

ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E
DEI MATERIALI

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA CIVILE

TESI DI LAUREA

in

Teoria delle Strutture

**Assorbimento dell'acqua nel bambù strutturale: prove
sperimentali e modellazione**

CANDIDATO:

Giovanni Zamboni

RELATRICE:

Prof.ssa Luisa Molari

CORRELATORI:

Prof. Mirko Maraldi

Dott.ssa Silvia Greco

Anno Accademico 2019/2020

Sessione I

Abstract

I cambiamenti climatici in atto spingono sempre più verso l'utilizzo di materiali sostenibili, soprattutto in un settore che fortemente contribuisce alla spesa energetica e alle emissioni di gas come quello delle costruzioni. I materiali naturali possono certamente essere una risposta alla problematica. I vantaggi offerti dalla "bioedilizia" sono molteplici: riduzione degli sprechi di energia, delle emissioni di CO₂, riduzione dei costi operativi e di costruzione, minore impatto ambientale, maggiore protezione dell'ecosistema, etc.

In particolare, il materiale naturale studiato in questa tesi è il bambù, che ha importanti caratteristiche di rinnovabilità dovute alla sua velocità di crescita.

I materiali naturali hanno però il problema della risposta alle azioni ambientali, che si annoverano tra le varie cause di possibile degrado.

In questa tesi si vuole iniziare a studiare il comportamento del bambù a contatto con l'acqua.

La prima parte della tesi è dedicata a test in laboratorio. Si è svolta infatti una campagna sperimentale con due diverse specie di bambù strutturale italiano, *Edulis* e *Iridescens*, per osservare la loro risposta al contatto con l'acqua.

Sono stati svolti dei test di immersione totale e parziale, su campioni aperti e chiusi a nodo chiuso, per un totale di otto tipologie di prova. Per ogni campione, al termine di ciascuna immersione, sono state misurate massa e dimensioni. I principali risultati sono stati quindi il tracciamento dell'andamento delle masse, delle velocità e modalità di assorbimento, lo studio delle deformazioni e dei cambiamenti di forma. Le prove hanno mostrato la differenza di assorbimento del bambù fra parte interna e parte esterna dovute alla sua microstruttura.

La seconda parte della tesi è stata incentrata sulla modellazione delle prove di laboratorio.

In particolare, si sono modellati due provini della specie *Edulis*, uno aperto e uno chiuso a nodo chiuso, entrambi immersi totalmente. La modellazione è stata affrontata con un'analisi diffusiva e una successiva elastica, allo scopo di riprodurre, qualitativamente, la mappa delle concentrazioni nei campioni e le deformazioni. Si è utilizzato il software *Straus7*. I risultati ottenuti mostrano caratteristiche simili a quelle riscontrate nelle prove in Laboratorio.

Indice

Indice	5
1 INTRODUZIONE	1
1.1 Il bambù come materiale alternativo da costruzione	1
1.2 Struttura e comportamento igroscopico del bambù	2
2 TEST SPERIMENTALI	4
2.1 Materiali e metodi	4
2.1.1 Digital Image Correlation	8
2.2 Test di assorbimento	10
2.2.1 Test sui campioni totalmente immersi	10
2.2.1.1 Osservazioni dopo le immersioni	10
2.2.2 Test sui campioni parzialmente immersi	24
2.2.2.1 Osservazioni dopo le immersioni	25
2.2.3 Sintesi dei risultati	38
2.2.3.1 Masse	38
2.2.3.2 Dimensioni	40
2.3 Test di assorbimento con DIC	48
2.3.1 Test con DIC	48
2.3.1.1 Osservazioni dopo il test con DIC	49
2.3.1.1.1 Campione IRI2A	49
2.3.1.1.2 Campione IRI4A	50
3 MODELLAZIONE	54
3.1 Equazioni governanti	54
3.2 Analisi transient heat	56
3.2.1 Campione EDU11A (1)	60
3.2.2 Campione EDU11A (11)	61
3.3 Non linear transient dynamic analysis	62
3.3.1 Campione EDU11A (1)	63
3.3.2 Campione EDU11A (11)	66
4 CONCLUSIONI	67
5 APPENDICI	68
5.1 Appendice A	68
5.1.1 Prima immersione	68
5.1.2 Seconda immersione	71
5.1.3 Terza immersione	73
5.1.4 Quarta immersione	77

5.1.5 Quinta immersione	81
5.1.6 Sesta immersione	84
5.1.7 Settima immersione	88
5.1.8 Ottava immersione	91
5.1.9 Nona immersione	94
5.1.10 Decima immersione	97
5.1.11 Undicesima immersione.....	101
5.1.12 Dodicesima immersione.....	105
5.1.13 Tredicesima immersione.....	108
5.1.14 Quattordicesima immersione	111
5.1.15 Quindicesima immersione.....	115
5.1.16 Sedicesima immersione.....	118
5.1.17 Grafici delle dimensioni.....	120
5.2 Appendice B.....	125
5.2.1 Prima immersione	125
5.2.2 Seconda immersione	128
5.2.3 Terza immersione.....	131
5.2.4 Quarta immersione	133
5.2.5 Quinta immersione	136
5.2.6 Sesta immersione	139
5.2.7 Settima immersione	142
5.2.8 Ottava immersione	145
5.2.9 Nona immersione	147
5.2.10 Decima immersione	150
5.2.11 Grafici delle dimensioni.....	152
Bibliografia.....	157
Ringraziamenti.....	158

1 INTRODUZIONE

1.1 Il bambù come materiale alternativo da costruzione

La crisi ambientale che affligge il pianeta, causata – tra gli altri – dalla devastazione delle foreste tropicali e dal surriscaldamento globale, impone l'introduzione di pratiche sostenibili in tutte le attività umane. I materiali convenzionali da costruzione, come acciaio e calcestruzzo armato, sono eccellenti dal punto di vista meccanico, ma la loro produzione è estremamente onerosa in termini energetici. Per questo motivo, è necessaria l'introduzione di materiali da costruzione eco-sostenibili. Tra questi, oltre al legno, spicca il bambù.

Il bambù è in grado di sostituire i materiali tradizionali in numerose applicazioni, grazie soprattutto alla sua ottima resistenza assiale. È una pianta che cresce rapidamente, che può essere impiegata nelle costruzioni già a 4-6 anni d'età. Ad esempio, si stima che un ettaro di bambù della specie *Guadua* possa produrre 50 m³ di materiale utile per anno, al contrario dai 2.3-10 m³ di legno ricavabili da un bosco.

Ad oggi, in molti paesi, il bambù non è ancora considerato un materiale utile a fini strutturali. Inoltre, nei paesi in cui questo è diffuso, è comunque considerato da molti come un materiale di qualità secondaria, adatto solamente ad applicazioni temporarie. Ciò è dovuto, in parte, a pratiche inadeguate nel corso della lavorazione, della costruzione e della manutenzione. Sebbene siano stati compiuti passi in avanti, restano molti nodi da sciogliere affinché il bambù possa essere pienamente considerato come materiale ingegnerizzato (Molari_L. & Garcia_J., 2020).

Il bambù è un materiale a classificazione funzionale e fortemente ortotropo. I culmi sono tubi cilindrici rinforzati con diagrammi trasversali, posizionati a distanze variabili nella lunghezza. Sono a classificazione funzionale e assialmente rinforzati con fibre di cellulosa. Pertanto, il materiale possiede eccellenti proprietà meccaniche nella direzione assiale del culmo, ma è suscettibile a rottura longitudinale sul piano delle fibre. Tale modalità di rottura diventa critica nelle zone in cui sono concentrate tensioni come, ad esempio, nei fori usati per i collegamenti tradizionali. Pertanto, gli elementi in bambù strutturale, solitamente, vanno in crisi a causa di rottura longitudinale, a livelli di sforzo assiale minori della resistenza anche fino a un ordine di grandezza. La

rottura longitudinale è stata attribuita alla bassa resistenza a trazione circonferenziale (Molari_L. & Garcia_J., 2020).

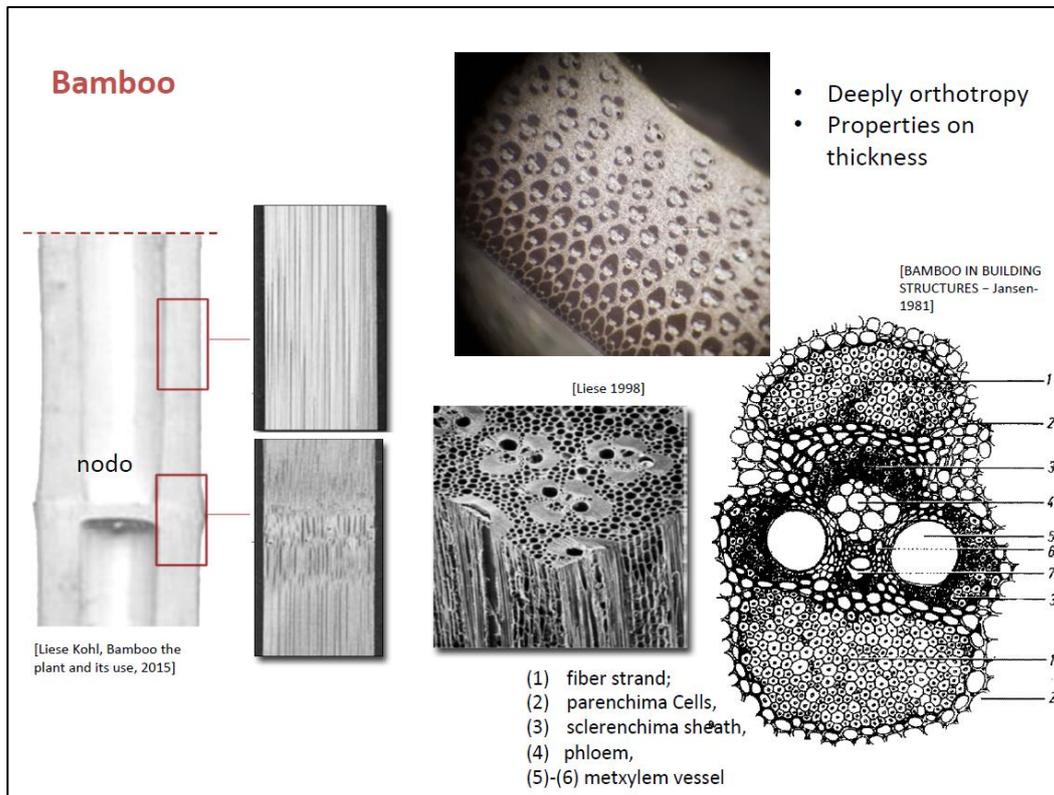


Figura 1 - Microstruttura del bambù

1.2 Struttura e comportamento igroscopico del bambù

L'assorbimento è una caratteristica fondamentale del bambù. Le componenti principali del materiale sono la matrice e le fibre. Le fibre sono gli elementi che conferiscono resistenza, la matrice ha una struttura porosa. Le fibre sono molto più fitte sul lato esterno, lungo la direzione radiale. Il lato interno, invece, è perlopiù occupato dalla matrice.

Tale differenza di distribuzione causa differenze tra i due lati, in termini di caratteristiche meccaniche e di assorbimento: è per questo motivo che la parte interna tende, fino alla sua saturazione, ad assorbire più della parte esterna. Nello svolgimento di test sulla specie *Edulis*, è stata misurata la capacità assorbente del bambù in vari formati: bambù in polvere, in blocchi, cellule di parenchima e fibre chimicamente demolite. La maggior capacità igroscopica è stata mostrata dalle cellule di parenchima, seguite dalle fibre, dalla polvere e dai blocchi (Jiang et al. 2000 and Jiang et al. 2006a). Ohmae e Nakato (2009) hanno studiato le proprietà d'assorbimento di umidità del bambù *Edulis* in direzione longitudinale,

utilizzando una soluzione satura. Wang (2010) ha confrontato le capacità di assorbimento del bambù in blocchi, in fibre, della materia lignina e delle emicellulose. Il maggior risultato è stata la dimostrazione che la capacità igroscopica dell'emicellulosa è molto maggiore di quella della materia lignina, allo stesso livello di umidità relativa. La capacità igroscopica della fibra di bambù è invece maggiore di quella del bambù in blocchi (Huang_P., 2017).

Il contenuto d'umidità del bambù influenza le sue proprietà meccaniche. In generale, aumentando il contenuto di umidità, il modulo elastico e le resistenze a compressione e a trazione si riducono e viceversa. Al crescere del contenuto di umidità, inoltre, la curva sforzo-deformazione del materiale tende ad appiattirsi (Azadeh_A., 2018).

L'incremento del peso del bambù immerso diminuisce nel tempo, fino a stabilizzarsi. Il tempo dipende, oltre che dalla specie, da altri fattori. Ad esempio, i test condotti da Azadeh *et al.* (2018) mostrano come la velocità d'assorbimento dipenda anche dal trattamento termico subito dal bambù. In genere, la velocità di assorbimento nei campioni di bambù, comunque trattati a diverse temperature, diminuisce dopo poche ore. Un trattamento termico più intenso e più duraturo fa sì che la velocità d'assorbimento diminuisca meno rapidamente (Azadeh_A., 2018).

La quantità d'acqua assorbita dal bambù durante i test in immersione è massima nelle prime ore e diminuisce con il progredire del test.

2 TEST SPERIMENTALI

2.1 Materiali e metodi

Si vuole studiare il comportamento di due specie di bambù, in termini di assorbimento e deformazione, in seguito a immersioni in acqua. In totale, sono stati intagliati 40 campioni, a forma di anello, aperti e chiusi a nodo chiuso. I campioni provengono da 3 diverse canne (EDU11A, IRI1B e IRI4B).

Nello specifico, i campioni vengono suddivisi in:

- 10 campioni aperti della specie *Edulis* (campioni EDU11A);
- 10 campioni chiusi a nodo chiuso della specie *Edulis* (campioni EDU11A);
- 10 campioni aperti della specie *Iridescens* (campioni IRI1B);
- 10 campioni chiusi a nodo chiuso della specie *Iridescens* (campioni IRI4B).

E successivamente numerati. Si è inoltre valutato il contenuto iniziale di umidità per i campioni EDU11A e IRI4B, mediante il test mostrato nella norma **BS ISO 22157-2019**, ottenendo, rispettivamente, livelli d'umidità iniziale pari a 6,84% e 7,06%.

Venti campioni (5 per ogni tipologia di quelle sopra elencate, cioè 5 aperti e 5 chiusi per entrambe le specie) vengono immersi totalmente in una vasca contenente acqua distillata. A intervalli regolari di tempo, si osservano i loro cambiamenti in termini di massa e dimensioni.

I restanti sedici campioni vengono immersi in un'altra vasca solo parzialmente, in modo che le loro facce superiori non siano a contatto diretto con l'acqua.

L'intera prova è stata svolta in ambiente a temperatura e umidità relativa controllate.

Si riportano le immagini e le informazioni relative ai campioni prima dell'inizio.

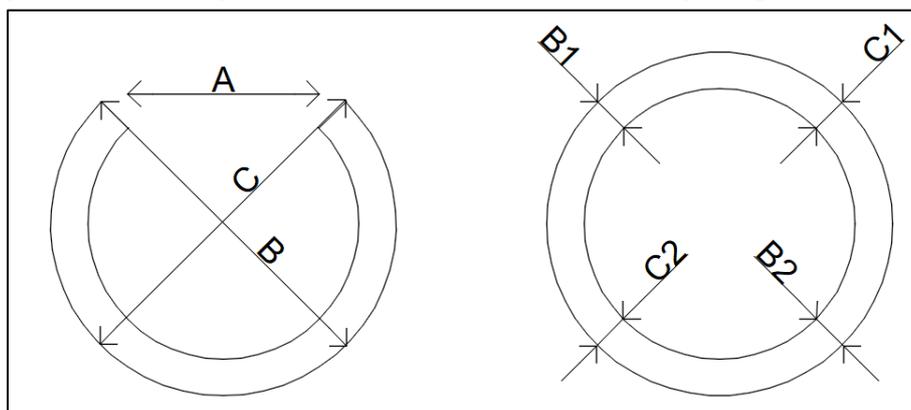


Figura 2 - Denominazione delle misure dei campioni



Figura 3 - Misurazione del diametro di un provino

	CAMPIONE	PESO (g)		CAMPIONE	PESO (g)
APERTI	EDU11A(1)	17,23	APERTI	IRI1B(1)	19,46
	EDU11A(2)	17,191		IRI1B(2)	17,757
	EDU11A(3)	18,405		IRI1B(3)	18,609
	EDU11A(4)	16,639		IRI1B(4)	18,933
	EDU11A(5)	16,943		IRI1B(5)	19,854
	EDU11A(6)	17,684		IRI1B(6)	18,354
	EDU11A(7)	18,291		IRI1B(7)	18,067
	EDU11A(8)	16,404		IRI1B(8)	20,51
	EDU11A(9)	16,773		IRI1B(9)	21,858
		EDU11A(10)		17,392	
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	17,579	CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	16,47
	EDU11A(12)	18,02		IRI4B(2)	15,251
	EDU11A(13)	18,712		IRI4B(3)	16,059
	EDU11A(14)	18,557		IRI4B(4)	16,109
	EDU11A(15)	17,982		IRI4B(5)	15,745
	EDU11A(16)	17,299		IRI4B(6)	16,216
	EDU11A(17)	18,649		IRI4B(7)	17,027
	EDU11A(18)	18,157		IRI4B(8)	16,029
	EDU11A(19)	18,567		IRI4B(9)	15,228
		EDU11A(20)		17,989	

Figura 4 - Masse dei campioni prima dell'inizio del test. I campioni evidenziati in blu sono quelli utilizzati nel test con DIC, la loro massa è comprensiva della mano di vernice

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	14,37	67,33	5,62	5,29	66,94	5,88	5,64
	EDU11A(2)	16,77	72,23	10,39	10,94	71,77	10,83	10,91
	EDU11A(3)	16,22	70,6	10,4	10,69	72,84	10,76	11,09
	EDU11A(4)	13,61	66,92	5,71	5,66	66,42	5,15	5,68
	EDU11A(5)	18,33	72,22	10,4	10,63	71,21	10,55	10,44
	EDU11A(6)	12,75	68,19	5,76	5,51	67,24	5,25	5,44
	EDU11A(7)	12,97	68,18	10,69	10,4	71,65	10,62	10,99
	EDU11A(8)	11,95	67,47	5,86	5,56	66,78	5,29	5,53
	EDU11A(9)	13,53	68,28	5,43	5,6	68,35	6	5,72
	EDU11A(10)	12,09	66,91	5,44	5,37	60,77	5,77	5,76
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	65,08	5,59	5,56	62,88	5,96	5,92
	EDU11A(12)	-	61,18	5,77	5,93	62,37	5,5	5,67
	EDU11A(13)	-	62,84	5,7	5,63	65,74	5,9	6,24
	EDU11A(14)	-	63,32	5,62	5,41	65,12	5,97	5,75
	EDU11A(15)	-	64,78	6,18	5,8	63,22	5,56	5,75
	EDU11A(16)	-	65,15	5,55	5,61	62,83	5,93	5,88
	EDU11A(17)	-	62,59	5,8	5,53	66,37	5,98	5,74
	EDU11A(18)	-	62,88	5,99	5,77	65,44	5,49	5,58
	EDU11A(19)	-	63,62	6	6,21	63,74	5,99	5,56
	EDU11A(20)	-	63,83	6,11	5,95	63,9	5,41	5,67
APERTI	IRI1B(1)	14,45	65,3	7,45	7,75	66,26	7,86	7,67
	IRI1B(2)	15,96	66,82	6,93	7,16	66,38	7,12	6,73
	IRI1B(3)	13,63	65,4	7,54	7,73	67,66	8,07	7,66
	IRI1B(4)	14,17	66,22	8,02	7,78	66,27	8	7,97
	IRI1B(5)	14,04	65,64	7,71	7,47	66,77	7,79	7,8
	IRI1B(6)	16,47	66,89	7,04	7,05	68,16	7,12	7,1
	IRI1B(7)	14,84	65,33	7,7	7,63	67,53	8,04	7,45
	IRI1B(8)	14,29	65,21	7,5	7,65	66,84	8,02	7,64
	IRI1B(9)	14,32	66,79	7,83	7,93	69,25	8,25	7,93
	IRI1B(10)	13,78	65,41	7,72	7,79	67,71	8,08	7,71
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	52,83	6,31	6,09	54,76	6,44	6,56
	IRI4B(2)	-	52,89	6,41	5,99	54,55	6,48	6,83
	IRI4B(3)	-	54,45	6,95	6,12	53,33	6,43	6,19
	IRI4B(4)	-	53,16	6,67	6,22	55,28	6,59	6,44
	IRI4B(5)	-	55,2	6,36	6,2	53,25	6,12	6,34
	IRI4B(6)	-	52,91	5,98	6,35	54,87	6,49	6,6
	IRI4B(7)	-	54,36	6,52	6,36	53,75	6,08	6,16
	IRI4B(8)	-	54,36	6,89	6,19	53,95	6,17	6,24
	IRI4B(9)	-	55,3	6,7	6,55	52,89	6,43	6,03
	IRI4B(10)	-	55,2	6,87	7,39	53,94	6,53	6,69

Figura 5 - Dimensioni dei campioni prima dell'inizio del test



Figura 6 - Alcuni campioni prima dell'inizio dei test



Figura 7 - Campione EDU chiuso prima dell'inizio del test



Figura 8 - Campione EDU aperto prima dell'inizio del test



Figura 9 - Campione IRI aperto prima dell'inizio del test



Figura 10 - Campione IRI chiuso prima dell'inizio del test

Al termine di ciascuna immersione, i provini sono stati estratti e asciugati (secondo una procedura standardizzata) e sono stati controllati i valori delle loro dimensioni e masse.

Le tabelle riportate nell'**appendice A** mostrano i risultati al termine di ciascuna immersione totale; le tabelle riportate nell'**appendice B** mostrano i risultati al termine delle immersioni parziali. Per ogni campione, si riportano i nuovi valori della massa e delle dimensioni, oltre alle variazioni percentuali della massa e le variazioni delle dimensioni rispetto all'immersione precedente. Sono presenti anche grafici che mostrano i valori delle masse e delle dimensioni dei campioni.

2.1.1 Digital Image Correlation

Su due campioni IRI è stato svolto un test mediante DIC (*Digital Image Correlation*), per uno studio più dettagliato. La DIC è una tecnica ottica che misura il campo di deformazione e spostamento di un oggetto. Per l'acquisizione delle immagini da processare, vengono impiegate due fotocamere; mediante confronto delle coppie di immagini digitali per diverse fasi della deformazione, il sistema riesce a misurare lo spostamento della superficie del campione e quindi costruire dei campi vettoriali di deformazione 2D e 3D. La DIC lavora

individuando dei blocchi di pixel, che devono essere distribuiti in modo casuale e avere una certa gamma di livelli di intensità e contrasto (McCormick_N. & Lord_J., 2010).

Il corretto funzionamento della DIC è garantito solo se la superficie del campione esaminato presenta un pattern:

- non ripetitivo;
- isotropo;
- con un alto livello di contrasto

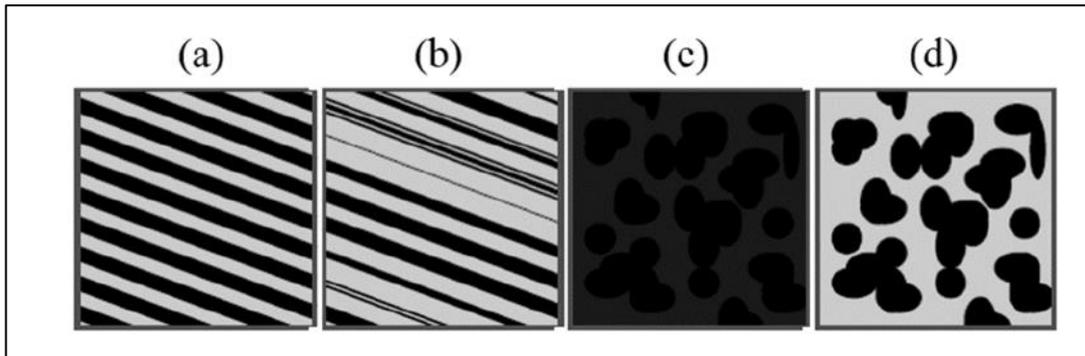


Figura 11 - Ppattern ripetitivo, anisotropo (a); pattern non ripetitivo, anisotropo (b); pattern non ripetitivo, isotropo, con basso contrasto (c); pattern non ripetitivo, isotropo, con alto contrasto (d) (Correlated_Solutions, 2011)

L'immagine è acquisita in gradazioni di grigio. Lo spettro di variazione per il singolo pixel va da 0 (nero) a 100 (bianco). Il software calcola lo spostamento del blocco di pixel sommando i minimi quadrati dei valori dei pixel; nel caso di deformazione 2D, si ha:

$$C(x, y, u, v) = \sum_{i,j=n/2}^{n/2} (I(x + i, y + i) - I^*(x + u + i, y + v + j))^2$$

dove

C funzione di correlazione

x, y coordinate del pixel nell'immagine di riferimento

u, v spostamenti in direzione x e y rispettivamente

n dimensioni della matrice $n \times n$ (ad esempio 9×9)

I immagine prima dello spostamento

I^* immagine dopo lo spostamento

$(x+i, y+i)$ valori del pixel alle coordinate $(x+i, y+i)$

$(x+u+i, y+v+j)$ valori del pixel alle coordinate $(x+u+i, y+v+j)$

Image before motion									Image after motion								
103	101	99	2	0	1	105	100	96	99	100	101	102	3	0	2	100	102
101	104	98	1	4	3	101	98	100	101	97	98	101	1	2	0	96	102
103	96	99	0	2	2	102	103	98	0	1	3	3	2	0	1	2	0
2	3	0	1	1	2	3	0	1	1	0	3	0	2	1	1	0	3
1	3	3	0	2	1	0	3	0	1	3	2	0	1	1	2	2	0
0	0	2	0	3	0	2	0	0	101	100	100	103	0	2	1	102	101
98	101	102	0	1	0	96	97	102	97	99	100	101	3	2	0	97	101
97	98	103	0	2	0	103	98	100	101	103	98	101	0	1	1	99	96
102	99	101	2	0	0	104	102	101	102	99	96	103	2	3	3	102	100

Figura 12 - Immagine acquisita dal software, prima del movimento (a sinistra) e dopo (a destra); ogni elemento delle matrici rappresenta un pixel (Correlated_Solutions, 2011)

2.2 Test di assorbimento

2.2.1 Test sui campioni totalmente immersi

Nel corso del test sui campioni totalmente immersi, le immersioni hanno avuto diverse durate (compatibilmente con orari e disponibilità). In totale, i campioni hanno trascorso a bagno un tempo di circa 13,3 giorni.

Gli anelli di bambù, inizialmente, vista la loro tendenza a riaffiorare, sono stati mantenuti a fondo con un peso.

2.2.2 Osservazioni dopo le immersioni

Tutti i campioni, già dopo i primi dieci minuti d'immersione, hanno mostrato un notevole aumento percentuale della massa (compreso fra il 2,2% e il 3,2%). Il campione che l'ha maggiormente aumentata è EDU11A (3), aperto. Quello che l'ha aumentata di meno è EDU11A (12), chiuso a nodo chiuso. Si è registrato un lieve generale aumento di tutte le dimensioni, in tutti i venti provini. La misura A, indicatrice dell'apertura dell'anello, è aumentata di molto nei provini EDU aperti, mentre è aumentata di poco nei provini IRI aperti.



Figura 13 - Campione EDU aperto dopo la prima immersione



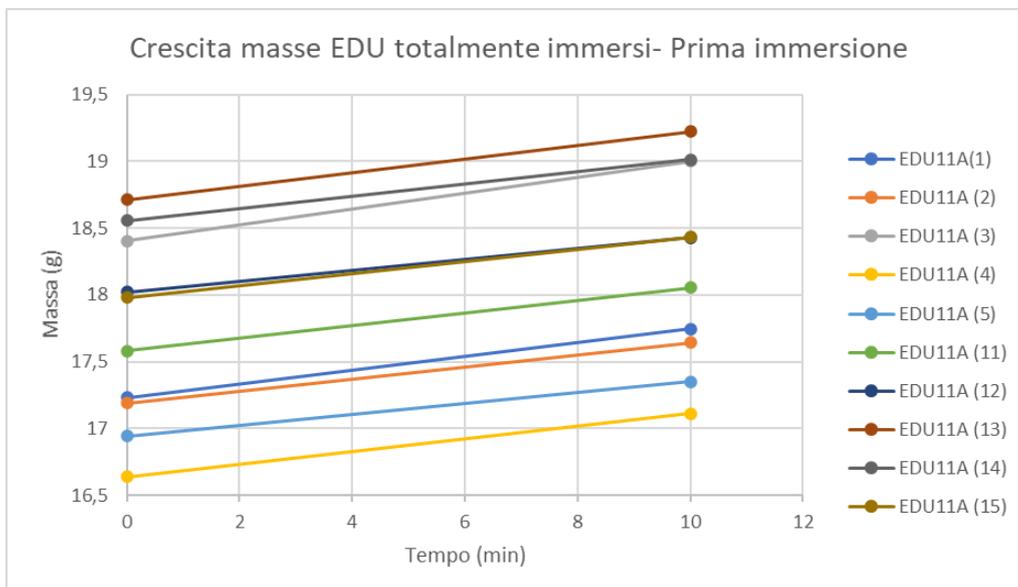
Figura 14 - Campione EDU chiuso dopo la prima immersione



Figura 15 - Campione IRI aperto dopo la prima immersione



Figura 16 - Campione IRI chiuso dopo la prima immersione



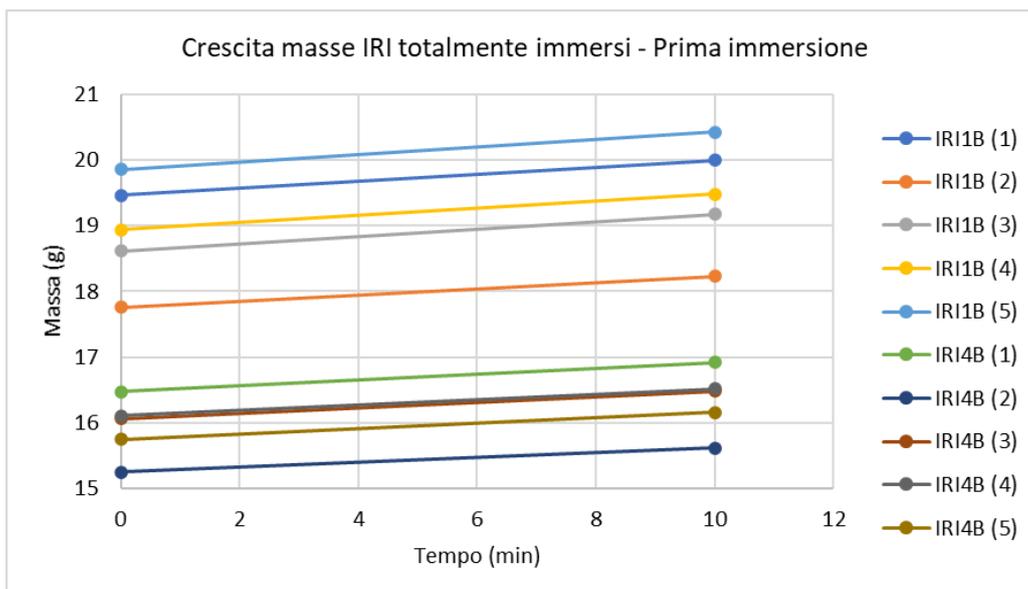


Figura 17 - Masse dei campioni nel corso della prima immersione

Dopo la seconda immersione, di 20 minuti, tutti i campioni hanno mostrato un aumento percentuale compreso, all'incirca, tra 1,4% e 2%. Il campione che ha maggiormente aumentato la sua massa è IRI1B (2), aperto; quello che l'ha aumentata di meno è EDU11A (11), chiuso.

La dimensione A ha continuato a crescere in tutti i provini EDU aperti, alcuni dei quali, dopo mezz'ora complessiva a bagno, hanno aumentato la loro apertura di oltre 5 mm. Sono lievemente aumentati i due diametri ortogonali B e C e gli spessori ortogonali.

In tutti i campioni chiusi a nodo chiuso, le misure sono lievemente aumentate, così come nei campioni IRI aperti.

Nei grafici delle masse nei complessivi 30 minuti di test, il primo tratto, rappresentativo della prima immersione, è più ripido del secondo. Ciò significa che la crescita durante la prima immersione è stata maggiore di quella durante la seconda.

La terza immersione ha avuto durata di 20 minuti. Gli aumenti percentuali delle masse sono compresi tra 0,98% e 1,8%. Il campione che ha incrementato maggiormente la sua massa è stato IRI4B (5), chiuso. Il campione che ha mostrato il minore incremento è stato EDU11A (13), chiuso. Continua quindi la tendenza dei campioni EDU chiusi a nodo chiuso ad assorbire di meno rispetto agli altri. Le misure nei provini, in generale, sono lievemente aumentate. Tutti i campioni aperti hanno aumentato ulteriormente la loro apertura A, che nel caso di IRI1B (3) è cresciuta di oltre 1,5 mm. Il campione IRI1B (4) è quello che l'ha aumentata di meno (0,1 mm).

Nei grafici delle masse nei 50 minuti complessivi in immersione, il primo tratto rimane il più ripido, il secondo e il terzo hanno pendenze molto simili.

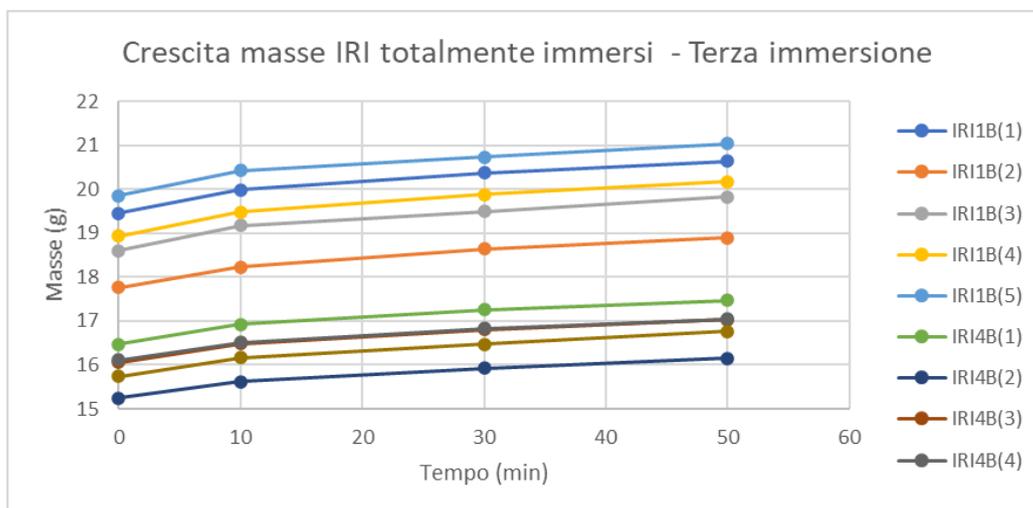
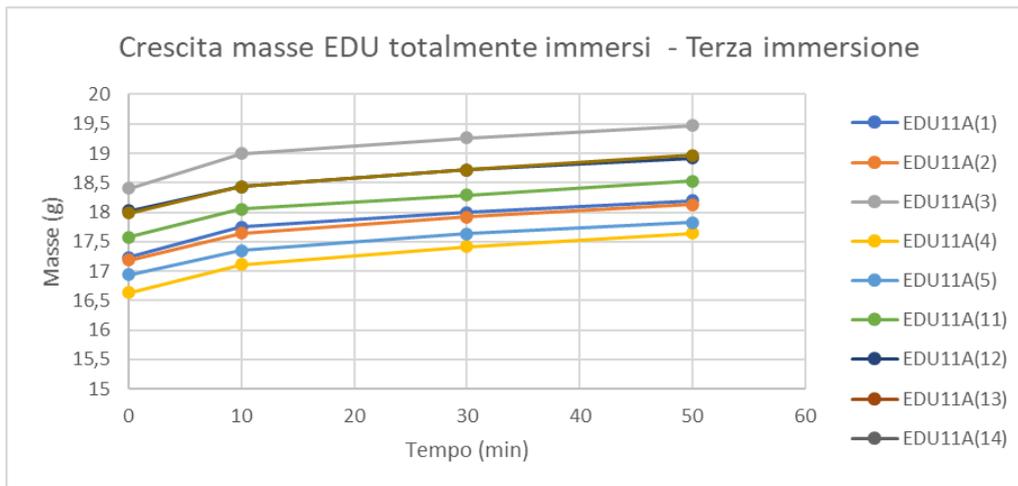


Figura 18 - Crescita delle masse dei campioni dopo la terza immersione

La quarta immersione ha avuto durata di 40 minuti, il tempo complessivo a bagno è di 90. Gli aumenti percentuali variano dal 1,45% al 2,3%. Il campione che ha maggiormente aumentato la sua massa è IRI4B (2), chiuso; quello che l'ha aumentata di meno è EDU11A (15), chiuso. I campioni aperti tendono ancora ad aumentare l'apertura, a parte IRI1B (3), che ha mostrato una variazione negativa. Ciò potrebbe esser dovuto a un errore di misurazione, ma anche al fatto che il provino stia cominciando a richiudersi. Sono generalmente aumentati i diametri ortogonali, non oltre 0,4 – 0,5 mm. Gli spessori ortogonali sono aumentati, nell'ordine del centesimo di mm. Il campione che ha maggiormente aumentato l'apertura è stato EDU11A (5), di quasi 0,8 mm. Nei grafici delle masse, il primo tratto rimane il più ripido, i successivi hanno pendenze molto simili fra loro.

La quinta immersione ha avuto durata di un'ora, i minuti complessivi a bagno sono 150. Gli aumenti percentuali delle masse sono compresi fra 1,3% e 2,26%. Il campione maggiormente cresciuto è IRI4B (4), chiuso; quello cresciuto di meno è EDU11A (2), aperto. Continua quindi la tendenza dei campioni IRI chiusi ad aumentare più velocemente la propria massa. Tutti i campioni EDU aperti hanno subito una riduzione della dimensione A, cioè hanno cominciato a richiudersi. I campioni IRI aperti, invece, hanno mostrato un comportamento meno chiaro: due campioni hanno lievemente aumentato la loro apertura, altri due si sono chiusi leggermente, mentre il campione IRI1B (2) si è aperto di 1,92 mm. I diametri ortogonali e gli spessori sono variati nell'ordine del decimo o centesimo di mm.



Figura 19 - Campione IRI aperto dopo la quinta immersione



Figura 20 - Campione EDU aperto dopo la quinta immersione



Figura 21 - Campione IRI chiuso dopo la quinta immersione



Figura 22 - Campione EDU chiuso dopo la quinta immersione

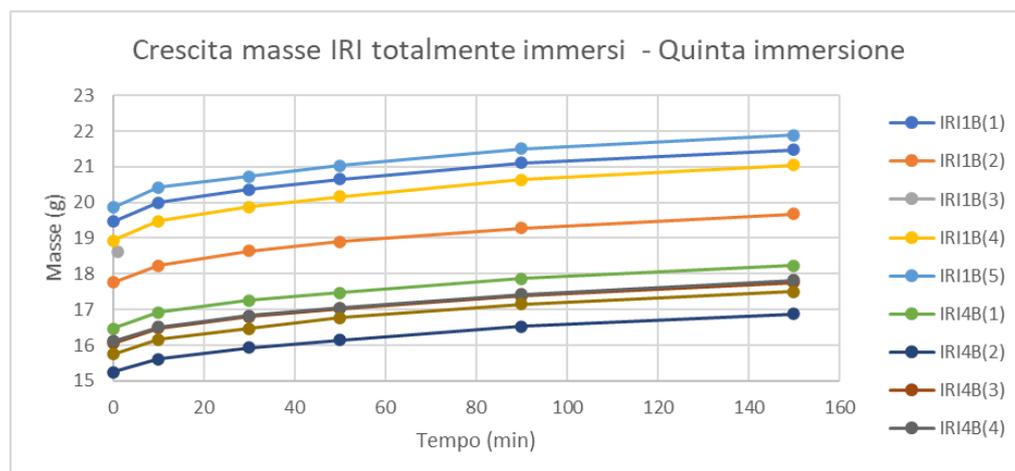
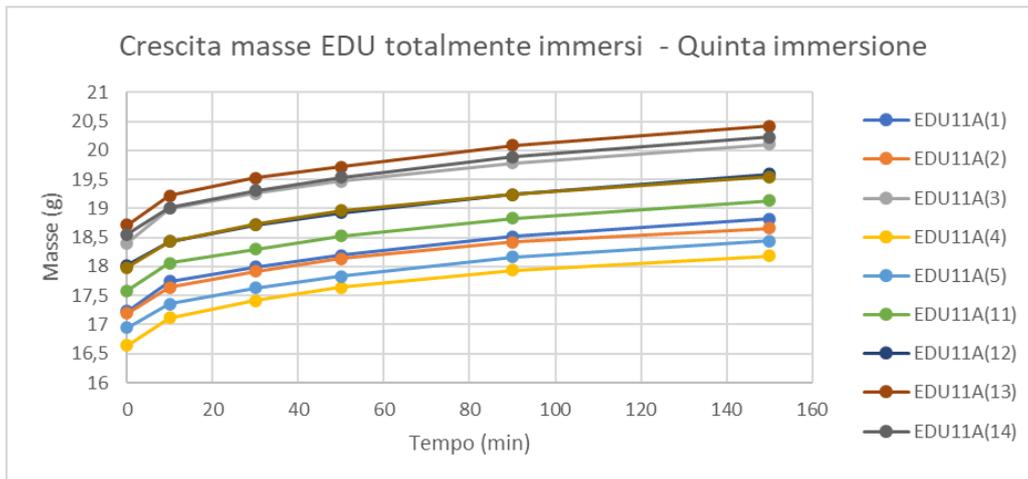


Figura 23 - Andamento delle masse dei campioni dopo la quinta immersione

La sesta immersione ha avuto durata di circa 17 ore, il tempo complessivo a bagno è di circa 19,5. Tutti i campioni hanno subito grandi aumenti di massa, con aumenti percentuali compresi fra 11,2% e 15,9%. Il campione che ha

maggiormente incrementato la massa è stato IRI4B (2), quello che l'ha aumentata di meno è stato IRI1B (1).

I campioni aperti hanno continuato a richiudersi, con restringimenti della dimensione A compresi fra -7,46 mm (IRI 1B (1)) e -16,99 (EDU11A (4)). Tutti i campioni aperti, inoltre, hanno subito un restringimento dei diametri ortogonali, B e C. I maggiori restringimenti sono stati subiti dai campioni che hanno subito, allo stesso modo, la maggiore diminuzione della misura A. In tutti i campioni, si è registrato un generale aumento degli spessori, nell'ordine del decimo di mm. Il campione che ha aumentato maggiormente i suoi spessori è stato IRI4B (5) (+ 0,85 mm nella dimensione C1).

Nei grafici delle masse, si nota che nonostante la lunga durata della sesta immersione, è continuo il calo delle pendenze delle curve di crescita.

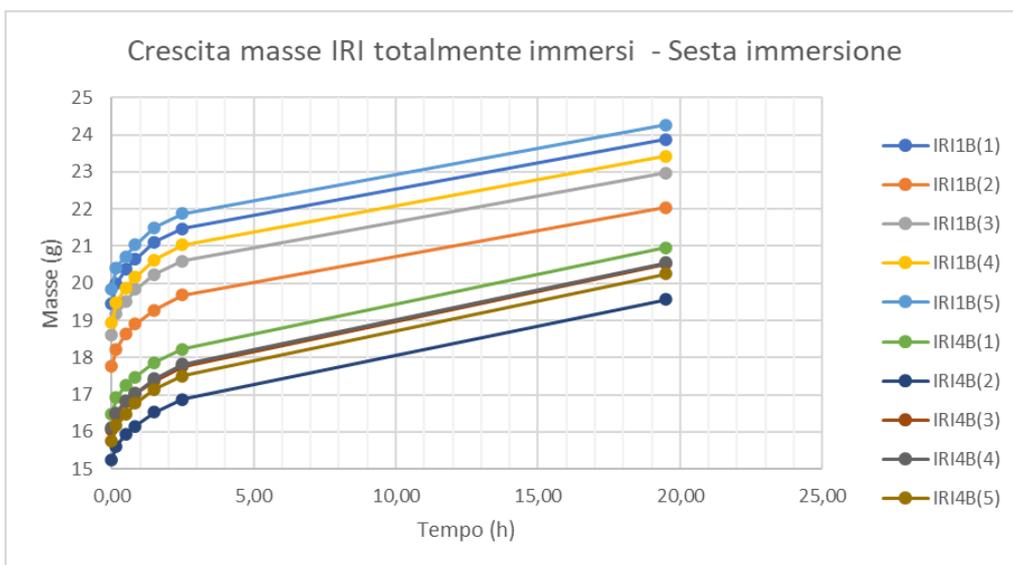
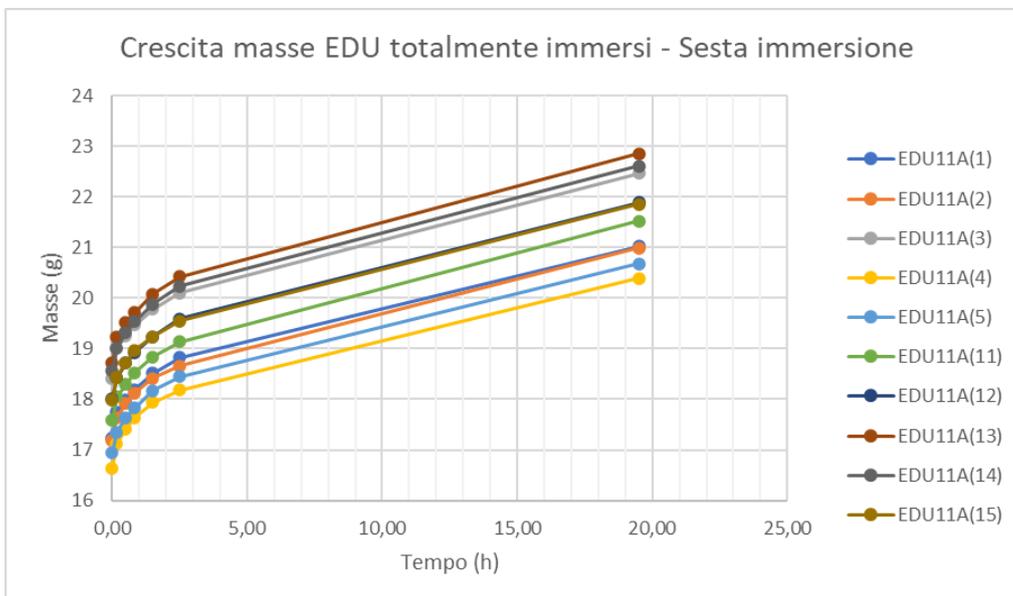


Figura 24 - Masse dei campioni dopo la sesta immersione

La settima immersione ha avuto durata di circa 2,5 ore. Il tempo trascorso a bagno dai campioni ha raggiunto 0,9 giorni circa. I campioni hanno continuato ad assorbire acqua e ad aumentare la propria massa. Dopo la settima immersione – di durata quasi trascurabile rispetto alla precedente – l'aumento percentuale della massa dei campioni è stato molto minore. Gli aumenti sono compresi fra 1% e 1,7% circa. Il campione che ha aumentato di meno la sua massa è stato IRI1B (5), quello che l'ha aumentata di più è stato EDU11A (2).

Anche dopo questa immersione, è stata netta la riduzione della dimensione A in tutti i campioni aperti.

Le variazioni degli spessori sono state lievi in tutti i campioni, nell'ordine del decimo o centesimo di mm.



Figura 25 - Campione EDU chiuso dopo la settima immersione



Figura 26 - Campione EDU aperto dopo la settima immersione



Figura 27 - Campione IRI chiuso dopo la settima immersione



Figura 28 - Campione IRI aperto dopo la settima immersione

L'ottava immersione ha avuto durata di oltre 19 ore, il tempo trascorso a bagno è di circa 1,7 giorni. Molti dei campioni aperti in partenza si sono richiusi del

tutto, a parte il campione IRI1B (1), ancora leggermente aperto. Inoltre, c'è stato un importante ulteriore aumento delle masse di tutti i campioni, che hanno subito un aumento percentuale sempre maggiore del 7%. Il campione che ha maggiormente incrementato la massa è stato IRI4B (1) (+9,24% circa), il campione che l'ha incrementata di meno è stato EDU11A (13) (+7,17%). Si conclude che, dall'inizio del test, sono state necessarie circa 36 ore d'immersione prima di osservare i campioni aperti nuovamente richiusi (anche se, probabilmente, questi si erano richiusi già alcune ore prima della loro osservazione).

