZIONE DI POTENZIALE PERICOLO. LA TECNOLOGIA DEI PALI PERMETTEVA ANCHE DI CONTROLLARE IN CORSO D'OPERA LA PRESSIONE DEL GETTO DI CALCESTRUZZO E QUINDI LA CORRETTA FORMAZIONE DEL FUSTO DEL PALO. LA TECNOLOGIA DEI PALI CFA HA IMPOSTO UNA RIGIDA PROGRAMMAZIONE DELLA REALIZZAZIONE DEI PALI IN QUANTO LA POSA DELLE GABBIE DOVEVA ESSERE ESEGUITA SUBITO DOPO IL GETTO, PER EVITARE L'INDURIMENTO DEL CALCESTRUZZO CON CONSEGUENTI PROBLEMI DI POSA DELLE GABBIE.



RELATIVAMENTE AI CONTRASTI, L'IMPOSSIBILITÀ DI ESEGUIRE TIRANTI (COME DETTO PRIMA SIA PER NON USCIRE DALLA PROPRIETÀ, SIA PER EVITARE POSSIBILI ASSESTAMENTI CAUSATI DALLE PERFORAZIONI SUBORIZZONTALI) HA RESO NECESSARIA L'ADOZIONE DI CONTRASTI METALLICI COSTITUITI DA PUNTONI E DA TRAVI DI RIPARTIZIONE IN ACCIAIO S275. SEMPRE PER EVITARE RISCHI DI ASSESTAMENTI, LA QUOTA DEL PRIMO ORDINE DEI CONTRASTI È STATA POSIZIONATA ALLA QUOTA DEL CORDOLO DI TESTA IN MODO DA AVERE LA CERTEZZA DI CONTENERE GLI SPOSTAMENTI FIN DALLE PRIME FASI DI SCAVO



UN APPROFONDIMENTO SPECIFICO MERITANO LE INIEZIONI CEMENTIZIE PREVISTE TRA PALI E EDIFICI ESISTENTI: LO SCOPO DI TALI INIEZIONI, PREVISTE A BASSA PRESSIONE, ERA QUELLO DI COLMARE I VUOTI PRESENTI NEI TERRENI DI FONDAZIONE A TERGO-PARTIE. LA PRESENZA DI QUESTE INIEZIONI NON È STATA CONSIDERATA NEL DIMENSIONAMENTO, MA RAPPRESENTAVA UNA SICUREZZA PER EVITARE IL RISCHIO CHE I VUOTI ESISTENTI NEI LIVELLI SUPERFICIALI POTESSE CREATI DURANTE L'ESECUZIONE DEGLI SCAVI SUCCESSIVI. PROPRIO PERCHÉ NON AVEVANO LO SCOPO DI INCREMENTARE I PARAMETRI GEOTECNICI DEI TERRENI, SONO STATE PREVISTE A BASSA PRESSIONE (TIPICAMENTE POCHI BAR) SUFFICIENTE PERÒ A PERMEARE NEI VUOTI DEI TERRENI SCIOLTI SUPERFICIALI. L'ALTEZZA DELLE INIEZIONI ERA PERTANTO DI CIRCA 8-10M

