



Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni



Convegno: “Materie prime per piastrelle
ceramiche” I.Cer.S.

**Argille ad alta allumina, plastiche e
cuocenti bianco, provenienti dal
Sud Africa**

Relatori: Michele Mazzoni
Daniele Buonamico

22 Febbraio 2024



**RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA - ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK**





Studio MM S.r.l.
consulenza materie prime
prove materiali



**WE TAKE UP
WHERE OTHERS HAVE LEFT OFF**

Chi siamo

- *Laboratorio prove materiali in provincia di Parma e apertura nuova sede distaccata a Scandiano nel 2022 in partnership con Main Laboratory Sassuolo*
- *Certificato ISO 9001 con Tuv Italia dal 2008*
- *Autorizzato dal Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo la Circolare n° 7618/2010*
- *Accreditato nella rete alta tecnologia dell'Emilia Romagna come struttura parificata alle Università per tutte le attività di ricerca e sviluppo*
- *Autorizzato Ministero Infrastrutture e Trasporti secondo Circolare n° 633/2020 per la diagnostica sugli edifici*
- *Autorizzato Ministero Salute per verifiche Amianto ai sensi del DM 14/05/96*



Sperimentazione condotta

Caratterizzazione di 3 argille attualmente utilizzate nel comprensorio ceramico per produzione di porcellanato tecnico:

- Analisi chimica e Mineralogica
- Caratterizzazione tecnologica
- CTE

Caratterizzazione di 3 impasti da gres porcellanato tecnico, costituiti da una base comune di un impasto attualmente in uso nel comprensorio e un 20% delle 3 argille sotto indicate:

- Argilla Ucraina
- Argilla Indiana
- Argilla Sudafricana FDS

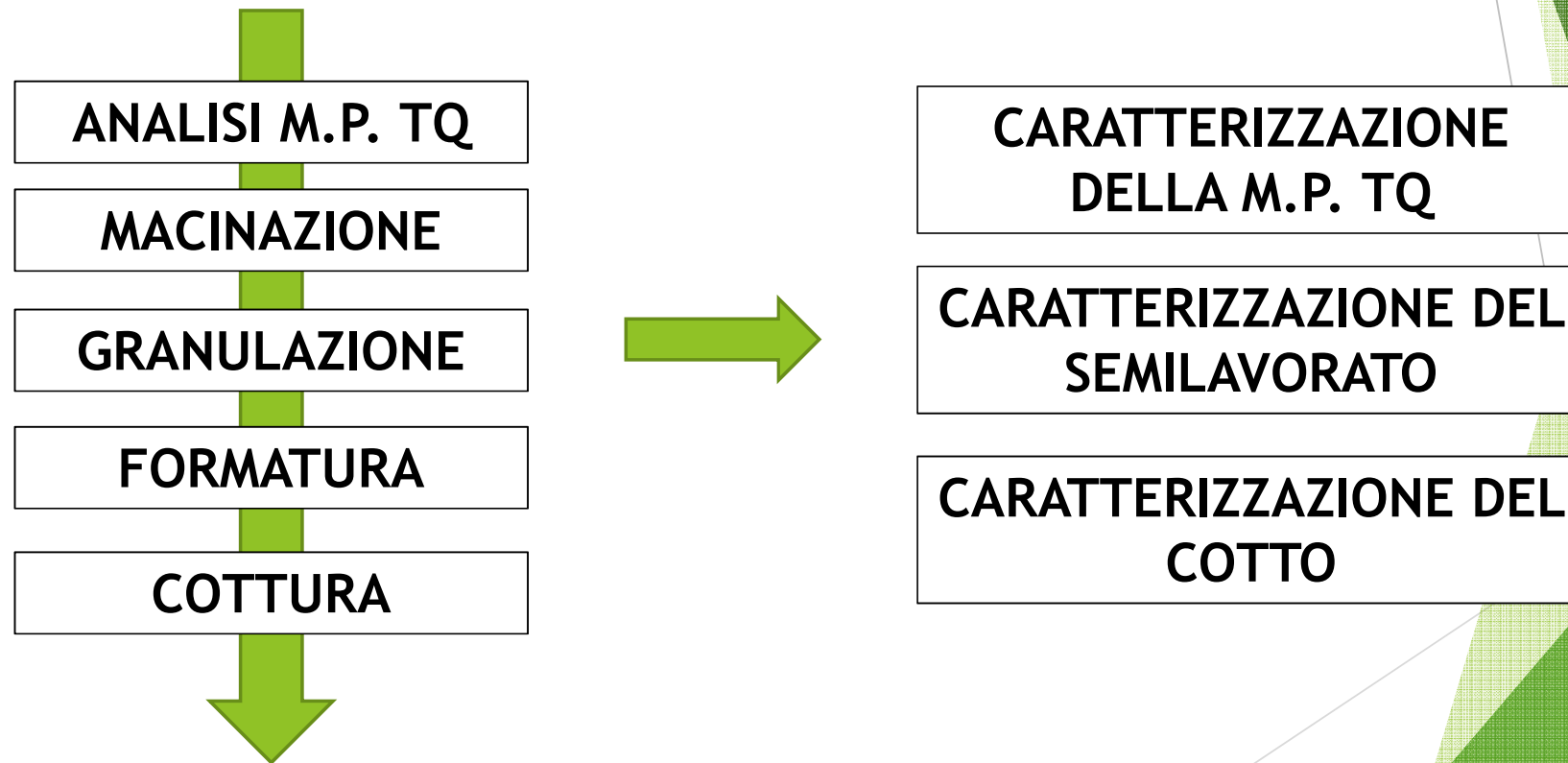
Sperimentazione condotta

Analisi condotte sui 3 impasti sviluppati a livello di laboratorio:

- Analisi chimica
- Caratterizzazione tecnologica
- Analisi Mineralogica
- Microscopia elettronica
- Determinazione stadio tensionale prodotto cotto