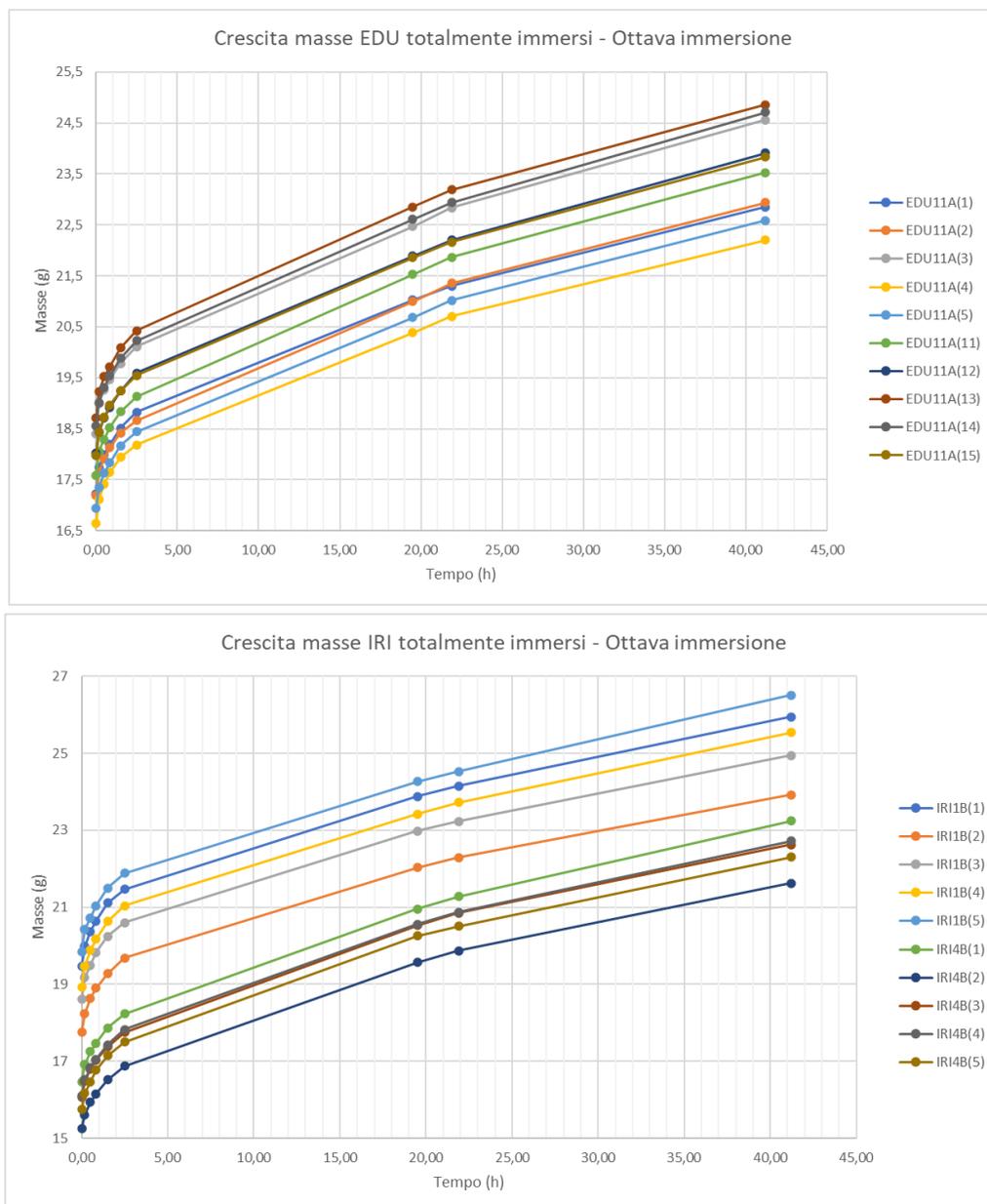


Figura 29 - Andamento delle masse dopo l'ottava immersione

La nona immersione ha avuto durata di 3 ore. Il tempo a bagno è di circa 1,8 giorni. Dopo questa immersione, l'aumento percentuale del peso non è stato alto

come dopo la precedente, di durata molto maggiore. EDU11A (15) è stato il campione che ha subito il maggiore incremento percentuale di massa (+1,45%), IRI4B (2) è quello che ha subito il minore (+0,42%).

Il campione IRI1B (1), l'unico rimasto aperto, si è ulteriormente richiuso ma non ancora totalmente. Le variazioni dei diametri ortogonali e degli spessori sono state esigue.

Nei grafici delle masse, i tratti rappresentativi delle successive crescite dopo le immersioni sono sempre meno pendenti.

La decima immersione ha avuto durata di 20 ore circa. Il tempo trascorso a bagno dai campioni è di 2,7 giorni. Gli aumenti percentuali per tutti i campioni valgono almeno +3%. Il campione che ha maggiormente incrementato la propria massa è stato IRI1B (3) (+4,77%), quello che l'ha incrementata di meno è stato EDU11A (5) (+3,20%).

Il campione IRI1B (1) si è finalmente richiuso. I diametri B e C sono generalmente aumentati, salvo qualche rara diminuzione, il più delle volte nell'ordine del decimo di mm.



Figura 30 - Campione EDU chiuso dopo la decima immersione



Figura 31 - Campione EDU aperto dopo la decima immersione



Figura 32 - Campione IRI aperto dopo la decima immersione



Figura 33 - Campione IRI chiuso dopo la decima immersione

L'undicesima immersione, comprensiva del fine settimana, ha avuto durata di circa 73 ore. Il tempo trascorso a bagno dai campioni è di circa 5,7 giorni. Gli aumenti percentuali delle masse di tutti i campioni IRI1B hanno superato +5%. Il campione che ha maggiormente incrementato la propria massa è stato IRI1B (4) (+5,36%), quello che l'ha aumentata di meno è stato EDU11A (1) (+2,65%). Le variazioni delle dimensioni non sono state significative, considerando la durata dell'immersione.



Figura 34 - Campioni estratti dopo l'undicesima immersione



Figura 35 - campione EDU chiuso dopo l'undicesima immersione



Figura 36 - Campione EDU aperto dopo l'undicesima immersione



Figura 37 - campione IRI aperto dopo l'undicesima immersione



Figura 38 - Campione IRI chiuso dopo l'undicesima immersione

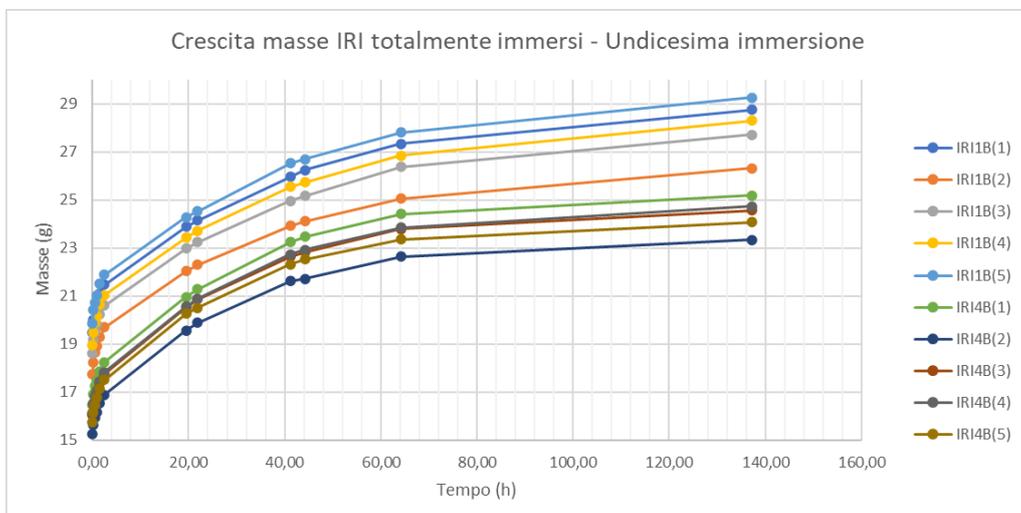
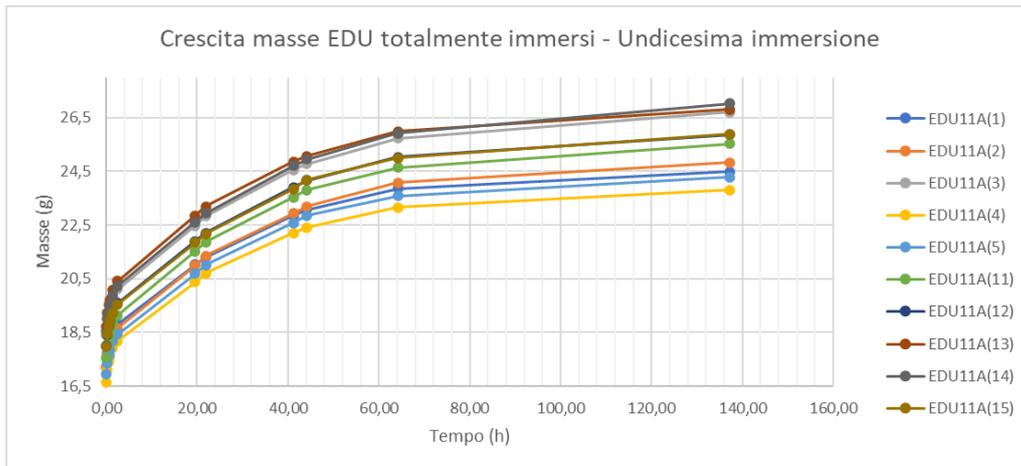


Figura 39 - Andamento delle masse dei campioni dopo l'undicesima immersione

La dodicesima immersione ha avuto durata di 17 ore. Il tempo a bagno ha raggiunto, complessivamente, 6,4 giorni. Gli aumenti percentuali delle masse sono stati molto modesti, l'assorbimento d'acqua da parte dei campioni ha finalmente cominciato a rallentare. Addirittura, diversi campioni hanno mostrato una diminuzione percentuale della massa. I campioni IRI 1B aperti hanno mostrato gli aumenti maggiori, che non sono andati oltre il +0,58% di IRI1B (5). Hanno mostrato una perdita percentuale della massa i campioni IRI4B (5), EDU11A (4), (5) e (13).

Sono stati scarsissimi anche i cambiamenti delle dimensioni.

Nei grafici delle masse, per la prima volta, si notano dei rami discendenti. Comunque, anche i campioni che hanno incrementano la loro massa lo hanno fatto molto debolmente, il che si traduce in rami pressoché piatti.

La tredicesima immersione ha avuto durata di circa 24 ore. Il tempo a bagno ha raggiunto 7,4 giorni. Gli aumenti percentuali delle masse sono stati molto modesti, anzi diversi campioni hanno mostrato una diminuzione percentuale, rispetto ai valori registrati dopo la precedente immersione. Sono ancora i campioni IRI1B aperti a mostrare gli aumenti maggiori, che non sono andati oltre +0,57% (IRI1B (1)). Tutti i campioni IRI4B hanno mostrato una perdita percentuale della massa. I campioni IRI4B (5) e EDU11A (2), (12) e (15) si sono ulteriormente alleggeriti. Sono tornati ad assorbire i campioni EDU11A (4), (5) e (13), che avevano mostrato una variazione percentuale negativa dopo la precedente immersione.

Le dimensioni di tutti i campioni hanno subito variazioni molto modeste.

Nei grafici delle masse, le curve di tutti i campioni continuano ad appiattirsi e il test volge alla conclusione.



Figura 40 - Campione EDU aperto dopo la tredicesima immersione



Figura 41 - Campione EDU chiuso dopo la tredicesima immersione

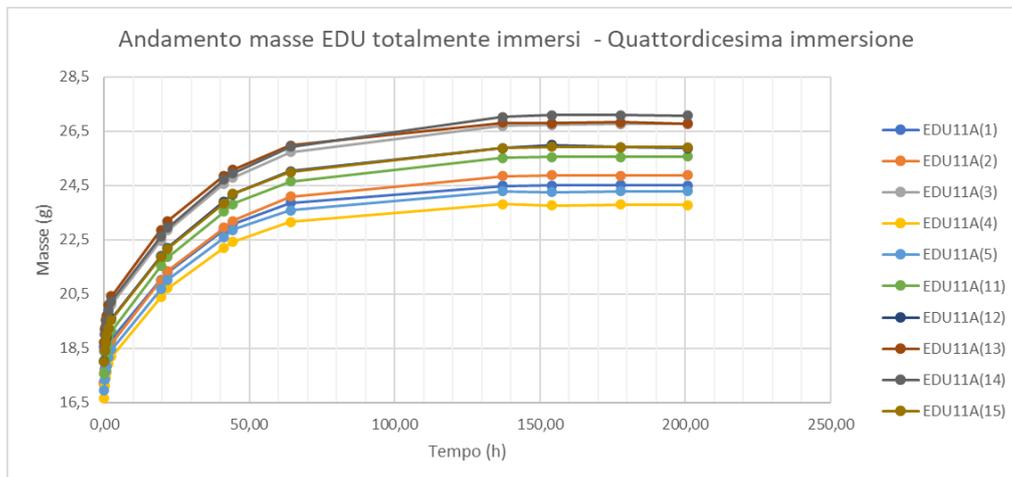


Figura 42 - Campione IRI aperto dopo la tredicesima immersione



Figura 43 - Campione IRI chiuso dopo la tredicesima immersione

La quattordicesima immersione ha avuto durata di circa 23 ore. Il tempo trascorso a bagno dai campioni ha raggiunto 8,4 giorni circa. Le variazioni percentuali della massa sono state minime, tutti i campioni hanno ormai raggiunto la saturazione. Il test può dirsi concluso dopo 7-8 giorni. Solo i campioni IRI1B (1), (2), (3), (5), e EDU11A (2) e (11) hanno mostrato una variazione percentuale positiva. Sono state scarsissime le variazioni delle dimensioni di tutti i campioni. Nei grafici delle masse, è confermata la tendenza all'appiattimento di tutte le curve.



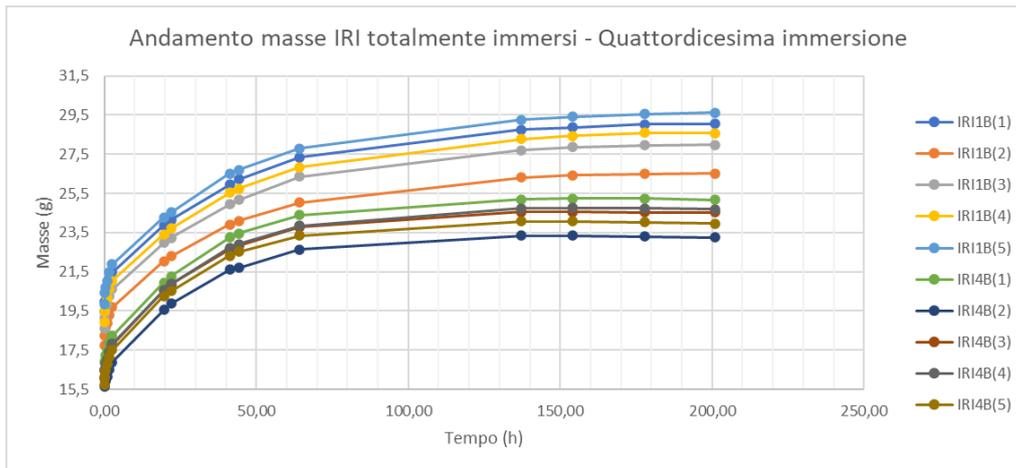


Figura 44 - Andamento delle masse dopo la quattordicesima immersione

Non ci sono stati risultati rilevanti nelle ultime due immersioni.

Nei grafici della misura A, si nota come tutti i campioni aperti tendano inizialmente ad aprirsi ulteriormente, per poi richiudersi. Tutti i campioni raggiungono la chiusura totale dopo circa 40 ore.

I grafici delle dimensioni B e C mostrano meglio i diversi comportamenti dei provini, a seconda della specie e della tipologia.

Nel caso dei campioni aperti EDU11A (1-5) e IRI1B (1-5), le dimensioni B e C crescono nelle prime ore. Successivamente, subiscono un brusco calo e, a seguito di una seconda lieve crescita, nel giro di 20-40 ore si stabilizzano nell'intorno di un valore, minore di alcuni mm rispetto a quello iniziale.

Nel caso dei campioni chiusi a nodo chiuso EDU11A (11-15) e IRI4B (1-5), invece, le dimensioni B e C subiscono una crescita iniziale e, dopo alcuni giorni di immersione, si stabilizzano nell'intorno di valori maggiori di alcuni mm rispetto a quelli iniziali.

I grafici della media delle due medie degli spessori ortogonali (media 1: B1 e B2; media 2; C1 e C2) mostrano come tali dimensioni crescano nei primi giorni d'immersione, per poi stabilizzarsi nell'intorno di valori maggiori di alcuni decimi di mm rispetto a quelli iniziali.

2.2.3 Test sui campioni parzialmente immersi

16 campioni sono stati lasciati immersi parzialmente, in una vasca 65 x 45 cm, lasciando affiorare la loro faccia superiore (sempre la stessa nel corso di tutto il test). Non è stato necessario tenerli immersi mediante dei pesi, si è solamente provveduto a riempire la vasca fino a metà altezza dei provini. Come nel test precedente, si è fatto uso di acqua distillata in un ambiente a umidità e temperatura controllate. Periodicamente, sono stati controllati i valori di pesi e misure.

2.2.4 Osservazioni dopo le immersioni

La prima immersione ha avuto durata di 10 minuti. Tutti i campioni hanno mostrato un grande aumento percentuale del peso, compreso fra il 3,04% e il 6,5%. Il campione che ha maggiormente aumentato la sua massa è EDU11A (8), un campione aperto, proprio come nel test sui campioni totalmente immersi. In questo caso, però, il massimo aumento percentuale della massa del campione è oltre il doppio di quello misurato nel test sui campioni totalmente immersi. Quello che l'ha aumentata di meno è EDU11A (19), chiuso a nodo chiuso, come nel test precedente. Anche in questo caso, il minor aumento percentuale è maggiore del corrispettivo misurato nel test sui campioni totalmente immersi, che valeva +2,2%.

Le variazioni delle dimensioni sono notevoli, considerando la breve durata della prima immersione.

Nei provini aperti, la misura A è aumentata di molto, soprattutto negli IRI1B, di meno nei campioni EDU11A. Il campione che si è maggiormente aperto è IRI1B (6), quello che si è aperto di meno è EDU11A (6). Nel corso del test su campioni totalmente immersi era accaduto il viceversa, cioè erano stati i campioni EDU11A ad aprirsi maggiormente, con incrementi della dimensione A che valevano circa il doppio di quelli notati nei campioni IRI1B.

I diametri ortogonali di tutti i campioni mostrano degli aumenti che si aggirano sempre intorno al millimetro, o comunque sono nell'ordine del decimo di mm. I campioni che mostrano i maggiori incrementi dei diametri sono gli IRI1B aperti. Nei grafici delle masse, il tratto rappresentativo del campione EDU11A (8) è il più inclinato. Il tratto meno inclinato, viceversa, è del campione EDU11A (19).



Figura 45 - Campioni durante la prima immersione



Figura 46 - Campione IRI chiuso dopo la prima immersione



Figura 47 - Campione EDU aperto dopo la prima immersione



Figura 48 - Campione IRI aperto dopo la prima immersione



Figura 49 - Campione EDU chiuso dopo la prima immersione

La seconda immersione ha avuto durata di 20 minuti. Alcuni campioni, dopo esser stati estratti ed asciugati, emettono un rumore scoppiettante.

A parte i campioni IRI1B e EDU11A (7), aperti, gli aumenti percentuali delle masse vanno sempre oltre il +4%. Il campione che ha maggiormente incrementato la sua massa è EDU11A (16) (+5,03%), chiuso, quello che l'ha aumentata di meno è IRI1B (6) (+3,36%), aperto.

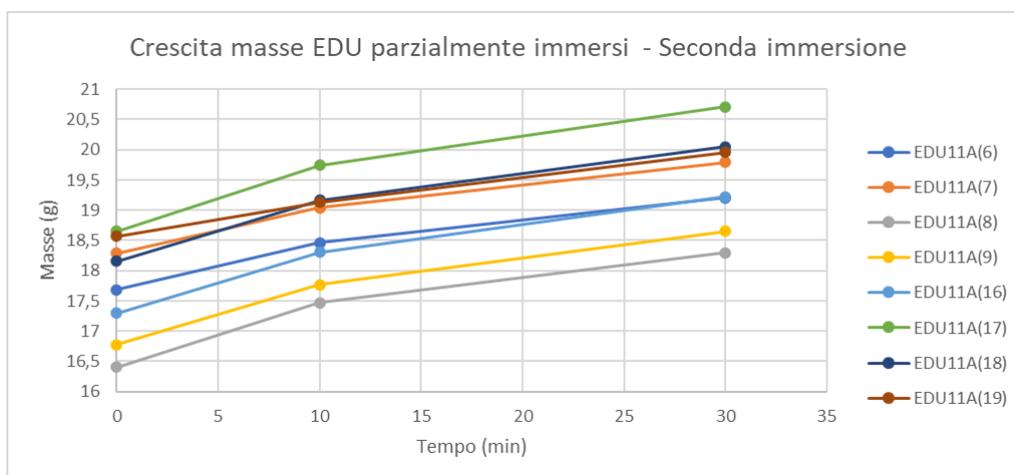
Nel test sui campioni totalmente immersi, l'aumento percentuale delle masse dopo la seconda immersione era stato molto più contenuto. Il campione che aveva maggiormente incrementato la sua massa era stato un IRI aperto, quello che l'aveva aumentata di meno era stato un EDU chiuso.

I campioni hanno continuato ad aprirsi. Il campione che si apre di meno è IRI1B (7) (+2,45 mm), il campione EDU11A (6) mostra addirittura un +7,44 mm. Ci sono stati anche grandi aumenti nei diametri ortogonali di quasi tutti i campioni, quasi sempre oltre il mm. Il campione che ha maggiormente aumentato il valore dei diametri B e C è EDU11A (7), aperto (+2,67 e +2,95 mm rispettivamente); il campione che mostra i minori aumenti è IRI1B (7), aperto (+1,03 e +0,97 rispettivamente).

Gli spessori aumentano, in tutti i campioni, di alcuni decimi di mm. I massimi incrementi si annoverano nei campioni IRI4B, minori incrementi si annoverano nei campioni aperti.

Nel test sui campioni totalmente immersi, i maggiori incrementi di diametro erano stati nei campioni EDU11A, aperti, proprio come nel test sui campioni parzialmente immersi. Gli incrementi non erano stati elevati negli altri campioni. Analogamente, si registravano incrementi molto modesti per gli spessori.

Nei grafici delle masse, il tratto rappresentativo della prima immersione è sempre il più ripido.



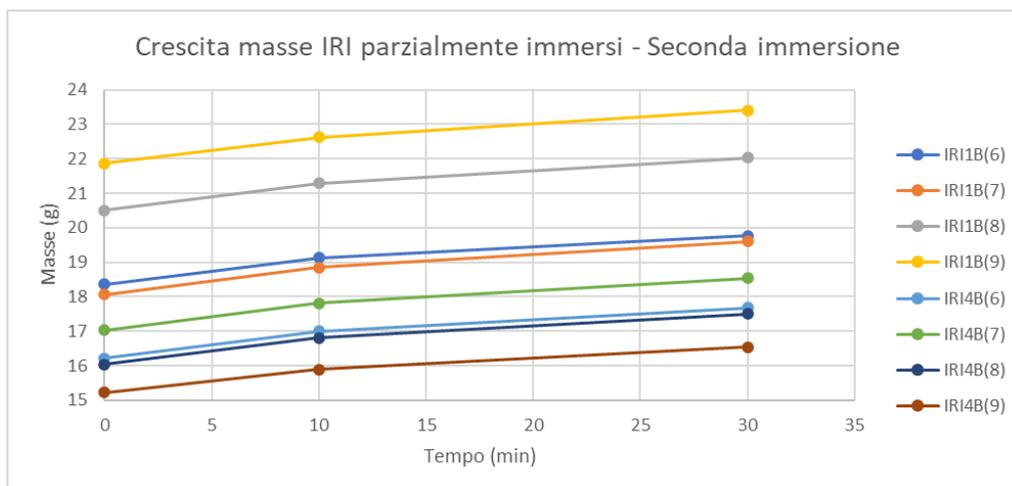


Figura 50 - Andamento delle masse dopo la seconda immersione

Dopo la terza immersione, durata 30 minuti circa, tutti i campioni hanno subito considerevoli aumenti di massa, spesso oltre +5%. Gli aumenti maggiori si manifestano nei campioni IRI4B, chiusi. IRI4B (9) è il campione che ha subito il maggiore incremento (+5,45%); IRI1B (9) è quello che ha subito il minore (+3,74%). Anche nel test sui campioni totalmente immersi, il campione che aveva maggiormente incrementato la sua massa dopo la terza immersione era stato un IRI4B chiuso. Va sottolineato che nel precedente test la terza immersione aveva avuto una durata di 20 minuti e non 30.

La dimensione A dei campioni IRI1B aperti si riduce. Ciò potrebbe esser dovuto al fatto che questi stiano già cominciando a richiudersi, oppure a una calibrazione non corretta dello strumento di misura. Viceversa, i campioni EDU11A sembrano continuare ad aprirsi, a parte EDU11A (8) che mostra un -0,66 mm. Generali variazioni nell'ordine del decimo o centesimo di mm per tutte le altre misure.

Nel corso del test precedente, invece, i campioni, dopo la terza immersione, avevano mostrato ulteriori aumenti dell'apertura.

Nei grafici delle masse, le pendenze di tutti i rami rappresentativi dei campioni tendono già a calare, cioè le curve tendono già ad appiattirsi.

La quarta immersione ha avuto durata di un'ora, il tempo a bagno ha raggiunto 120 minuti circa. Alcuni campioni riportano una fessurazione, come ad esempio IRI4B, chiuso. Gli aumenti percentuali variano tra +2,60% (EDU11A (8)) e +4,94% (IRI4B (8)). Ancora una volta, i campioni IRI4B chiusi sono i più veloci a crescere. Anche nel corso del test sui campioni totalmente immersi, gli IRI erano cresciuti più velocemente degli EDU, senza una netta distinzione tra aperti e chiusi.

Anche i campioni EDU aperti cominciano a richiudersi. Il campione EDU11A (7) mostra un valore di A ridotto di -0,59 mm, tutti gli altri campioni, compresi gli IRI, lo hanno ridotto per valori molto maggiori, che si avvicinano anche a -4

mm. Diametri ortogonali e spessori sono variati lievemente, nell'ordine del decimo e del centesimo di mm rispettivamente.

Nel test sui campioni totalmente immersi, dopo la quarta immersione i campioni non avevano ancora cominciato a richiudersi. Gli spessori e i diametri ortogonali erano in genere aumentati, sempre nell'ordine del centesimo o pochi decimi di mm. Stessi risultati si potevano osservare al termine della quinta, quando il tempo trascorso a bagno dai campioni era stato di 150 minuti.

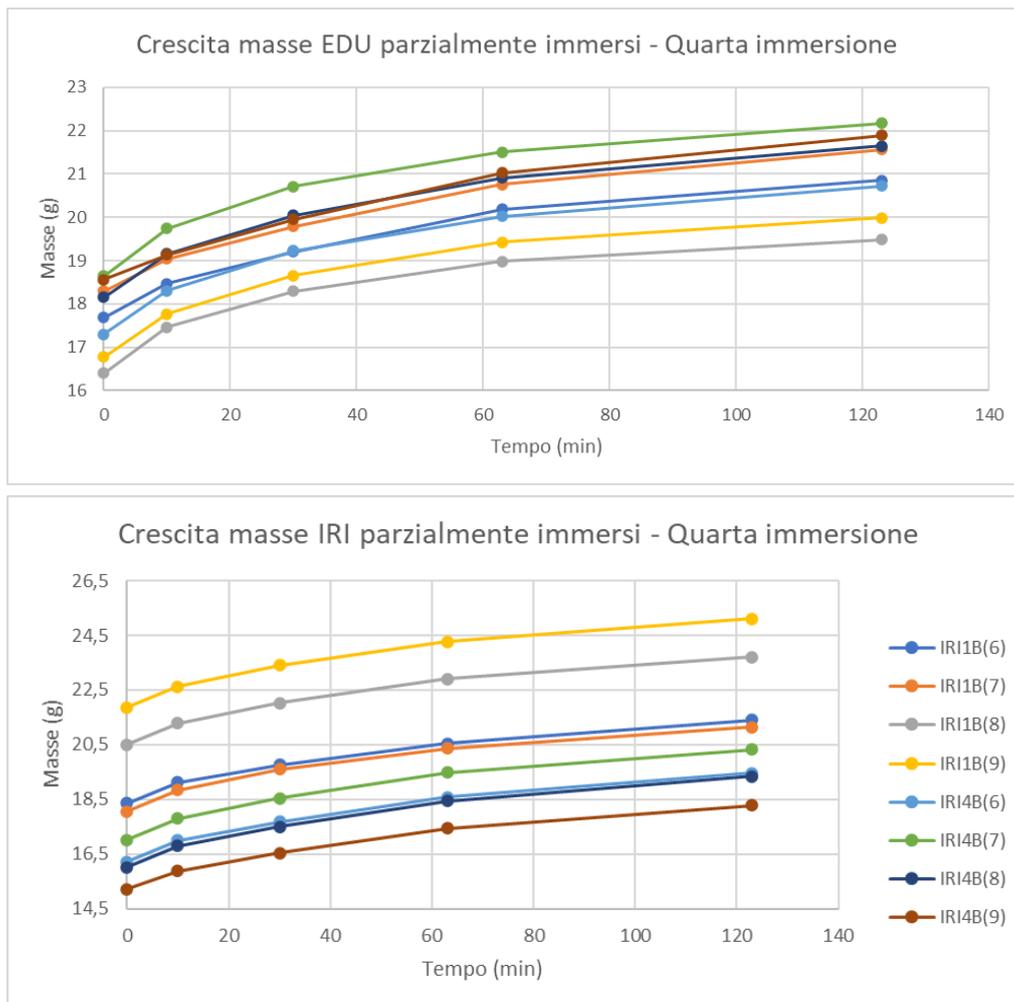


Figura 51 - Andamento delle masse dopo la quarta immersione

La quinta immersione ha avuto durata di 19 ore e 15', il tempo a bagno è di 21,3h. I campioni continuano ad aumentare le loro masse. Gli aumenti percentuali variano tra +9,15% (EDU11A (17)) e +15,09% (IRI4B (9)). Ancora una volta, i campioni IRI4B chiusi sono i più veloci a crescere.

Nel test precedente, la durata complessiva di un giorno di immersione era stata raggiunta al termine della sesta immersione. Anche in quel caso, i campioni IRI erano cresciuti più velocemente degli EDU, soprattutto i chiusi, alcuni dei quali sfioravano crescite del 16%.

Solo il campione EDU11A (8) si è totalmente richiuso. Comunque, tutti gli altri

campioni aperti hanno subito grosse chiusure. Ad esempio, il campione EDU11A (7) risulta essersi richiuso di oltre 2 cm.

In generale, i campioni hanno subito un ampio restringimento dei diametri ortogonali, che nel caso dei campioni EDU11A aperti va spesso oltre i 6 mm. Stesso discorso per gli altri campioni aperti, IRI1B. L'andamento dei diametri ortogonali nei campioni chiusi, invece, è più irregolare.

Nel corso del test sui campioni totalmente immersi, dopo la sesta immersione i campioni avevano cominciato a richiudersi. I campioni che si erano maggiormente richiusi erano gli EDU11A.

I campioni aperti avevano anche subito restringimenti dei diametri ortogonali (fra -2 e -5 mm). Si registravano, inoltre, aumenti nell'ordine del decimo di mm per gli spessori ortogonali. Nel caso dei campioni IRI1B, tali aumenti erano più spesso nell'ordine del centesimo di mm.

I campioni chiusi, invece, avevano subito aumenti dei diametri ortogonali, nell'ordine del decimo di mm per gli EDU11A, anche oltre i 2 mm per gli IRI4B. Anche per questi campioni, gli spessori ortogonali aumentavano di alcuni decimi di mm.



Figura 52 - Campione EDU aperto dopo la quinta immersione



Figura 53 - Campione IRI aperto dopo la quinta immersione



Figura 54 - Campione IRI chiuso dopo la quinta immersione



Figura 55 - Campione EDU aperto dopo la quinta immersione

La sesta immersione ha avuto durata di 3 ore, il tempo a bagno ha raggiunto 24h e 15' circa. Il campione che ha maggiormente incrementato la sua massa è EDU11A (19), chiuso (+2,69%); quello che l'ha incrementata di meno è IRI4B (7), chiuso (+1,065%).

Nel corso del test sui campioni sempre immersi, le 24 ore di immersione erano state raggiunte, all'incirca, dopo la settima immersione. Gli aumenti percentuali delle masse sono simili a quelli registrati dopo la sesta immersione nel presente test.

I campioni aperti continuano a restringersi, anche se solo due si sono richiusi (EDU11A (8) e (9)). I diametri ortogonali continuano a restringersi, le variazioni degli spessori sono minime.

Erano stati raggiunti risultati analoghi al termine della settima immersione nel test sui campioni totalmente immersi, anche se in tal caso la chiusura dei campioni aperti era stata maggiore.

Nei grafici delle masse, le curve dei campioni IRI tendono ad appiattirsi. Viceversa, per i campioni EDU, i tratti rappresentativi della sesta immersione sono più ripidi dei precedenti: significa che, in proporzione alla durata, i campioni hanno aumentato la massa più durante la sesta immersione (3 ore) che durante la quinta (19 ore circa). Inoltre, significa che la curva di questi campioni non tende ancora ad appiattirsi, come difficilmente ci si poteva aspettare.

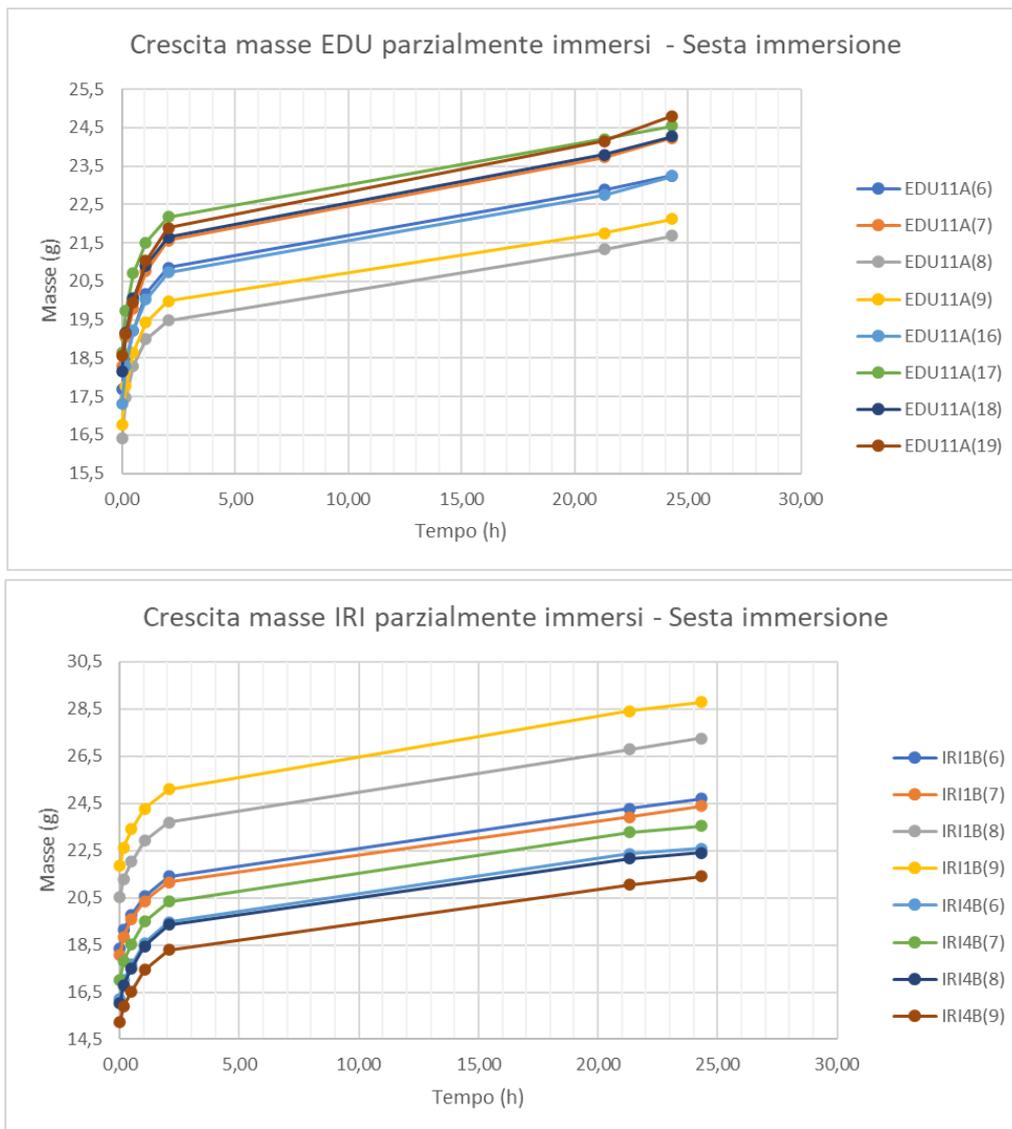


Figura 56 - Andamento delle masse dopo la sesta immersione

La settima immersione ha avuto durata di 19h e 30' circa, il tempo a bagno ha raggiunto 43h e 45' circa. Il campione che ha maggiormente incrementato la sua massa è IRI4B (9) (+7,43%), quello che l'ha incrementata di meno è EDU11A (6) (+2,21%). I campioni IRI4B sono sempre quelli ad assorbire e a crescere più velocemente.

I campioni EDU11A aperti in partenza sono adesso del tutto richiusi; viceversa, i campioni IRI1B devono ancora richiudersi. Alcuni campioni si sono richiusi più di altri: ad esempio, il campione IRI1B (9) ha subito una chiusura di -2,61 mm mentre EDU11A (7) si è richiuso di -0,46 mm.

La variazione dei diametri ortogonali non è uniforme dopo questa immersione: tutti i campioni IRI1B aperti hanno subito leggeri restringimenti, di pochi decimi o centesimi di mm, mentre i campioni EDU11A chiusi, il più delle volte, hanno subito allargamenti dello stesso ordine di grandezza; gli altri campioni mostrano variazioni sparse.

Nel test sui campioni totalmente immersi, la durata di 44 ore del test era stata

raggiunta, all'incirca, al termine dell'ottava immersione, anch'essa durata circa 19 ore. Gli aumenti percentuali al termine erano tutti maggiori di +7%, molto maggiori di quelli valutati nel presente test.

Solo un campione aperto non si era ancora del tutto richiuso (IRI1B (1)). I campioni IRI1B, aperti, mostravano quasi tutti dei restringimenti dei diametri ortogonali. Tutti i campioni chiusi, invece, mostravano quasi sempre degli allargamenti di alcuni decimi di mm, maggiori per i campioni IRI4B.

Nei grafici delle masse, i tratti sono sempre meno pendenti, ma i campioni rimangono comunque in crescita. Il grafico dei campioni EDU, che dopo la sesta immersione mostrava sorprendentemente dei tratti più ripidi, mostra ora un nuovo calo delle loro pendenze, che sono minori anche di quelle osservate dopo la quinta immersione.



Figura 57 - Campioni dopo la settima immersione



Figura 58 - Campione EDU aperto dopo la settima immersione



Figura 59 - Campione EDU chiuso dopo la settimana immersione



Figura 60 - Campione IRI aperto dopo la settimana immersione



Figura 61 - Campione IRI chiuso dopo la settimana immersione

L'ottava immersione ha avuto durata di 3 ore, il tempo a bagno ha raggiunto 46h e 45' circa. Il campione cresciuto maggiormente è EDU11A (6) (+4,07%), quello cresciuto meno è IRI1B (9) (+1,55%).

I campioni EDU11A si sono del tutto richiusi, mentre tutti gli IRI1B sono ancora aperti. I diametri ortogonali sono variati di alcuni decimi o centesimi di mm.

Nei grafici delle masse, se al termine della settimana le curve sembravano tendere ad appiattirsi, al termine dell'ottava si nota come queste tendano nuovamente a crescere. Quindi, in proporzione alla durata dell'immersione, la crescita registrata dopo l'ottava immersione è maggiore di quella registrata al termine della settimana (di durata molto maggiore), nonché di quella registrata al termine della sesta.

Nel test sui campioni totalmente immersi, le curve crescevano con tratti molto ripidi inizialmente, per poi appiattirsi a mano a mano che il test proseguiva.

Viceversa, nel corso del presente test, le curve di tutti i campioni hanno un andamento molto più irregolare, che si alterna fra tratti crescenti e tratti tendenti all'appiattimento.

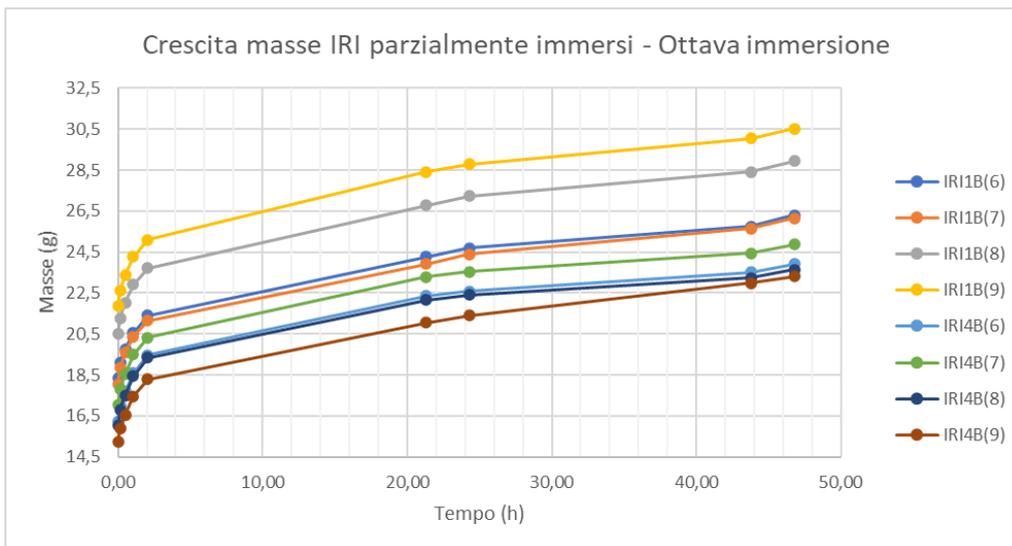
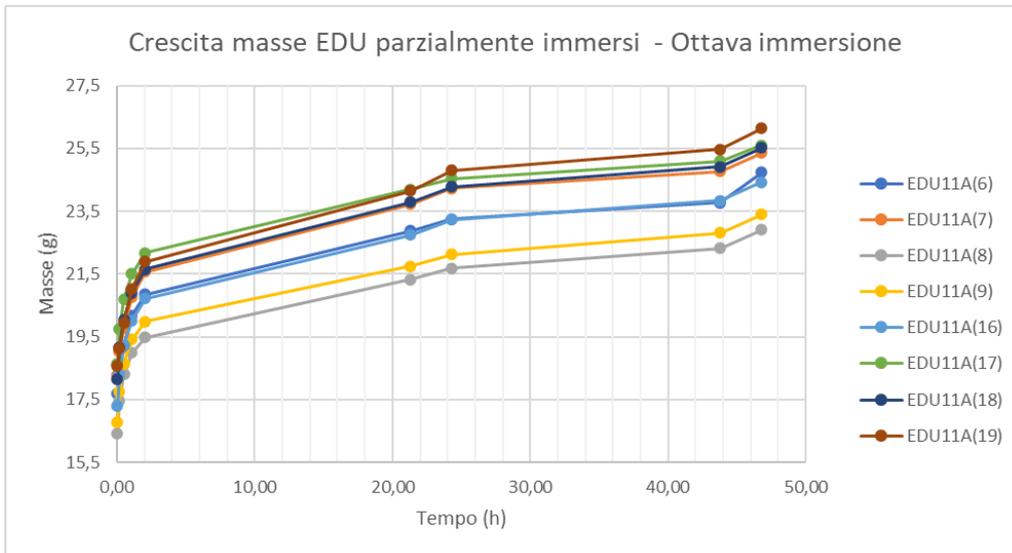


Figura 62 - Andamento delle masse dopo l'ottava immersione

La nona immersione ha avuto durata di circa 20 ore. Il tempo a bagno ha raggiunto 67 ore circa. Alcuni campioni mostrano una variazione negativa percentuale della loro massa e anche quelli che crescono mostrano, comunque, aumenti esigui. In particolare, sono i campioni IRI a crescere, mentre quasi tutti gli EDU mostrano una variazione negativa.

I campioni IRI aperti non si sono ancora del tutto richiusi.

Nel test sui campioni totalmente immersi, questi avevano raggiunto le 67 ore a bagno, all'incirca, dopo la decima immersione. Al termine di questa, tutti i campioni risultavano ancora in crescita, con aumenti percentuali della massa mai

inferiori al 3,2%. Tutti i campioni inizialmente aperti risultavano totalmente richiusi.

Nei grafici delle masse, nel caso dei campioni EDU, la pendenza si inverte bruscamente a causa della notevole perdita di massa e i tratti mostrano un andamento decrescente. Nel caso dei campioni IRI, invece, continua la crescita delle masse, anche se la pendenza del tratto rappresentativo dell'ultima immersione non è alta, ed è minore di tutte quelle dei rami precedenti.

Nel test sui campioni totalmente immersi, nessun tratto aveva ancora mostrato pendenza negativa e tutte le curve, seppur crescenti, continuavano ad appiattirsi con il progredire del test. Inoltre, le curve non si intersecavano o sovrapponevano quasi mai, rimanendo sempre parallele fra loro, a differenza di quanto accade nel presente test.

La decima immersione, comprensiva del fine settimana, ha avuto durata di circa 93 ore. Il tempo a bagno ha raggiunto circa 160 ore. I campioni, che al termine della precedente avevano mostrato segni di decrescita, sono inevitabilmente cresciuti in termini di massa. Il campione maggiormente cresciuto è IRI4B (8) (+5,1%), quello cresciuto di meno è EDU11A (6) (+1,6%). Fino alla fine del test, i campioni IRI4B sono stati quindi i più veloci ad assorbire.

Nonostante la lunga durata, dopo la decima immersione, due campioni aperti non hanno ancora raggiunto la totale chiusura: IRI1B (6) e (9). A parte poche eccezioni, i campioni EDU mostrano aumenti delle misure dei diametri ortogonali (ordine del decimo di mm); viceversa, i campioni IRI mostrano spesso dei restringimenti.

Nel test sui campioni totalmente immersi, le 160 ore erano state raggiunte, all'incirca, al termine della dodicesima immersione, durata 17 ore. I risultati mostravano una crescita ormai ferma dei campioni, che in molti casi avevano subito variazioni percentuali negative della massa. In ogni caso, la crescita non andava mai oltre 0,5-0,6%.

Tutti i campioni aperti avevano raggiunto la definitiva chiusura e i diametri ortogonali mostravano, la maggior parte delle volte, un restringimento.

Nei grafici delle masse, si notano degli aumenti non così importanti.

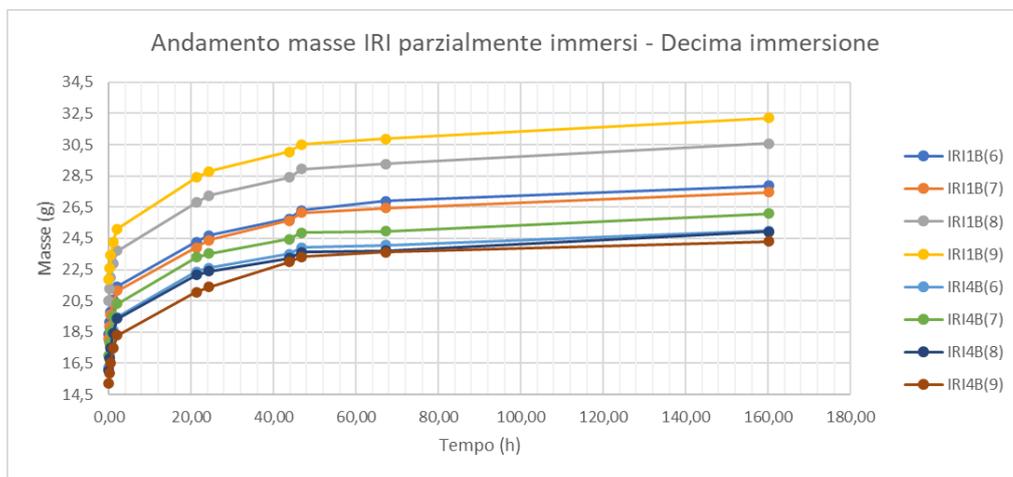
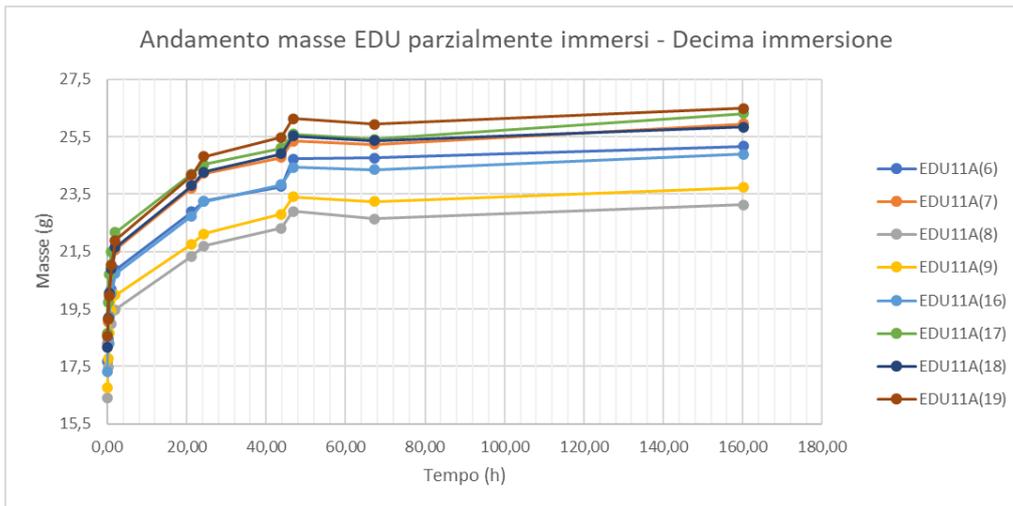


Figura 63 - Andamento delle masse dopo la decima immersione

Come nel test precedente, nei grafici della misura A si nota come tutti i campioni aperti tendano inizialmente ad aprirsi ulteriormente, per poi richiudersi. I campioni EDU si sono richiusi più velocemente degli IRI.

