

Anno 26 n° 100

www.gmassdiamante.com

DIAMANTE

◆ APPLICAZIONI & TECNOLOGIA ◆

70 years discovering new horizons.



 **SORMA**
DIAMOND & CUTTING TOOLS

1950-2020
ANNIVERSARY

HIGH QUALITY SINTERING



ELETTRON Progetto Energia s.a.s.

Via Ceno, 23 - 29122 PIACENZA (ITALY)
Tel. +39 0523 617752 - Fax +39 0523 571296
www.hp.elettron.net - email: info@hp.elettron.net

HP100

SUPREME Project Workshop

Want to learn about innovative ways of improving the sustainability of powder metallurgy processes?

The SUPREME project aims at optimising powder metallurgy processes throughout the value chain, focusing on a combination of fast growing industrial production routes and advanced ferrous and non-ferrous metals. Join the intensive one-day workshop to learn about its main achievements!

The SUPREME experts' workshop will cover a vast range of subjects including:

- Production processes
- 3D manufacturing
- Real time monitoring of energy and resource efficiency
- Use-cases & impact demonstration
- Life cycle assesment & eco-innovation

Registration Deadline: 4 November 2020

Event Date: 26 November 2020

Standard Registration: €50

Location: Bonn, Germany



© GKN Sinter Metals Engineering GmbH

Find out more and book your place at : www.supreme-project.com



This project has received funding from the European Union Horizon 2020 Programme (H2020) under grant agreement no. 768612



Powder and Hard Metal Module

12-16 October 2020 | Gothenburg, Sweden



PM Life.
LIFELONG LEARNING IN POWDER METALLURGY

Hosted by Chalmers University, the module covers both fundamental aspects as well as industrial practice given by experts from academia, research institute and industry. The module includes state-of-the-art lectures on metal powders and hard materials. The week in Gothenburg also includes a study visit to powder fabrication plant including lab and plant tours and presentations at site.

TRAINING FEES*

Module:

Regular: €2,000

Academics: €1,000

Individual (unemployed): €400

Module Plus 3 Week Internship:

Regular: €3,000

Academics: €1,500

Individual (unemployed): €600



Find out more information at: www.pmlifetraining.com/powder-and-hard-metal



*The fee for each module includes course materials, accommodation, refreshments during the day, two evening meals per module as well as materials and training. Participants will need to arrange and pay for their own travel to and from the hotel at the start and end of each module (i.e. air, rail and car transport is not included). The fees depend on the status of the participant ("regular" industrial, academic, individual).

With PM Life you can choose to register for one module or save up to €1,000 when registering for multiple modules. For more information visit www.pmlifetraining.com/register/fees

REGISTRATION DEADLINE 12 September 2020

Email: dn@epma.com | Website: www.pmlifetraining.com

CD 103 SILENT DIAMOND BLADE

Silent Diamond Blade CD 103 is one of the most successful products in the range of diamond cutting tools offered by Cuts Diamant. It's a blade, suitable for dry and wet cutting, able to minimize noise during cutting.

- Granite
- Concrete
- Reinforced Concrete
- Cured Concrete
- Refractory Bricks



Download our free App



CUTS DIAMANT

CD 114 Multipower



It's finally arrived on the market a special blade of high performance, that replaces the traditional abrasive blades for cutting a great variety of materials.

Floor Cutter MC 450



Quick release system for diamond core bits






BELZONA®
Repair • Protect • Improve
AUTHORIZED DISTRIBUTOR

 **BELZONA®**
SERVICE

PIONEERING INDUSTRIAL REPAIR AND PROTECTION SINCE 1952
Polymeric Engineering Composites and Protective Coatings



BS Srl - Via XV Febbraio 1945, 21a - Follo (SP) - Tel.: +39 0187 599109
info@bsitalia.net - www.bsitalia.net

dal 1977



INTERMETAL

Polveri metalliche e additivi per la produzione di utensili diamantati

Polveri Metalliche

- Polveri di Cobalto
- Polveri di Tungsteno
- Polveri di Carburo di Tungsteno
- Polveri di Carburo Fuso di Tungsteno
- Miscele di Cobalto/Carburo di Tungsteno
- Polveri Prelegate Next®
- Polveri Prelegate Keen®
- Polveri Prelegate Step®
- Polveri Prelegate Cobalite®
- Polveri di Bronzo
- Polveri di Rame
- Polveri di Stagno

- Polveri di Ferro
- Polveri di Nichel
- Polveri di Alluminio
- Polveri di Argento
- Polveri di Titanio
- Polveri di Zinco
- Polveri di Molibdeno

Additivi

- Polvere di Grafite
- Glicole
- Leganti per Granulazione
- Lubrificanti in Polvere per Miscelazione

supporto tecnico

Offriamo consulenza tecnica specializzata per la progettazione dei Vostri utensili diamantati, accompagnandoVi durante il processo di produzione. Possiamo garantirVi un accurato controllo sulla qualità finale dei Vs. utensili per mezzo di analisi micrografiche, prove meccaniche, analisi al SEM, analisi chimiche, prove di durezza.

Intermetal s.r.l.

Sede legale e magazzino
Via Aquileia 45 H, 20092
Cinisello Balsamo (MI)

Tel. (+39) 02 6411471 | (+39) 0585 488068
Fax. (+39) 02 6430114 | (+39) 02 66103092
(+39) 02 66104833 | (+39) 0585 1901401

infosrl@intermetal.it
intermetal@pec.intermetal.it
www.intermetal.it
P.I.: 10576000151

SOMMARIO

Primo Piano / *In the Spotlight*

- 10** Soluzioni polimeriche Belzona
Belzona, pioneering industrial repair and protection
- 12** 70 candeline per Sorma
70th anniversary for Sorma

Utensili Diamantati / *Diamond Tools*

- 20** Valutazione delle prestazioni di tagliatrici a filo diamantato mediante analisi sperimentali in cave di marmo
Evaluation of the performance of diamond wire cutters by means of experimental analyzes in marble quarries

Diamante Industriale / *Industrial Diamond*

- 40** Metodi di analisi della qualità del diamante sintetico per impieghi industriali
Quality analysis methods of synthetic diamonds for industrial use
- 50** Grane di diamante monocristallino per il settore edile: applicazioni e caratterizzazione
Single-crystal diamond grit in construction: applications and characterization

Macchine Utensili / *CNC Tool Machines*

- 66** Premi UCIMU 2019: sono 8 i premiati per la 43esima edizione
- 68** Monitoraggio remoto di macchine utensili interconnesse nelle imprese 4.0 / *Remote monitoring of interconnected CNC Tool Machines in industry 4.0*

L'editore garantisce la massima riservatezza dei dati forniti dagli abbonati, che saranno utilizzati esclusivamente per l'invio della pubblicazione, e la possibilità di richiederne gratuitamente la rettifica o la cancellazione.



Immagine di Copertina / Cover Page
"70 years discovering
new horizons"
by SORMA

Pubblicazione Trimestrale
100° Edizione - Marzo 2020

ISSN 1824-5765

In Copertina / Cover page:

SORMA SPA
Via Don F. Tosatto, 8
30174 Venezia-Mestre (VE) - Italy
Tel.: +39 041 959616
info@sorma.net
www.sorma.net

Editore / Publisher
Editorial and Advertising Office
G&M Associated Sas
Via Caracciolo n° 26
20155 Milano - Italy
Tel. & Fax +39 02 314460
www.gmassdiamante.com
info@gmassdiamante.com

Direttore Responsabile:
Renata Marchi

Progettazione, Grafica, Traduzioni
a cura di: **G&M Associated Sas**

Hanno collaborato:

N. Auletta
S. Bianchini
M. Cardu
N. Careddu
N.F. Castro
N. Chiavatti
P. Fresia
S. Huth
T. Klein
P. Lubatti
S. Moseley
S. Nailer
C.C. Peiter
e gli Autori citati.

Stampa: CPZ Spa,
Costa di Mezzate (BG)

Autorizzazione del Tribunale di
Milano n° 454 del 18 novembre 1993

Registro Operatori di Comunicazione
n° 33624 (ex Registro Nazionale
della Stampa n° 454 del 18 ottobre
1993).

Spedizione in abb. postale 45% -
art. 2 comma 20/b legge 662/96



CONTENTS

Tutti i diritti di riproduzione e traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. È vietata la riproduzione, anche parziale, degli articoli senza l'autorizzazione dell'Editore e delle dovute referenze. Manoscritti, disegni, fotografie e altro materiale inviato in redazione, anche se non pubblicato, non saranno restituiti. L'Editore non si assume alcuna responsabilità per le opinioni e per le idee espresse dagli autori né per i contenuti pubblicitari degli inserzionisti.

L'Editore G&M Associated Sas ai sensi dell'art.13 del D. Lgs n° 196/2003 e dell'articolo 2 (comma 2) del Codice di deontologia professionale relativo al trattamento dei dati personali nell'esercizio dell'attività giornalistica, rende nota l'esistenza presso la sede di Milano, Via Caracciolo 26, di una banca-dati ad uso redazionale utilizzata esclusivamente per le finalità previste dalle leggi vigenti. Per esercitare in qualsiasi momento i diritti previsti dal suddetto D. Lgs. gli interessati potranno rivolgersi a G&M Associated Sas, titolare del trattamento dei dati, scrivendo a info@gmassdiamante.com.

All rights for any form of reproduction or translation of contents are reserved.

The reproduction of an article, or part of it, without permission of the Publisher and due references is forbidden.

The Publisher assumes no responsibility for opinions expressed in editorial articles or advertisements. Any manuscripts, photographs or other material received will not be returned even if published.

In compliance with the provisions regarding the safeguard of personal data (D.lgs. [legislative decree] no. 196/2003, c.d. Code concerning protection of personal data), G&M Associated Sas wishes to inform you that personal data provided will be dealt with according to the principles of correctness, legality and transparency.

News ed Eventi / News and Events

- 77** Storia del Global Stone Congress
History of the Global Stone Congress

Decostruzione / Concrete Cutting

- 84** Niente è impossibile. Un contractor CSDA riesce a completare in anticipo un progetto di rinnovamento sul fiume Allegheny
Dam these boys are good. CSDA contractor completes Allegheny river lock restoration project ahead of schedule

Subscription Diamond Estimators

Italy - Europe	Euro 150,00
U.S.A. - Africa - Asia	Euro 180,00
Oceania	Euro 200,00



Inserzionisti / Advertisers

INS.1	ATAL	4	INTERMETAL	49	XIAMEN STONE FAIR 2020 - Xiamen
3	BELZONA	INS.2	LINBRAZE	45	Schede Tecniche Vademecum
69	BIMU 2020 - Milano	51	MARBLE - Izmir	75	Schede Tecniche Vademecum
3	BS ITALIA	41	MARMOMAC 2020 - Verona	92	Schede Tecniche Vademecum
2	CUTS DIAMANT	39	MBN NANOMATERIALIA		
INS.2	EPMA 2020 - Virtual Congress	9	MEGA DIAMANT		
7	FRATELLI MILANO	19	MWS FORNI	I COP.	SORMA SPA
15	FORUM UNIVERSO DIAMANTE	17	RAW TECH	II COP.	ELETTRON
INS.1	G.B. F.LLI BERTONCELLO	21	SAGWELL USA	III COP.	SAIE 2020 - Bologna
18	GIC 2020 - Piacenza	1	SUPREME PROJECT BY EPMA	IV COP.	POLIGEM



Fratelli Milano S.r.l.

Machines for the production of diamond tools



FRATELLI MILANO S.R.L.
 Frazione Vai, 1/b
 10084 Forno Canavese (TO) - Italy
 Tel. +39 0124 77266

MARMO+MAC
 THE BIGGEST STONE + DESIGN + TECHNOLOGY TRADE FAIR
 30 SETTEMBRE | 03 OTTOBRE 2020 Verona, Italy

www.fratellimilano.com



SCIENTIFIC COMMITTEE



The Diamante A&T Scientific Committee is composed of professors, researchers, engineers and consultants covering the various areas of activities of the stone industry. They are all widely renowned experts with distinguished academic credentials. The different professional backgrounds, disciplines and areas of specialization provide for a balanced composition of the Committee allowing for fruitful synergies within the Committee.

PRESIDENT

Oswaldo Cai, Research and Development Consultant in Diamond Tools Production and Applications, Torino, Italy.

MEMBERS

Marco Actis Grande, Full Professor in Metallurgy, Rector's Advisor for the Alessandria Campus, Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino, Italy.

Ozgur Akkoyun, Associate Professor, Faculty of Engineering, Department of Mining Engineering, Mining Division, Dicle University, Diyarbakir, Turkey.

Augusto Bortolussi, Senior Researcher, Department of the Institute of Environmental Geology and Geoengineering, National Research Council of Italy, Cagliari, Italy.

Roberto Bruno, Professor of Research and Study Center on Mining Engineering, Department of Civil, Chemical, Environmental and Materials Engineering, University of Bologna, Italy.

Marilena Cardu, Associate Professor, Excavation Techniques, Environment, Land and Infrastructures Department, Politecnico di Torino, Italy.

Nicola Careddu, Associate Professor in Dimension Stone Quarrying and Processing, Civil, Environmental Engineering and Architecture Department, University of Cagliari, Italy.

Luigi Carrino, Professor of Manufacturing Processes and Systems, Department of Chemical, Materials and Production Engineering, University of Naples "Federico II", Italy.

Leonardo Luiz Lyrio Da Silveira, Geologist, Centro De Tecnologia Mineral, CETEM-MCT, Rio de Janeiro, Brasil.

Marcello Filgueira, Full Professor, Advanced Materials Lab., Northern Fluminense State University, Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil.

Iñigo Iturriza, Principal Researcher, Materials Department, CEIT, Donostia/San Sebastián, Spain.

Lucyna Jaworska, Professor of Materials Science at the Institute of Advanced Manufacturing Technology and at AGH, University of Science and Technology of Krakow, Poland.

Janusz Konstany, Professor of Materials Science at AGH, University of Science and Technology of Krakow, Poland.

Michele Lanzetta, Associate Professor of Manufacturing Processes and Systems, Department of Civil and Industrial Engineering, University of Pisa, Italy.

Seppo Leinonen, Geologist, Geological Survey of Finland, GTK, Kuopio, Finland.

Alberto Molinari, Professor of Metallurgy, Department of Industrial Engineering, University of Trento, Italy.

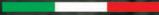
Fabrizio Memola Capece Minutolo, Associate Professor of Manufacturing Processes and Systems, Department of Chemical, Materials and Production Engineering, University of Naples "Federico II", Italy.

Piero Primavori, Dimension Stone International Consultant.

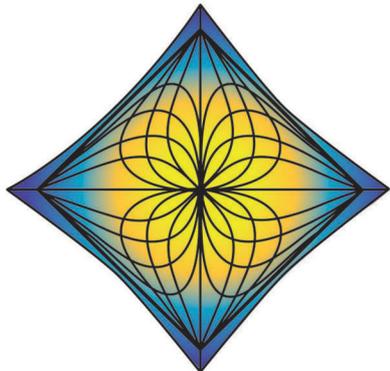
Mario Rosso, Professor of Metallurgy, Department of Applied Science and Technology, Politecnico di Torino, Italy.

Wolfgang Tillmann, Professor of Materials Engineering, Institute of Materials Engineering, TU-Dortmund University, Germany.

Sandro Turchetta, Assistant Professor of Manufacturing Processes and Systems, Department of Civil and Mechanical Engineering, University of Cassino and southern Lazio, Cassino, Italy.



ALIENS AT WORK



MEGA DIAMANT

Diamond Wire Technology

contact: +39 338.1800375

www.megadiamant.com





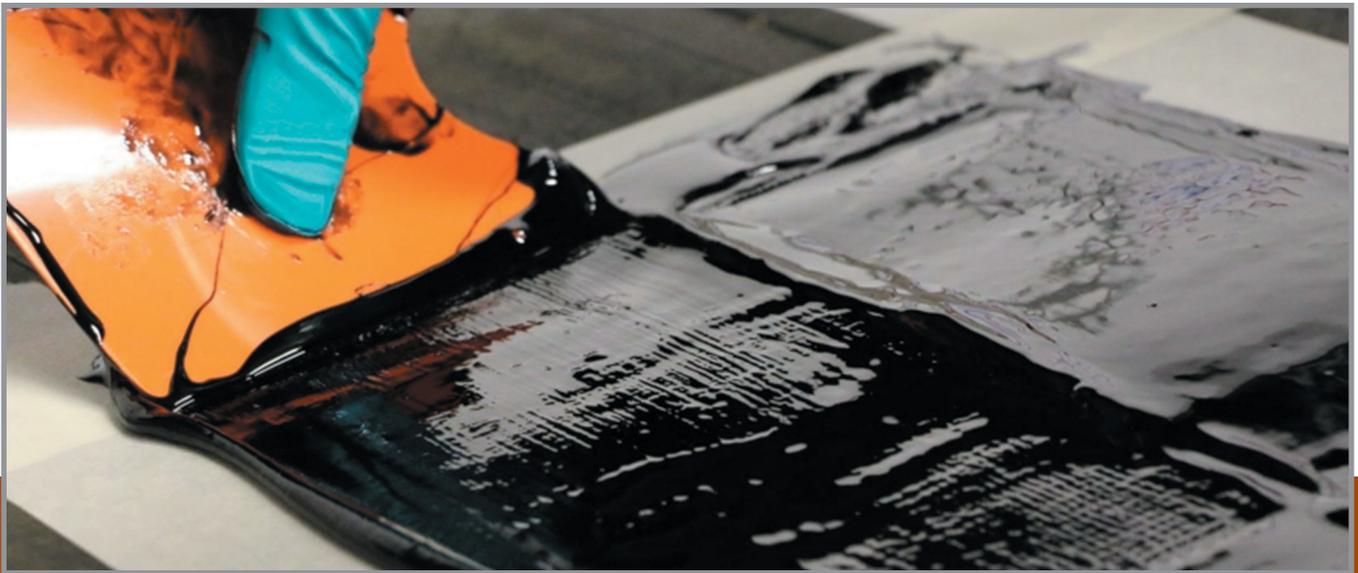
Soluzioni polimeriche Belzona

Fondata nel 1952, Belzona è tra le aziende leader a livello mondiale nella produzione di compositi e rivestimenti polimerici

Con oltre 60 anni di continua innovazione e ricerca, Belzona ha sviluppato un'ampia gamma di prodotti volti alla riparazione e alla protezione di apparecchiature in tutti i campi dell'industria.

All'interno del range di prodotti, la Serie 2000 Belzona comprende la gamma dei cosiddetti polimeri flessibili, elastomeri in grado di offrire eccezionali proprietà di resistenza ad abrasione e usura.

Applicati a freddo per colata, a spessore o semplicemente come rivestimento, questi polimeri garantiscono protezione e resistenza ai fenomeni erosivi-corrosivi, unitamente ad elasticità e tenacità anche nelle più severe condizioni di esercizio. Da oltre 30 anni BS Srl, unico distributore autorizzato sul territorio italiano della gamma di prodotti Belzona, collabora con i produttori di macchine da taglio e fili diamantati per la fornitura e l'assistenza all'utilizzo degli elastomeri



Belzona, pioneering industrial repair and protection

Founded in 1952, Belzona is a global designers and manufacturers of polymeric composites and coatings

Founded in 1952, Belzona is a global designers and manufacturers of polymeric composites and coatings that offer top quality materials combined with the technical know-how, expertise and service required to meet the demands of a variety of industries.

As a result of over 60 years of continuous development, Belzona provides a complete range of innovative repair and protection systems for all types of machinery and equipment. New equipment can also benefit from the application of a Belzona systems as an alternative to traditional methods of

production and protection.

Within the wide range of belzona products, the 2000 Series is specially designed in production and development of flexible polymers.

Rebuilding, coating and casting grade elastomeric materials for the repair and protection of components, where high elasticity and toughness is required.

These durable composites are cold-applied with simple tools, cure at ambient temperatures and offers outstanding properties of resistance against abrasion, erosion and wear.



Belzona impiegati nei processi di gommatura. Oltre a garantire un eccezionale ancoraggio delle perle diamantate, l'elastomero in gomma protegge a lungo termine la matrice metallica del filo dai fenomeni corrosivi e dagli effetti dello sfregamento. Grazie alle proprietà meccaniche di resistenza ad usura, abra-

sione e corrosione oltre all'essenziale flessibilità, i prodotti Belzona Serie 2000 consentono di produrre fili gommati di altissima qualità prolungandone la vita utile e minimizzando i tempi di fermo impianto e riducendo i relativi costi di manutenzione e di sostituzione.

www.bsitalia.net

For more than 30 years Bs Srl, as the only authorized distributor in the Italian territory of the Belzona product range, collaborates with cutting machines and diamond wires manufacturers for the supply and assistance in the use of elastomers used in rubberizing processes.

In addition to ensuring a better fixing of the diamond beads on the wire, rubber offers protection of the carrier wire from corrosion and from the gringing effect of the material to be cut.

Due to outstanding properties, Belzona 2000 Series guarantee high resistance to aging, wear, abrasion and corrosion, beyond the essential wire flexibility even under extreme conditions of application.

All this allows to produce top quality rubber wires, extending service life and minimizing downtime, labour and replacement costs.





70 candeline per Sorma

L'azienda italiana Sorma, leader nella distribuzione di utensili per la lavorazione di pietra e vetro e per l'industria meccanica, festeggia i 70 anni di attività

Partita nel 1950 da Venezia, Sorma è oggi una realtà che opera in 57 Paesi e conta oltre 100 dipendenti tra staff commerciale e amministrativo, logistica e forza vendita. Il nome Sorma deriva dall'unione dei cognomi dei due coniugi fondatori, Alberico Sorgato e Zoe Marano. La sua storia è iniziata a stretto contatto con il distretto di Murano con la fornitura di mole abrasive e utensili diamantati per la lavorazione del vetro. Anno dopo anno, Sorma è cresciuta e ha intrapreso l'avventura nel comparto della meccanica con la partnership di grandi aziende giapponesi, quali Yamawa e Kyocera, con le quali collabora tuttora.

Nel tempo l'azienda si è ritagliata il ruolo di protagonista innovativo nel campo degli utensili abrasivi, introducendo, per prima in Italia, la tela diamantata flessibile: utilizzata in prima battuta nell'ottica, è stata poi applicata con successo alla pietra, al vetro, all'aerospaziale e in molti altri settori industriali.

I 70 anni trascorsi hanno trasformato e visto crescere costantemente una realtà che, sul solco della secolare tradizione commerciale veneziana, è partita dalla Laguna per tessere rapporti con persone e aziende provenienti da tutto il mondo.

Proprio il territorio di origine è sempre stato una spinta



70th anniversary for Sorma

Sorma, an Italian leading company in distribution of tools for machining stone and glass and tools for metalworking industry, celebrates its 70 years in business

Launched in 1950 in Venice, Sorma is a corporation that works in 57 countries and has 100 employees including Office Workers, Logistics and Sales Team. The name Sorma takes originates from the combination of two founders' family names, Alberico Sorgato and Zoe Marano. Its history began closely related to the Murano island with the supply of abrasive wheels and diamond tools for machining the prestigious Murano Glass. Sorma has constantly grown, year after year, and started its business in the metalworking industry in partnership with

some important Japanese companies, such as Yamawa and Kyocera, which Sorma is currently still working with. Over the years, Sorma has been playing a leading, innovative role in the field of abrasive tools, introducing, first in Italy, the flexible diamond cloth: mainly employed in the past in the optical industry, diamond cloth is now successfully used in several sectors, like stone and glass machining, aerospace and many other manufacturing industries. In the last 70 years Sorma got changed and raised its business, keeping alive the ancient Venetian commercial tradition



La gamma di utensili diamantati Sorma / The wide range of diamond tools by Sorma

dinamica verso un continuo rinnovarsi e cercare strade meno battute, nei periodi prosperi, così come nei periodi di difficoltà.

L'essenza di azienda gestita dalla stessa famiglia che l'ha fondata ha sempre garantito a Sorma una continuità e una trasmissione di esperienze da una generazione all'altra, che ha contribuito a creare un microcosmo di serenità e

operosità.

In sette decenni in cui tante cose sono cambiate, ce ne sono altre che sono rimaste un punto fermo transgenerazionale: i valori etici.

Parole come onestà, trasparenza e sostenibilità trovano applicazione concreta nel lavoro svolto quotidianamente da tutte le persone che lavorano in azienda.

of building constructive relationships with people and companies coming from all over the world.

The homeland has always been a fundamental boost to be innovative and to explore new horizons, both in prosperous and in difficult periods. Sorma has always been a family company, led by the heirs of the couple of founders: experiences has been handed down through generations, creating a virtuous circle of serenity and industriousness.

In 7 decades many things has changed, but some others remains a transgenerational staple: the ethical values.

Words like "honesty", "transparency" and "sustainability" turn into concrete application in the daily activity of all people who work for the company.

"The history of Sorma is the history of all people who contribute to its development and growth", says Arturo Sorgato, President of Sorma and son of the founders.

"We have always aimed to build a strong and long-lasting relation with our employees, based on transparency and shared responsibility. Thanks to this philosophy, the company has always been strong, even in the most difficult periods. This way of acting allowed us to be trusted by all people we everyday work with: our Team, our Partners, our Customers. When someone says "Sorma does business seriously,"



I fondatori della Sorma, Alberico Sorgato e Zoe Marano
The Sorma's founders, Alberico Sorgato e Zoe Marano



“La storia Sorma è la storia delle persone che hanno contribuito al suo sviluppo”, racconta Arturo Sorgato, Presidente Sorma e figlio dei due fondatori.

“Negli anni abbiamo cercato sempre di costruire con tutti i nostri collaboratori un rapporto duraturo, basato su trasparenza e condivisione di responsabilità. Grazie a questa filosofia, l’azienda ha mantenuto una solidità costante nel tempo, anche nei periodi più difficili, e questo nostro modo di operare ci ha permesso di raccogliere la fiducia delle persone con cui ci interfacciamo ogni giorno: la nostra squadra, i nostri partner, i nostri clienti. Ogni volta che sentiamo dire che “Sorma è un’azienda seria”, abbiamo la conferma che stiamo lavorando bene e che dobbiamo continuare su questa strada”.

Guidata dallo stesso spirito pionieristico delle origini, Sorma ha lanciato nel periodo recente prodotti innovativi per il settore degli abrasivi diamantati, che hanno avuto grandi riscontri dal mercato. Tra questi i dischi lamellari Fastline LM, le soluzioni per lucidatura I-dia MX e la serie di dischi elettrodepositati EP.

Fastline LM e I-dia MX insieme formano una squadra vincente per la lavorazione di marmo, granito, gres porcellanato, agglomerati e materiali ultra-compatti sinterizzati: i dischi lamellari Fastline LM per le fasi di sgrossatura e levigatura, i dischi a strappo I-dia MX per una lucidatura perfetta.

La serie di dischi elettrodepositati EP, invece, è progettata per il taglio e la molatura di marmi, pietre calcaree, agglomerati, vetroresina e fibra di carbonio. Questa famiglia di utensili, prodotta interamente nell’Unione Europea, include dischi per il taglio come EDS e EDSK e soluzioni adatte sia al taglio che alla molatura come EDLX, EDLXX e EDSF.

“L’innovazione per Sorma è un filo rosso continuo che in questi 70 anni ha portato l’azienda ad essere protagonista in Italia e oltre i confini nazionali”, ricorda Riccardo Galluzzi, Direttore della Diamond Tools Division Sorma.

“Seguendo e alimentando costantemente questo filo rosso, guardiamo con fiducia verso gli orizzonti futuri e siamo pronti ad affrontare le sfide che ci aspettano”.

www.sorma.net



La sede centrale Sorma a Mestre / The Sorma headquarters in Mestre

we have confirmation that we are working well and that we must hold this course”.

Always inspired by the same original pioneering spirit, Sorma has recently introduced to the market innovative products in the field of diamond abrasive tools, getting a great success on the market: Fastline LM flap discs, I-dia MX polishing solutions, EP electro-plated disc series.

Fastline LM and I-dia make a good team to machine marble, granite, porcelain tile, agglomerate and ultra-compact sintered materials: Fastline LM flap discs for roughing and grinding; I-dia MX QRS discs for a perfect polishing.

EP electro-plated disc series are designed for cutting and

grinding marbles, limestone and materials like engineered stones, fiberglass and carbon fiber. This product line is 100% made in EU and includes discs specific for cutting, such as EDS and EDSK, and hybrid solutions for cutting and milling, such as EDLX, EDLXX and EDSF.

“Innovation is the leitmotif that lead the company to be a winning player on the international market”, says Riccardo Galluzzi, Director of Sorma Diamond Tools Division.

“Keeping in mind this leitmotif, we can look with confidence to the future horizons and we are ready to face all future challenges”.



NUOVE DATE

38^{mo}

CONVEGNO NAZIONALE

AIM

napoli

18-20 gennaio 2021



FORUM UNIVERSO DIAMANTE

SUPERABRASIVI & COMPONENTI ULTRADURI AD USO INDUSTRIALE
TECNOLOGIE & APPLICAZIONI

Con l'incantevole abbraccio del suo golfo, Napoli accoglierà dal 18 al 20 gennaio 2021, il 38° Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Metallurgia AIM e, nel suo contesto, un'ampia Sessione aperta all'Universo del Diamante, Superabrasivi & Componenti Ultraduri.

Il 38° Convegno Nazionale AIM, che si terrà a Napoli presso il Centro Congressi Federico II, in Via Partenope 36, quest'anno prevede un evento speciale. Infatti, un'ampia sessione di lavoro, denominata **"FORUM UNIVERSO DIAMANTE"** sarà dedicata alle Applicazioni Industriali del Diamante, dei Superabrasivi, dei Componenti Ultraduri e, quindi, alle materie prime, alle tecnologie di produzione, agli utensili diamantati e agli impianti e macchine utilizzate per il loro impiego, con uno sguardo alle potenzialità di questi materiali e al loro impatto sulle tecnologie industriali.

Il Forum è organizzato da AIM e dal Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e della Produzione Industriale, sotto l'egida dell'Università degli Studi Federico II ed in collaborazione, come Media Partner, con la pubblicazione Diamante Applicazioni & Tecnologia.

Il programma degli interventi previsti verrà reso noto appena disponibile, con la possibilità di arricchire il soggiorno aggiungendo un tour facoltativo presso il prestigioso Centro Orafo "Il Tari", in Marcianise, Caserta, con le sue 400 Aziende che, dal 1996, vivono un'esperienza di aggregazione unica.

AREE TEMATICHE

Il Forum si concentrerà sull'evoluzione delle applicazioni del Diamante, dei Superabrasivi e dei Composti Utraduri, resa possibile dallo sviluppo dei materiali di base, ma anche richiesta dalla lavorazione di nuovi materiali e dalle pressanti sollecitazioni ambientali.

In particolare, si avrà riguardo ai processi produttivi degli utensili diamantati, ai processi produttivi e ai prodotti in cui essi sono applicati per presentarne le novità, l'efficienza, le sfide energetiche ed ecologiche, come pure la preservazione della salute di operatori ed utilizzatori. Lo sviluppo di tematiche scientifiche e tecniche potrà toccare l'intero mondo del Diamante, dei Superabrasivi e dei Prodotti Utraduri secondo la prospettiva succitata.

Al Link http://www.metallurgia-italiana.net/public/PDF/2020/Forum_TOPIC.pdf è possibile trovare, a solo titolo esemplificativo, un elenco dei materiali di base, dei sistemi e delle applicazioni su cui sviluppare i lavori, anche attraverso Case History.

PRESENTAZIONE DI MEMORIE

Gli interessati a presentare memorie scientifiche per il Forum dovranno inviare gli Abstract entro il 20 luglio 2020, segnalando il titolo della memoria, i nomi degli autori e la loro affiliazione ed un sommario di circa 300 parole.

Sono previsti due modi per sottoporre le proposte di memorie:

- compilando il form online presente sul sito AIM
- inviando tutte le informazioni (titolo, autori con affiliazioni, recapiti del relatore e sommario) a mezzo email: aim@aimnet.it

Gli Abstract dei lavori, da inoltrare entro il 20 luglio 2020, saranno pubblicati nell'edizione di Diamante A&T di settembre che anticiperà la celebrazione dell'Evento anche con l'esposizione del programma definitivo.

Le Memorie presentate, secondo la tempistica e le caratteristiche che verranno comunicate dalla Segreteria AIM in fase di accettazione, saranno integralmente pubblicate in Diamante A&T come Papers del Proceedings del Forum Universo Diamante.



Segreteria organizzativa:

**ASSOCIAZIONE ITALIANA
DI METALLURGIA**

Via Filippo Turati 8 • 20121 Milano MI

Tel. 02-76397770 • Fax 02-76020551

E-mail: aim@aimnet.it



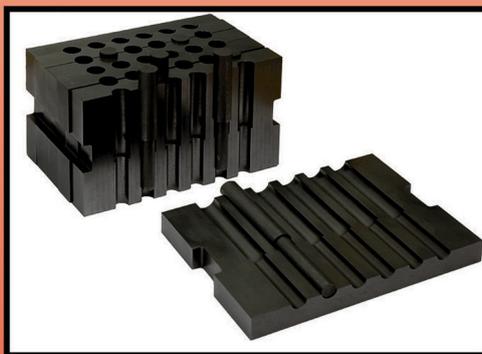
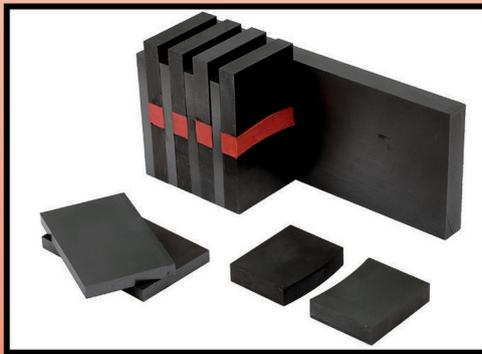
dal 1977

ATAL Srl

progettare e lavorare la grafite

**PRODUZIONE DI PARTICOLARI IN GRAFITE DI ALTA QUALITA'
PER LA SINTERIZZAZIONE DI SEGMENTI DIAMANTATI**

*PRODUCTION OF HIGH QUALITY GRAPHITE PARTS
FOR DIAMOND SEGMENT SINTERING*



Via Libero Grassi, 3/5/7
20056 TREZZO S/A (MI) - ITALY
Tel. ++39 02 90964116
Fax ++39 02 90964096



www.atalgrafiti.com

info@atalgrafiti.com





G.B. F.LLI BERTONCELLO



THE BEST FREE SINTERING BELT FURNACES FOR DIAMOND BEADS, SECTORS, ETC.

HALLMARK FOR FREE SINTERING



- **OXYGEN-FREE DEOXIDIZING ATMOSPHERE**
- **HIGH-PERFORMANCE**
- **HIGH-PRECISION**
- **LOW CONSUMPTION**



Together for innovative solutions

MARMO+MAC

THE BIGGEST STONE + DESIGN + TECHNOLOGY TRADE FAIR

30 SETTEMBRE | 03 OTTOBRE 2020 Verona, Italy

G.B. F.LLI BERTONCELLO S.R.L.

36060 Romano d'Ezzelino - Vicenza - Italy - Z.I. Via Col Roigo, 22

Tel. 0039 0424 31852 Fax 0039 0424 510478

C.F. e P. IVA 01773390248 REA VI - 183383

<http://www.gb-bertoncello.com> e-mail: gb.bertoncello@gb-bertoncello.com

RAW
TECH

METAL POWDERS & INDUSTRIAL DIAMOND

RAW TECH è una società internazionale di trading, specializzata in import ed export di materie prime per le industrie.

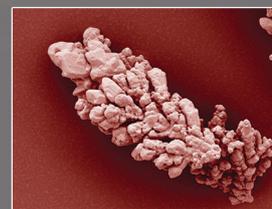
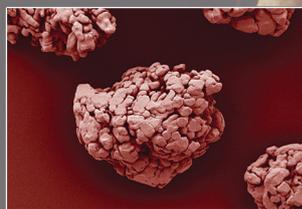
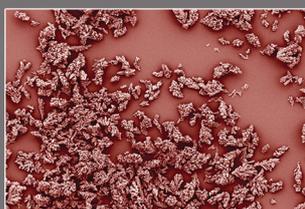
I nostri prodotti primari per l'industria dell'utensile diamantato sono le polveri di Rame, Bronzo e Stagno Makin Metal Powders (UK), Cobalto, Zinco, Nickel in polvere o chips, Tungsteno, Carburo di Tungsteno e diamante industriale.

I processi e i sistemi di produzione sono accreditati sia per ISO 9001 che ISO 14001 e tutti i prodotti sono pienamente conformi al REACH.

RIVENDITORE



MAKIN METAL POWDERS



www.rawtech.it

G&M
STAMPA | GRAFICA | WEB SOLUTIONS

Soluzioni per la vostra comunicazione

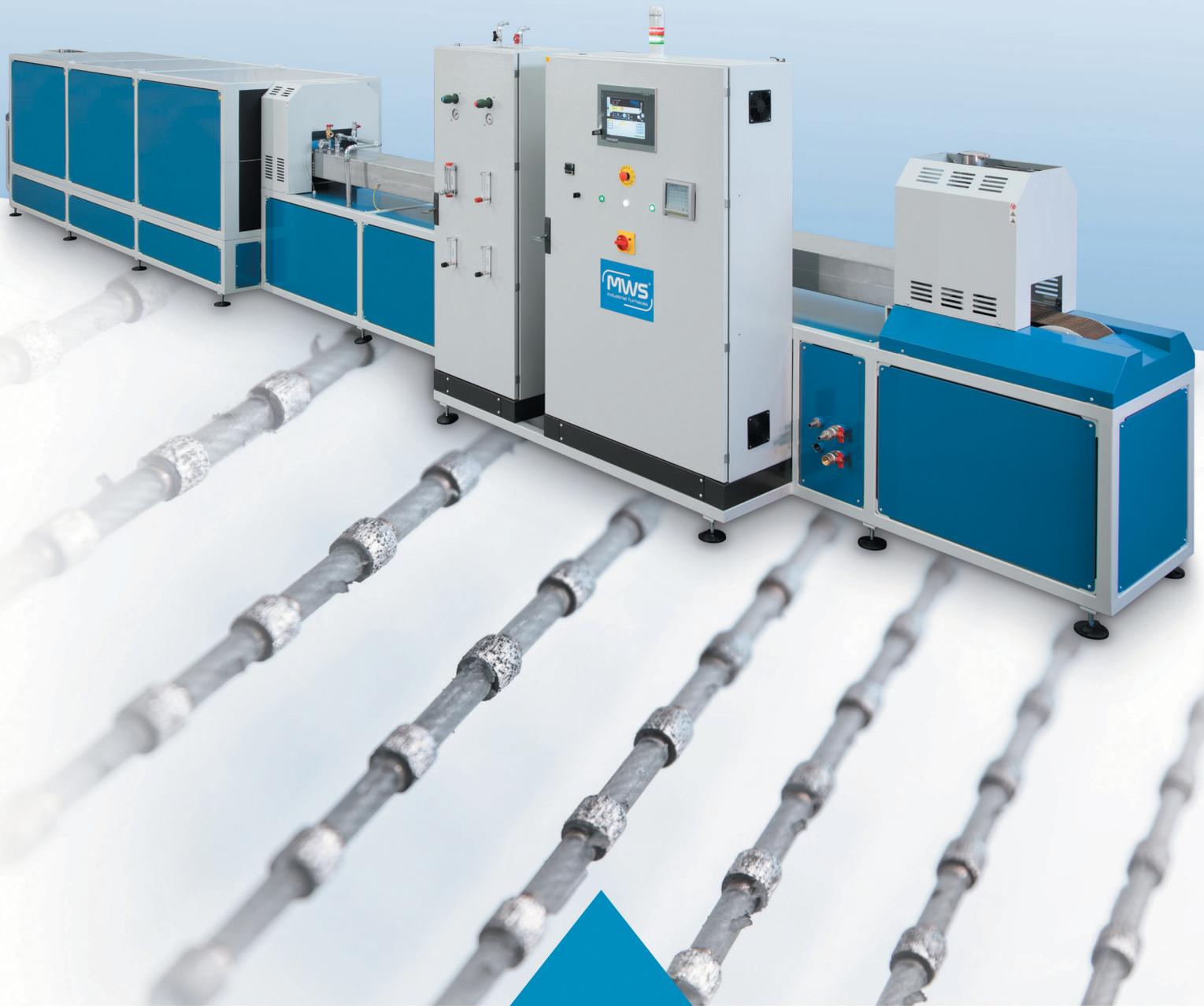
Stampa offset e digitale
Cataloghi, Brochure, Riviste
Banner PVC, Supporti Rigidi
Fidelity Card Personalizzate
Articoli Promozionali
Web Solutions

www.gm-agency.net



LINEA STR

FORNI A NASTRO PER SINTERIZZAZIONE - BELT FURNACES FOR SINTERING



MWS S.r.l. - Forni Industriali
Via Don Peruzzi, 26/G
36027 ROSA' (VI)



Tel 0424 588088
Fax: 0424 219731
info@mwsforni.it

www.mwsforni.it



Valutazione delle prestazioni di tagliatrici a filo diamantato mediante analisi sperimentali in cave di marmo

di Nicola Auletta¹, Stefano Bianchini², Marilena Cardu^{1,3}, Pietro Fresia¹

¹DIATI- Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino

²Ingegnere Minerario, Carrara

³IGG-CNR, Torino

1. INTRODUZIONE

Grazie all'evoluzione delle tecnologie di taglio, la coltivazione del marmo a Carrara ha registrato un incremento notevole negli ultimi 15 anni, in cui la percentuale del totale estratto storicamente ha superato il 20%. La produzione annua si aggira su 1.400.000 t e rappresenta l'attività italiana di maggior rilievo nel settore delle rocce ornamentali, mentre la densità di cave nell'area apuana è di 0,33/km² (7 cave/km² per il solo comune di Carrara) rispetto alla media nazionale che è di 0,02/km² (Coli M. et al., 2002).

Tali risultati sono stati raggiunti soprattutto grazie alle elevate prestazioni delle tagliatrici a filo diamantato, che hanno consentito di adattare i tagli alle condizioni morfologiche dei versanti di cava e di garantire elevate produttività.

Tali macchine sono munite di una puleggia motrice che fornisce il moto di rotazione al filo diamantato; quest'ultimo

è formato da un cavetto di acciaio sul quale sono montate le perline diamantate, utensili a piccolissima profondità di passata che provocano l'asportazione del materiale.

Il filo ha lunghezza di circa 15-20 m per tagli di riquadratura dei blocchi (tagli sul piazzale) e superiore a 60 m per tagli al monte. Il cavetto è unito per formare un "anello" tramite apposite giunte a pressione. Durante i tagli di coltivazione accade che la trazione sul filo sia tale da portare a sfilamento la giunzione o addirittura a rottura lo stesso filo, con conseguenti proiezioni di perline o spezzoni di filo.

In alcuni casi si verifica il "colpo di frusta": a seguito di rottura del filo tra la macchina e il blocco da tagliare, lo spezzone di filo subisce un'ulteriore accelerazione causata dalla rotazione della puleggia motrice che rimane in trazione.

Ciò porta, in alcuni casi, al distacco di parte dell'utensile a velocità di circa 600 km/h (Tantussi G., 2008).

Evaluation of the performance of diamond wire cutters by means of experimental analyzes in marble quarries

by Nicola Auletta¹, Stefano Bianchini², Marilena Cardu^{1,3}, Pietro Fresia¹

¹DIATI- Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture, Politecnico di Torino

²Mining Engineer, Carrara

³IGG-CNR, Torino

1. INTRODUCTION

Thanks to the evolution of cutting technologies, the extraction activity of the Carrara marble has undergone a considerable increase: over 20% of the material historically excavated has been exploited in the last 15 years.

Annual production is around 1,400,000 t and represents the most important Italian activity in the dimension stones sector while the density of quarries in the Apuan area is 0.33/km² (7 quarries/ km² for the municipality of Carrara only) compared to the national average, which is 0.02/km² (Coli M. et al., 2002). These results were achieved thanks to the high performance of the diamond wire cutters, which made it possible to adapt

the cuts to the morphological conditions of the quarries and to guarantee a high productivity.

These machines are equipped with a driving pulley which supplies the rotation to the wire, that is made up of a steel cable on which the diamond beads are mounted, tools with a very small depth of cut which cause the material removal. The wire has a length of about 15-20 m for block squaring and greater than 60 m for upstream cuts. The cable is joined to form a "ring" by means of special pressure joints.

During the exploitation cuts, the traction on the wire can reach values as high as to cause the joint to slip out, or even to break the wire itself, with projections of beads or pieces of wire.

Since 1999

The Leader Of High Quality Micro-nano Ultrafine Metal Powder

- Iron powder
 - Copper powder
 - Pre-alloyed powder
- ▶ High iron-base
 - ▶ Sustitution of
Co powder, Ni powder



SAGWELL is made up of American company, metal powder factory and metal powder materials research center in China.

Looking for distributors
Please contact:
export@sagwell.com

Add: 2325 Pv Drive West# 201,
Palos Verdes Estates, CA 90274

Tel: (424)327-2642

www.sagwellusa.com →



Per quanto riguarda la resistenza del filo, studi precedentemente svolti (Auletta N., 2019) dimostrano che la resistenza a trazione statica di un filo nuovo con diametro pari a 4,9 mm è di circa 1800 kg, mentre la giunzione, mediamente, è in grado di tollerare a sfilamento una trazione di 660 kg, sino a superare i 1200 kg in caso di giunzioni con ottime prestazioni. Tali studi dimostrano, inoltre, che i valori di resistenza a sfilamento rimangono pressoché invariati anche su giunzioni usate. La differenza di prestazioni è essenzialmente dovuta dal fatto che in commercio esistono svariate tipologie di giunzioni, con differenti geometrie, differente composizione metallurgica e differenti trattamenti termici. Non tutti i produttori di filo forniscono anche le giunzioni, per cui esse vengono spesso acquistate separatamente nei negozi di forniture generiche per attrezzature di cava. Le giunzioni, dunque, costituiscono una parte fondamentale del filo diamantato: infatti, sono utensili classificati come "a rotazione rapida" con possibilità di "proiezione di frammenti dell'utensile" (Guida all'applicazione della direttiva macchine 2006/42/CE - §268, Edizione 2.2 - Ottobre 2019 - Caratteristiche essenziali degli utensili).