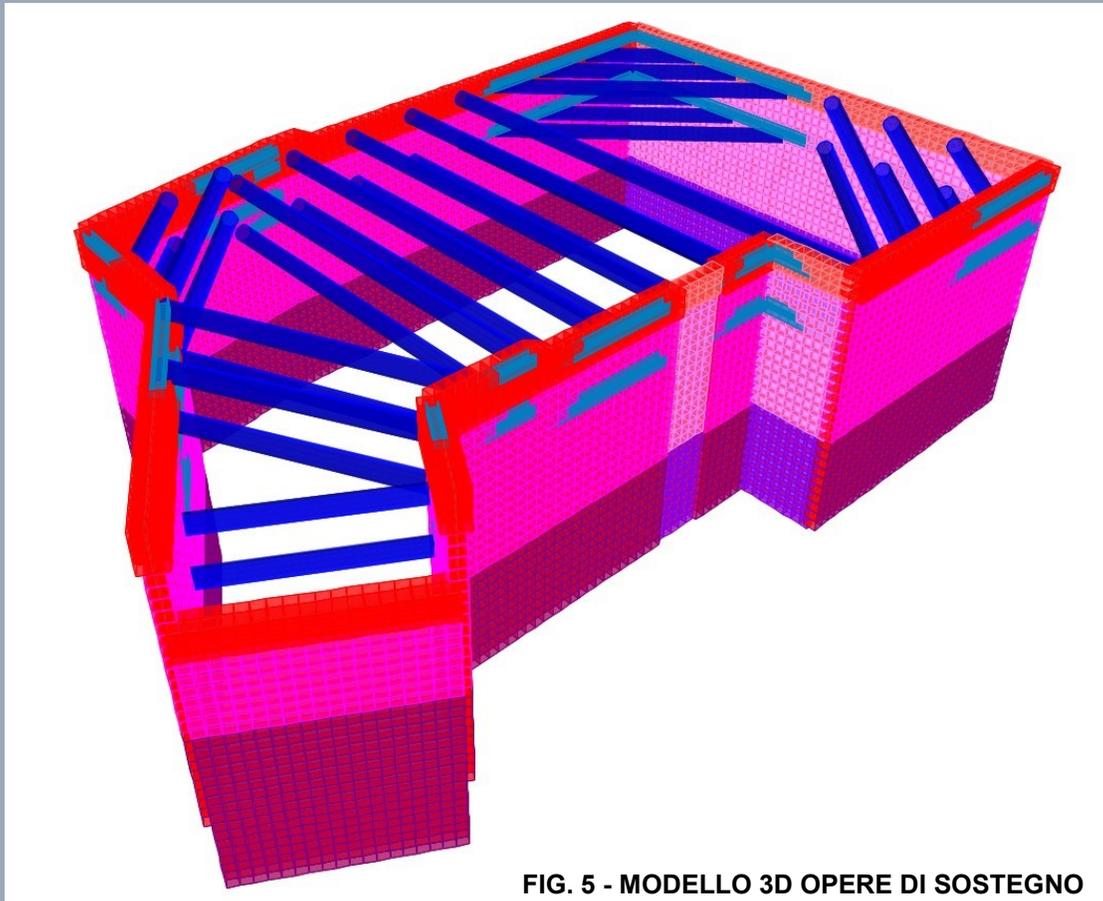


FIG. 5 - MODELLO 3D OPERE DI SOSTEGNO