I grafici delle dimensioni B e C mostrano che, come nel test precedente, nel caso dei campioni aperti EDU11A (6-9) e IRI1B (6-9), i diametri crescono nelle prime ore. Successivamente, subiscono un brusco calo e, dopo circa 40 ore di immersione, si stabilizzano nell'intorno di un valore, minore di alcuni mm rispetto a quello iniziale. I campioni EDU, prima di stabilizzarsi, subiscono una seconda crescita, molto lieve.

Nel caso dei campioni chiusi a nodo chiuso EDU11A (16-19) e IRI4B (6-9), le dimensioni B e C crescono nelle prime immersioni e, dopo circa 40 ore, si stabilizzano nell'intorno di valori maggiori di alcuni mm rispetto a quelli iniziali. I grafici della media delle due medie degli spessori ortogonali nel corso del test mostrano che, come nel test precedente, tali dimensioni crescono molto rapidamente durante le prime immersioni. Successivamente, dopo circa 20 ore, si stabilizzano nell'intorno di valori maggiori di alcuni decimi di mm rispetto a quelli iniziali.

2.2.5 Sintesi dei risultati

2.2.5.1 Masse

Nel test sui campioni totalmente immersi, le masse sono cresciute per 7-8 giorni circa, per poi arrestarsi. Nei grafici, si nota che il tratto rappresentativo della prima immersione è il più inclinato, per tutti i campioni, durante l'intera prova. Cioè, tutti i campioni assorbono sempre di meno con il passare del tempo. I provini EDU sono quelli che inizialmente crescono più velocemente, dopo la quarta immersione sono gli IRI. Dopo la sesta immersione, la prima comprensiva di una notte, i campioni hanno subito aumenti percentuali di massa sempre superiori a 11%. Dopo la dodicesima immersione, durata 17 ore circa, il tempo trascorso a bagno dai campioni è di 6,4 giorni. Inoltre, in alcuni campioni, le variazioni percentuali delle masse sono negative, per la prima volta. Il test è praticamente concluso dopo la tredicesima immersione, di quasi 24 ore, quando le curve di crescita delle masse piate. Il tempo totale trascorso in immersione dai campioni è di 7,4 giorni.

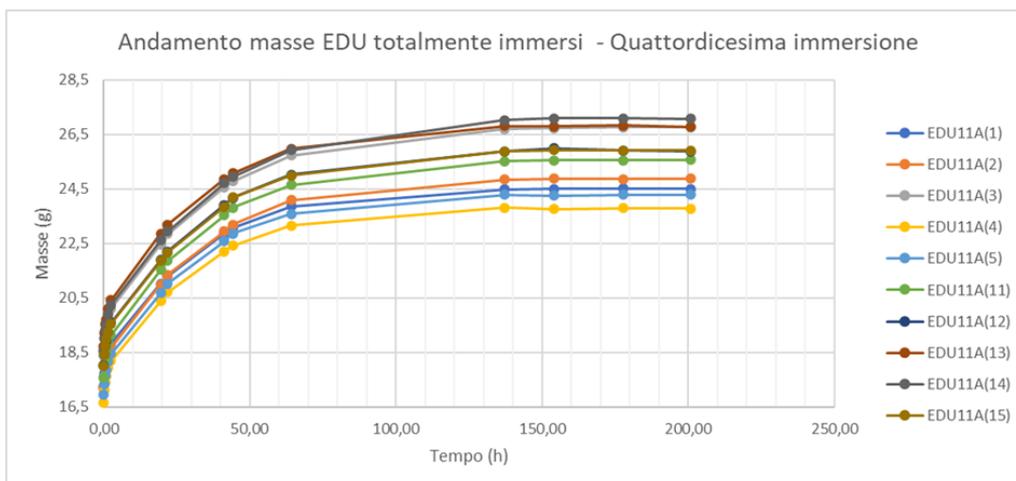


Figura 64 – Masse dei campioni EDU durante il test di immersione totale

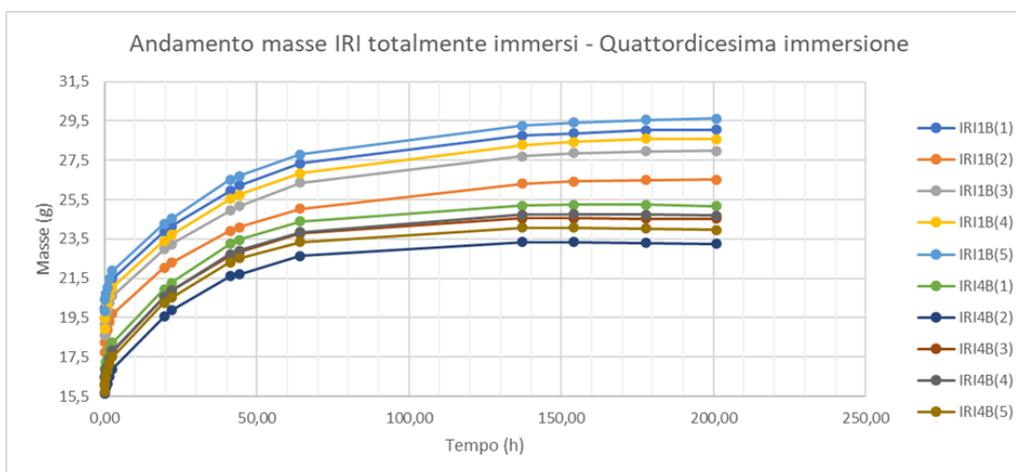


Figura 65 – Masse dei campioni IRI durante il test di immersione totale

Nel test sui campioni parzialmente immersi, i grafici delle masse si alternano fra tratti crescenti e decrescenti. Anche in questo caso, i tratti rappresentativi delle prime immersioni sono i più ripidi. L'andamento dei grafici è regolare fino alla quinta immersione, la prima comprensiva di una notte: al termine di essa, tutti i campioni hanno subito aumenti percentuali della massa mai inferiori al 9%, con punte fino a +15% nel caso dei campioni IRI. Dopo la sesta immersione (di 3 ore), si nota una prima sostanziale differenza nei grafici: i tratti rappresentativi dei campioni IRI calano in pendenza, cioè le loro curve tendono all'appiattimento; viceversa, i tratti rappresentativi dei campioni EDU aumentano la pendenza (cioè, dopo la breve sesta immersione, hanno subito aumenti percentuali in proporzione maggiori di quelli subiti al termine della quinta). Tuttavia, al termine dell'ottava immersione (anch'essa durata 3 ore), quando il tempo trascorso a bagno dai campioni è di quasi 48 ore, anche i tratti rappresentativi dei campioni IRI si impennano. Dopo la nona immersione, quando il tempo a bagno totale è di circa 67 ore, tutti i campioni EDU mostrano, per la prima volta, delle variazioni percentuali negative della massa. Anche

alcuni campioni IRI mostrano variazione negativa, ma la maggior parte di essi risulta essere ancora in crescita, seppur debolmente. Dopo la decima immersione, considerandone la lunga durata (quasi 4 giorni), gli aumenti percentuali delle masse sono bassissimi e il test è concluso. Osservando i grafici, si conclude che queste curve tendano complessivamente all'appiattimento, seppur in maniera irregolare.

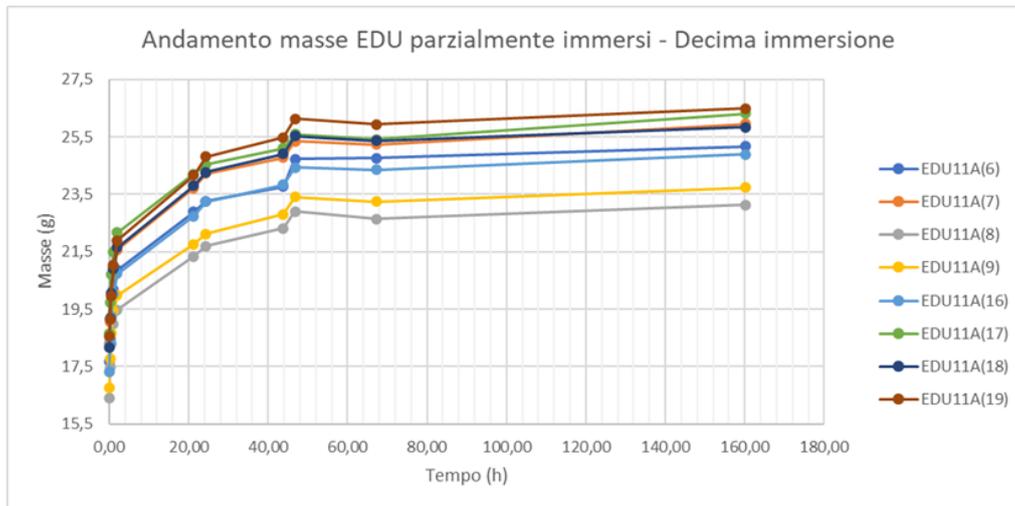


Figura 66 – Masse dei campioni EDU durante il test di immersione parziale

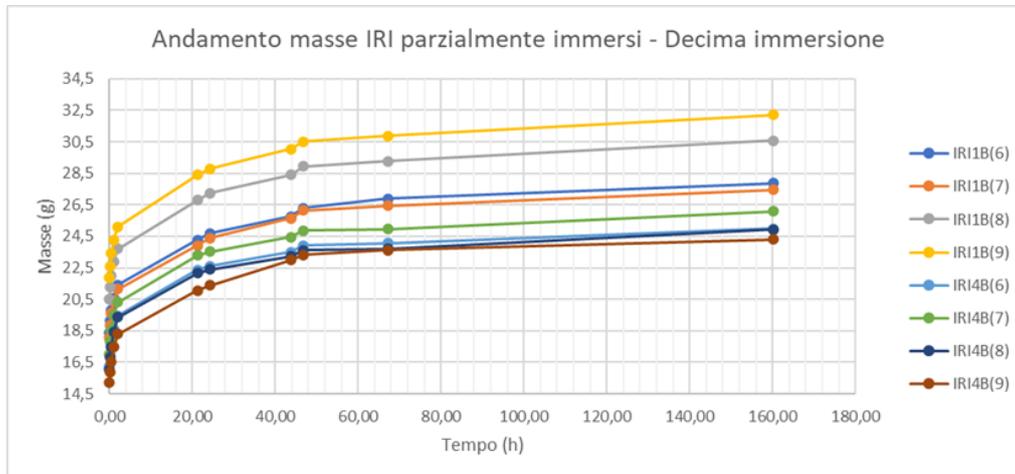


Figura 67 – Masse dei campioni IRI durante il test di immersione parziale

2.2.5.2 Dimensioni

Nel test sui campioni totalmente immersi, tutti i campioni aperti tendono inizialmente ad aprirsi ulteriormente, per poi richiudersi. Tutti i campioni risultano del tutto richiusi dopo circa 40 ore in immersione.

I diametri ortogonali dei campioni aperti crescono nelle prime ore di immersione, per poi decrescere bruscamente e stabilizzarsi, dopo circa 40 ore, nell'intorno di valori inferiori di alcuni mm rispetto a quelli iniziali, a seguito di una seconda crescita, molto lieve.

I diametri ortogonali dei campioni chiusi, invece, crescono inizialmente e, dopo alcuni giorni, si stabilizzano nell'intorno di valori maggiori di alcuni mm rispetto a quelli iniziali. La "stabilizzazione" è quindi più rapida nei campioni aperti.

I grafici degli spessori ortogonali mostrano che, per tutti i campioni, tali dimensioni crescono nel corso delle prime immersioni. Successivamente, dopo alcuni giorni, si stabilizzano nell'intorno di valori maggiori di alcuni decimi di mm rispetto a quelli iniziali.

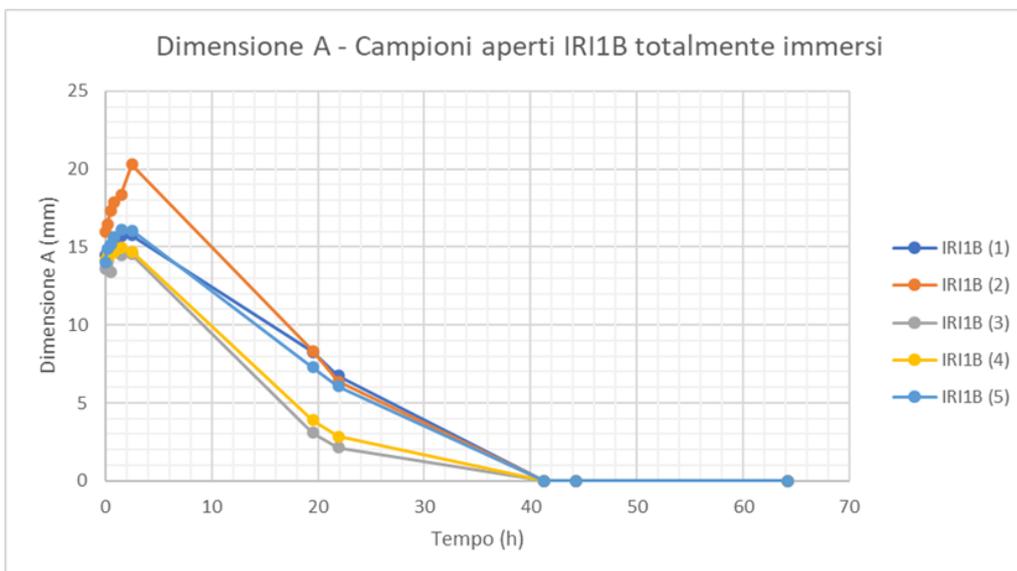
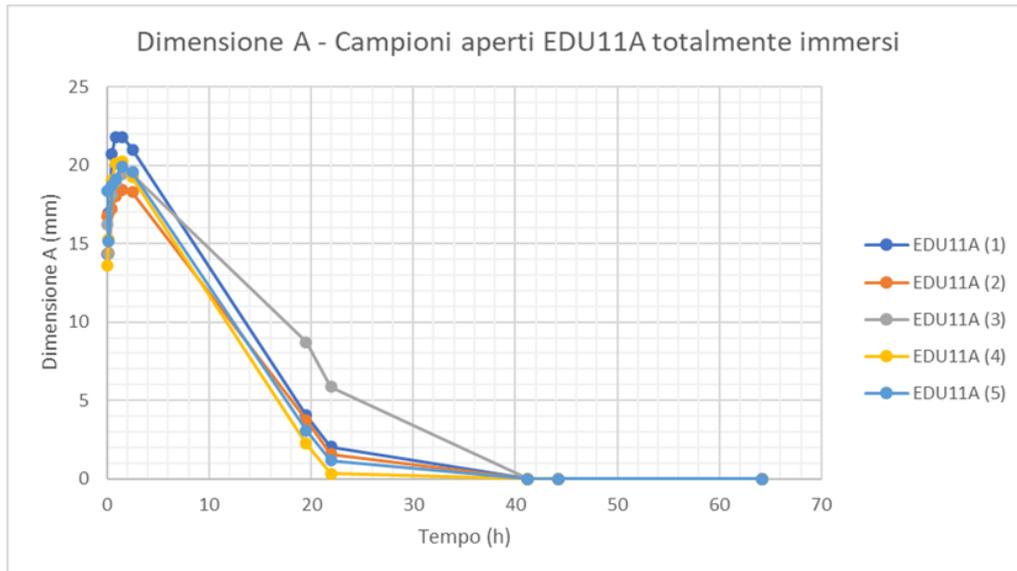
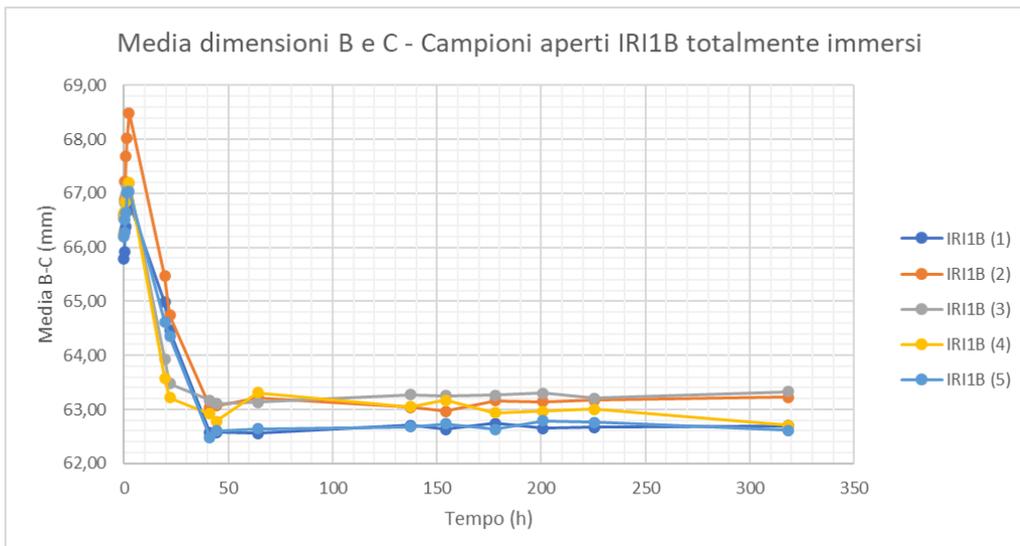
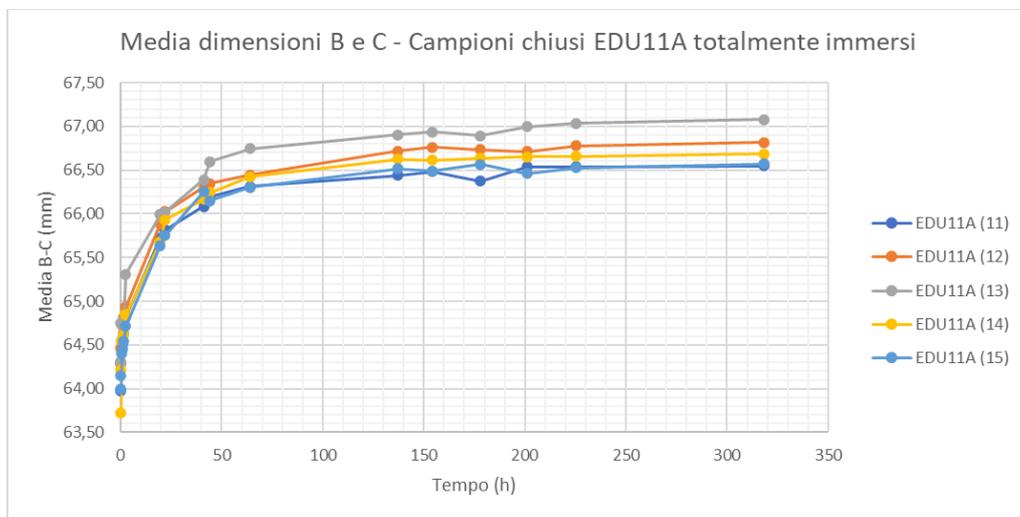
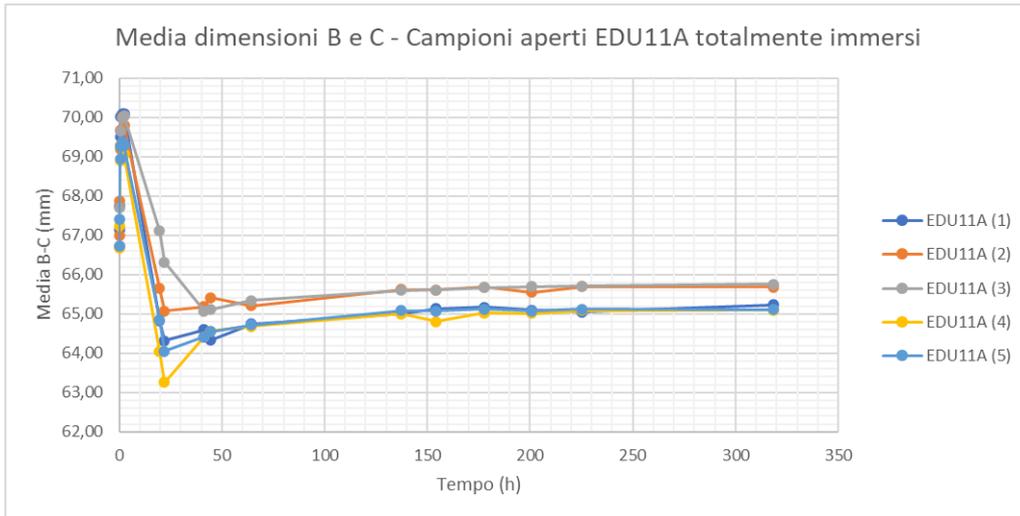


Figura 68 - Dimensione A dei campioni totalmente immersi



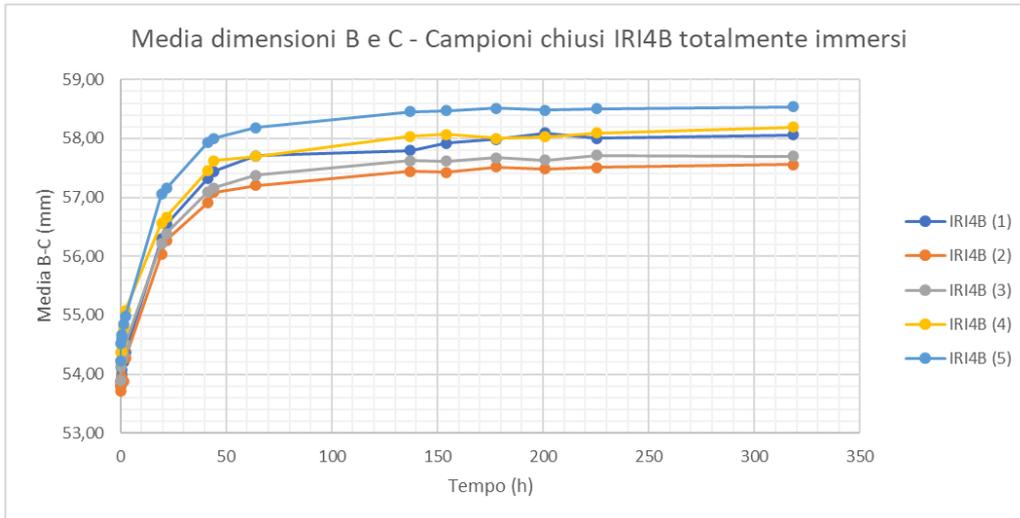
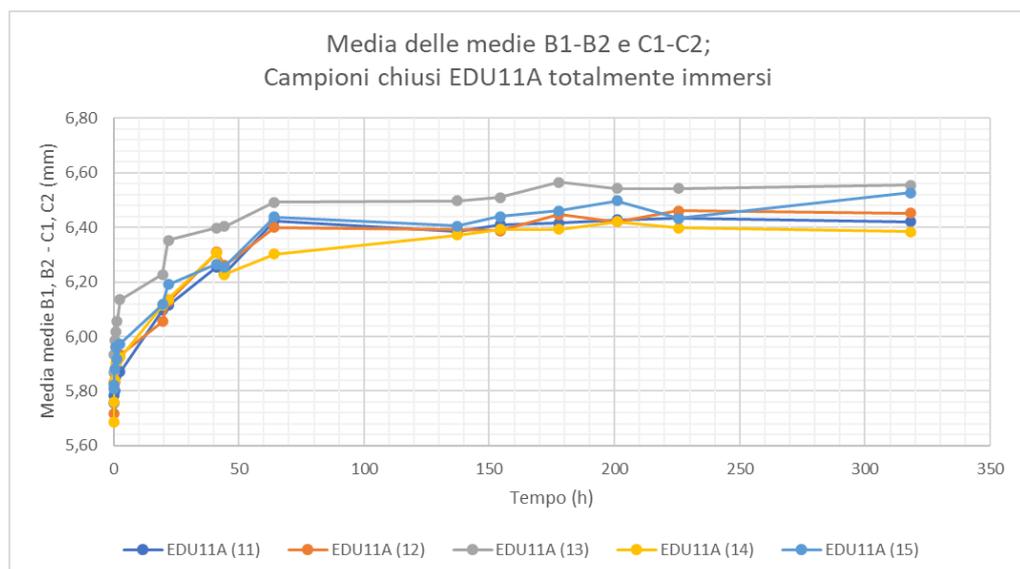
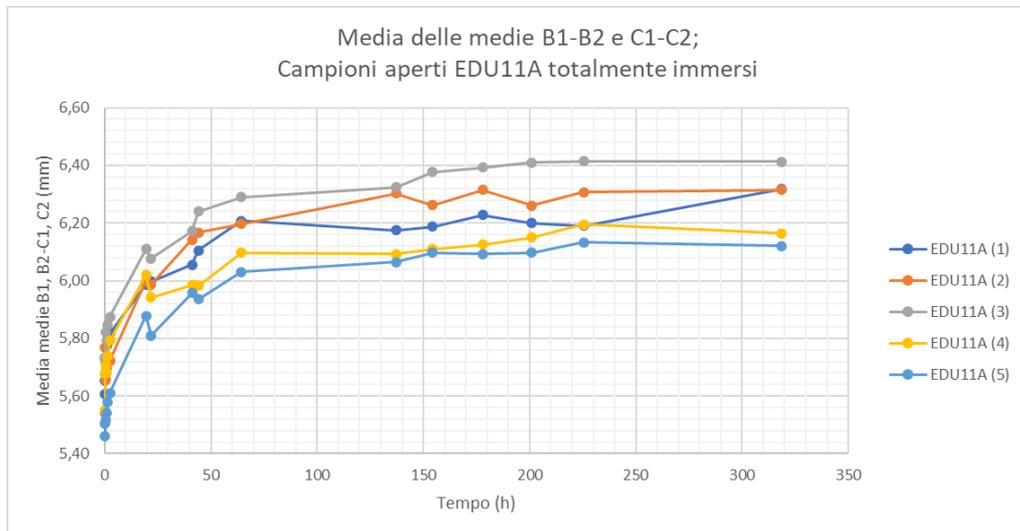


Figura 69 - Diametri ortogonali dei campioni totalmente immersi



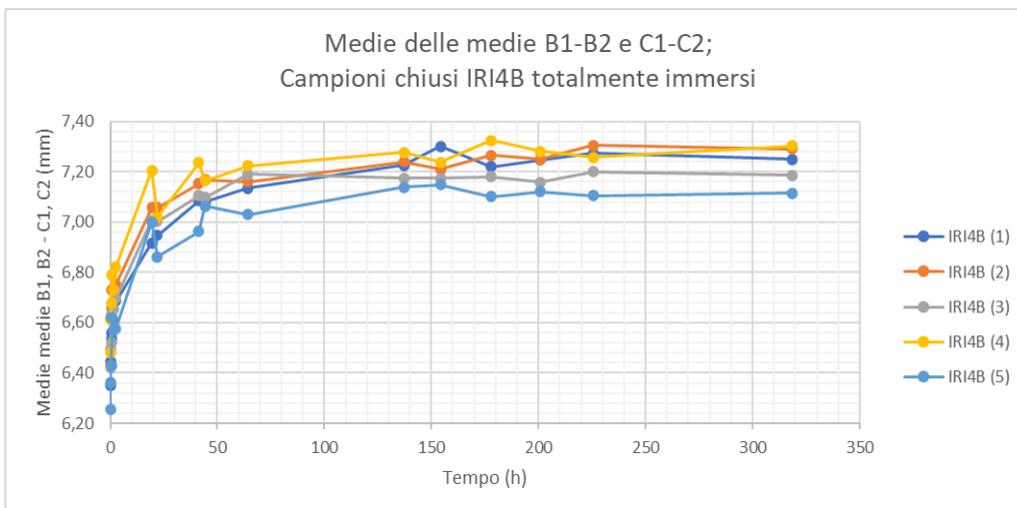
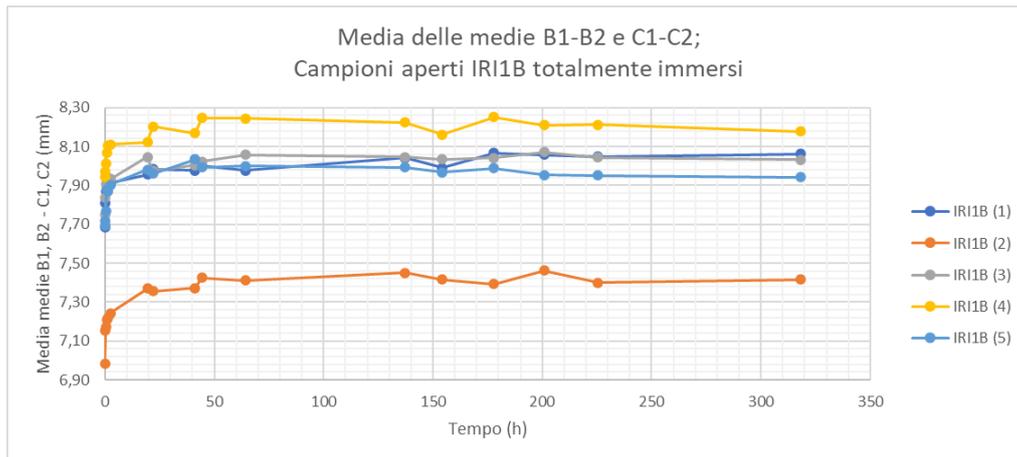


Figura 70 - Spessori ortogonali dei campioni totalmente immersi

Nel test sui campioni parzialmente immersi, tutti i campioni aperti subiscono, nelle prime ore a bagno, ulteriori aperture, anche di parecchi mm. Successivamente, si richiudono. Tutti gli EDU si richiudono in circa 40 ore, mentre alcuni IRI sono ancora aperti al termine del test, durato complessivamente 6,7 giorni.

I grafici delle dimensioni B e C mostrano che, nel caso dei campioni aperti, i diametri ortogonali crescono di alcuni mm nelle prime ore, per poi subire brusche riduzioni e stabilizzarsi, in circa 40-50 ore, nell'intorno di valori minori di alcuni mm rispetto a quelli iniziali. Nel caso dei campioni EDU, prima della "stabilizzazione", i campioni subiscono una seconda lievissima crescita. Nel caso dei campioni chiusi, invece, i diametri ortogonali crescono nelle prime immersioni, per poi stabilizzarsi, in circa 40 ore, nell'intorno di valori maggiori di alcuni mm rispetto a quelli iniziali.

I grafici degli spessori ortogonali mostrano che, per tutti i campioni, tali dimensioni crescono nel corso delle prime immersioni. Successivamente, dopo circa 30-40 ore, si stabilizzano nell'intorno di valori maggiori di alcuni decimi di mm rispetto a quelli iniziali. In questo caso, la "stabilizzazione" è più rapida

di quella osservata nel test sui campioni totalmente immersi.

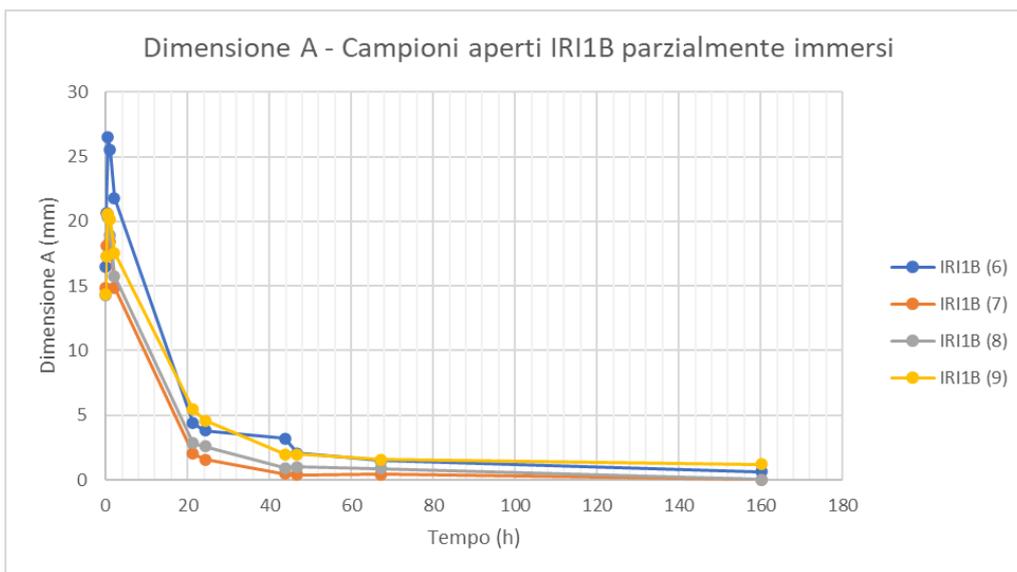
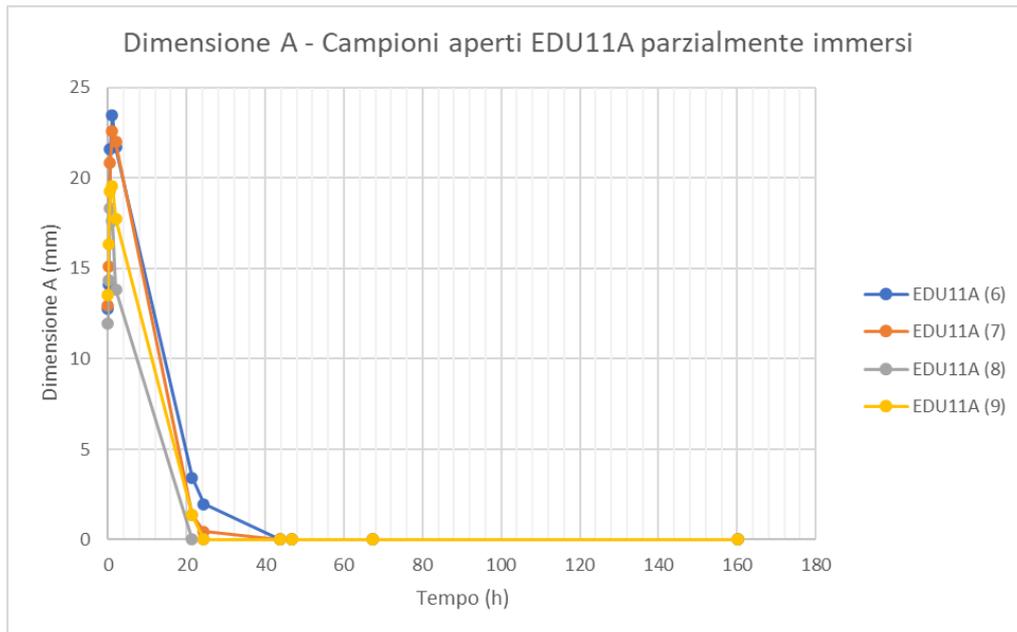
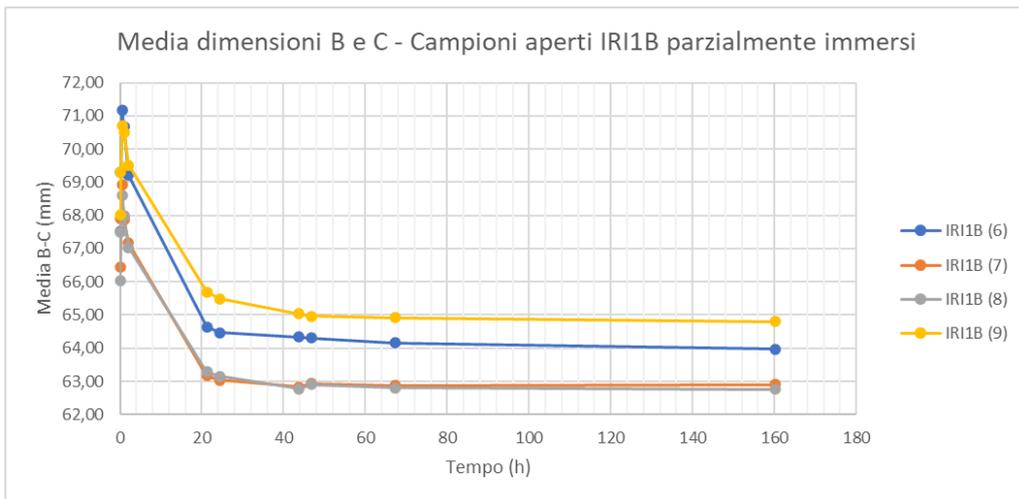
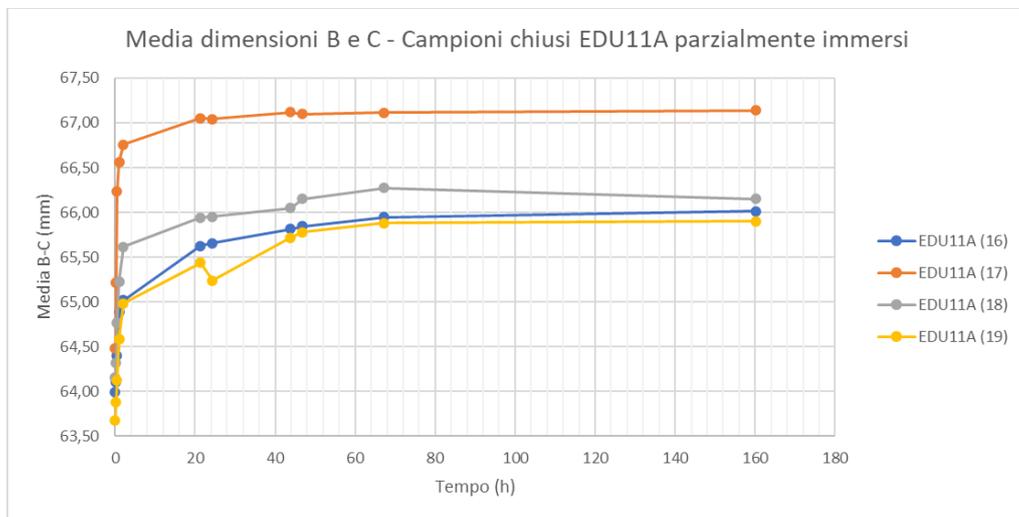
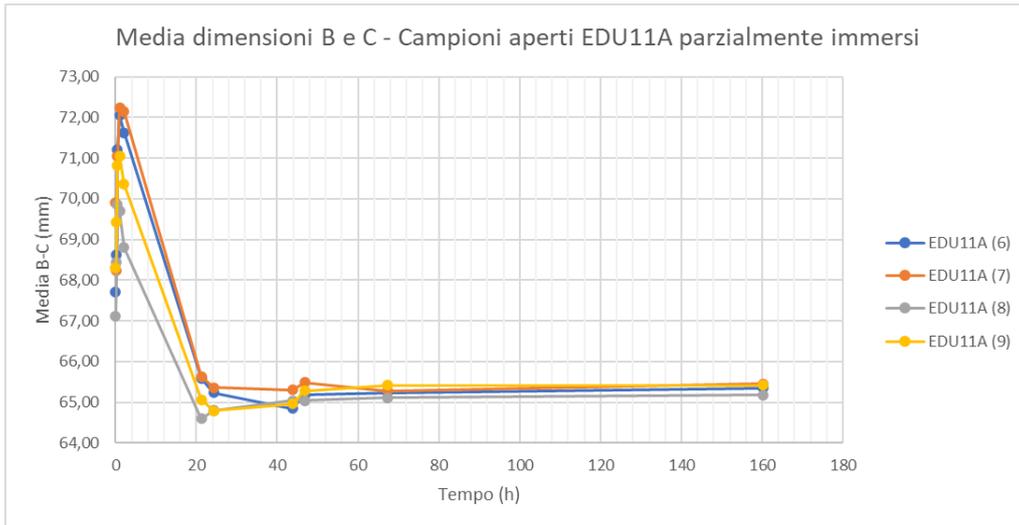


Figura 71 - Dimensione A dei campioni parzialmente immersi



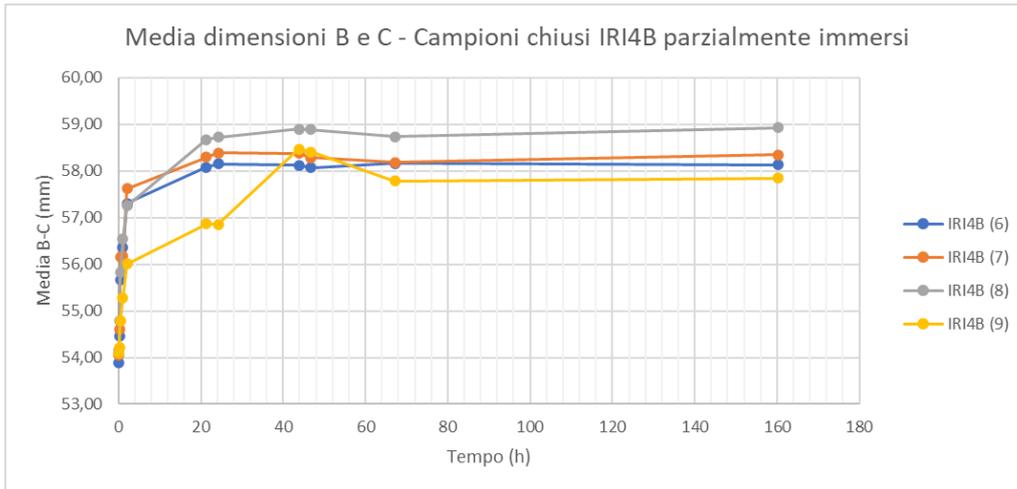
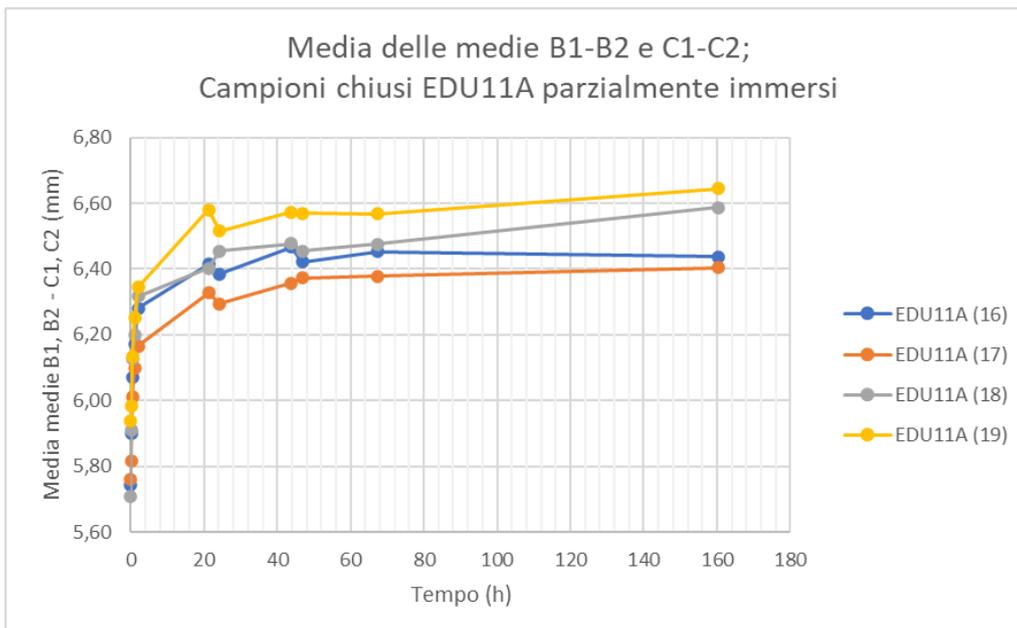
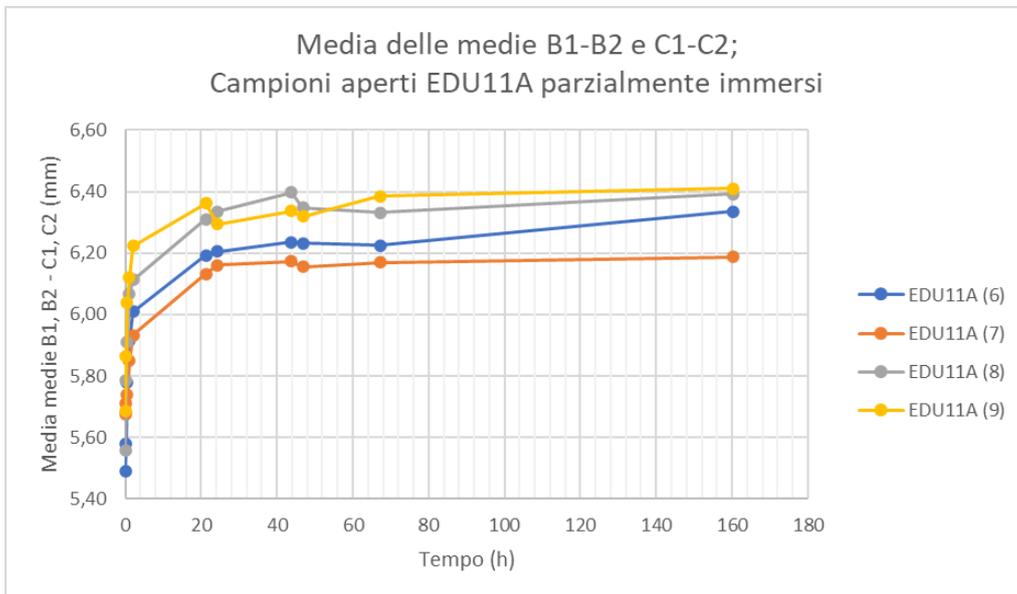


Figura 72 - Diametri ortogonali dei campioni parzialmente immersi



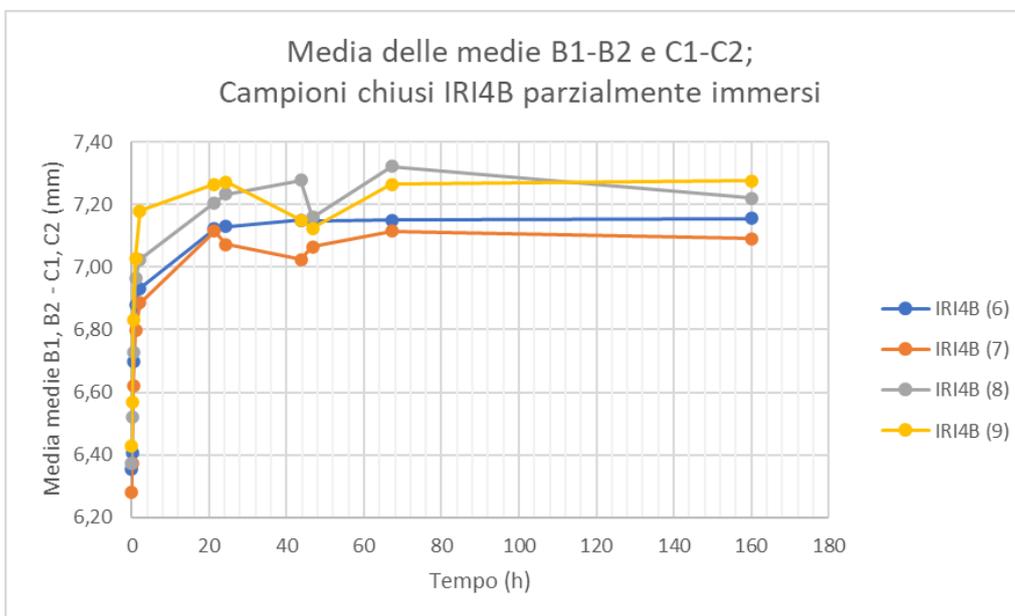
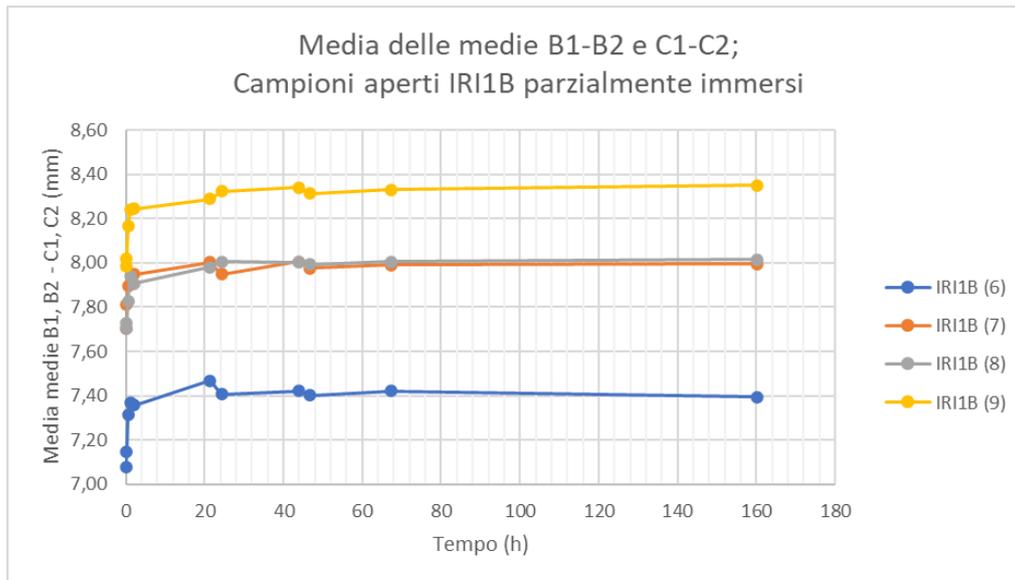


Figura 73 - Spessori ortogonali dei campioni parzialmente immersi

2.3 Test di assorbimento con DIC

2.3.1 Test con DIC

Due campioni IRI, uno aperto (IRI4A) e uno chiuso (IRI2A), sono stati osservati mediante le fotocamere della DIC. Entrambi, in fasi diverse dell'esperimento, sono stati posizionati al centro di un recipiente, nel mezzo di uno strato di cotone idrofilo, affinché rimanessero immobili il più possibile. Successivamente, in entrambi i casi, il recipiente è stato riempito con acqua distillata, fino a circa metà altezza del provino. A intervalli regolari di tempo, finché possibile, sono state scattate foto dei campioni.