In caso di rottura dell'utensile, quindi, la tensione del filo raggiunge valori tali per cui la giunzione cede per sfilamento (è difficile che sia la fune metallica a giungere a rottura). Ciò che non è chiaro è, invece, di quanti kgf necessita il filo per effettuare il taglio. Ad oggi, non esistono indicazioni attendibili, ma solo "sensazioni" da parte degli operatori ed è questo il motivo per cui è stata effettuata la pre-

sente ricerca, partendo da una campagna sperimentale in cava. Sono state effettuate misure su 3 tipologie di macchine, in 3 cave differenti, con amperaggio variabile da 30 a 70 A.

I risultati mostrano che un taglio di semplice riquadratura generalmente determina una tensione sul filo di circa 50 kg, mentre il taglio di una bancata al monte richiede circa 115 kg: si tratta di valori ben al di sotto della resistenza a sfilamento di qualunque tipo di giunzione.

Se il filo si rompe, significa quindi che la macchina è in grado di erogare una potenza molto più elevata di quella strettamente necessaria e che, inoltre, tale potenza è erogabile senza alcun controllo sull'integrità dell'utensile.

Nessuna macchina in commercio possiede attualmente un sistema di controllo della trazione, in termini di efficacia, ma, soprattutto, di logica di comando: il controllo è demandato al buon senso dell'operatore.

Con una macchina dotata di un sistema di controllo automatico della trazione, come imposto dalla norma UNI EN 15163:2017 (norma pubblicata da UNI ma non "armonizzata" sulla Gazzetta EU), ossia di un sistema di controllo in feedback a logica PID, sarebbe possibile garantire una riduzione degli strappi, sicuramente annullando quelli causati da un uso troppo "frettoloso" da parte dell'operatore. Rimarrebbero, peraltro, gli strappi causati da parte di frammenti di roccia che si liberano durante il taglio, andando a "rapprendere" e bloccare il filo. In questo caso, anche se il sistema di controllo percepisse l'eccessivo carico sul filo,

In some cases, the "whiplash" occurs: following a breakage of the wire between the machine and the block to be cut, the piece of wire undergoes further acceleration caused by the rotation of the driving pulley which remains in traction. This leads, in in some cases, to the detachment of part of the tool at speeds of about 600 km/h (Tantussi G., 2008).

As for the ability of the machine to "perceive" the possible breakage of the tool, it should be specified that only some top models are equipped with specific sensors capable of warning the breakage of the wire, but on the market there are still models without any type of sensor capable of detecting this defect, so the machine must be turned off manually, even after breaking.

In all cases, however, the behavior of the pulley is the same; no machine is able to slow down the pulley in "rapid" times and therefore the whiplash phenomenon is always probable. Regarding the strength of the wire, studies previously carried out (Auletta N., 2019) show that the static tensile strength of a new wire with a diameter of 4.9 mm is about 1800 kg, whereas the joint, on average, is capable of standing a traction of 660 kg, up to over 1200 kg in case of joints with excellent performance. These studies also show that the pull out strength remains almost unchanged even on used joints.

The difference in performance is essentially due to the fact that there are various types of joints on the market, with different geometries, different metallurgical composition and different heat treatments, but unfortunately, to date, there is no technical standard that specifies their characteristics.

Not all wire manufacturers also supply joints, so they are often purchased separately in general stores for quarry equipment and machine manufacturers do not specify any characteristics, although they represent the fundamental part of a tool clas-

sified as "rapid rotation", with the possibility of "projection of tool fragments" (see Guide to application of the Machinery Directive 2006/42/EC, §268, Edition 2.2 - October 2019, update of 2nd Edition - The essential characteristics of tools). In case of tool breakage, therefore, the tension of the wire ranges values so high that the joint yields by loosening (the wire rope is unlikely to fail). What is not clear is instead how many kgf the wire needs to perform the cut.

To date, there are no reliable indications, but only "sensations" from the operators and this is the reason why this research was carried out, starting from an experimental campaign at the quarry. Measurements were carried out on 3 types of machines in 3 different quarries, with amperage from 30 to 70 A. The results show that a simple squaring cut generally induces a tension on the wire of about 50 kg, while cutting a bench requires about 115 kg, and these values are well below the pull out strength of any type of joint.

If the wire breaks, it means that the machine is capable of delivering a much higher power than that strictly necessary and, moreover, that this power can be supplied without any control over the integrity of the tool. No machine on the market has currently a tension control system, in terms of efficiency, but above all in terms of coherent operating logic: the control is entrusted to the operator's common sense.

A machine equipped with an automatic traction control system, as required by the UNI EN 15163: 2017 standard (standard published by UNI but not "harmonized" in the EU Journal), i.e. with a PID logic feedback control system, would guarantee a reduction of tears, certainly eliminating those caused by a too "hasty" use by the operator. However, the tears caused by fragments of rock that originate from the cut would remain, eventually blocking the wire. In this case, even if the control



risulterebbe difficile bloccare la puleggia in tempi rapidi, a meno di escogitare un sistema fruibile in tal senso o di introdurre motori idraulici con servovalvole a risposte dinamiche più elevate.

2. LA CAMPAGNA SPERIMENTALE

È stata effettuata una campagna di misure in cava, con l'obiettivo di valutare la tensione raggiunta dal filo diamantato durante il taglio, per diverse macchine e configurazioni di taglio.

La tagliatrice a filo è peraltro indispensabile nei tagli al monte, in quanto altre tipologie di macchine impiegate in cava, come le tagliatrici a catena o le terne, non possono svolgere tagli di estensione superiore alla lunghezza della lama.

Quindi, operando con tali macchine, le bancate sarebbero più piccole e il ciclo di lavorazione più costoso, in quanto si necessiterebbe di un numero maggiore di tagli per estrarre lo stesso volume di materiale.

Tramite lo studio svolto si intende anche dimostrare che le tagliatrici a filo diamantato sono macchine in grado di fornire le migliori prestazioni per il taglio del marmo e che, se si mantenessero sotto controllo alcuni parametri, esse sarebbero in grado di assicurare anche un buon livello di sicurezza.

3. LE TAGLIATRICI ESAMINATE

La campagna sperimentale ha previsto l'installazione di una cella di carico a cuscinetto e di un estensimetro a filo sulle tre

macchine illustrate in Fig.1, impiegate in tre diverse cave. Le tagliatrici analizzate posseggono un sistema di controllo automatico del taglio. Per quanto riguarda la Lochtmans e la BFC, che prevedono il sistema classico di tensionamento del filo tramite arretramento su binario, tale controllo preve-



Fig.1 a) Lochtmans LGR4-1S-PI-TS, b) BFC MASTER TS 75, c) Apuania Corsi MF 5000

system would perceive the excessive load on the wire, it would be difficult to lock the pulley quickly, unless to devise a fruitful system to do that, or to introduce servo valve based hydraulic engines with a higher dynamic response.

2. THE EXPERIMENTAL CAMPAIGN

A campaign of measurements was carried out in the quarry, with the aim of assessing the state of tension of the diamond wire during cutting, to provide a contribution to the search for the causes of the wire tearing.

The wire cutter is also indispensable for upstream cuts, as other types of machines in the quarry, such as chain cutters, cannot carry out cuts of extension greater than the length of the blade. Therefore, operating with these machines, the cuts would be smaller and the production cycle more expensive, as more cuts would be needed to extract the same volume of material. The study also aims to demonstrate that diamond wire cutters are capable of providing the best performance for cutting marble and that, if some parameters were kept under control, they would be also capable of ensuring a good level of safety.

3. THE MACHINES ANALYZED

The experimental campaign included the installation of a bearing load cell and a wire strain gauge on the machines shown in Fig.1, used in three different quarries.

All the machines analyzed have an automatic cutting control system. As far as Lochtmans and BFC are concerned, which provide the classic system of tensioning the wire by retraction on the track, this control provides the instantaneous analysis of the amperage absorbed by the engine during the cutting, without considering other parameters (i.e., the traction on the

wire). The operator establishes an amperometric threshold which, based on his experience, defines the minimum setback value for cutting to take place, therefore, if the control unit detects an amperage absorbed by the motor less than the threshold, it starts the setback. Once the amperometric threshold and the wire rotation speed



de l'analisi istantanea dell'ampereaggio assorbito dal motore in fase di taglio, senza considerare altri parametri (ad esempio, la trazione sul filo).

L'operatore stabilisce una soglia amperometrica che, in base alla sua esperienza, definisce il valore minimo di arretramento affinché avvenga il taglio. Quindi, se la centralina rileva un amperaggio assorbito dal motore minore della soglia, avvia l'arretramento. Una volta impostate tale soglia e la velocità di rotazione del filo, il taglio procede autonomamente, mantenendo il filo in tensione.

L'Apuania Corsi MF 5000 è, invece, unica nel suo genere: la macchina è provvista di un telaio mobile su cui sono montate le pulegge di rinvio. Il telaio è spinto da un cilindro idraulico e, quindi, è in grado di estendersi man mano che il taglio procede, per cui essa opera da posizione fissa, anziché traslare su binari. Il sistema di recupero automatico del filo è brevettato e riesce a recuperare circa 20 m di utensile. L'idraulica è gestita da una centralina che assicura in feedback la pressione desiderata al cilindro e, quindi, è possibile gestire direttamente la forza che si scarica sul telaio. Una parte di tale forza va a garantire la tensione sul filo e una parte a vincere gli attriti del telaio mobile. Gli attriti, però, non sono costanti, quindi non è possibile conoscere a priori la percentuale di forza che si scarica sul filo e quella persa in attriti.

4. STRUMENTAZIONE

La strumentazione impiegata consta di: cella di carico, esten-

simetro a filo, sistema di conversione A/D composto da convertitore A/D amplificatore del segnale e alimentatore e, infine, di un computer per l'acquisizione del segnale tramite il software Signal Express.

La strumentazione, essendo costituita da diversi circuiti elettronici esposti, ha necessitato di un involucro impermeabile per proteggere il sistema di conversione, un isolamento dei cavi elettrici e un involucro per riparare da polvere e detriti l'estensimetro.

4.1 Cella di carico

La cella di carico impiegata è un rullo rilevatore di forza RMGZ 400 B (FMS-Technology), adibito alla misura del tiro sul cavo. La cella è stata concepita per misurare la tensione in fili e cavi in condizioni dinamiche.

Il rullo è costituito da due anelli, uno esterno mobile e uno interno fisso; tra i due è montato un cuscinetto a sfere lubrificato, dotato di protezioni laterali prive di attrito, per permettere la rotazione della flangia rotante montata sull'anello esterno, al quale viene fissata una puleggia di rinvio.

I due anelli sono collegati alla costola di misurazione, che si basa sull'impiego di 4 estensimetri disposti a ponte di Wheatstone. Applicando una forza al rullo, la costola di misurazione subisce una flessione, che viene rilevata dagli estensimetri, essendo note le caratteristiche di deformabilità dell'acciaio su cui sono installati.

Il punto di immissione della forza deve essere applicato al centro del cuscinetto, affinché le forze di flessione non agi-

have been set, the cut proceeds autonomously, keeping the wire taut.

Apuania Corsi MF 5000 is instead unique in its category: the machine is equipped with a mobile frame on which the deflection pulleys are mounted. The frame is pushed by a hydraulic cylinder and therefore is able to extend as the cut proceeds, so it operates from a fixed position, rather than translating on rails. The automatic wire recovery system is patented and manages to recover about 20 m of wire.

The hydraulics are managed by a control unit that provides feedback on the desired pressure to the cylinder and, therefore, it is possible to directly manage the force that is discharged onto the frame. A part of this force guarantees the tension on the wire and a part has the purpose of overcoming the frictions of the mobile frame.

However, the frictions are not constant, therefore it is not possible to know a priori the percentage of force that is discharged on the wire and that which is lost in frictions.

4. EQUIPMENT

The instrumentation consists of: load cell, wire strain gauge, A/D conversion system (i.e. an A/D converter), a signal amplifier and a power supply and, finally, a computer for the signal acquisition through the Signal Express software.

The instrumentation, being made up of several exposed electronic circuits, required a waterproof casing to protect the system, an insulation of the electric cables and a casing to repair the strain gauge from dust and debris.

4.1 The load cell

The load cell used is a RMGZ 400 B force detector roller (FMS-Technology), used to measure the tension on the cable.

The roller consists of two rings, one external mobile and one internal, fixed; between the two is mounted a lubricated ball bearing, equipped with friction-free side guards, to allow rotation of the rotating flange mounted on the outer ring, to which a return pulley is fixed.

The two rings are connected to the measuring rib, which is based on the use of 4 strain gauges arranged in a Wheatstone bridge. By applying a force to the roller, the measuring rib undergoes a deflection, which is detected by the strain gauges, since the deformability characteristics of the steel on which they are installed are known. The force entry point must be applied to the center of the bearing, so that the bending forces do not act on the bearing or on the rib. Adequate protections against overloads are also installed, to avoid the plastic deformation of the rib. The load cell is shown in Fig.2.

It was installed on a support arm (Fig.3, left), at the end of which a pierced plate is positioned (Fig.3, right) which allows the pulley to be fixed parallel to the engine flywheel, so that it can rotate coplanar with the cutting surface of the diamond wire. The pulley has a diameter of 250 mm.

The pierced plate must have a small slot for a positioning pin, so that the rotation of the cell is blocked. This type of installation has been designed for operation of the load cell as a chain tensioner, i.e. in a position that deflects the path of the wire without the pulley being completely wound by it.

In this way, the load cell measures a portion of the wire tension without reaching the full scale (otherwise, a load cell with much greater nominal force would have been required).

For this reason, it is necessary to carry out a calibration that allows to correlate the component measured by the cell with the tension of the wire; moreover, the measuring pulley must be positioned, during the measurements, so that the wire



scano né sul cuscinetto né sulla costola. Sono, inoltre, installate delle adeguate protezioni contro i sovraccarichi per evitare la deformazione plastica della costola. La cella di carico è riportata in Fig.2. Essa è stata installata su un particolare braccetto di sostegno (Fig.3, a sinistra), all'estremità del quale è posizionata una piastra forata (Fig.3, a destra) che consente il fissaggio della puleggia in posizione parallela al volano motore, così che la stessa possa ruotare complanarmente al piano di taglio del

filo diamantato. La puleggia ha un diametro di 250 mm. La piastra forata deve prevedere un piccolo alloggiamento per una spina di posizionamento, in modo che la rotazione della cella sia bloccata. L'installazione secondo la modalità descritta è stata progettata per un funzionamento della cella di carico come tendicatena, ossia in una posizione che devia il percorso del filo senza che la puleggia venga totalmente avvolta dallo stesso. In tal modo, la cella di carico misura una porzione della tensione del filo senza arrivare al fondo scala

(in caso contrario, sarebbe stata necessaria una cella di carico con forza nominale molto maggiore).

Per questo motivo è necessario mettere in atto una taratura che permetta di correlare la componente misurata dalla cella con la tensione reale del filo.

Inoltre, la puleggia di misura deve essere posizionata, durante le misure, in modo tale che l'angolo di ingresso del filo e l'angolo di uscita si mantengano costanti. Per non variare la geometria di misura, come si vedrà in seguito, è stato necessario introdurre nel circuito altre pulegge.

Nello schema di forze riportato in Fig.4 si può riscontrare la componente misurata dalla cella. La cella di carico fornisce in uscita un valore di tensione elettrica



Fig.2 Rullo rilevatore di forza RMGZ 400 B. Forza nominale: 500 N. Dimensioni: d_1 85 mm, d_2 100 mm, d_3 110 mm - l_1 6.5 mm, l_2 4 mm, l_3 13 mm. Limite di velocità 8500 min^{-1} , coefficiente di carico C_{dyn} 11.8 kN, peso 0.75 kg, sensibilità 1.8 mV/V, classe di precisione $\pm 0.1\%$, resistenza in ingresso 350 Ω
 RMGZ 400 force detector roller B. Nominal force: 500 N. Dimensions: d_1 85 mm, d_2 100 mm, d_3 110 mm - l_1 6.5 mm, l_2 4 mm, l_3 13 mm. Speed limit 8500 min^{-1} , load factor C_{dyn} 11.8 kN, weight 0.75 kg, sensitivity 1.8 mV/V, accuracy class $\pm 0.1\%$, input resistance 350 Ω

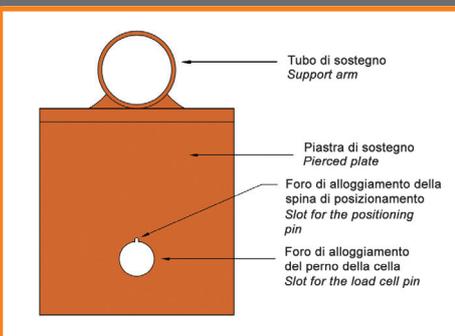


Fig.3 A sinistra, braccetto di sostegno della puleggia con cella di carico. A destra, rappresentazione schematica della piastra di fissaggio della cella di carico / On the left, support arm of the pulley with the load cell. On the right, schematic representation of the load cell fixing plate

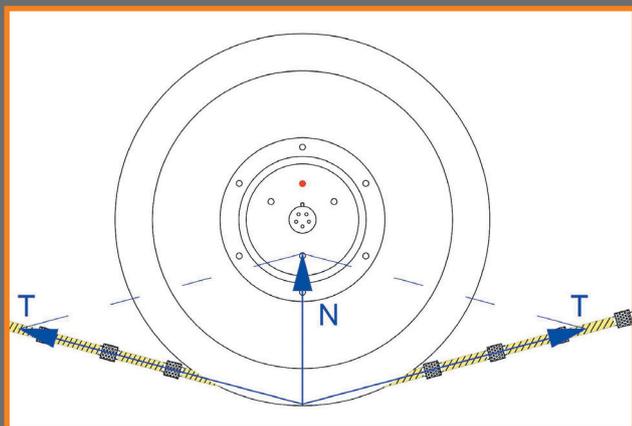


Fig.4 Schema delle forze agenti sulla cella di carico
 Scheme of the forces acting on the load cell

entry angle and the exit angle are kept constant.

In order not to vary the measurement geometry, as will be seen below, other pulleys had to be introduced into the circuit. In the force diagram shown in Fig.4, the component measured by the cell is highlighted.

The load cell outputs an electrical voltage value in the range 0-10 V, which corresponds to a force N (Fig.4) from 0 to 50 kg. The parameter of interest, however, is T, i.e. the tension of the wire, therefore an instrument calibration was performed to directly convert the value of electrical

voltage (Volt) output from the cell into traction T (kgf).

The calibration was carried out by stopping the machine, using only its backward movement: a dynamometer was positioned along the axis of the wire, connecting the ends of the wire to the instrument via junctions, as shown in Fig.5. Therefore the acquisition began and the machine was moved backwards by small steps; for each step, the value of the wire tension in kg, given by the dynamometer, and the corresponding value in Volt at the output of the load cell, displayed on a computer monitor, were noted down.

In order to avoid measurement inconsistencies while cutting, the calibration was carried out starting from a zero load, corresponding only to the weight of the wire on the dynamometer and to the null contact of the wire on the cell, increasing the pull by moving the machine back (calibration up) and then decreasing the pull to zero (calibration down). The calibration was carried out before the start of each cut,



da 0 a 10 V, che corrisponde ad un valore della forza N (Fig.4) da 0 a 50 kg. Il parametro di interesse però è T, ossia la tensione del filo, quindi è stata messa in atto una taratura dello strumento per convertire direttamente il valore di tensione elettrica in Volt, in uscita dalla cella, in kgf di trazione T. La taratura è stata svolta a macchina ferma, sfruttando solo l'arretramento della macchina. Si è posizionato un dinamometro lungo l'asse del filo, collegando gli estremi del filo allo strumento tramite morsetti di giunzione, come riportato in Fig.5, ed è quindi iniziata l'acquisizione mentre la macchina è stata fatta arretrare a piccoli scatti. Per ogni scatto si sono annotati il valore della tensione del filo in kg, dato dal dinamometro, e il corrispondente valore



Fig.5 Taratura con dinamometro / Calibration with a dynamometer

in Volt all'uscita della cella di carico, visualizzato sul monitor di un computer. Al fine di evitare incongruenze di misura durante il taglio, la taratura è stata svolta partendo da un valore nullo del carico, corrispondente al solo peso del filo sul dinamometro e al contatto nullo del filo sulla cella, incrementando il tiro tramite l'arretramento della macchina (taratura a salire) e, successivamente, diminuendo il tiro fino allo zero (taratura a scendere).

La taratura è stata effettuata per ogni taglio, prima del suo avvio, in quanto per ognuno di essi la geometria variava, e, di conseguenza, i valori di tensione registrati.

4.2 Estensimetro a filo

L'estensimetro a filo (Fig.6) ha la funzione di misurare uno spostamento. Nelle misure svolte in cava esso è stato posizionato sulla tagliatrice al fine di quantificare l'arretramento della macchina nel tempo, così da ottenere una velocità da correlare al tensionamento del filo e all'assorbimento del motore. Lo strumento consiste in un filo sottile di metallo che ha la possibilità di scorrere fino ad 1 m di lunghezza, grazie ad un sistema di molle; questo movimento è trasmesso in forma analogica in uscita 0-10 V.

In questo caso la conversione risulta più immediata: considerando che il fondo scala dello strumento è 1 m, 1 Volt corrisponde a 0,1 m. Per utilizzare questo sistema di conversione è, però, necessario che lo strumento venga installato in modo che il filo scorra orizzontalmente.

I risultati ottenuti sono riportati in seguito, pur non essendo

as for each of them the geometry varied, and consequently the voltage values recorded varied.

4.2 Draw-wire encoder

The draw-wire encoder (Fig.6) measures a displacement. In the measurements carried out at the quarry, it was positioned on the cutting machine in order to quantify the machine's withdrawal over time, so as to obtain a speed to be correlated to the tension of the wire and to the absorption of the engine.

The instrument consists of a thin metal wire which can slide up to 1 m in length, thanks to a system of springs; this movement is transmitted analogically at the 0-10 V output. In this case, the conversion is more immediate: considering that the full scale of the instrument is 1 m, 1 Volt corresponds to 0.10 m. To use this conversion system, however, the tool must be installed so that the wire runs horizontally.

The results obtained are reported below, although they are not available for all machines, as the instrument was damaged during one of the measurement campaigns.

4.3 A/D conversion system

In order to record and process a large amount of data (multiple acquisitions/s), a system for transforming the measurements from the analogue to digital format is required.

The conversion system used consists of: A/D converter, signal amplifier and power supply.

These components are connected to each other inside a protective case and to the other instruments through cables of considerable length, so as to operate outside the area of influence of the wire cutter.

The instrumentation can be observed in Fig.7.

It is connected to a power supply (MCS model for single-phase current, produced by MURR ELEKTRONIK), in turn connected to the electric current at the quarry.

The signal from the load cell undergoes an attenuation along the communication channel, therefore a signal amplifier is required. The amplifier used is the TLB RS 485 model, produced by LAUMAS electronics.

The last component that allows the signal to arrive in a readable



Fig.6 Estensimetro a filo (modello A40 prodotto dalla Kubler). Intervallo di misura 1000 mm, velocità massima 0,8 m/s, accuratezza $\pm 0,15$ mm, linearità $\pm 0,35\%$, intervallo di temperatura 0° - 50° / Draw-wire encoder (model A40, produced by Kubler). Measuring range: 1000 mm, maximum speed: 0.8 m/s, accuracy: $\pm 0,15$ mm, linearity: $\pm 0,35\%$, temperature range: 0° - 50°



disponibili per tutte le macchine, in quanto lo strumento è stato danneggiato durante una delle campagne di misura.

4.3 Sistema di conversione A/D

Al fine di registrare ed elaborare una gran mole di dati (molteplici acquisizioni/s), è necessario un sistema che trasformi le misure dal formato analogico a quello digitale. Il sistema di conversione impiegato per realizzare la linea di acquisizione si compone di: convertitore A/D, amplificatore di segnale e alimentatore. Tali componenti sono collegati tra loro all'interno di una valigetta di protezione e agli altri strumenti tramite cavi di notevole lunghezza, in modo da operare esternamente all'area di influenza della tagliatrice a filo. La strumentazione è osservabile in Fig.7.

Essa è collegata ad un alimentatore, a sua volta collegato alla corrente elettrica in cava. L'alimentatore utilizzato è il modello MCS prodotto dalla MURR ELEKTRONIK ed è per corrente monofase.

Il segnale proveniente dalla cella di carico è soggetto ad attenuazione lungo il canale di comunicazione, perciò è necessario un amplificatore di segnale. L'amplificatore utilizzato è il modello TLB RS 485, prodotto dalla LAUMAS elettronica. L'ultimo componente che consente al segnale di giungere in forma leggibile al computer è il convertitore analogico-digitale, che converte la tensione proveniente dagli strumenti di misurazione in una serie di valori discreti. Allo scopo, è stato utilizzato il terminale NI 9215 della National Instruments, caratterizzato dalla possibilità di gesti-

re 4 canali in tensione ± 10 V a 16 bit.

Per visualizzare i dati in tempo reale e registrarne una grande quantità, si è utilizzato il software Signal Express della National Instruments. Esso offre un ambiente interattivo di misura per effettuare operazioni veloci di acquisizione, analisi e presentazione dei dati. Grazie al supporto per il modulo di conversione A/D, impiegato per l'acquisizione, è stato possibile automatizzare velocemente le applicazioni per la registrazione dei dati e di controllo della strumentazione.

Le acquisizioni sono state svolte a intervalli di campionamento di 50 ms e 100 ms, durante le operazioni di taratura del sistema, e di 20 ms e 10 ms durante il taglio.

5. MISURE

La campagna sperimentale è stata effettuata sulle tagliatrici a filo precedentemente descritte, in tre cave differenti: Cava Cardellino (Apuania Corsi MF 5000); Cava di Sponda (Lochtmans LGR4-1S-PI-TS); Cava Fiordichiarà (BFC MASTER TS75 WL). Ogni sessione di misura ha avuto luogo in funzione delle condizioni di cantiere e delle modalità operative delle macchine, per cui alcune caratteristiche delle acquisizioni differiscono fra loro.

Per quanto riguarda la cella di carico, si è cercato di mantenere lo strumento sempre nella stessa posizione, benché le caratteristiche delle macchine e la geometria del sistema "tagliatrice-blocco" variassero per ogni taglio.

È stato, inoltre, messo a punto un sistema di taratura comune a tutte le acquisizioni, per assicurare l'uniformità dei dati.

form on the computer is the analog-digital converter, which converts the voltage coming from the measuring instruments into a series of discrete values.

For this purpose, the NI 9215 terminal from National Instruments was used, that is able of managing several ± 10 V input channels, and a 16-bit digital output signal. To visualize the data in real time and record a big amount of them, the Signal Express software of National Instruments was used: it offers an interactive measurement environment for fast data acquisition, analysis and presentation of data. Thanks to the support for the A/D conversion module, that was used for the acquisition, it was possible to quickly automate the applications for data recording and instruments controlling.

The acquisitions were carried out at sampling intervals of 50 ms and 100 ms during the system calibration, and of 20 ms and 10 ms during the cut.

5. MEASUREMENTS

The experimental campaign was carried out on the diamond wire saws previously described, in three different quarries: "Cava Cardellino" (Apuania Corsi MF 5000), "Cava di Sponda" (Lochtmans LGR4-1S-PI-TS) and "Cava Fiordichiarà" (BFC MASTER TS75 WL).

Each measurement session took place according to the site conditions and to the operating methods of the machines, so that some characteristics of the acquisitions differ from each

other.

As for the load cell, efforts were made to keep the tool in the same position, although the characteristics of the machines and the geometry of the "machine-block" system varied for each cut. A calibration system common to all acquisitions has also been developed, to ensure the uniformity of data.

5.1 Apuania Corsi MF 5000

The acquisitions pertained to the analysis of squaring cuts on two blocks.

The method developed, with regard to block 1, is summarized below. Fig.8 shows the scheme of the system.

The load cell has been placed on the machine body in a chain tensioner position, using the support arm as shown in Fig.9,



Fig.7 Valigetta di protezione degli strumenti e cavi di collegamento
Protective case and instrument connection cables



5.1 Apuania Corsi MF 5000

Le acquisizioni hanno previsto l'analisi dei tagli di riquadratura su due blocchi. Nel seguito si sintetizza il procedimento sviluppato limitatamente al blocco 1.

In Fig.8 si riporta lo schema relativo alla geometria del sistema. La cella di carico è stata sistemata sul corpo macchina in posizione di tendicatena, sfruttando il braccetto di sostegno come mostra la Fig.9, a sinistra.

L'estensimetro a filo è stato, invece, fissato al braccetto di sostegno della cella, che rappresenta la parte fissa, mentre la sua estremità mobile è stata ancorata al braccio della macchina, parte in arretramento, come mostra la Fig.9, a destra.

La taratura del taglio sul blocco 1 (dimensioni 190 x 120 x 300 cm; estensione del taglio 190 x 300 cm) è stata effettuata sistemando il dinamometro nel lato inferiore del filo, vicino al terreno, come mostra la Fig.10.

Il carico da esso registrato si può considerare uguale alla porzione di filo superiore, in quanto la rotazione è assente: infatti, in presenza della sola forza di arretramento imposta dalla macchina, la tensione si ripartisce in modo uguale sul lato superiore e inferiore del filo. Al fine di verificare tale relazione, la taratura del blocco 2 è stata svolta posizionando il dinamometro sul lato superiore del filo.

Per ogni step di arretramento (che corrispondono a diversi valori di assorbimento del motore, definito in gergo tramite il termine "cala") si sono valutate il carico registrato dal dinamometro e la tensione elettrica misurata dalla cella,

in modo da determinare una relazione di conversione tensione-carico. Il grafico di Fig.11 mostra il voltaggio registrato dalla cella durante tale fase.

Il grafico carico-tensione elettrica (Fig.12), ottenuto da ogni step di variazione della cala, mostra un andamento con buona approssimazione lineare. Quindi, calcolando l'equazione della linea di tendenza della serie di dati, si è ottenuta la relazione che permette di convertire il voltaggio della cella di misura in carico agente sul filo.

In Fig.13 si riporta la relazione, in forma grafica, fra l'arretramento della macchina e il carico agente sul filo nel tempo. Il campionamento è durato 1130 s.

Il valore dell'arretramento della macchina è fornito dall'estensimetro a filo e, per questo strumento, non è necessaria una taratura come per la cella di carico, in quanto esso fornisce in uscita un voltaggio tra 0 e 10 V che corrisponde ad un allungamento del filo da 0 a 1 m, per cui la conversione è ottenibile direttamente mediante una proporzione. Come si osserva dal grafico di Fig.13, le porzioni in cui il funzionamento della macchina procedeva in modo costante con un valore di assorbimento ben definito presentano un andamento con buona approssimazione lineare, per cui è stato possibile tracciare una linea di tendenza e valutarne l'equazione; la pendenza di tale linea fornisce la velocità di arretramento della macchina.

Sfruttando questo procedimento, si sono valutate le velocità di arretramento della macchina in diverse fasi, relative a diversi valori di assorbimento, come riportato in Tab.1.

on the left. The draw-wire encoder was instead attached to the cell's support arm, which represents the fixed part, while its mobile end was anchored to the machine arm, partly in retreat, as shown in Fig.9, on the right.

The calibration of the cut on block 1 (dimensions 190 x 120 x 300 cm; extension of the cut 190 x 300 cm) was carried out by placing the dynamometer on the lower side of the wire, close to the ground, as shown in Fig.10.

The load recorded by it can be considered equal to the upper wire portion, as rotation is absent: in fact, in presence of only the backward force imposed by the machine, the tension is equally distributed on the upper and lower side of the wire.

In order to verify this relationship, the calibration of block 2 was carried out with the dynamometer positioned on the upper side of the wire.

For each setback step (which correspond to different engine absorption values, defined in slang by the term "cala"), the load recorded by the dynamometer and the electrical voltage measured by the cell were assessed, in order to determine a conversion relationship voltage-load.

The graph in Fig.11 shows the voltage recorded by the cell during this phase.

The load-electric voltage graph (Fig.12) obtained from each setback step shows a trend with a good linear approximation. Therefore, by calculating the trend line equation of the data

set, the conversion relationship of the cell voltage into load on the wire was obtained.

Fig.13 shows the relationship, in graphic form, between the backward of the machine and the load acting on the wire over time. The sampling lasted 1130 s. The backward value of the machine is provided by the draw-wire encoder.

For this instrument, a calibration such as that made on the load cell is not necessary, as it provides an output voltage between 0 and 10 V, which corresponds to an extension of the wire from 0 to 1 m, so the conversion can be obtained directly by a proportion.

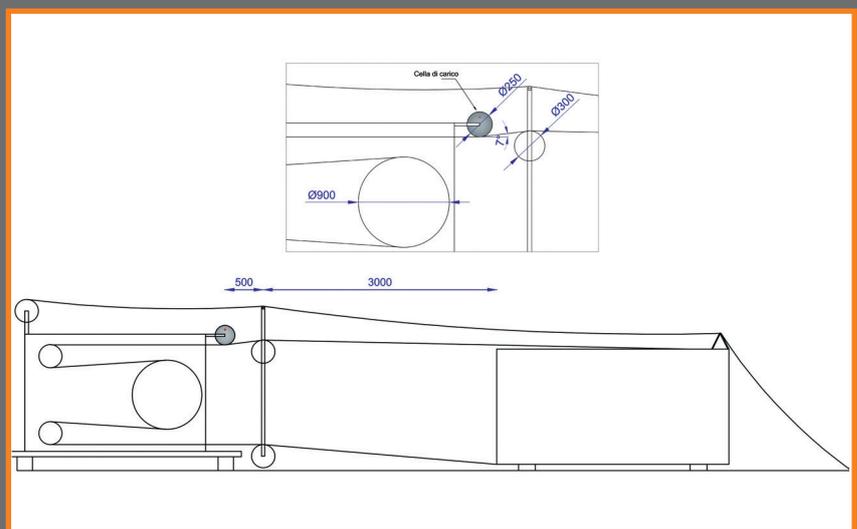


Fig.8 Schema di taglio Apuania Corsi MF 5000 / Apuania Corsi MF 5000 cutting scheme



5.2 Lochtmans LGR4-1S-PI-TS

Le acquisizioni hanno riguardato due tagli di riquadratura sullo stesso blocco, eseguiti parallelamente alle due superfici esterne ed aventi, ovviamente, la stessa estensione. Le caratteristiche della macchina e del filo sono, quindi, le

stesse. Di seguito (Fig.14) si riporta lo schema relativo alla geometria del sistema.

La cella di carico è stata installata sul corpo macchina in posizione di tendicatena, sfruttando il braccetto di sostegno, come mostra la Fig.15 (a sinistra).



Fig.9 A sinistra, posizionamento cella di carico sull'Apuania Corsi MF 5000; a destra, installazione dell'estensimetro a filo
Left, positioning of the load cell on the Apuania Corsi MF 5000; right, installation of draw wire encoder



Fig.10 Installazione del dinamometro per la taratura / Installation of the dynamometer for calibration

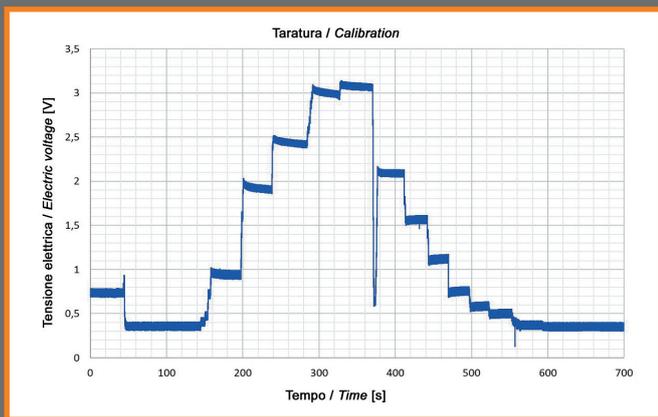


Fig.11 Tensione elettrica registrata durante la taratura dalla cella di carico
Electric voltage recorded during the calibration of the load cell

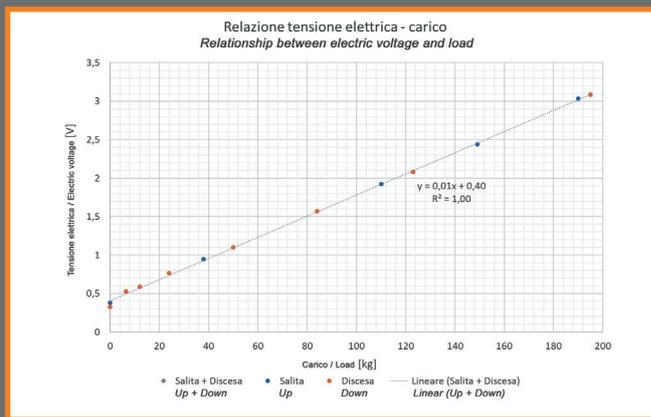


Fig.12 Andamento della tensione elettrica in funzione del carico per la valutazione dell'equazione di taratura / Trend of the electric voltage as a function of the load for the evaluation of the calibration equation

As it can be seen from the graph of Fig.13, the portions where the operation of the machine proceeded steadily with a well-defined absorption show a trend, in good approximation, linear, so a trend line was drawn and its equation was evaluated; the slope of this line provides the backward speed of the machine.

Thanks to this procedure, the machine setback speeds were assessed in different phases, related to different absorption values, as shown in Tab.1.

5.2 Lochtmans LGR4-1S-PI-TS

The acquisitions pertained to two squaring cuts on the same block, performed parallel to the two external surfaces and obviously having the same extension; the characteristics of the machine and the wire are therefore the same.

The geometry of the system is shown in the scheme below (Fig.14). The load cell was installed on the machine body in a chain tensioner position, using the support arm, as shown in Fig.15 (left).



L'estensimetro a filo è stato posizionato e bloccato sul terreno, mentre l'estremità mobile del filo è stata ancorata alla tagliatrice.

Tale disposizione era obbligata, in quanto in questo modello tutto il corpo macchina trasla, mentre nell'Apuania Corsi solo il braccio era in movimento.

In Fig.15 (a destra) si riporta un dettaglio dell'installazione dell'estensimetro a filo.

La taratura del primo taglio sul blocco (dimensioni 190 x 170 x 300 cm; estensione taglio 170 x 300 cm) è stata effettuata sistemando il dinamometro sul lato superiore del filo, quello lontano da terra, come mostra la Fig.16.

La procedura svolta è analoga a quella messa in atto sull'Apuania Corsi, pertanto si riporta soltanto l'andamento del carico agente sul filo in funzione del tempo in Fig.17.

La durata del campionamento sul primo taglio è stata di 3460 s. La particolarità da osservare è che esso è stato avviato con senso di rotazione del filo inverso a quello ordinario.

In tale configurazione, il lato teso del filo è quello inferiore, mentre quello superiore viene definito "in banda". In questa cava, per problemi relativi all'inquinamento dell'acqua a valle, gli operatori sono costretti a tagliare a secco, il che determina una notevole diffusione di polvere nell'aria. Per contenere l'inquinamento dell'aria, gli operatori sono

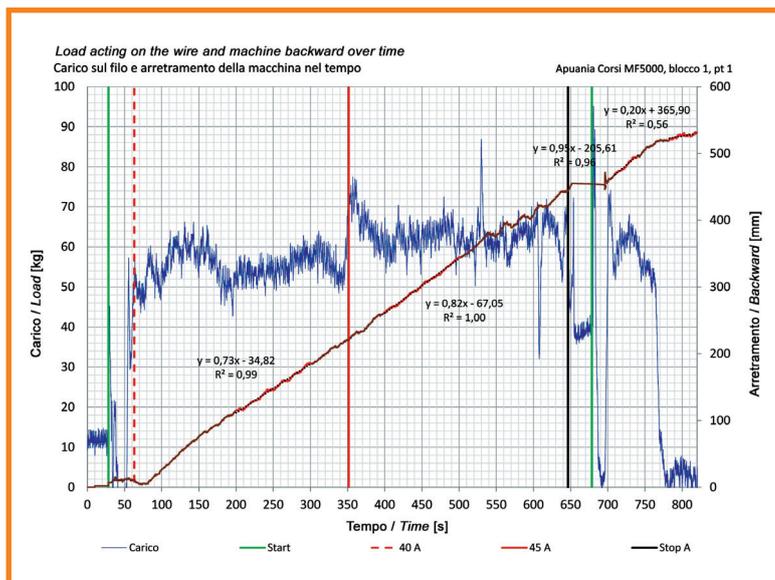


Fig.13 Arretramento della macchina-carico nel tempo / Machine backward-load over time

soliti tagliare nel senso "rovescio", al fine di direzionare la polvere sul terreno e non in aria. Operando in questo modo, è stato possibile valutare anche il carico sul lato definito "in banda" durante il taglio.

Il calcolo delle velocità di arretramento è riportato in Tab.2. Per quanto riguarda l'impiego ordinario della macchina,

The draw-wire encoder was positioned and locked on the ground, whereas the mobile end of the wire was anchored to the cutting machine: this arrangement was mandatory, as in this model the whole machine body moves, while in Apuania Corsi only the arm is in movement.

Fig.15 (right) shows a detail of the installation of the draw-wire encoder.

The calibration of the first cut on the block (dimensions 190 x 170 x 300 cm; cut extension 170 x 300 cm) was carried out by placing the dynamometer on the upper side of the wire, the one distant from the ground, as shown in Fig.16.

The procedure carried out is similar to that implemented on Apuania Corsi and, therefore, only the trend of the load acting on the wire as a function of time is shown, in Fig.17.

The sampling on the first cut lasted 3460 s. The peculiarity of the cut is that it was started with the direction of rotation of the wire inverse to the ordinary one. In this configuration, the stretched side of the wire is the lower one, while the upper one is called "in band".

In this quarry, due to problems related to the pollution of the water downstream, operators are forced to perform dry cuts, which determines a significant spread of dust in the air.

To contain air pollution, operators usually cut in the "reverse" direction, in order to direct the dust on the ground and not in the air.

By operating in this way, it was also possible to evaluate the load on the side defined as "in band"

Tab.1 Calcolo delle velocità di arretramento / Backward speed calculation			
Assorbimento [A] Absorption	Equazione Equation	v [mm/s]	v [m/h]
40	y=0,73x-34,82	0,7	2,6
45	y=0,82x-67,05	0,8	2,9
45	y=0,95x-205,61	0,9	3,4
30	y=0,20x+365,9	0,2	0,7
40	y=0,80x-122,56	0,8	2,9

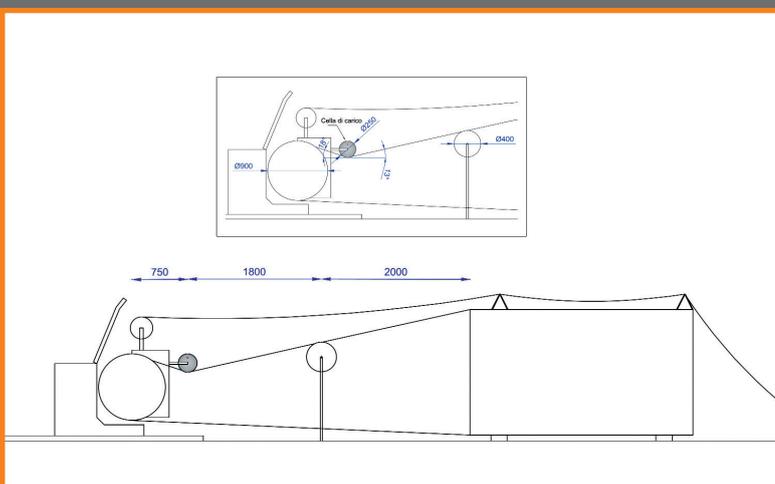


Fig.14 Schema di taglio Lochtmans LGR, misure in mm
Lochtmans LGR cutting diagram, measures in mm



con un assorbimento di 40 A e velocità di rotazione di 40 m/s, il filo è risultato soggetto ad un carico di circa 15-20 kg sul lato in banda e di circa 55 kg sul lato teso.

Nel secondo taglio, parallelo al precedente, si è rilevata una diminuzione del carico fino a pochi kg, a causa di un'anomalia della superficie che ha comportato una riduzione della spinta verticale sulla cella di carico ma, successivamente, il

carico si è regolarizzato a circa 17 kg, con un assorbimento di 35-40 A.

5.3 BFC MASTER TS 75

Le acquisizioni hanno riguardato la riquadratura di un blocco sul piazzale (dimensioni 150 x 150 x 280 cm; estensione del taglio 150 x 280 cm) e due porzioni di taglio di una bancata



Fig.15 A sinistra, posizionamento della cella di carico; a destra, installazione dell'estensimetro a filo
On the left, positioning of the load cell; on the right, installation of the wire strain gauge



Fig.16 Installazione del dinamometro per la taratura / Installation of the dynamometer for calibration

during cutting. The calculation of the backward speeds is shown in Tab.2.

As for the ordinary use of the machine with absorption of 40 A and rotation speed of 40 m/s, the wire was subject to a load of about 15-20 kg on the "band" side and of about 55 kg on the side in tension. In the second cut, parallel to the previous one, there was a decrease in the load of up to a few kg, due to an anomaly of the surface which led to a reduction in the vertical thrust on the load cell but, subsequently, the load was regularized to about 17 kg, with an absorption of 35-40 A.

5.3 BFC MASTER TS 75

The data were acquired by a squaring operation of a block (dimensions 150 x 150 x 280 cm; extension of the cut 150 x 280 cm) and by two upstream cuts, with different measurement configurations.