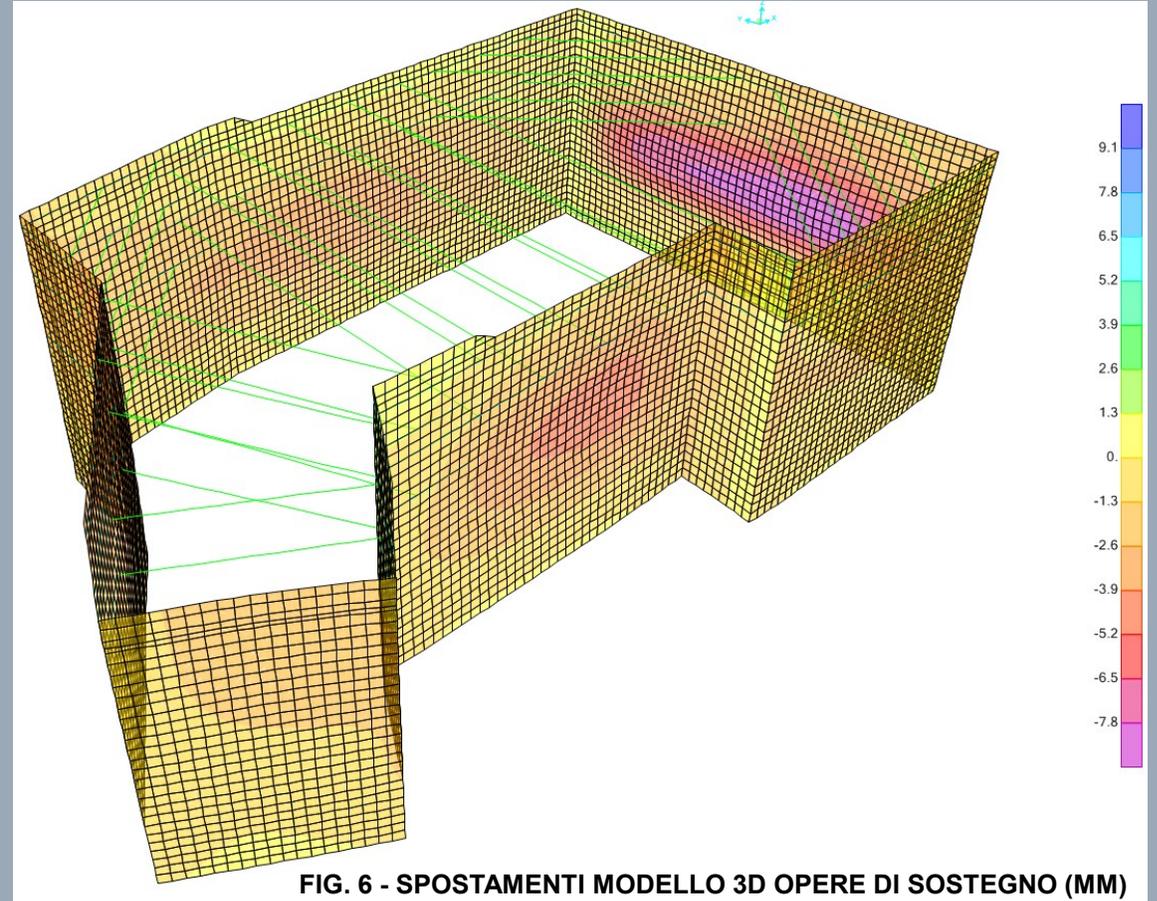
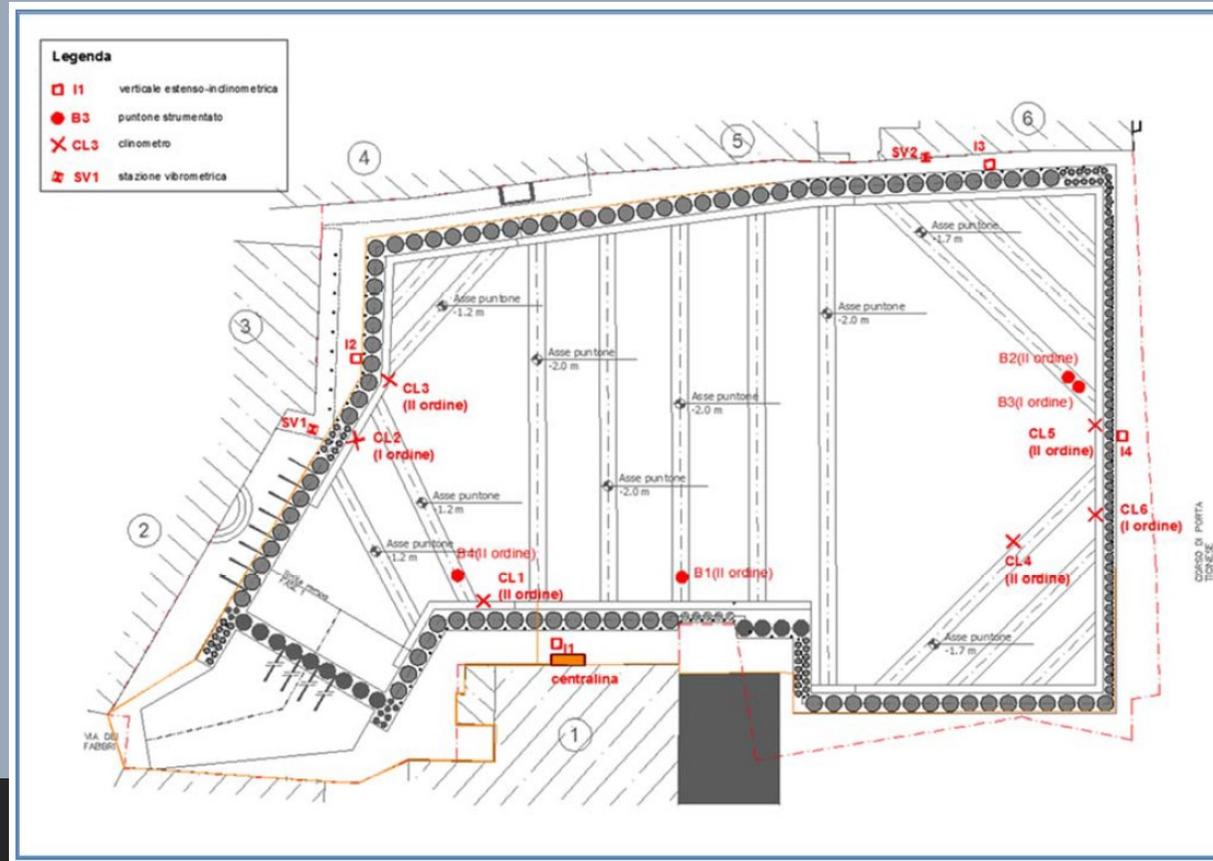