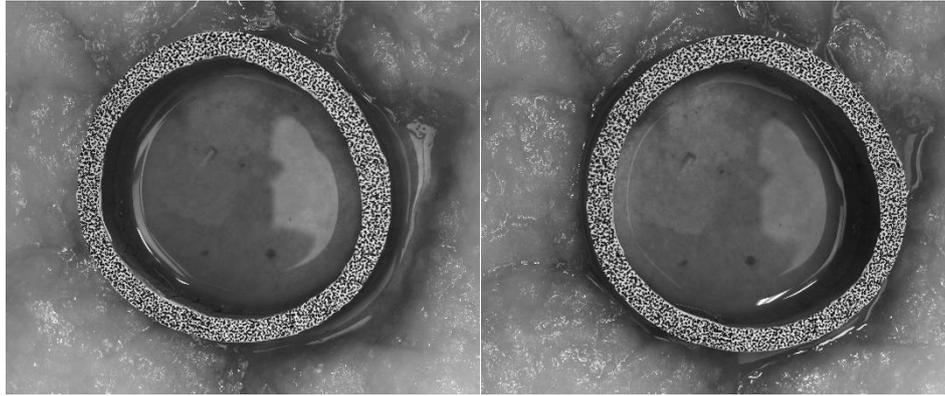


Figura 74 - Campione IRI2A, chiuso, all'inizio del test

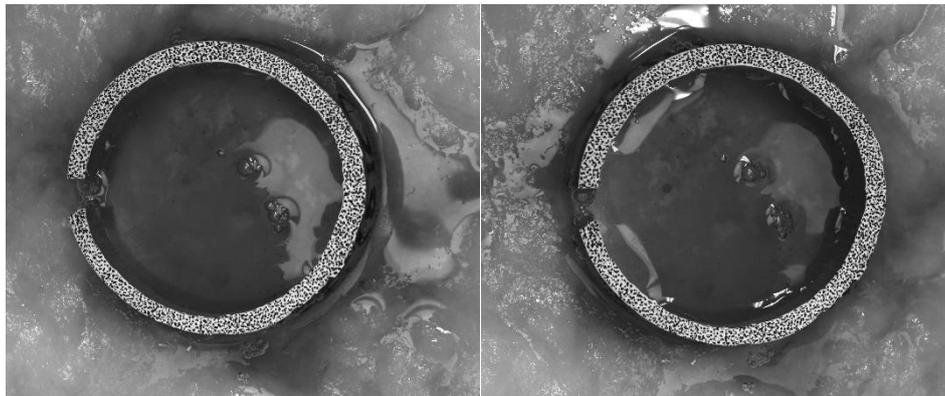


Figura 75 - Campione IRI4A, aperto, all'inizio del test

2.3.1.1 Osservazioni dopo il test con DIC

2.3.1.1.1 Campione IRI2A

Il campione chiuso IRI2A, nel corso dell'immersione, subisce una fessurazione in due lembi opposti, molto evidente nelle battute iniziali del test. Successivamente, tale fessurazione si ricompone e il campione non subisce ulteriori modifiche geometriche sostanziali.

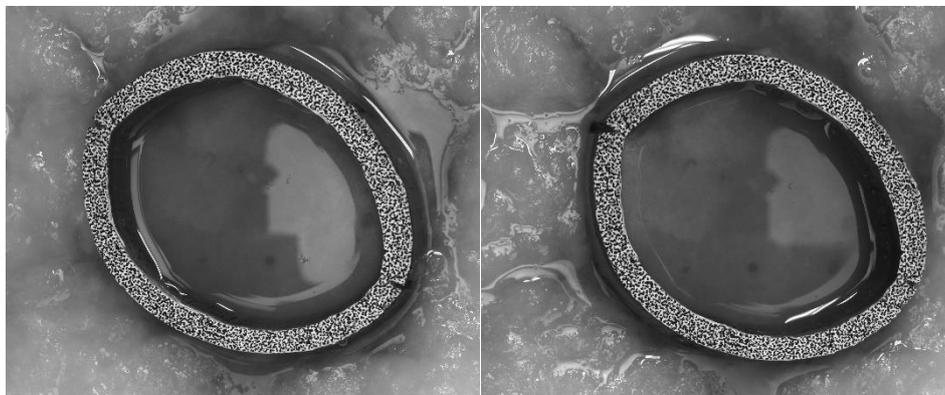


Figura 76 - Prima fessurazione del campione IRI2A

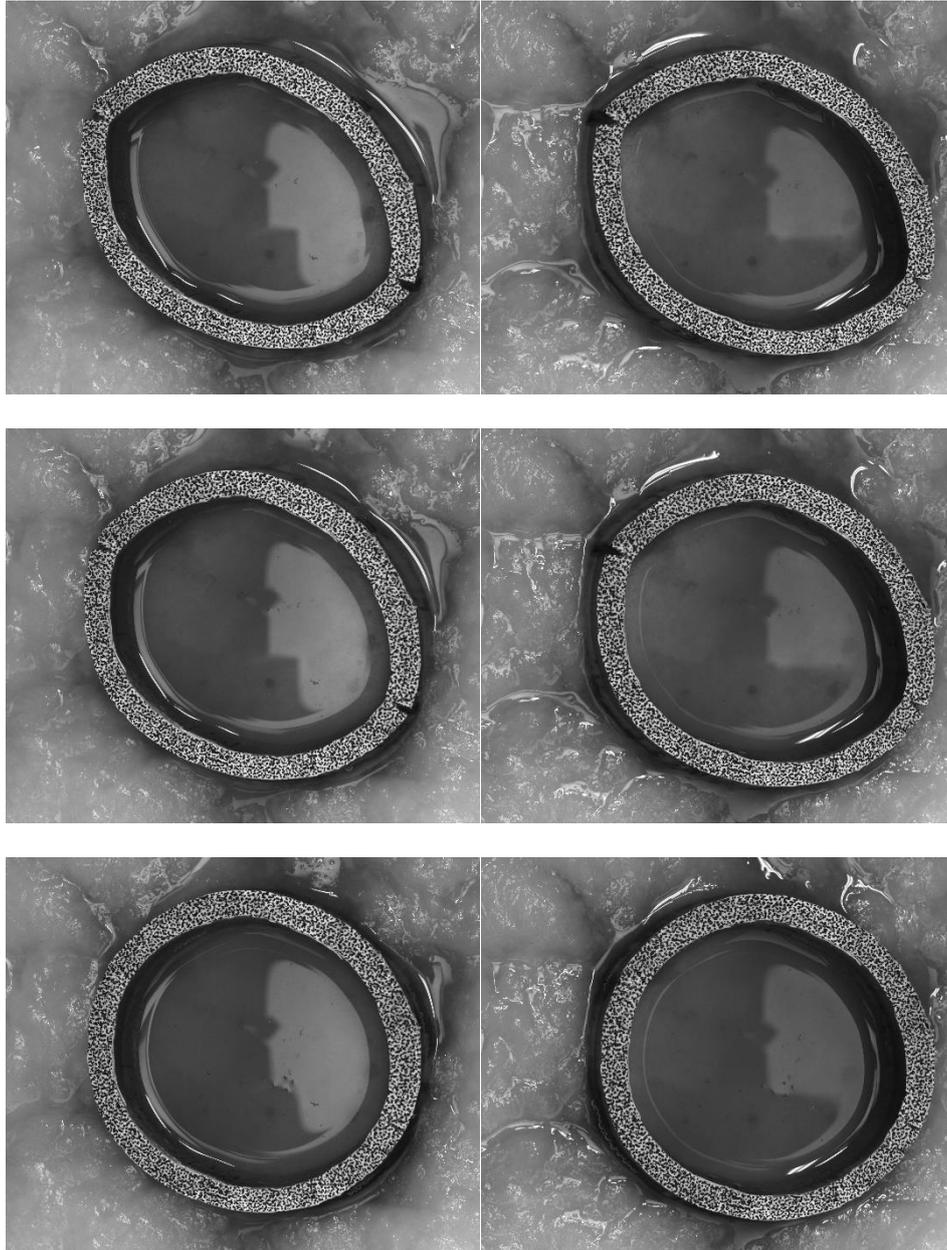
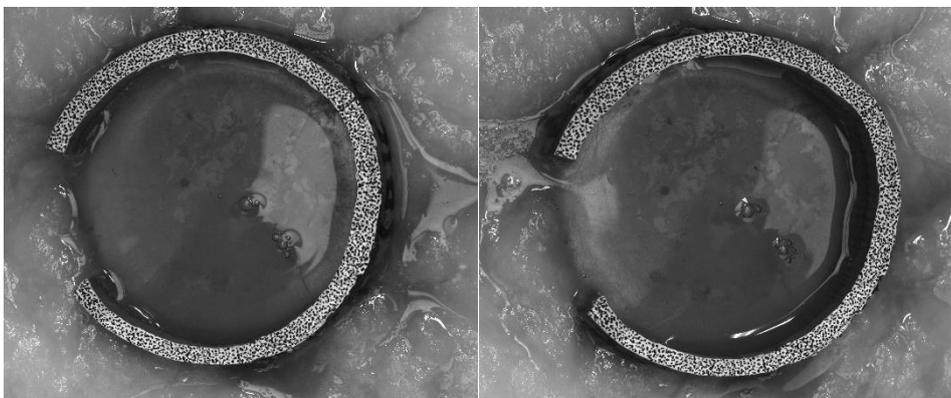
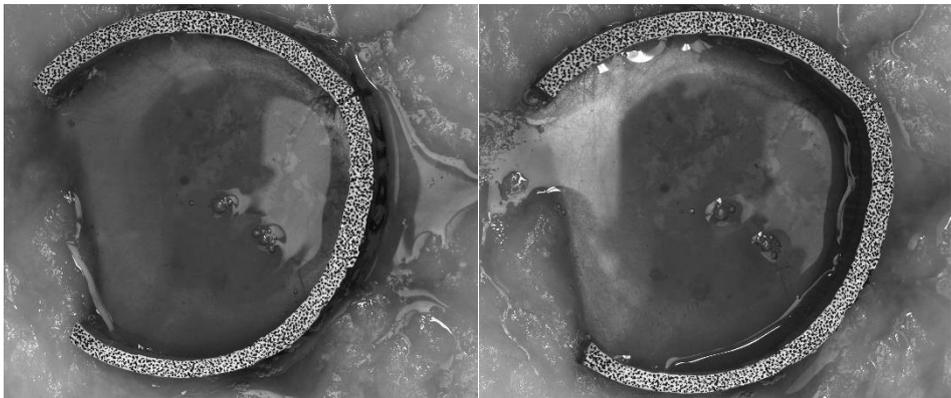
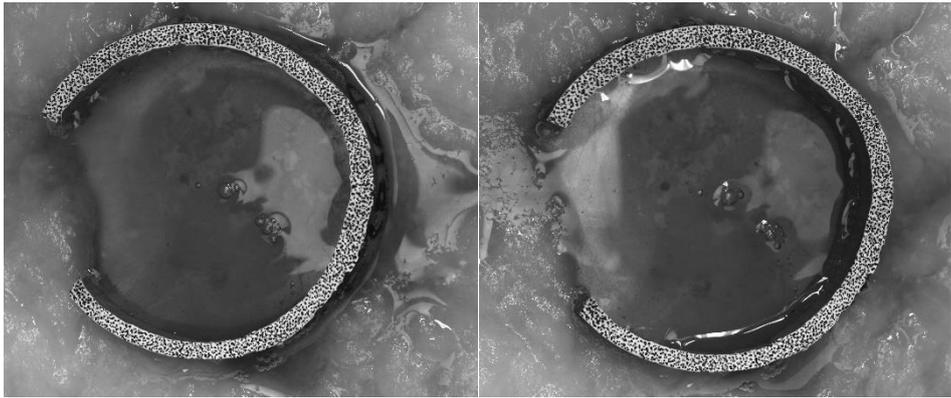
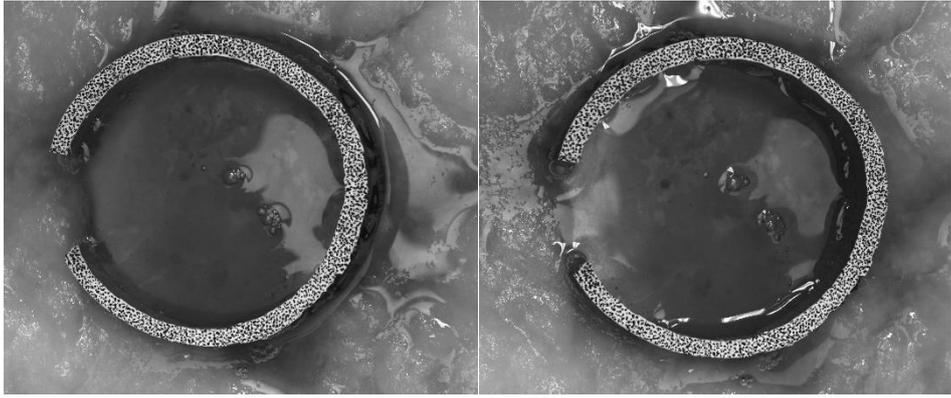


Figura 77 - Ricomposizione della fessura

2.3.1.1.2 Campione IRI4A

Il campione IRI4A segue lo stesso percorso fatto dagli altri campioni aperti precedentemente immersi: si apre ulteriormente, per poi richiudersi. Si nota, anche in questo caso, nel lembo opposto all'apertura, una lieve fessura che successivamente si ricompone.



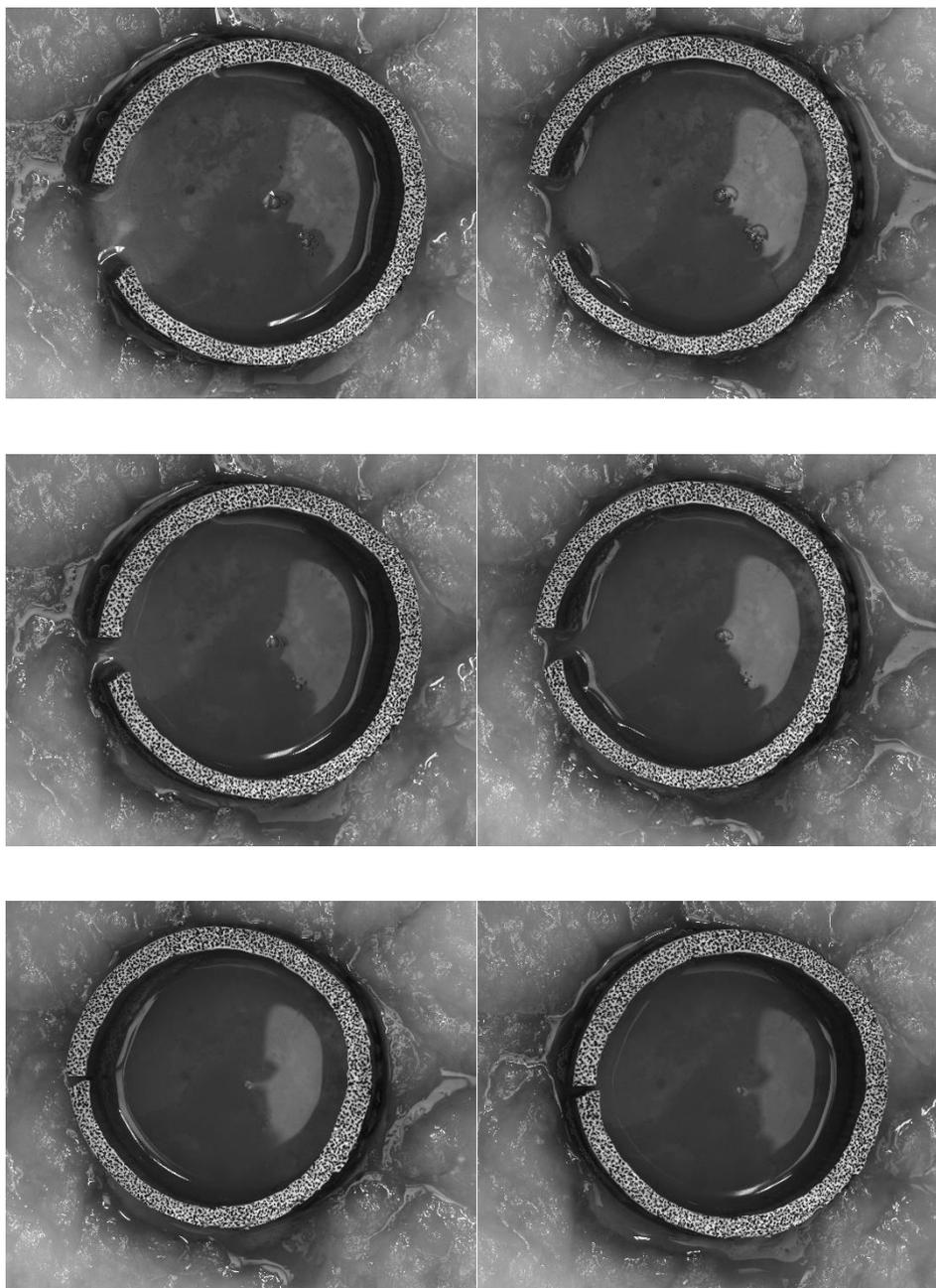


Figura 78 - Sequenza delle foto scattate al campione IRI4A durante il test

Quindici fotogrammi sono stati ricalcati su *AutoCad*, in modo da poter misurare, seppur in maniera approssimata, le lunghezze delle circonferenze esterna ed interna del campione in tutte le fasi dell'esperimento.

La seguente tabella mostra i valori di deformazione percentuale, relativi al fotogramma indicato e quello di partenza, L0. I ed E indicano rispettivamente la deformazione misurata mediante le circonferenze interna ed esterna.

Per maggiore chiarezza, i risultati sono stati inseriti in un grafico, che riporta i valori delle deformazioni in funzione del tempo.

fotogramma	DEFORMAZIONE (%)	
L0	I	E
L1	1,8090	-0,8303
L2	2,3505	-0,1488
L3	3,6245	0,5386
L4	4,1616	1,8140
L5	4,2694	2,6140
L6	4,3269	3,1559
L7	4,5238	3,3527
L8	4,4403	3,7791
L9	4,6828	4,0616
L10	4,2457	4,4093
L11	4,3996	4,6713
L12	4,8476	4,8756
L13	4,3293	4,5649
L14	4,1295	4,8980

Figura 79 - Deformazione del campione IRI4A aperto

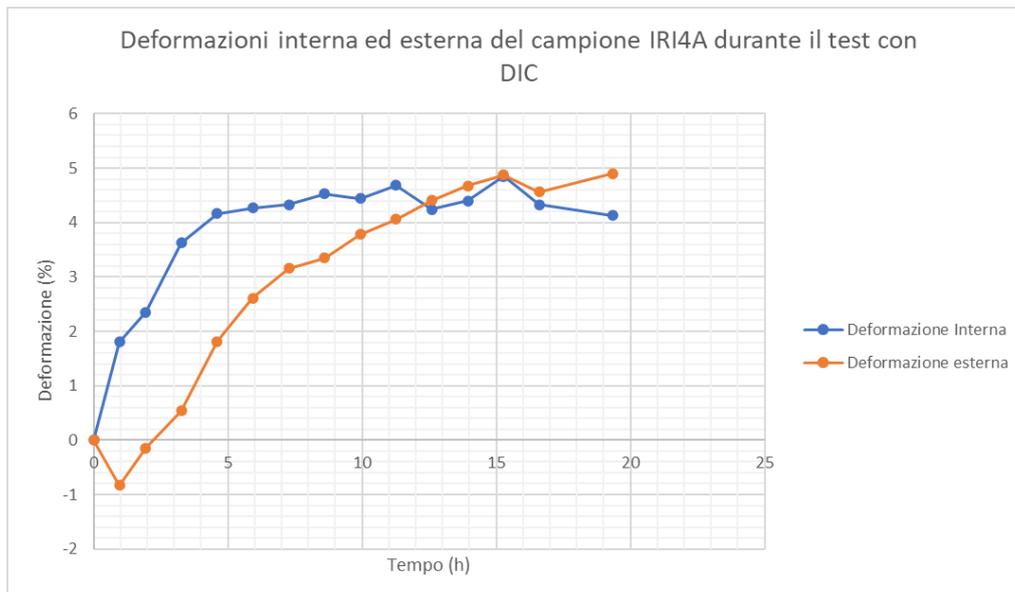


Figura 80 - Deformazioni interna ed esterna del campione IRI4A nel tempo

La deformazione interna è più accentuata di quella esterna fin dalle prime fasi del test, ed è sempre compresa fra valori pari a 4,2 e 4,8% circa. La deformazione esterna, invece, assume inizialmente valori negativi, che poi crescono più lentamente per pareggiare infine la deformazione interna. Tali risultati sono giustificati, considerando la microstruttura del bambù: la prevalenza di matrice spugnosa all'interno fa sì che nelle fasi iniziali sia tale lato ad assorbire e quindi espandersi fortemente; viceversa, il lato esterno, costituito da fibre, subisce una contrazione. A saturazione avvenuta, l'assorbimento è uniforme.

3 MODELLAZIONE

3.1 Equazioni governanti

Il fenomeno è descrivibile come un'elastodiffusione. Si consideri un corpo bifase, costituito da un solido elastico isotropo e da un fluido non viscoso, modellato come un mezzo monofase: ogni punto nel corpo è occupato da particelle formate da ogni costituente. Tale corpo occupa una regione, le cui parti interne e di contorno sono denotate, rispettivamente, con B e ∂B . La misura di B è V e la misura di ∂B è S . Si assumono valide le ipotesi di piccole perturbazioni e di condizioni isoterme. Denotando con \mathbf{j} il flusso d'acqua, con c la concentrazione di massa fluida, con $\boldsymbol{\sigma}$ il tensore degli sforzi e con \mathbf{b} il carico distribuito prescritto del corpo, le equazioni di equilibrio interno per la massa e il momento sono:

$$\operatorname{div} \mathbf{j} = \dot{c} \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \boldsymbol{\sigma} + \mathbf{b} = \mathbf{0} \quad (2)$$

Dove l'equazione (1) rappresenta la seconda legge di Fick, che descrive il fenomeno della diffusione di massa attraverso i solidi. Esse sono supportate delle seguenti condizioni al contorno:

$$\begin{aligned} \mathbf{j} \cdot \mathbf{n} &= \bar{j} & \text{on } \partial B_j, \\ \boldsymbol{\sigma} \cdot \mathbf{n} &= \bar{\mathbf{f}} & \text{on } \partial B_t, \end{aligned} \quad (3) - (4)$$

Con \mathbf{n} versore diretto verso l'esterno su ∂B , e ∂B_t e ∂B_j le parti di frontiera in cui, rispettivamente, le trazioni \mathbf{f} e il flusso j sono prescritti.

Le equazioni di compatibilità diffusiva (cinematica) e meccanica possono essere scritte come segue:

$$\begin{aligned} \mathbf{z} &= \nabla c, \\ \boldsymbol{\epsilon} &= \nabla^s \mathbf{u}, \end{aligned} \quad (5) - (6)$$

Dove \mathbf{z} è il gradiente della concentrazione di massa fluida, \mathbf{u} è il vettore degli spostamenti, $\boldsymbol{\epsilon}$ è il tensore infinitesimo delle deformazioni e ∇^s è la parte simmetrica dell'operatore gradiente. Tali equazioni, definite in B , sono supportate dalle condizioni al contorno:

$$\begin{aligned}
c &= \bar{c} \quad \text{on } \partial B_c, \\
\mathbf{u} &= \bar{\mathbf{u}} \quad \text{on } \partial B_u,
\end{aligned}
\tag{7) – (8)}$$

Dove ∂B_c è la parte di frontiera dove le concentrazioni c sono prescritte.

Le risposte meccaniche e diffusive sono completamente accoppiate attraverso le equazioni costitutive. Infatti, il potenziale chimico μ dipende sia dalla concentrazione del fluido che dalle deformazioni. Nel caso lineare, le equazioni costitutive del flusso di massa e delle tensioni sono scritte come:

$$\mathbf{j} = -D\mathbf{z} \tag{9}$$

$$\boldsymbol{\sigma} = \mathbf{H}:\boldsymbol{\varepsilon} - c\beta\mathbf{I} \tag{10}$$

In cui D è la diffusività (m^2/s), \mathbf{H} è il tensore di quarto ordine del modulo di rigidità elastica e β è il coefficiente di tensione-concentrazione fluido. Il termine $c\beta\mathbf{I}$ tiene conto degli sforzi nel solido, indotti dai cambiamenti di concentrazione nel fluido, ed è chiamato *swelling coupling term* (de Miranda_S., Garikipati_K., Molari_L., Ubertini_F., 2009).

Il flusso d'acqua inficia sulla parte elastica, ma non vale il viceversa.

Una volta terminate le prove sperimentali, è stata quindi eseguita una modellazione, per riprodurre i risultati ottenuti in laboratorio. Mediante il software agli elementi finiti *Straus7*, è stata svolta una *transient heat analysis* che ripercorresse l'assorbimento dell'acqua da parte dei campioni, i quali vengono introdotti nelle vasche con un certo livello iniziale di contenuto d'acqua, per poi raggiungere la saturazione. In seguito, a partire dalla deformazione ottenuta, è stata svolta una *linear static analysis*.

Il contenuto originale dei campioni era già stato calcolato in precedenza. Gli aumenti percentuali delle masse dei campioni dopo ogni immersione corrispondono agli aumenti del loro contenuto d'acqua.

Il parallelismo tra i due fenomeni è possibile mettendo a confronto le equazioni di equilibrio dell'analisi *transient heat* e la seconda legge di Fick. In esse, compaiono i termini fondamentali del problema.

Nella generica analisi *transient heat*, l'output è un insieme di temperature nodali ad ogni intervallo temporale prestabilito. Successivamente, è possibile tracciare l'andamento della temperatura nell'elemento studiato.

L'equazione di equilibrio della *transient heat analysis* si presenta nella seguente forma:

$$Kt + Ct = f \tag{11}$$

Dove

- K = matrice globale di conduttività;
- t = vettore incognito delle temperature nodali;
- C = matrice globale di capacità termica;
- \dot{t} = variazione temporale di t ;
- f = vettore applicato del carico termico.

Note le proprietà assorbenti del bambù strutturale investigato, si intende svolgere un'analisi **elastotermica**. Il gradiente di umidità presente tra il campione immerso e l'acqua circostante innesca la filtrazione.

In questo caso, la conduttività termica è l'attitudine ad assorbire del bambù, la sua conduttività di assorbimento; il gradiente di umidità è rappresentativo del flusso di calore applicato; il calore specifico è la capacità di assorbimento; la capacità termica del materiale rappresenta il rapporto fra la quantità d'acqua scambiata fra l'ambiente circostante e il campione e la conseguente variazione del livello di saturazione di quest'ultimo.

3.2 Analisi transient heat

La prima analisi svolta mediante il codice è stata una *transient heat*, sui provini EDU11A (1) e EDU11A (11), rispettivamente aperto e chiuso, entrambi totalmente immersi. Essi sono stati vincolati in modo tale da impedirne qualunque moto rigido.

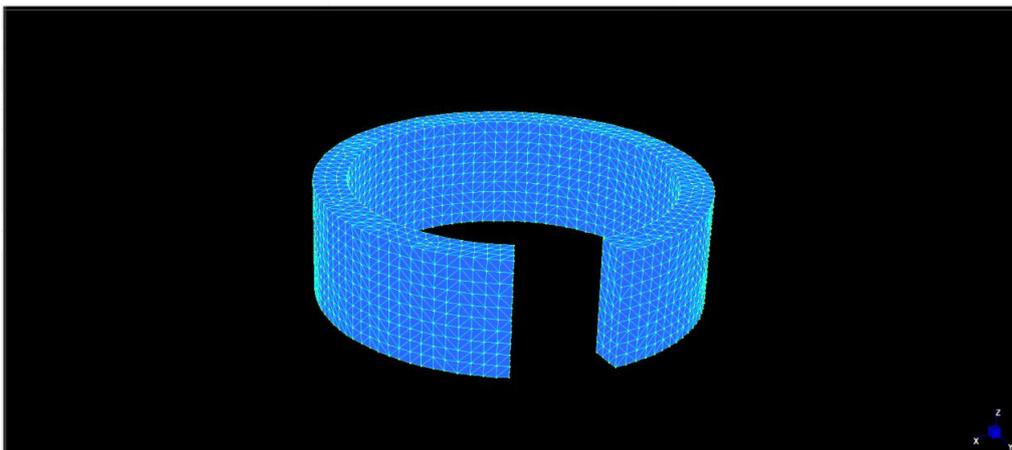


Figura 81 - Geometria del campione EDU11A (1) riportata su Straus7

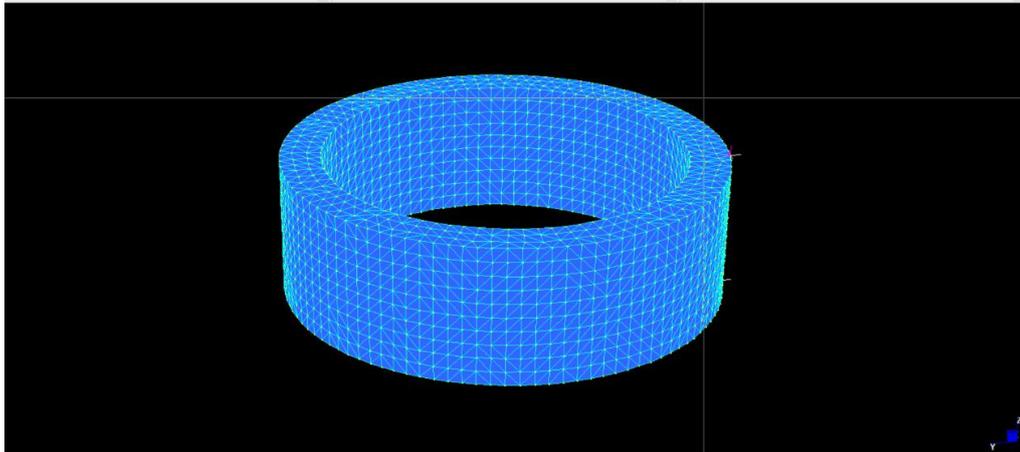


Figura 82 - Geometria del campione EDU11A (11) riportata su Straus7

Per entrambi, è stata imposta come temperatura iniziale quella corrispondente al contenuto iniziale d'acqua del provino, ossia 6,841 °C.

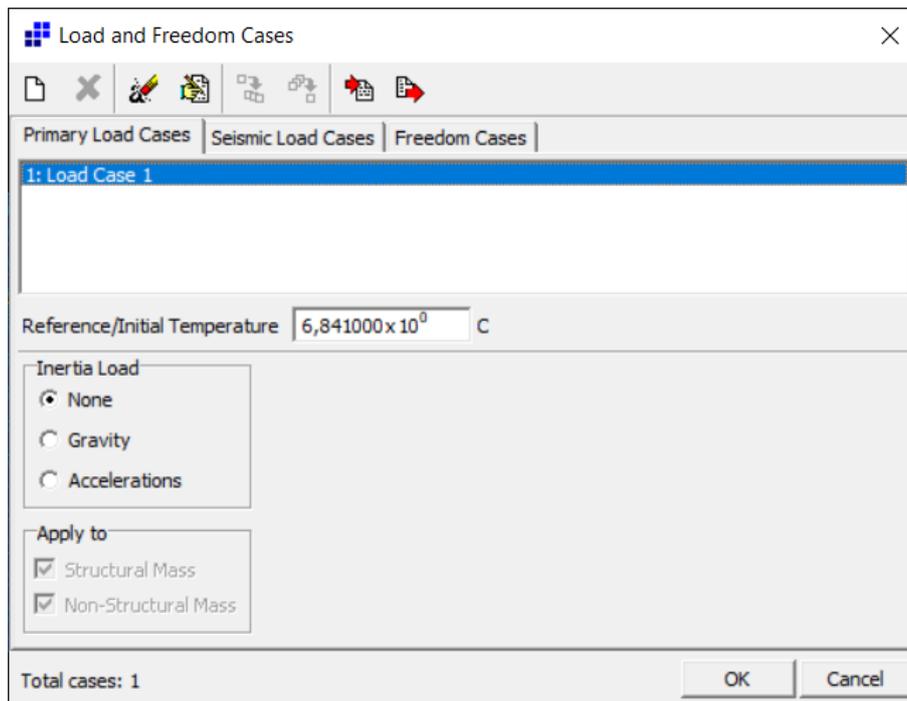


Figura 83 - Imposizione della temperatura iniziale

Nella sezione delle proprietà, sono state inserite le caratteristiche strutturali del bambù *edulis* e le sue proprietà assorbenti. Le conduttività e capacità di assorbimento sono state imposte crescenti con la concentrazione d'acqua. Nella sezione degli attributi degli elementi *brick*, costituenti il modello, sono stati inseriti un coefficiente di convezione pari a 25 W/m²*°C e un coefficiente di temperatura ambiente pari a 1. Per introdurre la condizione al bordo di immersione totale, sono state inserite due diverse curve per i campioni. Queste sono state modificate, inserendo delle “rampe” iniziali, al fine di evitare problemi numerici. I valori massimi raggiunti dalle curve corrispondono ai

massimi contenuti d'acqua dei campioni, al momento della saturazione.

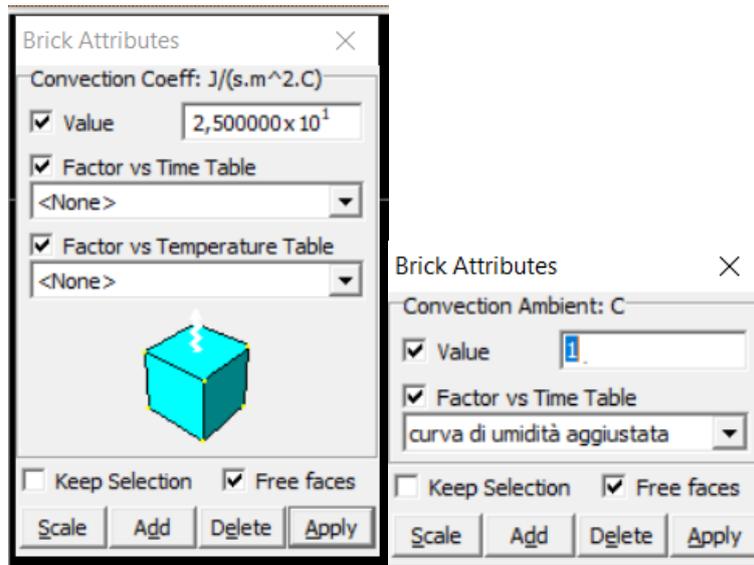


Figura 84 - Impostazioni dei brick attributes

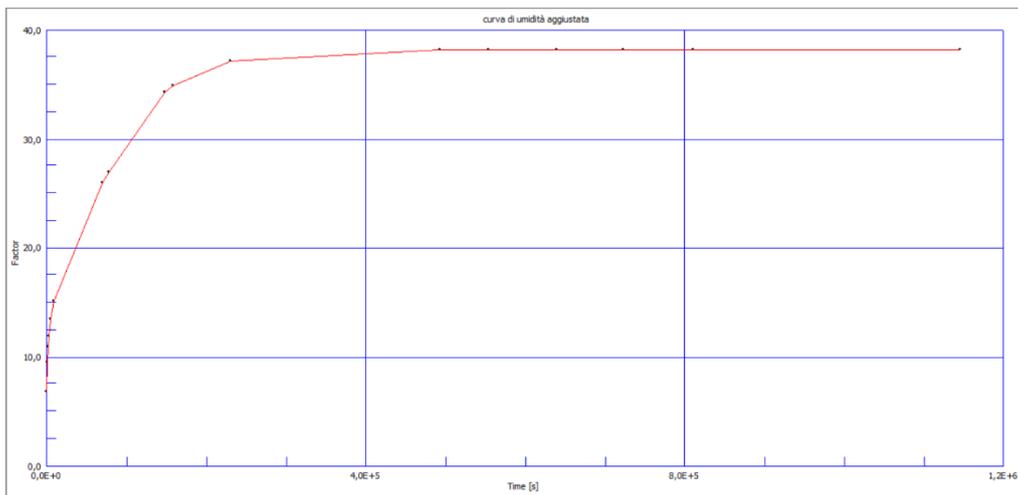


Figura 85 - Curva di condizione al bordo per il campione EDU11A (1), modificata ai fini della modellazione

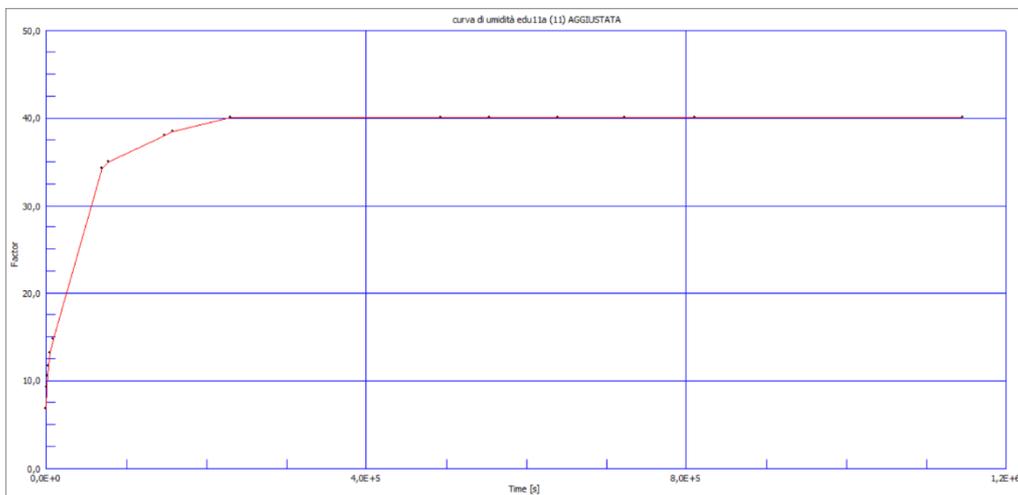
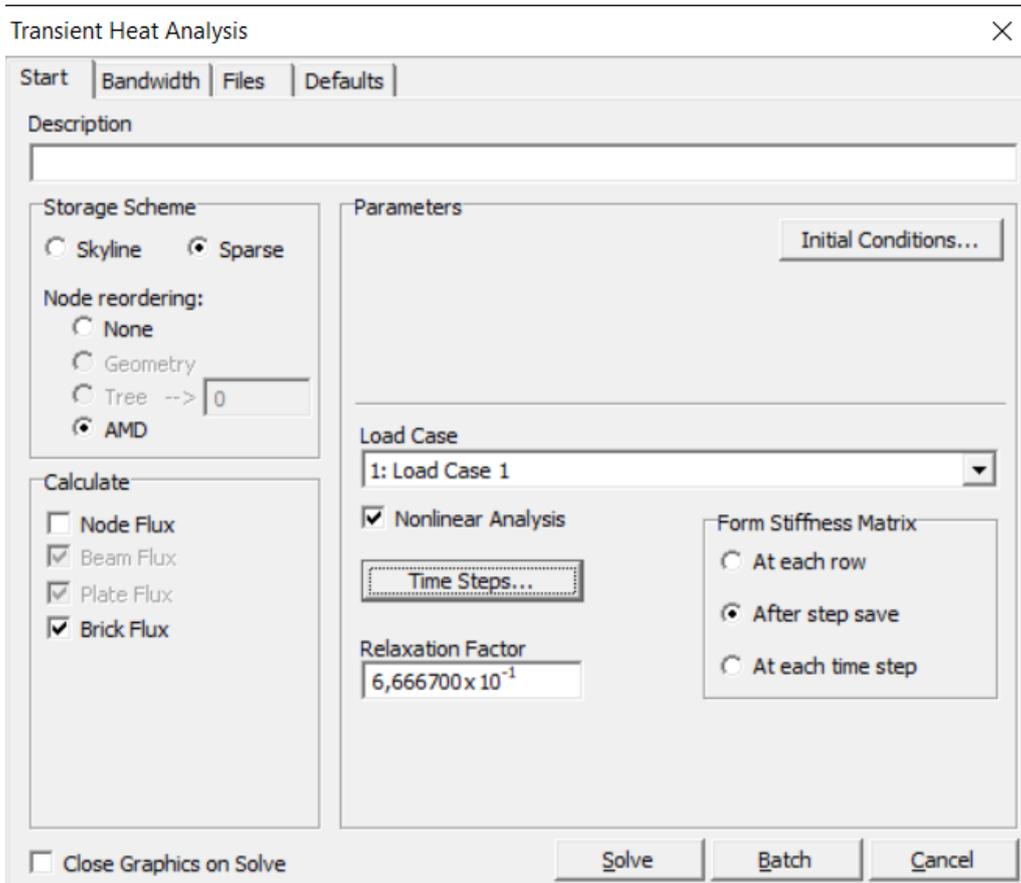


Figura 86 - Curva di condizione al bordo per il campione EDU11A (11), modificata ai fini della modellazione

Per osservare più frequentemente il provino nelle fasi iniziali del test, sono stati imposti due tipi di *time steps*, che coprissero le circa 140 ore necessarie per giungere a saturazione. Inizialmente, sono stati imposti 630 passi, un time step di 100 secondi e un salvataggio ogni 12; successivamente, 4410 passi, un time step di 100 secondi e un salvataggio ogni 36.



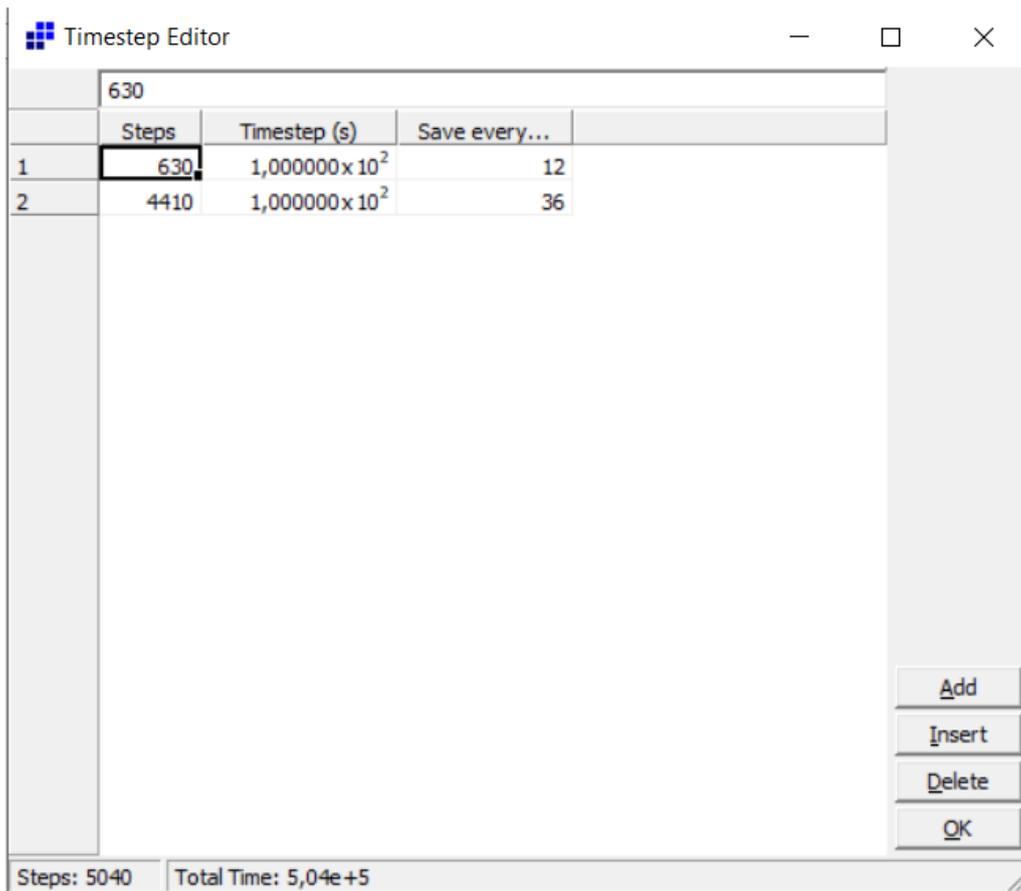


Figura 87 - Impostazioni della modellazione

3.2.1 Campione EDU11A (1)

I risultati dell'analisi termica sul campione aperto EDU11A (1) mostrano la differenza, in termini di assorbimento, tra le componenti del provino di bambù. Infatti, essendo la conduttività di assorbimento in direzione 3 molto maggiore di quella nelle altre due e avendo imposto un flusso nullo in corrispondenza dei mantelli, il provino mostra una concentrazione d'acqua interna maggiore.

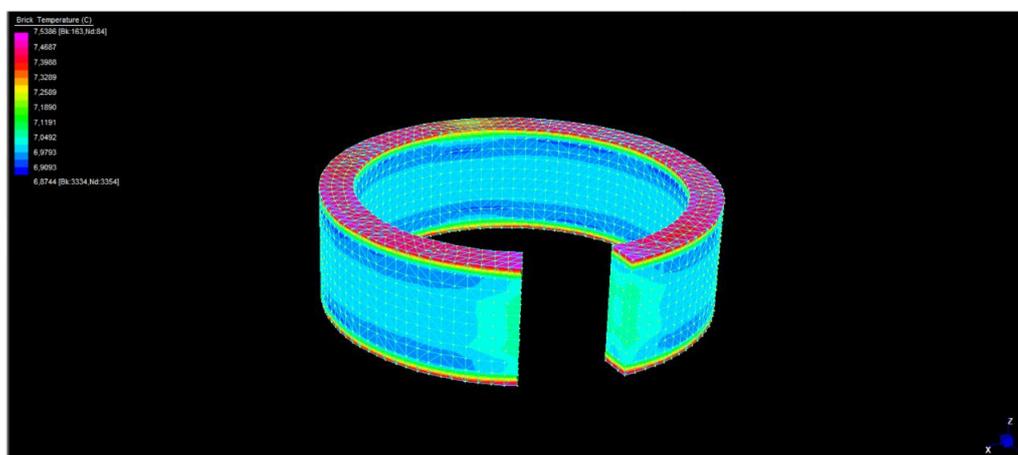


Figura 88 - Primi risultati della transient heat analysis sul campione EDU11A (1)

Il gradiente di concentrazione presente tra le componenti del campione, molto alto nelle prime battute dell'esperimento, scompare con il passare delle ore. Infatti, dopo una fase iniziale dell'immersione in cui è principalmente la componente di parenchima ad assorbire acqua, anche il resto del provino giunge a saturazione.