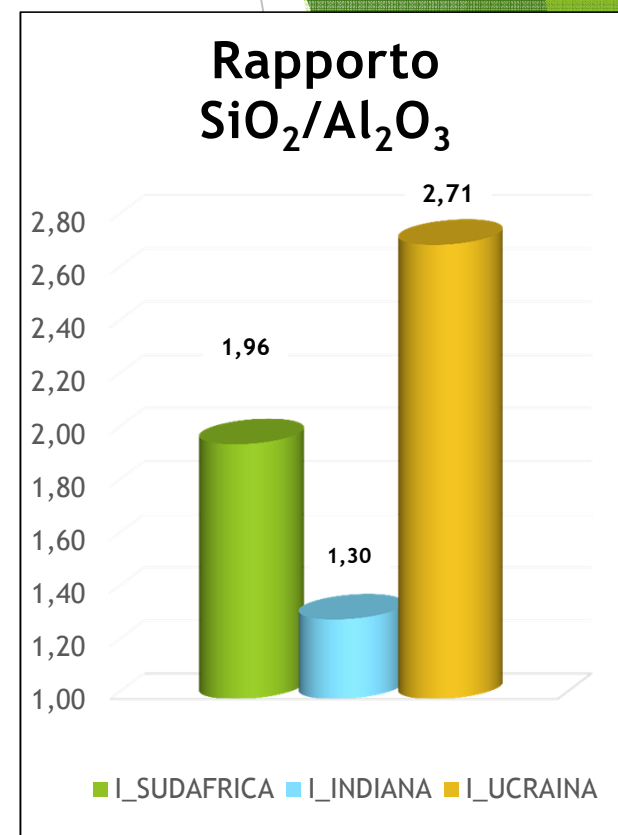


Caratterizzazione tecnologica argille



Confronto analisi chimiche argille

Ossidi	A. SUDAFRICANA	A. INDIANA	A. UCRAINA
SiO ₂	56,6	46,7	62,9
Al ₂ O ₃	28,8	35,9	23,2
TiO ₂	0,65	1,30	1,12
Fe ₂ O ₃	1,01	1,02	0,90
CaO	1,50	0,83	0,33
MgO	0,60	0,49	0,59
K ₂ O	2,21	0,92	2,23
Na ₂ O	1,24	0,66	1,90
P.F.	7,3	12,4	6,8
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1,96	1,30	2,71
K ₂ O+Na ₂ O	3,45	1,58	4,13
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	1,66	2,32	2,02



Analisi mineralogica semiquantitativa

Campione TQ

Fasi mineralogiche	A. SUDAFRICANA	A. INDIANA	A. UCRAINA
Quarzo	13	< 1	28
Caolinite	27	89	33
Illite-Muscovite	25	10	34
Pirofillite	14	-	-
Anortite	16	-	-
K-feld	5	-	5

Risultati comparativi effettuati sulla frazione tal quale delle argille utilizzate per la prova impasti

Caratterizzazione tecnologica argille

CARATTERISTICHE M.P. TQ			
PARAMETRI	A. SUDAFRICANA	A. INDIANA	A. UCRAINA
Superficie specifica	76,4 mq/g	57,6 mq/g	118,8 mq/g
Carbonati totali	0,7 %	0,9 %	<0,5 %
Perdita al fuoco (1060 °C)	7,24 %	12,3 %	6,75 %
Particelle > 0,063 mm	16,5 %	5,0 %	4,3 %

CARATTERISTICHE DEL SEMILAVORATO			
PARAMETRI	A. SUDAFRICANA	A. INDIANA	A. UCRAINA
Acqua di macinazione	45 %	45 %	45 %
Densità barbotina	1,527 gr/cm ³	1,514 gr/cm ³	1,525 gr/cm ³
Viscosità a deflusso (foro 4 mm)	28 sec	29 sec	25 sec
Resistenza a flessione in verde	16 kg/cm ²	8,5 kg/cm ²	14 kg/cm ²
Resistenza a flessione in secco	44 kg/cm ²	16 kg/cm ²	46 kg/cm ²

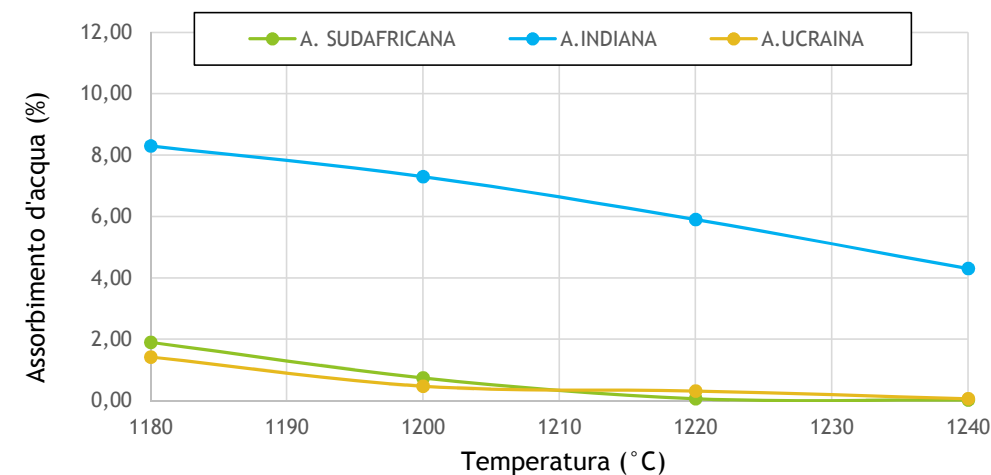
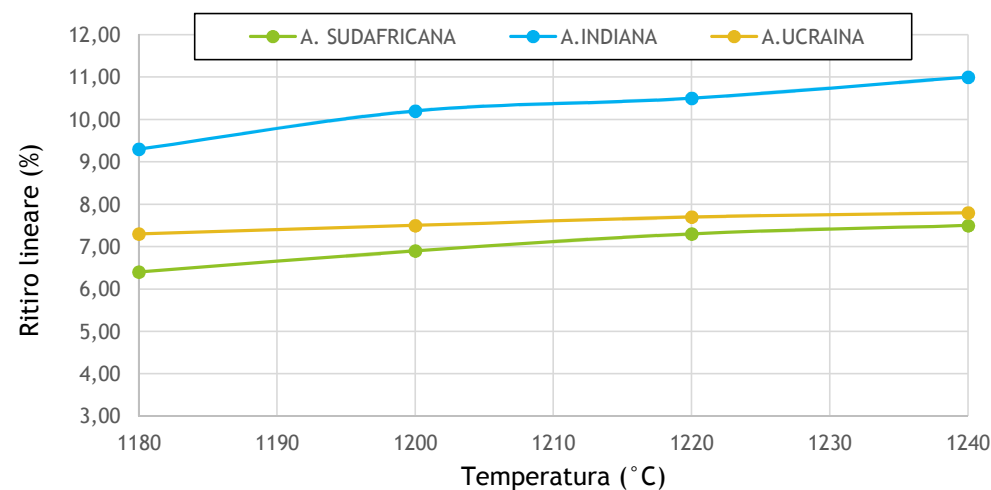
Caratterizzazione tecnologica argille