FIG. 6 - SPOSTAMENTI MODELLO 3D OPERE DI SOSTEGNO (MM)

IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO È STATO ESEGUITO IN PRIMA BATTUTA DA MODELLI DI CALCOLO GEOTECNICO 2D SVILUPPATI MEDIANTE SOFTWARE FEM (RS2 EDITO DA ROCSCIENZE): QUESTI MODELLI HANNO SCHEMATIZZATO LE VARIE SEZIONI TIPO PRESENTI LUNGO LO SVILUPPO DELL'OPERA DI SOSTEGNO. LA PRESENZA DI UN ANDAMENTO PLANIMETRICO NON REGOLARE, CON ANGOLI DIVERSI A SECONDA DEI CASI E VARIABILI DA 90 A 135° CIRCA HA RESO NECESSARIO UN MODELLO 3D CHE POTESSE COGLIERE LE DIFFERENZE LEGATE APPUNTO ALLA IRREGOLARITÀ GEOMETRICA DELLO SVILUPPO DELLE PALIFICATE. COME SI POTRÀ VERIFICARE ANALIZZANDO LE PLANIMETRIE DI PROGETTO, ANCHE PER GLI ELEMENTI PUNTUALI COME I PUNTELLI, CON DIVERSE INCLINAZIONI RISPETTO ALLE PARATIE, OCCORREVA UN CALCOLO TRIDIMENSIONALE PER INDIVIDUARE CON MAGGIORE PRECISIONE LE AZIONI ASSIALI, TRASVERSALI E FLESSIONALI; DURANTE LA PROGETTAZIONE È STATO APPURATO CHE I MODELLI 2D NON SEMPRE POTEVANO INDIVIDUARE CON ADEGUATA PRECISIONE LE AZIONI DI PROGETTO. I MODELLI 3D SONO STATI ESEGUITI CON IL SOFTWARE FEM SAP2000+ IN CUI IL TERRENO È STATO SCHEMATIZZATO CON MOLLE NON LINEARI.

## PIANO DI MONITORAGGIO

L'IMPORTANZA DEGLI SCAVI E LA VICINANZA ALLE COSTRUZIONI ESISTENTI DESCRITTE NELLA PRECEDENTE SEZIONE HANNO INDOTTO A LIVELLO DI PROGETTO A PREVEDERE UN SISTEMA DI MONITORAGGIO PER POTER CONTROLLARE PASSO PASSO IL CORRETTO COMPORTAMENTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO.



IN PARTICOLARE SONO STATI PREVISTI I SEGUENTI STRUMENTI:

- 1) ESTENSO-INCLINOMETRI A TERGO PALIFICATE (PER MISURARE GLI SPOSTAMENTI VERTICALI ED ORIZZONTALI DEL TERRENO)
- 2) STAZIONI VIBROMETRICHE FISSATE ALLE STRUTTURE PORTANTI DEGLI EDIFICI (PER MISURARE LE VIBRAZIONI INDOTTE DAI LAVORI)
- 3) CLINOMETRI SULLA TESTA DEI PALI (PER MISURARE MOVIMENTI DELLE PARATIE)
- 4) BARRETTE ESTENSIMETRICHE SUI PUNTONI DI CONTRASTO (PER MISURARE I LIVELLI DI SFORZO-DEFORMAZIONI ASSIALI DEI PUNTONI)

**FIG. 7 - PLANIMETRIA STRUMENTI DI MONITORAGGIO**

GLI OBIETTIVI DEL PIANO DI MONITORAGGIO ERANO I SEGUENTI:

- 1) RIDONDANZA DEGLI STRUMENTI PER OVVIARE AD EVENTUALI MALFUNZIONAMENTI O DANNEGGIAMENTI DEGLI STRUMENTI IN CORSO D'OPERA, NONCHÉ PER INCROCIARE DATI E MISURAZIONI PROVENIENTI DA DIVERSE TIPOLOGIE DI STRUMENTI.
- 2) ACQUISIZIONE DI MISURE DIRETTE (MISURE ESTENSO-INCLINOMETRICHE) IN CONTEMPORANEA A MISURE INDIRETTE, (BARRETTE): COSÌ È STATO POSSIBILE INTERPRETARE COMPIUTAMENTE I DATI ACQUISITI.