The squaring cut was carried out with the geometry shown in Fig.18. As it can be seen, the diamond wire passes on the upper side of the cell and on the lower side of the flywheel, contrary to the cutting arrangements adopted with the previous machines. By installing, in fact, the load cell with the measurement indicator upwards and the wire on the lower side

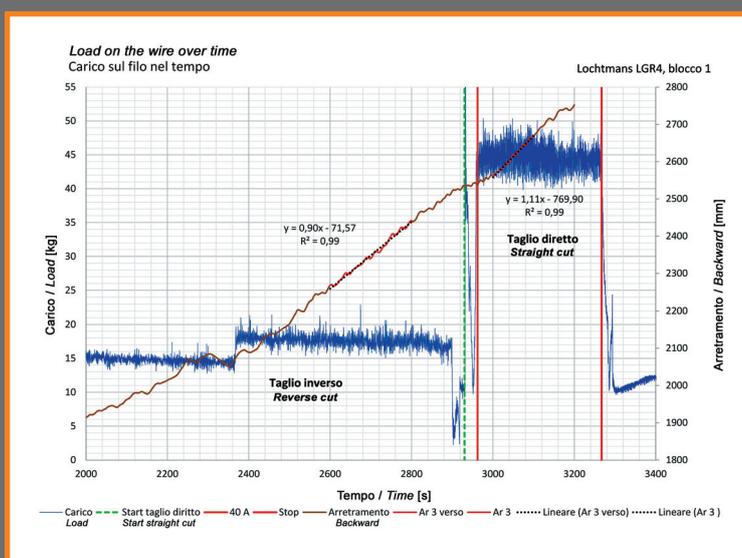


Fig.17 Rappresentazione del carico agente sul filo nel tempo. A sinistra, lato "in banda"; a destra, lato teso / Representation of the load acting on the wire over time. On the left, side "in band"; right, side in tension

(as in the Lochtmans machine), it was found that the component of the pull on the wire brought the cell to full scale even



Tab.2 Calcolo delle velocità di arretramento / Trend of backward speeds			
Taglio rovescio / Reverse cut			
Assorbimento [A] Absorption	Equazione Equation	v [mm/s]	v [m/h]
40	$y=1,21x-88,40$	1,2	4,3
40	$y=0,70x+701,27$	0,7	2,5
45	$y=0,90x-71,57$	0,9	3,2
Taglio diritto / Straight cut			
Assorbimento [A] Absorption	Equazione Equation	v [mm/s]	v [m/h]
40	$y=1,109x-769,9$	1,1	4,0

al monte, con configurazioni di misura differenti. Il taglio di riquadratura è stato realizzato con la geometria riportata in Fig.18. Come si osserva, il filo diamantato passa sul lato superiore della cella e su quello inferiore del volanetto di rinvio, contrariamente alle disposizioni di taglio adottate con le macchine precedenti. Installando, infatti, la cella di carico con indicatore di misura verso l'alto e il filo sul lato inferiore (come nella Lochtmans), si è riscontrato che la componente del tiro sul filo portava

la cella a fondo scala per valori molto bassi di carico, per cui sarebbe stato impossibile effettuare le acquisizioni. Al fine di ovviare a tale problema, si è ruotata la cella di 180° facendo scorrere il filo sul lato superiore, così da ottenere le stesse modalità di misura dello strumento.

In Fig.19 si riporta il dettaglio dell'installazione della cella di carico. La taratura del taglio è stata effettuata posizionando il dinamometro sul lato superiore del filo.

Il procedimento adottato è analogo a quello messo in atto per le tarature sulle due macchine esaminate in precedenza, per cui nel seguito si riportano i grafici relativi al carico in funzione del tempo, tralasciando il procedimento di taratura. Il taglio di riquadratura è stato suddiviso in due acquisizioni diverse: la prima con intervallo di campionamento di 0,02 s e durata di 1030 s, rappresentata nel grafico di Fig.20, la seconda con intervallo di campionamento di 0,01 s e durata di 590 s.

L'andamento del carico nel tempo mostra molte analogie rispetto ai casi precedenti ed alcune differenze, fra cui una forte oscillazione all'avvio della puleggia motrice.

Per quanto riguarda i valori di carico relativi all'impiego ordinario della macchina con un assorbimento di 40 A e velocità di rotazione di 40 m/s, il filo è risultato soggetto ad un carico di circa 25 kg sul lato teso.

Per raggiungere 55 kg, la macchina necessita di oltre 50 A di assorbimento, contrariamente ai modelli Lochtmans e Apuania Corsi, che per quel carico richiedono 40 A.

La tagliatrice BFC MASTER ha d'altra parte una potenza supe-

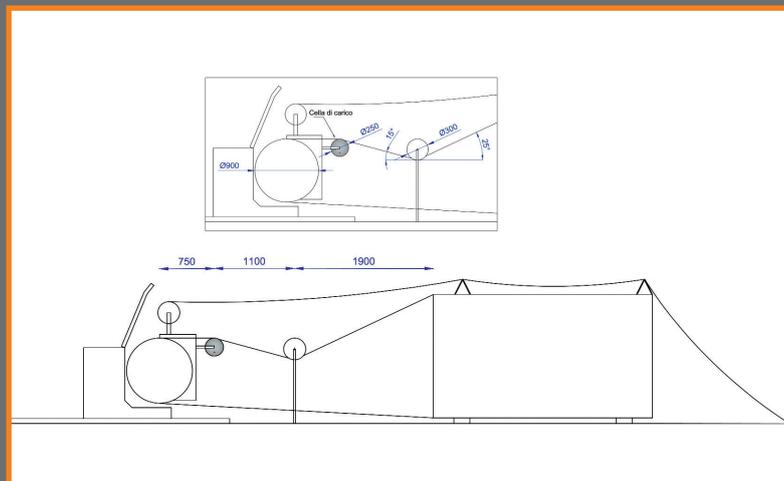


Fig.18 Schema di taglio in riquadratura BFC MASTER TS7, misure in mm
Scheme of a squaring cut by BFC MASTER TS7, measures in mm



Fig.19 Cella di carico installata con indicatore verso il basso e fune su lato superiore / Load cell installed with the indicator down and the rope on the upper side

for very low values of loading, so it would have been impossible to make the acquisitions. In order to overcome this problem, the cell has been rotated 180° by sliding the wire on the upper side, so as to obtain the same measurement methods of the instrument. Fig.19 details the installation of the load cell. The cut was calibrated by positioning the dynamometer on the upper side of the wire. The procedure adopted is similar to that implemented for the calibrations on the two machines examined previously, so the graphs relating to the load as a function of time are given below, leaving out the calibration procedure. The squaring cut was divided into two different

acquisitions: the first with a sampling interval of 0.02 s and a duration of 1030 s, represented in Fig.20, the second with a sampling interval of 0.01 s and a duration of 590 s.

The load trend over time shows many similarities to the previous cases and some differences, including a strong oscillation when the driving pulley starts.

As for the load values relating to the ordinary use of the machine with an absorption of 40 A and rotation speed of 40 m/s, the wire was subject to a load of about 25 kg on the stretched side. To reach 55 kg, the machine needs more than 50 A of absorption, unlike the Lochtmans and Apuania

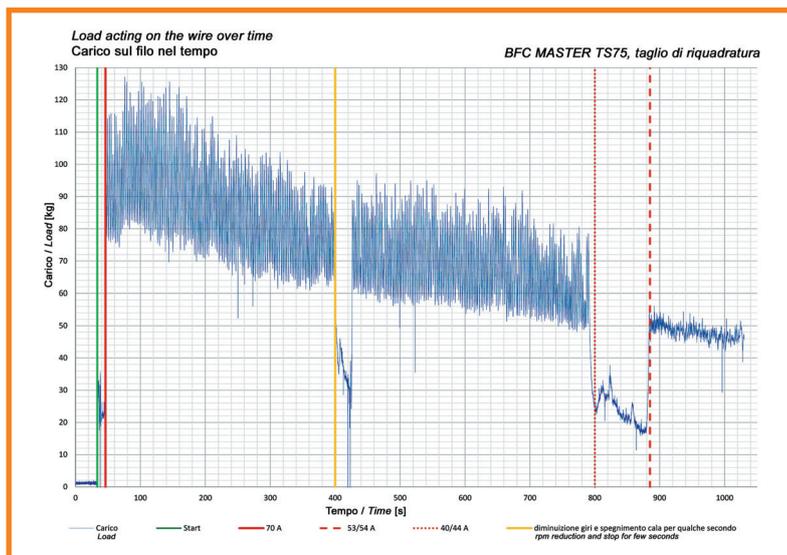


Fig.20 Rappresentazione del carico agente sul filo nel tempo
Representation of the load acting on the wire over time

riore, per cui richiede un amperaggio maggiore per portare il filo in tensione.

Nella prima parte di grafico, inoltre, si può notare che imponendo alla macchina assorbimenti maggiori per velocizzare il taglio, il carico sul filo aumenta fino a superare 80 kg. Il taglio della bancata al monte (estensione 900 x 300 cm)

è stato effettuato sfruttando due diverse configurazioni e, pertanto, le acquisizioni sono state eseguite separatamente nei due casi.

Dopo aver registrato il carico in configurazione 1, si è optato per il passaggio a una nuova configurazione, data la forte inclinazione del filo tra il volanetto di rinvio e la bancata.

La configurazione 1 ha previsto la stessa disposizione adottata per la riquadratura e la stessa orientazione sul corpo macchina, come illustrato in Fig.21. La taratura del taglio al monte è stata effettuata sistemando il dinamometro sul lato superiore del filo. La procedura svolta è analoga a quella messa in atto per la taratura sul taglio di riquadratura come illustrato in Fig.22. Il taglio al monte in configurazione 1 è stato acquisito con un intervallo di campionamento di 0,05 s e una durata di 1370 s.

In Fig.23 si riporta l'andamento del carico in funzione del tempo di acquisizione.

Per quanto riguarda i valori di carico relativi all'impiego ordinario della macchina, non è possibile effettuare un confronto diretto con le acquisizioni analizzate in precedenza, in quanto lo stendimento di filo molto maggiore, senza considerare gli attriti maggiori che intervengono durante il taglio, necessita di un amperaggio maggiore per essere messo in tensione.

Con un assorbimento di 40 A e velocità di rotazione di 40 m/s,

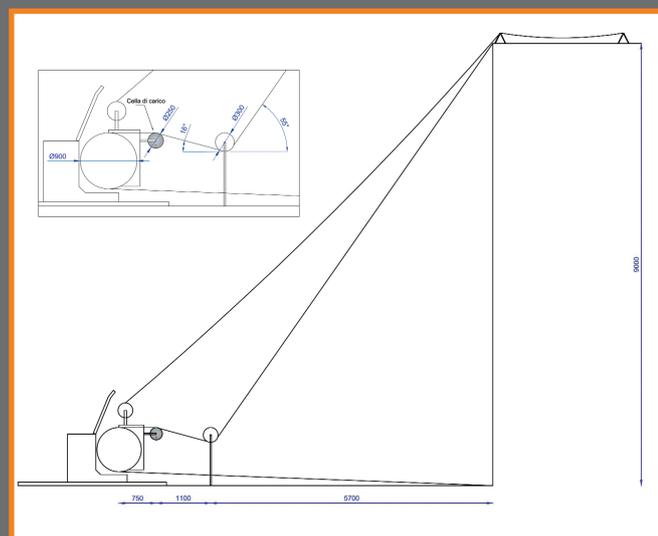


Fig.21 Schema di taglio in configurazione 1 della bancata mediante la tagliatrice BFC MASTER TS75 / Cutting scheme according to layout 1, through the BFC MASTER TS75 cutting machine

Corsi models, which requires 40 A for that load. On the other hand, the BFC MASTER cutting machine has a higher power, so it requires a higher amperage to stretch the wire. In the first part of the graph, moreover, it can be noted that, by imposing greater absorption on the machine to speed up cutting, the load on the wire increases up to over 80 kg. The upstream cut of the bench (extension 900 x 300 cm) was carried out using two different configurations, and therefore the acquisitions were performed separately in the two cases.



Fig.22 Fase di taratura del taglio al monte in configurazione 1, dinamometro su lato superiore del filo / Calibration of the upstream cut in layout 1, dynamometer on the upper side of the wire

After registering the load in configuration 1, it was decided to switch to a new configuration, given the strong inclination of the wire between the flywheel and the bench.

The layout 1 has the same arrangement adopted for the squaring and the same orientation on the machine body, as shown in Fig.21. The upstream cut calibration was carried out by placing the dynamometer on the upper side of the wire.

The procedure carried out is similar to that implemented for calibration on squaring cut, as shown in Fig.22.

The upstream cut according to layout 1 was acquired with a sampling interval of 0.05 s and a duration of 1370 s.

Fig.23 shows the trend of the load as a function of the acquisition time. As for the load values relating to the ordinary use of the machine, it is not possible to make a direct comparison with the previously analyzed acquisitions, since the



il filo è risultato soggetto ad un carico di circa 20 kg sul lato teso. Al fine di valutare lo sforzo di trazione a cui è sottoposto il filo in prossimità del volanetto di rinvio installato, si è optato per l'adozione di una nuova configurazione di taglio (configurazione 2). A tal proposito, si è rimossa la cella dal corpo macchina e la si è installata nella posizione precedentemente occupata dal volanetto folle di rinvio. Naturalmente in questa configurazione la cella, per ottenere dati concordi a quelli del caso precedente, è stata ruotata di 180°, facendo passare il filo sul lato inferiore. Lo schema di taglio adottato è riportato in Fig.24.

La taratura del taglio al monte è stata effettuata sistemando il dinamometro sul lato superiore del filo, quello lontano da terra, disponendolo tra la cella di carico e la bancata.

Il procedimento svolto è analogo a quello messo in atto per la taratura in configurazione 1, esaminata in precedenza; lo schema adottato è illustrato in Fig.25.

Il taglio al monte in configurazione 2 è stato acquisito sfruttando un intervallo di campionamento pari a 0,02 s ed una durata del campionamento di 550 s.

La minore durata della fase di campionamento rispetto alle altre acquisizioni è dovuta al fatto che l'inclinazione del filo, in questa configurazione, varia man mano che il taglio procede. Non potendo assicurare un'uniformità nel tempo delle misure della cella, si è deciso di limitare il tempo di acquisizione, per far sì che la geometria del taglio in tale intervallo risultasse pressoché invariata.

L'andamento del carico in funzione del tempo di acquisizio-

ne è riportato in Fig.26. Anche in questo caso si osserva una forte oscillazione all'avvio della puleggia motrice, che si ripete a ogni accensione, seppure in modo diverso rispetto ai casi precedenti.

Per quanto riguarda i valori di carico relativi all'impiego ordinario della tagliatrice, non è possibile effettuare un confronto diretto con le precedenti acquisizioni, in quanto lo stendimento di filo molto maggiore, pur trascurando i maggiori attriti dovuti all'entità del taglio, necessita di un amperaggio maggiore per essere messo in tensione.

Con un assorbimento di 60 A e velocità di rotazione di 40 m/s, risulta che il filo è soggetto ad un carico di circa 100 kg sul lato teso.

6. RISULTATI

Nel seguito si analizzano i risultati ottenuti dalla campagna sperimentale, mediante tabelle riepilogative in funzione del tipo di macchina impiegata.

6.1 Apuania Corsi MF 5000

Dalle analisi effettuate sono stati ottenuti i risultati, relativi sia al carico sia all'arretramento, riportati in dettaglio in Tab.3. La velocità di arretramento è fornita dalla pendenza delle rette di interpolazione delle porzioni dei grafici di spostamento in funzione del tempo.

Le unità di misura sono espresse in mm per lo spostamento e in s per il tempo, per cui si è proceduto a una conversione in m/h, per maggiore chiarezza di lettura.

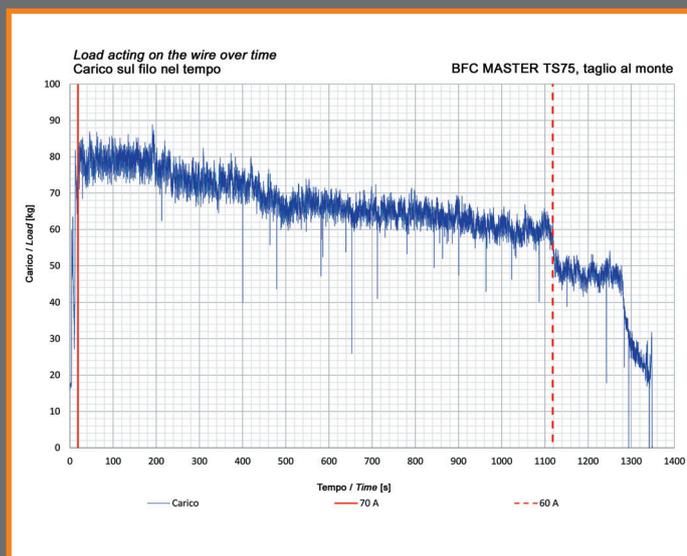


Fig.23 Andamento del carico in funzione del tempo di acquisizione per il taglio al monte in configurazione 1 / *Trend of the load as a function of the acquisition time for the upstream cut according to layout 1*

much higher length of the wire, while neglecting the greater frictions that occur during cutting, requires a higher amperage to be stretched. With an absorption of 40 A and a rotation speed of 40 m/s, the wire was subject to a load of about 20 kg on the stretched side.

To evaluate the tensile stress to which the wire is subjected near the deflection flywheel, a new cutting configuration (layout 2) was chosen.

In this regard, the cell was removed from the machine body

and installed in the position previously occupied by the idle flywheel. Of course, in this configuration the cell, to obtain data consistent with those of the previous case, was rotated 180°, making the wire pass on the lower side.

The cutting scheme adopted is shown in Fig.24.

The upstream cut calibration was carried out by placing the dynamometer on the upper side of the wire, the one away from the ground, placed between the load cell and the bench. The procedure carried out is similar to that carried out for the calibration in layout 1, previously examined; the scheme adopted is shown in Fig.25.

The upstream cut in layout 2 was acquired using a sampling interval of 0.02 s and a sampling duration of 550 s.

The shorter duration of the sampling phase compared to other acquisitions is due to the inclination of the wire which, in this case, varies as the cutting proceeds. Since it was not possible to ensure uniformity over time of the cell measurements, the acquisition time was limited, to ensure that the geometry of the cut, in such interval, was practically unchanged. The load trend as a function of the acquisition time is shown in Fig.26.

Also in this case there is a strong oscillation at the start of the driving pulley, which is repeated with each engine ignition, albeit in a different way than in the previous cases.

As regards the load values relating to the ordinary use of the cutting machine, it is not possible to make a direct comparison with the previous acquisitions, since the much higher wire spreading, while neglecting the greater frictions due to the size of the cut, requires a higher amperage to be put under tension.

With an absorption of 60 A and a rotation speed of 40 m/s, it turns out that the wire is subject to a load of about 100 kg

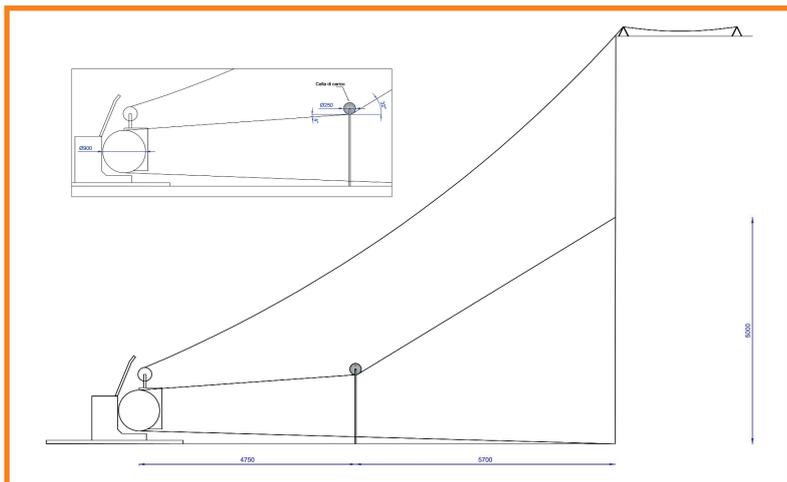


Fig.24 Schema di taglio al monte in configurazione 2 mediante la tagliatrice BFC MASTER TS75; misure in mm / *Upstream cut according to layout 2 through the BFC MASTER TS 75 cutting machine; measures in mm*

In linea generale, il carico aumenta all'aumentare dell'assorbimento del motore di arretramento, come si osserva dal grafico di Fig.27. Dal grafico si nota una variazione di oltre 30 kg tra un assorbimento di 30 A e uno di 40 A. Ciò significa che in tale intervallo è incluso il limite minimo di taglio per la tagliatrice a filo. Se a 30 A il carico è prossimo allo zero, significa che il taglio non avanza in modo produttivo, in quanto il filo svolge molte passate all'interno del solco asportando poco materiale per volta, essendo piccola la forza perpendicolare al moto di taglio che genera l'attrito, di poco maggiore a quella necessaria a tendere il peso proprio del filo. All'aumentare dell'assorbimento fino a circa 40 A, il carico sul filo raggiunge circa 40 kg e la velocità di arretramento aumenta di circa 3 volte. Aumentando ulteriormente l'assorbimento (45 A



Fig.25 Taratura del taglio al monte in configurazione 2, dinamometro su lato superiore del filo / *Upstream cut calibration according to layout 2, dynamometer on the upper side of the wire*

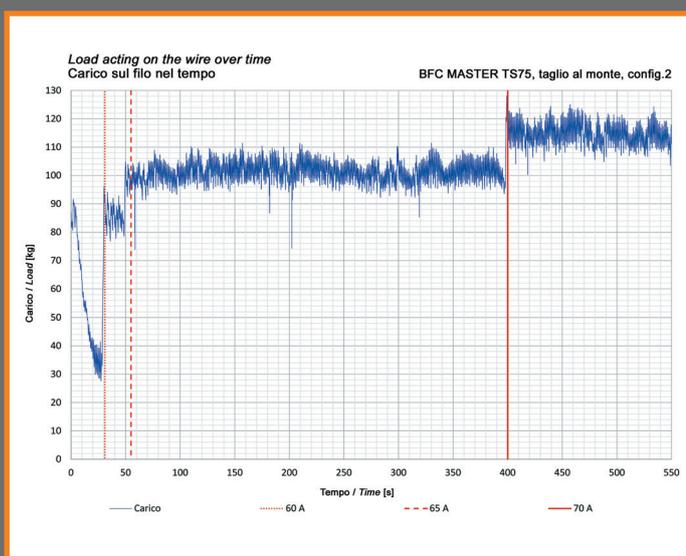


Fig.26 Andamento del carico in funzione del tempo di acquisizione per il taglio al monte effettuato in configurazione 2 / *Load trend as a function of the acquisition time for upstream cutting according to layout 2*

on the stretched side.

6. RESULTS

The results obtained from the experimental campaign are analyzed below, using summary tables according to the type

of machine used.

6.1 Apuania Corsi MF 5000

From the analyzes carried out, the results, relating to both the load and the withdrawal, are shown in detail in Tab.3. The withdrawal speed is provided by the slope of the interpolation lines of the portions of the displacement graphs as a function of time; the units of measurement are expressed in mm for the movement and in s for the time, so a conversion in m/h was made, for clarity of reading.

In general, the load increases as the backward motor absorption increases, as it can be seen in Fig.27.

The graph shows a variation of over 30 kg between an absorption of 30 A and one of 40 A. This means that the minimum cutting limit for the wire cutter is included in this range. If, at 30 A, the load is close to zero, it means that the cut does not advance productively, as the wire carries out many passages inside the groove removing little material at a time, being small the force perpendicular to the cutting motion that generates the friction, slightly greater than that needed to stretch the wire.

As the absorption increases up to about 40 A, the load on the wire reaches about 40 kg and the backward speed increases by about 3 times. By further increasing the absorption (about 45 A), the load reaches 60 kg, while the backward speed does not significantly increase. It is necessary to keep under control the relationship between



circa), il carico raggiunge 60 kg, mentre la velocità di arretramento non aumenta sensibilmente.

È necessario tenere sotto controllo il rapporto tra carico sul filo e velocità di arretramento in quanto, se all'aumentare della cala non vi è molta differenza in termini di velocità di arretramento, che è proporzionale alla velocità di taglio, è sicuramente conveniente, ai fini della sicurezza, lavorare con un carico minore sul filo.

6.2 Lochtmans LGR4

Dall'analisi delle misure effettuate si sono ottenuti i risultati, relativi sia al carico sia all'arretramento, riportati in dettaglio in Tab.4. Purtroppo, i valori di assorbimento registrati non sono molti, quindi non è possibile effettuare un confronto con il carico e la velocità, come nel caso precedente. Come indicato in Tab.5, con un assorbimento medio di 40 A, il lato del filo in banda è soggetto a un carico di circa 20 kg, mentre il lato teso è soggetto a circa 40 kg di carico. La potenza installata, rispettivamente di 75 HP per l'Apuania Corsi e di 60 HP per la Lochtmans, sembra non influenzare il carico sul filo e la velocità di taglio per la riquadratura di blocchi, secondo gli assorbimenti in gioco durante le acquisizioni. È pur vero che l'Apuania Corsi, operando tramite un sistema di arretramento diverso, potrebbe sfruttare diversamente la potenza installata.

6.3 BFC MASTER TS75

I risultati ottenuti dalle analisi effettuate riguardano il

Tab.3 Riepilogo dei risultati ottenuti dalle misure effettuate con la Apuania Corsi MF 5000 / Summary of the results obtained from the measurements carried out with Apuania Corsi MF 5000

Assorbimento Absorption [A]	Carico Load [kg]	Velocità arretramento Backward speed [m/h]
Blocco 1 / Block 1 (190 x 300 mm)		
40	54,7	2,6
45	62,3	2,9
45	61,3	3,4
30	3,2	0,7
40	43,6	2,8
40	44,3	3,2
40	40,9	3,6
Blocco 2 / Block 2 (145 x 380 mm)		
30	6,9	1,4
37	43,4	2,9
40	47,0	3,5
40	44,3	4,0

carico sul filo. Il taglio sul piazzale e quelli al monte sono stati considerati separatamente, al fine di confrontarli con i dati relativi alle altre macchine.

In Tab.6 si riportano i carichi ottenuti dal taglio sul piazzale. La tabella indica che la tagliatrice in esame genera un carico sul filo di circa 25 kg per un assorbimento di 40 A.

A questo amperaggio le altre macchine hanno dato luogo a valori di circa 45 kg, mentre la BFC richiede 54 A per rag-

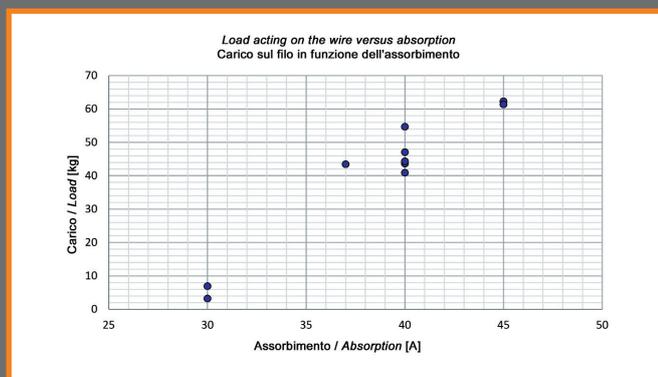


Fig.27 Valori medi di carico calcolati per differenti assorbimenti del motore di arretramento / Average computed load values for different backward absorptions

the load on the wire and the backward speed since, if as the drop increases there is not much difference in terms of backward speed, which is proportional to the cutting speed, it is certainly convenient, for the purposes of safety, to work with a lower load on the wire.

6.2 Lochtmans LGR4

The results of the measurements carried out are shown in detail in Tab.4. Unfortunately, the absorption values recorded are not numerous, therefore it was not possible to make a comparison with the load and the speed, as in the previous case. As shown in Tab.5, with an average absorption of 40 A, the side of the wire in band is subject to a load of about 20 kg, while the stretched side is subject to a load of about 40 kg. The installed power, respectively 75 HP for the Apuania Corsi

Tab.5 Valori medi di carico e velocità per entrambi i sensi di rotazione del filo / Average load and speed values for both directions of rotation of the wire

Verso Direction	Assorbimento Absorption [A]	Carico Load [kg]	Velocità arretramento Backward speed [m/h]
Rovescio Reverse	40	20,1	3,4
Dritto Straight	40	44,6	4,0

and 60 HP for the Lochtmans, does not seem to influence the load on the wire and the cutting speed for the squaring of blocks, according to the absorption involved during the acquisitions. However, the Apuania Corsi, operating through a different setback system, could exploit the installed power differently.

6.3 BFC MASTER TS75

The results obtained from the analyzes carried out refer to the load on the wire. The cut on the square and those upstream were considered separately, in order to make comparisons with the data relating to the other machines.

Tab.6 shows the loads obtained by the cut on the square. The table also shows that the cutting machine induces a load on the wire of about 25 kg with an absorption of 40 A.



Tab.4 Riepilogo dei risultati ottenuti dalle misure effettuate con la Lochtmans LGR4 su blocchi di dimensioni 170 x 300 mm
Summary of the results obtained from the measurements with the Lochtmans LGR4 (block size: 170 x 300 cm)

Verso Direction	Assorbimento Absorption [A]	Carico Load [kg]	Velocità arretramento Backward speed [m/h]
Rovescio Reverse	40	21,1	4,3
Rovescio Reverse	40	21,8	2,5
Rovescio Reverse	40	17,6	3,2
Diritto Straight	40	45,0	4,0
Diritto Straight	40	44,1	/

giungere tale risultato.

Il carico massimo raggiunto durante la riquadratura è di 86 kg, quasi il doppio rispetto a quello raggiunto dalle altre due tagliatrici. Per valutare se la produttività del taglio aumenta in modo considerevole sarebbe necessario misurare l'arretramento anche per questa macchina.

In ogni caso il carico massimo raggiunto in riquadratura risulta di circa 1/10 della resistenza a trazione statica del

filo diamantato, considerando i valori di carico ottenuti da ricerche sullo sfilamento dei morsetti di giunzione (Auletta N., 2019). Per quanto riguarda il taglio al monte, i risultati sono sintetizzati in Tab.7. Anche in questo caso si verifica un carico sul filo minore rispetto al limite imposto dalla normativa di riferimento, per cui adottando questi parametri di taglio non si dovrebbe incorrere nel problema dello strappo, a meno che non siano presenti discontinuità interne al blocco che possano concentrare gli sforzi sul filo e indurire la rottura.

7. CONCLUSIONI

La campagna sperimentale condotta ha permesso di valutare il carico effettivo sul filo diamantato durante i tagli di riquadratura e al monte. Dai risultati emersi, si sintetizzano le seguenti considerazioni:

□ Per i tagli di riquadratura, il carico è di circa 50 kg.

□ Per i tagli al monte, il carico raggiunge 115 kg circa.

Le misurazioni con la cella di carico sono state svolte anche sul lato definito "in banda". I risultati mostrano che per un assorbimento di 40 A, il carico su quel lato del filo è di circa 20 kg. I valori forniti dalle misure indicano uno sforzo sul filo di circa 1/10 della sua resistenza a trazione statica, considerando un valore minimo di 800 kg imposto dal morsetto di giunzione (Auletta N., 2019).

Quindi, se i tagli fossero messi in atto secondo i parametri utilizzati durante le acquisizioni, lo strappo del filo non dovrebbe verificarsi, a meno di un cedimento improvviso del

Tab.6 Riepilogo dei dati ottenuti dal taglio sul piazzale mediante la tagliatrice BFC MASTER TS75 / *Summary of data obtained by cutting on the square using the BFC MASTER TS75 cutting machine*

Assorbimento [A] Absorption	Carico [kg] Load
40	24,5
48	32,1
52	36,8
54	48,0
70	86,5

At this amperage, the other machines have given rise to values of about 45 kg, whereas the BFC requires 54 A to achieve this result. The maximum load reached during squaring is 86 kg, almost double compared to the other two cutting machines. To assess whether the productivity of the cut increases considerably, it would be necessary to measure the setback also for this machine. In any case, the maximum load reached during the squaring operations is approximately 1/10 of the static tensile strength of the diamond wire, considering the load values obtained from researches on the junction's slippage (Auletta N., 2019).

As for the upstream cut, the results are summarized in Tab.7. Even in this case, the load on the wire is less than the limit imposed by the reference standards, therefore by adopting these cutting parameters there should be no tearing problems,

Tab.7 Riepilogo dei dati relativi ai tagli al monte effettuati mediante la tagliatrice BFC MASTER TS75 / *Summary of the data relating to the upstream cuts carried out using the BFC MASTER TS75 cutting machine*

Configurazione Layout	Assorbimento Absorption [A]	Carico Load [kg]
1	70	79,1
1	60	47,8
1	45	48,1
2	60	85,7
2	65	101,2
2	70	114,6

unless there are internal discontinuities in the block that can concentrate the strain on the wire and cause it to break.

7. CONCLUSIONS

The experimental campaign carried out has made it possible to evaluate the actual load on the diamond wire during both the squaring and upstream cuts; from the results found, the following considerations can be summarized:

□ Squaring cuts: the load is approximately 50 kg.

□ Upstream cuts: the load reaches about 115 kg.

The load cell measurements were also carried out on the side defined as "in band". The results show that, for an absorption of 40 A, the load on that side of the wire is about 20 kg. The values provided by the measurements show a stress on the wire of about 1/10 of its static tensile strength,





materiale lapideo che può bloccare l'organo di taglio. I dati di arretramento ricavati tramite l'estensimetro a filo hanno permesso il calcolo delle velocità di arretramento e di taglio, per svolgere un confronto con dati di letteratura e con studi precedenti. Purtroppo, un guasto all'estensimetro a filo durante una acquisizione non ha permesso di misurare l'arretramento su tutte le macchine, quindi non è stato possibile svolgere un'analisi dettagliata dei parametri e confrontarli tra le varie macchine.

La tagliatrice a filo diamantato risulta, oggi, il sistema più versatile e offre notevoli prestazioni nel settore del taglio delle rocce ornamentali. Con i sistemi di sicurezza di cui sono fornite oggi le macchine si potrebbero ottenere buone condizioni lavorative, ma andrebbero rispettati i parametri di taglio individuati durante la campagna sperimentale.

Proprio per questo nasce la necessità di una evoluzione tecnologica, da perseguire implementando la collaborazione dell'elettronica e dei sistemi di controllo con la meccanica del taglio.

Il controllo sulla tensione del filo è prescritto dalla norma UNI EN 15163 del 2008, armonizzata nel 2009, e dal suo aggiornamento del 2017. Ad eccezione delle fasi di inizio taglio e di fine taglio, la trazione sul filo non dovrebbe superare 300 kg circa (1/6 del valore della resistenza a trazione del filo). Tale controllo può essere fatto con un dispositivo di limitazione di corrente, come suggerisce la stessa norma. L'analisi dell'assorbimento del motore non può, tuttavia,

essere correlata alla tensione sul filo attraverso la potenza elettrica e, quindi, attraverso la coppia erogata ipotizzando che il lato in "banda" sia completamente scarico: ciò è scorretto sia dal punto di vista teorico sia dal punto di vista pratico, in quanto, come si è visto, la tensione misurata sul lato in banda è di circa 20 kg, valore non certo trascurabile. Il dispositivo di limitazione della coppia previsto dalla norma deve avere come parametro di ingresso un valore di trazione. Una strada possibile potrebbe essere quella di installare sulle macchine una cella di carico a cuscinetto, come quella utilizzata per la campagna sperimentale, abbinata a un sistema di controllo più raffinato di quelli attualmente installati. In questo modo si otterrebbe un sistema di controllo automatico che regola l'arretramento in base allo sforzo agente sul filo, senza superare il limite di carico imposto dalla norma e aumentando il grado di sicurezza dell'operazione. Intervenendo mediante un controllo di trazione, come previsto dalla norma UNI 15163 del 2017, che limiti la trazione alla soglia prevista, le probabilità di rottura dell'utensile diminuirebbero drasticamente.

Tale dispositivo non impedirebbe però il colpo di frusta, che rappresenta comunque una eventualità, in quanto i motori elettrici non sono in grado di fermarsi in tempi così rapidi. Per fare ciò occorrerebbe utilizzare motori idraulici comandati in retroazione tramite servovalvole al fine di ottenere un sistema ad elevata risposta dinamica.

considering a minimum value of 800 kg imposed by the junction clamp (Auletta N., 2019).

Therefore, if the cuts were made according to the parameters used during the acquisitions, the tearing of the wire should not occur unless a sudden failure of the rock, that can block the wire. The setback data obtained through the draw-wire encoder allowed the calculation of setback and cutting speeds, to carry out a comparison with literature data and with previous studies. Unfortunately, a fault in the draw-wire encoder during an acquisition did not allow to measure the setback on all the machines, therefore it was not possible to carry out a detailed analysis of the parameters and compare them among the machines analyzed.

The diamond wire cutter is today the most versatile system and offers remarkable performances in the dimension stones cutting sector. With the safety systems that the machines are equipped with today, good working conditions could be obtained, but the cutting parameters identified during the experimental campaign should be respected.

For this reason, the need for a technological evolution arises, to be pursued by implementing the collaboration of electronics and control systems with the mechanics of cutting.

The control on the tension of the wire is prescribed by the UNI EN 15163 of 2008, harmonized in 2009, and by its update in 2017. With the exception of the phases of the start of cutting and the end of cutting, the traction on the wire should not exceed about 300 kg (1/6 of the wire tensile strength value). This check can be done with a current limiting device, as suggested by the standard itself.

The analysis of the motor absorption cannot however be correlated to the voltage on the wire through the electric power and therefore through the torque supplied assuming that the "band" side is completely discharged: it is incorrect both from a theoretical and a practical point of view; as

seen, the voltage measured on the band side is about 20 kg, a value which is certainly not negligible.

The torque limiting device required by the standard must have a traction value as the input parameter.

One way could be to install a bearing load cell on the machines, such as the one used for the experimental campaign, combined with a control system more refined than those currently available. By this way, an automatic control system would be obtained which regulates the withdrawal based on the force acting on the wire, without exceeding the load limit imposed by the standard and increasing the degree of safety of the operation. By placing a traction control, to limit the tension to the envisaged threshold, as required by the UNI 15163:2017 standard, it would probably be possible to drastically decrease tool breakage.

However, this device would not prevent the whiplash, which is an eventuality, since the electric motors are not able to stop in such rapid times. To do this, hydraulic motors would be necessary, controlled in feedback by servo valves in order to obtain a system with a high dynamic response.

8. REFERENCES / BIBLIOGRAFIA

- Auletta N., 2019. Caratterizzazione di laboratorio mirata all'analisi delle prestazioni di fili diamantati per il taglio di materiali carbonatici. Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino.
- Coli M. et al., 2002. Studi Conoscitivi sui Bacini Marmiferi Industriali di Carrara: Un Contributo per la gestione Pianificata dell'Attività. GEAM, Georisorse e Ambiente, XXXIX n.4.
- Pasquinelli A., 2011. Analisi e valutazione delle prestazioni del filo diamantato in due bacini di estrazione del marmo. Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino.
- Tantussi G., 2008. Studio del comportamento del filo diamantato a seguito di rottura. Atti del Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Università di Pisa.



Metal Bond Powders for Diamond Tools



Innovative Nanostructured Powders by Mechanical Alloying

- φ Iron based pre-alloys
- φ Cobalt Substitutes
- φ Free sintering powders
- φ Self-brazing solutions
- φ Eco-friendly materials
- φ Carbide reinforced

Solutions for your product innovation



φ Mechanomade series



φ Nanoplus series



φ All.in.one series



φ CL190 series

Entirely produced in Italy 



MBN 
nanomaterialia®



Metodi di analisi della qualità del diamante sintetico per impieghi industriali

di Paolo Lubatti, Poligem Srl

L'impiego del diamante nel campo dell'industria ha sempre comportato la necessità di una classificazione dello stesso che consentisse di abbinarla ad un determinato impiego, per avere la possibilità di riprodurre sempre gli stessi risultati. A partire dal secolo scorso, la diffusione del diamante per uso industriale si è ampliata in maniera esponenziale, comportando l'utilizzo di quantità sempre maggiori, seppur limitate dalla scarsa disponibilità di cristalli di provenienza mineraria.

L'avvento del diamante sintetico ha permesso di superare questa limitazione: a partire dalla fine degli anni '50 si sono prodotte quantità che, già negli anni settanta, erano notevolmente superiori a quelle disponibili da fonti naturali e qualità che hanno permesso un allargamento dei campi di impiego, consentendo lavorazioni di materiali impossibili da lavorare con il diamante naturale macinato quali, ad esempio, i graniti e le quarziti, oltre a molte applicazioni meccaniche.

Le crescenti quantità e qualità dei diamanti sintetici impiegati hanno evidenziato la necessità di introdurre dei controlli basati su parametri il più possibile oggettivi e verificabili attraverso metodologie applicabili ad una produzione ed una applicazione massiva, in cui sono richieste ripeti-

bilità e stabilità dei singoli componenti, al fine di garantire una prestazione adeguata e costante.

Negli anni si sono sviluppate diverse metodologie per la qualificazione delle polveri di diamante, partendo dai criteri utilizzati per la selezione dei diamanti in pietre: dimensione, forma e purezza.

1. LA DIMENSIONE

Il controllo della dimensione è fondamentale per l'impiego del diamante sintetico. Innanzitutto, più grosso è il cristallo maggiore è la sua capacità di asportazione, mentre più è fine maggiore sarà la finitura ottenuta sulla superficie del materiale lavorato. Inoltre, più è accurata la selezione dimensionale più sarà ripetibile il risultato ottenuto, aspetto che è fondamentale per un impiego industriale.

La selezione e il controllo fisico delle polveri di diamante, in grane da 1 mm a 30 micron circa, avviene esclusivamente per setacciatura meccanica, utilizzando setacci certificati secondo le due norme più comuni: esse sono per gli USA la combinazione degli standard ASTM (American Society for Testing Materials) E11-81 (specifiche dei setacci) e degli standard ANSI (American National Standard Institute) B74.20 (meto-

Quality analysis methods of synthetic diamonds for industrial use

by Paolo Lubatti, Poligem Srl

Traditionally, the industrial use of diamond has always determined the need for a classification method that, based on standard parameters, would allow to select the suitable type of diamond for each application in order to get consistent results.

Since the last century, the use of diamond for industrial applications has exponentially grown but, unfortunately, the increasing demand for this product was limited by the low availability of natural crystals.

The development of synthetic diamond has overcome this problem: since the late 1950s, quantities have increased and in the seventies there was much more diamond than that available from natural sources. Moreover, the higher quality of crystals has led to an expansion of the fields of use allowing the processing of materials impossible to work just with natural diamond powder, like granites and quartzites.

The increasing quantity and quality of synthetic diamonds available has stressed the need of tests based on the most

objective parameters on one side and applicable to a massive production and application where repeatability and stability of each components must ensure an adequate and constant performance.

Over the years, various methods have been developed for the qualification of diamond powders, starting from criteria used for the selection of gem diamonds: size, shape, purity.

1. THE SIZE

Size control is essential for the use of synthetic diamond. First of all, the larger the crystal, the greater its removal capacity, while the finer it is, the greater the surface finish of the worked material. Furthermore, the more accurate the size selection, the more repeatable the result obtained, a fundamental aspect for industrial use.

The selection and physical control of diamond powders with grain size from 1 mm to 30 microns takes place exclusively by mechanical sieving using certified sieves according to the

MARMO+MAC

THE BIGGEST **STONE + DESIGN + TECHNOLOGY** TRADE FAIR

WITH
STONE
YOU CAN

MARMOMAC.COM

kfadv.it

30 SEPT | 03 OCT 2020 VERONA ITALY

Partner of the Network



PIETRA
NATURALE
AUTENTICA



GERICO by Vicentina Marmi
With Donatoni Macchine
Design Lorenzo Palmeri
2019 ICON AWARD WINNER



Ministero degli Affari Esteri
e della Cooperazione Internazionale



dologia per la classificazione dimensionale del diamante), mentre per l'Europa sono gli standard della FEPA (Fédération Européenne des fabricants de Produits Abrasifs).

Questa metodologia è utilizzata sia nel ciclo di produzione della polvere di diamante che nella fase di controllo all'ingresso effettuata dagli utilizzatori e gli strumenti più comuni sono i setacci e il microscopio (Figg.1, 2).

Per quanto riguarda le granulometrie più fini, cioè quelle tra 60 micron e 0 micron, la selezione dimensionale avviene essenzialmente per sedimentazione o elutriazione, utilizzando liquidi organici o inorganici e sfruttando il principio per cui una particella più fine precipita molto più lentamente

in un liquido rispetto ad una di maggiori dimensioni.

Qui, a differenza delle grane maggiori, non c'è una normativa tecnica comunemente utilizzata, pur essendoci diversi standard elaborati dalle stesse associazioni di cui sopra, ma ci sono solo dei criteri comunemente accettati per la classificazione delle grane micron che riguardano, sostanzialmente, il centrare la curva di distribuzione nell'intervallo nominale della grana (es. 4-8 micron deve avere una media centrata su 6 micron) e tolleranze su sovra-misura e sotto-misura in funzione dell'applicazione. Gli strumenti più utilizzati nei controlli sono un granulometro laser, un microscopio ottico e, per le grane più fini, un SEM (Figg.3, 4).

ANALISI GRANULOMETRICA							
ARTICOLO	GRANA	30/35	35/40	40/45	45/50	50/60	60/70
AX 75	50/60 Mesh	0,20%	4,50%	44,89%	44,31%	5,76%	0,34%

DATA ANALISI: 24 Maggio 2020
 OPERATORE DI LABORATORIO: Bassi Luigi
 OSSERVAZIONI PARTICOLARI: Nessuna

Fig.1 Esempio di controllo di una granulometria Mesh
 Example of a Mesh distribution test

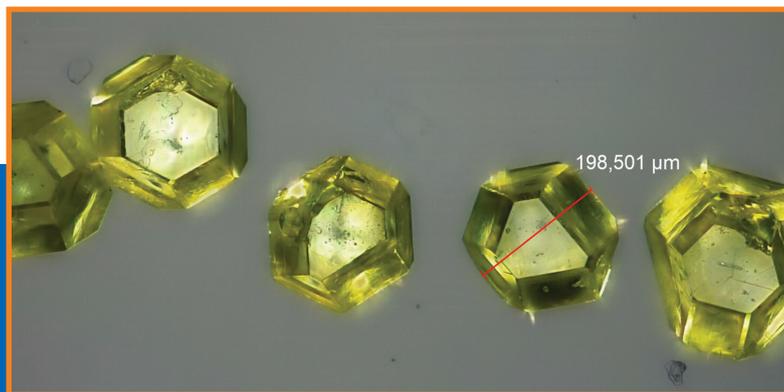


Fig.2 Esempio di controllo di una granulometria Mesh al microscopio
 Example of a Mesh size check on a microscope

two most common standards which are for the US the combination of ASTM standards (American Society for Testing Materials) E11-81 (sieve specifications) and ANSI (American National Standard Institute) standards B74.20 (method for size classification of the diamond), while for Europe they are the FEPA (Fédération Européenne des fabricants de Produits Abrasifs) standards.

This method is used both in the diamond powder production cycle that in the incoming inspection by the tools makers and the most common instruments used are sieves and microscope (Figs.1, 2).

As regards the finer particle sizes, between 60 and 0 microns, size selection takes place essentially by sedimentation or elutriation, using organic or inorganic liquids and exploiting the principle whereby a finer particle precipitates much more slowly into a liquid than a larger one.