Forno tipo: Rulli elettrico		Ciclo: 50 minuti (permanenza max temperatura 5 min)			
ARGILLA SUDAFRICANA					
Temp. Cottura / BR	°C	1180/1082	1200/1105	1220/1128	1240/1147
Variazione dimensionale	%	-6,4	-6,9	-7,3	-7,4
Assorbimento d'acqua	%	1,90	0,74	0,14	0,02
Resistenza a flessione	kg/cm ²	530	550	565	570
Densità apparente	gr/cm ³	2,09	2,11	2,19	2,32
Indice di piroplasticità	10 ⁻⁵ cm ⁻¹	2,0	2,2	2,4	2,6
Grado di bianco	L*	77,4	75,8	72,9	71,3
ARGILLA INDIANA					
Temp. Cottura / BR	°C	1180/1082	1200/1105	1220/1128	1240/1147
Variazione dimensionale	%	-9,3	-10,2	-10,5	-11,0
Assorbimento d'acqua	%	8,3	7,3	5,9	4,3
Resistenza a flessione	kg/cm ²	175	185	195	215
Densità apparente	gr/cm ³	1,89	1,96	2,08	2,30
Indice di piroplasticità	10 ⁻⁵ cm ⁻¹	0,7	0,9	1,2	1,4
Grado di bianco	L*	88,2	87,4	84,3	83,1
ARGILLA UCRAINA					
Temp. Cottura / BR	°C	1180/1082	1200/1105	1220/1128	1240/1147
Variazione dimensionale	%	-7,3	-7,5	-7,7	-7,8
Assorbimento d'acqua	%	1,42	0,47	0,31	0,06
Resistenza a flessione	kg/cm ²	440	460	490	505
Densità apparente	gr/cm ³	2,35	2,38	2,41	2,44
Indice di piroplasticità	10 ⁻⁵ cm ⁻¹	1,2	1,5	1,7	1,9
Grado di bianco	L*	76,9	75,8	73,6	72,9