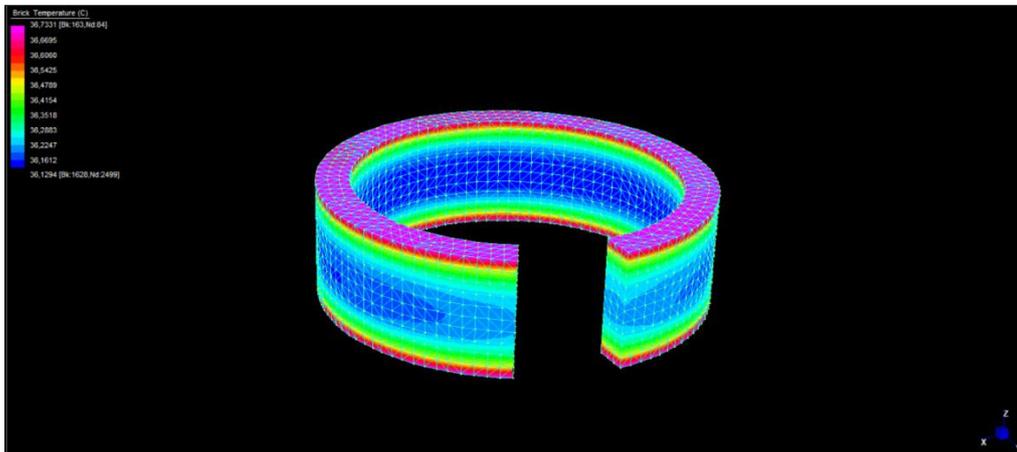


Figura 89 - Campione EDU11A (1) verso la saturazione

Questa prima, preliminare modellazione si conclude quando il campione ha, pressappoco, ogni componente saturo. Nell'ultimo *time step* analizzato, ogni elemento *brick* costituente il modello possiede una temperatura di circa 38,1 °C, che è il contenuto d'acqua del campione all'atto della saturazione.

3.2.2 Campione EDU11A (11)

Anche i risultati dell'analisi termica sul campione chiuso EDU11A (11) mostrano la differenza di assorbimento tra le componenti, anche se l'output è differente. La diffusività in direzione 3 è molto maggiore di quella nelle altre due e il flusso in corrispondenza dei mantelli è nullo. I risultati mostrano che l'interno del campione ha una concentrazione maggiore di acqua, anche se in questo caso il gradiente non è netto come nel campione aperto.

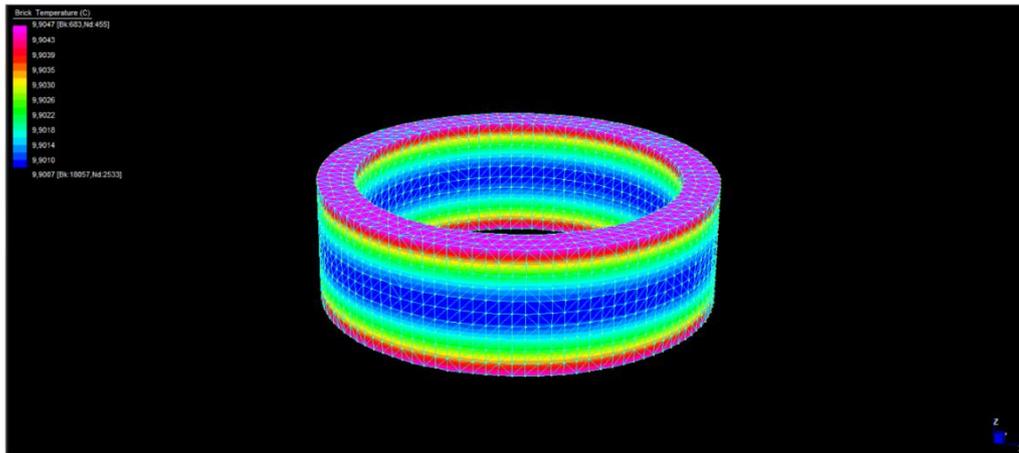


Figura 90 - Primi risultati della transient heat analysis sul campione chiuso.

Le temperature negli elementi *brick*, rappresentative delle concentrazioni degli elementi, salgono uniformemente fino alla totale saturazione del provino. Nell'ultimo *time step* analizzato, ogni elemento possiede una temperatura di circa 40 °C, che è il contenuto d'acqua del campione all'atto della saturazione.

3.3 Non linear transient dynamic analysis

Successivamente, a partire dalla deformazione indotta dall'analisi termica, è stata svolta un'analisi elastica lineare. A tal fine, il tipo d'analisi scelto è stato il *non linear transient dynamic analysis*.

Sono stati calcolati gli sforzi e le deformazioni negli elementi *brick* e una deformata qualitativa del campione.

Come temperatura di riferimento è stata scelta quella rappresentativa del contenuto iniziale d'acqua del campione e come *transient heat file* il risultato della precedente analisi termica.

Sono state spuntate le opzioni *added damping*: none, *combined temperature* e *materiale non lineare*.

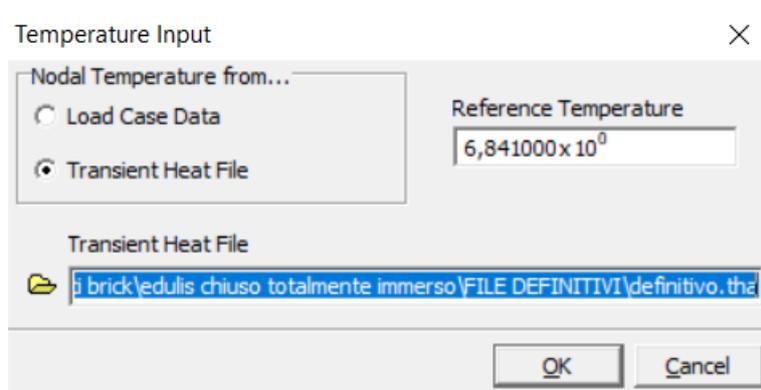
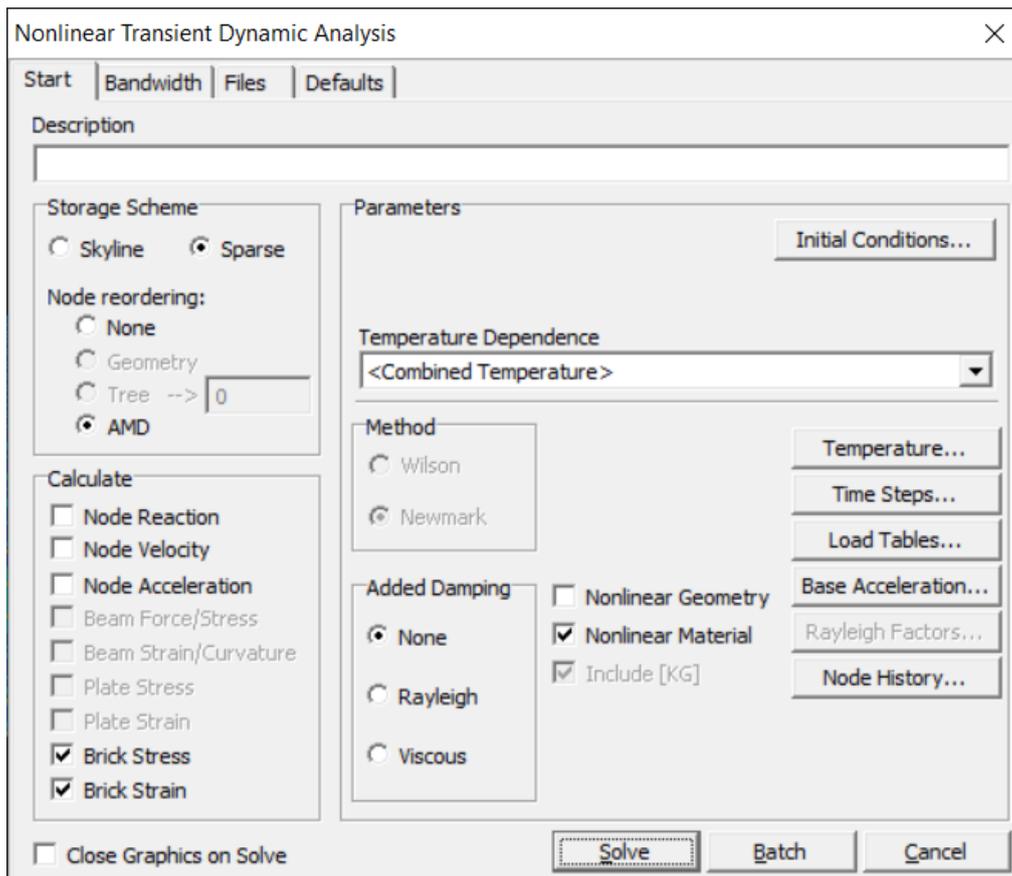
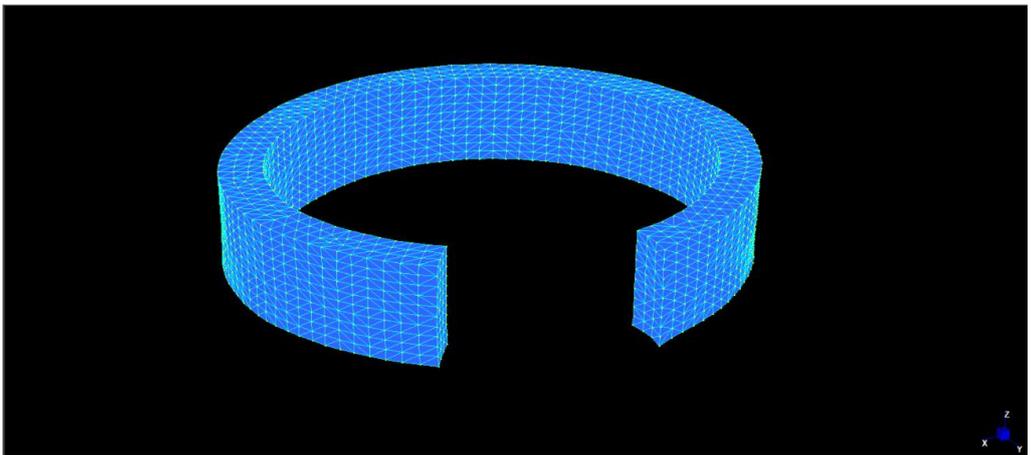
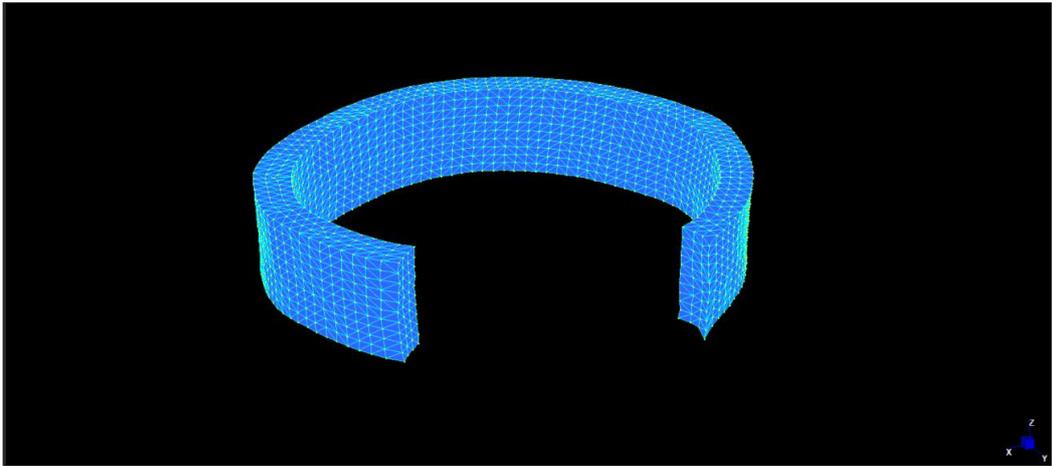
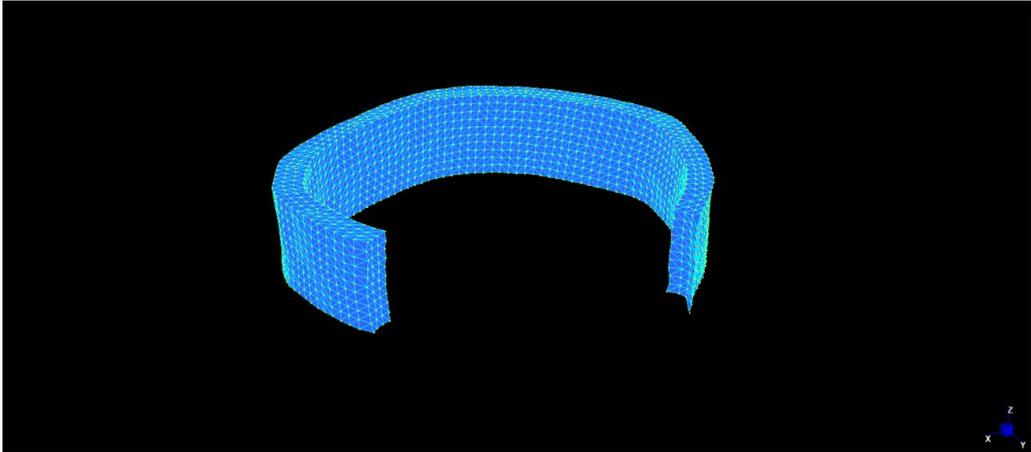


Figura 91 - Impostazioni della non linear transient dynamic analysis

3.3.1 Campione EDU11A (1)

Il campione aperto EDU11A (1) mostra il risultato più interessante al termine dell'analisi. La deformata qualitativa ottenuta da *Straus7* riproduce quella già osservata durante l'esperimento: il provino immerso si apre ulteriormente per poi richiudersi.



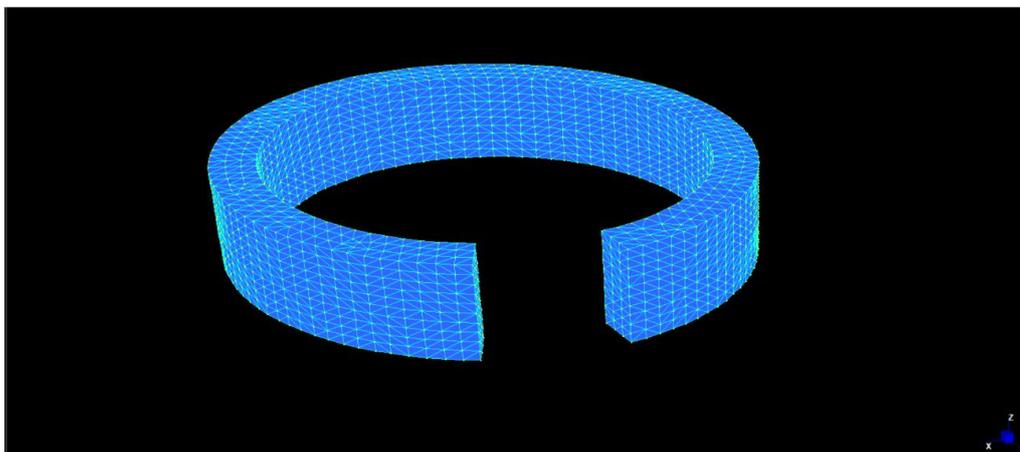
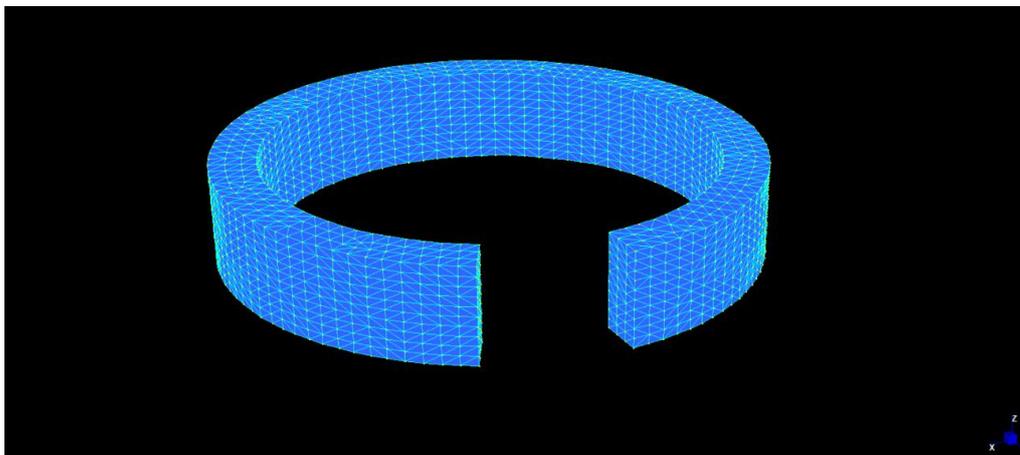
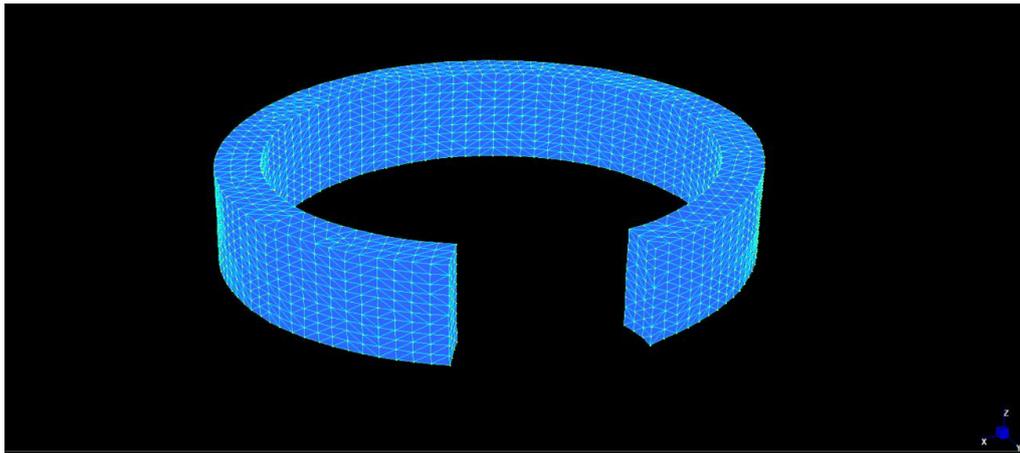


Figura 92 - Chiusura del campione EDU11A (1)

Pertanto, la modellazione ha riprodotto correttamente l'esperienza in laboratorio. Anche in essa, sono le fibre interne le prime a deformarsi, a conferma della massiccia presenza di parenchima sul lato in esame. Solo in seguito, si deformano anche le fibre esterne.

3.3.2 Campione EDU11A (11)

I risultati dell'analisi elastica sul campione chiuso EDU11A (11) mostrano la sua deformazione qualitativa, esagerata nella seguente immagine. Il provino, in seguito all'assorbimento, spaccia nei lembi inferiore e superiore, in corrispondenza delle superfici esterne, dove la concentrazione d'acqua è maggiore.

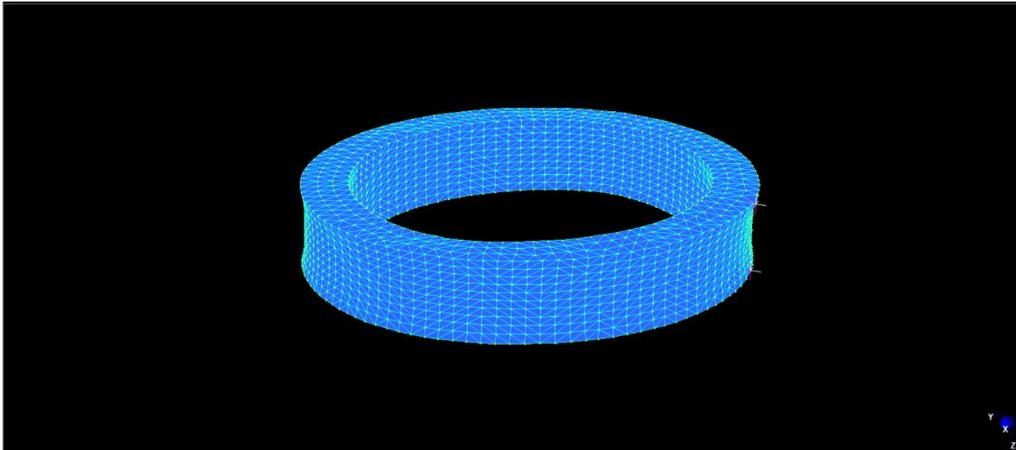


Figura 93 - Risultato della Non linear transient dynamic analysis sul campione EDU11A (11)

Pertanto, l'analisi svolta conferma i risultati ottenuti in laboratorio.

4 CONCLUSIONI

I test condotti in laboratorio sono stati utili per studiare la crescita delle masse dei campioni, le loro velocità di assorbimento e il tempo impiegato per giungere a saturazione.

La crescita delle masse nel tempo dipende soprattutto dalla specie, ma anche dalla forma del provino e dal tipo di immersione.

Altrettanto importanti sono stati gli studi sulle deformazioni dei provini, presenti in due forme diverse. Si è rivelata fondamentale la composizione del bambù, che influisce molto sulle deformazioni in caso di immersione.

La differenza di assorbimento presente nello spessore è visibile anche grazie al fatto che, come mostrato nel test con la DIC, sono le fibre interne le prime a deformarsi, seguite solo in un secondo tempo da quelle esterne.

Tali esperimenti sono stati ripresi con un codice di calcolo, pensando di riprodurre la parte di diffusione dell'acqua mediante un'analisi termica. Il primo risultato è una mappa delle temperature, che in realtà rappresenta una mappa delle concentrazioni all'interno del provino. I primi risultati sono stati successivamente utilizzati come input per un'analisi dinamica, cioè è stata svolta un'analisi elastica a partire dalla deformazione indotta dalla termica.

I risultati preliminari hanno confermato che la differenza di assorbimento, e quindi di concentrazione, presente fra interno ed esterno del campione, induce una deformazione differenziale. La parte di modellazione necessita comunque di ulteriori approfondimenti.

La parte sperimentale, invece, può considerarsi terminata e ha mostrato dei risultati definibili come una parte della modellazione.

5 APPENDICI

5.1 Appendice A

L'appendice A contiene i risultati del test sui campioni totalmente immersi. Per ogni immersione sono riportati, nell'ordine, le tabelle con le masse dei campioni, le variazioni percentuali delle masse, le dimensioni dei campioni e le variazioni delle dimensioni e i grafici che raffigurano l'andamento della massa dei campioni nel corso del test. Seguono le foto dei campioni dopo ciascuna immersione. Infine, sono riportati i grafici che mostrano le dimensioni dei campioni nel corso dell'intera prova.

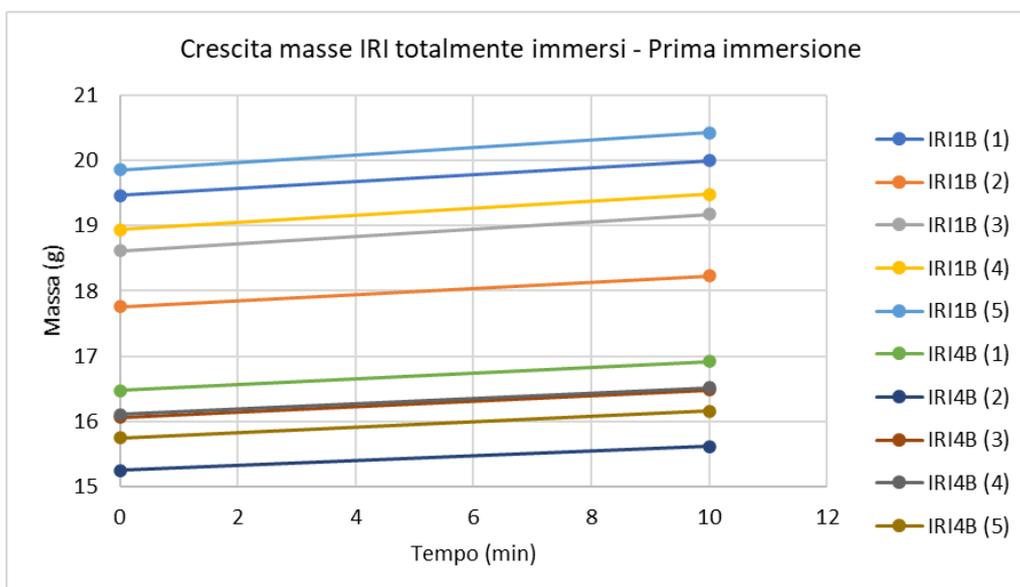
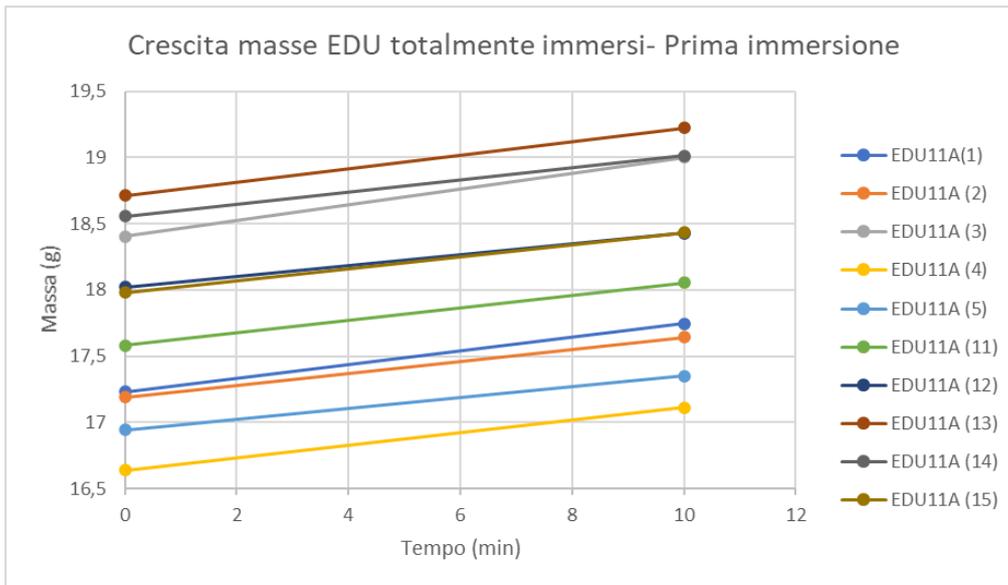
5.1.1 Prima immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	17,746
EDU11A(2)	17,644
EDU11A(3)	18,999
EDU11A(4)	17,113
EDU11A(5)	17,352
EDU11A(11)	18,055
EDU11A(12)	18,429
EDU11A(13)	19,222
EDU11A(14)	19,013
EDU11A(15)	18,433
IRI1B(1)	19,99
IRI1B(2)	18,229
IRI1B(3)	19,176
IRI1B(4)	19,476
IRI1B(5)	20,423
IRI4B(1)	16,921
IRI4B(2)	15,617
IRI4B(3)	16,478
IRI4B(4)	16,517
IRI4B(5)	16,163

AUMENTI PERCENTUALI PESO		
EDU11A(1)	2,994776553	%
EDU11A(2)	2,635099762	%
EDU11A(3)	3,227383863	%
EDU11A(4)	2,84872889	%
EDU11A(5)	2,413976273	%
EDU11A(11)	2,707776324	%
EDU11A(12)	2,269700333	%
EDU11A(13)	2,725523728	%
EDU11A(14)	2,457293744	%
EDU11A(15)	2,508063619	%
IRI1B(1)	2,723535457	%
IRI1B(2)	2,658106662	%
IRI1B(3)	3,046912784	%
IRI1B(4)	2,86800824	%
IRI1B(5)	2,865921225	%
IRI4B(1)	2,738312083	%
IRI4B(2)	2,399842633	%
IRI4B(3)	2,609128837	%
IRI4B(4)	2,53274567	%
IRI4B(5)	2,654811051	%

		MISURE (mm)						
		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	16,96	67,94	5,61	5,36	67,55	5,95	5,69
	EDU11A(2)	14,43	68,17	5,35	5,53	67,58	5,82	5,47
	EDU11A(3)	14,37	66,64	5,43	5,73	68,77	5,72	6,03
	EDU11A(4)	15,25	67,43	5,73	5,81	67,05	5,2	5,97
	EDU11A(5)	15,12	68,03	5,4	5,54	66,8	5,51	5,39
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	65,48	5,69	5,65	63,12	5,73	6,07
	EDU11A(12)	-	66,37	5,77	6,09	62,57	5,74	5,73
	EDU11A(13)	-	62,97	5,84	5,65	66,53	5,97	6,27
	EDU11A(14)	-	63,39	5,73	5,48	64,05	6,03	5,8
	EDU11A(15)	-	65,04	6,22	5,89	63,26	5,65	5,48
APERTI	IRI1B(1)	14,66	65,41	7,56	7,85	66,43	7,9	7,92
	IRI1B(2)	16,44	67,17	7,02	7,2	66,61	7,2	7,19
	IRI1B(3)	14,59	65,44	7,67	7,81	67,86	8,11	7,76
	IRI1B(4)	14,32	66,81	8,01	7,92	66,42	7,99	7,96
	IRI1B(5)	14,88	65,89	7,75	7,57	66,66	7,79	7,75
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	52,93	6,47	6,14	54,83	6,52	6,65
	IRI4B(2)	-	52,96	6,46	6,23	54,65	6,63	7,16
	IRI4B(3)	-	54,61	6,98	6,27	53,63	6,38	6,35
	IRI4B(4)	-	53,3	6,91	6,33	55,43	6,67	6,54
	IRI4B(5)	-	55,39	6,46	6,29	53,65	6,3	6,4

	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	2,59	0,61	-0,01	0,07	0,61	0,07	0,05
EDU11A(2)	-2,34	-4,06	-5,04	-5,41	-4,19	-5,01	-5,44
EDU11A(3)	-1,85	-3,96	-4,97	-4,96	-4,07	-5,04	-5,06
EDU11A(4)	1,64	0,51	0,02	0,15	0,63	0,05	0,29
EDU11A(5)	-3,21	-4,19	-5	-5,09	-4,41	-5,04	-5,05
EDU11A(11)	-	0,4	0,1	0,09	0,24	-0,23	0,15
EDU11A(12)	-	5,19	0	0,16	0,2	0,24	0,06
EDU11A(13)	-	0,13	0,14	0,02	0,79	0,07	0,03
EDU11A(14)	-	0,07	0,11	0,07	-1,07	0,06	0,05
EDU11A(15)	-	0,26	0,04	0,09	0,04	0,09	-0,27
IRI1B(1)	0,21	0,11	0,11	0,1	0,17	0,04	0,25
IRI1B(2)	0,48	0,35	0,09	0,04	0,23	0,08	0,46
IRI1B(3)	0,96	0,04	0,13	0,08	0,2	0,04	0,1
IRI1B(4)	0,15	0,59	-0,01	0,14	0,15	-0,01	-0,01
IRI1B(5)	0,84	0,25	0,04	0,1	-0,11	0	-0,05
IRI4B(1)	-	0,1	0,16	0,05	0,07	0,08	0,09
IRI4B(2)	-	0,07	0,05	0,24	0,1	0,15	0,33
IRI4B(3)	-	0,16	0,03	0,15	0,3	-0,05	0,16
IRI4B(4)	-	0,14	0,24	0,11	0,15	0,08	0,1
IRI4B(5)	-	0,19	0,1	0,09	0,4	0,18	0,06





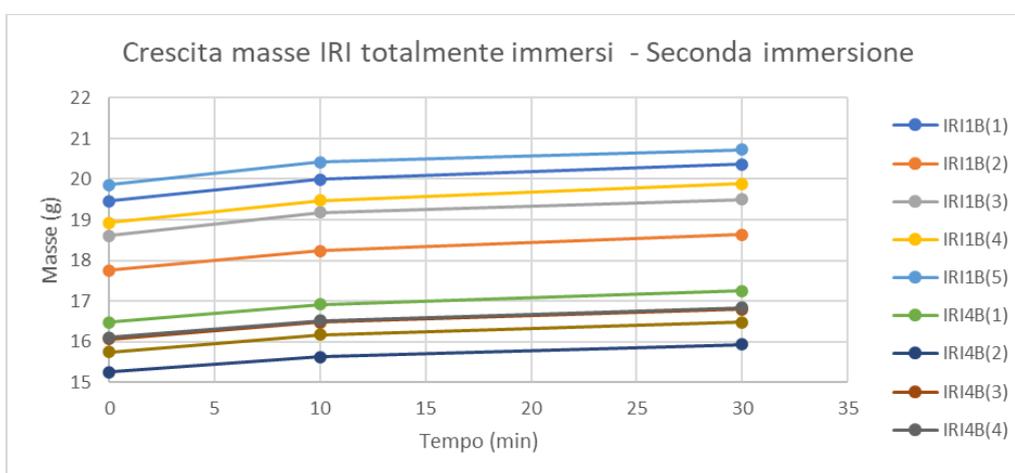
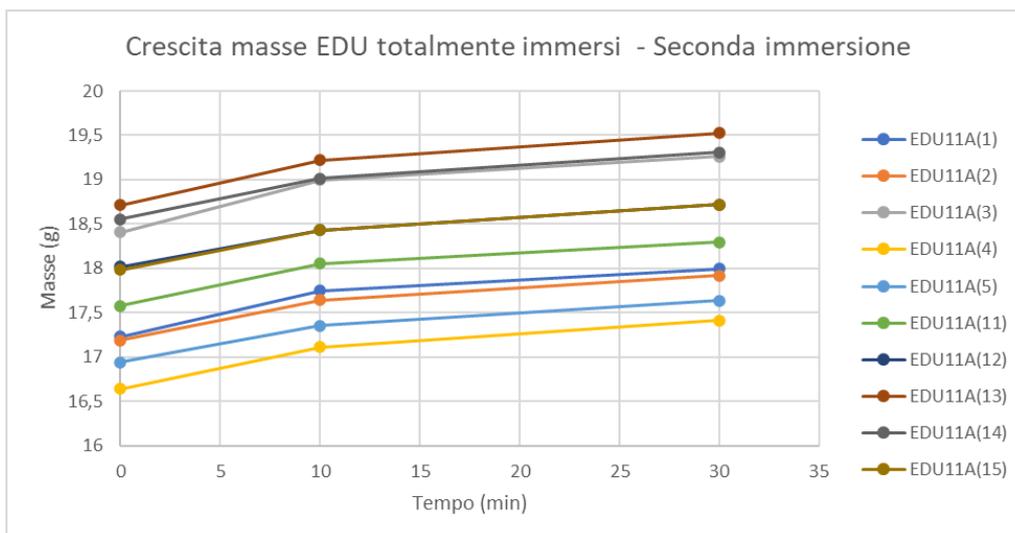
5.1.2 Seconda immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	17,996
EDU11A(2)	17,917
EDU11A(3)	19,263
EDU11A(4)	17,412
EDU11A(5)	17,635
EDU11A(11)	18,293
EDU11A(12)	18,717
EDU11A(13)	19,524
EDU11A(14)	19,31
EDU11A(15)	18,722
IRI1B(1)	20,369
IRI1B(2)	18,636
IRI1B(3)	19,498
IRI1B(4)	19,88
IRI1B(5)	20,728
IRI4B(1)	17,252
IRI4B(2)	15,931
IRI4B(3)	16,8
IRI4B(4)	16,833
IRI4B(5)	16,47

AUMENTI PERCENTUALI PESO		
EDU11A(1)	1,408768173	%
EDU11A(2)	1,547268193	%
EDU11A(3)	1,389546818	%
EDU11A(4)	1,747209724	%
EDU11A(5)	1,630935915	%
EDU11A(11)	1,318194406	%
EDU11A(12)	1,562754355	%
EDU11A(13)	1,571116429	%
EDU11A(14)	1,562089097	%
EDU11A(15)	1,567840286	%
IRI1B(1)	1,895947974	%
IRI1B(2)	2,232706128	%
IRI1B(3)	1,679182311	%
IRI1B(4)	2,074347915	%
IRI1B(5)	1,493414288	%
IRI4B(1)	1,956149164	%
IRI4B(2)	2,010629442	%
IRI4B(3)	1,954120646	%
IRI4B(4)	1,91318036	%
IRI4B(5)	1,899399864	%

		DIMENSIONE (mm)						
		A	B	B1	B2	C	C1	C2
CAMPIONE								
APERTI	EDU11A(1)	20,72	69,52	5,67	5,39	69,48	6,05	5,77
	EDU11A(2)	17,22	69,46	5,48	5,53	68,91	5,91	5,7
	EDU11A(3)	18,07	68,31	5,53	5,76	70,26	5,88	6,12
	EDU11A(4)	19,04	69,13	5,83	5,85	68,65	5,3	5,84
	EDU11A(5)	18,69	69,58	5,48	5,62	68,29	5,54	5,43
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	65,66	5,68	5,69	63,23	5,8	6,04
	EDU11A(12)	-	66,52	5,81	6,1	62,57	5,66	5,76
	EDU11A(13)	-	63,03	5,82	5,68	66,44	6,12	6,32
	EDU11A(14)	-	63,6	5,85	5,55	65,51	6,1	5,86
	EDU11A(15)	-	65,26	6,34	5,9	63,54	5,76	5,52
APERTI	IRI1B(1)	15,07	65,8	7,82	7,79	66,83	7,98	7,88
	IRI1B(2)	17,31	67,49	7,14	7,25	61,95	7,26	7,03
	IRI1B(3)	13,42	65,62	7,68	7,85	68,04	8,28	7,81
	IRI1B(4)	14,56	66,88	8,02	7,94	66,43	8,06	8,03
	IRI1B(5)	15,17	66,08	7,76	7,66	66,93	7,85	7,8
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	52,98	6,52	6,27	55	6,59	6,76
	IRI4B(2)	-	53,09	6,57	6,29	54,77	6,83	6,94
	IRI4B(3)	-	54,73	7	6,27	53,77	6,49	6,32
	IRI4B(4)	-	53,29	6,9	6,43	55,5	6,74	6,64
	IRI4B(5)	-	55,56	6,6	6,35	53,66	6,34	6,43

	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	3,76	1,58	0,06	0,03	1,93	0,1	0,08
EDU11A(2)	2,79	1,29	0,13	0	1,33	0,09	0,23
EDU11A(3)	3,7	1,67	0,1	0,03	1,49	0,16	0,09
EDU11A(4)	3,79	1,7	0,1	0,04	1,6	0,1	-0,13
EDU11A(5)	3,57	1,55	0,08	0,08	1,49	0,03	0,04
EDU11A(11)	-	0,18	-0,01	0,04	0,11	0,07	-0,03
EDU11A(12)	-	0,15	0,04	0,01	0	-0,08	0,03
EDU11A(13)	-	0,06	-0,02	0,03	-0,09	0,15	0,05
EDU11A(14)	-	0,21	0,12	0,07	1,46	0,07	0,06
EDU11A(15)	-	0,22	0,12	0,01	0,28	0,11	0,04
IRI1B(1)	0,41	0,39	0,26	-0,06	0,4	0,08	-0,04
IRI1B(2)	0,87	0,32	0,12	0,05	-4,66	0,06	-0,16
IRI1B(3)	-1,17	0,18	0,01	0,04	0,18	0,17	0,05
IRI1B(4)	0,24	0,07	0,01	0,02	0,01	0,07	0,07
IRI1B(5)	0,29	0,19	0,01	0,09	0,27	0,06	0,05
IRI4B(1)	-	0,05	0,05	0,13	0,17	0,07	0,11
IRI4B(2)	-	0,13	0,11	0,06	0,12	0,2	-0,22
IRI4B(3)	-	0,12	0,02	0	0,14	0,11	-0,03
IRI4B(4)	-	-0,01	-0,01	0,1	0,07	0,07	0,1
IRI4B(5)	-	0,17	0,14	0,06	0,01	0,04	0,03



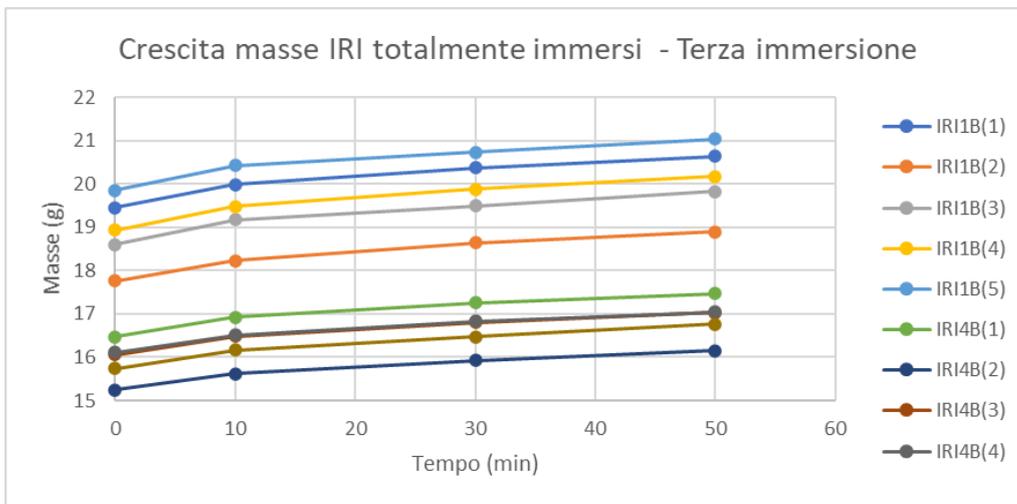
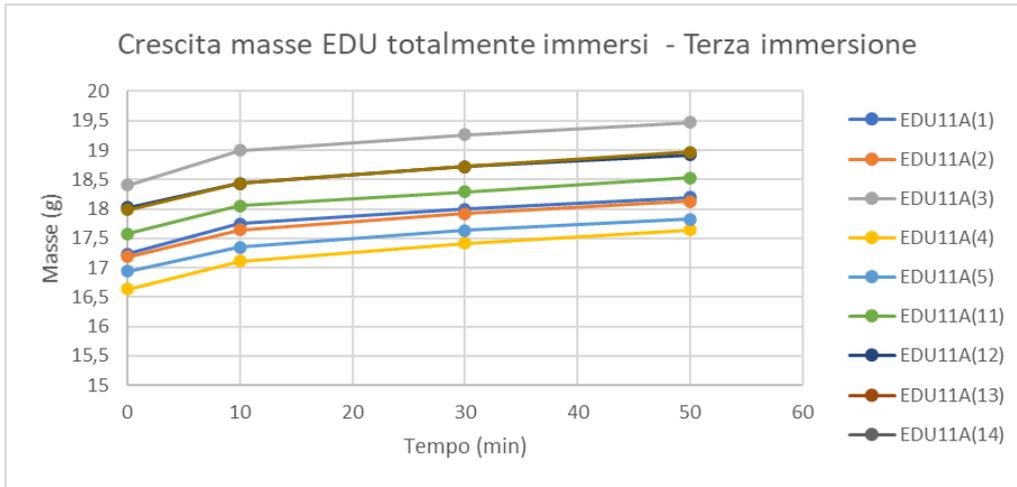
5.1.3 Terza immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	18,192
EDU11A(2)	18,131
EDU11A(3)	19,467
EDU11A(4)	17,643
EDU11A(5)	17,829
EDU11A(11)	18,524
EDU11A(12)	18,921
EDU11A(13)	19,715
EDU11A(14)	19,536
EDU11A(15)	18,967
IRI1B(1)	20,644
IRI1B(2)	18,901
IRI1B(3)	19,831
IRI1B(4)	20,169
IRI1B(5)	21,039
IRI4B(1)	17,472
IRI4B(2)	16,15
IRI4B(3)	17,027
IRI4B(4)	17,048
IRI4B(5)	16,766

AUMENTI PERCENTUALI PESO		
EDU11A(1)	1,089131	%
EDU11A(2)	1,194396	%
EDU11A(3)	1,059025	%
EDU11A(4)	1,326671	%
EDU11A(5)	1,100085	%
EDU11A(11)	1,262778	%
EDU11A(12)	1,089918	%
EDU11A(13)	0,978283	%
EDU11A(14)	1,170378	%
EDU11A(15)	1,308621	%
IRI1B(1)	1,350091	%
IRI1B(2)	1,421979	%
IRI1B(3)	1,707867	%
IRI1B(4)	1,453722	%
IRI1B(5)	1,500386	%
IRI4B(1)	1,275214	%
IRI4B(2)	1,374678	%
IRI4B(3)	1,35119	%
IRI4B(4)	1,277253	%
IRI4B(5)	1,797207	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	21,79	70,14	5,8	5,46	69,88	6,02	5,82
	EDU11A(2)	18,01	69,73	5,47	5,56	69,61	5,97	5,79
	EDU11A(3)	18,9	68,69	5,48	5,75	70,63	5,79	6,15
	EDU11A(4)	20,13	69,53	5,86	5,87	69,06	5,34	5,66
	EDU11A(5)	19,11	69,89	5,54	5,64	68,65	5,59	5,39
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	65,79	5,78	5,71	63,22	5,87	6,05
	EDU11A(12)	-	66,77	5,83	6,31	62,67	5,9	5,8
	EDU11A(13)	-	62,86	5,91	5,69	66,3	6,09	6,38
	EDU11A(14)	-	63,68	5,88	5,55	65,41	6,08	6,1
	EDU11A(15)	-	65,27	6,38	6,06	63,63	5,75	5,65
APERTI	IRI1B(1)	15,47	65,84	7,65	7,89	66,91	8	8,03
	IRI1B(2)	17,86	67,89	7,14	7,36	67,49	7,34	7
	IRI1B(3)	14,93	65,79	7,75	7,86	63,12	8,2	7,88
	IRI1B(4)	14,66	67,16	8,11	7,91	66,54	8,14	8,11
	IRI1B(5)	15,66	66,23	7,84	7,76	67,05	8,02	7,89
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	53,08	6,59	6,32	55,07	6,62	6,71
	IRI4B(2)	-	53,13	6,63	6,28	54,75	6,77	7,24
	IRI4B(3)	-	49,73	7,15	6,35	53,74	6,62	6,42
	IRI4B(4)	-	53,39	7,06	6,47	55,69	6,99	6,63
	IRI4B(5)	-	55,62	6,86	6,52	53,72	6,61	6,48

	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	1,07	0,62	0,13	0,07	0,4	-0,03	0,05
EDU11A(2)	0,79	0,27	-0,01	0,03	0,7	0,06	0,09
EDU11A(3)	0,83	0,38	-0,05	-0,01	0,37	-0,09	0,03
EDU11A(4)	1,09	0,4	0,03	0,02	0,41	0,04	-0,18
EDU11A(5)	0,42	0,31	0,06	0,02	0,36	0,05	-0,04
EDU11A(11)	-	0,13	0,1	0,02	-0,01	0,07	0,01
EDU11A(12)	-	0,25	0,02	0,21	0,1	0,24	0,04
EDU11A(13)	-	-0,17	0,09	0,01	-0,14	-0,03	0,06
EDU11A(14)	-	0,08	0,03	0	-0,1	-0,02	0,24
EDU11A(15)	-	0,01	0,04	0,16	0,09	-0,01	0,13
IRI1B(1)	0,4	0,04	-0,17	0,1	0,08	0,02	0,15
IRI1B(2)	0,55	0,4	0	0,11	5,54	0,08	-0,03
IRI1B(3)	1,51	0,17	0,07	0,01	-4,92	-0,08	0,07
IRI1B(4)	0,1	0,28	0,09	-0,03	0,11	0,08	0,08
IRI1B(5)	0,49	0,15	0,08	0,1	0,12	0,17	0,09
IRI4B(1)	-	0,1	0,07	0,05	0,07	0,03	-0,05
IRI4B(2)	-	0,04	0,06	-0,01	-0,02	-0,06	0,3
IRI4B(3)	-	-5	0,15	0,08	-0,03	0,13	0,1
IRI4B(4)	-	0,1	0,16	0,04	0,19	0,25	-0,01
IRI4B(5)	-	0,06	0,26	0,17	0,06	0,27	0,05