In this case, unlike the larger grains, there is no a commonly used technical regulation, although there are different standards developed by the same associations mentioned before, but there are only commonly accepted criteria for the classification of micron grains: basically the grain is graded in such a way that the mean of the size distribution is in the middle of the nominal range (e.g. a 4-8 microns should have a mean

2. LA FORMA

La forma di un cristallo è un indicatore, per l'impiego industriale, di alcune caratteristiche che vanno misurate perché predicono il suo comportamento nell'applicazione. Normalmente, una forma cubo-ottaedrica perfetta esprime una elevata tenacità, molto simile a quella del diamante gemma, ma al tempo stesso una limitata taglienza, essendo quest'ultima legata agli angoli più acuti di un cristallo.

Ogni utilizzatore deve, pertanto, trovare il giusto compromesso tra durezza e taglienza per la sua applicazione e, una volta individuato, deve poter controllare questo parametro.

about 6 microns) and tolerances on the above-size and below-size related to the application needs. The most commonly used instruments are laser granulometer, optical microscope and, for the finer sizes, SEM (Figs.3, 4).

2. THE SHAPE

The shape of a diamond for industrial use is an indicator of some important characteristics to be measured because they influence its behaviour in the applications.

Generally a perfect cube-octahedral shape defines a high toughness, very similar to that of a diamond gem but, at the same time, a limited sharpness, being the latter influenced by the presence of acute angles in the crystal.

Each manufacturer must, therefore, find the right balance between hardness and sharpness suitable for its application and, once identified, it must be able to check this parameter. In the production of synthetic diamond, shape is selected by means of a vibrating table with an inclined plane that makes the various crystals fall down in a tenth of drawers, corresponding to different qualities. On the other hand, with finer particle sizes (below 60 µm), shape is obtained by varying the crushing parameters in order to have more or less regular shapes. Different methods can be used to analyse the result of the selection operated by the producers: use a vibrating table to check the shape distribution and then verify the results by carrying out a friability test (see chapter 4) on the diamonds from each single drawer.

A second method is to use an optical microscope/computer system to perform an image analysis that can give control over both size and shape (Fig.5).



Nella produzione di diamante sintetico la forma viene selezionata mediante un tavolo vibrante con piano inclinato che fa ricadere i vari cristalli in una decina di cassette, a cui corrispondono diverse qualità. Nelle granulometrie più fini (sotto i 60 micron), invece, la forma si ottiene variando i parametri di macinatura in modo da ottenere forme più o meno regolari. Per analizzare il risultato della selezione operata dal produttore si possono scegliere diverse metodologie:

- ◆ utilizzare un tavolo vibrante per verificare la distribuzione percentuale delle varie forme e, in seguito, controllare l'esito effettuando un test di friabilità (vedi capitolo 4) sulle frazioni risultanti dai singoli cassettei;
- ◆ utilizzare un sistema microscopio ottico/computer per effettuare un'analisi di immagine che permetta un controllo sia

sulla dimensione che sulla forma (Fig.5).

3. LA PUREZZA

Le impurezze dei cristalli sintetici, denominate tecnicamente inclusioni, derivano dai componenti utilizzati nella sintesi del diamante, principalmente dal catalizzatore che può essere a base di ferro, cobalto, nickel o combinazione degli stessi. Quindi, si tratta di inclusioni metalliche più o meno visibili ma che, se troppo diffuse, possono minare la tenacità e la termostabilità dei diamanti. Normalmente, nelle fasi di produzione, si utilizza un separatore magnetico per eliminare i cristalli con una quantità di inclusioni metalliche che ne pregiudicherebbe la struttura.

A livello di laboratorio di controllo, si possono usare strumen-

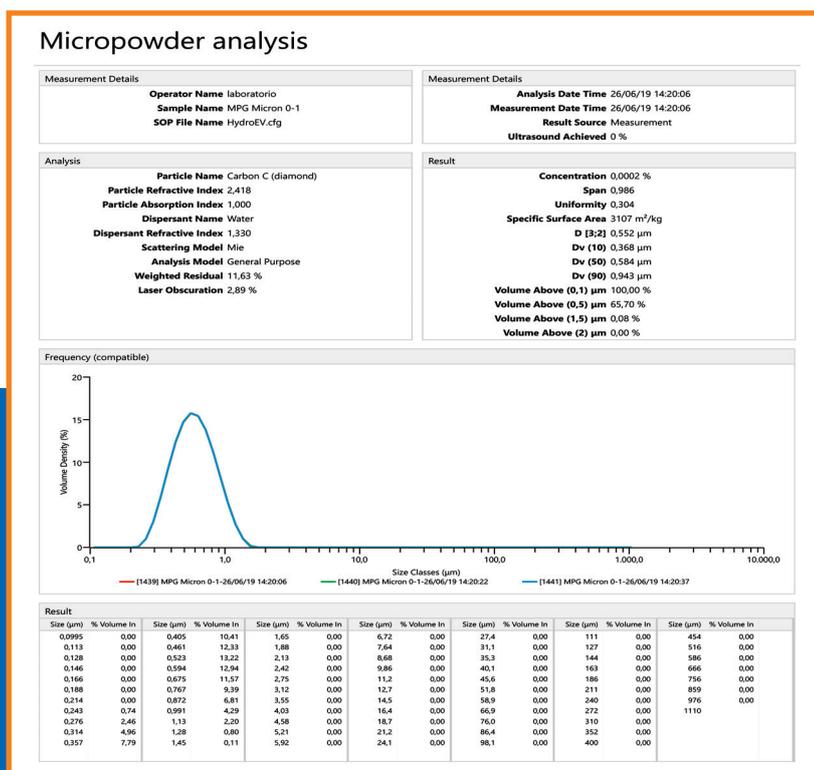


Fig.3 Esempio di controllo mediante diffrazione laser di una granulometria micron
Example of test of a micron size through laser diffraction

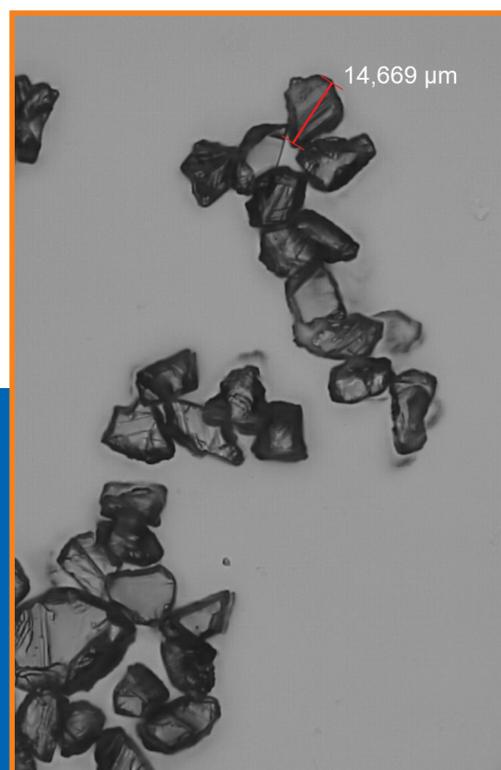


Fig.4 Esempio di analisi di immagine al microscopio di una granulometria micron / Example of image analysis of a micron size

3. THE PURITY

Impurities, technically called inclusions, derive from components used in the diamond synthesis, mainly from the catalyst that can be iron-, cobalt-, nickel-based or a combination thereof. They are more or less visible metal inclusions, but if they are too much widespread in the crystal they can severely affect the toughness and thermal stability of the diamond. Usually in the production phases a magnetic separator is used to eliminate crystals with a quantity of metallic inclusions so high to compromise the structure. As regards laboratory controls, optical instruments combined with image analysis software can be used to detect the presence and amount of metal inclusions (this method can be used to check lot of batches). Other methods based on spectrum photometry and magnetic sensors give more precise and detailed results. SEM technology can instead be used to analyse the surface impurities of a crystal.

4. FRIABILITY AND HARDNESS TESTS

In conclusion we want to illustrate the characteristics of a diamond powder analysis method that is very popular among both manufacturers and users: it can be called friability test (FI Friability Index) or hardness test (TI Toughness Index) depending on the calculation used. It is generally an analysis that measures the diamond ability to withstand predetermined physical stresses: diamond is first sieved using small-sized certified sieves (few grams are enough for the analysis) and this can give a first indication on the particle size of the sample according to the standards used. Then, some diamond with the right particle size is placed into a certified shape and hardness capsule together with one or more metal spheres, with certified hardness and weight as well. The capsule is then subjected, by means of a special machine, to a predetermined number of cycles during which it follows an alternating path, undergoing acceleration in



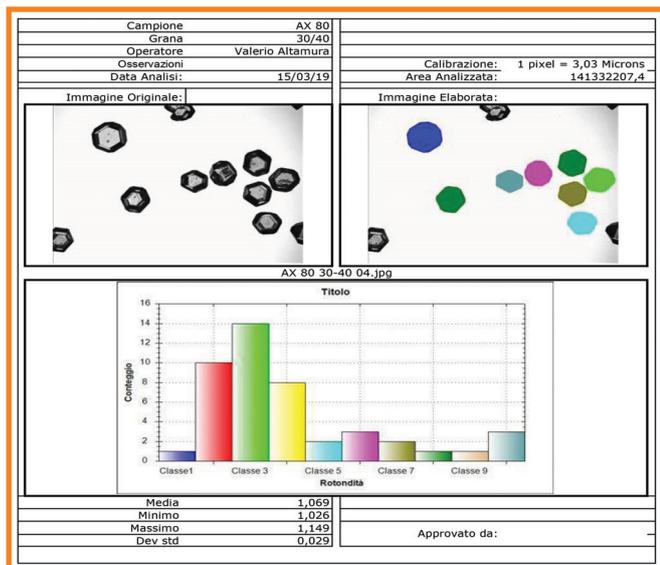


Fig.5 Esempio di un'analisi di forma su un diamante sintetico
Example of shape analysis of a synthetic diamond

ti ottici abbinati ad un software per l'analisi di immagine che, sulla base delle colorazioni, può individuare la presenza di quantità maggiori o minori di inclusioni metalliche (questa metodologia è utilizzabile per controlli su numerosi lotti di materiale). Oppure, per quantificazioni più puntuali, le metodologie basate sulla spettro-fotometria e sui sensori magnetici sono in grado di fornire risultati più precisi e dettagliati. La tecnologia SEM può essere, invece, utilizzata per analizzare le impurezze superficiali di un cristallo.

4. TEST DI FRIABILITÀ E DUREZZA

In conclusione, vogliamo illustrare le peculiarità di una metodologia di analisi del diamante in polvere molto diffusa sia tra i produttori che tra gli utilizzatori: è quella che da alcuni viene denominata Test di friabilità (F.I. Friability Index) e, da altri, Test di durezza (T.I. Toughness index), a seconda dei metodi di calcolo utilizzati.

Si tratta in linea generale di un'analisi che misura la capacità del diamante di sopportare delle sollecitazioni fisiche predeterminate: il diamante viene dapprima setacciato utilizzando setacci certificati di piccola dimensione (per l'analisi

different directions. This movement causes impact between spheres and diamonds. At the end of the test, diamond is again sieved and the quantity with the original particle size remaining on the lower sieve is measured to calculate the friability or hardness index. This method can be applied to rough diamond or to diamond processed at predetermined temperature and time (normally 1,100 C° and 10 minutes): in this second case, comparing the obtained index with that from the rough diamond we will have also information on the thermal stability of the sample (Fig.6).

5. CONCLUSIONS

Among the various methods indicated, each operator will be able to identify the one that best meets his needs in terms of accuracy and practicality with respect to the field



ANALISI DELLA DUREZZA

ARTICOLO	GRANA	SOVRAGRANA	1° FRAZIONE	SOTTOGRANA	T.I	T.TI
AX 75	50/60 Mesh	0,20%	97,85%	1,95%	91,5%	86,5%

- 1 - SOVRA GRANA: % DI DIAMANTE CHE RESIDUA SUL SETACCIO NOMINALE SUPERIORE (Es. 40/50 sul setaccio del 40 Mesh)
- 2 - 1° FRAZIONE: IN CASO DI DOPPIA GRANA (Es. 40/50 = 40/45 + 45/50 Mesh) LA FRAZIONE PIU' GROSSA (40/45)
- 3 - 2° FRAZIONE: IN CASO DI DOPPIA GRANA (Es. 40/50 = 40/45 + 45/50 Mesh) LA FRAZIONE PIU' FINE (45/50)
- 4 - SOTTO GRANA: % DI DIAMANTE CHE PASSA DAL SETACCIO NOMINALE INFERIORE (Es. 40/50 sul setaccio del 50 Mesh)
- 5 - T.I: INDICE DI DUREZZA DEL DIAMANTE TESTATO SU BASE 100.
- 6 - T.TI: INDICE DI DUREZZA DEL DIAMANTE TESTATO SU BASE 100 DOPO ESPOSIZIONE A 1.100C°

DATA ANALISI: 13 Maggio 2020
 OPERATORE DI LABORATORIO: Rossi Gianluca
 OSSERVAZIONI PARTICOLARI: Nessuna

Fig.6 Esempio di test con il metodo T.I. / *Example of test with the T.I. method*

è sufficiente una quantità di pochi grammi) e questo fornisce già un primo rilievo sulla granulometria del campione, rispetto alle normative utilizzate. Successivamente, una quantità di diamante della granulometria corretta viene inserita in una capsula, di forma e durezza certificate, assieme ad una o più sfere metalliche, anch'esse di durezza e peso certificati. La capsula viene poi sottoposta, mediante un'apposita macchina, ad un numero di cicli predeterminato, durante i quali segue un percorso alternante, subendo un'accelerazione nei due sensi di marcia che provoca l'impatto delle sfere sul diamante. Al termine del test, il diamante viene sottoposto nuovamente a setacciatura e l'indice di friabilità o di durezza si determina in base alla quantità che residua sul setaccio inferiore della granulometria originale.

Questa metodologia può essere applicata sia su diamante vergine che su diamante sottoposto ad una temperatura predeterminata per un periodo definito (normalmente 1.100C° e 10 minuti): in questo secondo caso confrontando l'indice ottenuto con quello ottenuto dal diamante vergine avremo anche una indicazione della termostabilità del campione (Fig.6).

5. CONCLUSIONI

Tra le varie metodologie indicate, ogni operatore del settore potrà individuare quella che risponde maggiormente alle sue esigenze in termini di accuratezza e praticità rispetto al campo d'impiego.

L'illustrazione dei diversi metodi per qualificare il diamante suggerisce, comunque, che l'utilizzo di un solo metodo è limitativo e poter utilizzare almeno due metodologie permette di avere una più ampia quantità di informazioni per la valutazione finale e, quindi, di ottenere una maggiore ripetibilità dei risultati di impiego.

of use. However, the illustration of the different methods used to qualify the diamond suggests that the use of only one method is limiting and at least two methodologies gives the possibility to have a wider amount of information for the final evaluation and therefore to obtain a better repeatability of the results.

I vari aspetti inerenti la tematica qui anticipata verranno ampiamente sviluppati, illustrati anche con tabelle e grafici, nonché direttamente commentati dall'Autore in occasione del Forum "Universo Diamante, Superabrasivi & Componenti Ultra-Duri" che si celebrerà, a Napoli, durante il 38° Convegno Nazionale AIM (26-28 gennaio 2021).

Società / Company.....

ATAL S.r.l.

Stabilimento e Laboratori

Plant and Workshops

Indirizzo / Address.....

Via Libero Grassi, 3/5/7

20056 Trezzo S/A (MI) - Italy

Tel. +39 02 90964116

Fax +39 02 90964096

www.atalgrafiti.com

info@atalgrafiti.com

Presidente / President

Resp.Comm. / Sales Manager

Sig. Angelo Amato

Sig. Mattia Ronchi

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- Stampi (grafite, acciaio, ecc.) / *Molds (graphite, steel, etc.)*
- Attrezzature, accessori, componenti / *Equipment, Accessories, Components*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

- ◆ Stampi in grafite per la sinterizzazione di segmenti diamantati per lame, dischi, corone, mole, frese e fickert
Graphite molds for sintering diamond segments for blades and discs
- ◆ Piatti e stampi in grafite per la sinterizzazione di perline diamantate
Graphite trays and molds for sintering diamond beads
- ◆ Produzione di particolari in grafite
Production of graphite components

APPLICAZIONI SIGNIFICATIVE

Significant Applications

- Utensili diamantati per applicazioni nei settori:
Diamond tools for applications in the sectors:
 - Pietra / *Stone*
 - Meccanica / *Mechanics*
 - Edilizia / *Building*
 - Vetro / *Glass*
 - Ceramica / *Ceramic*
 - Altri / *Others*

Società / Name **BELFORTGLASS S.r.l.**

Stabilimento e Laboratori

Plant and Work-shops

Indirizzo / Address.....

Via Regione Fornace, 10

15070 Belforte Monferrato (AL) - Italy

Tel. +39 0143 86244

Fax +39 0143 835528

www.belfortglass.it

info@belfortglass.it

Resp. Comm. / Sales Manager

Sig. Mauro Bovone

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- Utensili diamantati per applicazioni nei settori:
Diamond tools for application in the sectors:
- ◆ Vetro / Glass

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

Mole diamantate a legante metallico e resinoidi per il vetro
Diamond wheels at metallic and resinoid binders for glass

costruite con / *manufactured with:*

- LEGANTI METALLICI SINTERIZZATI / *Sintered metal binders*
- LEGANTI RESINOIDI / *Resinoid binders*



Società / Name **CUTS DIAMANT S.r.l.**

Stabilimento e Laboratori

Plant and Work-shops

Indirizzo / Address.....

Via Torricelli, 24

43015 Noceto (PR) - Italy

Tel. +39 0521 625320

Fax +39 0521 627152

www.cutsdiamant.com

info@cutsdiamant.com

Amministratore Unico & Direzione

Commerciale / *Managing Director*

& *Sales Manager*

Mario Cavazzoni

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- Utensili diamantati per applicazioni nei settori:
Diamond tools for application in the sectors:
 - ◆ Edilizia / *Building*
 - ◆ Ingegneria Civile / *Civil Engineering*
 - ◆ Demolizione Controllata / *Concrete Sawing & Drilling*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

- ◆ Dischi diamantati, platorelli diamantati e mole diamantate
Diamond blades, diamond grinding cups and diamond grinding blades
- ◆ Foretti diamantati
Diamond core bits
- ◆ Carotatrici e accessori per carotaggio
Machines and accessories for core drilling
- ◆ Macchine tagliagunti, macchine per compattazione e lisciatura
Joint cutters, machines for compaction and finishing
- ◆ Mototroncatori, motoseghe, scanalatori, trivelle
Cut-off saws, chain saws, wall-chasers, augers
- ◆ Taglierine
Table saws

Società / Company.....

**ELETTRON Progetto Energia
di Rossi Mario & C. S.a.s.**

Stabilimento e Laboratori

Plant and Workshops

Indirizzo / Address.....

Via Contestabili, 3
29122 Piacenza (PC) - Italy
Tel. +39 0523 617752
www.hp.elettron.net
info@hp.elettron.net

Resp. Comm. / *Sales Manager*

Sig. Mario Rossi

Resp. Tecnico / *Technical Manager*

Sig. Stefano Rossi

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA *Operativity Market Branch*

- Macchine e impianti per la produzione di utensili diamantati
Machines and plants for diamond tools production
 - ◆ Presse sinterizzatrici a caldo / *Hot sintering presses*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI *Main Product Lines*

Produzione di presse sinterizzatrici ad induzione, innovativo sistema che consente un'alta qualità del prodotto diamantato e un sensibile risparmio energetico.

Induction sintering press, new heating system with high quality diamond products and relevant saving in energy cost.

APPLICAZIONI SIGNIFICATIVE *Significant Applications*

- Utensili diamantati a legante metallico per applicazioni nei settori:
Metal bonds diamond tools for applications in the sectors:
 - Pietra / *Stone*
 - Vetro / *Glass*
 - Meccanica / *Mechanics*

SERVIZI / Services

Pre e post vendita con personale tecnico specializzato
Before and after sales with technical people



LINBRAZE[®]
brazing powders industry

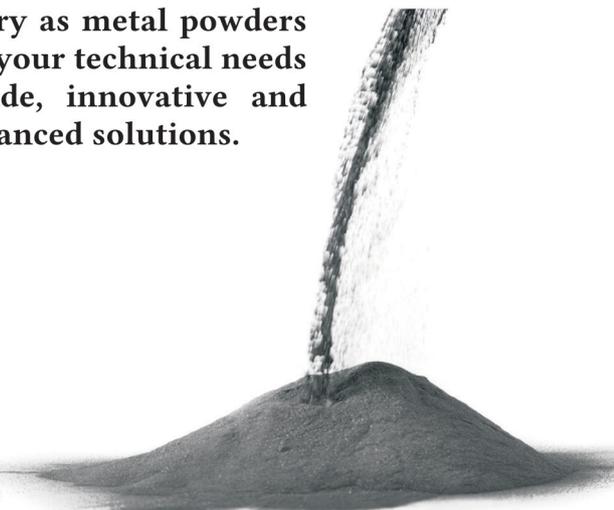


CULNICO[®]

pre-alloyed bond powders

...the only cobalt alternative
for cutting tool industry

...let our mastery as metal powders
producer meet your technical needs
with tailor-made, innovative and
technically advanced solutions.



Advances in Powder Metallurgy



MEPOSO[®]
metal powders solutions

MEPOSO by Linbraz S.r.l.
C.da Torre Chimera- SP180
93019 Sommatino - Italy
Tel. +39 0922 871 694



info@linbraz.com - www.linbraz.com

european powder
metallurgy association



Virtual Congress

5 – 7 October 2020

Join the PM Community Online

Technical Programme Available July

Find out more at www.europm2020.com



EURO
PM2020
VIRTU@L CONGRESS

www.europm2020.com

EURO
PM2020
VIRTU@L CONGRESS



CHOOSE TO BLOOM

CHINA XIAMEN

INTERNATIONAL STONE FAIR

OCT. 27-30, 2020

XICEC, XIAMEN, CHINA

WWW.STONEFAIR.ORG.CN



Grane di diamante monocristallino per il settore edile: applicazioni e caratterizzazione

di S. Nailer, S. Moseley, S. Huth, T. Klein
Hilti Corporation, Schaan, Liechtenstein

ABSTRACT

Il diamante sintetico sotto forma di "grana" rimane il materiale preferito per il taglio e il carotaggio di materiali da costruzione, come il calcestruzzo armato.

A circa sessant'anni dalla prima sintesi del diamante, i sistemi di taglio con utensili diamantati per applicazioni edili continuano a raggiungere prestazioni sempre più elevate grazie, non solo alle migliori capacità delle attrezzature, ma anche ai progressi nella progettazione e produzione dei segmenti che caratterizzano gli 'inserti' (corone e dischi).

Uno degli sviluppi più significativi degli ultimi anni è stata la possibilità di posizionare geometricamente i diamanti in punti specifici del segmento.

Questo documento inizia con una panoramica degli ambiti di applicazione delle macchine utensili elettriche e dei loro inserti diamantati nel settore delle costruzioni, ponendo una particolare attenzione alle condizioni operative, al grado di

usura delle particelle di diamante e ai comportamenti di frattura. Lo studio prosegue con l'analisi delle principali caratteristiche dei prodotti a grana diamantata per applicazioni edili, fornisce approfondimenti sulle tecniche più appropriate di caratterizzazione in laboratorio e descrive come i risultati debbano essere interpretati per consentire un'ottimale selezione del diamante nella progettazione di segmenti avanzati.

1. INTRODUZIONE

Il diamante sintetico sotto forma di "grana" è il materiale abrasivo più comunemente utilizzato in applicazioni edili impegnative, quali il carotaggio e il taglio del calcestruzzo armato. Oltre che per quest'ultimo, nelle sue varie composizioni, il diamante è impiegato anche per perforare e tagliare materiali da muratura e rivestimenti epossidici.

Il diamante è presente in una vasta gamma di inserti, dalle

Single-crystal diamond grit in construction: applications and characterization

by S. Nailer, S. Moseley, S. Huth, T. Klein
Hilti Corporation, Schaan, Liechtenstein

ABSTRACT

Synthetic diamond in particulate 'grit' form remains the material of choice for the sawing and core drilling of construction materials such as reinforced concrete. Some sixty years since the first successful synthesis of diamond, diamond systems for construction applications continue to achieve ever-higher performance levels, deriving not only from increased capabilities of the power tools, but also from advances in the design and manufacturing of segments for 'inserts' (core bits and saw blades). One of the most significant developments in construction inserts in recent years has been the ability to position diamonds at specific locations in the segment.

This paper begins with an overview of the applications of diamond power tools and their inserts in the construction

industry, with a focus on the operating conditions of the applications and diamond particle wear and fracture behaviours. The paper then discusses the principal characteristics of diamond grit products for construction applications, provides insights into appropriate laboratory characterisation techniques, and describes how their results may be best interpreted to enable optimal diamond selection for today's advanced segment designs.

1. INTRODUCTION

Particulate ('grit') diamond is the most commonly-used abrasive material in demanding construction applications such as the coring and sawing of steel-reinforced concrete. In addition to reinforced concrete in its various compositions,

FUARİZMİR



fuarizmir

THE VENUE

www.fuarizmir.com.tr

[f /fuarizmirofficial](#) [m /fuarizmirofficial](#) [t /fuarizmir_](#) [g fuarizmir](#)



İZMİR METROPOLITAN MUNICIPALITY

punte per foratura da 6 mm fino ai dischi per tagliamuri, da oltre 1 m di diametro.

Il metodo principale per trattenere le particelle di diamante nel processo di carotaggio/segatura è quello di includerle in una matrice metallica. Con il sistema multistrato, i diamanti sono collocati a varie altezze nel segmento e nel momento in cui i cristalli esposti sulla superficie, a contatto con il pezzo da lavorare, si consumano e vengono rimossi, dei nuovi emergono per l'uso. Si può affermare che ogni diamante presente sulla superficie del segmento abbia un suo "ciclo di vita", con uno stato che può variare da 'emergente' a 'rimosso'. Nel tradizionale processo di produzione dei segmenti per applicazioni edili, le particelle di diamante sono miscelate con polveri metalliche e pressate per formare un elemento in cui i diamanti sono "distribuiti casualmente".

I recenti sviluppi nella tecnologia di assemblaggio permettono di posizionare le particelle di diamante in punti specifici all'interno del segmento. Oltre ad eliminare la possibilità di "clustering", queste tecnologie con posizionamento ordinato consentono di collocare i diamanti in base alle condizioni operative richieste (ad esempio prestazioni attese di perforazione/taglio, parametri di azionamento della macchina utensile e materiale da perforare/tagliare).

Le prestazioni degli inserti diamantati dell'utensile (corone, dischi) possono essere ottimizzate quando, a loro volta, anche le particelle di diamante sono selezionate per sfruttare al meglio il posizionamento ordinato e le condizioni applicative. In breve, le particelle giuste entrano in funzione

nel posto giusto e al momento giusto.

I prodotti a grana di diamante impiegati nelle applicazioni di taglio e perforazione nel settore lapideo e in quello delle costruzioni (comunemente noti come polveri diamantate) comprendono particelle di diverse dimensioni, forme, resistenza e purezza. Di conseguenza, un'efficace scelta dei tipi di diamante da posizionare in modo ordinato nei segmenti diamantati dipende dalla qualità delle misurazioni di laboratorio utilizzate per quantificare le caratteristiche delle particelle. Mentre alcune di queste tecniche valutano un insieme di particelle fornendo un unico semplice valore altre, invece, esaminano la singola particella, per cui l'efficacia interpretativa dipende da una corretta analisi statistica di queste distribuzioni di dati.

2. PANORAMICA SULL'USO DEGLI INSERTI DIAMANTATI NELLE APPLICAZIONI EDILI

Gli "inserti", caratterizzati da segmenti impregnati di diamante, possono essere utilizzati per segare, tagliare, forare o lucidare una varietà di "materiali di base" (pezzi) da costruzione. Tra questi, quello che crea maggiori difficoltà all'inserto diamantato è il calcestruzzo armato, rinforzato con barre di acciaio. Esso è composto da cemento e acqua, sabbia e aggregati e i diversi elementi possono essere miscelati in proporzioni differenti.

Dato che gli stessi materiali aggregati (come la ghiaia) variano in tutto il mondo, a seconda delle diverse condizioni geologiche, le proprietà del calcestruzzo si modificano e, di

diamond is also used to drill and cut masonry materials and epoxy coatings. Diamond is found in such diverse inserts as tile bits of diameter 6 mm and wall saw blades over 1 m in diameter.

The principal method of retaining the diamond particles in the coring/sawing process is the metal-matrix segment.

In this multilayer system, diamonds are incorporated at various heights within the segment, and as the diamonds on the exposed 'working' surface of the segment are consumed and removed, fresh diamonds are revealed for use. Each diamond exposed on the segment surface may be considered to have a particle 'lifecycle', from newly emerging through to removed.

In conventional segment manufacture for construction applications, diamond particles are mixed with metal powders and pressed to form segments where the diamonds are considered to be 'randomly distributed'.

Recent developments in segment assembly technology allow diamond particles to be positioned at specific locations in the segment. As well as eliminating the possibility of diamond clustering, such 'arranged-diamond segment' technologies enable the diamond positioning to be designed for the application conditions, such as the expected drilling/sawing performance, drive parameters of the tool motor, and 'base material' (workpiece) to be drilled/sawn.

The performance of the diamond 'insert' (such as core bit or saw blade) can be optimized when the diamond particles are themselves selected to best exploit the design of the arranged-diamond segment and the application conditions. Particulate diamond products used in stone and construction sawing and drilling applications (commonly known as 'saw grit') each comprise particles of a wide range of sizes, shapes,

strengths and purities.

Consequently, the effective selection of diamond types for use in arranged-diamond segments is dependent on the quality of the laboratory measurements used to quantify the particle characteristics.

Whilst some of these laboratory techniques provide simple single-value 'figures-of-merit', other techniques yield results from every individual particle, and so effective interpretation is dependent on the correct statistical analysis of these 'distributions' of results.

2. AN OVERVIEW OF THE USE OF DIAMOND INSERTS IN CONSTRUCTION APPLICATIONS

'Inserts' featuring diamond grit-impregnated segments may be used to saw, cut, drill or grind a variety of construction 'base materials' (workpieces). A principal construction base material that places especial demands on the diamond insert is steel-reinforced concrete. Concrete is comprised of cement and water, sand, and aggregates, and these may be mixed in varying proportions.

As the aggregate materials themselves (such as gravel) also vary around the world due to different geological conditions, so the properties of concrete and their consequent demands on the diamond insert also differ around the world.

Concrete is commonly reinforced with steel bars of diameters 6 mm to 59 mm, with 26 mm diameter 'rebars' often used in buildings. Concrete may be considered highly-reinforced when the total rebar content exceeds 1.5%.

The cutting actions of diamond grit-impregnated inserts in the brittle concrete and the ductile rebars are very different, with the wear rate of the diamond segments many times higher in rebar.



conseguenza, anche le caratteristiche degli inserti diamantati devono essere adattate.

Il calcestruzzo è comunemente rinforzato con barre di acciaio di diametro da 6 a 59 mm, con i tondini da 26 mm spesso presenti negli edifici. Il calcestruzzo può essere considerato altamente rinforzato quando l'armatura metallica supera l'1,5% del totale. Il comportamento di taglio degli inserti impregnati di diamante varia a seconda che incontri il calcestruzzo o l'acciaio delle armature, con un tasso di usura dei segmenti molto più alto nel secondo caso.

Tra gli altri materiali di base da costruzione sono inclusi i blocchi in sabbia calcarea per muratura, i mattoni, le piastrelle e rivestimenti epossidici per pavimenti.

Questi elementi sono più facili da tagliare rispetto al cemento armato ma, anch'essi, presentano delle difficoltà.

Ad esempio, vi è la necessità di rimuovere rapidamente le polveri generate dalla perforazione (mattoni) mentre, nel caso dei rivestimenti epossidici per pavimenti, si ha una lavorazione più efficace con taglianti a 'geometria definita' come il diamante policristallino.

Poiché i materiali di base da tagliare sono diversi, lo sono anche i processi di asportazione del materiale. Un metodo per classificare le diverse applicazioni del diamante è quello di dividerle in usi "pesanti" e "leggeri".

Le applicazioni edili "pesanti" del diamante implicano utensili di grandi dimensioni, spesso dotati di telaio (ovvero, gli elettrotensili vengono mantenuti in posizione utilizzando sistemi di fissaggio e di ancoraggio).

Questi utensili, con i loro relativi inserti, richiedono l'intervento di personale qualificato, per cui tali applicazioni sono di esclusiva competenza di aziende specializzate.

Esempi di applicazioni pesanti a diamante includono operazioni quali taglio muri, taglio a filo e carotaggio di grande diametro, oltre all'uso di macchine mobili come tagliagiunti e lucidatrici per pavimenti. Queste applicazioni beneficiano sempre più della praticità e delle funzionalità offerte da strumenti come il controllo remoto e l'alimentazione automatica.

Le applicazioni edili "leggere" del diamante coinvolgono elettrotensili più piccoli, prevalentemente portatili. La maneggevolezza e la facilità d'uso consentono un utilizzo sia di operatori non professionali che di appaltatori specializzati.

Esempi di applicazioni "leggere" includono il carotaggio manuale di materiali in muratura e calcestruzzo, la rettifica del calcestruzzo (preparazione della superficie), il taglio a catena e il taglio del calcestruzzo con utensili elettrici o alimentati a gas con dischi di piccolo diametro.

I diversi processi di rimozione del materiale implicano che le condizioni operative del diamante possano variare considerevolmente. Il carotaggio è un processo in cui l'inserto diamantato è in contatto costante con il materiale di base in uno spazio limitato. Durante il carotaggio del calcestruzzo, è necessario l'uso di acqua per raffreddare l'area di perforazione e far defluire i detriti della lavorazione.

Senza acqua, l'area diventa rovente e i detriti di calcestruzzo surriscaldati tendono ad aderire alla superficie dei segmenti

Other construction base materials include masonry blocks of sand-limestone, bricks, tiles and epoxy floor coatings.

These are easier to cut than reinforced concrete, but they present their own challenges such as the fast removal of drilling dust (for example, in soft brick), whilst epoxy floor coatings are most effectively removed by 'defined-edge' cutters such as polycrystalline diamond.

As the base materials to be cut are diverse, so are the material removal processes. One method of classifying construction applications for diamond is to divide them into 'heavy' and 'light' uses.

'Heavy' diamond construction applications involve large tools which are often rig-based (that is, the power tools are held in position using fixation methods such as anchors).

These tools, with their associated inserts, require operation by specialists and therefore such 'heavy' applications are mostly performed by specialist diamond contractors.

Examples of heavy diamond applications include rig-based operations such as wall sawing, wire sawing and large-diameter core drilling, in addition to the use of heavy mobile machines such as in floor sawing and floor polishing.

Heavy diamond applications increasingly benefit from the convenience and optimal performance offered by tool functionalities such as remote control and automated in-feed.

'Light' diamond construction applications involve smaller power tools that are predominantly handheld.

Their portability and ease-of-use enables them to be operated by general tradesmen as well as specialist contractors.

Examples of light diamond applications include the handheld coring of masonry materials and concrete, concrete grinding (surface preparation), chain sawing and the cutting of concrete with electric or gas-powered tools with small diameter blades.

Across these diverse material removal processes, the operating conditions of the diamond can vary considerably.

Core drilling is a process where the diamond insert is in 'constant contact' with the base material in a confined space. When coring concrete, the use of water is required to cool the drilling zone and flush the drilling debris from the drilling zone. Without water, the drilling zone becomes very hot and the heated concrete debris can adhere to the surface of the diamond segments, reducing the protrusion of the diamonds above the segment surface, and thus impeding drilling progress. Masonry materials such as brick and sand-limestone do not pose the same problem, and are thus able to be drilled 'dry' (without water).

Those applications in which the individual diamond segments experience 'interrupted contact' with the base material (namely, circular sawing and cutting) tend to allow more effective ejection of debris from the cutting zone, and thus the cutting of concrete can be performed without water.

In addition to the conditions of constant or interrupted contact and wet or dry operation, the diamonds may experience surface speeds from 2 m/s up to 100 m/s, and be driven by tools with power ranging from 1 kW to 75 kW.

3. THE BEHAVIOUR OF DIAMOND SEGMENTS IN CORING REINFORCED CONCRETE

Whilst 'single-layer' inserts (comprising single layers of diamond attached to supporting bodies by brazing or electroplating) may be used in wire sawing, gas-powered sawing and handheld coring, the most widely-used method for retaining diamond particles in construction inserts is the diamond grit-impregnated metal-matrix segment.

Sintered diamond grit-impregnated segments may be consid-



diamantati, riducendo così la sporgenza dei diamanti e la loro capacità di taglio. Materiali da muratura, come mattoni e pietra calcarea, non presentano lo stesso problema e possono, quindi, essere perforati anche "a secco" (senza acqua).

Quelle applicazioni in cui i singoli segmenti diamantati subiscono un "contatto intermittente" con il materiale di base (vale a dire segazione circolare e taglio) tendono a consentire un'espulsione più efficace dei detriti dalla zona di contatto, per cui il taglio del calcestruzzo può essere effettuato anche senza acqua.

Oltre alle condizioni che prevedono un contatto costante o intermittente e un funzionamento a umido o a secco, i diamanti possono raggiungere una velocità superficiale da 2 a 100 m/s ed essere guidati da utensili con una potenza compresa tra 1 e 75 kW.

3. IL COMPORTAMENTO DEI SEGMENTI DI DIAMANTE NEL CAROTAGGIO DEL CALCESTRUZZO ARMATO

Sebbene gli inserti con rivestimento monostrato (in cui il singolo strato di diamante viene fissato sul corpo base in metallo tramite brasatura o galvanica) possano essere utilizzati nella segatura a filo, nel taglio con macchine utensili alimentate a gas e nel carotaggio manuale, il metodo più diffuso per la produzione di inserti per applicazioni nel settore delle costruzioni prevede di includere le particelle di diamante nel segmento mediante una matrice metallica. Tali segmenti sinterizzati impregnati di diamante possono

essere considerati dei sistemi "multistrato" in quanto i grani di diamante sono posizionati a diverse altezze all'interno dell'elemento. Durante l'uso dell'utensile le particelle dello strato superiore si consumano fino a staccarsi, lasciando il posto a una nuova fila di diamanti.

La matrice, tipicamente composta da metalli come cobalto, ferro e bronzo, deve svolgere la funzione di trattenere i diamanti durante la lavorazione, rilasciandoli una volta usurati o fratturati. Perché ciò avvenga in modo ottimale, la matrice del segmento deve usurarsi ad un tasso adeguato a quello di usura del diamante in un dato contesto applicativo.

3.1 Stati di usura del diamante nel carotaggio del calcestruzzo armato

Una particella di diamante, durante il suo ciclo di vita, dall'iniziale esposizione sulla superficie di lavoro al distacco dal segmento, attraversa un certo numero di "stati di usura". Secondo una metodologia consolidata [1] sono stati individuati e definiti sei stati di usura (Fig.1).

Un diamante è considerato "emerging" quando è esposto sulla superficie del segmento, per erosione della matrice, ma non è ancora attivamente in contatto con il materiale da lavorare. Lo stato "wear flat" si verifica quando inizia l'usura del diamante determinata dal contatto attivo con il materiale di base. Il diamante può quindi spostarsi nello stato "wear flat+rough" con delle microfratture localizzate indotte dalla fatica, la cui progressione conduce alla fase "rough".

ered 'multilayer' systems in that there are diamond particles located at various depths in each segment - as the uppermost particles on the segment surface are removed in use, the segment wears down to reveal further particles.

The segment matrix itself, typically composed of metals such as cobalt, iron and bronze, performs the function of retaining working diamonds whilst releasing worn or broken diamonds. To do this optimally, the segment matrix must wear at a rate that matches the wear rate of the diamond in a given application.

3.1 Diamond wear states in the coring of reinforced concrete

A diamond particle may experience a number of different 'wear states' during its progression from being first exposed on the working surface to being lost from the segment.

In one well-established methodology [1] there are six defined wear states. These are shown pictorially in Fig.1.

A diamond is considered 'emerging' when it is exposed on the segment surface by segment erosion but is not yet actively in contact with the base material. The 'wear flat' or 'polished' state is when wear is induced on the diamond from active contact with the base material.

The diamond may then move into the 'wear flat and rough' state resulting from fatigue-induced localized microfracture, the progression of which will lead to the 'rough' or 'microfractured' state.

A diamond which has experienced macrofracture, often below the segment surface, is considered 'cleaved', and the final state is when the diamond is removed from the segment, leaving a crater called a 'deep hole' or 'pull-out'.

The 'lifecycle' of a diamond, in terms of how quickly it proceeds

through each wear state (or indeed which wear states it will experience), is influenced by the characteristics of the diamond (its size and strength, and how many diamonds are in the segment), the operating conditions of the power tool (for example, the torque and rotational speed of the coring tool), the characteristics of the base material (such as hardness and abrasivity) and the wear rate of the segment metal matrix. An experiment was performed to determine the relationship between the coring conditions in reinforced concrete and insert behaviour.

Core bits of the same specification (102 mm diameter segments designed for coring non-abrasive concrete with steel reinforcement bars) were tested in a small-aggregate concrete containing one 26 mm reinforcement bar every 250 mm.

A 3.6 kW drill motor was used for wet coring, and a range of different gears, each with different torques and rotational speeds, were used. For reasons of sensitivity the absolute results are not given here.

However, the diamond wear state distributions under different conditions are shown in Fig.2.

The wear state distribution in coring conditions below optimal are shown in Fig.2 (left). Here, the tool gear used had a torque lower than that of the recommended gear, and a rotational speed higher than that of the recommended gear. This low torque was insufficient for optimal coring speed, and therefore a relatively high degree of wear-flattening (WF and WF+R states) was seen.

Conversely, when a tool gear was used that provided a higher torque and lower rotational speed than the recommended gear for this core bit, an excessive proportion of rough and cleaved diamonds were observed (Fig.2, right).

Under both of these coring conditions ('below optimal' and



Un diamante con macrofratture, spesso al di sotto della superficie, è considerato "cleaved" mentre l'ultimo stadio si raggiunge quando il diamante si distacca dal segmento, lasciando un cratere "deep-hole".

Il ciclo di vita di un diamante, in termini di velocità con cui attraversa i vari stati di usura (o a quali stati di usura sarà soggetto effettivamente), è influenzato dalle sue caratteri-

stiche (dimensioni, resistenza e numero di diamanti nel segmento), dalle condizioni operative della macchina utensile (ad esempio, coppia e velocità di rotazione durante il carotaggio), dalle caratteristiche del materiale di base (durezza e abrasività) e dal tasso di usura della matrice metallica.

È stato condotto un esperimento per determinare la relazione tra le condizioni di carotaggio nel calcestruzzo armato e il comportamento dell'inserto.

Alcuni foretti diamantati con specifiche identiche (102 mm di diametro, adatti per carotaggio di calcestruzzo non abrasivo e barre di rinforzo in acciaio) sono stati testati con un piccolo blocco di calcestruzzo con barre di rinforzo da 26 mm, posizionate ogni 250 mm.

Per il carotaggio a umido è stato utilizzato un motore da 3,6 kW e una serie di marce, ognuna con diversa potenza e velocità di rotazione.

Per motivi di riservatezza non sono riportati tutti i risultati ma sono mostrate in Fig.2 le distribuzioni dello stato di usura dei diamanti per due diverse condizioni. Nello schema a sinistra è riportata la distribuzione dello stato di usura in condizioni di carotaggio al di sotto di quelle ottimali. La marcia impostata ha una coppia inferiore e una velocità di rota-



Fig.1 Sei stati di usura nel ciclo di vita di una particella di diamante nel carotaggio del calcestruzzo
Six wear states in the 'lifecycle' of a diamond particle in the coring of reinforced concrete

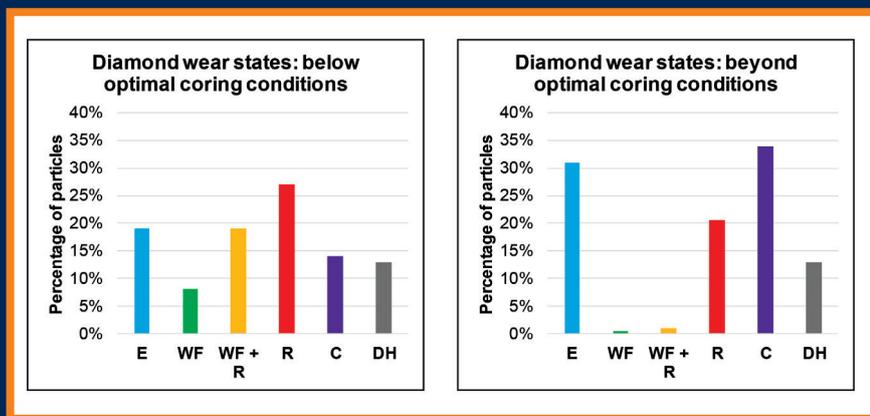


Fig.2 Percentuale di particelle di diamante nei sei diversi stati di usura in due specifiche condizioni di carotaggio del calcestruzzo: con potenza insufficiente (sinistra) ed eccessiva (destra)
The percentages of diamond particles in the six different wear states in two conditions of reinforced concrete coring: with insufficient torque (left) and with excessive torque (right)



Fig.3 Foto di segmenti impregnati di diamante nel carotaggio del calcestruzzo armato: con grani di diamante distribuiti casualmente (sinistra) e con diamanti posizionati (destra)
Photographs of grit-impregnated segments for the coring of reinforced concrete: with conventional randomly-distributed diamonds (left) and with arranged diamonds (right)

'beyond optimal'), the coring speeds were below that possible in the optimal gear (20% slower and 16% slower respectively), but as can be seen from this study, the two underlying reasons for these slower speeds were very different.

This shows the benefit of studying the diamond wear states to determine the factors influencing the performance of construction inserts.

3.2 Diamond placement in segments for construction applications

Recent developments in segment assembly technology allow diamond particles to be positioned at specific locations in the segment. As well as eliminating the possibility of diamond clustering, such 'arranged-diamond segment' technologies enable the diamond positioning to be designed for the application conditions (such as the expected drilling/sawing performance, drive parameters of the tool gear, and the base material to be drilled/sawn). Images of two types of segments for coring reinforced concrete are presented. Fig.3 (left) shows a conventional segment with randomly-distributed diamonds and Fig.3 (right) shows a segment with arranged diamonds.