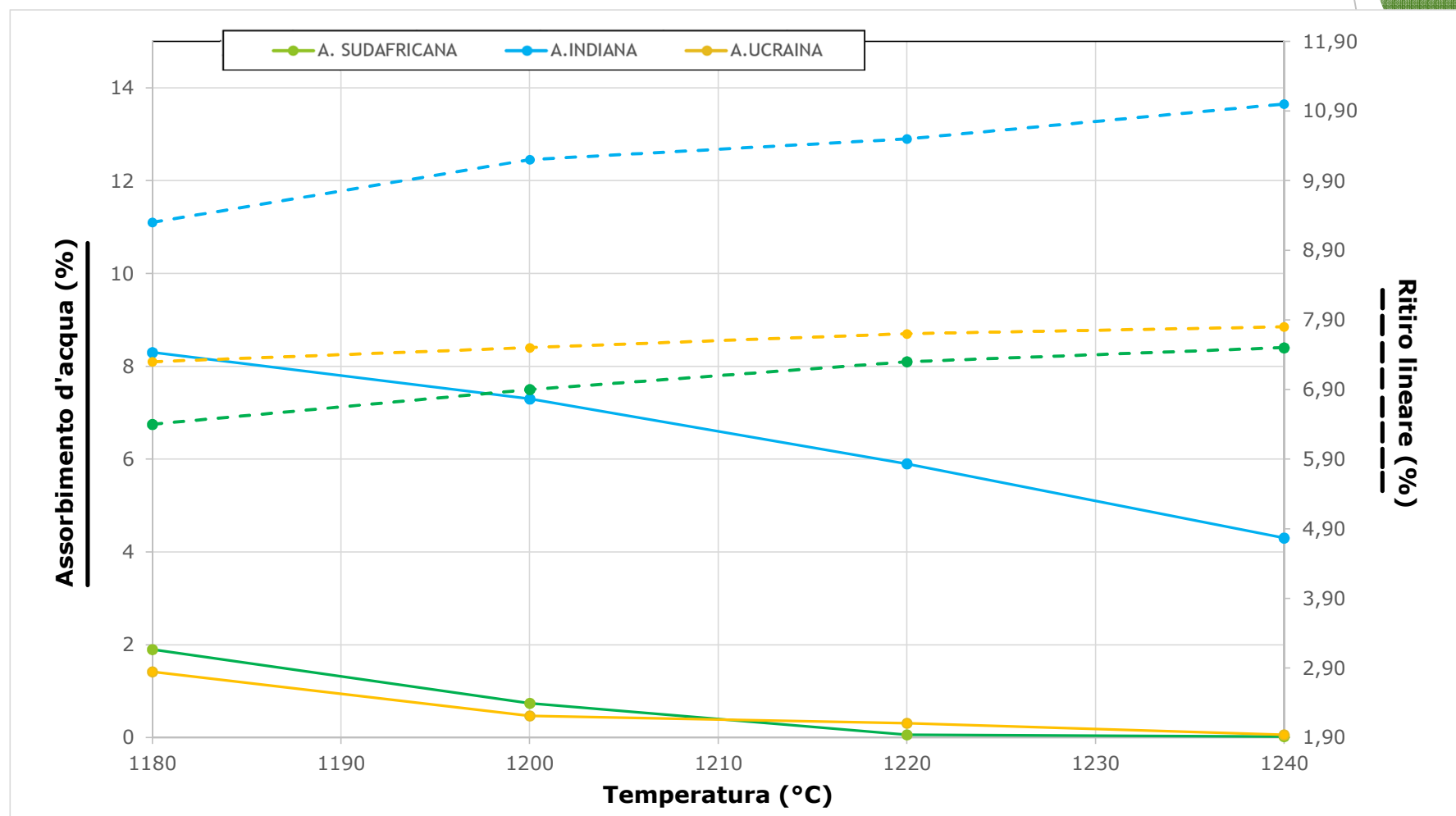
$$PI = \frac{4h^2S}{3L^4}$$

where h is the thickness of the body, S is the maximum deflection, and L is the distance between the refractory supports,

Lisandra R. dos Santos Conservaa et al. 2016. Pyroplastic deformation of porcelain stoneware tiles: Wet vs. dry processing, Journal of the European Ceramic Society 37 (2017) 333-342



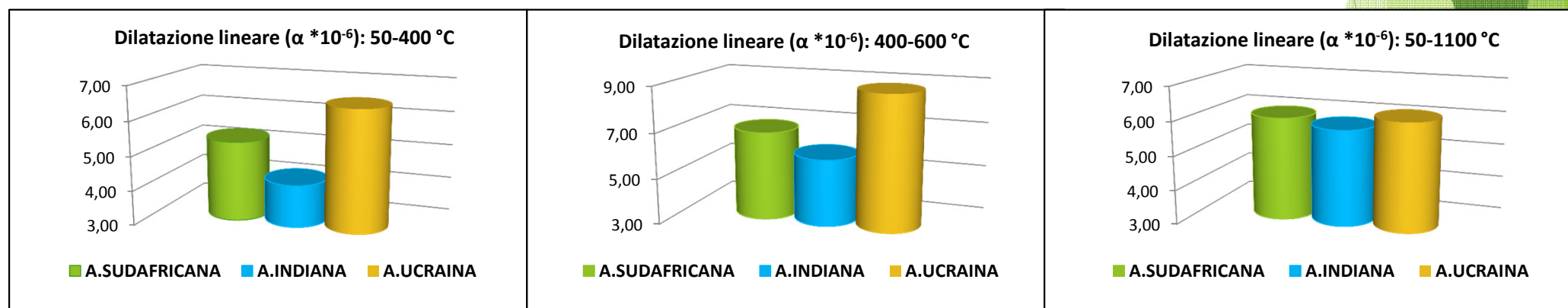
Curve di greificazione



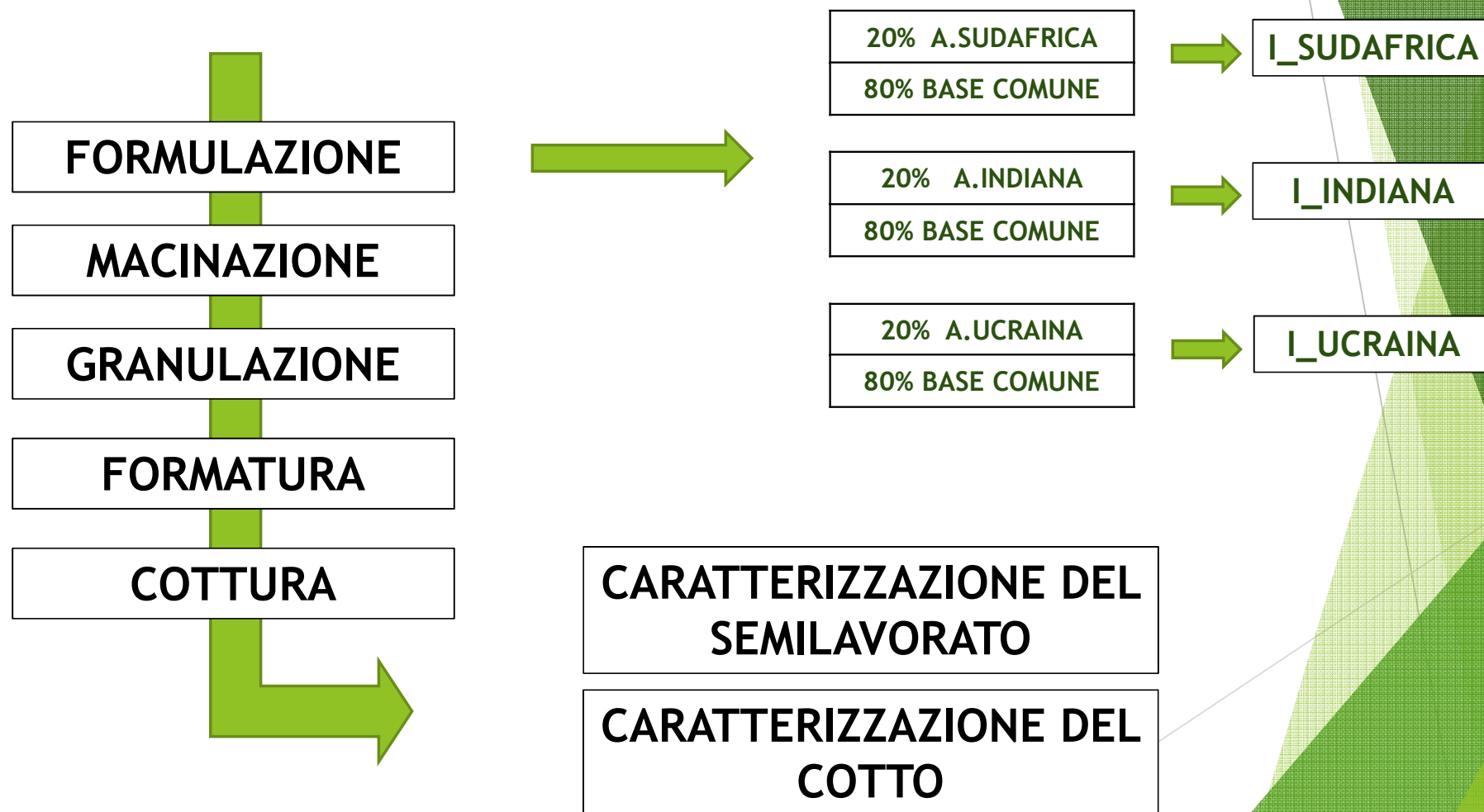
Analisi coefficienti di dilatazione argille