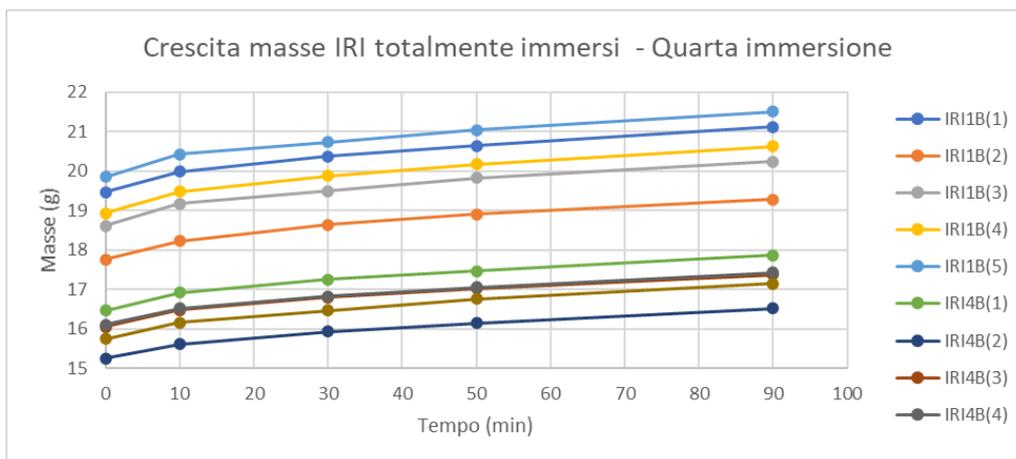
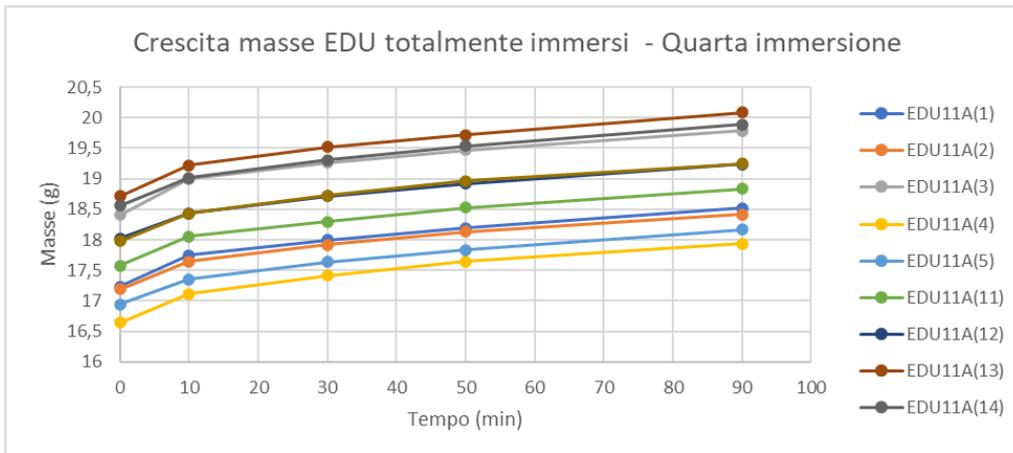
5.1.4 Quarta immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	18,515
EDU11A(2)	18,419
EDU11A(3)	19,785
EDU11A(4)	17,938
EDU11A(5)	18,167
EDU11A(11)	18,832
EDU11A(12)	19,238
EDU11A(13)	20,085
EDU11A(14)	19,885
EDU11A(15)	19,242
IRI1B(1)	21,113
IRI1B(2)	19,281
IRI1B(3)	20,242
IRI1B(4)	20,629
IRI1B(5)	21,504
IRI4B(1)	17,869
IRI4B(2)	16,523
IRI4B(3)	17,378
IRI4B(4)	17,428
IRI4B(5)	17,142

AUMENTO PERCENTUALE DEL PESO	
EDU11A(1)	1,775506 %
EDU11A(2)	1,58844 %
EDU11A(3)	1,633534 %
EDU11A(4)	1,672051 %
EDU11A(5)	1,895788 %
EDU11A(11)	1,662708 %
EDU11A(12)	1,675387 %
EDU11A(13)	1,876744 %
EDU11A(14)	1,786446 %
EDU11A(15)	1,449887 %
IRI1B(1)	2,271847 %
IRI1B(2)	2,010476 %
IRI1B(3)	2,072513 %
IRI1B(4)	2,280728 %
IRI1B(5)	2,210181 %
IRI4B(1)	2,272207 %
IRI4B(2)	2,309598 %
IRI4B(3)	2,061432 %
IRI4B(4)	2,229 %
IRI4B(5)	2,242634 %

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	21,8	70,02	5,77	5,49	70,15	6,06	5,8
	EDU11A(2)	18,44	70,22	5,52	5,68	69,82	5,92	5,83
	EDU11A(3)	19,41	69,01	5,62	5,74	70,96	5,89	6,13
	EDU11A(4)	20,27	69,67	5,91	5,92	69,04	5,37	5,75
	EDU11A(5)	19,89	69,87	5,54	5,68	68,92	5,62	5,47
CHIUSI NODO	EDU11A(11)	-	65,98	5,92	5,71	63,29	5,82	6,08
	EDU11A(12)	-	66,82	5,85	6,25	62,82	5,68	5,86
	EDU11A(13)	-	63,05	5,89	5,82	66,52	6,13	6,39
CHIUSO	EDU11A(14)	-	63,65	5,8	5,64	65,59	6,16	6,02
	EDU11A(15)	-	65,33	6,31	5,97	63,75	5,79	5,6
APERTI	IRI1B(1)	15,71	66,02	7,7	7,97	67,32	8,09	7,91
	IRI1B(2)	18,36	68,25	7,21	7,34	67,8	7,37	6,96
	IRI1B(3)	14,45	65,99	7,73	7,89	68,27	8,21	7,93
	IRI1B(4)	14,97	67,11	8,16	8,38	66,67	8,71	8,76
	IRI1B(5)	16,1	66,76	7,89	7,77	67,26	7,94	7,88
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	53,11	6,61	6,36	55,3	6,7	6,76
	IRI4B(2)	-	53,19	6,65	6,3	54,57	6,91	7,04
	IRI4B(3)	-	54,87	7,16	6,39	53,77	6,59	6,48
	IRI4B(4)	-	53,76	6,86	6,55	55,81	6,83	6,68
	IRI4B(5)	-	55,77	6,89	6,4	53,93	6,46	6,54

	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	0,01	-0,12	-0,03	0,03	0,27	0,04	-0,02
EDU11A(2)	0,43	0,49	0,05	0,12	0,21	-0,05	0,04
EDU11A(3)	0,51	0,32	0,14	-0,01	0,33	0,1	-0,02
EDU11A(4)	0,14	0,14	0,05	0,05	-0,02	0,03	0,09
EDU11A(5)	0,78	-0,02	0	0,04	0,27	0,03	0,08
EDU11A(11)	-	0,19	0,14	0	0,07	-0,05	0,03
EDU11A(12)	-	0,05	0,02	-0,06	0,15	-0,22	0,06
EDU11A(13)	-	0,19	-0,02	0,13	0,22	0,04	0,01
EDU11A(14)	-	-0,03	-0,08	0,09	0,18	0,08	-0,08
EDU11A(15)	-	0,06	-0,07	-0,09	0,12	0,04	-0,05
IRI1B(1)	0,24	0,18	0,05	0,08	0,41	0,09	-0,12
IRI1B(2)	0,5	0,36	0,07	-0,02	0,31	0,03	-0,04
IRI1B(3)	-0,48	0,2	-0,02	0,03	5,15	0,01	0,05
IRI1B(4)	0,31	-0,05	0,05	0,47	0,13	0,57	0,65
IRI1B(5)	0,44	0,53	0,05	0,01	0,21	-0,08	-0,01
IRI4B(1)	-	0,03	0,02	0,04	0,23	0,08	0,05
IRI4B(2)	-	0,06	0,02	0,02	-0,18	0,14	-0,2
IRI4B(3)	-	5,14	0,01	0,04	0,03	-0,03	0,06
IRI4B(4)	-	0,37	-0,2	0,08	0,12	-0,16	0,05
IRI4B(5)	-	0,15	0,03	-0,12	0,21	-0,15	0,06





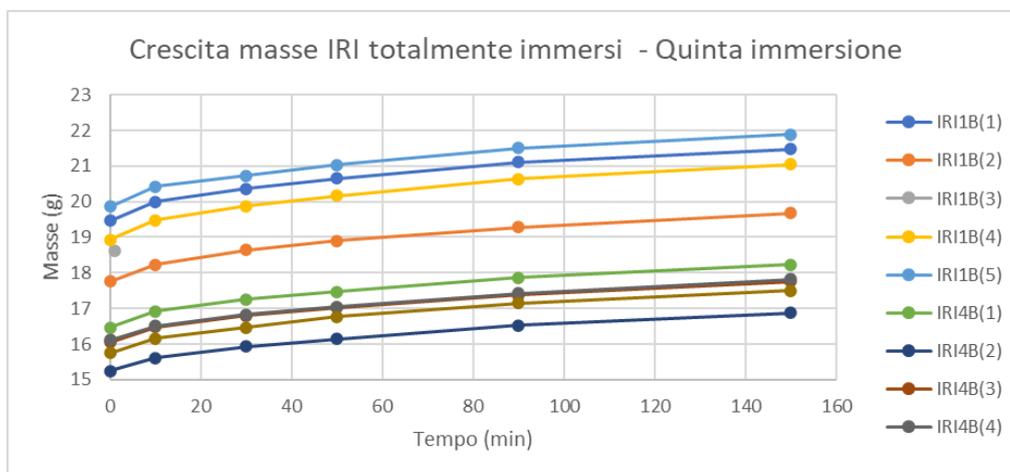
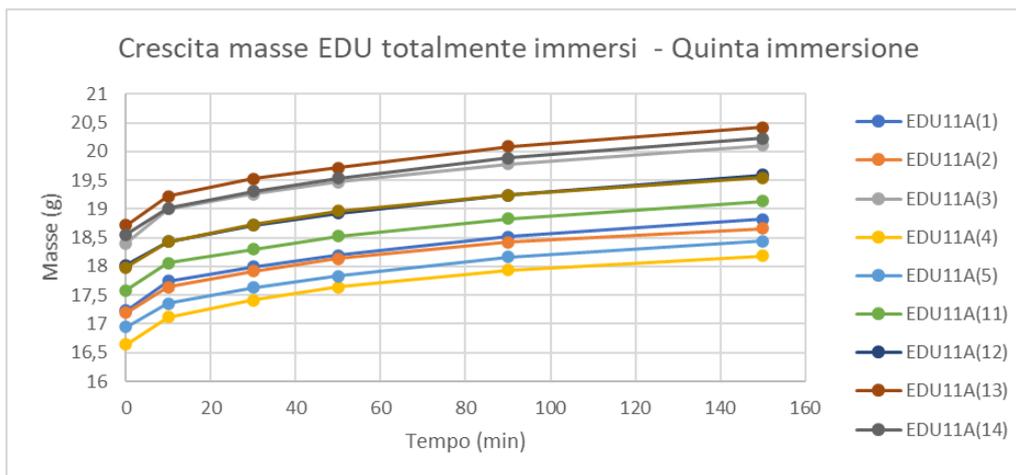
5.1.5 Quinta immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	18,822
EDU11A(2)	18,659
EDU11A(3)	20,107
EDU11A(4)	18,18
EDU11A(5)	18,444
EDU11A(11)	19,133
EDU11A(12)	19,592
EDU11A(13)	20,42
EDU11A(14)	20,231
EDU11A(15)	19,543
IRI1B(1)	21,47
IRI1B(2)	19,684
IRI1B(3)	20,597
IRI1B(4)	21,04
IRI1B(5)	21,882
IRI4B(1)	18,233
IRI4B(2)	16,878
IRI4B(3)	17,756
IRI4B(4)	17,822
IRI4B(5)	17,503

AUMENTO PERCENTUALE DEL PESO	
EDU11A(1)	1,65811504 %
EDU11A(2)	1,30300233 %
EDU11A(3)	1,62749558 %
EDU11A(4)	1,34909131 %
EDU11A(5)	1,52474267 %
EDU11A(11)	1,59834325 %
EDU11A(12)	1,84010812 %
EDU11A(13)	1,66791138 %
EDU11A(14)	1,74000503 %
EDU11A(15)	1,56428646 %
IRI1B(1)	1,69090134 %
IRI1B(2)	2,09014055 %
IRI1B(3)	1,75377927 %
IRI1B(4)	1,99234088 %
IRI1B(5)	1,7578125 %
IRI4B(1)	2,0370474 %
IRI4B(2)	2,14852024 %
IRI4B(3)	2,175164 %
IRI4B(4)	2,26072986 %
IRI4B(5)	2,10593863 %

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	21,01	69,99	5,82	5,53	70,21	6,05	5,87
	EDU11A(2)	18,27	70,06	5,52	5,62	69,52	5,93	5,82
	EDU11A(3)	19,38	69,01	5,59	5,84	71,09	5,89	6,18
	EDU11A(4)	19,23	69,23	5,99	6,01	68,89	5,38	5,79
	EDU11A(5)	19,56	69,73	5,53	5,73	68,83	5,7	5,48
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	66,15	5,79	5,76	63,49	5,84	6,09
	EDU11A(12)	-	66,99	5,88	6,2	62,88	5,79	5,86
	EDU11A(13)	-	63,34	5,95	5,92	67,28	6,2	6,47
	EDU11A(14)	-	63,92	5,94	5,63	65,77	6,15	5,97
	EDU11A(15)	-	65,46	6,46	5,96	63,97	5,83	5,64
APERTI	IRI1B(1)	15,74	66,25	7,7	7,89	67,41	8,06	8,01
	IRI1B(2)	20,28	68,63	7,22	7,34	68,35	7,41	7
	IRI1B(3)	14,55	65,95	7,76	7,89	68,42	8,17	7,91
	IRI1B(4)	14,71	67,35	8,17	7,96	67,04	8,17	8,14
	IRI1B(5)	16,05	66,79	7,88	7,73	67,28	8,15	7,85
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	53,19	6,67	6,43	55,54	6,81	6,83
	IRI4B(2)	-	53,38	6,68	6,32	55,16	6,84	7,17
	IRI4B(3)	-	55,05	7,15	6,46	53,96	6,61	6,57
	IRI4B(4)	-	54,25	6,94	6,51	55,9	7,1	6,74
	IRI4B(5)	-	55,94	6,71	6,48	54,01	6,49	6,63

	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	-0,79	-0,03	0,05	0,04	0,06	-0,01	0,07
EDU11A(2)	-0,17	-0,16	0	-0,06	-0,3	0,01	-0,01
EDU11A(3)	-0,03	0	-0,03	0,1	0,13	0	0,05
EDU11A(4)	-1,04	-0,44	0,08	0,09	-0,15	0,01	0,04
EDU11A(5)	-0,33	-0,14	-0,01	0,05	-0,09	0,08	0,01
EDU11A(11)	-	0,17	-0,13	0,05	0,2	0,02	0,01
EDU11A(12)	-	0,17	0,03	-0,05	0,06	0,11	0
EDU11A(13)	-	0,29	0,06	0,1	0,76	0,07	0,08
EDU11A(14)	-	0,27	0,14	-0,01	0,18	-0,01	-0,05
EDU11A(15)	-	0,13	0,15	-0,01	0,22	0,04	0,04
IRI1B(1)	0,03	0,23	0	-0,08	0,09	-0,03	0,1
IRI1B(2)	1,92	0,38	0,01	0	0,55	0,04	0,04
IRI1B(3)	0,1	-0,04	0,03	0	0,15	-0,04	-0,02
IRI1B(4)	-0,26	0,24	0,01	-0,42	0,37	-0,54	-0,62
IRI1B(5)	-0,05	0,03	-0,01	-0,04	0,02	0,21	-0,03
IRI4B(1)	-	0,08	0,06	0,07	0,24	0,11	0,07
IRI4B(2)	-	0,19	0,03	0,02	0,59	-0,07	0,13
IRI4B(3)	-	0,18	-0,01	0,07	0,19	0,02	0,09
IRI4B(4)	-	0,49	0,08	-0,04	0,09	0,27	0,06
IRI4B(5)	-	0,17	-0,18	0,08	0,08	0,03	0,09







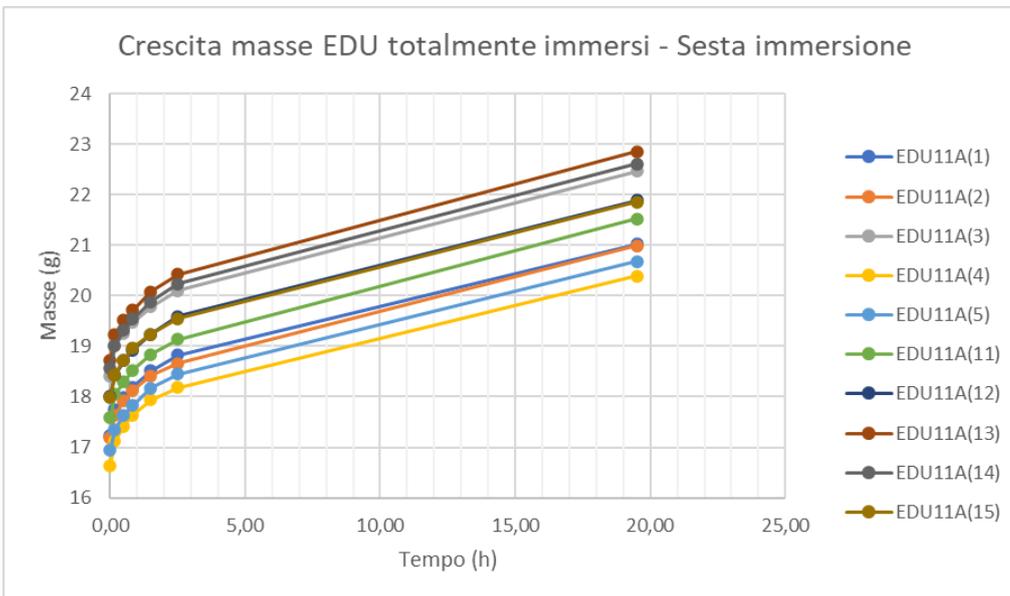
5.1.6 Sesta immersione

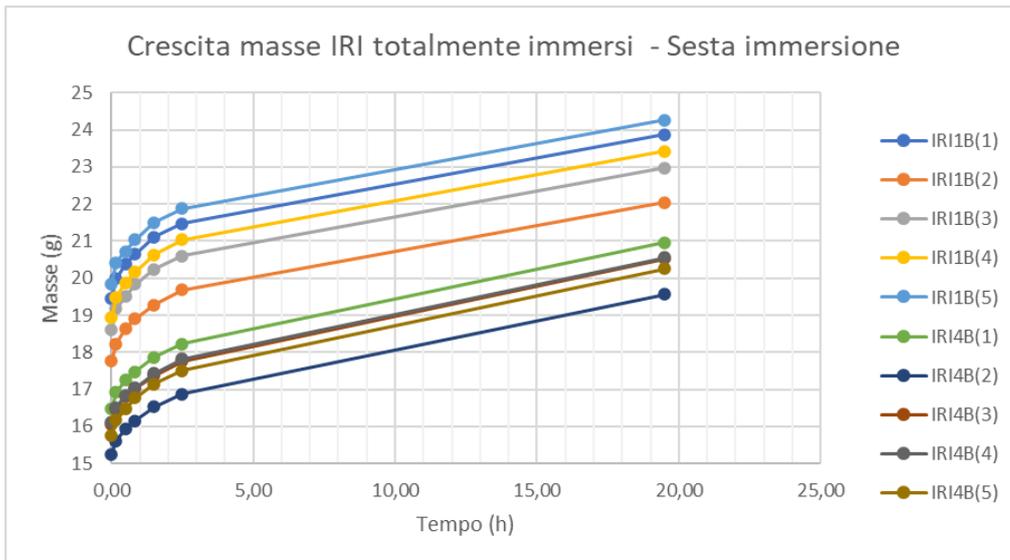
PESI (g)	
EDU11A(1)	21,028
EDU11A(2)	20,992
EDU11A(3)	22,47
EDU11A(4)	20,388
EDU11A(5)	20,684
EDU11A(11)	21,525
EDU11A(12)	21,891
EDU11A(13)	22,85
EDU11A(14)	22,61
EDU11A(15)	21,854
IRI1B(1)	23,882
IRI1B(2)	22,036
IRI1B(3)	22,978
IRI1B(4)	23,425
IRI1B(5)	24,271
IRI4B(1)	20,959
IRI4B(2)	19,564
IRI4B(3)	20,53
IRI4B(4)	20,555
IRI4B(5)	20,254

AUMENTO PERCENTUALE DEL PESO		
EDU11A(1)	11,72032728	%
EDU11A(2)	12,50334959	%
EDU11A(3)	11,75212613	%
EDU11A(4)	12,14521452	%
EDU11A(5)	12,14487096	%
EDU11A(11)	12,50195996	%
EDU11A(12)	11,73438138	%
EDU11A(13)	11,90009794	%
EDU11A(14)	11,75918145	%
EDU11A(15)	11,82520596	%
IRI1B(1)	11,23428039	%
IRI1B(2)	11,9487909	%
IRI1B(3)	11,55993591	%
IRI1B(4)	11,33555133	%
IRI1B(5)	10,91764921	%
IRI4B(1)	14,95091318	%
IRI4B(2)	15,91420784	%
IRI4B(3)	15,62288804	%
IRI4B(4)	15,33497924	%
IRI4B(5)	15,7173056	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	4,06	64,89	5,99	5,65	64,74	6,17	6,14
	EDU11A(2)	3,77	65,82	5,76	5,86	65,48	6,17	6,21
	EDU11A(3)	8,71	65,87	5,8	6,02	68,35	6,22	6,4
	EDU11A(4)	2,24	64,22	6,28	6,13	63,85	5,53	6,14
	EDU11A(5)	3,09	65,62	6,14	5,91	64,08	5,86	5,6
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67,07	5,92	5,96	64,38	6,27	6,24
	EDU11A(12)	-	68,14	6,07	6,32	63,64	5,85	5,98
	EDU11A(13)	-	64,14	6,1	5,89	67,84	6,4	6,52
	EDU11A(14)	-	64,6	6,17	5,79	66,76	6,3	6,2
	EDU11A(15)	-	66,53	6,48	6,19	64,74	6,02	5,78
APERTI	IRI1B(1)	8,28	64,07	7,77	7,95	65,9	8,08	8,02
	IRI1B(2)	8,35	65,09	7,39	7,42	65,84	7,58	7,09
	IRI1B(3)	3,07	62,85	7,84	7,94	65,01	8,35	8,05
	IRI1B(4)	3,88	64,01	8,28	8,01	63,15	7,98	8,22
	IRI1B(5)	7,27	64,15	7,93	7,83	65,09	8,06	8,1
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	54,91	6,91	6,73	57,69	6,99	7,04
	IRI4B(2)	-	55,34	7,06	6,66	56,74	7,07	7,44
	IRI4B(3)	-	56,8	7,5	6,76	55,64	6,94	6,83
	IRI4B(4)	-	55,59	7,42	6,87	57,55	7,64	6,89
	IRI4B(5)	-	58,09	7,05	6,73	56,02	7,34	6,88

CAMPIONE	DIMENSIONE (mm)						
	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	-16,95	-5,1	0,17	0,12	-5,47	0,12	0,27
EDU11A(2)	-14,5	-4,24	0,24	0,24	-4,04	0,24	0,39
EDU11A(3)	-10,67	-3,14	0,21	0,18	-2,74	0,33	0,22
EDU11A(4)	-16,99	-5,01	0,29	0,12	-5,04	0,15	0,35
EDU11A(5)	-16,47	-4,11	0,61	0,18	-4,75	0,16	0,12
EDU11A(11)	-	0,92	0,13	0,2	0,89	0,43	0,15
EDU11A(12)	-	1,15	0,19	0,12	0,76	0,06	0,12
EDU11A(13)	-	0,8	0,15	-0,03	0,56	0,2	0,05
EDU11A(14)	-	0,68	0,23	0,16	0,99	0,15	0,23
EDU11A(15)	-	1,07	0,02	0,23	0,77	0,19	0,14
IRI1B(1)	-7,46	-2,18	0,07	0,06	-1,51	0,02	0,01
IRI1B(2)	-11,93	-3,54	0,17	0,08	-2,51	0,17	0,09
IRI1B(3)	-11,48	-3,1	0,08	0,05	-3,41	0,18	0,14
IRI1B(4)	-10,83	-3,34	0,11	0,05	-3,89	-0,19	0,08
IRI1B(5)	-8,78	-2,64	0,05	0,1	-2,19	-0,09	0,25
IRI4B(1)	-	1,72	0,24	0,3	2,15	0,18	0,21
IRI4B(2)	-	1,96	0,38	0,34	1,58	0,23	0,27
IRI4B(3)	-	1,75	0,35	0,3	1,68	0,33	0,26
IRI4B(4)	-	1,34	0,48	0,36	1,65	0,54	0,15
IRI4B(5)	-	2,15	0,34	0,25	2,01	0,85	0,25







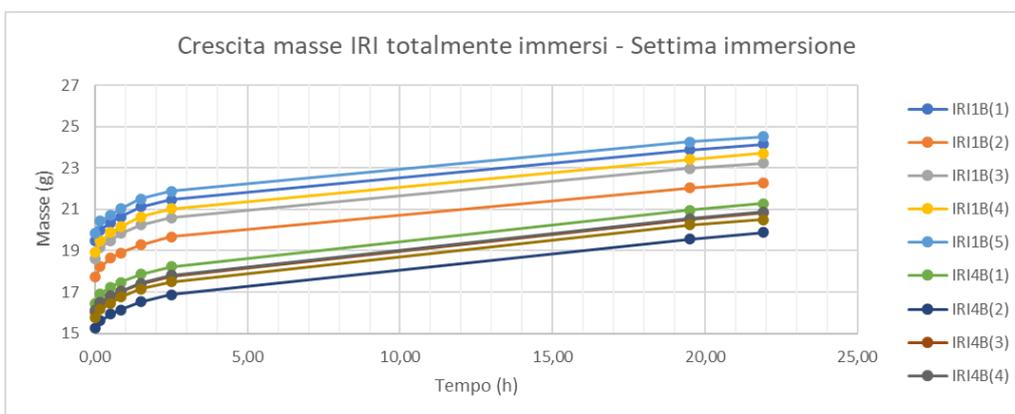
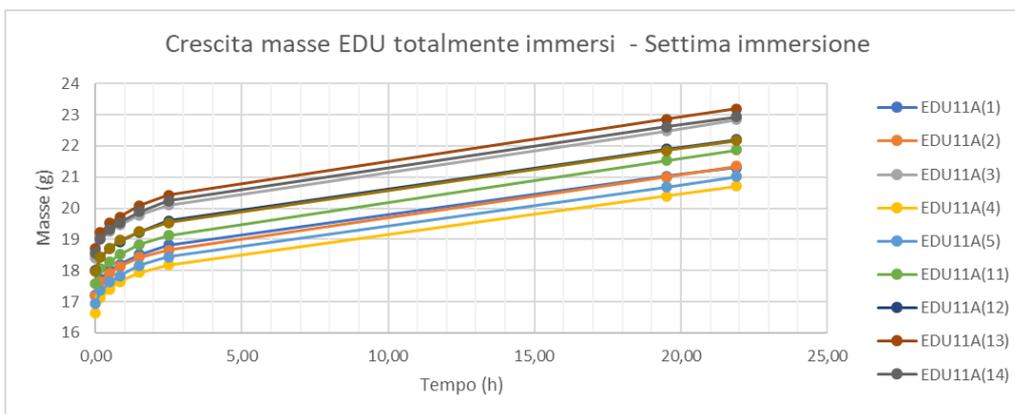
5.1.7 Settima immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	21,302
EDU11A(2)	21,356
EDU11A(3)	22,839
EDU11A(4)	20,709
EDU11A(5)	21,019
EDU11A(11)	21,862
EDU11A(12)	22,199
EDU11A(13)	23,192
EDU11A(14)	22,937
EDU11A(15)	22,166
IRI1B(1)	24,153
IRI1B(2)	22,29
IRI1B(3)	23,234
IRI1B(4)	23,719
IRI1B(5)	24,524
IRI4B(1)	21,278
IRI4B(2)	19,872
IRI4B(3)	20,854
IRI4B(4)	20,878
IRI4B(5)	20,51

AUMENTO PERCENTUALE DEL PESO		
EDU11A(1)	1,303024539	%
EDU11A(2)	1,733993902	%
EDU11A(3)	1,642189586	%
EDU11A(4)	1,574455562	%
EDU11A(5)	1,61960936	%
EDU11A(11)	1,56562137	%
EDU11A(12)	1,406970901	%
EDU11A(13)	1,496717724	%
EDU11A(14)	1,446262716	%
EDU11A(15)	1,427656264	%
IRI1B(1)	1,134745834	%
IRI1B(2)	1,152659285	%
IRI1B(3)	1,114109148	%
IRI1B(4)	1,25506937	%
IRI1B(5)	1,042396275	%
IRI4B(1)	1,52201918	%
IRI4B(2)	1,57432018	%
IRI4B(3)	1,578178276	%
IRI4B(4)	1,571393821	%
IRI4B(5)	1,263947862	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	2,04	64,44	6	5,68	64,2	6,25	6,06
	EDU11A(2)	1,57	65,09	5,81	5,88	65,05	6,15	6,11
	EDU11A(3)	5,88	65,3	5,9	5,97	67,34	6,12	6,32
	EDU11A(4)	0,32	63,29	6,16	5,98	63,23	5,63	6
	EDU11A(5)	1,17	64,71	5,81	5,9	63,38	5,92	5,61
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67,11	6,09	5,99	64,52	6,11	6,27
	EDU11A(12)	-	68,28	6,23	6,36	63,77	5,88	6,04
	EDU11A(13)	-	64,3	6,35	5,95	67,74	6,51	6,6
	EDU11A(14)	-	64,81	6,07	5,81	67,05	6,47	6,2
	EDU11A(15)	-	66,52	6,54	6,2	64,98	6,15	5,87
APERTI	IRI1B(1)	6,74	63,56	7,8	7,95	65,36	8,12	8,06
	IRI1B(2)	6,37	64,58	7,37	7,43	64,9	7,5	7,12
	IRI1B(3)	2,12	62,26	7,82	7,97	64,69	8,28	7,83
	IRI1B(4)	2,86	63,52	8,23	8	62,91	8,37	8,21
	IRI1B(5)	6,08	63,9	7,97	7,75	64,8	8,03	8,09
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	55,18	6,89	6,77	57,9	7,03	7,1
	IRI4B(2)	-	55,5	6,98	6,81	57,05	7,1	7,34
	IRI4B(3)	-	56,95	7,53	6,73	55,82	6,87	6,88
	IRI4B(4)	-	55,62	7,09	6,82	57,71	7,31	6,86
	IRI4B(5)	-	58,1	6,95	6,71	56,21	6,9	6,89

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	-2,02	-0,45	0,01	0,03	-0,54	0,08	-0,08
	EDU11A(2)	-2,2	-0,73	0,05	0,02	-0,43	-0,02	-0,1
	EDU11A(3)	-2,83	-0,57	0,1	-0,05	-1,01	-0,1	-0,08
	EDU11A(4)	-1,92	-0,93	-0,12	-0,15	-0,62	0,1	-0,14
	EDU11A(5)	-1,92	-0,91	-0,33	-0,01	-0,7	0,06	0,01
CHIUSI	EDU11A(11)	-	0,04	0,17	0,03	0,14	-0,16	0,03
	EDU11A(12)	-	0,14	0,16	0,04	0,13	0,03	0,06
NODO	EDU11A(13)	-	0,16	0,25	0,06	-0,1	0,11	0,08
CHIUSO	EDU11A(14)	-	0,21	-0,1	0,02	0,29	0,17	0
	EDU11A(15)	-	-0,01	0,06	0,01	0,24	0,13	0,09
APERTI	IRI1B(1)	-1,54	-0,51	0,03	0	-0,54	0,04	0,04
	IRI1B(2)	-1,98	-0,51	-0,02	0,01	-0,94	-0,08	0,03
	IRI1B(3)	-0,95	-0,59	-0,02	0,03	-0,32	-0,07	-0,22
	IRI1B(4)	-1,02	-0,49	-0,05	-0,01	-0,24	0,39	-0,01
	IRI1B(5)	-1,19	-0,25	0,04	-0,08	-0,29	-0,03	-0,01
CHIUSI	IRI4B(1)	-	0,27	-0,02	0,04	0,21	0,04	0,06
	IRI4B(2)	-	0,16	-0,08	0,15	0,31	0,03	-0,1
NODO	IRI4B(3)	-	0,15	0,03	-0,03	0,18	-0,07	0,05
CHIUSO	IRI4B(4)	-	0,03	-0,33	-0,05	0,16	-0,33	-0,03
	IRI4B(5)	-	0,01	-0,1	-0,02	0,19	-0,44	0,01





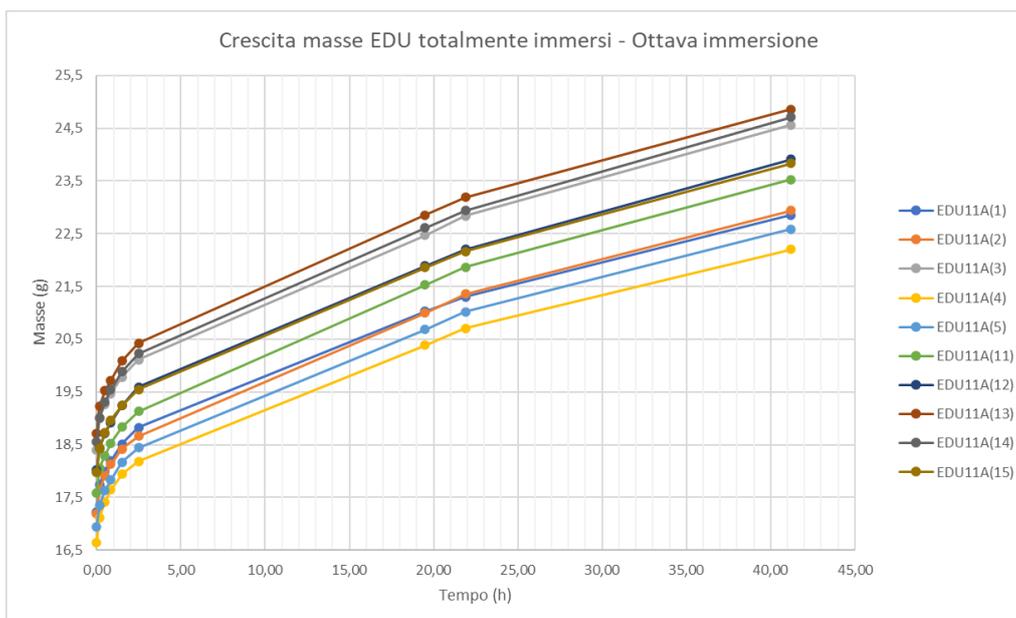
5.1.8 Ottava immersione

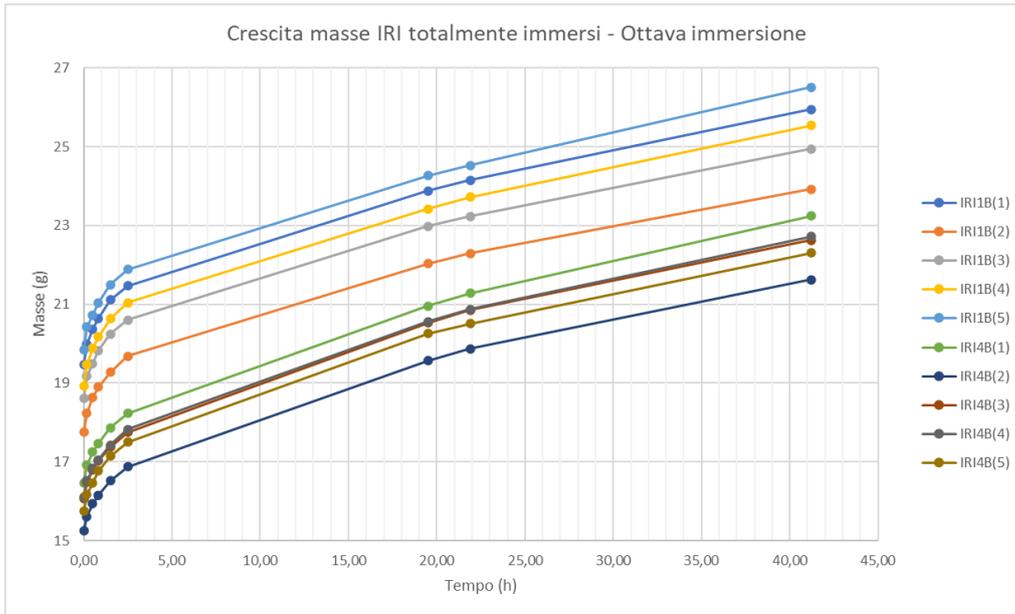
PESI (g)	
EDU11A(1)	22.854
EDU11A(2)	22.939
EDU11A(3)	24.560
EDU11A(4)	22.204
EDU11A(5)	22.583
EDU11A(11)	23.526
EDU11A(12)	23.909
EDU11A(13)	24.855
EDU11A(14)	24.705
EDU11A(15)	23.834
IRI1B(1)	25.951
IRI1B(2)	23.920
IRI1B(3)	24.949
IRI1B(4)	25.539
IRI1B(5)	26.515
IRI4B(1)	23.245
IRI4B(2)	21.620
IRI4B(3)	22.630
IRI4B(4)	22.725
IRI4B(5)	22.308

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	7,285700873	%
EDU11A(2)	7,412436786	%
EDU11A(3)	7,535356189	%
EDU11A(4)	7,21908349	%
EDU11A(5)	7,440886817	%
EDU11A(11)	7,611380478	%
EDU11A(12)	7,703049687	%
EDU11A(13)	7,170576061	%
EDU11A(14)	7,708069931	%
EDU11A(15)	7,525038347	%
IRI1B(1)	7,444209829	%
IRI1B(2)	7,312696276	%
IRI1B(3)	7,381423776	%
IRI1B(4)	7,673173405	%
IRI1B(5)	8,11857772	%
IRI4B(1)	9,244289877	%
IRI4B(2)	8,796296296	%
IRI4B(3)	8,516351779	%
IRI4B(4)	8,846632819	%
IRI4B(5)	8,766455388	%

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	64.80	6.09	5.73	64.39	6.32	6.08
	EDU11A(2)	0	65.36	5.92	6.09	65.00	6.22	6.34
	EDU11A(3)	0	63.90	5.93	6.08	66.24	6.21	6.47
	EDU11A(4)	0	64.76	6.26	6.11	64.08	5.64	5.93
	EDU11A(5)	0	65.01	5.98	6.04	63.83	6.06	5.75
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.08	6.15	6.19	65.09	6.27	6.41
	EDU11A(12)	-	68.29	6.52	6.54	64.31	5.99	6.19
	EDU11A(13)	-	64.84	6.19	6.11	67.94	6.50	6.79
	EDU11A(14)	-	65.17	6.17	5.92	67.16	6.77	6.37
	EDU11A(15)	-	67.26	6.60	6.32	65.25	6.08	6.06
APERTI	IRI1B(1)	0.46	61.71	7.80	7.96	63.43	8.08	8.07
	IRI1B(2)	0	63.07	7.40	7.46	63.01	7.52	7.11
	IRI1B(3)	0	62.10	7.86	7.92	64.25	8.29	7.95
	IRI1B(4)	0	62.92	8.26	8.01	62.92	8.26	8.14
	IRI1B(5)	0	61.91	7.96	7.76	63.06	8.12	8.30
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	56.41	7.05	6.87	58.23	7.22	7.20
	IRI4B(2)	-	56.36	7.08	6.78	57.45	7.24	7.51
	IRI4B(3)	-	57.51	7.66	6.83	56.66	6.95	6.98
	IRI4B(4)	-	56.49	7.45	6.98	58.41	7.45	7.06
	IRI4B(5)	-	58.75	7.11	6.79	57.10	6.96	6.99

CAMPIONE	DIMENSIONE (mm)						
	A	B	B1	B2	C	C1	C2
EDU11A(1)	chiusura	0,36	0,09	0,05	0,19	0,07	0,02
EDU11A(2)	chiusura	0,27	0,11	0,21	-0,05	0,07	0,23
EDU11A(3)	chiusura	-1,4	0,03	0,11	-1,1	0,09	0,15
EDU11A(4)	chiusura	1,47	0,1	0,13	0,85	0,01	-0,07
EDU11A(5)	chiusura	0,3	0,17	0,14	0,45	0,14	0,14
EDU11A(11)	-	-0,03	0,06	0,2	0,57	0,16	0,14
EDU11A(12)	-	0,01	0,29	0,18	0,54	0,11	0,15
EDU11A(13)	-	0,54	-0,16	0,16	0,2	-0,01	0,19
EDU11A(14)	-	0,36	0,1	0,11	0,11	0,3	0,17
EDU11A(15)	-	0,74	0,06	0,12	0,27	-0,07	0,19
IRI1B(1)	-6,28	-1,85	0	0,01	-1,93	-0,04	0,01
IRI1B(2)	chiusura	-1,51	0,03	0,03	-1,89	0,02	-0,01
IRI1B(3)	chiusura	-0,16	0,04	-0,05	-0,44	0,01	0,12
IRI1B(4)	chiusura	-0,6	0,03	0,01	0,01	-0,11	-0,07
IRI1B(5)	chiusura	-1,99	-0,01	0,01	-1,74	0,09	0,21
IRI4B(1)	-	1,23	0,16	0,1	0,33	0,19	0,1
IRI4B(2)	-	0,86	0,1	-0,03	0,4	0,14	0,17
IRI4B(3)	-	0,56	0,13	0,1	0,84	0,08	0,1
IRI4B(4)	-	0,87	0,36	0,16	0,7	0,14	0,2
IRI4B(5)	-	0,65	0,16	0,08	0,89	0,06	0,1







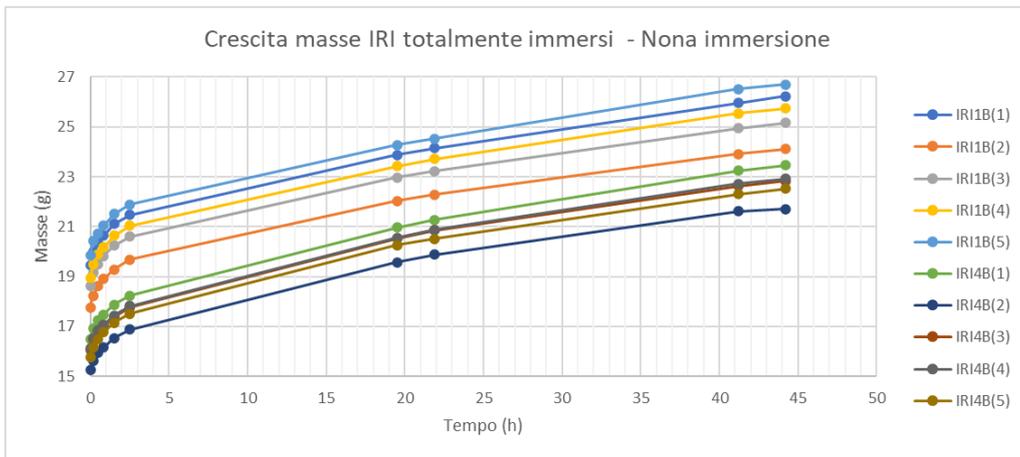
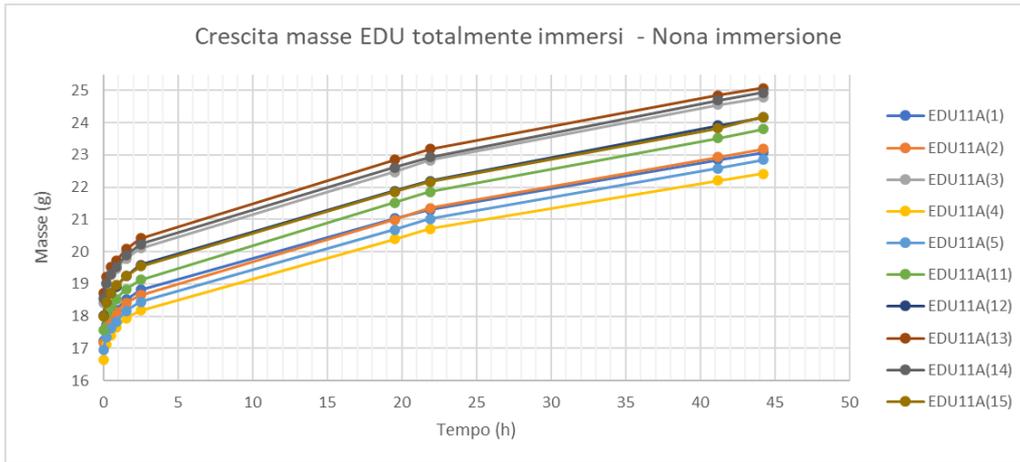
5.1.9 Nona immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	23.073
EDU11A(2)	23.192
EDU11A(3)	24.779
EDU11A(4)	22.416
EDU11A(5)	22.849
EDU11A(11)	23.799
EDU11A(12)	24.169
EDU11A(13)	25.074
EDU11A(14)	24.941
EDU11A(15)	24.181
IRI1B(1)	26.233
IRI1B(2)	24.107
IRI1B(3)	25.161
IRI1B(4)	25.738
IRI1B(5)	26.697
IRI4B(1)	23.469
IRI4B(2)	21.711
IRI4B(3)	22.824
IRI4B(4)	22.920
IRI4B(5)	22.519

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	0,95825676	%
EDU11A(2)	1,102925149	%
EDU11A(3)	0,891693811	%
EDU11A(4)	0,954782922	%
EDU11A(5)	1,177877164	%
EDU11A(11)	1,160418261	%
EDU11A(12)	1,087456606	%
EDU11A(13)	0,881110441	%
EDU11A(14)	0,955272212	%
EDU11A(15)	1,455903331	%
IRI1B(1)	1,086663327	%
IRI1B(2)	0,781772575	%
IRI1B(3)	0,849733456	%
IRI1B(4)	0,779200439	%
IRI1B(5)	0,686403922	%
IRI4B(1)	0,963648096	%
IRI4B(2)	0,420906568	%
IRI4B(3)	0,857269112	%
IRI4B(4)	0,858085809	%
IRI4B(5)	0,945849023	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	64.52	6.17	5.77	64.15	6.32	6.16
	EDU11A(2)	0	65.52	6.10	6.08	65.32	6.29	6.20
	EDU11A(3)	0	63.95	6.06	6.14	66.28	6.23	6.53
	EDU11A(4)	0	64.92	6.23	6.02	64.20	5.71	5.97
	EDU11A(5)	0	65.16	5.98	6.05	63.94	5.96	5.75
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.18	6.21	6.14	65.22	6.14	6.43
	EDU11A(12)	-	68.30	6.30	6.54	64.39	6.02	6.18
	EDU11A(13)	-	65.15	6.25	6.16	68.04	6.49	6.71
	EDU11A(14)	-	65.20	6.14	5.93	67.29	6.47	6.37
	EDU11A(15)	-	67.04	6.69	6.35	65.26	6.06	5.92
APERTI	IRI1B(1)	0.28	61.87	7.81	7.98	63.29	8.14	8.07
	IRI1B(2)	0	63.25	7.51	7.46	62.88	7.64	7.09
	IRI1B(3)	0	62.08	7.85	8.01	64.13	8.26	7.97
	IRI1B(4)	0	62.96	8.29	8.13	62.61	8.35	8.22
	IRI1B(5)	0	61.87	8.09	7.79	63.34	8.05	8.04
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	56.51	7.09	6.84	58.37	7.17	7.22
	IRI4B(2)	-	56.45	7.04	6.80	57.73	7.23	7.60
	IRI4B(3)	-	57.57	7.55	6.84	56.75	7.01	6.99
	IRI4B(4)	-	56.80	7.22	7.02	58.44	7.43	6.99
	IRI4B(5)	-	58.74	7.17	6.82	57.26	7.24	7.02

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	-0,28	0,08	0,04	-0,24	0	0,08
	EDU11A(2)	0	0,16	0,18	-0,01	0,32	0,07	-0,14
	EDU11A(3)	0	0,05	0,13	0,06	0,04	0,02	0,06
	EDU11A(4)	0	0,16	-0,03	-0,09	0,12	0,07	0,04
	EDU11A(5)	0	0,15	0	0,01	0,11	-0,1	0
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	0,1	0,06	-0,05	0,13	-0,13	0,02
	EDU11A(12)	-	0,01	-0,22	0	0,08	0,03	-0,01
	EDU11A(13)	-	0,31	0,06	0,05	0,1	-0,01	-0,08
	EDU11A(14)	-	0,03	-0,03	0,01	0,13	-0,3	0
	EDU11A(15)	-	-0,22	0,09	0,03	0,01	-0,02	-0,14
APERTI	IRI1B(1)	-0,18	0,16	0,01	0,02	-0,14	0,06	0
	IRI1B(2)	0	0,18	0,11	0	-0,13	0,12	-0,02
	IRI1B(3)	0	-0,02	-0,01	0,09	-0,12	-0,03	0,02
	IRI1B(4)	0	0,04	0,03	0,12	-0,31	0,09	0,08
	IRI1B(5)	0	-0,04	0,13	0,03	0,28	-0,07	-0,26
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	0,1	0,04	-0,03	0,14	-0,05	0,02
	IRI4B(2)	-	0,09	-0,04	0,02	0,28	-0,01	0,09
	IRI4B(3)	-	0,06	-0,11	0,01	0,09	0,06	0,01
	IRI4B(4)	-	0,31	-0,23	0,04	0,03	-0,02	-0,07
	IRI4B(5)	-	-0,01	0,06	0,03	0,16	0,28	0,03