Observations on Hilti reinforced-concrete core bit segments from a previous gen-



zione superiore rispetto a quelle raccomandate. La coppia bassa è insufficiente per avere una velocità di carotaggio ottimale e, quindi, si osserva un grado relativamente elevato di diamanti nello stato di usura WF e WF + R. Al contrario, utilizzando una marcia in grado di fornire una maggiore coppia e una velocità di rotazione inferiore rispetto a quelle raccomandate per questo tipo di foretto, si osserva una percentuale eccessiva di diamanti nello stato R e C (Fig.2, destra).

In entrambe queste condizioni di carotaggio ("al di sotto dell'ottimale" e "oltre l'ottimale"), la velocità di carotaggio è stata inferiore rispetto a quella suggerita (rispettivamente del 20% e 16% più bassa) ma, come si può vedere da questo studio, le ragioni alla base di questo scostamento sono molto diverse. Ciò dimostra il vantaggio di studiare gli stati di usura del diamante per determinare i fattori che influenzano le prestazioni degli inserti.

3.2 Posizionamento del diamante in segmenti per applicazioni edili

I recenti sviluppi nella tecnologia di assemblaggio permettono di posizionare le particelle di diamante in posizioni specifiche all'interno del segmento. Oltre ad eliminare la possibilità di clustering, queste tecnologie con posizionamento ordinato dei cristalli consentono di variare la collocazione dei diamanti in base alle diverse condizioni applicative (ad esempio prestazioni attese di perforazione/taglio, parametri di azionamento della macchina utensile e mate-

riale di base da perforare/segare). Sono presentate le immagini di due tipi di segmenti per carotaggio del calcestruzzo armato. La Fig.3 (a sinistra) mostra un segmento convenzionale con diamanti distribuiti casualmente, mentre nella Fig.3 (a destra) è visibile un segmento con diamanti ordinatamente posizionati. Da studi condotti su segmenti per foretti per la lavorazione del calcestruzzo armato prodotti da Hilti, sia di tipo tradizionale (con diamanti distribuiti casualmente) che di nuova generazione (con diamanti posizionati) è emerso che, anche nel caso in cui geometria del segmento, matrice metallica, tipo e concentrazione di diamante siano identiche, nel secondo caso si ha un maggior numero di diamanti attivi sulla superficie del segmento.

Durante il loro ciclo di vita, i segmenti con diamanti distribuiti casualmente hanno registrato a volte più diamanti attivi, altre volte meno diamanti attivi, rispetto a quelli osservati nei segmenti con diamanti posizionati.

Il maggior numero di particelle attive sulla superficie dei segmenti con diamanti posizionati porta a dei miglioramenti delle prestazioni nel carotaggio.

La Fig.4 mostra la velocità e la durata nel carotaggio del calcestruzzo armato di foretti con e senza diamanti posizionati. Questo grafico riassume le osservazioni di una serie di attività di sviluppo dei segmenti presso Hilti.

In sintesi, si è riscontrato che quando si confrontano segmenti con diamanti posizionati e non posizionati con identica matrice e concentrazione di diamante in una stessa

eration (with randomly-distributed diamonds) and the current generation (with arranged diamonds) found that, when the two segment types had the same segment geometry, metal matrix, diamond type and diamond concentration, the segments containing arranged diamonds had a more consistent number of active diamonds working on the segment surface.

Over the course of the segment lives, the segments with randomly-distributed diamonds had at times more active diamonds and had at other times fewer active diamonds than were observed with the arranged-diamond segments.

This greater consistency in the number of active particles on the surfaces of arranged-diamond segments can lead to improvements in coring performance.

Fig.4 shows the relative coring speeds and lifetimes in reinforced concrete of core bits with and without arranged diamonds. This graph summarizes the observations from a suite of segment development activities at Hilti.

In summary, it has been found that when comparing arranged and non-arranged diamond segments with the same segment matrix and diamond concentration in the same application, the total segment lifetime is the same but the non-arranged diamond segments offer on average only 60% of the coring speed of the arranged diamond segments.

The reason for this is that, while the total number of diamonds in the segment is the same (making the same overall con-

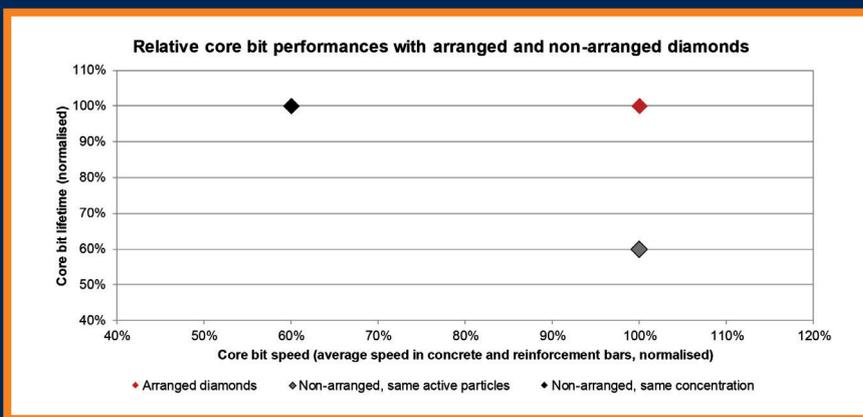


Fig.4 Grafico delle prestazioni (velocità di carotaggio e durata) di foretti con diamanti posizionati e diamanti distribuiti casualmente durante il carotaggio di calcestruzzo armato con potenza di 2,6 e 3,6 kW / Graph of the relative performances (coring speed and lifetime) of core bits with arranged and randomly-distributed diamonds, when coring reinforced concrete with 2.6 kW and 3.6 kW tools

tribution to the wear resistance of the segment and therefore the same lifetime), the more varying number of active diamonds in the non-arranged segment leads to diamond clustering where there is a reduced applied force per particle.

The higher applied force per particle in the arranged-diamond segment leads to greater particle penetration into the base material, and thus faster coring.

It has been found to be possible to reduce the diamond concentration of non-arranged diamond segments in order to achieve the same number of active particles as arranged-diamond segments, and therefore the same coring speed. However, reducing the diamond concentration in this way also reduces the overall segment wear resistance, and so



applicazione, si ha la stessa durata totale del segmento ma i segmenti con diamanti non posizionati offrono in media solo il 60% della velocità di carotaggio rispetto agli altri. La ragione è che, pur essendo uguale il numero totale di diamanti nei due segmenti (fornendo lo stesso contributo complessivo in termini di resistenza ad usura e durata), il numero variabile di diamanti attivi nel segmento tradizionale porta ad un raggruppamento dei diamanti per cui vi è una minore forza applicata per particella.

La maggiore forza applicata per particella nel segmento con diamanti posizionati porta ad una maggiore penetrazione delle particelle nel materiale di base e, quindi, ad un carotaggio più rapido.

È stato scoperto che, riducendo la concentrazione di diamante nei segmenti non posizionati, si può ottenere lo stesso numero di particelle attive dei segmenti con diamanti posizionati e, quindi, la stessa velocità di carotaggio. Tuttavia, riducendo la concentrazione di diamante diminuisce anche la resistenza ad usura complessiva del segmento e, quindi, la durata del foretto è minore (in genere del 40%). Concettualmente, la tecnologia di posizionamento dei diamanti ne migliora l'efficienza nella lavorazione e accresce ulteriormente l'importanza di selezionare il diamante in base alle specifiche dell'applicazione.

Le successive sezioni del documento presentano un'analisi delle caratteristiche chiave del "diamante" nel caso di applicazione nel settore edilizio, le tecniche di misurazione e gli adeguati metodi statistici necessari per studiarle.

4. GRANE DI DIAMANTE E CARATTERISTICHE

I prodotti in grani di diamante sintetico (ottenuti dalla grafite con una conversione ad alta pressione ed alta temperatura) vengono normalmente classificati e selezionati in base a delle fondamentali caratteristiche, quali la dimensione e la resistenza. La granulometria del prodotto viene scelta a seconda che la priorità sia la finitura superficiale (diamante di 80 μm per lucidare) o la velocità di asportazione del materiale (diamante di 600 μm per perforazione) [1]. La resistenza (o 'grado') del prodotto viene, poi, selezionata secondo le caratteristiche del materiale di base da tagliare ed i parametri operativi dell'utensile da utilizzare.

Come precedentemente dimostrato, i grani di diamante operano nel modo migliore quando i bordi si mantengono affilati. La resistenza del diamante dovrebbe essere sufficientemente alta da impedire una prematura fratturazione e, quindi, una breve vita utile, senza essere allo stesso tempo troppo alta per cui le particelle diventerebbero lisce, perdendo la loro capacità di taglio.

Il termine 'caratterizzazione del diamante' può essere definito come la misurazione in laboratorio delle proprietà del diamante che si ritiene giochino un ruolo importante sul suo comportamento operativo. Due degli elementi prestazionali più importanti degli inserti per utensili, utilizzati in applicazioni nel settore delle costruzioni, sono la velocità (di solito la profondità di perforazione o l'area tagliata per unità di tempo) e la durata (la distanza perforata o l'area tagliata prima che i segmenti siano completamente usurati).

bit lifetime is lower (typically by 40%).

Conceptually, the ability of arranged-diamond segment technology to improve the effectiveness of the diamonds contained within the segment places additional importance on selecting the optimal diamond for the application requirements. The following sections of the paper present the key characteristics of diamond 'saw grit' for construction applications, and the suitable measurement techniques and statistical methods for studying them.

4. DIAMOND SAW GRIT AND ITS CHARACTERISTICS

Synthetic diamond grit products (produced by high-pressure, high-temperature conversion from graphite) are normally graded and selected according to the key characteristics of size and strength. The size band of the product is selected according to whether the priority is surface finish (as in 80 μm diamond for polishing) or material removal rate (as in 600 μm diamond for drilling).

The strength (or 'grade') of the product is then selected according to the characteristics of the base material to be cut and the drive parameters of the tool to be used. As was demonstrated earlier, diamond grit works most effectively by maintaining sharp cutting edges. The diamond strength should be high enough to prevent premature fracture and thus short working life, without being too high that the particles polish to a smooth surface and therefore lose their cutting ability.

The term 'diamond characterization' may be defined as the laboratory measurement of the properties of diamond believed to play important roles in behaviour in application.

Two of the most important behaviours of inserts for construction applications are speed (typically the depth drilled

or area sawn per unit time) and lifetime (the total depth drilled or area sawn before the segments are fully worn out). As previously implied, speed may be considered to be mostly dependent on particle size, whereas lifetime may be considered to be mostly dependent on particle strength (and its contributing factors, particle shape and metallic inclusion content).

The following sections describe in greater detail these key diamond characteristics, together with laboratory techniques for their quantification and the mathematical/statistical forms of their results.

5. CHARACTERIZATION OF PARTICLE SIZE

There are perhaps three important methods of characterising or expressing the size of diamond particles: sieving, image analysis, and particles per carat.

Particles per carat ('PPC') describes the number of particles per unit mass (one carat being 0.2 g), and is valuable to the segment manufacturer for expressing how a certain mass of diamond put into a segment translates into the number of available particles. PPC is most conveniently measured by using a light beam-based grain counting machine, dividing the number of particles counted by their measured mass.

5.1 Sieving

Sieving uses sieves of sizes defined by international standards [2] to physically separate diamond particles into size fractions. Sieves are traditionally defined by the number of lines per inch, with a corresponding aperture size specification in microns.

Due to its principle of physical separation, sieving is used for the creation of diamond size bands (as well as their measurement). US mesh sizes may take the form of 'half sizes' or 'full



Come precedentemente accennato, la velocità si può considerare dipendente principalmente dalla dimensione delle particelle, mentre la durata di vita utile si può considerare dipendente, soprattutto, dalla resistenza delle particelle (e dai fattori che ad essa contribuiscono quali forma e contenuto di inclusioni metalliche).

Le sezioni seguenti descrivono in maggiore dettaglio queste fondamentali caratteristiche del diamante, unitamente alle tecniche di laboratorio per la loro quantificazione e le forme matematiche/statistiche per valutare i risultati.

5. CARATTERIZZAZIONE DELLA DIMENSIONE DELLE PARTICELLE

Esistono forse tre importanti metodi per caratterizzare o definire la dimensione delle particelle di diamante: setacciatura, analisi di immagine e particelle per carato.

Le particelle per carato ("PPC") descrivono il numero di particelle per unità di massa (un carato è 0,2 g), ed è prezioso per il produttore del segmento per esprimere come una determinata massa di diamante inserita in un

segmento si traduce nel numero di particelle disponibili. Le PPC di solito sono misurate usando delle speciali apparecchiature a fascio di luce, dividendo il numero di particelle contate per la loro massa misurata.

5.1 Setacciatura

La setacciatura impiega dei setacci di dimensioni definite dagli standard internazionali [2] per separare fisicamente le particelle di diamante. I setacci vengono tradizionalmente definiti per il numero di linee per pollice (sistema US Mesh), a cui corrisponde una specifica dimensione delle maglie in micron. Grazie al principio di separazione fisica, la setacciatura viene utilizzata per definire la granulometria del diamante (così come per la sua misurazione).

Le dimensioni in US mesh possono essere classificate come 'half size' o 'full size'. Una dimensione 'half size' è definita da una coppia di setacci dove il più largo (superiore) presenta una maglia del 25-30% più larga rispetto a quella del setaccio più stretto (inferiore). Ad esempio, una polvere diamantata di dimensione 30/35 US mesh half size è quella compresa tra un setaccio di 30 mesh (645 μm) e un setaccio di 35 mesh (505 μm). Le half size contigue possono essere mescolate per formare una full size.

Mentre le distribuzioni granulometriche delle particelle dei prodotti di grado half size hanno

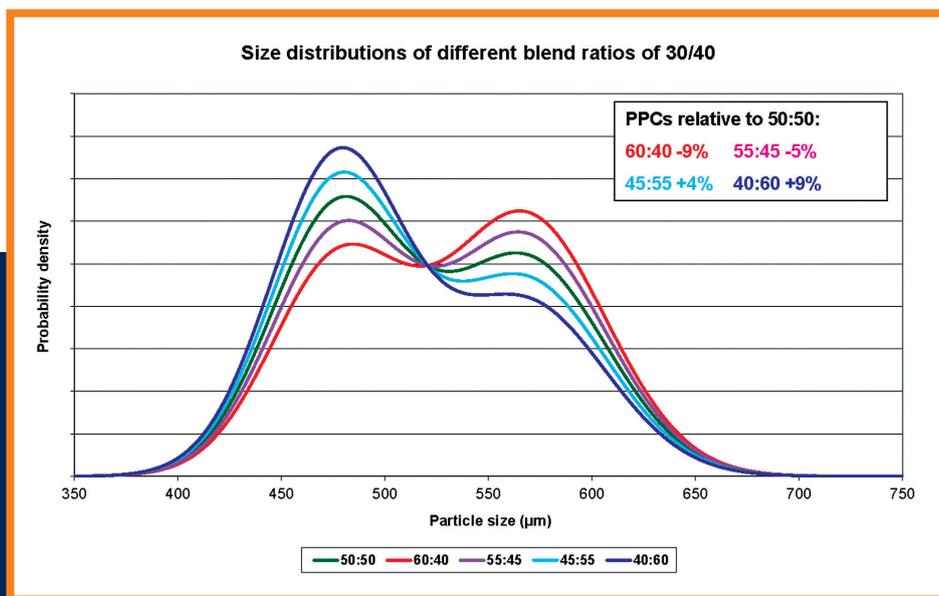


Fig.5 Distribuzioni granulometriche di particelle di diamanti 30/40 mesh con differenti gradi di miscelazione
Particle size distributions of 30/40 mesh diamond with different blend ratios

sizes'. A half size is defined by a pair of sieves where the coarser ('upper defining') sieve has an aperture size approximately 25-30% larger than that of the finer ('lower defining') sieve. For example, a size 30/35 US mesh half size diamond product is that which sits between a 30 mesh (645 μm) sieve and a 35 mesh (505 μm) sieve. Adjacent half sizes may be blended together to form a full size.

Whilst the particle size distributions of the graded half sizes are approximately Normal (Gaussian) in form, the blended full sizes tend to exhibit 'bimodal' particle size distributions containing the two modes (peaks) of the component half sizes. A graph showing the theoretical particle size distribution of a 30/40 US mesh full size is shown in Fig.5.

The green curve in Fig.5 represents the particle size distribution from 30/35 and 35/40 blended together in a 50:50 ratio. However, such blend ratios are not specified by international standards, and any blend of the two half sizes is permitted, provided that the 'oversize' and 'undersize' fractions (in this case, coarser than 30 mesh and finer than 40 mesh) do not

exceed a few percent.

Five curves representing five different blend ratios are shown in Fig.5. It can be seen that, even within this fairly narrow range of blend ratios (60:40 to 40:60), the size distributions appear quite different. More significantly, there is a difference of around 18% in the particles per carat (PPC) of the 60:40 and 40:60 blend ratios, which could result in marked differences in application between

the two blends even though they would both be correctly classified as '30/40 mesh'. From this it is clear that understanding the underlying size distribution (and not just the nominal mesh size) is important for controlling diamond behaviour in application.

5.2 Image analysis

Image analysis uses a computerized optical microscope to capture digital images of individual particles, which are then measured using various size and shape parameters.

Measurement of individual particles enables full particle size distributions to be recorded. However, it should be noted that image analysis generates two-dimensional images, the third dimension being not visible.

A commonly-favoured image analysis size parameter is 'equivalent circle diameter' (illustrated schematically in Fig.6). The equivalent circle diameter is calculated from the projected area of the particle, and is defined as the diameter of a circle with the same projected area as the particle.



una forma approssimativamente 'normale' (curva gaussiana), le miscele full size tendono a mostrare distribuzioni granulometriche 'bimodali' contenenti le due modalità (picchi) dei componenti half size. Un grafico che mostra teoricamente la distribuzione granulometrica delle particelle in una miscela full size di 30/40 US mesh è mostrato in Fig.5. La curva verde in Fig.5 rappresenta la distribuzione granulometrica delle particelle derivanti da una miscela di 30/35 e 35/40 mesh in un rapporto di 50:50.

Poiché i rapporti di miscelazione non sono specificati dalle norme internazionali, qualsiasi miscela di due half size è quindi permessa, a condizione che le frazioni di particelle sovradimensionate e sottodimensionate (in questo caso, più grosse di 30 mesh e più fini di 40 mesh) non superino una percentuale minima.

Cinque curve che rappresentano cinque diversi rapporti di miscelazione sono mostrati in Fig.5. Si può notare che, perfino entro questa ristretta gamma di rapporti di miscelazione (da 60:40 a 40:60), le distribuzioni granulometriche appaiono molto diverse. Significativamente, vi è una differenza di circa il 18% nelle particelle per carato (PPC) dei rapporti di miscela 60:40 e 40:60, che potrebbe tradursi

in marcate differenze applicative tra le due miscele anche se entrambe potrebbero essere correttamente classificate come 30/40 mesh. Da questo è chiaro che la comprensione della distribuzione granulometrica delle particelle (e non soltanto la dimensione nominale in mesh) è importante per controllare il comportamento del diamante durante l'applicazione.

5.2 Analisi di immagine

L'analisi di immagine utilizza un microscopio ottico computerizzato per catturare le immagini digitali delle singole particelle, dalle quali è poi possibile calcolare diversi parametri di dimensione e forma. La misurazione delle singole particelle consente di registrare una distribuzione granulometrica cumulativa. Tuttavia, va notato che l'analisi di immagine genera immagini bidimensionali, non essendo visibile la terza dimensione. Uno dei parametri di dimensione più importanti nell'analisi di immagine è il 'diametro sferico equivalente' (illustrato schematicamente in Fig.6).

Il diametro sferico equivalente è definito come il diametro di un cerchio avente la stessa area dell'immagine bidimensionale della particella ed è calcolato in base all'area di proie-



Fig.6
Schema del diametro sferico equivalente. Schematic illustration of equivalent circle diameter

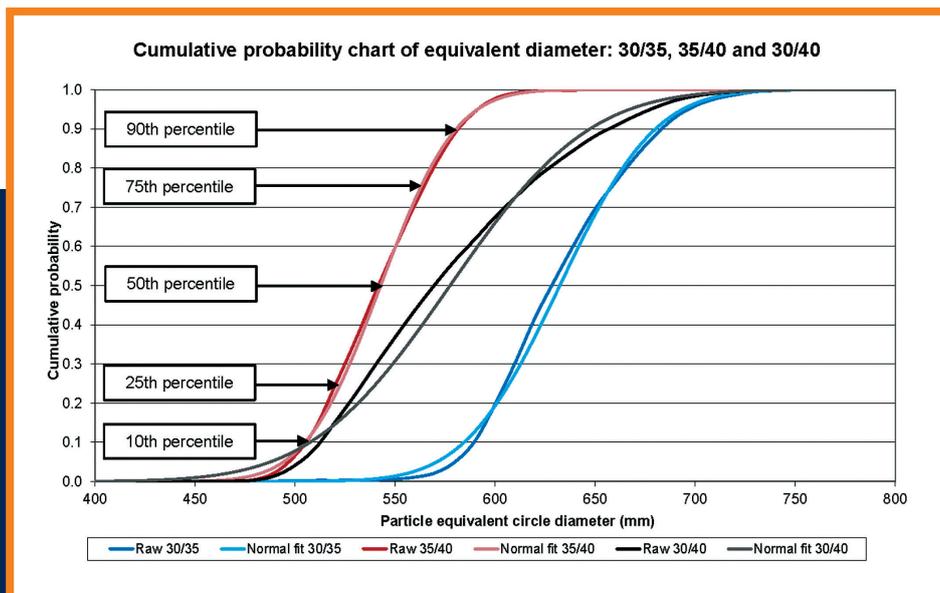


Fig.7

Grafico di probabilità cumulativa del diametro sferico equivalente per US mesh half e full size / Cumulative probability chart of equivalent circle diameter for US mesh half and full sizes

Equivalent circle diameter is sensitive to the longer visible dimension of the particle, and so the measured particle size distributions are larger than might be expected from sieving results. However, equivalent circle diameter, being derived from the area, has a good measurement resolution and gives smooth size distributions where small size differences are easily detected.

Particle size distributions of US mesh half sizes are typically Normal (Gaussian), and can be described by the well-known distribution statistics of the 'mean' (average) and 'standard deviation' (spread). However, when a US mesh full size is created by blending two half sizes, the resulting size distribution is 'bimodal' (it has two peaks, as previously shown in Fig.5).

Equivalent circle diameter distributions of typical 30/35 and 35/40 half sizes are shown in Fig.7, together with the 30/40 full size (from a 50:50 blend of the half sizes).

These distributions are now shown in cumulative form with the 'Raw' lines showing the as-measured data and the

'Normal fit' lines showing Normal distributions with the same means and standard deviations as the as-measured data. It can be seen that the Normal fits match the as-measured distributions quite well in the half sizes, but the Normal fit for the 30/40 full size deviates substantially from the as-measured data. This is because means and standard deviations always assume a Normal (Gaussian) symmetrical distribution shape, and are therefore inappropriate for describing distributions that have multiple peaks or are excessively peaked, flattened or skewed.

A more appropriate method of describing distributions of any shapes or number of peaks is to use 'percentiles', where the Xth percentile is the value below which X% of the data points lie (when ordered smallest to largest).

The most commonly-used percentile is the 50th percentile ('median'), which represents the middle value in the distribution. Using additionally the 10th, 25th, 75th and 90th percentiles, a distribution shape can be conveniently described by five statistics.



zione della particella.

Nel caso in cui le particelle abbiano forma asimmetrica (non sferica) è chiaro che il diametro sferico equivalente sarà influenzato dalla dimensione più lunga della particella (a seconda di come si posiziona sul piano) e, quindi, le dimensioni delle particelle misurate potrebbero essere più ampie di quanto ci si potrebbe aspettare dai risultati della setacciatura. Tuttavia, il diametro sferico equivalente, essendo derivato dall'area, fornisce delle misurazioni accurate e delle semplici distribuzioni granulometriche, in cui sono facilmente rilevabili le piccole differenze di dimensione. Le distribuzioni granulometriche delle particelle US mesh

half size sono tipicamente normali (gaussiana) e possono essere descritte dalle ben note statistiche di distribuzione della media e della deviazione standard.

Tuttavia, quando una US mesh full size viene ricavata miscelando due half size, la distribuzione di dimensione risultante è bimodale (con due picchi, come precedentemente illustrato in Fig.5).

Le distribuzioni in base al diametro sferico equivalente di due tipiche half size di 30/35 e 35/40 mesh sono mostrate in Fig.7, unitamente alla miscela di 30/40 mesh ottenuta usando un rapporto fra le due half size di 50:50.

Queste distribuzioni sono evidenziate in forma cumulati-

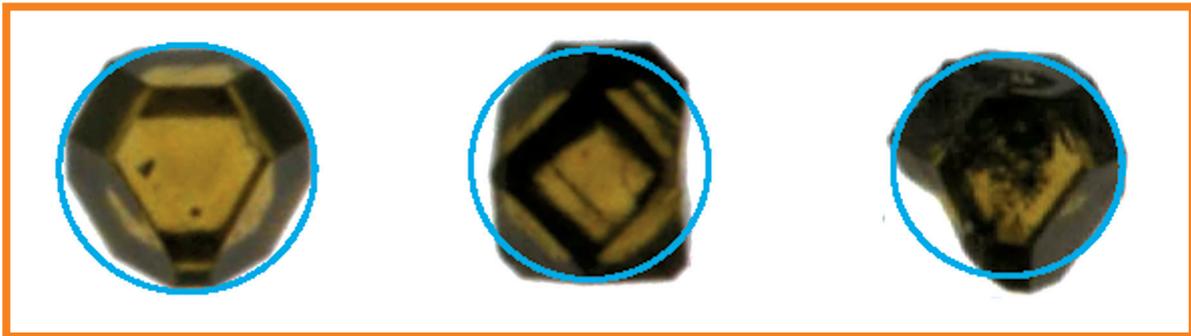


Fig.8 Schema della compattezza, con particelle di diamante cristalline (a sinistra), di forma allungata (al centro) e meno cristalline (a destra)
Schematic illusion of compactness, with highly crystalline (left), elongated (centre) and less crystalline (right) diamond particles

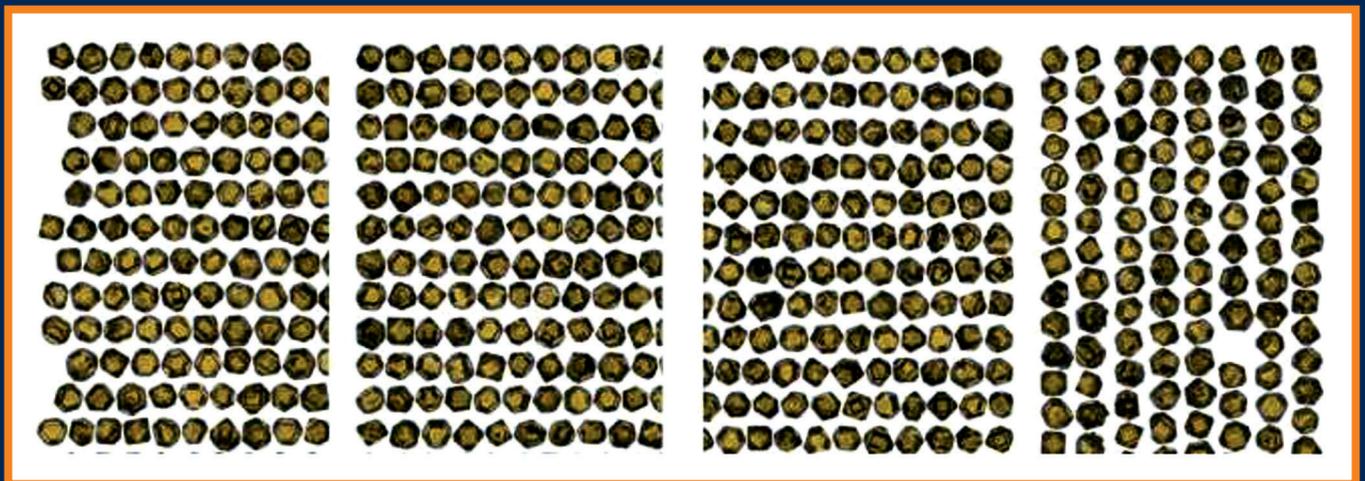


Fig.9 Immagini di quattro grane di diamante da taglio 30/35: dal Grado 1 (a sinistra) al Grado 4 (a destra)
Images of four 30/35 saw grit products: Grade 1 (left) to Grade 4 (right)

6. CHARACTERIZATION OF PARTICLE SHAPE

The particle images used to measure particle size can also be used to measure particle shape. A useful shape parameter for saw grit diamond is compactness, defined as the ratio between the ratio of the actual perimeter and the perimeter of a circle of the same area as the particle.

A particle that appears circular (such as a highly crystalline cubo-octahedral diamond) will have a compactness near to 1, whereas particles which appear less round (for example, diamonds with elongation or lower crystallinity) will have compactness values higher than 1 (Fig.8).

Compactness measurements on four adjacent saw grit product grades in size 30/35 are now demonstrated.

Fig.9 presents example images of these products, ranging from a product called here Grade 1 (a top-grade product) through to Grade 4 (a medium-grade product).

It can be seen from the small selections of particle images in Fig.9 that there are no dramatic differences in particle shape from Grade 1 to Grade 4. More noticeable are the increased populations of darker particles in the images to the right. These observations of particle shape are confirmed by the distributions of compactness shown in Fig.10.



va. Le curve definite 'raw' mostrano i dati così come sono stati misurati, mentre le curve 'normal fit' mostrano le distribuzioni statistiche in base alla media e alle deviazioni standard dei dati 'raw'.

Si può vedere che le curve normal fit coincidono piuttosto bene con le distribuzioni raw delle half size, mentre la normal fit della full size 30/40 mesh devia in modo sostanziale dai dati misurati. Questo è dovuto al fatto che media e deviazione standard presuppongono sempre una forma di distribuzione simmetrica standard (gaussiana) e sono, quindi, inadeguate per descrivere distribuzioni con più picchi, appiattite o asimmetriche.

Un metodo più appropriato per descrivere distribuzioni di qualsiasi forma o numero di picchi è quello di usare i percentili, dove il percentile X^o è il valore al di sotto del quale giace l' $X\%$ dei punti dati (se ordinati dal più piccolo al più grande). Il percentile più comunemente usato è il percentile 50^o (mediana), che rappresenta il valore centrale della distribuzione. Utilizzando in aggiunta i percentili 10^o , 25^o , 75^o e 90^o è possibile descrivere una forma di distribuzione con cinque dati statistici non parametrici.

6. CARATTERIZZAZIONE FORMA DELLE PARTICELLE

Le immagini digitali utilizzate per misurare la dimensione delle particelle possono anche essere usate per misurarne la forma. Un parametro di forma molto utile per le grane di diamante da taglio è la compattezza, definito come il rapporto tra il perimetro reale e il perimetro di un cerchio

che occupa la stessa area della particella.

Una particella che appare sferica (come un diamante cubo-ottaedrico altamente cristallino) avrà una compattezza vicino a 1, mentre le particelle che appaiono meno rotonde (per esempio, diamanti di forma allungata o con minore cristallinità) avranno valori di compattezza maggiore di 1 (vedi Fig.8). Sono state effettuate delle misurazioni di compattezza su quattro grane di diamante con dimensioni adiacenti 30/35. La Fig.9 presenta le immagini campioni di questi prodotti, che vanno da un Grado 1 (prodotto di grado alto) fino a un Grado 4 (prodotto di grado medio).

Si può vedere dalle piccole selezioni di particelle delle immagini in Fig.9 che non ci sono differenze elevate nella forma delle particelle dal Grado 1 al Grado 4.

Più evidente è l'aumento della presenza di particelle scure nelle immagini a destra.

Queste osservazioni sulla forma delle particelle sono confermate dalle distribuzioni di compattezza in Fig.10.

Le distribuzioni di compattezza dei quattro gradi di diamante sono vicine tra loro e, in particolare, il Grado 4 sembra avere una forma migliore del Grado 3 (la distribuzione di compattezza del Grado 4 è più vicina alla sinistra e, quindi, più vicina al valore di compattezza 1).

Il riquadro in Fig.10 mostra (prendendo come esempio il Grado 4) quanto una distribuzione di compattezza si adatti male a una curva normale (gaussiana). Ancor più qui, che con la dimensione delle particelle, i "percentili" sono il modo più appropriato di riassumere statisticamente la distribuzio-

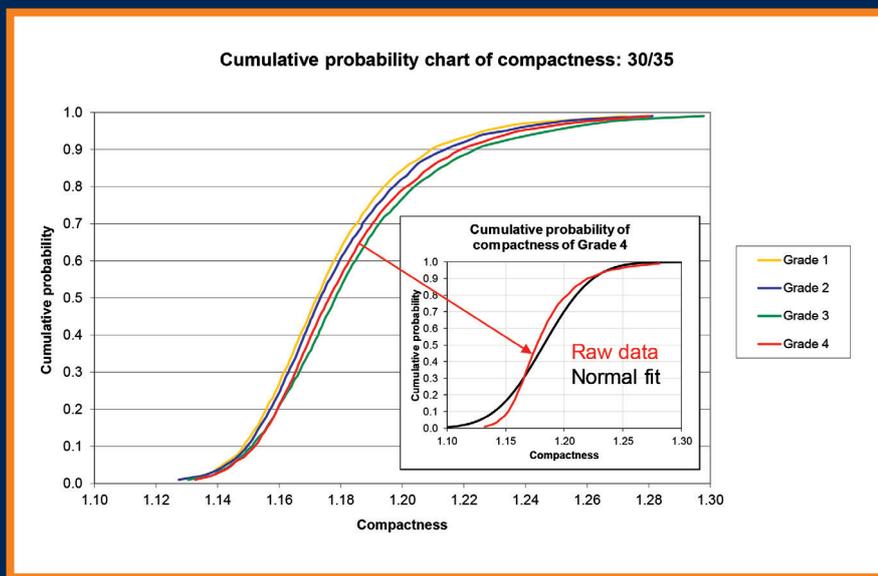


Fig.10 Grafico di probabilità cumulativa della compattezza per quattro gradi di grane di diamante 30/35
Cumulative probability distributions of compactness of four saw grit grades in size 30/35

The compactness distributions of the four grades are close to one another, and furthermore, Grade 4 appears to have a 'better' shape than Grade 3 (the Grade 4 compactness distributions being further to the left, and therefore closer to the minimum compactness value 1).

The inset graph in Fig.10 shows (with Grade 4 an example) how poorly a compactness distribution fits a Normal curve (Gaussian). Even more so here than with particle size,

'percentiles' are the most appropriate way of statistically summarizing the particle shape distribution.

From this graph it may be concluded that adjacent saw grit products are not substantially different in their particle shapes (they are differentiated only by small differences in the amounts of well-shaped or poorly-shaped particles), and also that particle shape does not always rank correctly with the perceived product grade.

7. CHARACTERIZATION OF PARTICLE STRENGTH

Diamond product strength is typically characterized by two techniques: friability (or 'toughness') testing, and compressive strength testing.

7.1 Friability (toughness) testing

Friability testing [3] measures the resistance of a bulk diamond product to cyclical impacts. The product is sieved to remove 'oversize' and 'undersize' particles, and the remaining 'on-size' particles are put into a steel capsule with a steel ball and subjected to a fixed number of oscillations ('cycles'). The product is then removed from the capsule and poured over a slightly finer 'post-impact' sieve. The diamond that has survived sits on this sieve, and is called the 'residue'. A stronger product registers a higher percentage residue (also called 'toughness index').



ne della forma delle particelle. Da questo grafico si può concludere che grane di diamante da taglio di dimensioni adiacenti non sono sostanzialmente diverse nelle forma delle loro particelle (si differenziano solo per piccole differenze nel numero di particelle con forma perfetta o di forma irregolare), e la forma delle particelle non si associa sempre correttamente con il grado del prodotto.

7. CARATTERIZZAZIONE DELLA RESISTENZA DELLE PARTICELLE

La resistenza delle polveri diamantate è solitamente caratterizzata attraverso due metodi: prove di friabilità (o durezza) e prove di resistenza alla compressione.

7.1 Prova di friabilità (tenacità)

La prova di friabilità [3] misura la resistenza di un lotto di diamanti a carichi ciclici. La polvere è setacciata per rimuovere le particelle sopra e sotto-dimensionate, mentre le restanti particelle, della forma desiderata, sono posizionate in una capsula con all'interno una sfera d'acciaio e sottoposte ad un numero fisso di oscillazioni (cicli).

La polvere viene, quindi, rimossa dalla capsula e versata in un setaccio post impatto con maglie più sottili.

Il diamante che rimane sul setaccio è definito come il residuo. Una polvere più dura registra una maggior percentuale di

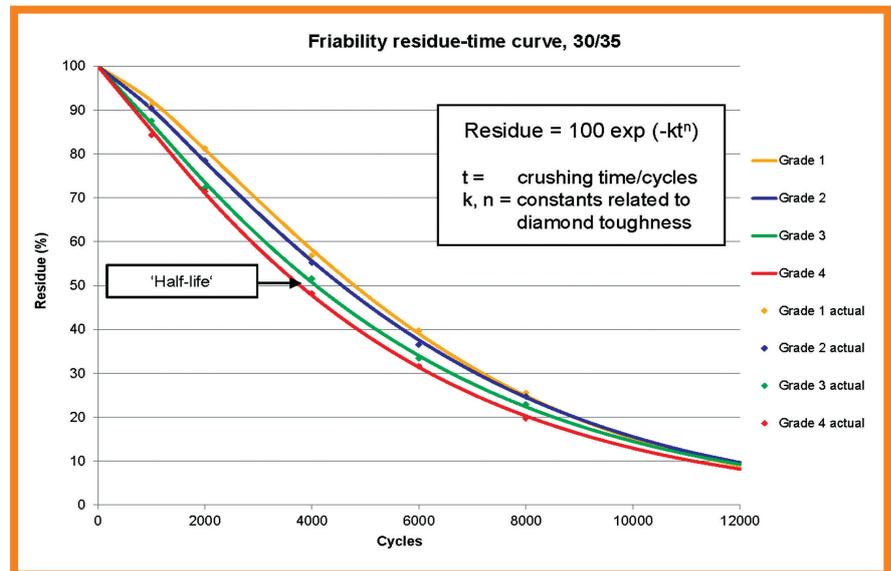


Fig.11 Curve di friabilità residuo-tempo per quattro gradi di grane di diamante di dimensioni 30/35
Friability residue-time curves of four saw grit grades in size 30/35

Friability testing is typically performed at one selection of cycles. For example, size 30/35 saw grit products are commonly tested using 1000 cycles. In this case, the test delivers a single percentage residue (toughness index) value - a figure-of-merit of product strength. However, all diamond products contain a distribution of particle strengths, and this distribution can be explored by testing at a range of different cycles. This provides a friability 'residue-time' curve, such as that in Fig.11. It shows the friability residue-time curves of the four saw grit grades in size 30/35.

At all cycles, the four grades show the 'correct' ranking (Grade 1 being the strongest, Grade 4 the weakest), but their relative strengths vary as a function of cycles.

The data points at different cycles may be connected by fitting a negative exponential curve according to the 'Rosin-Rammler equation' [4] (named after two scientists that studied the crushing behaviour of coal).

The Rosin-Rammler equation is shown in Fig.11, the constants k and n being characteristics of the diamond product.

As well as allowing the prediction of percentage residue at any number of cycles, this equation enables the prediction of the number of cycles required for 50% residue - the 'half-life'.

7.2 Compressive strength testing

Compressive strength testing of diamond measures the force required to crush individual particles. Particles are crushed between two polycrystalline diamond 'anvils', and the load cell connected to the lower anvil measures the force required to fracture each diamond particle [5].

This method provides a distribution of particle strengths ('fracture forces') for each product.

Fig.12 shows the strength distributions of the four saw grit grades. For easier comparison with the friability residue-time curves, the vertical axis shows the probability of survival (rather than failure). Furthermore, the as-measured results have been replaced by Weibull distributions, which tend to fit compressive strength distributions well [6].

In this graph, the four grades rank as expected, with Grade 1 having the highest median compressive fracture force and Grade 4 the lowest.

Whilst these two methods of strength testing can give complementary results, there are practical reasons for selecting one method or the other. Friability testing at one cycle selection is comparatively quick (around 10 minutes) but will only provide a single value figure-of-merit.

The measurements required for a full residue-time curve would require over an hour. However, friability testing does have a good experimental error (around $\pm 1\%$), and is therefore commonly used for quality control.

Compressive strength testing enables a full distribution from 500 particles to be obtained in around 30 minutes, but the experimental error is usually greater due to damage of the polycrystalline diamond anvils influencing the fracture force measurements.

8. CHARACTERIZATION OF METALLIC INCLUSIONS

Saw grit diamonds are synthesized by the high-pressure, high-temperature conversion of graphite to diamond.

Transition-metal alloys (typically iron-nickel) are used to lower the pressures and temperatures required for this conversion, and small traces of these alloys ('inclusions') can be trapped in the diamond crystals during the synthesis process (see Fig.13, left).



residuo (anche chiamato indice di tenacità). La prova di friabilità viene svolta su un determinato numero di cicli, ad esempio le grane di diamante di dimensione 30/35 sono comunemente testate utilizzando 1000 cicli. In tal caso, la prova fornisce un singolo valore percentuale del residuo - cifra di merito della resistenza di un prodotto. Tutte le polveri diamantate presentano una distribuzione della resistenza delle particelle e questa distribuzione può essere analizzata con prove su diversi cicli. Questo fornisce una curva di friabilità residuo-tempo, come quella in Fig.11 che illustra le curve di friabilità residuo-tempo per quattro gradi di grane di diamante di dimensioni 30/35. Per tutti i cicli, i quattro gradi mostrano una corretta gerarchia (il Grado 1 è il più forte, il Grado 4 il più debole), ma la loro resistenza relativa varia in funzione del numero di cicli. I dati ottenuti nei diversi cicli possono essere uniti formando una curva esponenziale negativa secondo l'equazione di Rosin-Rammler [4] (dal nome di due scienziati che hanno studiato il comportamento di frantumazione del carbone). L'equazione di Rosin-Rammler è mostrata in Fig.11, dove le costanti k ed n sono le caratteristiche del diamante. Oltre a consentire la previsione di un residuo percentuale per qualsiasi numero di cicli, questa equazione consente la previsione del numero di cicli necessari per ottenere un residuo del 50% - 'metà vita utile'.

7.2 Prova di resistenza alla compressione

La prova di resistenza a compressione del diamante misura

la forza necessaria per schiacciare delle singole particelle. Le particelle vengono pressate tra due incudini di diamante policristallino e la cella di carico collegata all'incudine inferiore misura la forza richiesta per fratturare ogni particella di diamante [5].

Questo metodo fornisce una distribuzione della resistenza delle particelle (forze di frattura) per ogni polvere.

La Fig.12 mostra le distribuzioni di resistenza di quattro gradi di grane di diamante. Per facilitare il confronto con le curve di friabilità residuo-tempo, l'asse verticale mostra la probabilità di successo (piuttosto che di fallimento).

Inoltre, i risultati misurati sono stati sostituiti da distribuzioni di Weibull, che tendono ad adattarsi perfettamente alle distribuzioni di resistenza a compressione [6].

In questo grafico, i quattro gradi mantengono l'ordine previsto, con il Grado 1 con la più alta resistenza mediana alla frattura per compressione e il Grado 4 la più bassa.

Anche se questi due metodi di prova utilizzati per analizzare la resistenza possono dare risultati simili, ci sono ragioni pratiche per selezionare l'uno o l'altro metodo.

La prova di friabilità con un unico ciclo è relativamente rapida (circa 10 minuti) ma si limita a fornire un singolo valore di riferimento, mentre le misurazioni necessarie per ottenere una curva residuo-tempo richiederebbero oltre un'ora.

Tuttavia, la prova di friabilità ha un basso errore sperimentale (circa $\pm 1\%$) ed è comunemente utilizzata per il controllo qualità. La prova di resistenza alla compressione consente di ottenere una distribuzione completa per 500 parti-

These inclusions can adversely affect diamond strength during high-temperature segment sintering (by promoting internal graphitization), but even at room temperatures the inclusions can act as 'weak points'.

As these inclusions are ferromagnetic, their levels can be quantified in terms of 'magnetic susceptibility'.

By measuring the magnetic dipole moment of the bulk diamond sample M in response to a magnetic field H , the (unitless)

magnetic susceptibility x_v can be obtained.

Fig.13 (right) shows the magnetic susceptibility values of the four saw grit grades in size 30/35.

These results show that Grades 1 and 2 have similar inclusion levels, whilst Grade 4 (with the highest magnetic susceptibility) has a much higher inclusion content than Grade 3.

This contributes to the darker appearance of many of the Grade 4 particles in the images shown in Fig.9.

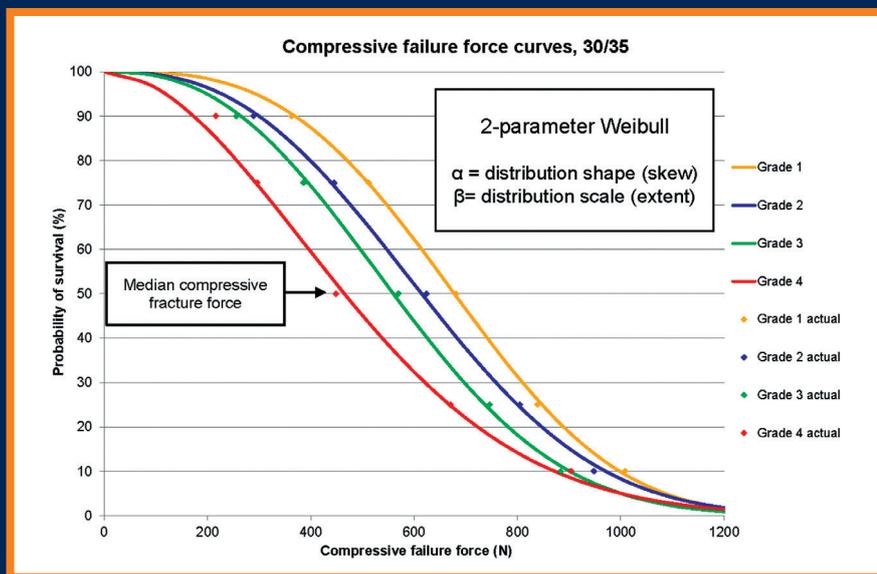


Fig.12 Distribuzioni di resistenza alla compressione per quattro gradi di grane di dimensioni 30/35
Compressive strength distributions of four saw grit grades in size 30/35

9. DISCUSSION AND CONCLUSIONS FROM THE STUDY OF FOUR DIAMOND GRADES

Comparison of the shape, strength and inclusion measurements from these four grades enables the influences on diamond strength to be understood.