Campioni analizzati alla temperatura di massima greificazione (1.240 °C)

Range (min)	Range (max)	U.M.	A. SUDAFRICANA – 1240°C	A. INDIANA – 1240°C	A. UCRAINA – 1240°C
50.0 °C	400.0 °C	$\alpha \cdot 10^{-6}$	5,32	4,22	6,51
400.0 °C	600.0 °C	$\alpha \cdot 10^{-6}$	6,88	5,92	8,90
50.0 °C	1100.0 °C	$\alpha \cdot 10^{-6}$	6,01	5,80	6,16



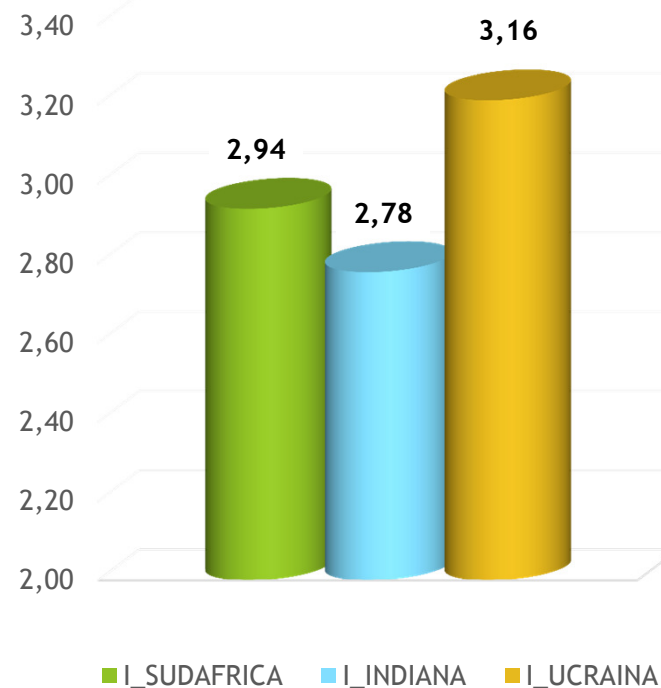
Simulazione del ciclo produttivo industriale a scala di laboratorio



Analisi chimica impasti

Ossidi	I_SUDAFRICA	I_INDIANA	I_UCRAINA
SiO ₂	65,2	63,6	66,5
Al ₂ O ₃	22,2	22,9	21,0
TiO ₂	0,63	0,72	0,69
Fe ₂ O ₃	0,64	0,64	0,69
CaO	1,85	1,48	1,34
MgO	0,71	0,77	0,74
K ₂ O	1,36	1,01	1,39
Na ₂ O	3,55	3,48	3,79
P.F.	3,71	5,16	3,67
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	2,94	2,78	3,16
K ₂ O+Na ₂ O	4,91	4,49	5,18
Fe ₂ O ₃ +TiO ₂	1,27	1,36	1,38