IN CORSO D'OPERA GLI OBIETTIVI SONO STATI RAGGIUNTI E I RISULTATI SONO STATI IN LINEA GENERALE SODDISFACENTI: INFATTI, L'ANALISI DEI DATI RACCOLTI DURANTE TUTTO LO SVOLGIMENTO DEGLI SCAVI HA SEMPRE INDICATO BASSI LIVELLI DI DEFORMAZIONI IN LINEA CON LE ATTESE PROGETTUALI.

LE STAZIONI VIBROMETRICHE HANNO PERMESSO ANCHE DI CONTROLLARE LA CORRETTA ESECUZIONE DEI LAVORI ANDANDO A RILEVARE IN MODO SOSTANZIALMENTE IMMEDIATO I MOMENTI IN CUI LE VIBRAZIONI HANNO SUPERATO LE SOGLIE DI ATTENZIONE.

LE MISURE VIBROMETRICHE HANNO EVIDENZIATO LE PRINCIPALI LAVORAZIONI CHE EFFETTIVAMENTE HANNO DETERMINATO I MAGGIORI EFFETTI: TRA QUESTE LE DEMOLIZIONI LOCALIZZATE CHE SI SONO RESE NECESSARIE IN ALCUNI PUNTI DEL CANTIERE.

LE SOGLIE DI ALLARME (CHE POTEVANO CREARE DANNI STRUTTURALI AGLI EDIFICI ESISTENTI) NON SONO MAI STATE RAGGIUNTE.

L'ESPERIENZA DEL CANTIERE HA DATO AGLI SCRIVENTI PREZIOSE INFORMAZIONI SUGLI STRUMENTI CHE HANNO FORNITO I DATI MIGLIORI E QUELLI INVECE LA CUI INTERPRETAZIONE È RISULTATA

A POSTERIORI A VOLTE TROPPO DIFFICOLTOSA E POCO PRATICA. IN ALCUNE ZONE LA PRESENZA DEGLI STRUMENTI E LA CERTEZZA DI VALORI DEFORMATIVI CONTENUTI HA POTUTO EVITARE ALCUNI PUNTONI DI CONTRASTO CHE IN FASE DI PROGETTO SEMBRAVANO NECESSARI MA CHE IL COMPORTAMENTO REALE HA PERMESSO DI EVITARE.

L'ESPERIENZA CI DICE CHE LE MISURE DIRETTE, SEBBENE NON FORNITE IN CONTINUO, HANNO DATO LE INFORMAZIONI PIÙ UTILI. D'ALTRO CANTO, LE MISURE INDIRETTE, ACQUISITE IN CONTINUO, HANNO PERMESSO DI CONTROLLARE GIORNALMENTE IL CORRETTO ANDAMENTO DEI LAVORI. VA SEGNALATO CHE LE MISURE INDIRETTE HANNO COMUNQUE RICHiesto UN APPROFONDITO LAVORO DI ANALISI E VERIFICHE NUMERICHE PER POTER ESSERE CORRETTAMENTE INTERPRETATE: OCCORREVA INFATTI DEPURARE LE MISURAZIONI DAGLI EFFETTI AL CONTORNO, TRA CUI LA TEMPERATURA CHE INFLUIVA SPESSO IN GRANDE MISURA SUI DATI.

DI SEGUITO SI RIPORTANO ALCUNI ESEMPI DI GRAFICI RELATIVI ALLE MISURE ACQUISITE DURANTE GLI SCAVI; IL MONITORAGGIO È STATO EFFETTUATO DALLA SOCIETÀ SOILDATA SERVICES S.R.L. DI ROBBIATE (LC).