These grades were ranked by the diamond manufacturer in the order 1, 2, 3 and 4 (strongest to weakest), and the results of both friability (toughness) and compressive strength confirm this.

Whilst image analyses suggested that the particle shapes of Grade 4 were slightly better than those of Grade 3, magnetic susceptibility measurements showed the metal content of Grade 4 to be much higher.

Consequently, Grade 4 delivered weaker strength values than Grade 3.

The detailed results presented above focused on the mesh size 30/35.

Particle shape, magnetic susceptibility



celle in circa 30 minuti, ma l'errore sperimentale è di solito più alto a causa dei danni alle incudini di diamante policristallino che influenzano la misurazione della resistenza a frattura.

8. CARATTERIZZAZIONE DEL CONTENUTO DI INCLUSIONI METALLICHE

I grani di diamante sono sintetizzati ad alta pressione e

alta temperatura con il passaggio dalla grafite al diamante. Spesso, per ridurre la pressione e la temperatura richieste per questa conversione, vengono utilizzate delle leghe metalliche (tipicamente ferro-nichel), per cui piccole tracce di queste leghe (inclusioni) possono rimanere intrappolate nei cristalli di diamante durante il processo (vedi Fig.13, sinistra). Queste inclusioni possono influire negativamente sulla resistenza dei diamanti durante il processo di produ-

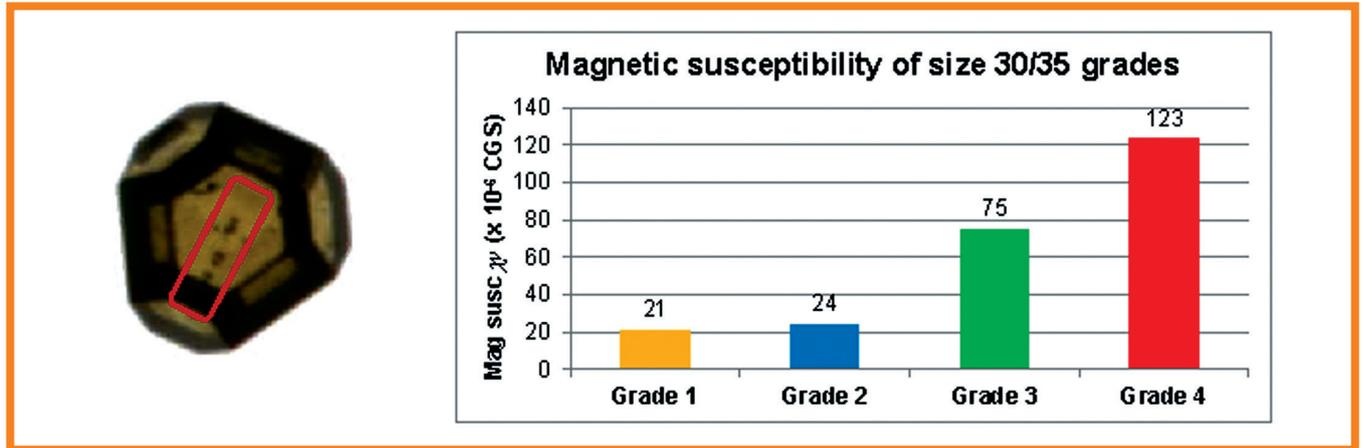


Fig.13 Inclusioni metalliche nel diamante (a sinistra, in rosso) e valori di sensibilità magnetica (a destra)
Metallic inclusions in diamond (left, in red) and magnetic susceptibility results (right)

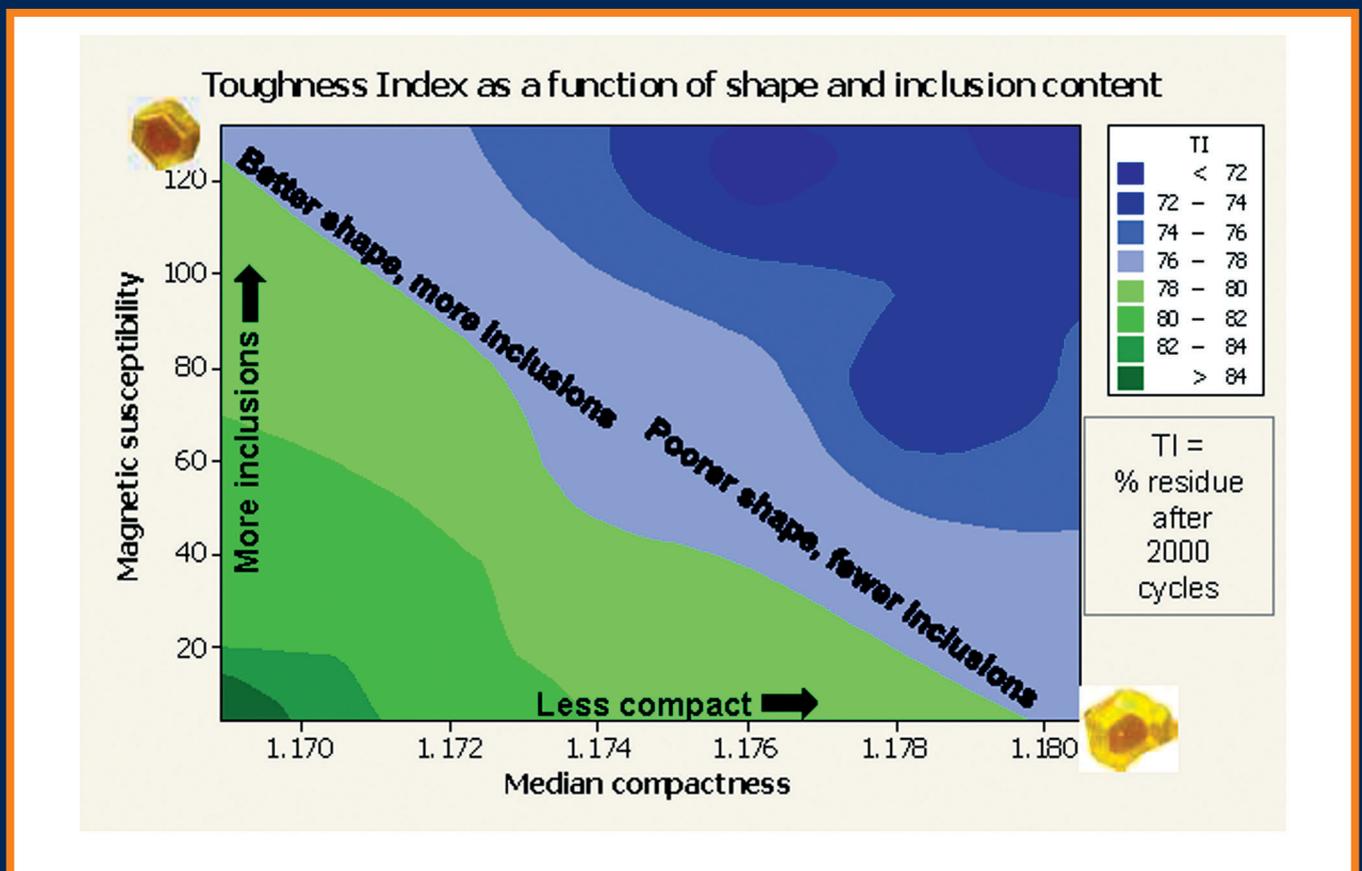


Fig.14 Indice di tenacità (residuo) in funzione della forma delle particelle e del contenuto di inclusioni
Toughness index (friability residue) as a function of particle shape and inclusion content



zione ad alta temperatura dei segmenti (causando una ri-grafitizzazione) ma, perfino a temperatura ambiente, possono creare dei punti di debolezza.

Poiché queste inclusioni sono ferromagnetiche, i loro livelli possono essere quantificati in termini di sensibilità magnetica. Misurando il momento di dipolo magnetico di un lotto di diamante M, in risposta ad un campo magnetico H, può essere ottenuta la sensibilità magnetica χ_v (adimensionale). La Fig.13 (a destra) mostra i valori di sensibilità magnetica per quattro gradi di grane di diamante di dimensioni 30/35. Questi risultati dimostrano che i Gradi 1 e 2 hanno livelli di inclusione simili, mentre il Grado 4 (con la massima sensibilità magnetica) ha maggiore contenuto di inclusioni del Grado 3. Ciò fornisce una spiegazione della presenza di particelle più scure nel Grado 4, come mostrato nella Fig.9.

9. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI SULLO STUDIO DEI QUATTRO GRADI DI DIAMANTE

Il confronto delle analisi sulla forma, la resistenza e le inclusioni di questi quattro gradi di grane consente di comprenderne le influenze sul diamante. Questi gradi di diamante sono stati classificati dal produttore nell'ordine 1, 2, 3 e 4 (dal più forte al più debole) ed i risultati di entrambe le prove, friabilità (tenacità) e resistenza alla compressione, confermano questo ordine.

Mentre l'analisi di immagine ha suggerito che la forma delle particelle di Grado 4 è leggermente migliore rispetto a quel-

le di Grado 3, la misurazione della sensibilità magnetica ha mostrato un contenuto di metallo molto più elevato nel Grado 4. Di conseguenza, il Grado 4 ha registrato valori di resistenza inferiori al Grado 3.

I risultati presentati nel dettaglio sopra si sono concentrati su diamanti di dimensione 30/35. Valori simili in riferimento a forma delle particelle, sensibilità magnetica e friabilità (tenacità) sono stati ottenuti anche per gli stessi gradi nelle dimensioni 35/40 e 40/45 e una visione di insieme di tutti questi risultati ha portato alla creazione del grafico in Fig.14. Nella Fig.14 l'asse verticale mostra la sensibilità magnetica, mentre l'asse orizzontale la compattezza media.

I colori nel grafico rappresentano l'indice di tenacità (residuo in percentuale), da meno di 72 (blu scuro) a più di 84 (verde scuro). Per un adeguato confronto, tutti i gradi e le dimensioni sono stati sottoposti a prove di friabilità a 2000 cicli. Si può notare che la più alta tenacità si registra per i grani con la più bassa sensibilità magnetica (inclusione) e la più bassa compattezza media (forma delle particelle più sferica). Inoltre, seguendo il confine tra l'azzurro e il verde chiaro (indice di tenacità di 78), si può notare che gli stessi valori di tenacità si hanno per prodotti con una bassa compattezza media, ma elevata sensibilità magnetica e prodotti a bassa sensibilità magnetica, ma alta compattezza media. Da questo, si può concludere che la resistenza delle grane di diamante dipende principalmente da una combinazione di forma delle particelle e contenuto di inclusioni.

and friability (toughness) results have also been obtained from the same grades in sizes 35/40 and 40/45, and compiling all these results leads to the contour plot in Fig.14.

In Fig.14 the vertical axis shows magnetic susceptibility and the horizontal axis the median compactness.

The colours in the contour plot represent the toughness index (percentage residue), from less than 72 (dark blue) to greater than 84 (dark green). For appropriate comparison, all grades and sizes were subjected to friability testing at 2000 cycles. It can be seen that the highest toughness comes from products with the lowest magnetic susceptibility (inclusion content) and the lowest median compactness (most circular particle shape).

Furthermore, by following the border between light blue and light green (a toughness index of 78), it can be seen that the same toughness values are obtained by products with low median compactness but high magnetic susceptibility and products with low magnetic susceptibility but high median compactness.

From this, it can be concluded that the product strength of 'saw grit' for construction applications is primarily influenced by a combination of particle shape and inclusion content.

10. AKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to numerous Hilti colleagues. Messrs Marcel Sonderegger, Peter Jost, Roman Schneeberger, John Russell, Klaus-Peter Bohn and Dr Quentin Furnemont are thanked for their information.

Messrs Stefan Fabbro, Markus Stengele and Stefan Goldener are thanked for their contribution to drilling tests, diamond characterisation and optical microscopy.

Dr Matthias Lodes and Ms Nerea Gonzalez-Polvorosa are

thanked for their support and advice.

The authors are also grateful to Vollstädt Diamant GmbH for the provision of equipment and further measurements.

11. REFERENCES / BIBLIOGRAFIA

- [1] Wright, D.N., 1986, 'Prediction of diamond wear in the sawing of stone', *Industrial Diamond Review*, 5/86, pp. 213-216.
- [2] 'Abrasive products - Checking the grain size of superabrasives' ISO 6106:2013.
- [3] Belling, N.G. and Dyer, H.B., 1964, 'Impact strength determination of diamond abrasive grit', *Industrial Diamond Information Bureau booklet*, London.
- [4] Rosin, P. and Rammler, E., 1933, 'The laws governing the fineness of powdered coal', *Journal of the Institute of Fuel*, pp. 29-36.
- [5] Vollstädt, H. and List, E., 2003, 'Controlling the stability of the properties of superabrasive powders', 4th Zhengzhou International Superhard Materials and Related Products Conference.
- [6] Gallagher, J., Scanlon, P. and Nailer, S.G., 'Characterization techniques for the study of high-strength, coarse diamond', *Industrial Diamond Review*, 2006, 3/06, pp. 58-65.

This article is based on a paper presented at INTERTECH 2019 held in New Orleans, Louisiana, USA in April 2019. It is reprinted with the kind permission of the Industrial Diamond Association of America and Authors.





Premi UCIMU 2019: sono 8 i premiati per la 43esima edizione dell'iniziativa promossa da Fondazione UCIMU e UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE

Bucci Automations, COMEV e Marposs le imprese che hanno collaborato alla realizzazione degli studi

L'iniziativa PREMI UCIMU rappresenta uno dei progetti più longevi promossi dall'associazione e, senza dubbio, uno dei più ricchi di contenuto e significato, poiché pensato per favorire l'incontro tra industria e giovani neolaureati.

La cerimonia di consegna degli attestati e dei premi, presieduta da Massimo Carboniero, presidente UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE, e Alfredo Mariotti, direttore generale dell'associazione, con la presenza di una cinquantina di ospiti tra studenti, professori e imprenditori del settore, si è svolta martedì, 5 novembre 2019, nella sede dell'associazione UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE, l'associazione dei costruttori italiani di macchine utensili, di robot e automazione.

Sono 8 i neolaureati premiati da FONDAZIONE UCIMU nell'ambito dell'iniziativa PREMI UCIMU per le migliori tesi di laurea dedicate all'industria italiana della macchina utensile. La Commissione Giudicatrice si è trovata a valutare 39 tesi dedicate al settore.

"Quest'anno abbiamo raggiunto il record storico di candidature a dimostrazione dell'interesse e dell'attenzione dei giovani verso un settore che offre interessanti opportunità di occupazione e che è in continua evoluzione, anche in relazione alle nuove direttive tracciate dal Piano Nazionale Industria 4.0" - ha dichiarato Massimo Carboniero.

Conferiti alle migliori tesi di laurea magistrale, dedicate alle tematiche connesse con l'evoluzione dei mezzi e delle tecniche di produzione meccanica, e più in generale al settore dei sistemi per produrre, i PREMI UCIMU sono ormai un'istituzione a cui guardano con grande interesse studenti, università e imprese associate.

Alla presenza dei giovani neolaureati, Carboniero ha dichiarato: "Sono felice e onorato di poter presenziare questo momento che vede protagonisti 8 giovani ingegneri che, con il prezioso supporto dei loro professori, e in alcuni casi di imprese associate a UCIMU, hanno realizzato ottimi lavori dedicati all'industria della macchina utensile, dell'automazione robotica e delle nuove tecnologie di produzione anche in chiave Industria 4.0".

"Anche in occasione della 43° edizione 2019, data l'alta qualità delle tesi presentate, è stato molto difficile definire la rosa dei vincitori - ha proseguito Carboniero. Tutto questo conferma l'ottimo indirizzo che alcune Università italiane, tra cui certamente quelle da cui provengono i nostri premiati, stanno dando al loro percorso di studi, facilitando così, in prospettiva, il lavoro delle aziende del settore della macchina utensile".

"Per la prossima edizione dei PREMI UCIMU - ha aggiunto Massimo Carboniero - la cerimonia di premiazione si terrà nell'ambito di 32.BI-MU, biennale internazionale dedi-

Complimentandoci vivamente con tutti gli Autori delle otto tesi premiate da UCIMU, testimoni con il loro impegno di energia, passione e dedizione all'approfondimento di tematiche industriali, abbiamo scelto di evidenziare gli aspetti più salienti dell'ampia tesi di laurea magistrale di Nicola Chiavatti, pubblicando un sunto appositamente elaborato per DIAMANTE A&T.

Presentiamo, quindi, questo studio dal pregevole contenuto, ritenendo che il monitoraggio remoto

nell'industria 4.0 potrebbe essere ancor più interessante e necessario se applicato ai diversi macchinari che utilizzano gli utensili diamantati, proprio in quanto caratterizzati da una durata e da un costo superiore a quelli tradizionali.

I protocolli di comunicazione standardizzati, permettendo alle macchine di essere realmente connesse con l'esterno, consentirebbero di utilizzare i dati così forniti per migliorare la conoscenza delle performance degli utensili diamantati in genere. Se, per esempio, il CNC di una linea di rettifica e

cata a macchine utensili a asportazione, deformazione e additive, robot, digital manufacturing e automazione, tecnologie abilitanti, subfornitura, in scena a fieramilano Rho dal 14 al 17 ottobre 2020".

Restano invariate finalità e caratteristiche del concorso, che si rivolge agli studenti che avranno conseguito la laurea nel periodo compreso tra luglio 2019 e giugno 2020, presso le facoltà di Ingegneria, Economia, Informatica, Disegno industriale e Scienze della Comunicazione, per corsi di laurea magistrale e triennale, di politecnici e università italiane.

Sono ammesse al concorso anche le tesi svolte presso università straniere, purché sviluppate in collaborazione con imprese associate a UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE.

I neolaureati premiati nell'edizione 2019 sono stati:

● Alessandro Casartelli, Politecnico di Milano, facoltà Scienze in Mechanical Engineering, relatori Professore Walter Terkaj e Marcello Urgo, vince il premio con la tesi "Design and reconfiguration of modular transport systems using answer set programming" (Categoria: Economia, Gestione, Organizzazione e Comunicazione nel settore della Macchina Utensile e dei Sistemi del Manifatturiero Meccanico).

● Stefano Grulli, Politecnico di Milano, facoltà di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, relatore Professoressa Bianca Maria Colosimo, riceve il premio per l'elaborato di laurea "Intelligent defect detection on a commercial in-situ monitoring system for SLM" (Categoria: Applicazioni della Robotica, della Meccatronica e delle Tecnologie dell'Informazione nel Manifatturiero Meccanico).

Sono stati due, invece, i vincitori in ex aequo per la categoria "Macchine Utensili e Sistemi Produttivi: Concezione, Ingegnerizzazione, Integrazione, Tecnologie e Applicazioni nel Manifatturiero Meccanico":

● Alessandro Elefanti, Politecnico di Milano, facoltà di Ingegneria

Industriale e dell'Informazione, relatore Professore Paolo Albertelli, vince il premio con la tesi "Development of a finite element model for simulating cryogenic milling of titanium Ti64Al4V".

● Anna Kaljevic, Politecnico di Milano, facoltà di Ingegneria Industriale e dell'Informazione, relatore Professore Ali Gokhan Demir, ottiene il premio per la tesi "Development of a LMWD system with controlled atmosphere for processing biodegradable μ Mg-rare earth and permanent stainless alloys".

Si sono aggiunte le tesi di laurea magistrale premiate per la Categoria "Interesse Applicativo in Ambito Industriale" svolte da:

● Nicola Chiavatti, Università degli Studi di Perugia, facoltà di Ingegneria Meccanica, relatore Professore Luca Landi, in collaborazione con l'azienda COMEV, riceve il premio per l'elaborato di laurea "Monitoraggio remoto di macchine utensili interconnesse nelle imprese 4.0".

● Francesco Passini, Università degli studi di Ferrara, facoltà di Ingegneria Informatica e dell'Automazione, relatore Professore Cesare Stefanelli, in collaborazione con l'azienda Marposs, vince il premio con la tesi "Sviluppo di un'applicazione di diagnostica predittiva per macchine utensili".

● Francesco Moretti, Università degli Studi di Bologna - sede di Forlì, facoltà di Ingegneria Meccanica, relatore Professore Marco Troncossi, in collaborazione con l'azienda Bucci Automations, vince il premio con la tesi "Analisi e ottimizzazione del comportamento vibratorio di una macchina transfer".

● Marco Rizzitelli, Università degli Studi di Bologna, facoltà di Ingegneria Meccanica, relatore Professore Dario Croccolo, in collaborazione con l'azienda Bucci Automations, vince il premio con la tesi "Analisi termico-strutturale di una moderna macchina a trasferta".

lucidatura di materiali lapidei o compositi, piuttosto che di piastrelle di ceramica, come pure un impianto multi-filo o multi-disco, potesse creare un database con i lavorati, le quantità, il tipo di utensili e i parametri utilizzati, questo consentirebbe un'analisi puntuale delle performance degli utensili fornendo, inoltre, la possibilità di elaborare una strategia di utilizzo degli stessi tale da ottimizzare i fattori di produzione, i costi energetici e l'impatto

ambientale che ne derivano.

Potremmo scoprire, e non sarebbe la prima volta, che si sta sfruttando solo una parte del potenziale degli utensili diamantati in relazione alla quantità di diamanti che inglobano e al sistema legante che li supporta.

Infine, sarebbe sicuramente un valore aggiunto la possibilità in un'azienda di poter monitorare, in modo omogeneo, anche macchinari di produttori diversi.





Monitoraggio remoto di macchine utensili interconnesse nelle imprese 4.0

di Nicola Chiavatti

Università degli Studi di Perugia, Facoltà di Ingegneria Meccanica

ABSTRACT

Al giorno d'oggi le moderne macchine CNC mettono a disposizione sempre più strumenti per permetterne monitoraggio e controllo da remoto. Tali strumenti sono tipicamente sviluppati dai produttori stessi della macchina e spesso consistono in applicazioni integrate al CN che non sono utilizzabili da altri marchi.

Inoltre, l'azienda organizza la sua gestione in svariate parti, tra le quali: sicurezza, manutenzione e produzione.

Tali parti viaggiano spesso in modo separato e necessitano, quindi, di un sistema in grado di raccoglierne e riunirne le informazioni globali.

Il paradigma dell'industria 4.0 ha permesso la possibilità di scambio di dati per la piccola e media impresa, il tutto alimentato dalla capacità che hanno le nuove macchine utensili di trasmettere tali dati attraverso protocolli di comunicazione standardizzati.

Il lavoro in questione nasce in collaborazione con l'Università di Perugia e due aziende italiane: Comev e D.Electron,

costruttrici, rispettivamente, di macchine utensili e Controlli Numerici. L'obiettivo è quello di far fronte alle necessità emergenti da quanto sopra citato, attraverso lo sviluppo di un sistema di monitoraggio remoto per CNC, realizzato interamente con tecnologie open-source.

La piattaforma in oggetto dispone di un'interfaccia Web-based che permette all'operatore di monitorare tutte le informazioni desiderate di ogni macchina.

Tali informazioni vengono estratte e trasmesse dal CN con protocollo HTTP. Un Web-service con tecnologia RESTful permette il loro immagazzinamento in un database SQL, dal quale possono essere richiamate e visualizzate in qualsiasi momento.

Il sistema è installato e funzionante in un server Windows della Comev e riceve dati da due CNC aziendali in cui è configurato il programma di estrapolazione dati sviluppato da D.Electron. Si è testato il suo funzionamento in modo parziale, ma con risultati positivi, anche su una terza fresa con PLC non sviluppato internamente all'azienda.

Remote monitoring of interconnected CNC tool machines in industry 4.0

by Nicola Chiavatti

Università degli Studi di Perugia, Department of Mechanical Engineering, Perugia, Italy

ABSTRACT

Nowadays modern CNC machines have an increasing number of tools able to allow remote monitoring and control.

These tools are typically used by the machine manufacturers themselves and are often consistent in Numeric Control integrated applications that cannot be used by other brands. In addition, the factory organizes its management in various parts, including: security, maintenance and production.

These parts run often separately and therefore require a system capable of collecting and aggregate global information. The paradigm of industry 4.0 allowed to exchange data for small and medium-sized enterprises, all fueled by the capacity of the new machine tools for transmitting these data through standardized communication protocols.

This work was born in collaboration with the University of Perugia and two Italian companies: Comev and D.Electron,

manufacturers of machine tool operations and Numerical Controls.

The goal is to meet the emerging need of what mentioned above through the development of a remote monitoring system for CNC entirely developed with open-source technologies.

The platform has a web-based interface that allows all operators to monitor all the desired information of each machine. This information is extracted and transmitted by the Numeric Control with the HTTP protocol.

A web service with RESTful technology allow to store them in a SQL database from which they can be recalled and visualized in any time. The system is installed and running on a Comev Windows server and receives data from two corporate CNC where is set the data extrapolation program developed by D.Electron.

Its operation is partially tested, with positive results, even



MACCHINE UTENSILI A ASPORTAZIONE, DEFORMAZIONE E ADDITIVE,
ROBOT, DIGITAL MANUFACTURING E AUTOMAZIONE,
TECNOLOGIE ABILITANTI, SUBFORNITURA

METAL CUTTING, METAL FORMING AND ADDITIVE MACHINES,
ROBOTS, DIGITAL MANUFACTURING AND AUTOMATION,
ENABLING TECHNOLOGIES, SUBCONTRACTING

fieramilano

14-17/10/2020



**TECNOLOGIE
DIGITALI
PER PRODUZIONI
SOSTENIBILI**

DIGITAL TECHNOLOGIES
FOR SUSTAINABLE PRODUCTION

1. ARCHITETTURA E TECNOLOGIE

Ciascuna macchina di proprietà Comev, con CNC Z32 della D.ELECTRON, attraverso il software DCM (Data Collector Manager) riesce, dopo opportuna configurazione del programma, ad inviare nella rete aziendale richieste HTTP contenenti informazioni su: stati macchina, allarmi, produzione, interventi di manutenzione, attività microschermi, programmi di esecuzione, potenza elettrica, sforzo assi, velocità motori, temperature di motori e drive.

Tali richieste sono ricevute da un server, il quale attraverso un Web Service costruito con Express.js, genera query che salvano i dati in un database di SQL Server. Lo stesso Web Service si occupa di ricevere richieste HTTP anche dal client. Il Client è costruito in Angular e il suo scopo principale è quello di consentire all'utente la visualizzazione grafica dei dati prelevati dal database. Poiché lo scopo dell'applicazione è unicamente legato al monitoraggio remoto, non è necessario che il sistema invii informazioni alla macchina ma è indispensabile il contrario; la freccia dello schema riportato (Fig.1) è infatti a senso unico.

Situazione diversa per il Client (front-end), il quale può e deve scambiare informazioni con il server (back-end) che prevedano nel Database sia richieste di visualizzazione, sia richieste di inserimento.

Le tecnologie utilizzate visibili nello schema sono le seguenti:
Node.js: piattaforma open source per l'esecuzione di codice Javascript. Utilizza il motore Javascript V8 di Google Chrome.

Express.js: framework web minimalista per Node.js.

Microsoft Sql Server Express: versione "free" del Database Management System SQL Server.

Angular: framework per applicazioni web.

DCM: software D.Electron per l'acquisizione e l'invio dati da CNC.

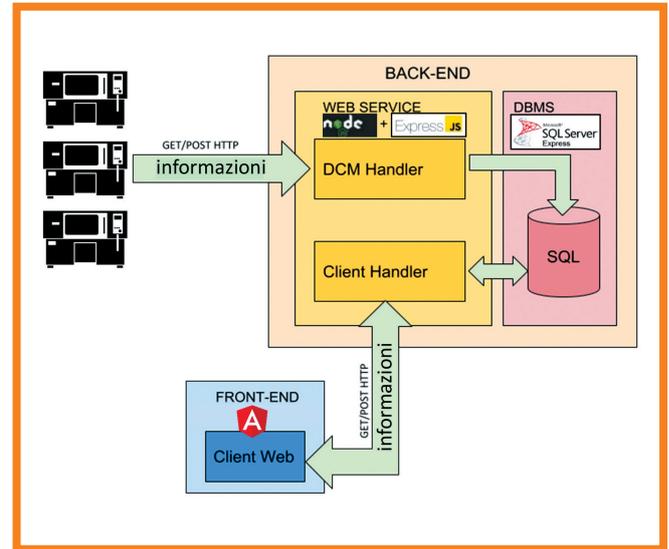


Fig.1 Schema generale del sistema / System general scheme

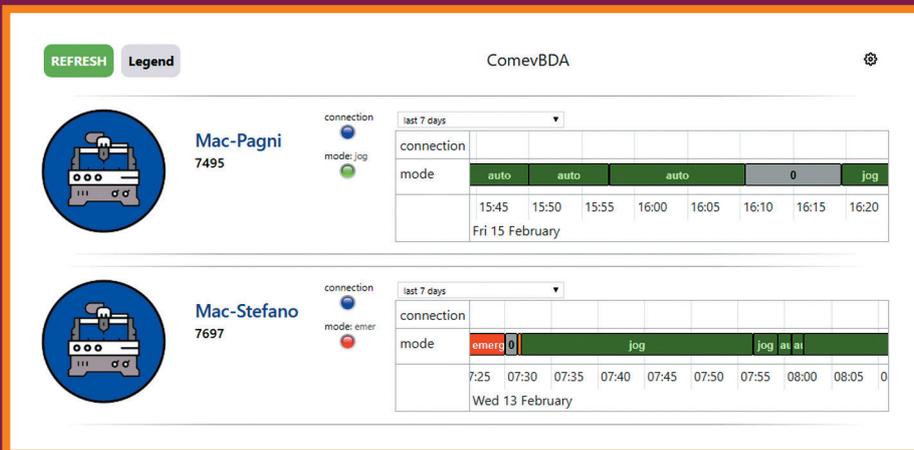


Fig.2 Home page con nomi macchine, rispettive matricole e stati operativi
 Home page with machine names, own serials and operative states

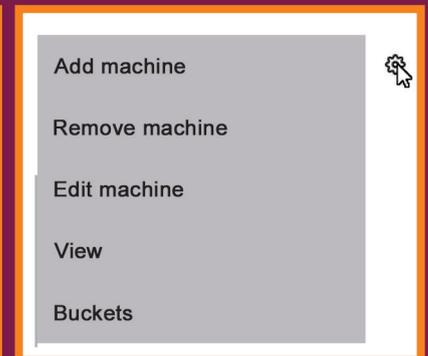


Fig.3 Funzionalità per la gestione delle macchine e dei dati scartati
 Functionality for machines and discarded data handling

on a third party with a PLC not developed internally by the company.

1. ARCHITECTURE AND TECHNOLOGIES

Each machine owned by Comev, with CNC Z32 of D.Electron, through the DCM (Data Collector Manager) software manages, to send HTTP requests containing information on: machine statuses, alarms, production, maintenance interventions, micro-screen activities, execution programs, electrical power, axle effort, motor speeds, motor and drive temperatures. These requests are received by a server, which through a Web Service built with Express.js, generates queries that save

the data in a SQL Server database.

The same Web Service also handle the receiving HTTP requests from the client. The Client is built in Angular and its main purpose is to allow the user to graphically display the data taken from the database.

Since the purpose of the application is only linked to remote monitoring, the system does not need to send information to the machine but the opposite is essential; the arrow in the diagram below (Fig.1) is in fact one-way.

Different situation happens for the Client (front-end), who can and must exchange information with the server (back-end) which provide both display and insertion requests in the



2. INTERFACCIA

L'applicazione dispone di una pagina principale (MainGUI) che interfaccia l'utente in una panoramica delle macchine registrate e dei loro stati operativi: manuale, automatico, emergenza, stop, reset, ecc. (Fig.2).

La pagina home (o MainGUI) si visualizza appena viene inserita una password corretta nella pagina di login. L'icona in alto a destra consente l'accesso alle funzionalità per la gestione (creazione, eliminazione) delle macchine e dei dati la cui origine non è riconosciuta (Fig.3).



Fig.4 Pagina di scelta dati accessibile dalla selezione della singola macchina. Da qui è possibile visualizzare le altre informazioni raccolte nel Database / Data selection page accessible by selecting the single machine. From here you can list the other information collected in the Database

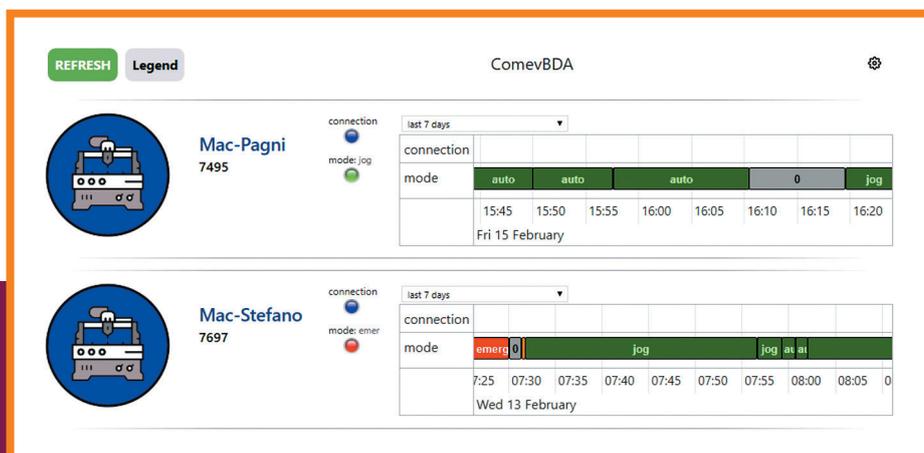


Fig.5 Pagina STATUS con stati attività microschermi, part program eseguiti e storico di una delle quantità fisiche impostate / STATUS page with gate activities, executed part programs and chart of one of the set physical quantity

Database.

The technologies used, visible in the diagram, are as follows:
Node.js: open source platform for the execution of Javascript code. Use Google Chrome's V8 Javascript engine.

Express.js: minimalist web framework for Node.js.

Microsoft Sql Server Express: "free" version of the SQL Server Database Management System.

Angular: framework for web applications.

DCM: D.Electron software for acquiring and sending data from CNC.

2. INTERFACE

The application has a main page (MainGUI) which interfaces the user in an overview of the registered machines and their operating states: manual, automatic, emergency, stop, reset, etc (Fig.2). The home page (or MainGUI) is displayed when a correct password is entered on the login page.

The icon at the top right allows access to the functionality for managing (creating, deleting) machines and data whose origin is not recognized (Fig.3).

The name of each machine is a link from which further details can be viewed through the data selection page (Fig.4).

STATUS page collects additional information regarding operating states of the machine (Fig.5).

In the upper part are visible the last recorded activities of the

Il nome di ciascuna macchina è un link da cui è possibile visualizzare ulteriori dettagli attraverso la pagina di scelta dati (Fig.4).

La pagina STATUS raccoglie informazioni aggiuntive riguardo gli stati operativi della macchina (Fig.5).

Nella parte più in alto sono visibili le ultime attività registrate dei microschermi, gli storici sono accessibili dal pulsante "interlocking".

Di seguito è mostrato il nome dell'ultimo part program; per gli storici stesso discorso.

Infine è presente una serie di grafici che rappresentano gli andamenti di quantità fisiche facilmente customizzabili dall'utente.

Quelle già impostate sono temperature, velocità e correnti assorbite dai motori dei vari assi e temperature dei drive.

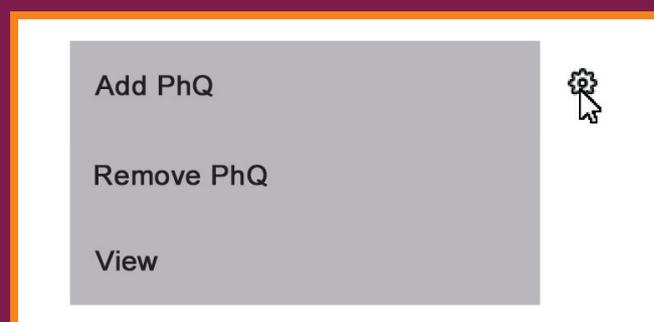


Fig.6 Funzionalità per la gestione delle quantità fisiche / Functions for physical quantity handle

micro-screens, historical data are accessible from the "interlocking" button.

Below is shown the name of the last part program; all the others accessible from "part program" button. Finally, there are a series of graphs that represent the trends in physical quantities easily customizable by the user (Fig.6).

The ones set by default are: temperature, speed and absorbed currents from the axis motors and drive temperatures.

The ALARM page (Fig.7) contains the alarms of the selected machine. These are indicated in red with their specific code, if



La pagina ALARM contiene gli allarmi della macchina selezionata (Fig.7) . Questi vengono indicati in rosso con il loro codice specifico, se presente è possibile visualizzarne anche la descrizione. Quelli in verde sono, invece, condizioni di reset dello stato di allarme precedente. La pagina contiene anche un sistema di conteggio degli allarmi strutturato nell'arco della settimana. Questo non tiene conto della tipologia o

"gravità" dell'allarme ma è comunque utile ai fini di una efficace manutenzione preventiva.

Nella pagina POWER si possono monitorare i consumi in potenza elettrica assorbita dalla macchina (Fig.8), nella pagina MAINTENANCE gli interventi di manutenzione necessari alla macchina (Fig.9) e nella pagina PRODUCTION le informazioni relative alla produzione (Fig.10).

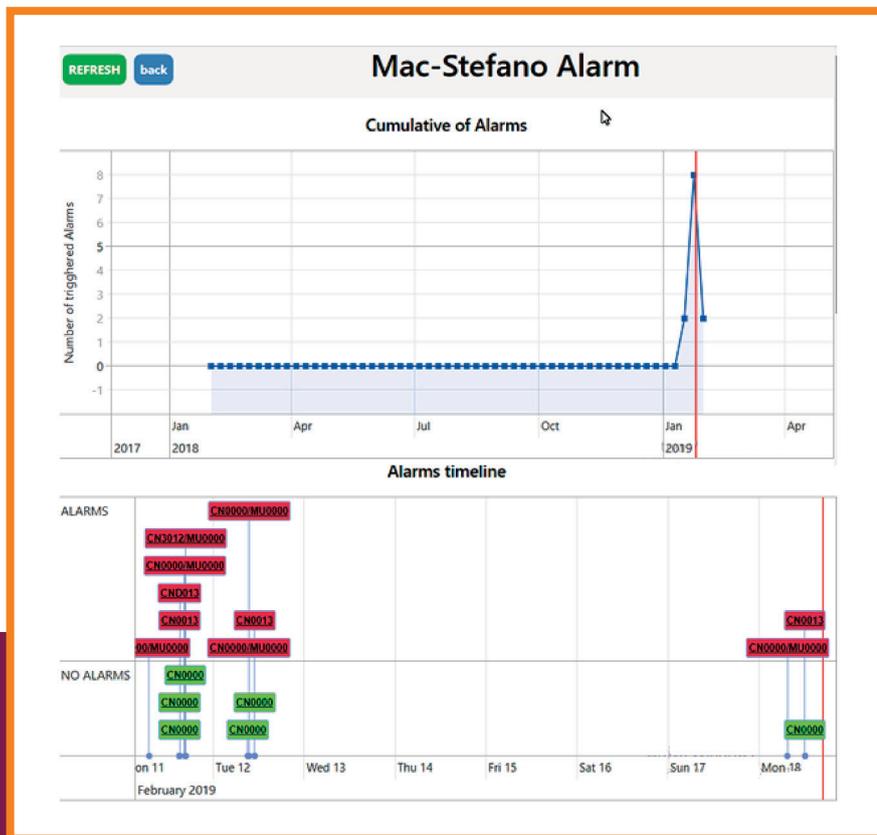


Fig.7 Pagina ALARM, con codice allarme della macchine selezionata e sistema di conteggio degli allarmi / ALARM page, with alarm code of selected machine and alarms counting

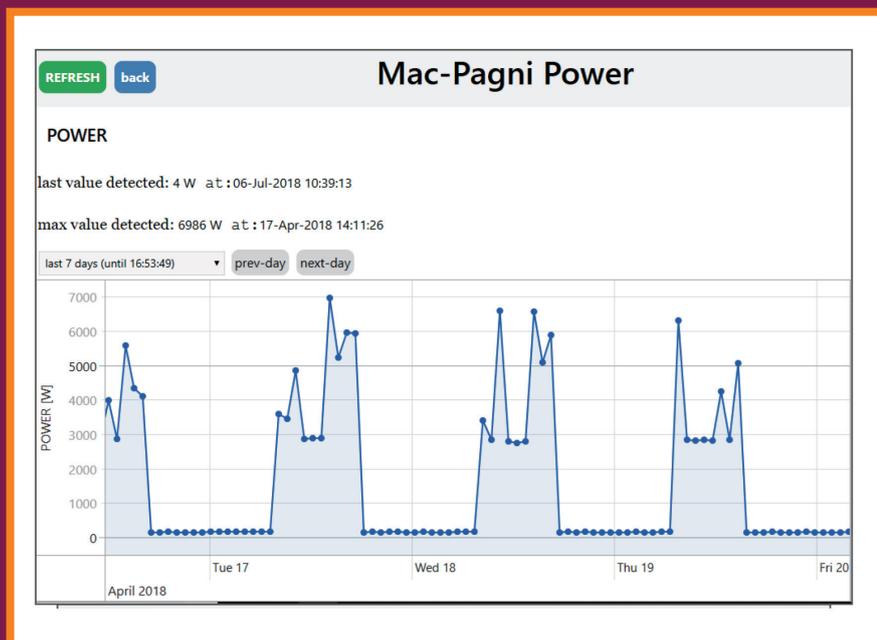


Fig.8 Pagina POWER con storico della potenza assorbita POWER page with history of the absorbed power

3. DATABASE

Il database è composto in tutto da 23 tabelle. Queste si dividono in 3 macro gruppi: tabelle per campioni dei dati, tabelle per gestione macchine e quantità fisiche, tabelle per gestione scarti. Le tabelle per campioni contengono tutti i dati passati dal programma di estrapolazione correttamente riconosciuti (stati macchina, allarmi, part program, ecc.). Ciascuna, oltre ad altri vari attributi, ha una chiave primaria costituita da un identificativo di stringhe randomico (uuid) e una chiave esterna costituita dalla matricola della macchina. Quest'ultima chiave genera un collegamento molti a uno con la tabella per la gestione delle macchine: non può quindi esistere un campione il cui attributo

present, you can also view the description. Those in green are instead conditions for resetting the previous alarm state. The page also contains an alarm counting system structured over the week. This does not take into account the type or "severity" of the alarm, however, it is useful for effective preventive maintenance.

On the POWER page (Fig.8) you can monitor the consumption of electrical power absorbed by machine, on the MAINTENANCE page (Fig.9) the maintenance work necessary on the machine and on the PRODUCTION page (Fig.10) the information relating to production.

3. DATABASE

Database is made up of 23 tables. These are divided into 3 macro groups: tables for data samples, tables for machine and physical quantity management, tables for waste management. "Sample" tables contain all the data correctly recognized from extrapolation program (machine states, alarms, part programs, etc.). In addition to other various attributes, each has a primary key consisting of a random string identifier (uuid) and an external key consisting of the machine serial number. This one generates a many-to-one con-



“matricola” non sia già presente in suddetta tabella. Analoga la funzione per la gestione delle quantità fisiche. Anche in questo caso, il campione (di temperatura, velocità, corrente, ecc.) oltre alla matricola di provenienza avrà un attributo identificativo della quantità fisica che dovrà comparire nell’omonima tabella di gestione. Quest’ultima, come quella per le macchine, viene popolata dall’utente attraverso le funzionalità di creazione, modifica e

rimozione fornite dal Client. Quando il programma di estrapolazione genera un campione la cui matricola (o identificativo di quantità fisica) non è presente nel database, allora viene spedito dal Web Service nelle tabelle per gestione scarti: altro non sono che una copia delle tabelle per campioni riconosciuti, ma senza i vincoli dovuti dalle chiavi esterne.

4. CONCLUSIONI

Nonostante il prodotto finale Comev BDA non risulti commercializzabile nella sua veste attuale, in quanto è stato il risultato di una ricerca esplorativa senza fine commerciale ultimo, ha perfettamente rispettato tutti gli obiettivi preposti. Attraverso l’installazione in un Server (Windows) della Comev, il sistema riesce ad acquisire in un Web Service, immagazzinare in un database e visualizzare tramite l’interfaccia di una Web App tutti i dati utili al fine di un corretto monitoraggio. Nel caso specifico, quest’ultimo è rivolto inizialmente a due macchine sulle quali è stato installato e configurato il software (DCM)

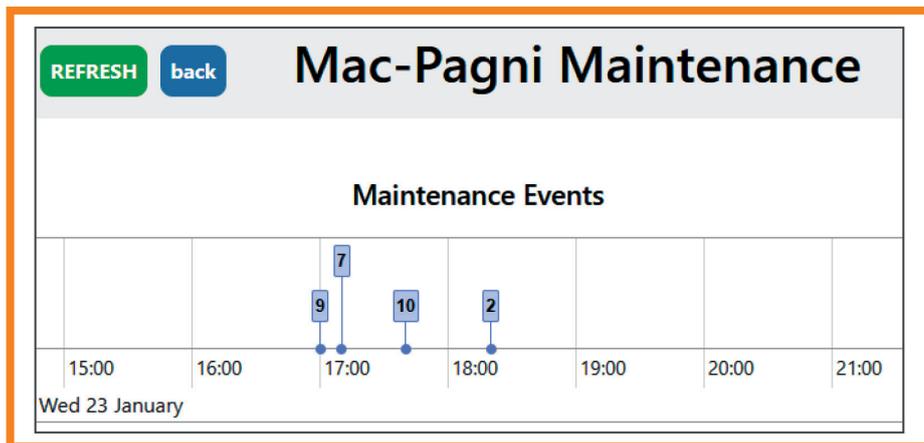


Fig.9 Pagina MAINTENANCE con storico dei numeri rappresentativi degli interventi necessari
MAINTENANCE page with history of the numbers representing the necessary interventions

ID lavorazione	macchina	operatore	stato commessa	pezzi fatti	scarti	tempo lavorazione	tempo attrezzaggio	timestamp
123025891	7495	Mario Rossi	chiusa	12	1	10m, 1s	2m, 59s	2019-02-18T14:22:00
311075295	7495	Mario Rossi	chiusa	21	4	28m, 10s	3m, 34s	2019-02-18T12:20:00
240005391	7495	Mario Rossi	chiusa	13	2	35m, 10s	4m, 34s	2019-02-18T11:20:00
123456789	7495	Mario Rossi	aperta	12	2	30m, 12s	1m, 12s	2019-02-18T10:00:00

Fig.10 Pagina PRODUCTION con informazioni sulla produzione: ID lavorazione, macchina, operatore, stato commessa, scarti
PRODUCTION page with info about production: processing ID, machine serial, operator, job number, scraps

nection with the machine management table: therefore, there cannot be samples whose attribute “serial number” is not already present in the above table.

