

SOCIETÀ ITALIANA GALLERIE



**IL CONSOLIDAMENTO DEL SUOLO E DELLE ROCCE
NELLE REALIZZAZIONI IN SOTTERRANEO**

***SOIL AND ROCK
IMPROVEMENT IN UNDERGROUND WORKS***

Milano, 18-20 Marzo 1991

ATTI
PROCEEDINGS

VOL. II

**SOTTO IL PATROCINIO DI
UNDER THE AUSPICES OF**

MINISTERO TRASPORTI
MINISTERO LAVORI PUBBLICI
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
COMITATO NAZIONALE PER LA DIFESA DEL SUOLO
REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MILANO
COMUNE DI MILANO
POLITECNICO DI MILANO
ORDINE NAZIONALE DEGLI INGEGNERI
ORDINE NAZIONALE DEI GEOLOGI
INTERNATIONAL TUNNELLING ASSOCIATION (ITA)
SOCIETÀ ITALIANA DI GEOINGEGNERIA (S.I.G.I.)

**COMITATO DI PRESIDENZA
EXECUTIVE COMMITTEE**

PIETRO LUNARDI
Presidente del Convegno
President of the Conference

BRUNO PIGORINI
Presidente Società Italiana Gallerie
President of Società Italiana Gallerie

ADOLFO COLOMBO
Presidente Comitato Scientifico
President of the Scientific Committee

PROMOTORE
PROMOTER

SOCIETÀ ITALIANA GALLERIE (SIG)

Consiglio Direttivo/Executive Council

AMEDEO BALBONI
ERBERTO BOTTI
GIANFRANCO CAMPO
RAFFAELE COTZA
REMO COLLINI
ADOLFO COLOMBO
MORANDO DOLCETTA CAPUZZO
CARLO FOCACCI
PIETRO LUNARDI
ALBERTO MOTTA
RENATO PEDUZZI
SEBASTIANO PELIZZA
FELICE PICCO
BRUNO PIGORINI
PIETRO PISCITELLI

COMITATO SCIENTIFICO
SCIENTIFIC COMMITTEE

ADOLFO COLOMBO - *Presidente/President*

SIEGMUND BABENDERERDE
ACHILLE BALOSSI RESTELLI
IGNAZIO BECCHI
LUCIANO BROILI
VINCENZO COTECCHIA
MASANTONIO CRAVERO
SILVESTRO GIULIANI
NICOLA INNAURATO
GIOVANNI LOMBARDI
CLAUDIO MASCARDI
ANTONIO MIGLIACCI
ALBERTO MOTTA
ROBERTO NOVA
PIETRO PISCITELLI
RENATO RIBACCHI
GIUSEPPE RICCI
PIERPAOLO ROSSI
LELIO STRAGIOTTI
† SILVIO TERRACCIANO

RENZO BINDI - *Segretario/Secretary*

BARBARA TOVAGLIARO - *Segreteria Scientifica/Scientific Secretariat*

SESSIONI SESSIONS

SESSIONE A SESSION A

Armatura dei terreni / Ground Reinforcing

Presidente/Chairman:
SILVIO RIZZOTTI - Direttore dell'Esercizio, F.S., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
REMO COLLINI - Consigliere sig

Relatori Generali/Main Speakers:
SEBASTIANO PELIZZA - POLITECNICO DI TORINO
MARC PANET - SIMECSOL, Paris

Correlatori/Co-Speakers:
ANTONIO CHIARI - SPEA INGEGNERIA EUROPEA S.p.A., Milano
CARLO VANDONI - ELSE S.p.A., Milano

SESSIONE B SESSION B

Iniezioni / Grouting

Presidente/Chairman:
PATRIZIO SGUAZZI - Presidente, FERROVIE NORD MILANO

Co-presidente/Co-Chairman:
RENATO PEDUZZI - Consigliere sig

Relatori Generali/Main Speakers:
ERBERTO BOTTI - Past-President sig
KARL REINOLD ULRICHS - ERDBAULABORATORIUM, Essen

Correlatori/Co-Speakers:
BRUNO CAVAGNA - MM STRUTTURE ED INFRASTRUTTURE
DEL TERRITORIO - S.p.A., Milano
ROBERTO FOGAZZI - TORNO S.p.A., Milano
ERMAN MONGILARDI - RODIO S.p.A., Milano