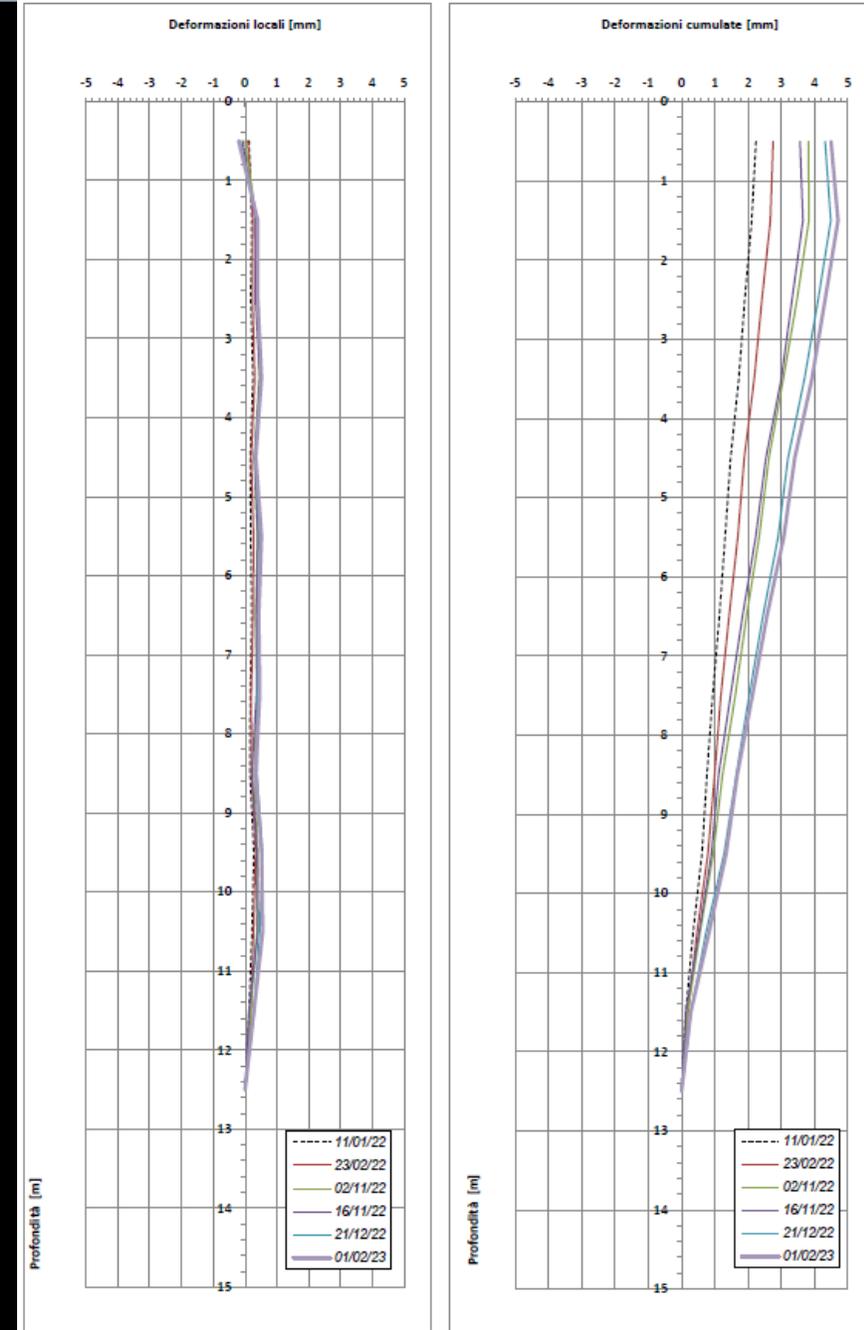
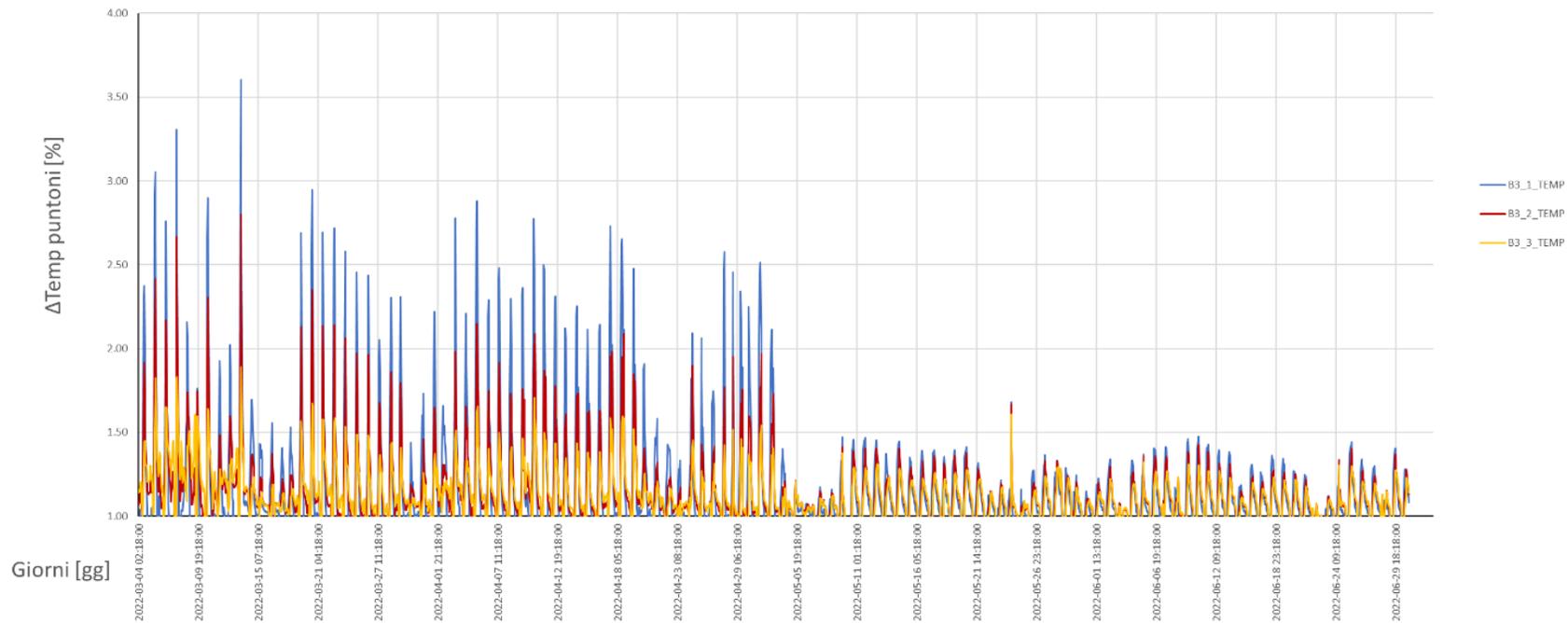