The function for managing physical quantities is similar. In this case, the sample (of temperature, speed, current, etc.), in addition to the machine “serial number”, will have an identifying attribute of the physical quantity that must appear in the same name management table. This one, like the one for the machines, is populated by the user through the creation, modification and removal features provided by the Client. When the extrapolation program generates a sample whose serial number (or identification of physical quantity) is not present in the database, then it is sent by the Web Service in the tables for waste management: they are a copy of the tables for recognized samples, but without the constraints due to foreign keys.

4. CONCLUSIONS

The final product ComevBDA is not marketable in its current reality as it is the result of an ultimate exploratory research, but it has perfectly respected all the objectives set. By installing Comev on a server (Windows), the system is capable of the following: acquiring in a web service, storing in a database and using all the data useful for the purpose of a correct application through the interface of a web app monitoring. In the specific case, monitoring is initially aimed at two machines where the D.Electron software (DCM) has been installed. This one provides the extrapolation of information and their sending via HTTP protocol. The possibility of changing the company’s logistic structure, accompanied by the possible introduction of new machines and therefore of new physical elements to be monitored,





della D.Electron che consente l'estrapolazione delle informazioni e il loro invio tramite protocollo HTTP.

Le possibilità di cambiamento della struttura logistica dell'azienda, accompagnate dall'eventuale introduzione di nuove macchine e, quindi, di nuovi elementi fisici da voler monitorare, hanno portato avanti l'idea di non sviluppare un prodotto esageratamente rigido.

Si è riusciti, quindi, nell'intento di mantenere il sistema facilmente espandibile e riconfigurabile in modo da poter monitorare, in pochi istanti, nuove macchine/dati differenti con modifiche semplicissime. Il tutto mantenendo l'adeguata separazione tra sistema software di monitoraggio e macchina utensile.

In particolare eventuali errori, da parte di chi imposta il Data Collector Manager a bordo macchina, non si manifestano con una mescolanza nel database SQL tra dati buoni (la cui origine è riconosciuta) e dati di cui non si riconosce la provenienza. Tanto meno, per il mantenimento della monodirezionalità nella comunicazione tra le due realtà, errori e problemi nel client-server non comprometteranno mai la macchina e le sue funzionalità.

L'applicazione, inoltre, garantisce continuità nell'acquisizione di dati prodotti. Questo, primariamente grazie al software DCM che, sotto la continua sollecitazione delle problematiche scaturite durante lo sviluppo della tesi, ha subito un costante e notevole sviluppo in sede D.Electron.

In aggiunta, la Web App sviluppata all'Università di Perugia

riesce a gestire il notevole afflusso di dati, contenuti nel Database, senza sovraccaricare la memoria o la connessione, evitando quindi lunghi tempi di attesa.

Attraverso una corretta paginazione e un'opportuna interfaccia che permette di elaborare i dati sulla base dello scorrimento e lo zoom dei grafici, si ha l'opportunità di cogliere le informazioni volute relative al periodo temporale desiderato. Per quanto riguarda la gestione energetica, un apparato particolare, sviluppato precedentemente al presente lavoro, riesce a connettersi alla macchina e ne fornisce i consumi in termini di potenza attiva principale e assorbita dai drive. Il sistema ComevBDA salva nel Database e mostra all'utente le informazioni acquisite da tale apparato in una specifica pagina (Power). Tale accorgimento risulta fondamentale al rispetto di quanto richiesto ad esempio dalle normative sulle valutazioni ambientali di macchine utensili (ISO 14955, parte 1 e 2).

Durante le fasi finali della ricerca è stata possibile l'integrazione parziale del sistema di una nuova fresatrice a portale mobile con controllo D.Electron, prodotta in Spagna specificamente per le esigenze produttive Comev, per testare la flessibilità del sistema stesso quando si utilizzino PLC di macchina non sviluppati internamente dalla Comev.

La totale integrazione nell'applicativo è stata soltanto limitata dal tempo e da uno sviluppo necessario di nuove physical quantities per monitorare alcuni sensori differenti.

have encourage the idea of a flexible product.

The aim was to maintain an easily expandable and reconfigurable system so as to be able to monitor new machines/data in a few moments with very simple modifications.

All ensuring the adequate separation between the monitoring software system and the machine tool.

In particular, any error from the set up of Data Collector Manager in machine do not manifest itself in a database mix between good data (whose origin is recognized) and data whose origin is not recognized. Same thing happens for the monodirectionality maintenance in the communication between the two realities, errors and problems in the client-server will never compromise the machine and its functionality.

The application also ensures continuity in the acquisition of product data.

This is primarily permitted by DCM software which, under the constant solicitation of the problems arising during the development of the thesis, had a constant and considerable development from D.Electron. In addition, the Web App developed at the University of Perugia manages the significant flow of data contained in the Database, without overloading the memory or the connection avoiding long waiting times.

Through proper paging and an appropriate

interface that allows you to process data based on the scrolling and zooming of the graphs, it is guaranteed the opportunity to see the desired information relating to the desired time period.

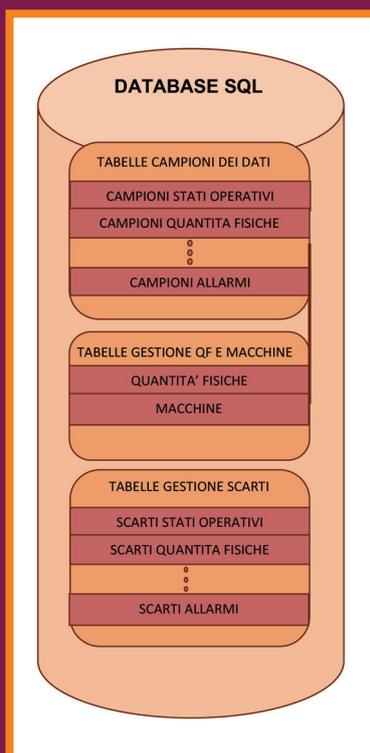
About energy management, a particular apparatus (developed previously in another project) is able to connect to the machine and provides its consumption in terms of main active power and absorbed by the drives.

The ComevBDA system saves in the Database and shows the user the information acquired from this device in a specific page (Power).

This measure is fundamental to the respect of what is required, for example, by the regulations on the environmental assessments of machine tools (ISO 14955, part 1 and 2).

During the final phases of the research it was possible to partially integrate the system of a new milling machine with D.Electron control, produced in Spain specifically for Comev production needs, to test the flexibility of the system itself when using PLCs of machine not developed internally by Comev.

The total integration into the application was only limited by the time and necessary development of new physical quantities to monitor some different sensors.





Società / *Company*.....

FRATELLI MILANO S.r.l.

Stabilimento e Laboratori
Plant and Workshops
Indirizzo / *Address*.....

Frazione Vai, 1/b
10084 Forno Canavese (TO) - Italy
Tel. +39 0124 77266
Fax +39 0124 709837
www.fratellimilano.com
info@fratellimilano.com

Resp. Comm. / *Sales Manager*
Resp. Tecnico / *Technical Manager*

Sig. Ivano Milano

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA *Operativity Market Branch*

- Macchine e impianti per la produzione di utensili diamantati
Machines and plants for diamond tools production
- Stampi (grafite, acciaio, ecc.) / *Molds (graphite, steel, etc.)*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI *Main Product Lines*

- ◆ Presse oleodinamiche volumetriche automatiche
Automatic hydraulic volumetric presses
- ◆ Granulatori per polveri metalliche
Machines for granulating metal powders
- ◆ Miscelatori per polveri metalliche
Mixers for metal powders
- ◆ Macchine automatiche per il montaggio del filo diamantato
Automatic machines for assembling the diamond wire
- ◆ Ravvivatrici filo diamantato
Dressing machines for diamond wire
- ◆ Macchine conta perline diamantate
Counter machines for diamond beads
- ◆ Plastificatrici
Plasticizing machines

SERVIZI / *Services*

Progettazione di macchine standard e speciali certificate
Design of standard and special certified machines

Società / Company.....

G.B. F.lli BERTONCELLO S.r.l.

Stabilimento e Laboratori

Plant and Workshops

Indirizzo / Address.....

Via Col Roigo, 22

36060 Romano d'Ezzelino (VI) - Italy

Tel. +39 0424 31852

Fax +39 0424 510478

www.gb-bertoncello.com

gb.bertoncello@gb-bertoncello.com

Resp. Comm. / Sales Manager

Resp. Tecnico / Technical Manager

Sig. Danilo Bertoncello

Sig. Paolo Bertoncello

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- Macchine e impianti per la produzione di utensili diamantati
Machines and plants for diamond tools production
 - ◆ Forni industriali / *Industrial furnaces*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

- ◆ Forni per sinterizzazione a nastro trasportatore con più zone indipendenti di riscaldamento e zone di raffreddamento in linea per la sinterizzazione in continuo e in atmosfera disossidante di perline e settori diamantati
Conveyor belt sintering furnaces with multiple independent heating and cooling zones in line for the continuous free sintering under deoxidizing atmosphere of diamond beads and sectors
- ◆ Forni a nastro per multitrattamenti termici
Conveyor belt furnaces for braze-soldering and multiple heat treatments
- ◆ Forni sottovuoto per indurimento
Vacuum furnaces for hardening and deoxidisation
- ◆ Forni di fusione a induzione di tipo statico
Static induction melting furnaces
- ◆ Forni a campana per ricottura in atmosfera disossidante a ciclo automatico
Bell furnaces for annealing in deoxidizing atmosphere with fully automatic cycle

SERVIZI / Services

Progettazione e realizzazione di forni per trattamenti speciali
Design and construction of furnaces for special treatments



Storia del Global Stone Congress

di Nicola Careddu¹, Nuria Fernández Castro², Carlos Cesar Peiter³

¹Ingegnere Minerario, Professore Associato, DICAAR, Università di Cagliari, Italia

²Ingegnere Minerario, Centre for Mineral Technology (CETEM), Rio de Janeiro, Brasile

³Ingegnere Metallurgico, Centre for Mineral Technology (CETEM), Rio de Janeiro, Brasile

ABSTRACT

La prima edizione del Global Stone Congress (GSC) si è svolta in Brasile nel 2005, quando ancora era chiamato "International Congress on Dimension Stones (ICDS)".

L'evento è stato lanciato grazie ad una partnership tra il Center for Mineral Technology (CETEM) - uno degli istituti di ricerca del Ministero della scienza, della tecnologia, dell'innovazione e della comunicazione brasiliano (MCTIC) - e il Center for Technology of Marble and Granite (CETEMAG), oltre che con il supporto dell'Associazione brasiliana dell'industria della pietra ornamentale (ABIROCHAS) e di diversi membri del Brazilian Dimension Stones Technology and Quality Network (RETEQ-ROCHAS).

Le successive edizioni del congresso si sono svolte in Italia (2008), Spagna (2010), Portogallo (2012), Turchia (2014) ed è proprio dall'edizione spagnola del 2010 che ha assunto la più formale denominazione di Global Stone Congress.

L'ultima edizione del GSC (2018) è stata nuovamente organizzata in Brasile, grazie alla collaborazione tra CETEM e ABIROCHAS. Nel 2021, invece, GSC farà tappa in Portogallo.

Lo scopo di questo articolo è quello di offrire una panoramica su tutte le sei edizioni e di celebrare il Global Stone Congress come il più grande evento tecnico-scientifico dell'industria della pietra naturale.

Parole chiave: ICDS, Global Stone Congress, storia.

1. INTRODUZIONE

Lo scopo di questa memoria è quello di ringraziare pubblicamente coloro che hanno permesso la nascita del Global Stone Congress. Riteniamo che sia importante ripercorrere il passato, tornare alle prime iniziative intraprese, per spiegare come il GSC sia diventato l'evento tecnico/scientifico internazionale più influente nel settore della pietra naturale.

L'articolo è stato scritto utilizzando le informazioni ottenute dagli archivi CETEM e ABIROCHAS e ampliato con fatti, risorse e immagini provenienti dal web e da archivi personali. Nel corso delle sei edizioni, il GSC ha rafforzato la sua leadership nell'ambito della pietra ornamentale.

History of the Global Stone Congress

by Nicola Careddu¹, Nuria Fernández Castro², Carlos Cesar Peiter³

¹ Mining Engineer, PhD. Associate Professor, DICAAR, University of Cagliari, Italy

² Mining Engineer, MSc. Technologist, Centre for Mineral Technology (CETEM), Rio de Janeiro, Brasil

³ Metallurgical Engineer, PhD. Senior Technologist, Centre for Mineral Technology (CETEM), Rio de Janeiro, Brasil

ABSTRACT

The first edition of the Global Stone Congress (GSC) was held in Brazil in 2005 under the title "International Congress on Dimension Stones (ICDS)".

The event was launched via a partnership between the Centre for Mineral Technology (CETEM), a research institute of the Ministry of Science, Technology, Innovation and Communication (MCTIC) and the Center for Technology of Marble and Granite (CETEMAG), with the support of the Brazilian Association of the Dimension Stone Industry (ABIROCHAS) and several members of the Brazilian Dimension Stones Technology and Quality Network (RETEQ-ROCHAS).

Further editions of the event were subsequently held in Italy (2008), Spain (2010), Portugal (2012) and Turkey (2014), under the more formal status of Global Stone Congress in Spain (2010). The last edition of the GSC (2018) was once

again held in Brazil, thanks to the concerted action of CETEM and ABIROCHAS, in the city of Ilhéus, in the State of Bahia. In 2021 GSC will return to Portugal. The purpose of this paper is to offer a briefing of all the six editions of the event, and to promote the Global Stone Congress as the largest technical-scientific event of the natural stone industry.

Keywords: ICDS, Global Stone Congress, history.

1. INTRODUCTION

The purpose of this paper is to publicly acknowledge the different initiatives which have resulted in the launch of the Global Stone Congress. We feel that it is important to look back on the first phases taken by the stakeholders of the most influential technical and scientific international event of the natural stone industry. The paper has been compiled with information obtained from the CETEM and ABIROCHAS

Sono stati studiati e sviluppati tutti gli argomenti più rilevanti:

- Esplorazione
- Coltivazione, metodi e tecnologie di cava
- Produzione e lavorazione
- Caratterizzazione e controllo qualità
- Pietra naturale in architettura, edifici e arredo urbano
- Deterioramento e conservazione del patrimonio
- Questioni ambientali, economia circolare, geoetica
- Legislazione pertinente
- Nuovi mercati, tendenze, aspetti economici
- Prospettive, nuovi materiali e prodotti.

Vorremmo sottolineare che durante le varie edizioni del GSC i partecipanti, provenienti da tutto il mondo, hanno sempre lavorato con entusiasmo, spirito di collaborazione e amicizia. Questo modo di comportarsi è molto comune nel settore della pietra naturale, poiché a tutti piace considerarsi come membri di una grande famiglia.

Con questi presupposti, il congresso è diventato un momento di networking fondamentale per tutti i ricercatori specializzati nel settore della pietra naturale.

2. PRIMO INTERNATIONAL CONGRESS ON DIMENSION STONES (I ICDS), BRASILE, 2005

La pianificazione del primo congresso ICDS è iniziata in Brasile nel 2003, per poi concretizzarsi nell'evento del 2005 (Fig.1). È stato organizzato grazie alla collaborazione tra CETEMAG e CETEM e ha ricevuto il sostegno di ABIROCHAS e dei ricercatori istituzionali del Brazilian Dimension Stones Technology and Quality Network (RETEQ-ROCHAS).

Il congresso si è tenuto dal 20 al 23 febbraio 2005, presso le strutture del Social Service of Commerce (SESC) a Guarapari, Espírito Santo. Il fatto che, quasi nello stesso periodo, si svolgesse anche la fiera internazionale del marmo e del granito di Vitória ha garantito vi fosse un'ottima risposta da parte degli operatori.



Fig.1 Logo del 1° ICDS (2005) / 1st ICDS logo (2005)

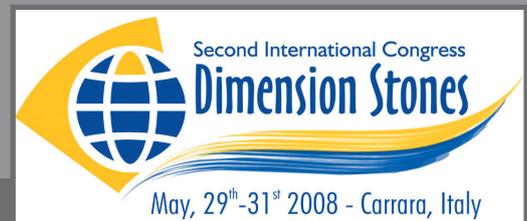


Fig.3 Logo del 2° ICDS (2008) / 2nd ICDS logo (2008)



Fig.2 Apertura del 1° ICDS (2005) / Opening table of 1st ICDS (2005)



Fig.4 Paola Blasi, Paris Mazzanti (IMM Carrara) e Carlos Peiter (CETEM), apertura del 2° ICDS (2008) / Paola Blasi, Paris Mazzanti (IMM Carrara) and Carlos Peiter (CETEM), at the opening of 2nd ICDS (2008)

archives, and combined with facts, direction and images which are sourced from the web and personal archives. During its sixth edition, the GSC has strengthened its leadership in the Dimension Stone (DS) sector.

All the DS themes are studied and developed in CGS:

- Exploration
- Exploitation, quarrying methods and technologies
- Manufacturing and processing
- Characterization and quality control
- Natural stone in architecture, buildings and street furniture
- Deterioration and conservation, geoheritage
- Environmental issues, circular economy, geoethics
- Relevant legislation
- New markets, market trends, economic aspects
- Prospecting, new materials and products.

We would like to highlight that throughout the various GCS editions, global participants began to work together with enthu-

siasm and with a spirit of collaboration and friendship.

This is truly common in the dimension stone sector as all actors like to consider themselves as a 'large, extended family!' With this in mind, the international congress has become a fundamental networking event amongst researchers specializing in dimension stone subjects and issues.

2. FIRST INTERNATIONAL CONGRESS ON DIMENSION STONES (I ICDS), BRAZIL, 2005

Named "First International Congress on Dimension Stones" (ICDS) (Fig.1) the meeting was first planned in Brazil in 2003. It was organized in partnership with CETEMAG and CETEM in the years 2003-2005, and received support from ABIROCHAS and the research institutional stakeholders of the Brazilian Network of Technology and Quality in Dimension Stones (RETEQ-ROCHAS). The congress was held in February 20-23, 2005, at the facilities of the Social Service



All'inaugurazione erano presenti circa 500 persone e ben 300 hanno preso parte al congresso. Complessivamente, durante l'evento sono stati presentati 93 articoli tecnici e 8 keynote di esperti di fama mondiale (Fig.2).

Sono state organizzate anche tre tavole rotonde che hanno riunito agenzie governative, istituti di ricerca e rappresentanti delle imprese, da cui sono nati dibattiti stimolanti e riflessioni sull'andamento del mercato, sull'uso e applicazione della pietra e sullo sviluppo sostenibile.

Il congresso ha riunito esperti provenienti da Brasile, Italia, Spagna, Stati Uniti, Israele, Portogallo e Germania.

Gli atti sono stati pubblicati in un cd dal titolo: "I Congresso Internacional de Rochas Ornamentais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005" e sono disponibili sul sito web del CETEM.

Al congresso si sono affiancate diverse attività sociali e, in particolare, l'ultimo giorno dell'ICDS ha avuto luogo un incontro informale presso una cava recuperata e convertita in una location per sport estremi e grandi eventi.

3. SECONDO INTERNATIONAL CONGRESS ON DIMENSION STONES (II ICDS), ITALIA, 2008

Il II congresso ICDS si è tenuto a Carrara, dal 29 al 31 mag-



Fig.5 Chiusura del 2° ICDS (2008) / Closing venue of 2nd ICDS (2008)

of Commerce (SESC) in Guarapari, Espírito Santo.

The time partially coincided with the Vitória International Marble and Granite Fair, which allowed greater participation of the business people. Around 500 people took part in the opening and 300 participants joined the congress.

Overall, 93 technical papers were presented during the event, as well as 8 keynote by internationally renowned specialists (Fig.2). Furthermore, three round tables were held, all gathering government agencies, research institutions and business representatives. Stimulating debates and fine discussions about the market, the use and application of stones and sustainable development emerged during the round tables.

The congress gathered experts from Brazil, Italy, Spain, United States, Israel, Portugal and Germany.

The proceedings were published in the CD: "I Congresso Internacional de Rochas Ornamentais. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005" and are available on the CETEM website.

Several social activities followed and an informal gathering at a rehabilitated quarry now converted into a venue for extreme sports and large events took place on the final day.

3. SECOND INTERNATIONAL CONGRESS, II ICDS, ITALY

The II International Congress on Dimension Stones took place

gio 2008, tre anni dopo la prima edizione.

È stato organizzato da Internazionale Marmi e Macchine (IMM) di Carrara e dall'Università di Siena (UniSi), con la partecipazione di CETEM e ABIROCHAS (Figg.3-4).

Il Congresso, intitolato "Dimension Stones: XXI Century Challenges", si è svolto contemporaneamente alla 29a Fiera Internazionale del Marmo di Carrara - Carrara Marmotec, una fiera settoriale di grande tradizione, che in quell'anno è stata visitata da quasi 20.000 professionisti.

Considerato, all'epoca, dai media specializzati internazionali come il più importante evento scientifico del settore, ha accolto circa 150 professionisti, ricercatori e tecnici provenienti da Italia, Portogallo, Spagna, Belgio, Norvegia, Svezia, Finlandia, Croazia, Turchia, Slovenia, Slovacchia, Colombia, Stati Uniti, Brasile e Iran. Sono state affrontate in modo approfondito decine di tematiche, dalle questioni tecniche a quelle geologiche, dai problemi nella produzione di pietre ornamentali all'impatto ambientale, per finire con un dibattito sui futuri scenari del settore e sul commercio globale.

Il programma includeva 92 ricerche, tutte presentate in inglese e gli atti dell'evento sono stati pubblicati nel libro: "Proceedings of the Second International Congress on Dimension Stones, 2008, Carrara. Dimension Stones ICDS: XXI Century Challenges. Pisa, Pacini Editore, 2008".

Tra i vari eventi sociali deve essere ricordato un buffet di piatti tipici toscani preparato nel centro di Carrara con l'accompagnamento di una jam session jazz (Fig.5).

Sono state programmate anche delle visite guidate alla cava di marmo sotterranea di Fantiscritti.

in Carrara, Italy, May 29-31, 2008, three years later since the first edition. It was organised by the Internazionale Marmi e Macchine (IMM) and the University of Siena (UniSi), with the participation of CETEM and ABIROCHAS (Figs.3-4).

The Congress, entitled "Dimension Stones: XXI Century Challenges", was simultaneously held with the 29th International Carrara Marble Fair - Carrara Marmotec, a long-time industry exhibition, which, in that year, was visited by almost 20,000 professionals.

Considered, at the time, as the most important scientific event of the industry by the international specialized media, it welcomed around 150 professionals, researchers and technologists from Italy, Portugal, Spain, Belgium, Norway, Sweden, Finland, Croatia, Turkey, Slovenia, Slovakia, Colombia, USA, Brazil and Iran. The debates carefully analysed tens of themes of technical and geological issues, besides discussing the future scenario of the industry, the problems in the production of dimension stones, the environmental impact and global trade. Ninety-two papers were scheduled in the program, all of which were presented in English. The proceedings of the event were published in the book: "Proceedings of the Second International Congress on Dimension Stones, 2008, Carrara. Dimension Stones ICDS: XXI Century Challenges. Pisa, Pacini Editore, 2008". Among the social events, a buffet of typical Tuscan dishes took place in the civic center of Carrara during a jazz-session (Fig.5). Visits at the underground marble quarry of Fantiscritti were also planned.

4. THIRD INTERNATIONAL CONGRESS, GLOBAL STONE CONGRESS, SPAIN 2010

The third international congress, which was exclusively organ-



4. TERZO CONGRESSO INTERNAZIONALE, GLOBAL STONE CONGRESS, SPAGNA, 2010

Il terzo congresso internazionale, organizzato e sponsorizzato esclusivamente dal Technological Institute of Construction - AIDICO, di Valencia, in Spagna, è stato caratterizzato dalla modifica del nome, mutato in Global Stone, in modo da renderlo più completo. Si è convenuto che per facilitare la comunicazione tra persone di diverse nazionalità (Fig.6) fosse meglio evitare l'uso di termini eccessivamente tecnici. L'evento si è svolto ad Alicante, dal 2 al 5 marzo 2010, presso il Meliá Hotel, con circa 100 partecipanti.

Sono state previste cinque sessioni tematiche e presentate 59 ricerche, distribuite tra: esplorazione e coltivazione (7 paper), lavorazione (19), ambiente (10), pietra naturale in architettura (11) e caratterizzazione di nuovi prodotti (12). Cinque conferenze plenarie hanno aperto le sessioni tecniche e le tavole rotonde (Fig.7). Durante l'ultimo giorno è stata programmata una visita alle cave di calcare della

Levantina (Fig.8) e al termine della cerimonia di chiusura è seguita una cena formale al Castello di Santa Barbara.

5. QUARTO CONGRESSO INTERNAZIONALE, GLOBAL STONE CONGRESS, PORTOGALLO, 2012

Il quarto Global Stone Congress, dall'interessante titolo "Toward Innovation", si è concluso il 20 luglio 2012, presso il Technological Center for the Portuguese Natural Stone - CEVALOR, a Borba, distretto di Évora, dopo cinque giorni di dibattito tra i principali esperti del mondo della pietra naturale. Con circa 200 partecipanti qualificati, provenienti da più di dieci Paesi, il congresso si è svolto dal 16 al 20 luglio in modo itinerante all'interno del distretto del marmo portoghese, tra le città di Borba, Estremoz e Vila Viçosa.

È stato organizzato dalla Portuguese Natural Stone Cluster Association - VALORPEDRA - con la collaborazione di diverse società e agenzie governative e grazie all'appoggio scientifico dell'Instituto Superior Técnico dell'Università di

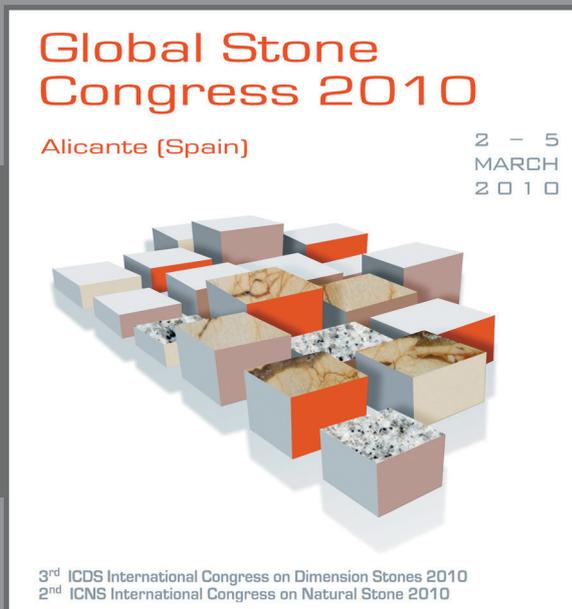


Fig.6 Logo del Global Stone Congress (2010)
Global Stone Congress 2010 logo



Fig.7 Tavola rotonda durante il GSC 2010 / Round table during the GSC 2010



Fig.8 Cava di calcare lucidabile della Levantina / Levantine limestone quarry

ized and sponsored by AIDICO - Technological Institute of Construction, Valencia, Spain, changed its name to adopt the current Global Stone brand, so as to be more comprehensive. It was also agreed that in order to facilitate communications amongst native speakers of several languages (Fig.6) it would be necessary to avoid highly technical terms.

The event occurred in the city of Alicante, March 2-5, 2010, at the Meliá Hotel, with around 100 participants.

It hosted five thematic sessions and 59 papers, distributed as follows: exploration and exploitation (7 papers), elaboration and processing (19), environment (10), natural stone in architecture (11) and characterization of new products (12).

There were also five plenary conferences opening the technical sessions and round-tables (Fig.7).

After the official closure, there was a formal dinner at Santa Barbara Castle. During the last day of the programme, a visit to Levantina limestone quarries was planned (Fig.8).

5. FOURTH INTERNATIONAL CONGRESS, GLOBAL STONE CONGRESS, PORTUGAL 2012

The fourth Global Stone Congress, entitled "Towards Innovation" ended on July 20, 2012, at the Technological Center for the Portuguese Natural Stone - CEVALOR, in Borba, district of Évora, after five days that gathered the main players in the natural stone world, coming from more than ten countries. With around 200 participants, professionals and industry experts, the congress was held on July 16-20 in an itinerant way among the council areas of the Marble Zone, i.e. Borba, Estremoz and Vila Viçosa.

It was organized by the Portuguese Natural Stone Cluster - VALORPEDRA Association, with collaboration of several entities, companies and government agencies, thanks to the scientific organization of the Instituto Superior Técnico of the University of Lisbon - IST, the University of Evora and the New University of Lisbon.



Lisbona - IST, dell'Università di Evora e della Nuova Università di Lisbona.

Nonostante le sfide logistiche legate alla realizzazione di un evento itinerante, tutto si è svolto alla perfezione. Le sessioni di apertura sono state presiedute dal Primo Ministro, Pedro Passos Coelho, accompagnato a Borba anche dal Ministro dell'Economia e del Lavoro, Álvaro Santos Pereira.

Per quanto riguarda l'aspetto scientifico, sono stati presentati lavori di grande qualità focalizzati sulle tecnologie di produzione e lavorazione delle pietre ornamentali, sui nuovi materiali e le novità nelle attrezzature, insomma un quadro generale dei progressi dell'intero settore.

Altre ricerche interessanti si sono concentrate sull'esplorazione geologica, sullo sviluppo sostenibile, sulla conservazione della pietra e sulla qualità e durata dei prodotti finali (Fig.9). Oltre alle sessioni tecniche, molte sono state le attività culturali, dalla degustazione di vini locali ai concerti, fino ad un evento in una cava non più attiva (Fig.10).

È stata programmata anche una giornata dedicata alle visite tecniche presso le cave e gli impianti di lavorazione.

Gli atti dell'evento, in lingua inglese, sono stati distribuiti sui principali media digitali e 41 ricerche, sottoposte a revisione paritaria, sono stati pubblicate in un numero speciale di Key Engineering Materials, di Trans Tech Publications Ltd.

6. QUINTO CONGRESSO INTERNAZIONALE, GLOBAL STONE CONGRESS, TURCHIA, 2014

L'organizzazione del congresso (Fig.11) in Turchia è stata seguita dalle istituzioni del Paese ospitante attraverso la Camera degli ingegneri geologici, la Camera degli ingegneri minerari e l'Associazione dei produttori di marmo, pietre naturali e macchinari della Turchia.

Le università di Hacettepe e Istanbul, rappresentate dai professori Seyfi Kulaksız e Atiye Tugrul, hanno coordinato il Comitato Scientifico e il programma del congresso (Fig.12).

Il congresso si è svolto presso il Kervansaray Lara Hotel di



Fig.9 Alcuni membri dei Comitati scientifico e organizzativo e partecipanti del GSC 2012
Some members of the organizing and scientific committees and participants of GSC 2012



Fig.10 Degustazione vino in una cava di Vila Viçosa
Wine tasting at a quarry in Vila Viçosa

The organization was excellent, in spite of the logistical challenges of making an itinerant event. The opening sessions were chaired by the Prime Minister, Pedro Passos Coelho, who went to Borba, accompanied by the Minister of Economy and Employment, Álvaro Santos Pereira.

With regard to scientific credits, several excellent papers were presented, focussing on technological development of production and processing of dimension stones; new materials, equipment and technology, clearly showing the progress of the industry. Other interesting works focussed on geological exploration, sustainable development, stones conservation, and quality and durability of final products (Fig.9).

With regard to the technical sessions, the congress integrated cultural activities, which included fine musical presentations and tasting of local wines, with one taking place in a no-more-active quarry (Fig.10). A day was scheduled for technical visits to quarries and stone processing plants.

The proceedings of the event, in English language, were distributed in digital media, and 41 peer-reviewed selected papers were also published in a special issue of Key Engineering Materials, of Trans Tech Publications Ltd.

6. FIFTH INTERNATIONAL CONGRESS, GLOBAL STONE CONGRESS, TURKEY 2014

The organization of the congress (Fig.11) in Turkey was led by institutions in the host country through the Chamber of Geological Engineers, the Chamber of Mining Engineers and the Turkey Marble, Natural Stone and Machinery Manufacturers Association. The Universities of Hacettepe and Istanbul, represented by Professors Seyfi Kulaksız and Atiye Tugrul, and coordinated the Scientific Committee and the congress' program (Fig.12).

The congress took place at the Kervansaray Lara Hotel in Antalya. Sixty-seven papers were selected for the Congress



Antalya. Dei 186 lavori ricevuti dal Comitato Scientifico, provenienti da 15 diversi Paesi, sono stati selezionati 67 articoli (abstract) per la presentazione orale e 44 come poster. Due visite di carattere tecnico-culturale hanno avuto luogo presso la Stone-Library di Antalya e in una cava di pietra calcarea a Emela.

6. SESTO CONGRESSO INTERNAZIONALE, GLOBAL STONE CONGRESS, BRASILE, 2018

La città di Ilhéus, a Bahia, ha ospitato il GSC 2018, intitolato "Connecting Minds in the World of Stone" (Fig.13), dal 26 al 29 aprile. La sesta edizione dell'evento, organizzata da ABIROCHAS e CETEM, ha riunito circa 170 partecipanti, tra cui ricercatori del settore della pietra ornamentali, architetti, designer, ingegneri, geologi, studenti universitari e rappresentanti del settore industriale, con l'obiettivo di condividere le conoscenze e discutere le possibilità di sviluppo del comparto.

All'evento hanno partecipato relatori provenienti da Arabia Saudita, Argentina, Brasile, Cile, Spagna, Finlandia, Italia, Iran, Inghilterra, Portogallo, Repubblica Ceca e Svezia (Fig.14). Diciassette conferenze e 55 lavori sono stati presentati nelle sessioni tecniche e si sono tenute tre tavole rotonde. L'evento ha ospitato 41 delegati stranieri.

Le tre tavole rotonde avevano i seguenti argomenti:

1) Connessione tra pietra e architettura, 2) Tecnologia nel mondo della pietra, 3) La pietra nell'economia circolare.

Il GSC ha avuto il sostegno di APEX, il governo dello stato di Bahia attraverso i Segretariati per lo sviluppo economico e il turismo, della Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, del Comune di Ilhéus e delle società Gestra Stone Cutters e Logistics Apollo.

L'evento è stato considerato un successo, sia dal punto di vista organizzativo che per gli argomenti tecnico-scientifici trattati, molto validi grazie all'integrazione tra mondo accademico e industria. La scelta del luogo, la città di Ilhéus a



Fig.11 Logo GSC 2014 / GSC 2014 logo



Fig.12 Alcuni membri dei Comitati scientifico e organizzativo e partecipanti del GSC 2014 / Some members of the organizing and scientific committees and participants of GSC 2014



Fig.13 Logo GSC 2018 / GSC 2018 logo



Fig.14 Alcuni membri dei Comitati scientifico e organizzativo e partecipanti del GSC 2018 / Some members of the organizing and scientific committees and participants of GSC 2018

(abstracts) for oral presentation and 44 were presented as posters from the 186 which were received by the Scientific Committee, all from 15 different countries.

Two interesting technical visits took place at the Stone-Library in Antalya and at a limestone quarry in Emela.

7. SIXTH INTERNATIONAL CONGRESS, GLOBAL STONE CONGRESS, BRAZIL 2018

The city of Ilhéus, in Bahia, hosted the GCS 2018, entitled "Connecting Minds in the World of Stone" (Fig.13), between 26 and 29 April. The sixth edition of the event, organized by ABIROCHAS and CETEM, brought together about 170 participants, including researchers of the sector of ornamental stones from Brazilian and International Institutions, architects, designers, engineers, geologists, university students and representatives of the industrial sector, with the aim of sharing knowledge and discussing the challenges of the Dimension

Stone industry development. Invited speakers from Saudi Arabia, Argentina, Brazil, Chile, Spain, Finland, England, Iran, Italy, Portugal, Czech Republic and Sweden attended the event (Fig.14). Seventeen lectures and 55 papers were presented in the technical sessions and three round tables were held. The event hosted 41 foreign delegates.

The three round tables had respectively the following topics: 1) Connecting stones to architecture, 2) Global technology in the world of stones, 3) Global stones in the circular economy world (Fig.20).

The GSC had the support of APEX, the State Government of Bahia, through the Secretariats for Economic Development and Tourism and the Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, the Municipality of Ilhéus and the companies Gestra Stone Cutters and Logistics Apollo.

The event was considered a success by the participants from the organizational point of view, and also because of its



Bahia, ha senz'altro contribuito al buon esito, grazie alla sua bellezza e alla cordialità della gente. Basti pensare all'evento sociale, chiamato Luau (nello stile delle feste hawaiane) in cui, oltre ad essere serviti piatti e bevande locali, gli invitati hanno potuto assistere ad un favoloso show di capoeira, un esempio della ricchezza culturale di Bahia e delle sue radici africane. Al termine del congresso, i partecipanti hanno potuto visitare due cave di pietra ornamentale nello stato di Bahia: la Blue Granite (sodalite, Fig.15) della società Somibrás, a Potiraguá, e la cava di pegmatite di proprietà della Ouro Campo, a Macarani. Il tour ha permesso di comprendere il contesto geologico che ha portato alla formazione delle rocce nella regione, oltre a seguire il suo processo di estrazione.

7. IL PROSSIMO CONGRESSO INTERNAZIONALE, GLOBAL STONE CONGRESS, PORTOGALLO, 2021

A partire dal 1° Workshop Heritage Stone, tenutosi a Salamanca (Spagna) nell'ottobre 2018, e al termine di diverse video conferenze, il "Global Stone Group" ha deciso di dotarsi di una vera e propria organizzazione. Uno dei primi obiettivi è stato quello di identificare i potenziali candidati interessati a far parte del consiglio, assumendo le cariche



Fig.15 Partecipanti del GSC 2018 in visita alla cava di Blue Sodalite
GSC 2018 attendants at the Blue Sodalite quarry

academy-industry integration and all the technical-scientific topics which were covered. The choice of the venue - the city of Ilhéus in Bahia - has greatly contributed, thanks to its beauty and the friendliness of its people. The social event-outdoor party, called Luau (in the style of the Hawaii parties) was offered. During Luau, local dishes and drinks were served, was introduced by an fabulous presentation of a local capoeira group, which showed the cultural richness of Bahia, and its African roots, ended with demonstrations of different types of capoeira, songs and participation of guests.

At the end of the congress, participants paid a technical visit to two ornamental stone quarries in the State of Bahia: the Blue Granite (sodalite, shown in Fig.15) of the company Somibrás, in Potiraguá, and the pegmatite quarry owned by the company Ouro Campo, in Macarani. The visit allowed the participants to understand the geological context that led to the formation of rocks in the region, in addition to following its extraction process.

8. NEXT INTERNATIONAL CONGRESS, GLOBAL STONE CONGRESS 2021, PORTUGAL

Starting from the 1st Workshop on Heritage Stone, held in Salamanca (Spain), October 2018, and followed with telematic

di membri del comitato consultivo, di segretario esecutivo (non di un segretario generale) e di rappresentanti dei Paesi ospitanti. Pertanto, è stata creato un nuovo organigramma:

- Consiglio consultivo: Carlos Peiter (CETEM, Brasile), Bjorn Schouenborg (RISE, Svezia), Francisco Javier Fernández Cortés (CTMPM, Spagna).
- Segretario esecutivo: Marta Peres (Cluster of Mineral Resources, Portogallo).
- Global Stone Council: Nuria Castro (CETEM) e António Gilberto Costa (Federal University of Minas Gerais), Brasile; Nicola Careddu (Università di Cagliari) e Paolo Marone (IS.I.M.), Italia; Maria Dolores Pereira Gomez (Università di Salamanca), Enrique Alvarez Areces (IGME), Spagna; Zenaide C. Gonçalves da Silva (Nova University di Lisbona), Luis Lopes (Università di Évora), Portogallo; Atiye Tugrul (Technical University di Istanbul) e Ali Bahadur Yavuz (Università di Izmir), Turchia.

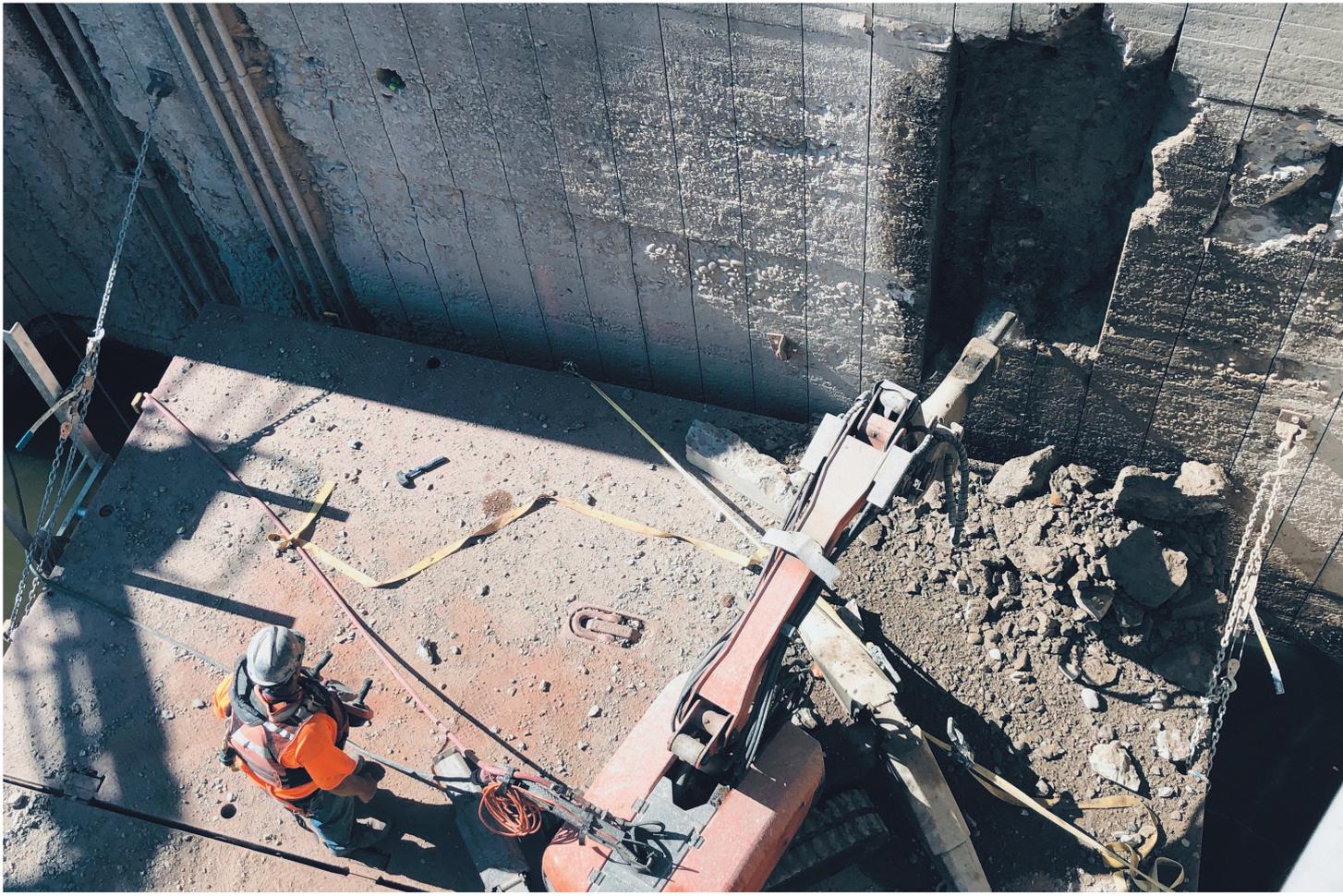
Una volta identificata la data del prossimo congresso nel 2021, è stata inviata una lettera a tutti coloro che avevano preso parte alle precedenti edizioni del GSC per definire il Paese ospitante. Le candidature raccolte sono state prima inviate al Segretario esecutivo nel maggio del 2019 e poi sottoposte a tutti i membri del Consiglio consultivo per la votazione. I risultati sono stati annunciati nel luglio del 2019 e il Portogallo è stato designato all'unanimità come Paese ospitante del prossimo congresso (i due membri portoghesi si sono astenuti).

meetings, "Global Stone Group" proposed a procedure for the organization of each Congress. One of the first few tasks was to identify potential candidates willing to join the board as Advisory Board members, Executive Secretary (instead of having a General Secretary) and representatives of the previous host countries. Hence, the new board structure has been set up:

- Advisory Board: Carlos Peiter (CETEM, Brazil), Bjorn Schouenborg (RISE, Sweden), Francisco Javier Fernández Cortés, (CTMPM, Spain).
- Executive Secretary: Marta Peres (Cluster of Mineral Resources, Portugal)
- Global Stone Council: Nuria Castro (CETEM, research and RO industry) and António Gilberto Costa (Federal University of Minas Gerais), Brazil; Nicola Careddu (University of Cagliari) and Paolo Marone (IS.I.M.), Italy; Maria Dolores Pereira Gomez (University of Salamanca), Enrique Alvarez Areces (IGME), Spain; Zenaide C. Gonçalves da Silva (Nova University of Lisbon), Luis Lopes (University of Évora and Stone Industry), Portugal; Atiye Tugrul (Technical University of Istanbul) and Ali Bahadur Yavuz (University of Izmir and Stone Industry), Turkey.

Once the date of the next 2021 congress was identified, an invitation letter was sent out in February 2019, inviting all previous participants of GSC and also welcoming future candidatures. The candidatures forwarded to the Executive Secretary as of May 2019 were then distributed to all members of the Council and Advisory Board to be assessed, short-listed and voted. Elections results were announced in July 2019. Portugal was unanimously elected by all participants (the two Portuguese members were not expected to vote at this time).