SESSIONE C SESSION C

Jet-grouting

Presidente/Chairman:
SERGIO D'ALÒ - Amministratore Delegato,
AUTOSTRADAE S.p.A., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
CARLO FOCACCI - Consigliere sig

Relatori Generali/Main Speakers:
RENATO CASALE - F.S., Ferrara
MITSUSHIRO SHIBAZAKI - CHEMICAL GROUTING Co., Tokyo

Correlatori/Co-Speakers:
GIUSEPPE CALCERANO - SOCIETÀ AUTOSTRADA
TIRRENICA S.p.A., Roma
GIORGIO GOLINELLI - ITALSTRADE S.p.A., Milano
ANTONIO SANELLA - FONDAZIONI SPECIALI S.r.l., Parma

SESSIONE D SESSION D

Drenaggi / Drainage

Presidente/Chairman:
SAVIO PENATI - Vice-Direttore Centrale Direzione delle
Costruzioni, E.N.E.L., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
GIANFRANCO CAMPO - Consigliere sig

Relatori Generali/Main Speakers:
ITALO VIELMO - CONSONDA S.p.A., Milano
MARTYN STROUD - OVE ARUP & PARTNERS, London

Correlatori/Co-Speakers:
PIERANGELO DALMASSO - R.A.V. (RACCORDO AUTOSTRADALE
VALLE D'AOSTA) S.p.A., Roma
RICCARDO BONASSO - FERROCEMENTO (COSTRUZIONI
E LAVORI PUBBLICI) S.p.A., Roma
ALBERTO PAVIANI - TREVI S.p.A., Cesena

SESSIONE E SESSION E

Congelamento / Freezing

Presidente/Chairman:
ANTONIO CRESPO - Direttore Centrale Ispettiva Tecnica
Autostrade Trafori e Rapporti
Internazionali, A.N.A.S., Roma

Co-presidente/Co-Chairman:
AMEDEO BALBONI - Consigliere sig

Relatori Generali/Main Speakers:
FRANCESCO GALLAVRESI - RODIO S.p.A., Milano
HANS L. JESSBERGER - INTERNATIONAL COMMISSION ON
GROUND FREEZING, Bochum

Correlatori/Co-Speakers:
PETER HUEBNER - SBB CFF FFS SHWEIZERISCHE
BUNDESBAHNEN, Zürich
FEDERICO GERVASO - LODIGIANI S.p.A., Milano
HEINZ WIND - PHILIPP HOLZMANN, Neu-Isenburg

SESSIONE F SESSION F

Interventi conservativi / Actions for Preservation

Presidente/Chairman:
PIERO OGNA - Direttore Generale, MM STRUTTURE ED
INFRASTRUTTURE DEL TERRITORIO S.p.A., Milano

Co-presidente/Co-Chairman:
FELICE PICCO - Consigliere sig

Relatori Generali/Main Speakers:
RAFFAELE COTZA - UNIVERSITÀ DI CAGLIARI
PIERRE HABIB - ECOLE POLYTECHNIQUE, Paris

Correlatori/Co-Speakers:
FRANCESCO PAOLO ARSENA - F.S., Roma
ENZO LUONGO - CONSORZIO GIEMME, Milano
ALESSANDRO FOCARACCI - ROCKSOIL S.p.A., Milano

CONTENUTO DEI VOLUMI
CONTENTS OF VOLUMES

Volume I

Sessione A: Armatura dei terreni

Session A: Ground Reinforcing

Sessione B: Iniezioni

Session B: Grouting

Volume II

Sessione C: Jet-grouting

Session C: Jet-grouting

Sessione D: Drenaggi

Session D: Drainage

Sessione E: Congelamento

Session E: Freezing

Sessione F: Interventi conservativi

Session F: Actions for Preservation

Volume III

Relazioni di apertura e chiusura, interventi e discussioni

Opening and closing reports, discussions and interventions

INDICE DELLE COMUNICAZIONI

INDEX OF COMMUNICATIONS

Sessione C

JET-GROUTING

Relazioni Generali/General Reports

R. Casale - Il consolidamento mediante jet-grouting nelle realizzazioni in sotterraneo/*Soil and rock improvement by jet-grouting in underground works* pag. 3