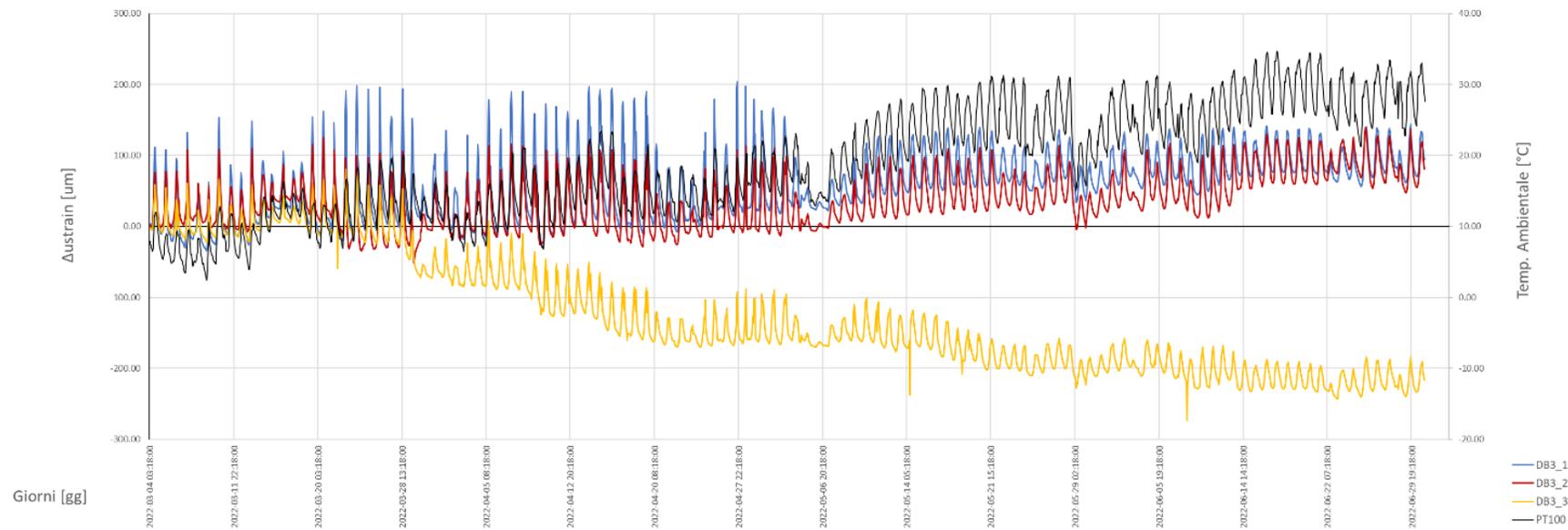