Rapporto SiO₂/Al₂O₃

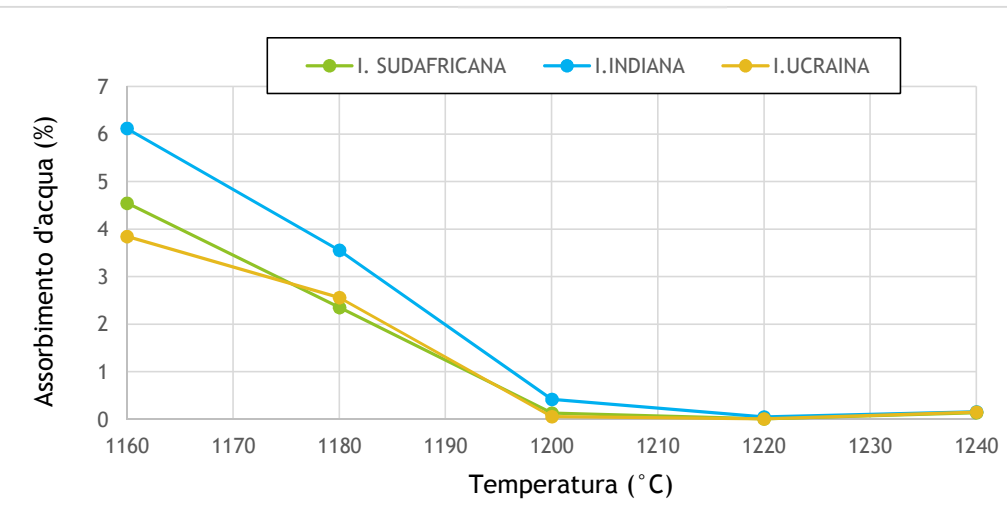
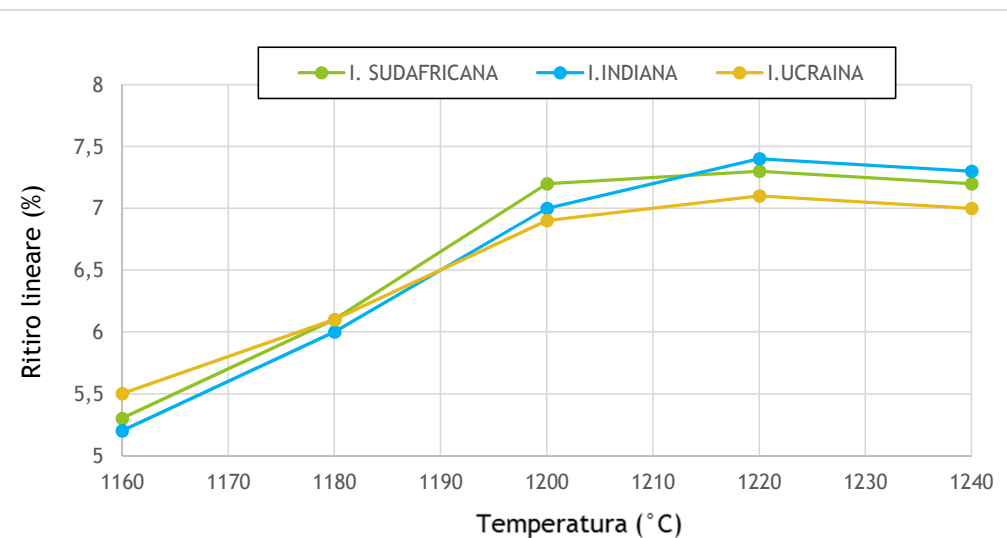


Caratterizzazione impasti crudi

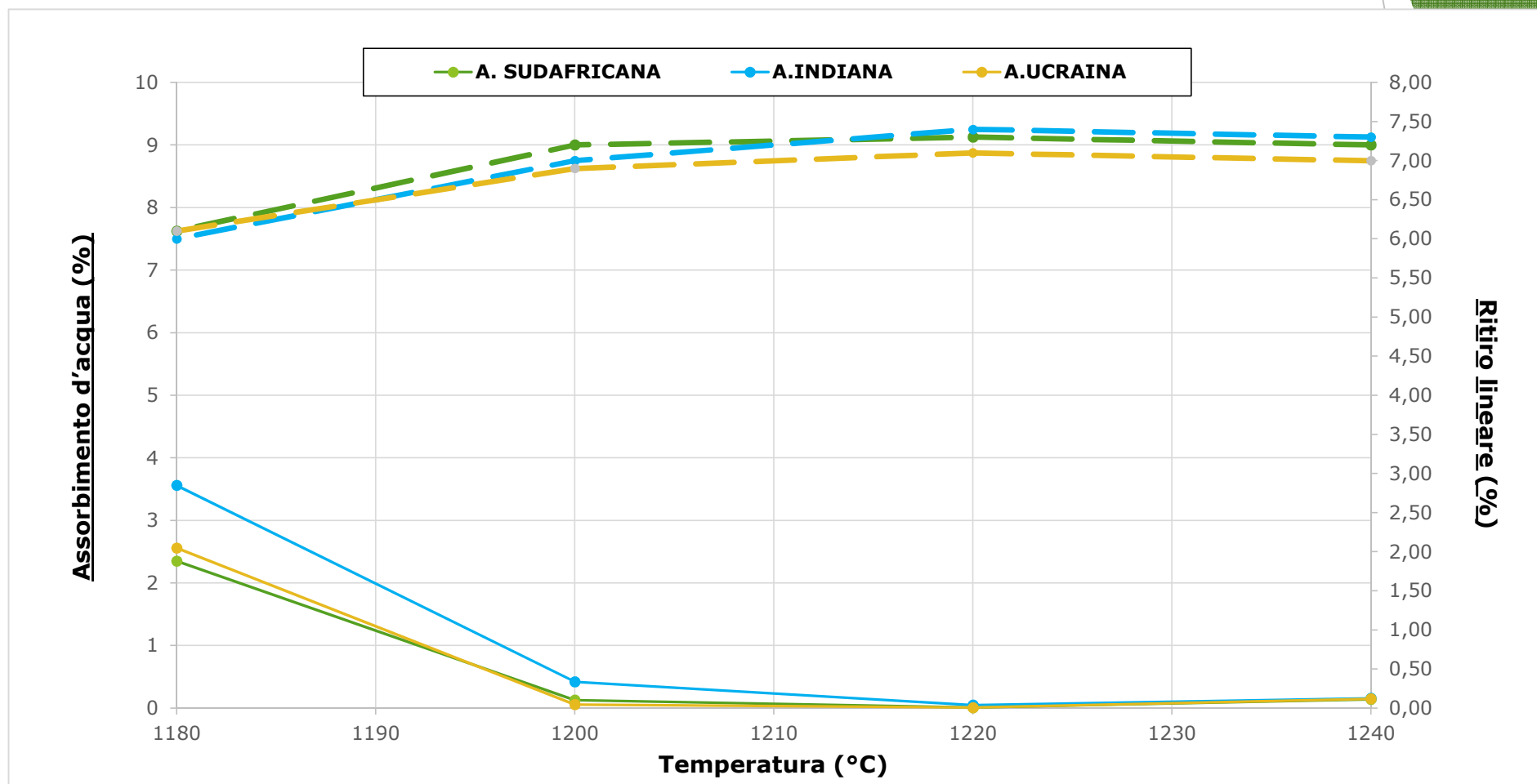
CARATTERISTICHE DEL SEMILAVORATO			
PARAMETRI	I_SUDAFRICA	I_INDIANA	I_UCRAINA
Acqua di macinazione	38 %	38 %	38 %
Densità barbottina	1,635 gr/cm ³	1,626 gr/cm ³	1,628 gr/cm ³
Residuo a 63 mm	1,3 %	1,1 %	1,1 %
Viscosità Ford (foro 4 mm)	15 sec	13 sec	14 sec
Superficie specifica	34,9 mq/g	32,1 mq/g	36,3 mq/g
Resistenza a flessione in verde	13 kg/cm ²	11 kg/cm ²	14 kg/cm ²
Resistenza a flessione in secco	21 kg/cm ²	18 kg/cm ²	22 kg/cm ²