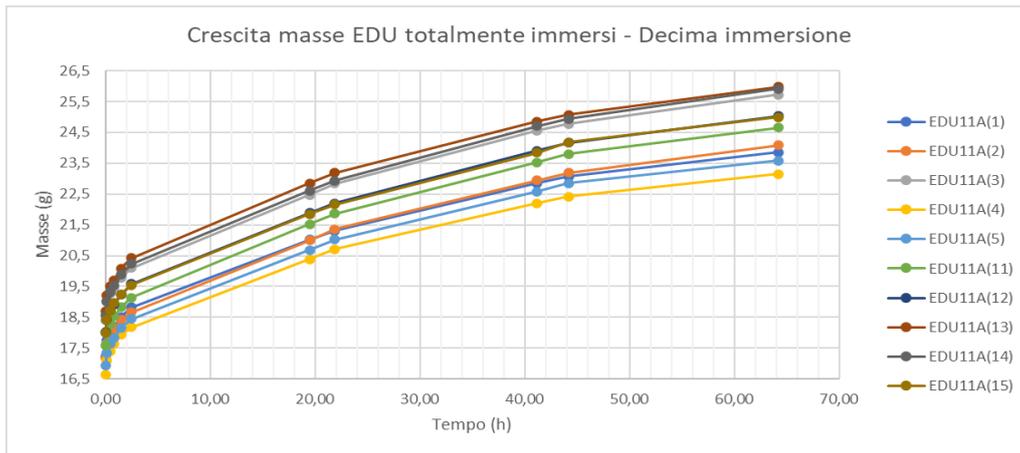
5.1.10 Decima immersione

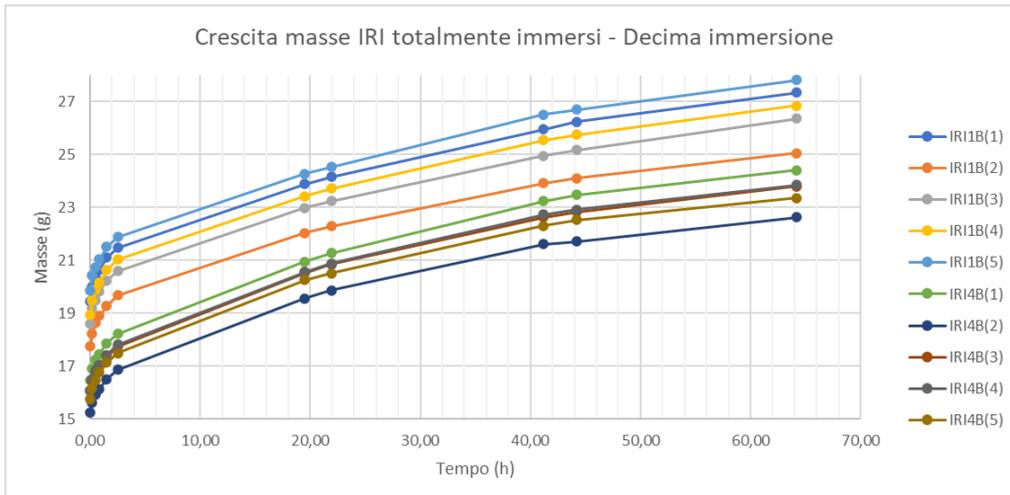
PESI (g)	
EDU11A(1)	23.853
EDU11A(2)	24.084
EDU11A(3)	25.726
EDU11A(4)	23.155
EDU11A(5)	23.581
EDU11A(11)	24.648
EDU11A(12)	25.028
EDU11A(13)	25.979
EDU11A(14)	25.917
EDU11A(15)	24.995
IRI1B(1)	27.334
IRI1B(2)	25.046
IRI1B(3)	26.362
IRI1B(4)	26.846
IRI1B(5)	27.808
IRI4B(1)	24.405
IRI4B(2)	22.630
IRI4B(3)	23.790
IRI4B(4)	23.840
IRI4B(5)	23.355

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	3,380574698	%
EDU11A(2)	3,846153846	%
EDU11A(3)	3,821784576	%
EDU11A(4)	3,29675232	%
EDU11A(5)	3,203641297	%
EDU11A(11)	3,567376781	%
EDU11A(12)	3,5541396	%
EDU11A(13)	3,609316423	%
EDU11A(14)	3,913235235	%
EDU11A(15)	3,36627931	%
IRI1B(1)	4,197003774	%
IRI1B(2)	3,895134193	%
IRI1B(3)	4,773260204	%
IRI1B(4)	4,304918797	%
IRI1B(5)	4,161516275	%
IRI4B(1)	3,988239806	%
IRI4B(2)	4,232877343	%
IRI4B(3)	4,232386961	%
IRI4B(4)	4,013961606	%
IRI4B(5)	3,712420623	%

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	64.88	6.23	5.86	64.60	6.43	6.31
	EDU11A(2)	0	65.26	5.94	6.12	65.16	6.34	6.39
	EDU11A(3)	0	64.27	5.87	6.35	66.42	6.35	6.59
	EDU11A(4)	0	65.06	6.39	6.21	64.30	5.71	6.08
	EDU11A(5)	0	65.38	5.97	6.12	64.07	6.02	6.01
CHIUSI NODO CHIUOSO	EDU11A(11)	-	67.24	6.28	6.21	65.39	6.52	6.69
	EDU11A(12)	-	68.33	6.50	6.69	64.56	6.18	6.23
	EDU11A(13)	-	65.39	6.45	6.08	68.10	6.63	6.81
	EDU11A(14)	-	65.45	6.24	6.05	67.39	6.55	6.37
	EDU11A(15)	-	67.19	6.94	6.42	65.42	6.21	6.18
APERTI	IRI1B(1)	0	61.99	7.81	7.97	63.12	8.10	8.03
	IRI1B(2)	0	63.45	7.42	7.46	62.99	7.62	7.14
	IRI1B(3)	0	62.03	7.85	7.96	64.23	8.32	8.10
	IRI1B(4)	0	63.05	8.33	8.03	63.57	8.36	8.26
	IRI1B(5)	0	62.09	8.07	7.81	63.20	8.03	8.09
CHIUSI NODO CHIUOSO	IRI4B(1)	-	56.90	7.13	6.91	58.52	7.23	7.27
	IRI4B(2)	-	56.65	7.08	6.81	57.75	7.23	7.52
	IRI4B(3)	-	57.78	7.63	6.90	56.97	7.21	7.02
	IRI4B(4)	-	56.80	7.31	7.17	58.60	7.37	7.04
	IRI4B(5)	-	58.93	7.29	6.85	57.44	6.94	7.04

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	0,36	0,06	0,09	0,45	0,11	0,15
	EDU11A(2)	0	-0,26	-0,16	0,04	-0,16	0,05	0,19
	EDU11A(3)	0	0,32	-0,19	0,21	0,14	0,12	0,06
	EDU11A(4)	0	0,14	0,16	0,19	0,1	0	0,11
	EDU11A(5)	0	0,22	-0,01	0,07	0,13	0,06	0,26
CHIUSI NODO CHIUOSO	EDU11A(11)	-	0,06	0,07	0,07	0,17	0,38	0,26
	EDU11A(12)	-	0,03	0,2	0,15	0,17	0,16	0,05
	EDU11A(13)	-	0,24	0,2	-0,08	0,06	0,14	0,1
	EDU11A(14)	-	0,25	0,1	0,12	0,1	0,08	0
	EDU11A(15)	-	0,15	0,25	0,07	0,16	0,15	0,26
APERTI	IRI1B(1)	chiusura	0,12	0	-0,01	-0,17	-0,04	-0,04
	IRI1B(2)	0	0,2	-0,09	0	0,11	-0,02	0,05
	IRI1B(3)	0	-0,05	0	-0,05	0,1	0,06	0,13
	IRI1B(4)	0	0,09	0,04	-0,1	0,96	0,01	0,04
	IRI1B(5)	0	0,22	-0,02	0,02	-0,14	-0,02	0,05
CHIUSI NODO CHIUOSO	IRI4B(1)	-	0,39	0,04	0,07	0,15	0,06	0,05
	IRI4B(2)	-	0,2	0,04	0,01	0,02	0	-0,08
	IRI4B(3)	-	0,21	0,08	0,06	0,22	0,2	0,03
	IRI4B(4)	-	0	0,09	0,15	0,16	-0,06	0,05
	IRI4B(5)	-	0,19	0,12	0,03	0,18	-0,3	0,02







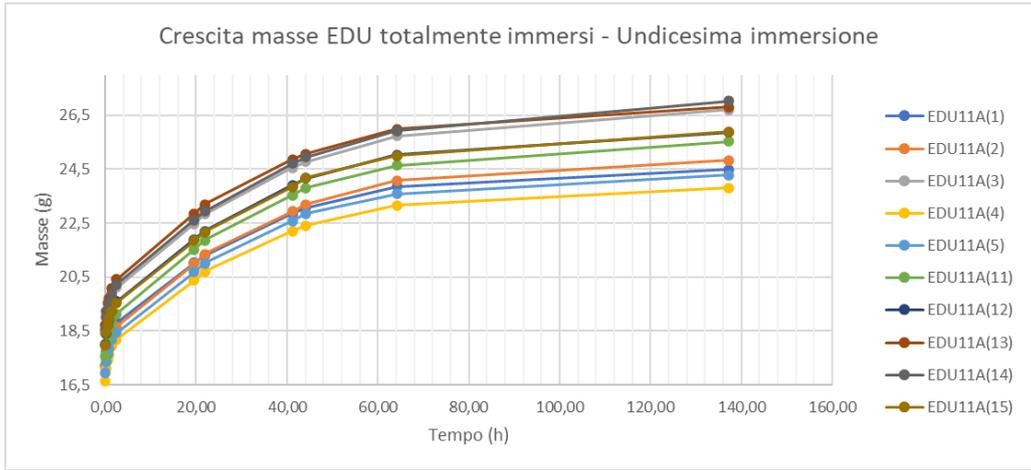
5.1.11 Undicesima immersione

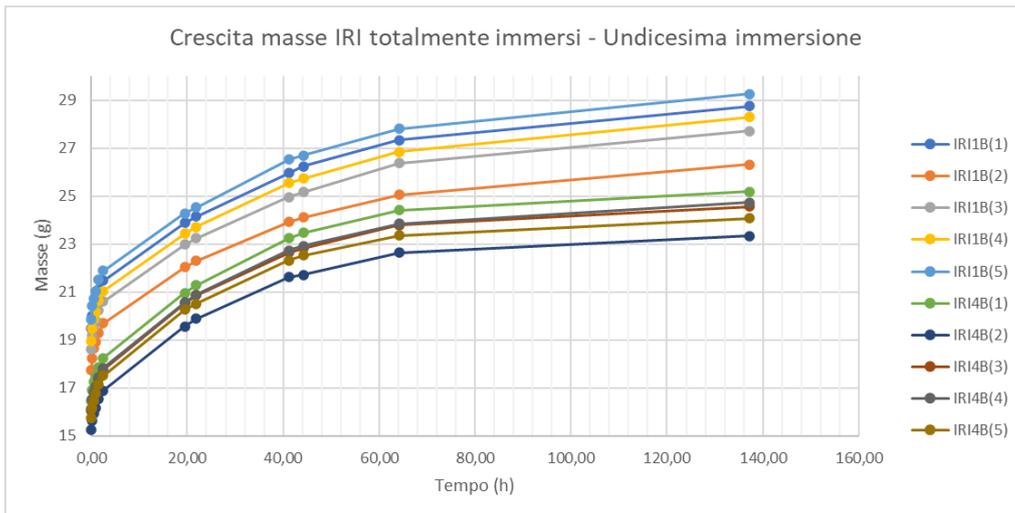
PESI (g)	
EDU11A(1)	24.486
EDU11A(2)	24.835
EDU11A(3)	26.694
EDU11A(4)	23.803
EDU11A(5)	24.275
EDU11A(11)	25.520
EDU11A(12)	25.871
EDU11A(13)	26.800
EDU11A(14)	27.022
EDU11A(15)	25.876
IRI1B(1)	28.751
IRI1B(2)	26.320
IRI1B(3)	27.717
IRI1B(4)	28.287
IRI1B(5)	29.255
IRI4B(1)	25.189
IRI4B(2)	23.335
IRI4B(3)	24.554
IRI4B(4)	24.738
IRI4B(5)	24.076

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	2,653754	%
EDU11A(2)	3,118253	%
EDU11A(3)	3,76273	%
EDU11A(4)	2,798532	%
EDU11A(5)	2,943047	%
EDU11A(11)	3,537812	%
EDU11A(12)	3,368228	%
EDU11A(13)	3,160245	%
EDU11A(14)	4,263611	%
EDU11A(15)	3,524705	%
IRI1B(1)	5,18402	%
IRI1B(2)	5,086641	%
IRI1B(3)	5,139974	%
IRI1B(4)	5,367653	%
IRI1B(5)	5,203539	%
IRI4B(1)	3,212456	%
IRI4B(2)	3,115334	%
IRI4B(3)	3,211433	%
IRI4B(4)	3,766779	%
IRI4B(5)	3,087133	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	65.06	6.21	5.86	64.96	6.43	6.20
	EDU11A(2)	0	65.54	6.07	6.24	65.71	6.45	6.45
	EDU11A(3)	0	64.54	5.97	6.23	66.66	6.45	6.65
	EDU11A(4)	0	65.33	6.33	6.20	64.68	5.76	6.08
	EDU11A(5)	0	65.70	6.05	6.14	64.47	6.10	5.97
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.29	6.36	6.30	65.59	6.31	6.57
	EDU11A(12)	-	68.59	6.52	6.65	64.84	6.07	6.33
	EDU11A(13)	-	65.51	6.38	6.16	68.29	6.60	6.85
	EDU11A(14)	-	65.69	6.36	6.01	67.56	6.65	6.47
	EDU11A(15)	-	67.55	6.82	6.51	65.48	6.20	6.09
APERTI	IRI1B(1)	0	62.27	7.91	8.00	63.15	8.19	8.06
	IRI1B(2)	0	63.10	7.51	7.49	62.99	7.53	7.27
	IRI1B(3)	0	62.16	7.90	7.99	64.39	8.31	7.98
	IRI1B(4)	0	63.42	8.21	8.09	62.68	8.37	8.22
	IRI1B(5)	0	62.04	7.99	7.79	63.31	8.13	8.06
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	57.25	7.17	7.07	58.35	7.29	7.37
	IRI4B(2)	-	56.97	7.19	6.87	57.92	7.30	7.60
	IRI4B(3)	-	57.99	7.60	6.98	57.25	7.10	7.02
	IRI4B(4)	-	57.31	7.46	7.16	58.77	7.41	7.08
	IRI4B(5)	-	59.13	7.34	6.92	57.79	7.18	7.11

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	0,18	-0,02	0	0,36	0	-0,11
	EDU11A(2)	0	0,28	0,13	0,12	0,55	0,11	0,06
	EDU11A(3)	0	0,27	0,1	-0,12	0,24	0,1	0,06
	EDU11A(4)	0	0,27	-0,06	-0,01	0,38	0,05	0
	EDU11A(5)	0	0,32	0,08	0,02	0,4	0,08	-0,04
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	0,05	0,08	0,09	0,2	-0,21	-0,12
	EDU11A(12)	-	0,26	0,02	-0,04	0,28	-0,11	0,1
	EDU11A(13)	-	0,12	-0,07	0,08	0,19	-0,03	0,04
	EDU11A(14)	-	0,24	0,12	-0,04	0,17	0,1	0,1
	EDU11A(15)	-	0,36	-0,12	0,09	0,06	-0,01	-0,09
APERTI	IRI1B(1)	0	0,28	0,1	0,03	0,03	0,09	0,03
	IRI1B(2)	0	-0,35	0,09	0,03	0	-0,09	0,13
	IRI1B(3)	0	0,13	0,05	0,03	0,16	-0,01	-0,12
	IRI1B(4)	0	0,37	-0,12	0,06	-0,89	0,01	-0,04
	IRI1B(5)	0	-0,05	-0,08	-0,02	0,11	0,1	-0,03
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	0,35	0,04	0,16	-0,17	0,06	0,1
	IRI4B(2)	-	0,32	0,11	0,06	0,17	0,07	0,08
	IRI4B(3)	-	0,21	-0,03	0,08	0,28	-0,11	0
	IRI4B(4)	-	0,51	0,15	-0,01	0,17	0,04	0,04
	IRI4B(5)	-	0,2	0,05	0,07	0,35	0,24	0,07





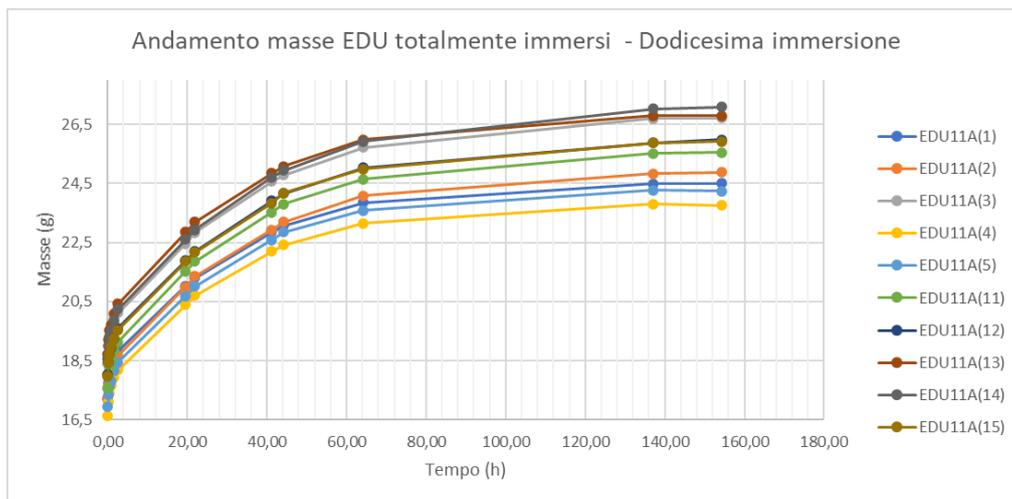
5.1.12 Dodicesima immersione

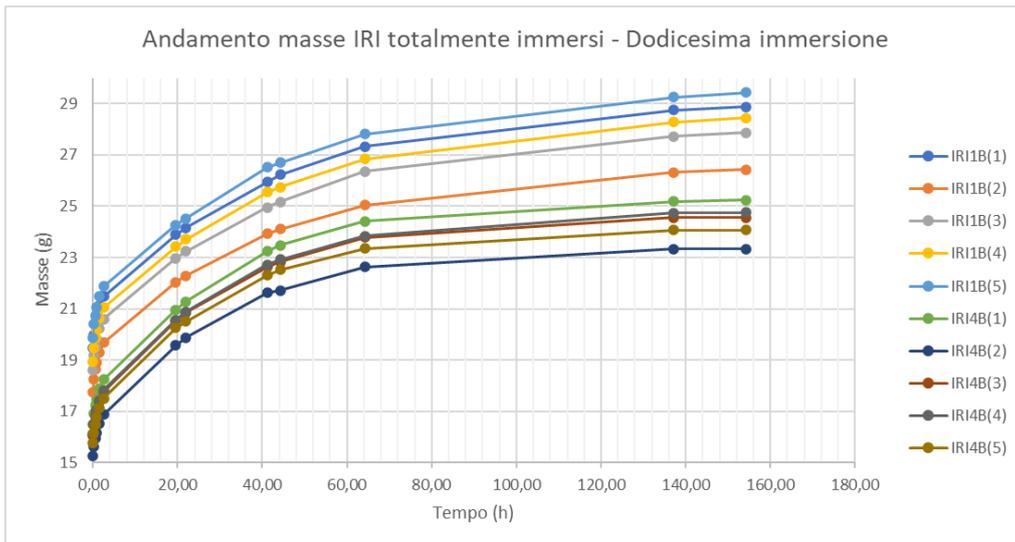
PESI (g)	
EDU11A(1)	24.500
EDU11A(2)	24.879
EDU11A(3)	26.723
EDU11A(4)	23.751
EDU11A(5)	24.245
EDU11A(11)	25.545
EDU11A(12)	25.980
EDU11A(13)	26.787
EDU11A(14)	27.083
EDU11A(15)	25.928
IRI1B(1)	28.874
IRI1B(2)	26.436
IRI1B(3)	27.870
IRI1B(4)	28.440
IRI1B(5)	29.427
IRI4B(1)	25.248
IRI4B(2)	23.340
IRI4B(3)	24.565
IRI4B(4)	24.758
IRI4B(5)	24.071

AUMENTO PERCENTUALI DEI PESI		
EDU11A(1)	0,057175529	%
EDU11A(2)	0,177169317	%
EDU11A(3)	0,108638645	%
EDU11A(4)	-0,218459858	%
EDU11A(5)	-0,123583934	%
EDU11A(11)	0,097962382	%
EDU11A(12)	0,42132117	%
EDU11A(13)	-0,048507463	%
EDU11A(14)	0,225741988	%
EDU11A(15)	0,200958417	%
IRI1B(1)	0,427811207	%
IRI1B(2)	0,440729483	%
IRI1B(3)	0,552007793	%
IRI1B(4)	0,540884505	%
IRI1B(5)	0,587933687	%
IRI4B(1)	0,234229227	%
IRI4B(2)	0,021427041	%
IRI4B(3)	0,044799218	%
IRI4B(4)	0,080847279	%
IRI4B(5)	-0,020767569	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	65.23	6.26	5.87	65.05	6.40	6.22
	EDU11A(2)	0	65.60	6.06	6.20	65.63	6.44	6.35
	EDU11A(3)	0	64.57	6.01	6.24	66.65	6.47	6.79
	EDU11A(4)	0	64.96	6.33	6.17	64.64	5.79	6.15
	EDU11A(5)	0	65.71	6.12	6.23	64.43	6.08	5.96
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.27	6.33	6.29	65.70	6.43	6.59
	EDU11A(12)	-	68.62	6.50	6.71	64.90	6.08	6.26
	EDU11A(13)	-	65.49	6.37	6.16	68.38	6.61	6.90
	EDU11A(14)	-	65.67	6.40	6.02	67.56	6.61	6.54
	EDU11A(15)	-	67.46	6.88	6.54	65.52	6.24	6.10
APERTI	IRI1B(1)	0	62.08	7.80	7.99	63.19	8.09	8.08
	IRI1B(2)	0	62.92	7.46	7.49	63.01	7.55	7.16
	IRI1B(3)	0	62.29	7.94	7.95	64.22	8.31	7.94
	IRI1B(4)	0	63.07	8.27	8.03	63.28	8.05	8.29
	IRI1B(5)	0	61.93	8.03	7.78	63.54	8.04	8.02
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	57.23	7.30	7.01	58.61	7.30	7.59
	IRI4B(2)	-	57.00	7.15	6.96	57.86	7.28	7.45
	IRI4B(3)	-	57.96	7.60	6.97	57.27	7.08	7.05
	IRI4B(4)	-	57.40	7.34	7.02	58.74	7.46	7.13
	IRI4B(5)	-	59.16	7.47	6.88	57.79	7.13	7.11

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	0,17	0,05	0,01	0,09	-0,03	0,02
	EDU11A(2)	0	0,06	-0,01	-0,04	-0,08	-0,01	-0,1
	EDU11A(3)	0	0,03	0,04	0,01	-0,01	0,02	0,14
	EDU11A(4)	0	-0,37	0	-0,03	-0,04	0,03	0,07
	EDU11A(5)	0	0,01	0,07	0,09	-0,04	-0,02	-0,01
CHIUSI	EDU11A(11)	-	-0,02	-0,03	-0,01	0,11	0,12	0,02
	EDU11A(12)	-	0,03	-0,02	0,06	0,06	0,01	-0,07
NODO	EDU11A(13)	-	-0,02	-0,01	0	0,09	0,01	0,05
CHIUSO	EDU11A(14)	-	-0,02	0,04	0,01	0	-0,04	0,07
	EDU11A(15)	-	-0,09	0,06	0,03	0,04	0,04	0,01
APERTI	IRI1B(1)	0	-0,19	-0,11	-0,01	0,04	-0,1	0,02
	IRI1B(2)	0	-0,18	-0,05	0	0,02	0,02	-0,11
	IRI1B(3)	0	0,13	0,04	-0,04	-0,17	0	-0,04
	IRI1B(4)	0	-0,35	0,06	-0,06	0,6	-0,32	0,07
	IRI1B(5)	0	-0,11	0,04	-0,01	0,23	-0,09	-0,04
CHIUSI	IRI4B(1)	-	-0,02	0,13	-0,06	0,26	0,01	0,22
	IRI4B(2)	-	0,03	-0,04	0,09	-0,06	-0,02	-0,15
NODO	IRI4B(3)	-	-0,03	0	-0,01	0,02	-0,02	0,03
CHIUSO	IRI4B(4)	-	0,09	-0,12	-0,14	-0,03	0,05	0,05
	IRI4B(5)	-	0,03	0,13	-0,04	0	-0,05	0







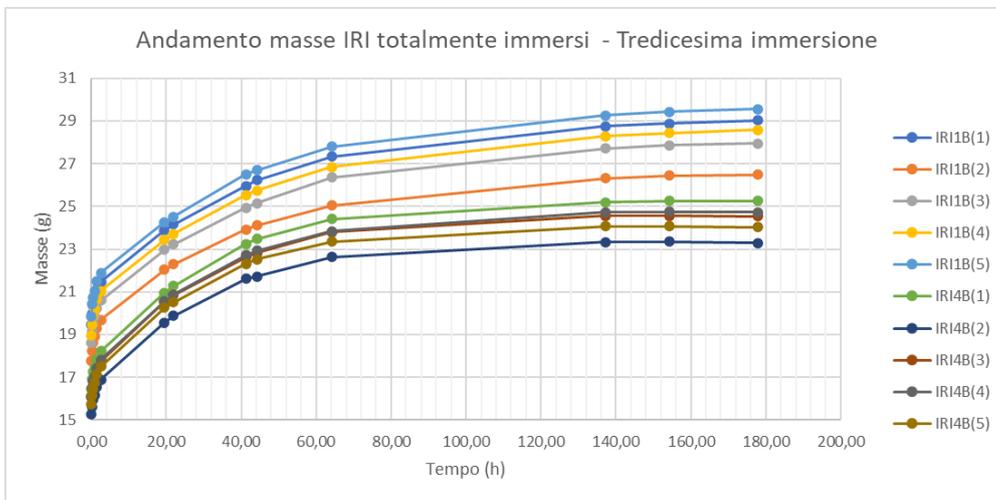
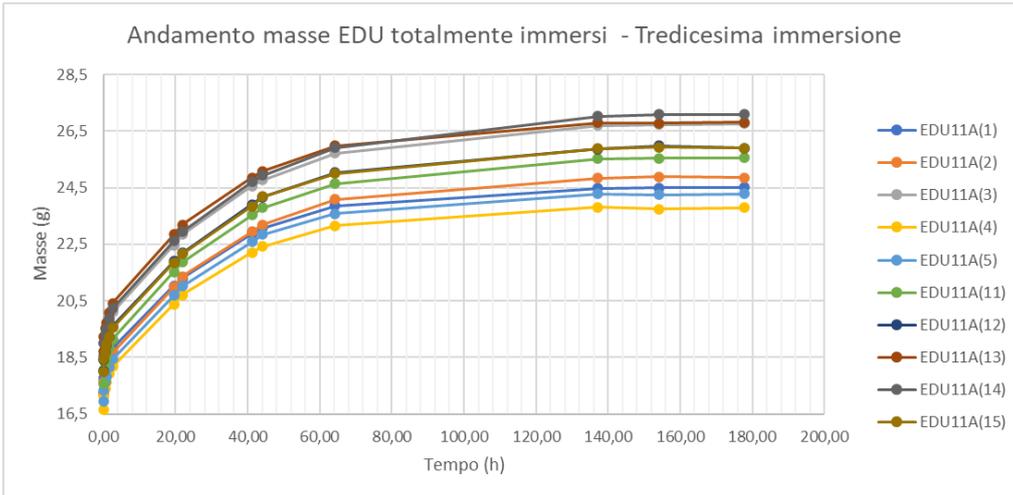
5.1.13 Tredicesima immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	24.515
EDU11A(2)	24.856
EDU11A(3)	26.762
EDU11A(4)	23.789
EDU11A(5)	24.289
EDU11A(11)	25.549
EDU11A(12)	25.904
EDU11A(13)	26.819
EDU11A(14)	27.090
EDU11A(15)	25.903
IRI1B(1)	29.039
IRI1B(2)	26.495
IRI1B(3)	27.950
IRI1B(4)	28.588
IRI1B(5)	29.554
IRI4B(1)	25.247
IRI4B(2)	23.290
IRI4B(3)	24.531
IRI4B(4)	24.738
IRI4B(5)	24.032

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	0,06122449	%
EDU11A(2)	-0,092447446	%
EDU11A(3)	0,145941698	%
EDU11A(4)	0,159993263	%
EDU11A(5)	0,181480718	%
EDU11A(11)	0,015658642	%
EDU11A(12)	-0,292532717	%
EDU11A(13)	0,119460933	%
EDU11A(14)	0,025846472	%
EDU11A(15)	-0,096420858	%
IRI1B(1)	0,571448362	%
IRI1B(2)	0,223180511	%
IRI1B(3)	0,287047004	%
IRI1B(4)	0,520393812	%
IRI1B(5)	0,431576443	%
IRI4B(1)	-0,00396071	%
IRI4B(2)	-0,214224507	%
IRI4B(3)	-0,138408304	%
IRI4B(4)	-0,080781969	%
IRI4B(5)	-0,162020689	%

		DIMENSIONE (mm)							
		CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	65.30	6.45	5.85	65.05	6.42	6.19	
	EDU11A(2)	0	65.73	6.03	6.29	65.63	6.51	6.43	
	EDU11A(3)	0	64.65	6.15	6.26	66.69	6.41	6.75	
	EDU11A(4)	0	65.35	6.37	6.21	64.70	5.77	6.15	
	EDU11A(5)	0	65.74	6.08	6.26	64.50	6.04	5.99	
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.14	6.30	6.36	65.61	6.42	6.58	
	EDU11A(12)	-	68.60	6.48	6.75	64.87	6.11	6.45	
	EDU11A(13)	-	65.54	6.40	6.24	68.24	6.64	6.98	
	EDU11A(14)	-	65.70	6.27	6.13	67.57	6.70	6.47	
	EDU11A(15)	-	67.47	6.89	6.55	65.66	6.24	6.16	
APERTI	IRI1B(1)	0	62.29	7.80	8.02	63.19	8.19	8.26	
	IRI1B(2)	0	63.41	7.44	7.50	62.91	7.56	7.07	
	IRI1B(3)	0	62.22	7.87	7.97	64.30	8.34	7.98	
	IRI1B(4)	0	63.01	8.32	8.05	62.86	8.42	8.21	
	IRI1B(5)	0	62.07	8.01	7.82	63.19	8.10	8.02	
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	57.28	7.18	7.02	58.70	7.30	7.38	
	IRI4B(2)	-	57.04	7.14	6.90	58.00	7.46	7.56	
	IRI4B(3)	-	58.02	7.56	6.95	57.32	7.13	7.08	
	IRI4B(4)	-	57.19	7.44	7.12	58.82	7.61	7.13	
	IRI4B(5)	-	59.20	7.30	6.93	57.82	7.02	7.15	

		DIMENSIONE (mm)							
		CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	0,07	0,19	-0,02	0	0,02	-0,03	
	EDU11A(2)	0	0,13	-0,03	0,09	0	0,07	0,08	
	EDU11A(3)	0	0,08	0,14	0,02	0,04	-0,06	-0,04	
	EDU11A(4)	0	0,39	0,04	0,04	0,06	-0,02	0	
	EDU11A(5)	0	0,03	-0,04	0,03	0,07	-0,04	0,03	
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	-0,13	-0,03	0,07	-0,09	-0,01	-0,01	
	EDU11A(12)	-	-0,02	-0,02	0,04	-0,03	0,03	0,19	
	EDU11A(13)	-	0,05	0,03	0,08	-0,14	0,03	0,08	
	EDU11A(14)	-	0,03	-0,13	0,11	0,01	0,09	-0,07	
	EDU11A(15)	-	0,01	0,01	0,01	0,14	0	0,06	
APERTI	IRI1B(1)	0	0,21	0	0,03	0	0,1	0,18	
	IRI1B(2)	0	0,49	-0,02	0,01	-0,1	0,01	-0,09	
	IRI1B(3)	0	-0,07	-0,07	0,02	0,08	0,03	0,04	
	IRI1B(4)	0	-0,06	0,05	0,02	-0,42	0,37	-0,08	
	IRI1B(5)	0	0,14	-0,02	0,04	-0,35	0,06	0	
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	0,05	-0,12	0,01	0,09	0	-0,21	
	IRI4B(2)	-	0,04	-0,01	-0,06	0,14	0,18	0,11	
	IRI4B(3)	-	0,06	-0,04	-0,02	0,05	0,05	0,03	
	IRI4B(4)	-	-0,21	0,1	0,1	0,08	0,15	0	
	IRI4B(5)	-	0,04	-0,17	0,05	0,03	-0,11	0,04	





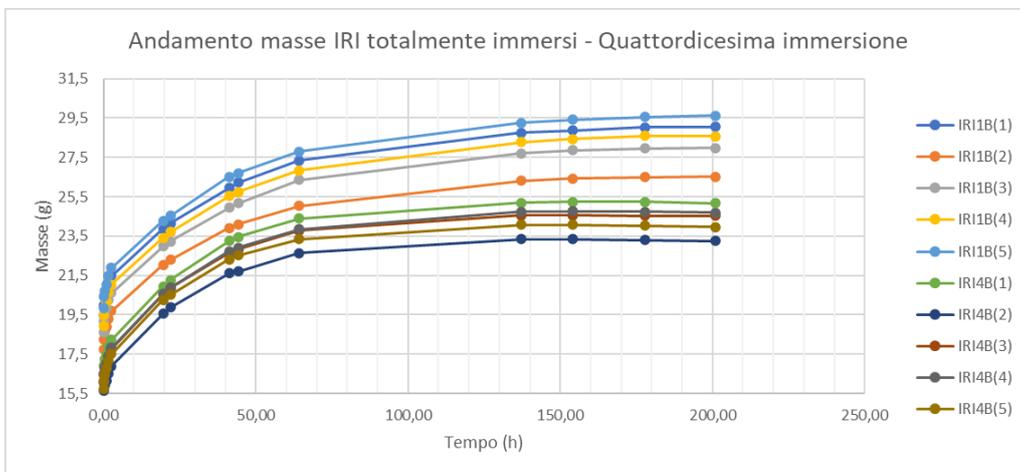
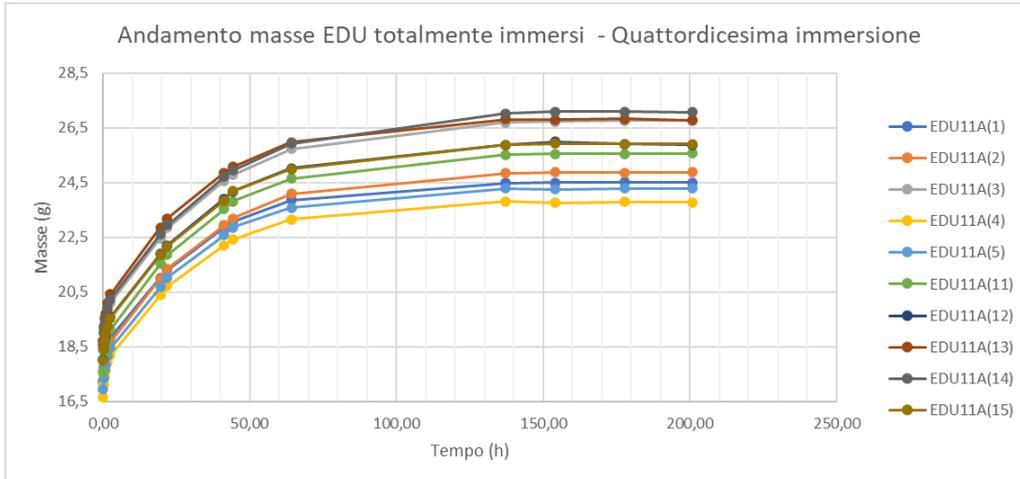
5.1.14 Quattordicesima immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	24.498
EDU11A(2)	24.867
EDU11A(3)	26.750
EDU11A(4)	23.768
EDU11A(5)	24.285
EDU11A(11)	25.554
EDU11A(12)	25.867
EDU11A(13)	26.772
EDU11A(14)	27.066
EDU11A(15)	25.898
IRI1B(1)	29.065
IRI1B(2)	26.527
IRI1B(3)	27.970
IRI1B(4)	28.566
IRI1B(5)	29.624
IRI4B(1)	25.173
IRI4B(2)	23.256
IRI4B(3)	24.522
IRI4B(4)	24.683
IRI4B(5)	23.967

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	-0,069345299	%
EDU11A(2)	0,044254908	%
EDU11A(3)	-0,044839698	%
EDU11A(4)	-0,088276094	%
EDU11A(5)	-0,01646836	%
EDU11A(11)	0,019570238	%
EDU11A(12)	-0,142835083	%
EDU11A(13)	-0,175248891	%
EDU11A(14)	-0,088593577	%
EDU11A(15)	-0,019302783	%
IRI1B(1)	0,089534764	%
IRI1B(2)	0,120777505	%
IRI1B(3)	0,071556351	%
IRI1B(4)	-0,076955366	%
IRI1B(5)	0,236854571	%
IRI4B(1)	-0,293104131	%
IRI4B(2)	-0,145985401	%
IRI4B(3)	-0,036688272	%
IRI4B(4)	-0,222330019	%
IRI4B(5)	-0,270472703	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	65.11	6.23	5.89	65.08	6.44	6.24
	EDU11A(2)	0	65.51	6.04	6.20	65.59	6.44	6.36
	EDU11A(3)	0	64.62	6.13	6.28	66.77	6.43	6.80
	EDU11A(4)	0	65.38	6.33	6.19	64.64	5.83	6.25
	EDU11A(5)	0	65.69	6.13	6.28	64.46	6.06	5.92
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.38	6.27	6.44	65.69	6.32	6.68
	EDU11A(12)	-	68.52	6.56	6.71	64.90	6.14	6.27
	EDU11A(13)	-	65.60	6.37	6.21	68.39	6.73	6.86
	EDU11A(14)	-	65.72	6.40	6.06	67.58	6.73	6.49
	EDU11A(15)	-	67.41	6.92	6.55	65.51	6.40	6.12
APERTI	IRI1B(1)	0	62.10	7.85	8.11	63.21	8.21	8.06
	IRI1B(2)	0	63.33	7.51	7.50	62.95	7.54	7.30
	IRI1B(3)	0	62.25	7.90	7.98	64.36	8.37	8.03
	IRI1B(4)	0	63.15	8.33	8.05	62.78	8.25	8.21
	IRI1B(5)	0	62.04	8.00	7.78	63.54	7.99	8.04
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	57.31	7.31	6.98	58.88	7.33	7.37
	IRI4B(2)	-	57.02	7.11	6.97	57.95	7.35	7.57
	IRI4B(3)	-	57.99	7.57	6.95	57.27	7.05	7.06
	IRI4B(4)	-	57.24	7.34	7.25	58.81	7.39	7.14
	IRI4B(5)	-	59.21	7.27	6.90	57.75	7.18	7.13

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	-0,19	-0,22	0,04	0,03	0,02	0,05
	EDU11A(2)	0	-0,22	0,01	-0,09	-0,04	-0,07	-0,07
	EDU11A(3)	0	-0,03	-0,02	0,02	0,08	0,02	0,05
	EDU11A(4)	0	0,03	-0,04	-0,02	-0,06	0,06	0,1
	EDU11A(5)	0	-0,05	0,05	0,02	-0,04	0,02	-0,07
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	0,24	-0,03	0,08	0,08	-0,1	0,1
	EDU11A(12)	-	-0,08	0,08	-0,04	0,03	0,03	-0,18
	EDU11A(13)	-	0,06	-0,03	-0,03	0,15	0,09	-0,12
	EDU11A(14)	-	0,02	0,13	-0,07	0,01	0,03	0,02
	EDU11A(15)	-	-0,06	0,03	0	-0,15	0,16	-0,04
APERTI	IRI1B(1)	0	-0,19	0,05	0,09	0,02	0,02	-0,2
	IRI1B(2)	0	-0,08	0,07	0	0,04	-0,02	0,23
	IRI1B(3)	0	0,03	0,03	0,01	0,06	0,03	0,05
	IRI1B(4)	0	0,14	0,01	0	-0,08	-0,17	0
	IRI1B(5)	0	-0,03	-0,01	-0,04	0,35	-0,11	0,02
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	0,03	0,13	-0,04	0,18	0,03	-0,01
	IRI4B(2)	-	-0,02	-0,03	0,07	-0,05	-0,11	0,01
	IRI4B(3)	-	-0,03	0,01	0	-0,05	-0,08	-0,02
	IRI4B(4)	-	0,05	-0,1	0,13	-0,01	-0,22	0,01
	IRI4B(5)	-	0,01	-0,03	-0,03	-0,07	0,16	-0,02





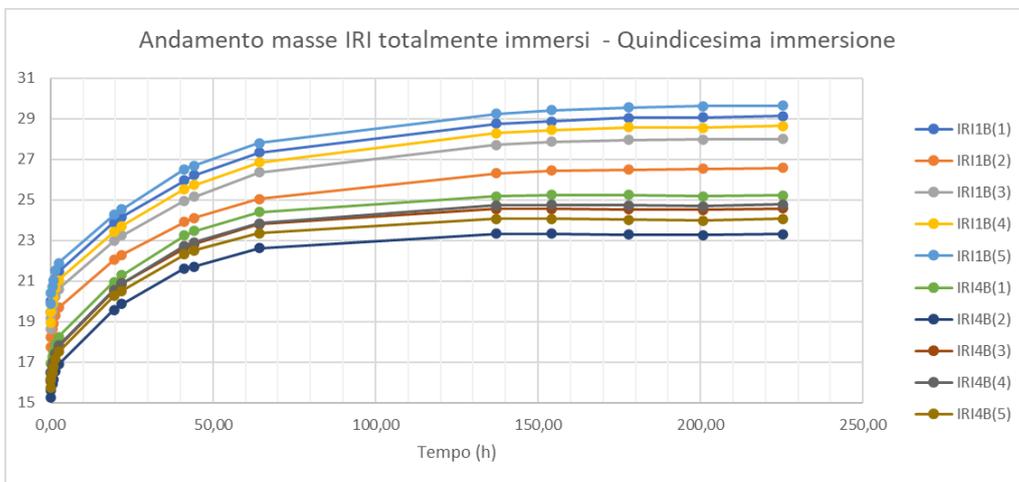
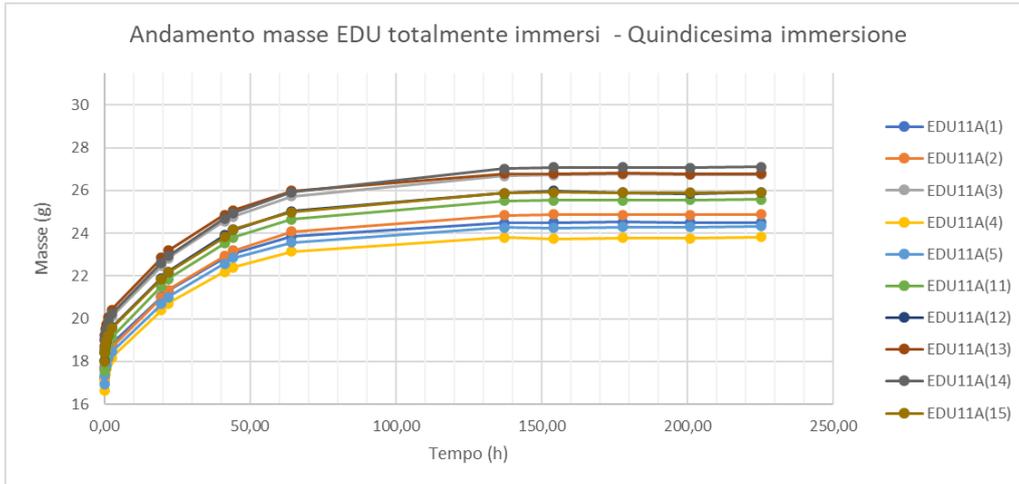
5.1.15 Quindicesima immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	24.514
EDU11A(2)	24.882
EDU11A(3)	26.752
EDU11A(4)	23.822
EDU11A(5)	24.337
EDU11A(11)	25.584
EDU11A(12)	25.921
EDU11A(13)	26.791
EDU11A(14)	27.104
EDU11A(15)	25.913
IRI1B(1)	29.127
IRI1B(2)	26.579
IRI1B(3)	28.002
IRI1B(4)	28.642
IRI1B(5)	29.640
IRI4B(1)	25.221
IRI4B(2)	23.309
IRI4B(3)	24.578
IRI4B(4)	24.786
IRI4B(5)	24.063

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	0,065311454	%
EDU11A(2)	0,060320907	%
EDU11A(3)	0,007476636	%
EDU11A(4)	0,22719623	%
EDU11A(5)	0,214123945	%
EDU11A(11)	0,11739845	%
EDU11A(12)	0,208760196	%
EDU11A(13)	0,07096967	%
EDU11A(14)	0,140397547	%
EDU11A(15)	0,05791953	%
IRI1B(1)	0,213314984	%
IRI1B(2)	0,19602669	%
IRI1B(3)	0,114408295	%
IRI1B(4)	0,26605055	%
IRI1B(5)	0,054010262	%
IRI4B(1)	0,190680491	%
IRI4B(2)	0,227898177	%
IRI4B(3)	0,228366365	%
IRI4B(4)	0,417291253	%
IRI4B(5)	0,400550757	%

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	65.12	6.20	5.91	64.98	6.44	6.21
	EDU11A(2)	0	65.68	6.04	6.24	65.70	6.43	6.52
	EDU11A(3)	0	64.65	6.02	6.40	66.77	6.42	6.82
	EDU11A(4)	0	65.44	6.41	6.36	64.73	5.84	6.17
	EDU11A(5)	0	65.74	6.13	6.27	64.51	6.08	6.05
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.43	6.29	6.36	65.64	6.40	6.69
	EDU11A(12)	-	68.63	6.60	6.79	64.92	6.10	6.35
	EDU11A(13)	-	65.60	6.34	6.26	68.47	6.69	6.88
	EDU11A(14)	-	65.70	6.26	6.05	67.61	6.76	6.52
	EDU11A(15)	-	67.48	6.82	6.55	65.57	6.24	6.12
APERTI	IRI1B(1)	0	62.14	7.94	8.03	63.20	8.13	8.09
	IRI1B(2)	0	63.39	7.43	7.49	62.96	7.55	7.13
	IRI1B(3)	0	62.03	7.84	8.00	64.39	8.30	8.03
	IRI1B(4)	0	63.09	8.29	8.08	62.92	8.21	8.27
	IRI1B(5)	0	61.96	7.95	7.79	63.56	8.07	7.99
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	57.30	7.23	7.05	58.70	7.39	7.42
	IRI4B(2)	-	57.08	7.16	6.98	57.94	7.31	7.77
	IRI4B(3)	-	58.08	7.57	6.99	57.35	7.11	7.13
	IRI4B(4)	-	57.34	7.34	7.05	58.85	7.46	7.18
	IRI4B(5)	-	59.22	7.28	6.96	57.79	7.04	7.14

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	0,01	-0,03	0,02	-0,1	0	-0,03
	EDU11A(2)	0	0,17	0	0,04	0,11	-0,01	0,16
	EDU11A(3)	0	0,03	-0,11	0,12	0	-0,01	0,02
	EDU11A(4)	0	0,06	0,08	0,17	0,09	0,01	-0,08
	EDU11A(5)	0	0,05	0	-0,01	0,05	0,02	0,13
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	0,05	0,02	-0,08	-0,05	0,08	0,01
	EDU11A(12)	-	0,11	0,04	0,08	0,02	-0,04	0,08
	EDU11A(13)	-	0	-0,03	0,05	0,08	-0,04	0,02
	EDU11A(14)	-	-0,02	-0,14	-0,01	0,03	0,03	0,03
	EDU11A(15)	-	0,07	-0,1	0	0,06	-0,16	0
APERTI	IRI1B(1)	0	0,04	0,09	-0,08	-0,01	-0,08	0,03
	IRI1B(2)	0	0,06	-0,08	-0,01	0,01	0,01	-0,17
	IRI1B(3)	0	-0,22	-0,06	0,02	0,03	-0,07	0
	IRI1B(4)	0	-0,06	-0,04	0,03	0,14	-0,04	0,06
	IRI1B(5)	0	-0,08	-0,05	0,01	0,02	0,08	-0,05
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	-0,01	-0,08	0,07	-0,18	0,06	0,05
	IRI4B(2)	-	0,06	0,05	0,01	-0,01	-0,04	0,2
	IRI4B(3)	-	0,09	0	0,04	0,08	0,06	0,07
	IRI4B(4)	-	0,1	0	-0,2	0,04	0,07	0,04
	IRI4B(5)	-	0,01	0,01	0,06	0,04	-0,14	0,01