M. Shibazaki - The State of Art in Jet-grouting/*Lo stato dell'arte nel jet-grouting* " 19

Co-relazioni/Co-reports

G. Calcerano - Jet-grouting: il punto di vista della stazione appaltante/*Jet-grouting: the Owner viewpoint* " 49

G. Golinelli - Il jet-grouting: aspetti organizzativi, risvolti programmatici, economici e di sicurezza antinfortunistica per le maestranze/*Jet-grouting: site plants installation, planning, economical and workmanship safety aspects* " 59

A. Sanella - Jet-grouting: aspetti operativi generali; utilizzo in galleria e considerazioni sull'impiego di boiacche con sabbia/*Jet-grouting: general operative considerations; tunnel applications and sand-slurry aspects* " 69

C1 - G. Barla, U. Rabagliati, C. Fidato, T. Cavalli - Misure e controlli per la progettazione degli interventi di consolidamento con jet-grouting della galleria Valsesia
Observation and monitoring for the design of stabilization measures by the jet-grouting method at the Valsesia Tunnel " 93

C2 - A. Bertoli, A. Leone, V. Lombardi - Aspetti tecnici e realizzativi di un sottopassaggio ferroviario ad un binario, attraverso l'esistente rilevato della linea "Tirrenica", a La Spezia, realizzato con limitato spessore di copertura e senza interruzione del traffico ferroviario/*Technical problems due to the realization of a rail-way, single track, underpass, crossing the existing embankment of the "Tirrenica" railway line, at La Spezia. This underpass has been realized with a very limited overburden thickness and without any railway traffic break* " 107

Co-relazioni/Co-reports

- P. Dalmaso, G. Braga** - Drenaggi nelle realizzazioni di opere in sotterraneo: ruolo e competenze della committenza/*Drains in the realization of underground works: role and competences of the Owner* pag. 293
- R. Bonasso** - L'aspetto imprenditoriale negli interventi di drenaggio/*Drainage works from the contractor's point of view* " 303
- A. Paviani** - L'impresa specializzata e la realizzazione dei drenaggi/*The specialized contractor and the installation of drains* " 309
- D1 - S. Chisari, R. Cigna, G. Conte** - Il consolidamento dei terreni argillo-limosi mediante elettrodrenaggio (geo-osmosi). Metodi di progettazione/*Improvement of clayey-silty soil by means of electro-draining (geo-osmosis). Design methods* " 333
- D2 - Garnier, Pierron, Botte, Lebert, Giafferi, Vaskou** - Javanon Tunnel. Buech development. Exceptional geological difficulties encountered when boring with a tunnel boring machine and adopted provisions/*Galleria di "Javanon" . Impianto di Buech. Difficoltà geologiche eccezionali incontrate durante lo scavo mediante tunneler e provvedimenti adottati per superarle* " 357
- D3 - S. Zak** - Examination of drainage effectiveness of soils by means of gravity-vacuum wells/*Analisi dell'efficacia dei drenaggi mediante pozzi a vuoto per gravità* " 367
- D4 - F. Zerilli, S. Campostrini** - Scavo di una galleria in sabbie fluenti. Interventi speciali di consolidamento e drenaggio/*Tunnel excavation in running sandy material. A situation of grouting and drainage* " 373

Sessione E

**CONGELAMENTO
FREEZING**

Relazioni Generali/General Reports

- F. Gallavresi** - Il congelamento artificiale del terreno. L'esperienza italiana/*Artificial soil freezing. The Italian practice* pag. 401

H.L. Jessberger - Soil Freezing/Il congelamento del terreno	pag. 417
<i>Co-relazioni/Co-reports</i>	
P. Hübner - Zurich S-Bahn - Owner's view of the freezing method/S-Bahn, Zurigo - Esperienze fatte col metodo del congelamento, nell'ottica dei committenti dei lavori	" 455
F. Gervaso - L'applicazione della tecnica di congelamento in galleria per risolvere una difficile situazione di scavo. Aspetti tecnici e programmatici dell'intervento/Application of the ground freezing method to solve a difficult problem of tunnel excavation. Technical and organizational aspects of the treatment	" 469
H. Wind - Site organization of ground freezing. Criteria and recommendations/Organizzazione del cantiere per il congelamento del terreno. Criteri e raccomandazioni	" 477
E1 - E. Mongilardi, E. Arini - Il congelamento del terreno ha risolto difficili situazioni di scavo sotto falda nel lotto 2B della linea 3 della metropolitana milanese Ground freezing solved difficult tunnelling problems at Milan metro Lot 2B Line 3	" 489