IMP. SUDAFRICANA						
Forno tipo: Rulli elettrico		Ciclo: 50 minuti (permanenza max temperatura 5 min)				
Temp. Cottura / BR	°C	1160/1065	1180/1082	1200/1105	1220/1128	1240/1147
Variazione dimensionale	%	-5,3	-6,1	-7,2	-7,3	-7,2
Assorbimento d'acqua	%	4,55	2,35	0,13	0,01	0,14
Densità apparente	gr/cm ³	2,06	2,10	2,25	2,36	2,29
Resistenza a flessione	kg/cm ²	380	415	485	520	490
Indice di piroplasticità	10 ⁻⁵ cm ⁻¹	1,1	1,7	3,0	3,6	4,8
Grado di bianco	L*	79,1	78,3	75,8	75,0	74,3
IMP. UCRAINA						
Temp. Cottura / BR	°C	1160/1065	1180/1082	1200/1105	1220/1128	1240/1147
Variazione dimensionale	%	-5,5	-6,1	-6,9	-7,1	-7,0
Assorbimento d'acqua	%	3,85	2,56	0,06	0,01	0,15
Densità apparente	gr/cm ³	2,09	2,12	2,29	2,37	2,31
Resistenza a flessione	kg/cm ²	395	420	490	515	490
Indice di piroplasticità	10 ⁻⁵ cm ⁻¹	1,1	1,7	3,6	4,4	> 6
Grado di bianco	L*	78,5	76,4	75,3	74,6	74,1
IMP. INDIANA						
Temp. Cottura / BR	°C	1160/1065	1180/1082	1200/1105	1220/1128	1240/1147
Variazione dimensionale	%	-5,2	-6,0	-7,0	-7,4	-7,3
Assorbimento d'acqua	%	6,12	3,56	0,42	0,05	0,16
Densità apparente	gr/cm ³	2,01	2,09	2,18	2,31	2,22
Resistenza a flessione	kg/cm ²	340	410	460	490	475
Indice di piroplasticità	10 ⁻⁵ cm ⁻¹	0,9	1,3	2,3	3,2	4,1
Grado di bianco	L*	80,6	79,8	76,5	76,6	76,0

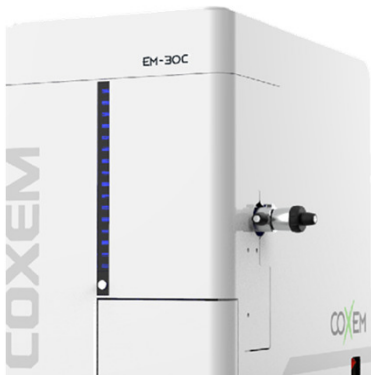
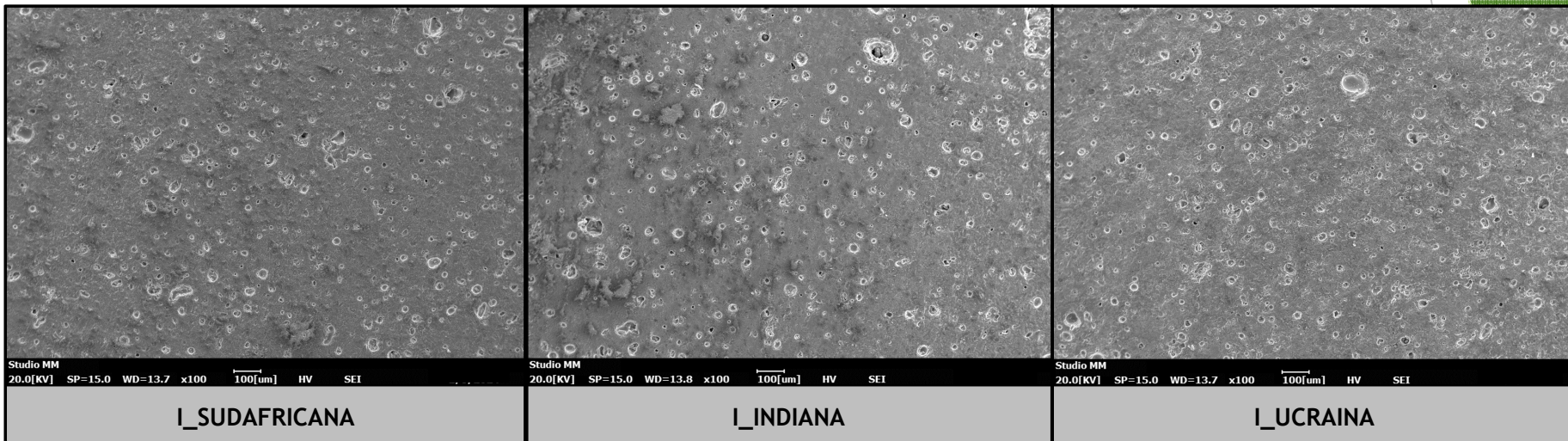
Caratterizzazione tecnologica impasti cotti