Sezione di una parete di calcestruzzo della camera della chiusa demolita con un robot DXR Husqvarna
Vertical concrete wall inside the lock chamber removed using a Husqvarna DXR demo robot

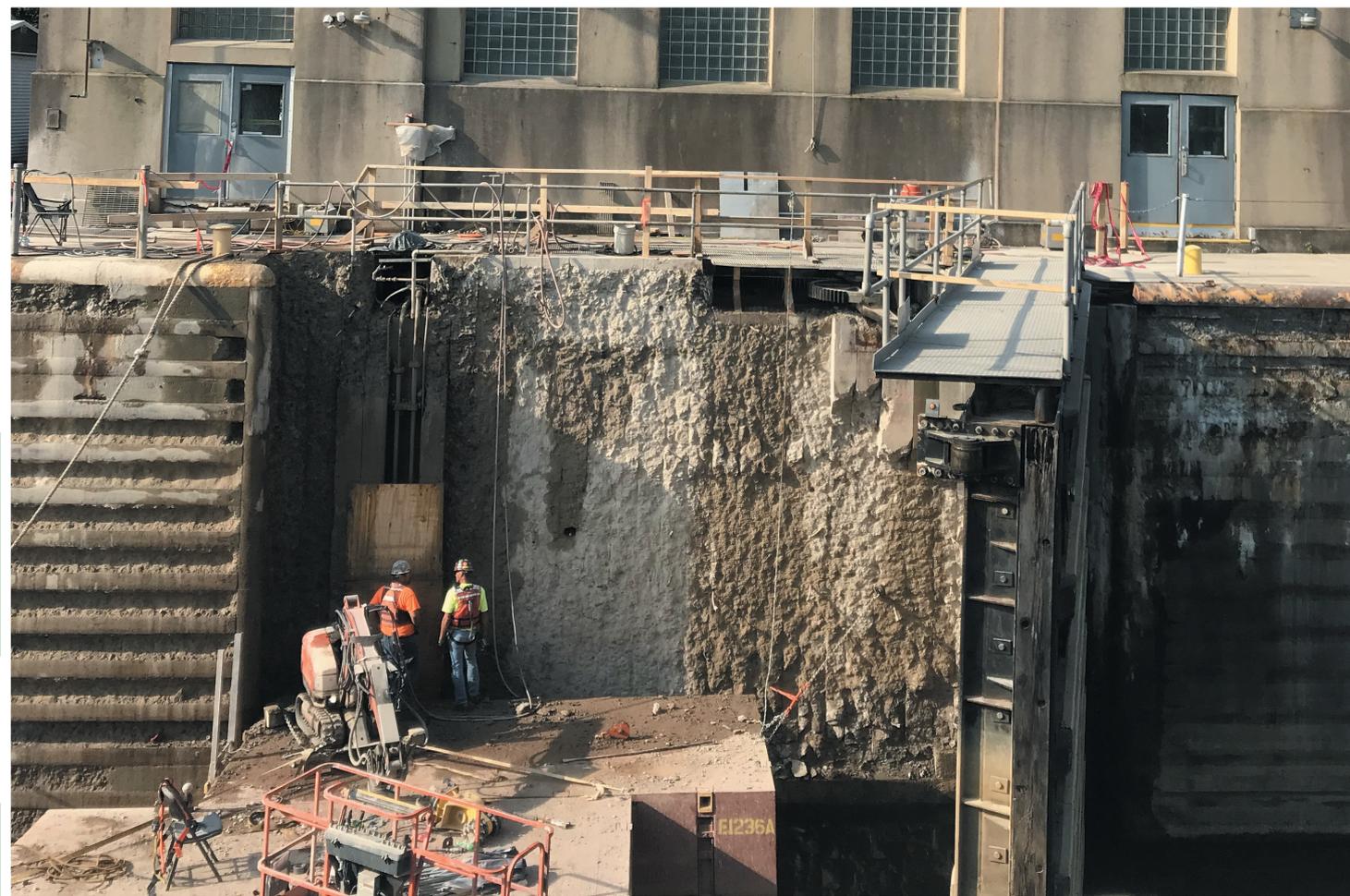
DAM THESE BOYS ARE GOOD

CSDA CONTRACTOR COMPLETES ALLEGHENY RIVER LOCK RESTORATION PROJECT AHEAD OF SCHEDULE

The Port of Pittsburgh's Inland Waterways Navigation System consists of 17 locks and dams on the three major rivers that connect in Pittsburgh - the Allegheny, Monongahela and Ohio. Much of the infrastructure in the waterway system is 70 to 80 years old and desperately in need of repair. Due to its age and lack of consistent maintenance and upgrades, this lock and dam system, essential to shipping and recreation in the area, has deteriorated to the point that watercraft lockages have become severely impeded. The lock facility is more than 80 years old and only has one chamber, measuring 56 feet by 360 feet. The lock is open to commercial navigation and recreational boating 24 hours a day, seven days a week. The U.S. Army Corps of Engineers (USACE) was tasked with resurfacing the deteriorated vertical land wall concrete within

the lock chamber at Lock Number 2 on the Allegheny River near Pittsburgh. They hired General Contractor (GC) CJ Mahan Construction Company for this demolition and restoration job. The GC's contract was for land wall concrete resurfacing within the lock chamber over an area measuring 360 feet by 22 feet, with 22 feet being roughly the minimum normal water level measured from the top of the wall downward. The scope of the work was to include concrete removal, concrete placement (including fabrication and placement of precast panels), rebar and anchor installation. CSDA member Concrete Cutting Systems of Pittsburgh (CCS) was contracted to remove:

- A vertical concrete wall inside the lock chamber measuring 360 feet long by 22 feet tall and 12 inches thick.
- Vertical concrete walls 330 feet long, 6 feet tall and 12 inches



Niente è impossibile

UN CONTRACTOR CSDA RIESCE A COMPLETARE IN ANTICIPO I LAVORI NELL'AMBITO DI UN PROGETTO DI RINNOVAMENTO DI UNA CHIUSA SUL FIUME ALLEGHENY

Il sistema di idrovie del porto fluviale di Pittsburgh è regolato da 17 tra chiuse e dighe e comprende i tre principali fiumi della regione: Allegheny, Monongahela e Ohio.

Molte delle infrastrutture lungo queste vie navigabili risalgono agli anni '40, per cui un progetto di rinnovamento era diventato quasi indispensabile.

La mancanza di regolari interventi di manutenzione e di adeguamento ha portato al progressivo deterioramento di questo sistema navigabile, essenziale per la movimentazione delle merci e per le attività ricreative nell'area, al punto che il passaggio delle imbarcazioni era fortemente compromesso.

La chiusa Nr 2 sul fiume Allegheny, vicino a Pittsburgh, oggetto del primo intervento dopo più di 80 anni di onorato servizio, aveva un'unica camera di 17 per 110 metri ed era ope-

rativa 24 ore al giorno, sette giorni alla settimana, sia alla navigazione commerciale che alla nautica da diporto.

L'US Army Corps of Engineers (USACE) è stata incaricata di occuparsi della scarifica e della ricostruzione del calcestruzzo ammalorato di una delle due pareti (quella lungo la terraferma) della camera. Per questo intervento di demolizione selettiva e rinnovamento, USACE ha individuato come general contractor la CJ Mahan Construction Company.

Il contratto prevedeva il rifacimento del calcestruzzo in una sezione della parete che misurava 110 metri di lunghezza, 6,7 metri di altezza e 30 cm di spessore. L'altezza della porzione su cui intervenire era, in pratica, racchiusa tra la cima della parete e il normale livello dell'acqua.

L'intervento, in generale, includeva la rimozione del vecchio calcestruzzo, la predisposizione del sistema di ancoraggio, la





fabbricazione e il posizionamento di nuovi pannelli prefabbricati. Le operazioni di taglio e demolizione sono state subappaltate alla Concrete Cutting Systems di Pittsburgh (CCS), azienda membro del CSDA, che si è occupata di rimuovere:

- una sezione di parete verticale in calcestruzzo della chiusa che misurava 110 metri di lunghezza, 6,7 metri di altezza e 30 cm di spessore;
- una sezione di parete verticale in calcestruzzo lunga 100 metri, alta 1,8 metri e spessa 30 cm per far spazio a una nuova grata in acciaio da posizionare sopra i punti di accesso all'impianto meccanico;
- una scala e dei ganci di ormeggio lungo una sezione di parete verticale in calcestruzzo della chiusa lunga 4,5 metri, alta 6,7 metri e spessa 80 cm.

UN PROGRAMMA DI LAVORO IMPEGNATIVO

USACE ha stabilito che si potesse lavorare all'interno della

camera della chiusa secondo delle scadenze molto rigide: tre settimane di chiusura totale della camera, due settimane di accesso solo alle imbarcazioni di larghezza limitata, cinque settimane di chiusura totale e, di nuovo, due settimane con accesso solo alle imbarcazioni più piccole.

CCS doveva completare la demolizione di tutte le sezioni entro le prime tre settimane di chiusura totale, in modo che il general contractor potesse, poi, procedere con l'installazione dei nuovi pannelli prefabbricati nella successiva fase di chiusura di cinque settimane. Solo tre settimane di tempo per completare l'intero intervento rappresentavano una grande sfida per la CSS.

Prima della chiusura di tre settimane, CCS ha dedicato 30 giorni al carotaggio di una linea di 130 fori verticali del diametro di 5 cm, per una profondità di 6,7 metri.

Per questa fase del lavoro, la CCS ha utilizzato tre carotatrici Hilti DD350, raggiungendo una media di 6 fori per



I tagli verticali sono stati effettuati con una profondità di 30 cm lungo la parete della camera della chiusa con una sega a filo Hilti DSW 3018E
Vertical cuts were made 12-inches deep along the lock chamber wall with a Hilti DSW 3018E wire saw

thick to make way for new steel grating above mechanical access points.

- Ladder and line hooks along a vertical concrete wall inside the lock chamber measuring 13.5 feet long by 22 feet tall and 2.5 feet thick.

A CHALLENGING WORK SCHEDULE

The USACE allowed work within the lock chamber on a 3-2-5-2 schedule: three weeks full chamber closure, two weeks restricted chamber width to pass navigation, five weeks full chamber closure and two weeks restricted chamber width. CCS was to complete all face wall demo during the first three-week shutdown so the GC could install new precast panels during the five-week full chamber closure. Only having three weeks to complete the demo posed a big

challenge.

Before the first shutdown, CCS spent 30 days line-drilling 130 2-inch diameter vertical holes to a depth of 22 feet.

CCS employed three Hilti DD350 core drills for this phase of the job, drilling an average of six holes per 10-hour shift, 22 shifts total. Core drilling vertical line holes enabled the excavator mill head to know its depth when milling the face wall of the chamber.

During the first shutdown, work on the ladder and line hook area was to commence. The area to be demolished was 13.5 feet long, 22 feet tall and 2.5 feet thick and could not be reached by the mill. CCS employed a Hilti DSW 3018E wire saw to cut the ladder and line hook area into four 28,000-pound pieces. Wire sawing the ladder and line hook section into pieces was the only way to remove this concrete.

ogni turno di 10 ore, per un totale di 22 turni.

Il carotaggio di questa linea di fori avrebbe permesso alla fresa radiale installata sul braccio dell'escavatore di individuare la profondità massima raggiungibile durante la scarifica del calcestruzzo ammalorato.

Nel corso della prima chiusura totale, dovevano iniziare anche i lavori di demolizione nella zona della scala e dei ganci di ormeggio. L'area di intervento era lunga 4,5 metri, alta 6,7 m e spessa 80 cm e non era raggiungibile con la fresa dell'escavatore. Per questo, gli operatori della CCS hanno deciso di utilizzare una sega a filo diamantato Hilti DSW 3018E, in modo da tagliare la scala e sezionare l'area in quattro pezzi da 12,7 tonnellate ciascuno.

Il taglio a filo era l'unico modo per portare a termine questa fase del lavoro. Prima di tutto, sono stati carotati due fori verticali del diametro di 5 cm e profondità 6,7 metri, per poi

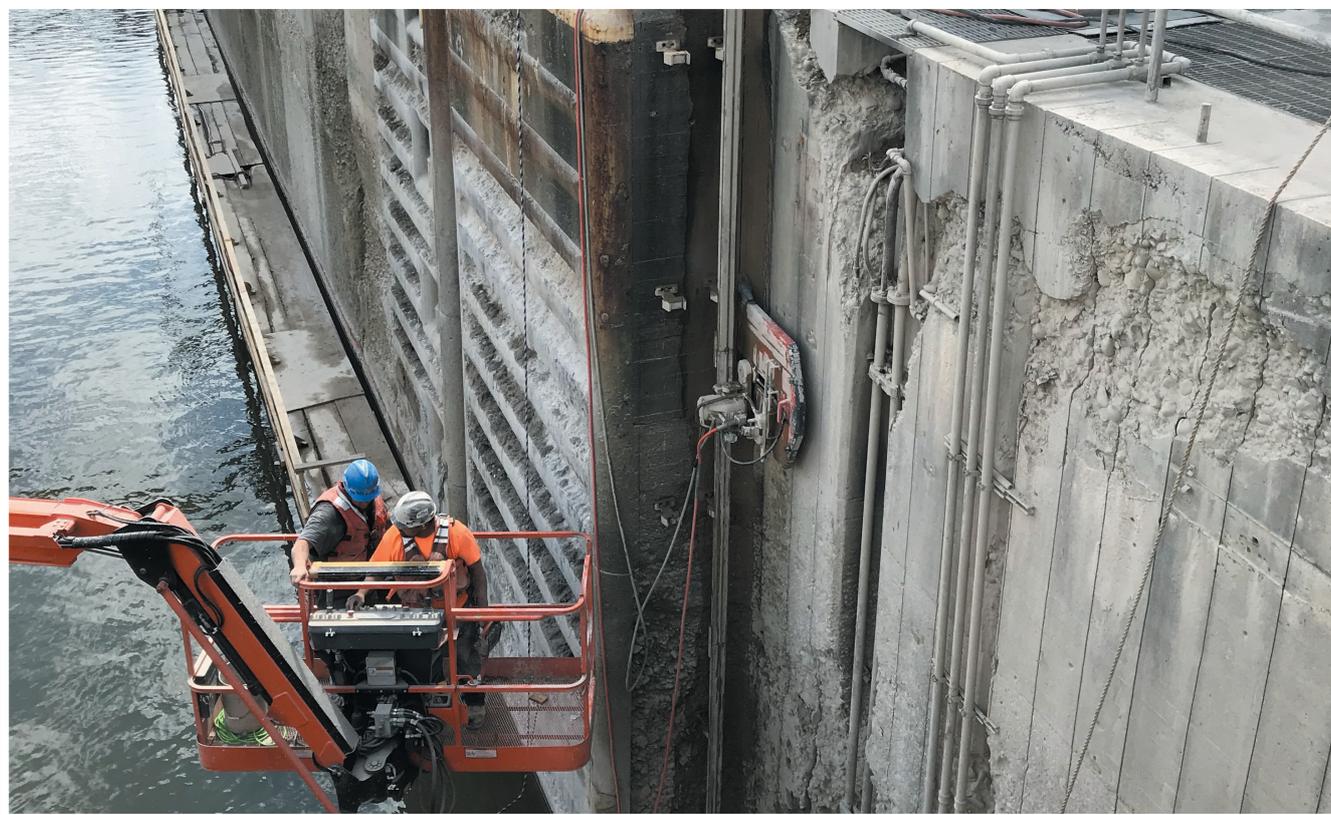
passare a 12 fori orizzontali del diametro di 16,5 cm.

Il taglio con il filo è stato caratterizzato da quattro tagli orizzontali di 4,5 metri per 80 cm di spessore, due tagli verticali di 6,7 metri per 80 cm di spessore, per finire con un taglio verticale di 6,7 metri per 4,5 metri di profondità.

Anche la parte della parete, davanti all'edificio che conteneva le pompe idrauliche non poteva essere raggiunta con la fresa dell'escavatore. Qui il calcestruzzo era sostanzialmente deteriorato e non era abbastanza resistente per essere sezionato e sollevato con una gru.

La CCS decise che il modo più sicuro per rimuovere questa parte era di tagliarla in un unico pezzo con la sega a filo Hilti DSW 3018E e, poi, frantumarla con un robot demolitore Husqvarna DXR, posizionato su una chiatta.

Per eseguire tale operazione, sono stati prima realizzati con una tagliamuro due tagli verticali da 6,7 metri con una pro-



First, two 2-inch diameter vertical holes were drilled 22 feet deep, followed by 12 6.5-inch diameter horizontal holes.

The wire cuts consisted of four 13.5 feet by 2.5 feet deep horizontal push wire saw cuts, two 22- by 2.5-foot deep vertical pull wire saw cuts, finishing with a 22- by 13.5-foot deep vertical pull wire saw cut.

The mill also could not reach the face wall in front of the metal pump house building, which was 23 feet long, 22 feet tall and 12 inches thick. This concrete was substantially deteriorated and wasn't strong enough to be lifted out in pieces with a crane. CCS determined the safest way to remove the face wall was to cut it into one piece with the Hilti DSW 3018E wire saw and then hammer it with a Husqvarna DXR Demolition Robot from a barge as the back cut was pulled

up. To make this cut, two 22-foot vertical wall saw cuts 12 inches deep were made, followed by a 23-foot horizontal cut. Then, a 23-foot by 22-foot vertical pull wire saw cut was made to finish.

Elsewhere, wall saw cuts were needed on the face wall at the limits of work to provide a neat line and clear limit of demo for all work. CCS used Husqvarna HF482 wall saws to saw a 360-foot horizontal cut for neat line at the bottom of the chamber wall removal limits and two 22-foot vertical cuts for neat line at the limits of work. At the top of the wall they slab-sawed 700 feet of 15-inch thick concrete for the work limits. Slab sawing was the only logical solution to make this cut, providing the limits of work on the top of the wall demo. At the gate recess area, the mill and crane couldn't reach



fondità di 30 cm, seguiti da un taglio orizzontale di 7 metri. Quindi, per finire, si è passati ad un taglio verticale di 7 x 6,7 metri con la sega a filo.

L'utilizzo delle tagliamuro si è reso necessario anche in altri punti della parete, in particolare lungo i bordi della sezione da rifare, per avere una linea di taglio pulita e definire in modo chiaro l'area di intervento.

CCS ha utilizzato delle tagliamuro Husqvarna HF482 per tagliare orizzontalmente 110 metri nella parte inferiore della parete e verticalmente 6,7 metri lungo i bordi, in modo da creare una linea netta che delimitasse con precisione l'area di lavoro. Lo stesso metodo è stato applicato per ricavare il bordo superiore della parete, per un taglio totale di 214 metri di lunghezza e 38 cm di spessore.

Una parte della parete della chiusa, lunga 10 metri e alta

6,7 metri, rientrava rispetto al resto della struttura e non era raggiungibile dall'escavatore e dalla gru.

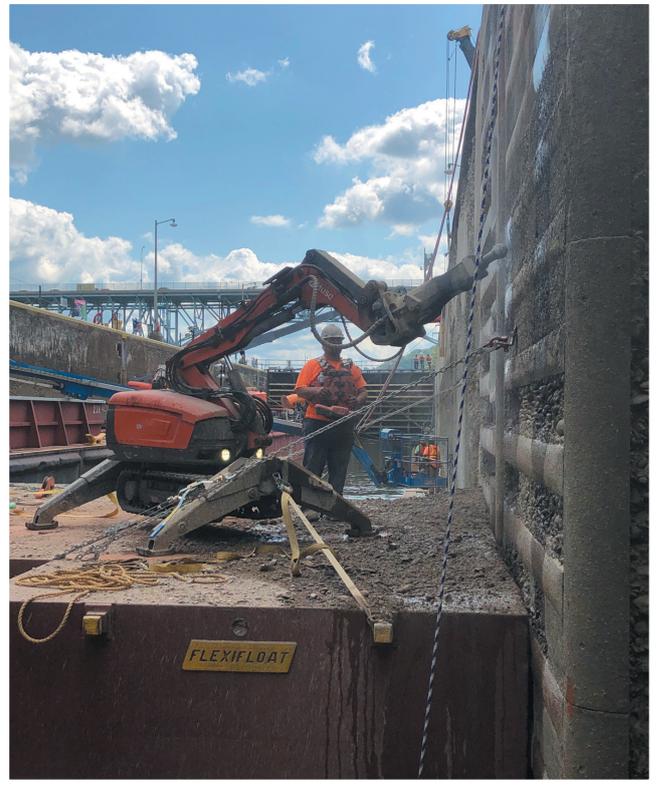
In questo caso, CCS ha deciso di utilizzare, per prima cosa, una tagliamuro Husqvarna HF482 per ottenere ogni 33 cm dei tagli verticali, alti 6,7 metri e profondi 30 cm. Poi è stato usato un robot demolitore Husqvarna DXR, posizionato su una chiatte, per frantumare le sezioni in pezzi più maneggevoli. Un sollevatore a braccio della JLG è servito agli operatori per gestire le operazioni.

Un'altra sfida è stata rappresentata da due parti della parete della chiusa che avevano di fronte una griglia di rinforzo in acciaio. L'USACE voleva salvare e proteggere la struttura, per cui l'escavatore non era una valida opzione.

Il tempo, poi, era poco e con gli utensili manuali non sarebbe stato possibile rispettare le scadenze.



In totale, sono stati realizzati circa 450 metri lineari di taglio con le tagliamuro
In total, 1,460 linear feet of wall saw cuts were made



Vista laterale del robot demolitore
DXR robot side view

the vertical concrete wall, which was 34 feet long, 22 feet tall and 12 inches thick. In order to demo this area, CCS used a Husqvarna HF482 wall saw to cut 22-foot vertical cuts 12-inches deep every 13 inches.

Then they used a Husqvarna DXR secured to a barge to hammer the sections into manageable pieces. A JLG lift was used to perform the wall sawing.

Two concrete walls between steel wall armor posed a unique challenge. The USACE wanted to save and protect the armor, so a big excavator was not an option. Time was short and hand tools could not complete the demo on time.

The only option was to use a Husqvarna DXR chained to a barge to hammer the sections, which were 15- by 22-feet tall and up to 12 inches deep. The mill head also could not reach the bottom two feet of a 360-foot by 22-foot by 12

inches deep section of vertical wall where the neat cut line could not be disturbed in any way. Again, a DXR chained to a barge was the only option for the demo.

During the final 30-day phase of the post chamber shut-down, CCS removed vertical concrete walls 330 feet long by 6 feet tall by 12 inches thick for new grating for mechanical access, and core-drilled to prepare for installation of new precast ladder and line hook.

To remove the walls, CCS core drilled 58 6.5-inch diameter vertical holes to 6 feet in depth, plunge wire sawed 58 6-foot-deep vertical cuts and wall sawed 58 horizontal cuts 12 inches in depth. The lengths for each cut varied, but totaled 330 feet.

Saw cutting was the only way to demo these walls because hammering this concrete would have sent debris into the

Anche in questo caso l'unica via percorribile era quella di utilizzare il robot demolitore Husqvarna DXR per frantumare il calcestruzzo infilandosi nelle aperture della griglia, andando ad intervenire su uno spazio totale di 4,5 metri di lunghezza, 6,7 metri di altezza e 30 cm di spessore.

La fresa dell'escavatore, inoltre, non poteva essere usata negli ultimi 60 cm della parte bassa della parete, dato che la linea netta di taglio di deimitazione non poteva essere rovinata. Ancora una volta il DXR, posizionato sulla chiatra, era l'unica opzione per procedere.

Durante la seconda fase di chiusura totale della camera, CCS ha rimosso delle altre sezioni dalla parete verticale di calcestruzzo per il posizionamento di una nuova grata in acciaio di accesso all'impianto meccanico e ha effettuato i carotaggi per l'installazione della nuova scala prefabbri-

cata e per la predisposizione del sistema di ancoraggio dei nuovi pannelli. Per rimuovere le diverse parti, la CCS ha carotato 58 fori verticali da 16,5 cm di diametro per 1,8 metri di profondità, effettuato 58 tagli verticali con il filo per 1,8 metri e usato le tagliamuro per 58 tagli orizzontali di 30 cm di profondità. Le lunghezze per ogni taglio variavano, ma ammontavano a un totale di 100 metri.

La tagliamuro era l'unico modo per demolire queste sezioni dato che la frantumazione del calcestruzzo avrebbe sparpagliato i detriti nel sistema meccanico della chiusa.

La preparazione per l'installazione della scala prefabbricata e del sistema di ancoraggio ha richiesto il carotaggio di 14 fori orizzontali di diametro 3 cm e profondità 70 cm, 4 fori orizzontali di diametro 4,5 cm e profondità 6 cm e 4 fori orizzontali di diametro 4,5 cm e profondità 2,5 metri.



Parte della sezione in calcestruzzo di 100 x 6,7 metri sezionata e rimossa con una gru
Part of the 360- by 22-foot deteriorated chamber lock wall section is removed via crane

mechanical controls for the lock and dam. The prep for the install of the precast ladder and line hook required core drilling 14 1.125-inch diameter horizontal holes to 2.33 feet in depth, four 1.75-inch diameter horizontal holes to 2.33-inches depth and four 1.75-inch diameter horizontal holes to 8.5 feet deep. Coring holes for the new precast and existing concrete was the only way to anchor the concrete together correctly.

OVERCOMING HAZARDS AND CHALLENGES

Even though the start date for the job was delayed one month while the GC was waiting on USACE to approve the work plans, CCS finished their pre-lock chamber shutdown vertical line drilling a few days ahead of schedule.

During the lock chamber shutdown phase, CCS employees

worked two 12-hour shifts, seven days a week.

Complicating the job, was that most of the work was performed over water, as the chamber could not be drained.

CCS used a swing scaffold, barges with JLG lifts and floating steel and wood platforms to work in areas that couldn't be reached by the mill.

To ensure safety, CCS workers always wore life vests, were tied off with 3-foot lanyards when working off lifts, wore safety harnesses when working near fall hazards and completed rigorous safety inspections on each shift when working with electric tools. Despite these challenges, CCS completed their shutdown work one week ahead of schedule. Rather than sit idle, the GC asked them to take on more work to help complete the demo on time.

CCS finished all their post lock chamber shutdown work





I fori nel vecchio calcestruzzo avrebbero permesso di posizionare gli ancoraggi per i nuovi pannelli prefabbricati in modo che vecchio e nuovo calcestruzzo combaciassero perfettamente.

SUPERARE PERICOLI E SFIDE

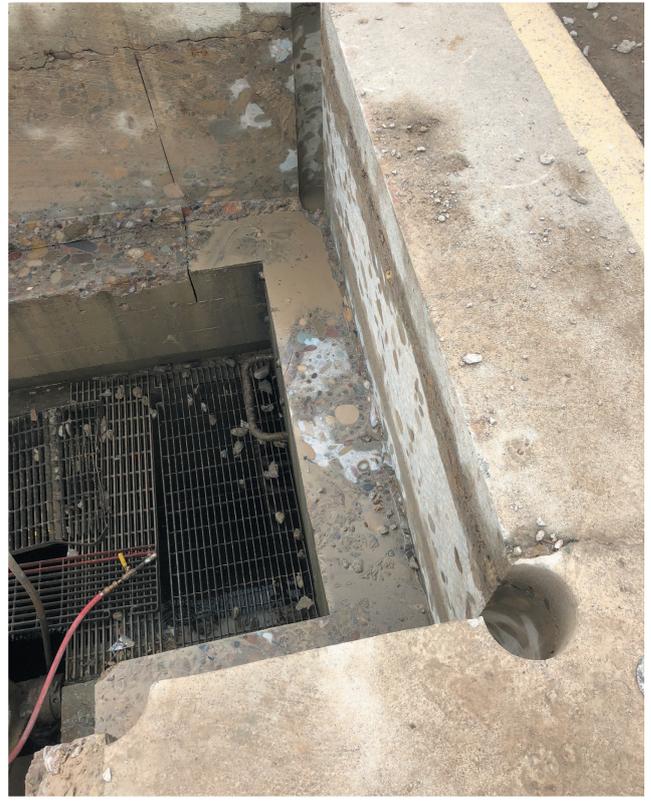
Sebbene l'inizio dei lavori sia stato posticipato di un mese, avendo dovuto il general contractor attendere l'approvazione del piano di lavoro da parte di USACE, la CCS ha terminato il carotaggio della linea dei fori verticali di preparazione all'interno della camera alcuni giorni prima del previsto.

Durante la fase di chiusura totale della camera, i dipendenti CCS hanno lavorato su due turni di 12 ore, sette giorni alla settimana. A complicare tutto, c'era il fatto che la maggior parte del lavoro doveva essere svolto sull'acqua,

dato che la camera non poteva essere svuotata completamente. La CCS ha utilizzato un'impalcatura mobile, delle chiatte con dei sollevatori della JLG e delle piattaforme galleggianti in acciaio e legno, per lavorare nelle aree che non potevano essere raggiunte con l'escavatore.

Per garantire la sicurezza, gli addetti alla CCS hanno sempre indossato giubbotti di salvataggio, erano assicurati con delle funi da 1 metro quando lavoravano sui sollevatori, indossavano imbracature di sicurezza quando erano in quota e, durante ogni turno, erano sottoposti a rigorose ispezioni di sicurezza quando dovevano usare delle macchine utensile elettriche.

Nonostante le molte sfide, la CCS ha completato il lavoro, durante la prima chiusura, una settimana prima del previsto. Invece di fermarsi, il general contractor ha comunque chiesto loro di passare agli interventi successivi, in modo



several weeks in advance of their deadline. The GC has since awarded CCS a sawing and drilling project in Kentucky scheduled for early 2020 because of their professionalism, project management, ability to meet deadlines and sawing tolerances and the fact that the company provides their operators with the latest in sawing and drilling technologies.

Jon Wilson of CCS remarked, "Our original contract was to line drill and wall saw the bottom horizontal limit of work.

By the time we completed the work, our contract tripled in size because of our efficiency in concrete sawing, drilling and demolition. Overall, the project was a huge success for Concrete Cutting Systems and we look forward to future work on the river wherever that may be!"

Wilson believes CCS was selected for the project because

they have a comfortable relationship with the GC.

They previously worked with the company on 3 other USACE projects in Pennsylvania, Ohio and Indiana.

CCS Management would like to thank all the CCS employees involved with such a successful project: Jonathan Hankle, Ron Vojtas, Dan Sterner, Dan Zwolinski, Hunter Fry, Mike Lear, Riley Booras, Tom Schafer, Joe Biddle, Ryan Kelly, Jeffrey Schroth, Mitch Claus and Lester Arthur.

CSDA contractors meet and exceed expectations on a regular basis, and this project was no exception. Not only did CCS beat their deadline, but they were awarded additional work on this project and future work on other projects because of their professionalism and expertise.

da completare l'intero intervento secondo le scadenze. La CCS ha così completato tutti i lavori alcune settimane prima della scadenza.

Grazie alla professionalità dimostrata, alla gestione del progetto, alla capacità di rispettare le scadenze e le tolleranze di taglio e al fatto che CCS fornisca ai propri operatori le più moderne tecnologie di demolizione selettiva, il general contractor ha voluto premiare la società affidandole un ulteriore progetto, in Kentucky, previsto per l'inizio del 2020.

Jon Wilson di CCS ha osservato: "Il contratto originale prevedeva il carotaggio della linea di fori e il taglio della parte bassa della parete per delimitare l'area di lavoro. Una volta completato l'intervento, grazie all'efficienza dimostrata nella demolizione del calcestruzzo, il nostro lavoro è stato triplicato. Nel complesso, il progetto è stato un enorme successo per la Concrete Cutting Systems e non vediamo l'ora di tornare di nuovo in quest'area, qualsiasi

siano le condizioni di lavoro!"

Wilson è convinto che CCS sia stata selezionata per questo progetto grazie agli ottimi rapporti esistenti con il general contractor. In precedenza avevano lavorato insieme in altri 3 casi, sempre per USACE in Pennsylvania, Ohio e Indiana.

La direzione della CCS desidera ringraziare tutti i dipendenti coinvolti in questo successo: Jonathan Hankle, Ron Vojtas, Dan Sterner, Dan Zwolinski, Hunter Fry, Mike Lear, Riley Booras, Tom Schafer, Joe Biddle, Ryan Kelly, Jeffrey Schroth, Mitch Claus e Lester Arthur.

Gli appaltatori CSDA soddisfano e superano le aspettative e questo progetto non ha fatto eccezione.

Non solo la CCS ha rispettato le scadenze ma, grazie a professionalità e competenza, è stata incaricata per occuparsi di ulteriori interventi e si è aggiudicata nuovi cantieri in futuro.



COMPANY PROFILE

Concrete Cutting System's corporate headquarters is located in Philadelphia, PA, and they have been in business since 1995. Their fleet consists of 45 trucks with 70 employees. In 2016, they opened a branch in Pittsburgh, PA which operates an additional 10 trucks with 25 employees.

They excel in high profile, time sensitive projects, as well as deep drilling and large wire sawing projects. Their services include slab sawing, wall sawing, wire sawing, core drilling, concrete removal, slurry containment/cleanup and recycling and robotic demolition. Concrete Cutting Systems has been a CSDA member for 15 years.

RESOURCES

General Contractor: U.S. Army Corps of Engineers, CJ Mahan Construction Company.

CSDA Contractor: Concrete Cutting Systems of Pittsburgh.

Methods Used: wall sawing, wire sawing, core drilling, slab sawing, robotic demo.

Equipment used: Hilti DSW 3018E wire saw, Husqvarna CS10 wire saws, Husqvarna HF482 wall saws, Hilti DD350 core drills, Husqvarna DXR demolition robots, variety of diamond blades, bits and wire provided by Diamond Products, Husqvarna and Hilti.



Società / Name **MEGA DIAMANT S.r.l.**

Stabilimento e Laboratori
Plant and Work-shops
Indirizzo / Address.....

Via Celia, 32
54100 Massa (MS) - Italy
Tel. +39 0585 832483
www.megadiamant.com
info@megadiamant.com

Resp. Comm. / Sales Manager
Resp. Tecnico/ Technical Manager

Marco Bartoli
Diamante Iacopetti - Galvanico
Francesco Guidi - Gommaturo
Gianfranco Menconi - Montaggio fili

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- Utensili diamantati per applicazioni nei settori:
Diamond tools for application in the sectors:
 - ◆ Pietra / Stone

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

- ◆ Filo diamantato per cave di marmo e granito
Marble and granite quarry diamond wire
- ◆ Filo diamantato per squadratura marmo e granito
Marble and granite block squaring diamond wire
- ◆ Filo diamantato per sagomatura marmo e granito
Marble and granite profiling diamond wire
- ◆ Filo diamantato per cemento armato e acciaio
Diamond wire for concrete and steel cutting
- ◆ Perle diamantate sinterizzate e elettrodeposte per taglio marmo, granito, cemento e acciaio
Diamond sintered and electroplated beads for marble, granite, concrete and steel cutting
- ◆ Accessori per cava: cuscini divaricatori, inserti in policristallino, presse, cesoie per cavo in acciaio
Quarry equipment: hydrobags, PCD inserts, hydraulic presses, shears for wire ropes

Società / Company.....

MWS S.r.l.

Stabilimento e Laboratori

Plant and Workshops

Indirizzo / Address.....

Via Don E. Peruzzi, 26/G

36027 Rosà (VI) - Italy

Tel. +39 0424 588088

www.mwsforni.it

info@mwsforni.it

Resp. Comm. / *Sales Manager*

Sig. Roberto Marchiori

Sig. Nicola Marchiori

Resp. Tecnico / *Technical Manager*

Sig. Giambattista Busatta

Ing. Angelo Crestani

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

Macchine e impianti per la produzione di utensili diamantati

Machines and plants for diamond tools production

◆ Forni industriali / *Industrial furnaces*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

◆ Forni a passaggio (nastro, catenaria, rulli, avanzamento a travi mobili)

Continuous furnaces (conveyor belt, chain, rollers, mobile beam)

◆ Forni statici

Static furnaces

◆ Forni a carro

Carriage furnaces

◆ Forni a campana

Bell furnaces

◆ Ricambi per forni industriali (resistenze, muffole, materiali refrattari, bruciatori, tubi radianti, ecc.)

Spare parts for industrial furnaces (resistances, muffles, refractory materials, burners, radiant tubes, etc.)

SERVIZI / *Services*

Manutenzione, revamping, avviamento e consulenza per forni industriali

Maintenance, revamping, start up and technical consulting for industrial furnaces

Società / *Company*.....

POLIGEM S.r.l.

Stabilimento e Laboratori

Plant and Workshops

Indirizzo / *Address*.....

Via Ernesto Rizzi, 13/P

20077 Melegnano (MI) - Italy

Tel. +39 02 98238060

Fax +39 02 98237592

www.poligem.it

info@poligem.it

Resp. Comm. / *Sales Manager*

Resp. Tecnico / *Technical Manager*

Sig. Gabriele Rubini

Sig. Paolo Lubatti

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- ◆ Diamante sintetico / *Synthetic diamond*⁽¹⁾
- ◆ Diamante sintetico rivestito / *Coated synthetic diamond*⁽²⁾
- ◆ Nitruro di Boro cubico (cBN) / *Cubic Boron Nitride (cBN)*⁽³⁾
- ◆ Nitruro di Boro cubico (cBN) rivestito / *Coated cubic Boron Nitride (cBN)*⁽⁴⁾
- ◆ Diamante industriale in pietre / *Industrial diamond stones*⁽⁵⁾
- ◆ Diamante naturale in polvere / *Natural diamond powder*⁽⁶⁾
- ◆ Micropolveri di diamante sintetico, di cBN e di diamante naturale / *Micron powders of synthetic diamond, cBN and natural diamond*⁽⁷⁾
- ◆ Diamante Policristallino (PCD) / *Polycrystalline Diamond (PCD)*⁽⁸⁾
- ◆ Nitruro cubico di Boro Policristallino (PcBN) / *Polycrystalline cubic Boron Nitride (PcBN)*⁽⁹⁾
- ◆ Diamante CVD / *CVD Diamond*⁽¹⁰⁾

SETTORI APPLICATIVI

Application Sectors

⁽¹⁾ Estrazione e lavorazione della pietra, lavorazione della ceramica e agglomerati, lavorazione del vetro, lavorazione di metalli non ferrosi, lavorazione di materiali compositi / *Quarrying and processing of natural stone, ceramic and engineered stone processing, glass processing, non-ferrous metals processing, composite materials processing.*

⁽²⁾ Impiego in lavorazioni gravose che richiedono lunga durata, impiego in leganti resinoidi / *Required in demanding and long-lasting processing, used in resin bond.*

⁽³⁾ Lavorazione di metalli ferrosi / *Ferrous metals processing.*

P

(4) Impiego in lavorazioni gravose che richiedono lunga durata, impiego in leganti resinoidi / *Required in demanding and long-lasting processing, used in resin bond.*

(5) Perforazione e carotaggio di roccia, sagomatura e rinvivatura di mole abrasive, tastatori per misure in processo, tornitura e fresatura di metalli non ferrosi / *Rock drilling and coring, abrasive wheels shaping and dressing, in process probes, turning and milling of non-ferrous metals.*

(6) Lavorazione di pietra, lavorazione di materiali compositi, molette per dentale / *Stone processing, composite materials processing, dental burs.*

(7) Lappatura e lucidatura di tutti i materiali, riporti anti-usura / *Lapping and polishing of all materials, wear protective coatings.*

(8) Tornitura e fresatura di metalli non ferrosi e materiali compositi, lavorazione del Legno, trafilatura di fili metallici, perforazione di roccia, sagomatura e rinvivatura di mole abrasive / *Turning and milling of non-ferrous metals and composite materials, wood processing, metal wire drawing, abrasive wheels shaping and dressing.*

(9) Tornitura e fresatura di metalli ferrosi / *Ferrous metals turning and milling.*

(10) Sagomatura e rinvivatura di mole abrasive, applicazioni ottiche, tornitura e fresatura di metalli non ferrosi, riporti antiusura / *Abrasive wheels shaping and dressing, optical applications, turning and milling of non-ferrous metals.*

NUOVI PRODOTTI

New Products

- ◆ PCD e CVD per riporti antiusura / *PCD and CVD for wear protective coatings.*

SERVIZI

Services

- Analisi e qualifica di diamanti sintetici e naturali tramite il nostro POLILAB, dotato di strumenti per l'analisi fisica e ottica.

Società / Name **SORMA S.p.a.**

Stabilimento e Laboratori

Plant and Work-shops

Indirizzo / Address.....

Via Don F. Tosatto, 8

30174 Venezia-Mestre (VE) - Italy

Tel. +39 041 959616

Fax +39 02 57760375

www.sorma.net

info@sorma.net

Resp. Comm. / *Sales Manager*

Riccardo Galluzzi

Resp. Tecnico / *Technical Manager*

SETTORE MERCEOLOGICO DI APPARTENENZA

Operativity Market Branch

- Utensili diamantati per applicazioni nei settori:
Diamond tools for application in the sectors:
 - ◆ Lapideo / *Stone*
 - ◆ Vetro / *Glass*
 - ◆ Meccanica / *Mechanics*
 - ◆ Ceramica / *Ceramics*

LINEA PRINCIPALI PRODOTTI

Main Product Lines

- ◆ Dischi lamellari diamantati
Diamond flap discs
- ◆ Tele diamantate a deposito elettrolitico
Electroplated flexible diamond cloth
- ◆ Tele diamantate e Cbn a legante resinoido
Resin bonded diamond and Cbn flexible cloth
- ◆ Dischi sinterizzati ed elettrodepositati
Sintered and electroplated diamond blades
- ◆ Dischi per lucidatura a secco e ad umido
Dry and wet polishing pads
- ◆ Mole diamantate e Cbn
Diamond and Cbn wheels



SAVE the NEW DATE

BOLOGNA
14/17 ottobre 2020

La Fiera delle **Costruzioni** Progettazione, edilizia, impianti

DATI ULTIMA
EDIZIONE

Espositori
450

Presenze
professionali
40.000

SAIE crede nell'**eccellenza delle imprese italiane** e vuole supportarle verso nuove **occasioni di business e networking**: una fiera che intende continuare a contribuire attivamente allo **sviluppo del settore**.

Per questo motivo **SAIE si rinnova**, mette al centro **il cantiere, il sistema delle costruzioni** e propone **soluzioni concrete** per le **nuove esigenze dei professionisti**.

Se anche la **tua azienda crede in rinnovate e reali opportunità** nel mercato dell'edilizia, **facciamolo insieme**: richiedi informazioni scansionando il QR code qui a fianco o scrivendo a info@saiebologna.it



Progetto e direzione

 **senaf**
MESTIERE FIERE

 **tecniche nuove**

In collaborazione con

 **Bologna Fiere**

Seguici su



WWW.SAIEBOLOGNA.IT

**INFORMAZIONI
PER ESPORRE:**

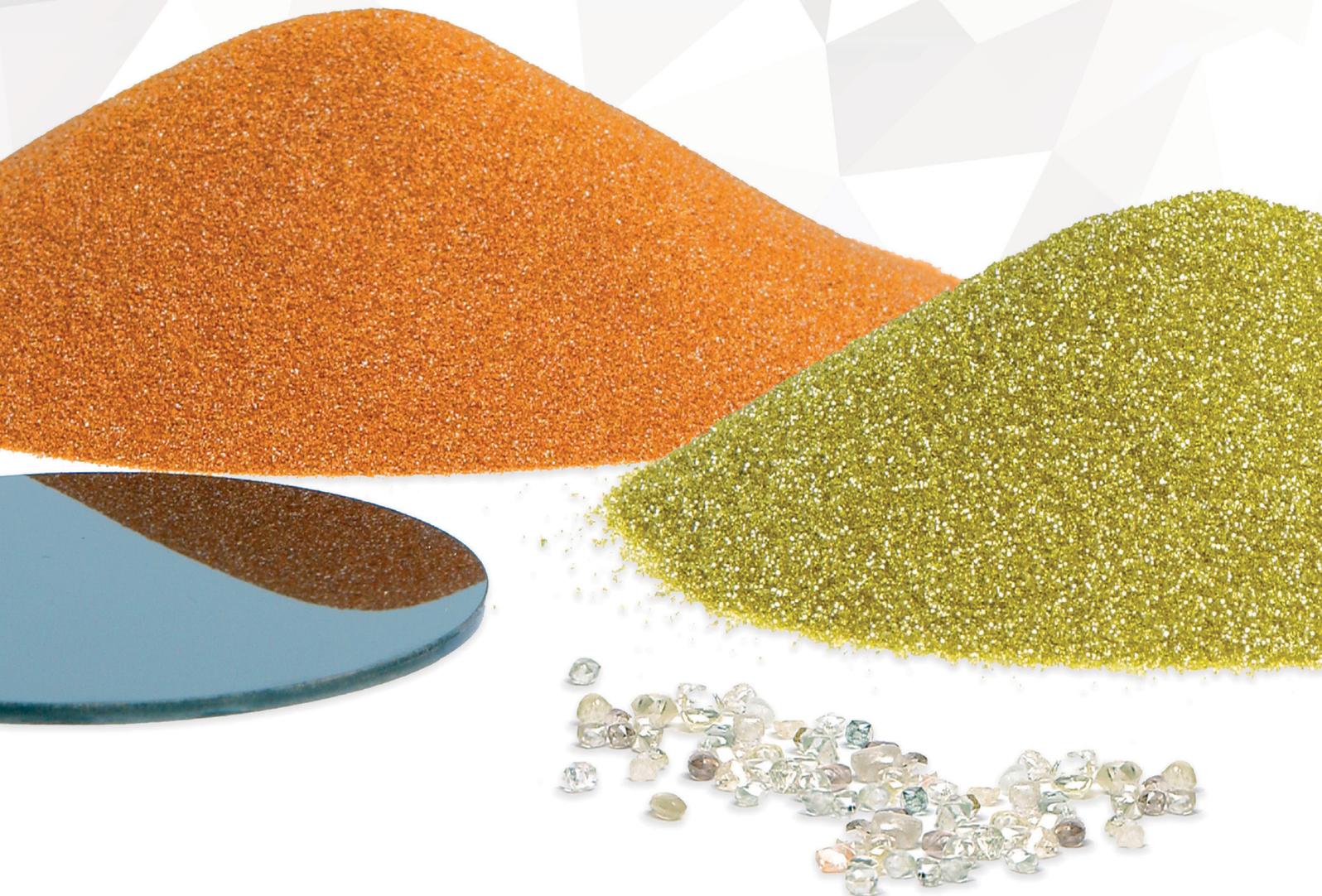
Tel. 02-332039460
Mail: info@saiebologna.it



POLIGEM

A New solution

Since 1996 leaders in Superabrasives



POLILAB
INDUSTRIAL DIAMOND ANALYSIS

Poligem S.r.l.
Via Ernesto Rizzi, 13/P - 20077 Melegnano - Mi - IT

+39 02 98238060 +39 348 2226286

info@poligem.it

Follow us on Linked in

www.poligem.it