FIG. 8 ESEMPIO GRAFICO MISURE ESTENSIMETRICHE (MISURE DI TIPO DIRETTO)

$\Delta$ Temp puntoni normalizz.



CONFRONTO Deformazioni - Temperatura



**FIG. 9 ESEMPIO GRAFICO MISURE BARRETTE (MISURE DI TIPO INDIRECTO)**

## ASPETTI ESECUTIVI

---

NELLA PRESENTE SEZIONE SI RIPORTANO IN SINTESI ALCUNE SITUAZIONI DEGNE DI NOTA DURANTE GLI SCAVI.

IMPORTANZA STATO DI CONSISTENZA: ALCUNE SEGNALAZIONI DI DANNI DA PARTE DI PROPRIETARI DI UNITÀ IMMOBILIARI DEGLI EDIFICI CIRCOSTANTI SONO STATE RISOLTE CON ADEGUATI CONFRONTI TRA PRIMA E DOPO GRAZIE ALL'ESECUZIONE DI UN PRECISO STATO DI CONSISTENZA ANTE-OPERAM. NON SI SONO RILEVATE PROBLEMATICHE STRUTTURALI NEANCHE MINIME NEGLI EDIFICI CIRCOSTANTI, NEANCHE PER QUELLE COSTRUZIONI CHE INDUCEVANO IN FASE DI PROGETTO LE MAGGIORI PREOCCUPAZIONI.

**IMPREVISTI:** GLI IMPREVISTI POSSONO ESSERE RICONDOTTI A:

- PROLUNGAMENTO DEI TEMPI DI APERTURA DEGLI SCAVI (DI CIRCA UN ANNO E SEI MESI) DOVUTA AGLI SCAVI DI TIPO ARCHEOLOGICO RESI NECESSARI PER IL RITROVAMENTO DI ANTICHE MURA ROMANE DI PREGIO
- LOCALI APPROFONDIMENTI DEL FONDO SCAVO DOVUTI AD AGGIORNAMENTI PROGETTUALI
- VENUTA D'ACQUA LOCALIZZATA IN UN PUNTO DELLE OPERE DI SOSTEGNO PERSISTENTE. QUESTA È STATA DOVUTA PRESUMIBILMENTE DA UN INTENSO PERIODO PIOVOSO.
- PROGETTAZIONE PLINTO DI FONDAZIONE DELLA GRU DI CANTIERE: FONDAZIONE SU PALI CHE FONDAVA IN PARTE I PESI ANCHE SULLA PALIFICATA A CAUSA DEGLI SCARSI SPAZI DISPONIBILI ALL'ESTERNO DELLA PALIFICATA.
- CONSOLIDAMENTI MURI DEGLI EDIFICI PERIMETRALI SCOPERTI DAGLI SCAVI: GLI INTERVENTI PREVISTI HANNO RIGUARDATO IL CONSOLIDAMENTO CON MALTA CEMENTIZIA, SOTTOMURAZIONE LOCALIZZATA DELLE FONDAZIONI ESISTENTI PARZIALMENTE SCOPERTE DAGLI SCAVI.
- IN CORSO D'OPERA È STATA RISCONTRATA UNA ELEVATA INFLUENZA DELLA TEMPERATURA SULLE AZIONI DI COMPRESSIONE SOPRATTUTTO DEI PUNTONI DI CONTRASTO DEL I ORDINE: DOPO UN ATTENTO STUDIO TECNICO-ECONOMICO, È STATA ADOTTATA UNA MODALITÀ DI MITIGAZIONE DELLE ESCURSIONI TERMICHE CON TELI IN TNT. CON TALE ACCORGIMENTO, IMMEDIATAMENTE È STATA RISCONTRATA UNA FORTE RIDUZIONE DELLA TEMPERATURA DEI PUNTONI CON CONSEGUENTE RIDUZIONE DELLE AZIONI ASSIALI SUI PUNTONI STESSI.

## GALLERIA FOTOGRAFICA

LA SEZIONE SEGUENTE MOSTRA ALCUNE IMMAGINI FOTOGRAFICHE SIGNIFICATIVE DEI VARI MOMENTI DEL CANTIERE.





















**GATE CENTRAL - UN PROGETTO DEL GRUPPO BUILDING**

INTERVENTO EDILIZIO CORSO DI PORTA TICINESE 32 MILANO

**SCAVI IN AMBITO URBANO - PROGETTAZIONE OPERE DI SOSTEGNO DELLE TERRE**

COMMITTENTE GATE CENTRAL S.P.A. TORINO

IMPRESA ESECUTRICE BUILDING S.P.A. TORINO

PROGETTISTA E DIRETTORE LAVORI ING. LEOPOLDO A. CAFARO - RAM ENGINEERING SRL STP MILANO

PIANO DI MONITORAGGIO A CURA DI SOILDATA SERVICES SRL