Caratterizzazione tecnologica impasti cotti



Analisi al microscopio elettronico



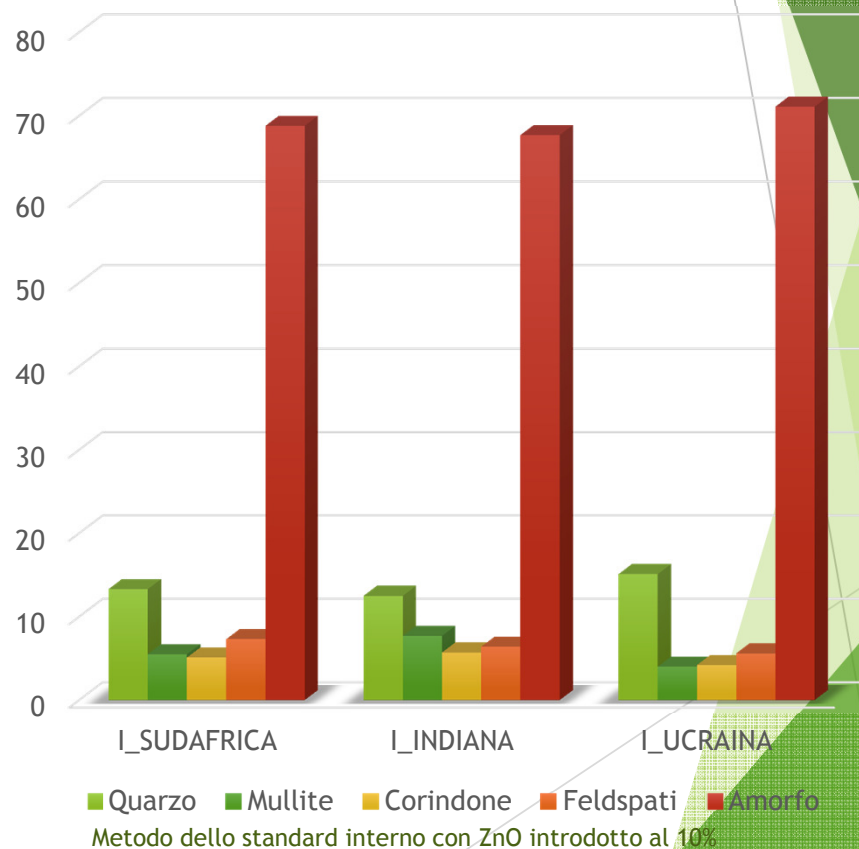
Distribuzione omogenea della porosità con pori tendenzialmente sferici

Analisi condotte su provini cotti a 1.220 °C

Analisi mineralogica impasti cotti

Campioni analizzati alla temperatura di massima greificazione (1.220 °C)

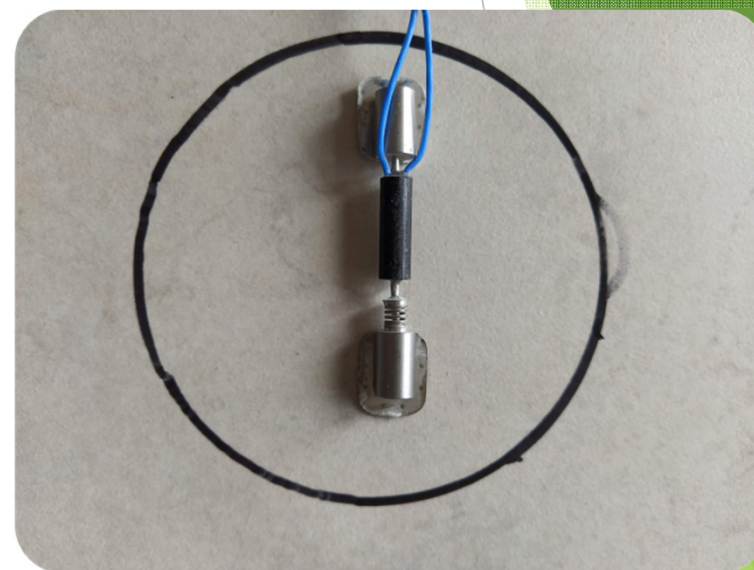
Fasi mineralogiche	I_SUDAFRICA 1.220 °C	I_INDIANA 1.220 °C	I_UCRAINA 1.220 °C
Quarzo	13,3	12,5	15,1
Mullite	5,5	7,7	4,0
Corindone	5,1	5,7	4,2
Feldspati	7,3	6,4	5,6
Fase vetrosa	68,8	67,7	71,1



Determinazione del tensionamento residuale

Metodo sviluppato internamente presso R&D Center di Studio MM, si basa sulla misurazione delle variazioni dimensionali di provini di laboratorio 25 x 25 cm sottoposti a cicli di raffreddamento lenti e rapidi

	I_Sudafricana	I_Indiana	I_Ucraina
Raffreddamento lento	0,023	0,021	0,025
Raffreddamento rapido	0,054	0,047	0,069
Indice di tensionamento	2,34	2,23	2,76



Conclusioni

- Argilla bianca per porcellanato tecnico, caratterizzata da proprietà fisico chimiche di eccellenza
- Valori di plasticità elevata nonostante un valore di blu non altissimo
- Ottima fusibilità nonostante l'elevato tenore di allumina
- Basso contenuto in quarzo che permette di mantenere coefficienti di dilatazione molto contenuti
- Alto tenore di allumina e ridotta formazione di fasi vetrose in cottura permettono la riduzione delle tensioni residuali sul prodotto finito





Studio MM S.r.l.
Consulenza materie prime - Prove materiali
di Michele Mazzoni

*Studio MM S.r.l., Via
Pedemontana 40/S - 43029
Mamiano di Traversetolo (PR)*



*GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!!*

Relatori: Michele Mazzoni
Daniele Buonamico

mmazzoni@studio-mm.it
+0039 349 2667648



**RETE ALTA TECNOLOGIA
EMILIA - ROMAGNA
HIGH TECHNOLOGY NETWORK**