Sessione F

INTERVENTI CONSERVATIVI ACTIONS FOR PRESERVATION

<i>Relazioni Generali/General Reports</i>	
R. Cotza - Interventi conservativi/Actions for preservation	pag. 501
P. Habib - Interventi conservativi/Actions for preservation	" 511
<i>Co-relazioni/Co-reports</i>	
F.P. Arsenà - Interventi conservativi: riflessi sulla committenza/Actions for preservation: influence on the Customer	" 521
E. Luongo - Interventi conservativi: aspetti imprenditoriali Actions for preservation: aspects concerning the Contractor	" 525
A. Focaracci - Interventi conservativi: aspetti riguardanti l'Impresa specializzata/Actions for preservation: aspects concerning the special Contractor	" 531

- F1 - F.P. Arsenà, A. Focaracci, P. Lunardi, A. Volpe - La prima applicazione in Italia del pretaglio meccanico/*First application in Italy of mechanical pre-cutting* pag. 549
- F2 - S. Caldini, V. Pantaleone - Problematiche contrattuali relative ai lavori in sotterraneo. Esperienze riportate nella costruzione delle gallerie della "Direttissima" Roma-Firenze nella tratta Arezzo Sud-Figline Valdarno *Contractual problems in underground works. New experiences from tunnel excavation in Direct Rome-Florence Railway in the stretch from Arezzo to Figline Valdarno* " 557
- F3 - P. Lunardi - Aspetti progettuali e costruttivi nella realizzazione di gallerie in situazioni difficili: interventi di precontenimento del cavo/*Tunnel design and construction for difficult situations: cavity pre-confinement methodologies* " 567
- F4 - P. Lunardi, E. Luongo, M. Micheluzzi, E.M. Pizzarotti, A. Testa - Un metodo costruttivo conservativo e di precontenimento del cavo per grandi cavità in terreni difficili/*A great cavity building technology for loose soils which allows the confining ground pressure to be maintained* " 581

GENERALI
GENERAL CASES

- G1 - A. Chisari, P. Fiorentino, G. Podestà - Variante di Valico Appenninico tra Firenze e Bologna. Studio delle metodologie esecutive della galleria di base alla luce delle indagini esperite/*Variant of an Apennine pass between Florence and Bologna. A methodology study for the construction of the base tunnel in the light of investigations carried out* pag. 593
- G2 - A. D'Amato, B. Pigorini, A. Serra - I fornelli in galleria: problematiche nella scelta tra preconsolidare o affrontare l'incognita geologica/*Gravity falls of blocks in tunnel excavations: problematic choice between the rock mass systematic reinforcement or facing the risk of geological unknown conditions* " 607

- G3 - A. Dragotti, G. Nebbia - L'ispezione e la manutenzione delle gallerie autostradali: apporto della sorveglianza sui nuovi criteri di progettazione/*Inspection and maintenance of tunnels. Surveillance and new design criteria* pag. 619
- G4 - R. Mancini, M. Cardu, S. Pelizza, A. Mahtab - Minimizing damage to rock around excavation using controlled blasting/*Minimizzare il danneggiamento della roccia attorno agli scavi con l'abbattimento controllato* " 631
- G5 - S. Pelizza, N. Innaurato, D. Peila, R. Mancini, G. Carosso - Analisi del concetto di "fattore di sicurezza" con riferimento alle opere di sostegno delle gallerie *Analysis of the concept of safety factor with reference to tunnel support* " 647
- G6 - P. Ricci - Gallerie sull'attraversamento della dorsale calabra fra Gioiosa Jonica e Rosarno/*The tunnels of the Gioiosa Jonica-Rosarno link across the Calabrian Mountains* " 667
- G7 - P. Ricci, S. Oliva - Le gallerie nella tratta Arezzo Sud-Figline Valdarno sulla linea "Direttissima" Roma-Firenze *The construction of the tunnels on the last stretch Arezzo Sud-Figline Valdarno of the high-speed rail link "Direttissima" between Rome and Florence* " 677