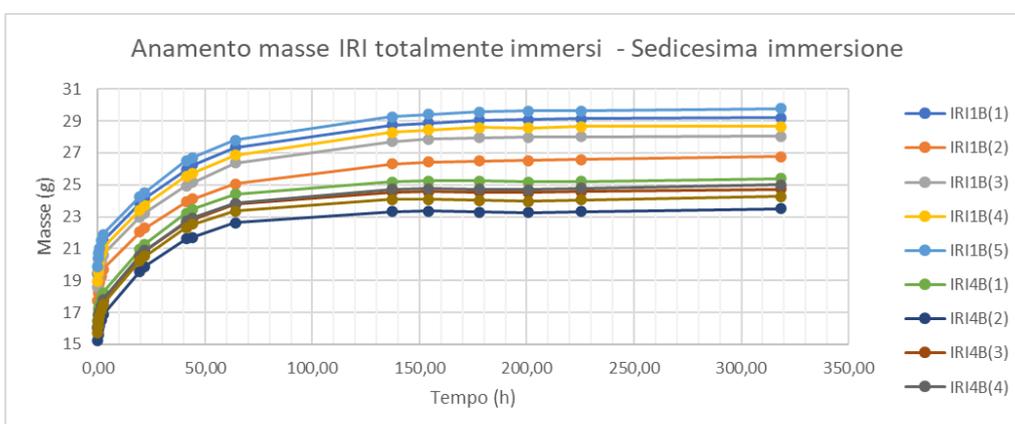
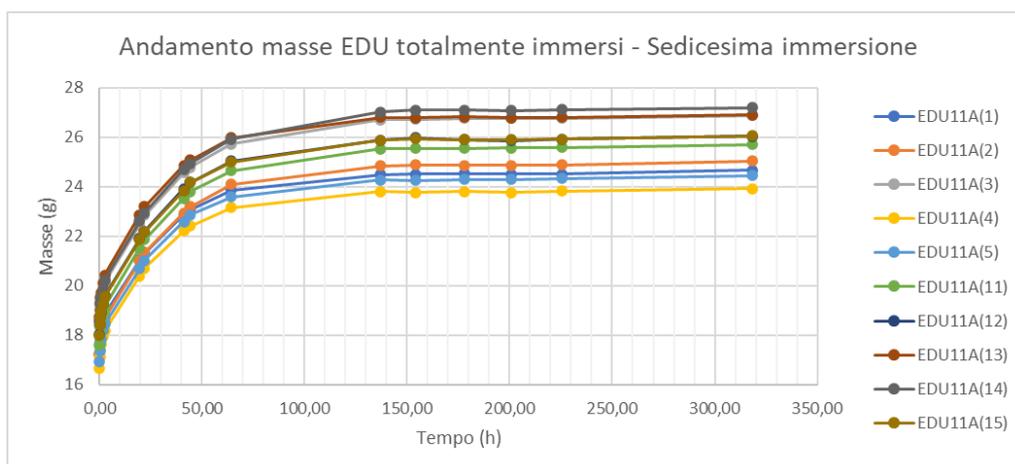
5.1.16 Sedicesima immersione

PESI (g)	
EDU11A(1)	24.663
EDU11A(2)	25.040
EDU11A(3)	26.875
EDU11A(4)	23.919
EDU11A(5)	24.446
EDU11A(11)	25.696
EDU11A(12)	26.038
EDU11A(13)	26.893
EDU11A(14)	27.183
EDU11A(15)	26.056
IRI1B(1)	29.210
IRI1B(2)	26.748
IRI1B(3)	28.057
IRI1B(4)	28.640
IRI1B(5)	29.773
IRI4B(1)	25.407
IRI4B(2)	23.497
IRI4B(3)	24.712
IRI4B(4)	24.983
IRI4B(5)	24.272

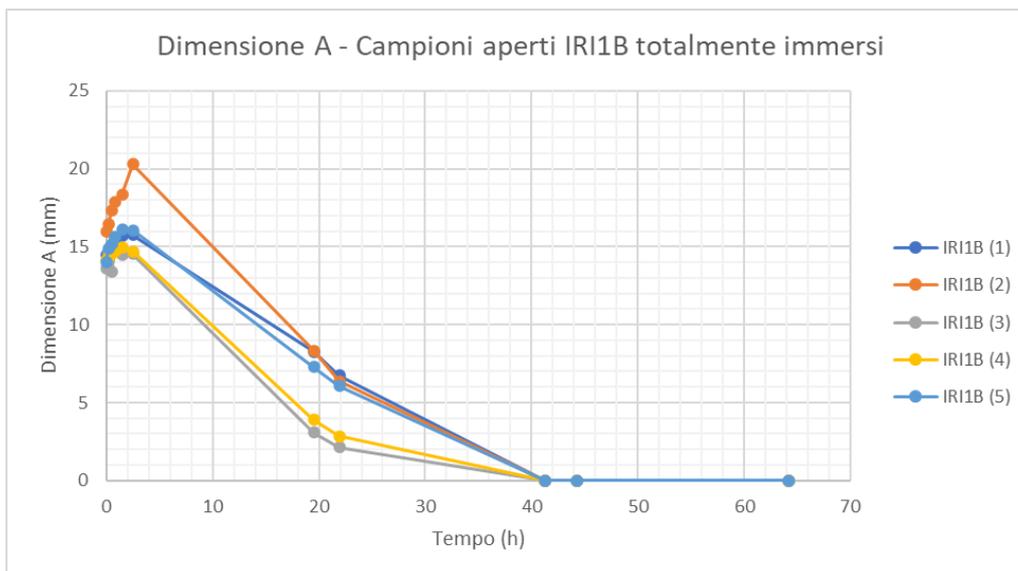
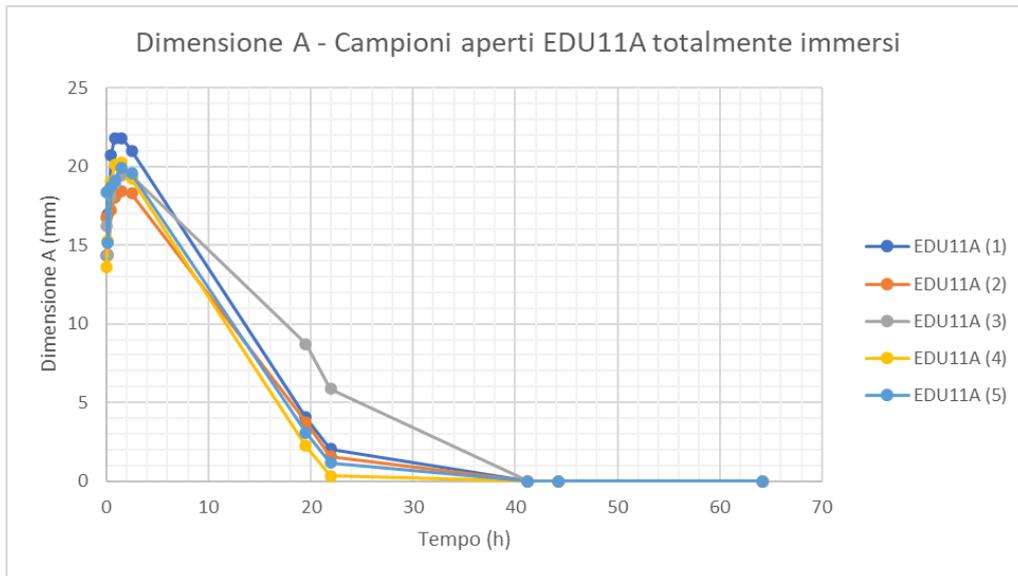
VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(1)	0,607815942	%
EDU11A(2)	0,634997187	%
EDU11A(3)	0,459778708	%
EDU11A(4)	0,407186634	%
EDU11A(5)	0,447877717	%
EDU11A(11)	0,437773609	%
EDU11A(12)	0,451371475	%
EDU11A(13)	0,38072487	%
EDU11A(14)	0,291469894	%
EDU11A(15)	0,551846564	%
IRI1B(1)	0,284958973	%
IRI1B(2)	0,635840325	%
IRI1B(3)	0,196414542	%
IRI1B(4)	-0,006982753	%
IRI1B(5)	0,448717949	%
IRI4B(1)	0,737480671	%
IRI4B(2)	0,806555408	%
IRI4B(3)	0,545203027	%
IRI4B(4)	0,794803518	%
IRI4B(5)	0,868553381	%

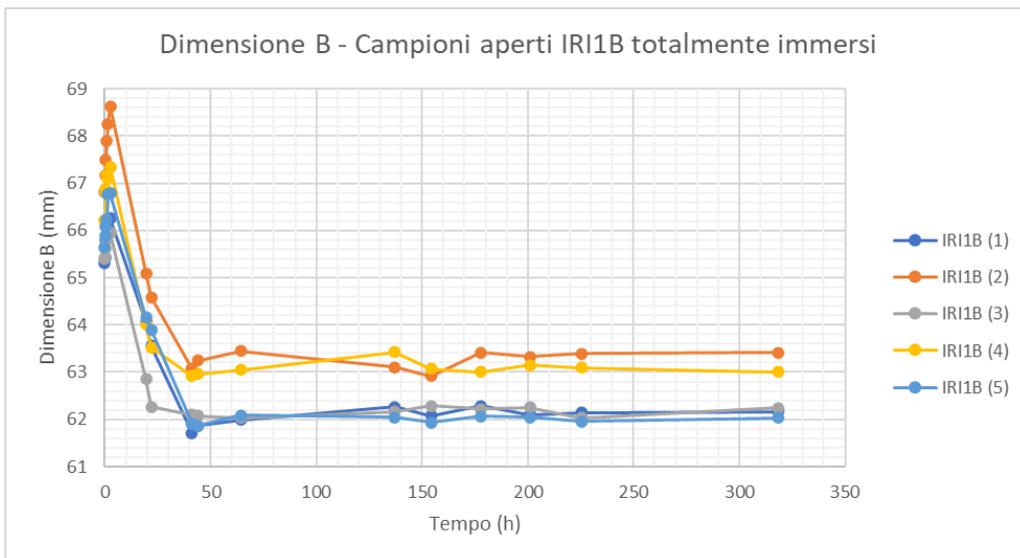
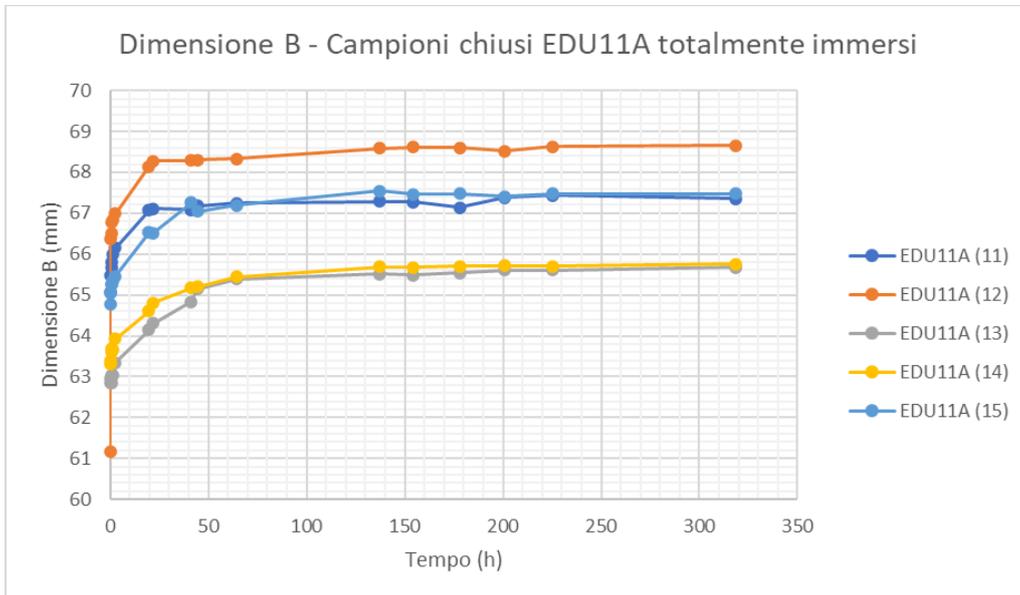
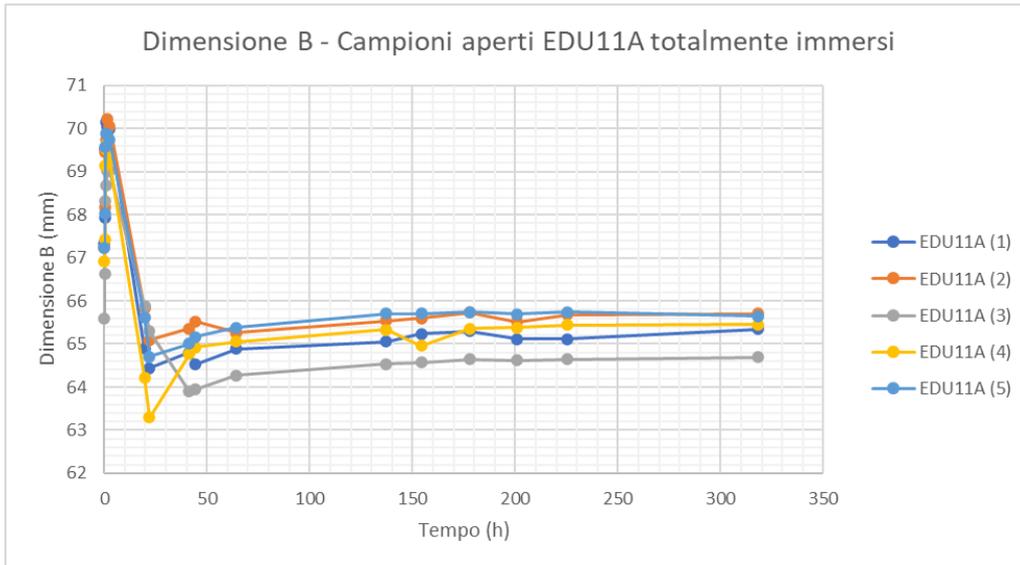
		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	65.34	6.42	5.95	65.13	6.59	6.31
	EDU11A(2)	0	65.70	6.11	6.29	65.67	6.44	6.42
	EDU11A(3)	0	64.69	6.17	6.28	66.82	6.41	6.79
	EDU11A(4)	0	65.45	6.38	6.21	64.75	5.80	6.27
	EDU11A(5)	0	65.64	6.08	6.28	64.59	6.14	5.98
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	67.35	6.29	6.39	65.75	6.36	6.64
	EDU11A(12)	-	68.65	6.54	6.79	64.98	6.20	6.28
	EDU11A(13)	-	65.67	6.42	6.22	68.49	6.64	6.94
	EDU11A(14)	-	65.75	6.28	6.07	67.62	6.67	6.52
	EDU11A(15)	-	67.47	6.93	6.60	65.67	6.40	6.18
APERTI	IRI1B(1)	0	62.17	7.86	8.02	63.22	8.19	8.18
	IRI1B(2)	0	63.41	7.44	7.52	63.05	7.60	7.10
	IRI1B(3)	0	62.24	7.88	8.02	64.41	8.24	7.99
	IRI1B(4)	0	63.01	8.26	8.04	62.40	8.19	8.22
	IRI1B(5)	0	62.03	7.95	7.79	63.19	8.02	8.01
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	57.39	7.21	7.06	58.73	7.34	7.39
	IRI4B(2)	-	57.11	7.19	6.91	58.01	7.35	7.71
	IRI4B(3)	-	58.03	7.57	6.97	57.36	7.08	7.12
	IRI4B(4)	-	57.43	7.46	7.16	58.95	7.42	7.17
	IRI4B(5)	-	59.28	7.27	6.92	57.80	7.11	7.16

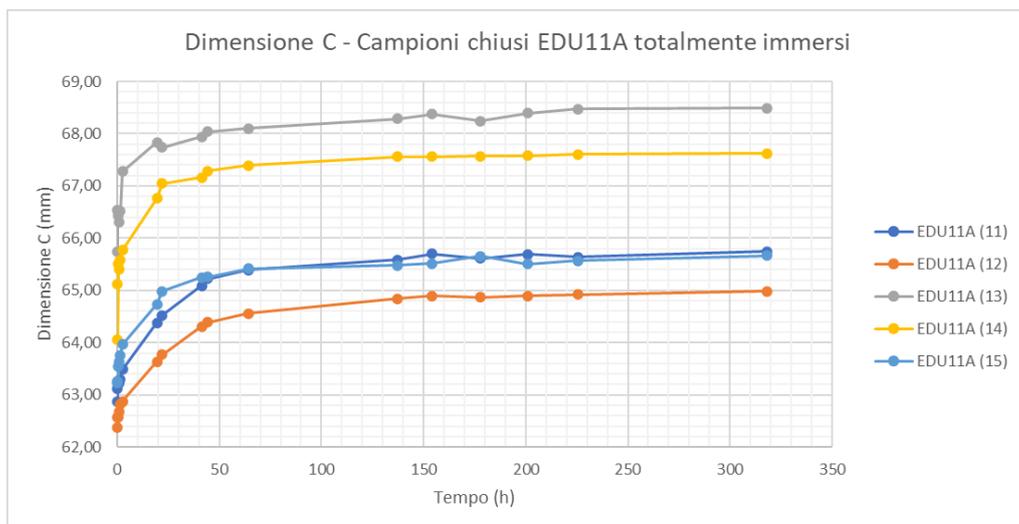
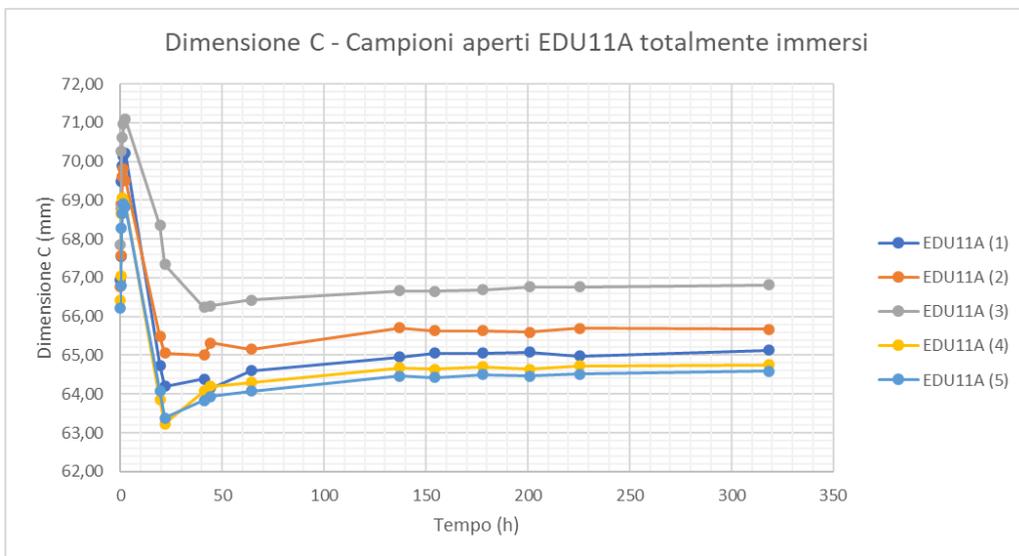
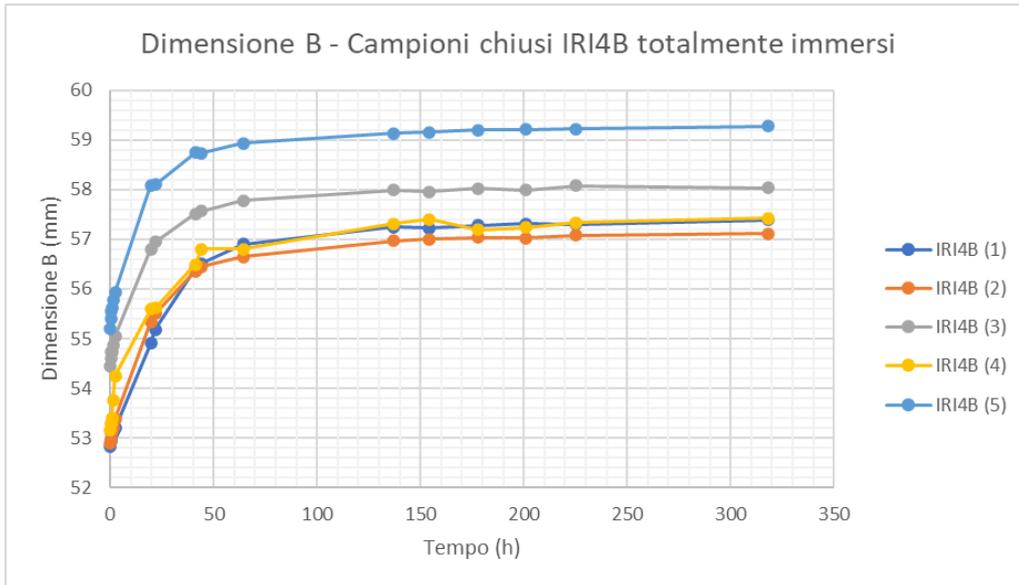
		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(1)	0	0,22	0,22	0,04	0,15	0,15	0,1
	EDU11A(2)	0	0,02	0,07	0,05	-0,03	0,01	-0,1
	EDU11A(3)	0	0,04	0,15	-0,12	0,05	-0,01	-0,03
	EDU11A(4)	0	0,01	-0,03	-0,15	0,02	-0,04	0,1
	EDU11A(5)	0	-0,1	-0,05	0,01	0,08	0,06	-0,07
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(11)	-	-0,08	0	0,03	0,11	-0,04	-0,05
	EDU11A(12)	-	0,02	-0,06	0	0,06	0,1	-0,07
	EDU11A(13)	-	0,07	0,08	-0,04	0,02	-0,05	0,06
	EDU11A(14)	-	0,05	0,02	0,02	0,01	-0,09	0
	EDU11A(15)	-	-0,01	0,11	0,05	0,1	0,16	0,06
APERTI	IRI1B(1)	0	0,03	-0,08	-0,01	0,02	0,06	0,09
	IRI1B(2)	0	0,02	0,01	0,03	0,09	0,05	-0,03
	IRI1B(3)	0	0,21	0,04	0,02	0,02	-0,06	-0,04
	IRI1B(4)	0	-0,08	-0,03	-0,04	-0,52	-0,02	-0,05
	IRI1B(5)	0	0,07	0	0	-0,37	-0,05	0,02
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(1)	-	0,09	-0,02	0,01	0,03	-0,05	-0,03
	IRI4B(2)	-	0,03	0,03	-0,07	0,07	0,04	-0,06
	IRI4B(3)	-	-0,05	0	-0,02	0,01	-0,03	-0,01
	IRI4B(4)	-	0,09	0,12	0,11	0,1	-0,04	-0,01
	IRI4B(5)	-	0,06	-0,01	-0,04	0,01	0,07	0,02

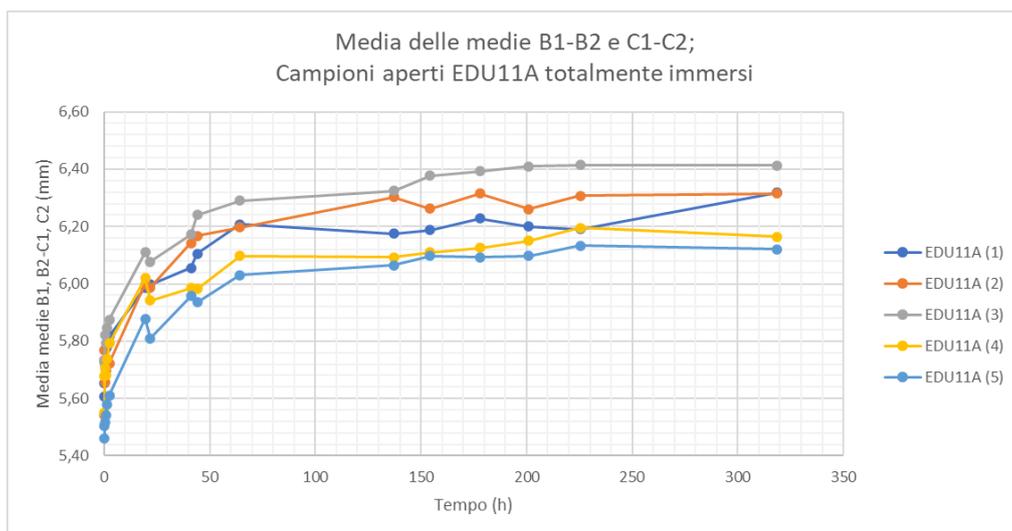
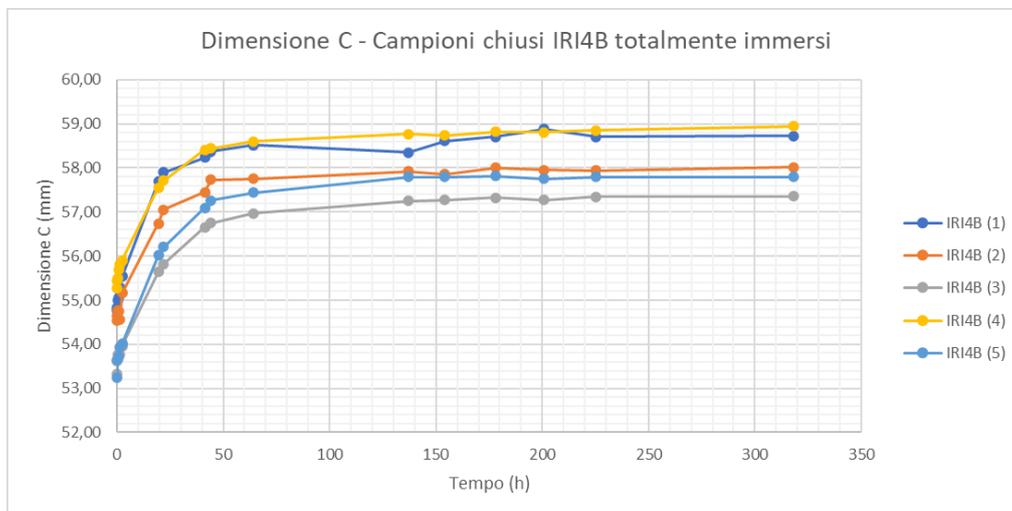
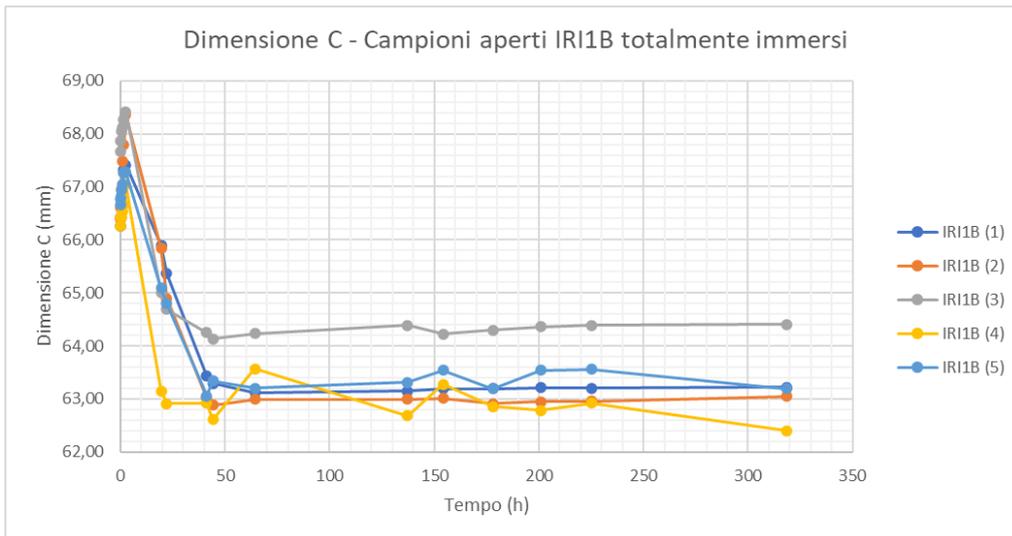


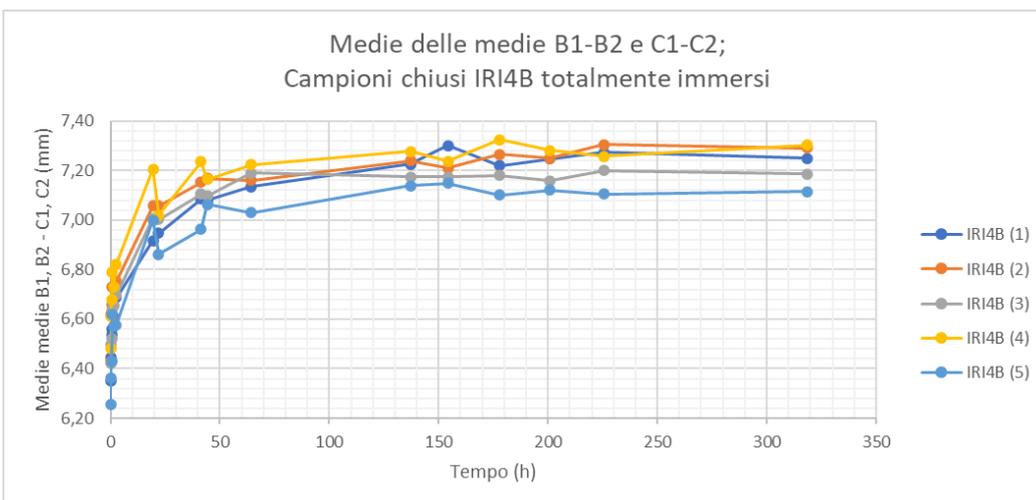
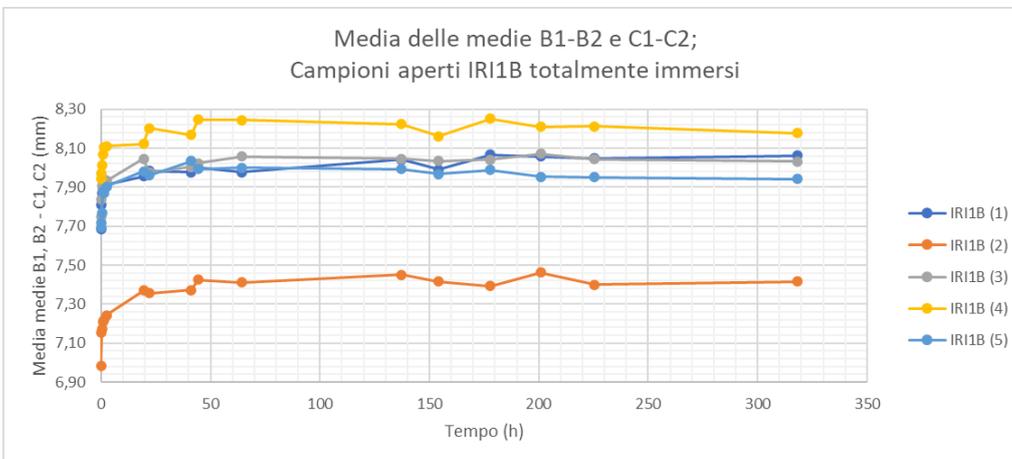
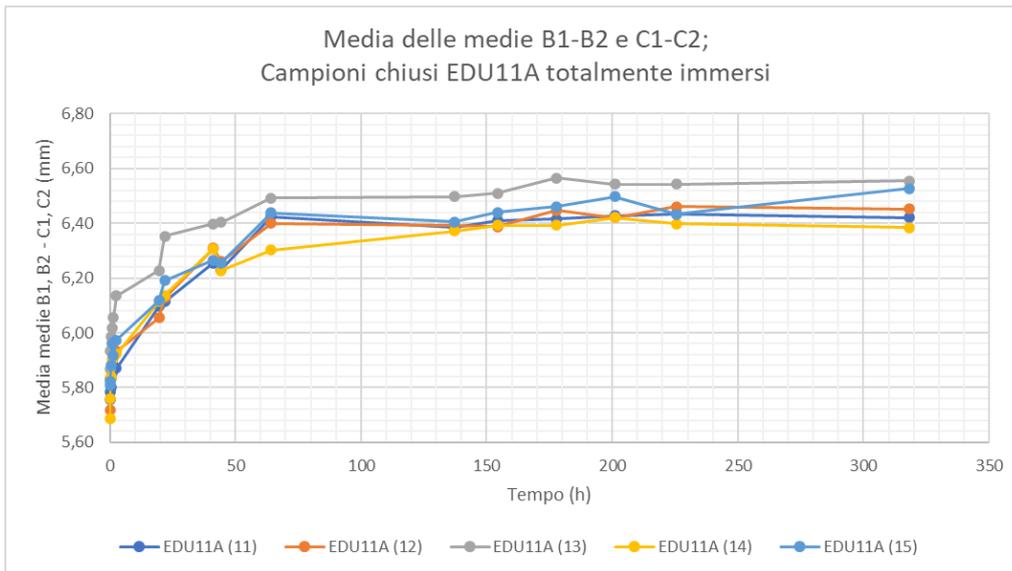
5.1.17 Grafici delle dimensioni











5.2 Appendice B

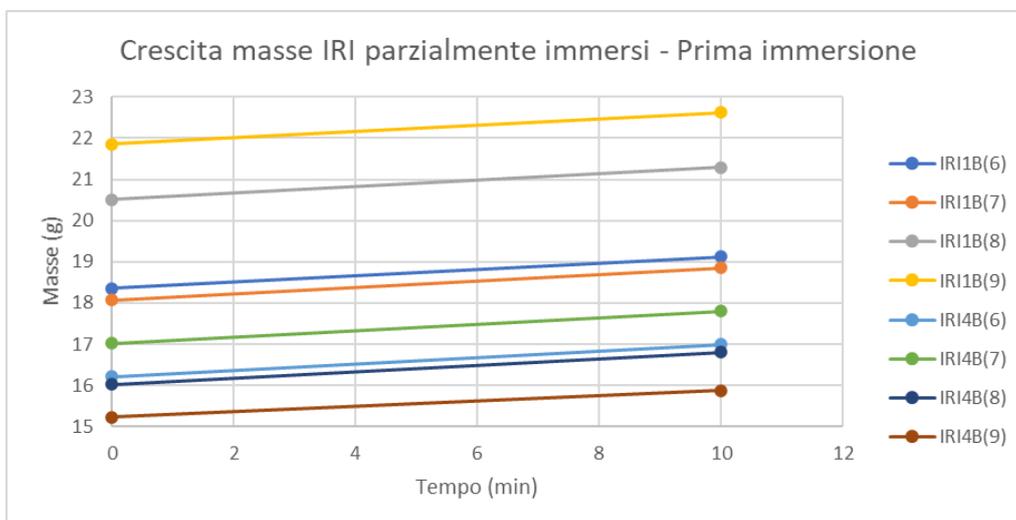
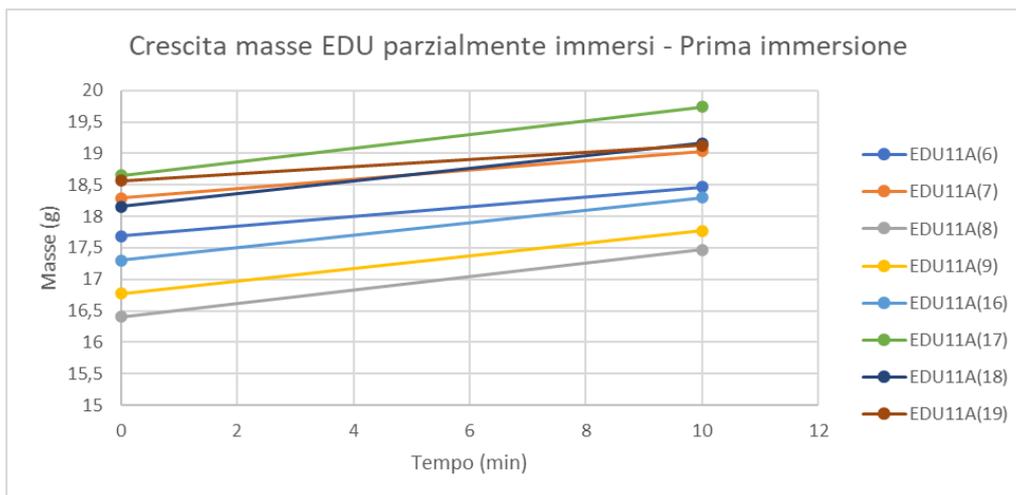
L'appendice B contiene i risultati del test sui campioni parzialmente immersi. Per ogni immersione sono riportati, nell'ordine, le tabelle con le masse dei campioni, le variazioni percentuali delle masse, le dimensioni dei campioni e le variazioni delle dimensioni e i grafici che raffigurano l'andamento delle masse dei campioni nel corso del test. Seguono le foto dei campioni dopo ciascuna immersione. Infine, sono riportati i grafici che mostrano le dimensioni dei campioni nel corso dell'intera prova.

5.2.1 Prima immersione

PESI (g)		AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	18.465	EDU11A(6)	4,416421624	%
EDU11A(7)	19.040	EDU11A(7)	4,094910065	%
EDU11A(8)	17.470	EDU11A(8)	6,498415021	%
EDU11A(9)	17.770	EDU11A(9)	5,94407679	%
EDU11A(16)	18.303	EDU11A(16)	5,803803688	%
EDU11A(17)	19.744	EDU11A(17)	5,871628506	%
EDU11A(18)	19.164	EDU11A(18)	5,546070386	%
EDU11A(19)	19.133	EDU11A(19)	3,048419238	%
IRI1B(6)	19.127	IRI1B(6)	4,211615997	%
IRI1B(7)	18.848	IRI1B(7)	4,322798472	%
IRI1B(8)	21.287	IRI1B(8)	3,788395904	%
IRI1B(9)	22.618	IRI1B(9)	3,476987831	%
IRI4B(6)	16.998	IRI4B(6)	4,822397632	%
IRI4B(7)	17.806	IRI4B(7)	4,575086627	%
IRI4B(8)	16.799	IRI4B(8)	4,803793125	%
IRI4B(9)	15.882	IRI4B(9)	4,294720252	%

	CAMPIONE	DIMENSIONE (mm)						
		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	14.14	68.97	5.87	5.60	68.30	5.34	5.51
	EDU11A(7)	15.10	68.91	5.72	5.44	67.55	5.68	6.01
	EDU11A(8)	14.36	68.63	6.10	5.79	68.26	5.43	5.82
	EDU11A(9)	16.34	69.30	5.63	5.80	69.54	6.14	5.89
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	65.23	5.73	5.85	62.98	5.93	6.09
	EDU11A(17)	-	63.32	5.88	5.66	67.12	5.99	5.74
	EDU11A(18)	-	63.11	6.16	5.97	65.53	5.76	5.75
	EDU11A(19)	-	63.81	6.12	6.34	63.96	5.88	5.59
APERTI	IRI1B(6)	20.64	68.66	7.13	7.19	69.92	7.23	7.03
	IRI1B(7)	18.11	66.80	7.64	7.70	69.03	8.24	7.66
	IRI1B(8)	17.30	66.53	7.50	7.71	68.47	8.00	7.71
	IRI1B(9)	17.28	68.11	7.81	8.02	70.49	8.32	7.93
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	53.50	6.14	6.39	55.41	6.48	6.61
	IRI4B(7)	-	54.90	6.62	6.50	54.32	6.19	6.18
	IRI4B(8)	-	54.83	7.01	6.53	54.73	6.19	6.36
	IRI4B(9)	-	55.35	6.82	6.71	53.06	6.48	6.27

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	1,39	0,78	0,11	0,09	1,06	0,09	0,07
	EDU11A(7)	2,13	0,73	-4,97	-4,96	-4,1	-4,94	-4,98
	EDU11A(8)	2,41	1,16	0,24	0,23	1,48	0,14	0,29
	EDU11A(9)	2,81	1,02	0,2	0,2	1,19	0,14	0,17
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,08	0,18	0,24	0,15	0	0,21
	EDU11A(17)	-	0,73	0,08	0,13	0,75	0,01	0
	EDU11A(18)	-	0,23	0,17	0,2	0,09	0,27	0,17
	EDU11A(19)	-	0,19	0,12	0,13	0,22	-0,11	0,03
APERTI	IRI1B(6)	4,17	1,77	0,09	0,14	1,76	0,11	-0,07
	IRI1B(7)	3,27	1,47	-0,06	0,07	1,5	0,2	0,21
	IRI1B(8)	3,01	1,32	0	0,06	1,63	-0,02	0,07
	IRI1B(9)	2,96	1,32	-0,02	0,09	1,24	0,07	0
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	0,59	0,16	0,04	0,54	-0,01	0,01
	IRI4B(7)	-	0,54	0,1	0,14	0,57	0,11	0,02
	IRI4B(8)	-	0,47	0,12	0,34	0,78	0,02	0,12
	IRI4B(9)	-	0,05	0,12	0,16	0,17	0,05	0,24





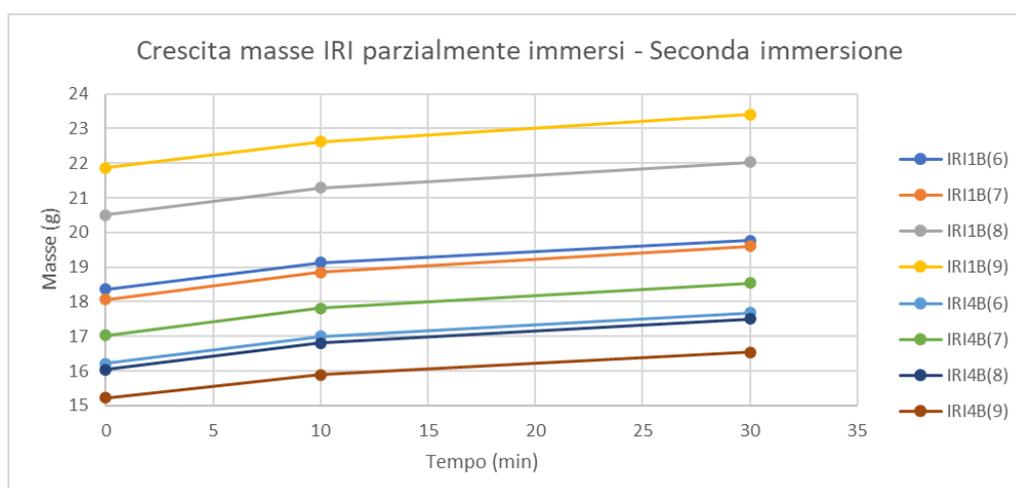
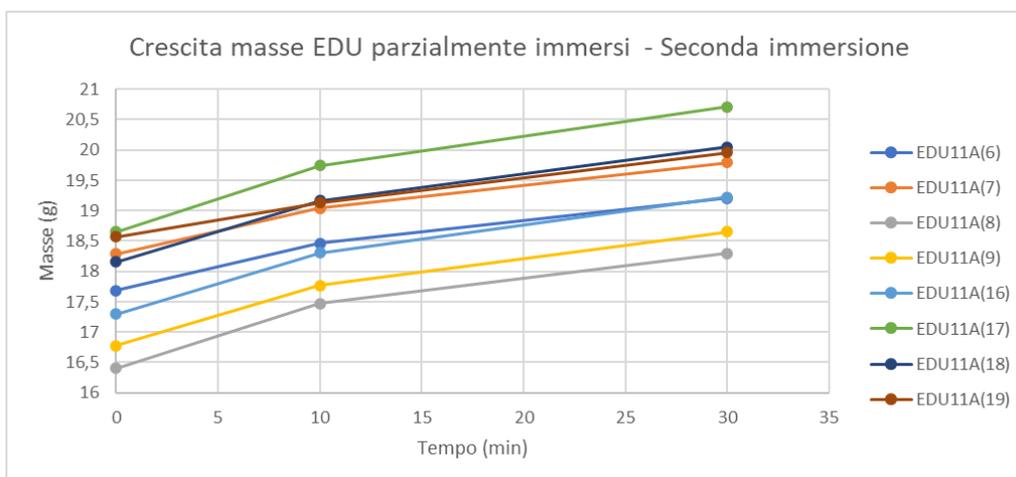
5.2.2 Seconda immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	19.205
EDU11A(7)	19.789
EDU11A(8)	18.299
EDU11A(9)	18.656
EDU11A(16)	19.224
EDU11A(17)	20.708
EDU11A(18)	20.048
EDU11A(19)	19.954
IRI1B(6)	19.770
IRI1B(7)	19.598
IRI1B(8)	22.023
IRI1B(9)	23.399
IRI4B(6)	17.677
IRI4B(7)	18.540
IRI4B(8)	17.503
IRI4B(9)	16.545

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	4,0075819	%
EDU11A(7)	3,9338235	%
EDU11A(8)	4,7452776	%
EDU11A(9)	4,9859313	%
EDU11A(16)	5,0319620	%
EDU11A(17)	4,8824959	%
EDU11A(18)	4,6128157	%
EDU11A(19)	4,2910155	%
IRI1B(6)	3,3617399	%
IRI1B(7)	3,9792020	%
IRI1B(8)	3,4575093	%
IRI1B(9)	3,4530020	%
IRI4B(6)	3,9945876	%
IRI4B(7)	4,1222060	%
IRI4B(8)	4,1907256	%
IRI4B(9)	4,1745372	%

DIMENSIONE (mm)								
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	21.58	71.53	6.04	5.87	70.89	5.53	5.68
	EDU11A(7)	20.84	71.58	5.75	5.50	70.50	5.69	6.02
	EDU11A(8)	18.31	70.06	6.26	5.91	69.66	5.63	5.85
	EDU11A(9)	19.28	70.61	5.78	6.03	71.04	6.30	6.05
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	65.12	5.92	6.04	63.69	6.07	6.26
	EDU11A(17)	-	64.48	6.19	5.83	67.98	6.11	5.92
	EDU11A(18)	-	62.95	6.33	6.15	66.59	6.06	5.96
	EDU11A(19)	-	64.01	6.32	6.43	64.25	6.03	5.75
APERTI	IRI1B(6)	26.51	70.74	7.27	7.45	71.61	7.39	7.14
	IRI1B(7)	20.56	67.83	7.76	7.84	69.99	8.25	7.73
	IRI1B(8)	20.29	67.66	7.62	7.76	69.53	8.05	7.88
	IRI1B(9)	20.56	69.52	7.92	8.12	71.91	8.51	8.11
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	54.86	6.41	6.70	56.46	6.71	6.97
	IRI4B(7)	-	54.95	6.91	6.60	57.38	6.51	6.46
	IRI4B(8)	-	56.57	7.22	6.79	55.10	6.37	6.53
	IRI4B(9)	-	54.94	7.11	6.93	54.62	6.68	6.61

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	7,44	2,56	0,17	0,27	2,59	0,19	0,17
	EDU11A(7)	5,74	2,67	0,03	0,06	2,95	0,01	0,01
	EDU11A(8)	3,95	1,43	0,16	0,12	1,4	0,2	0,03
	EDU11A(9)	2,94	1,31	0,15	0,23	1,5	0,16	0,16
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	-0,11	0,19	0,19	0,71	0,14	0,17
	EDU11A(17)	-	1,16	0,31	0,17	0,86	0,12	0,18
	EDU11A(18)	-	-0,16	0,17	0,18	1,06	0,3	0,21
	EDU11A(19)	-	0,2	0,2	0,09	0,29	0,15	0,16
APERTI	IRI1B(6)	5,87	2,08	0,14	0,26	1,69	0,16	0,11
	IRI1B(7)	2,45	1,03	0,12	0,14	0,96	0,01	0,07
	IRI1B(8)	2,99	1,13	0,12	0,05	1,06	0,05	0,17
	IRI1B(9)	3,28	1,41	0,11	0,1	1,42	0,19	0,18
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	1,36	0,27	0,31	1,05	0,23	0,36
	IRI4B(7)	-	0,05	0,29	0,1	3,06	0,32	0,28
	IRI4B(8)	-	1,74	0,21	0,26	0,37	0,18	0,17
	IRI4B(9)	-	-0,41	0,29	0,22	1,56	0,2	0,34





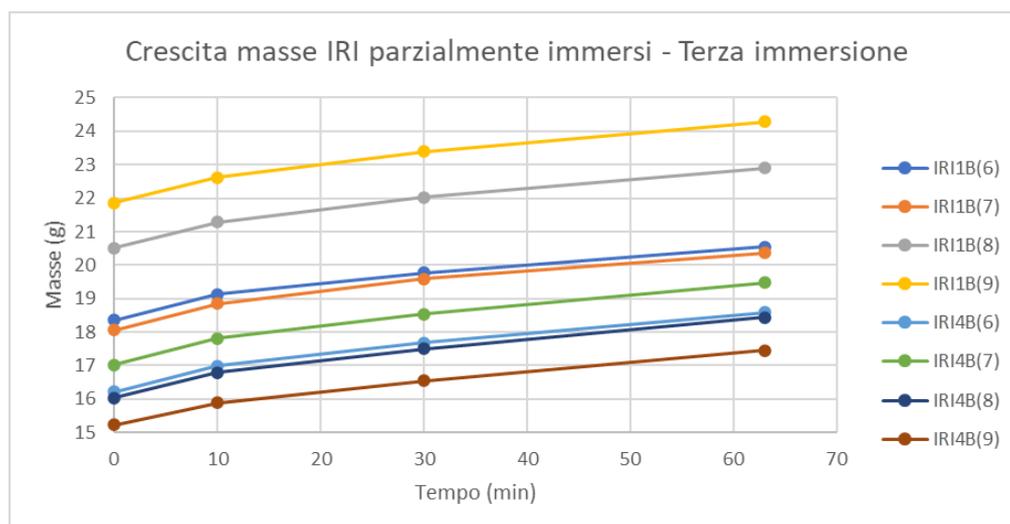
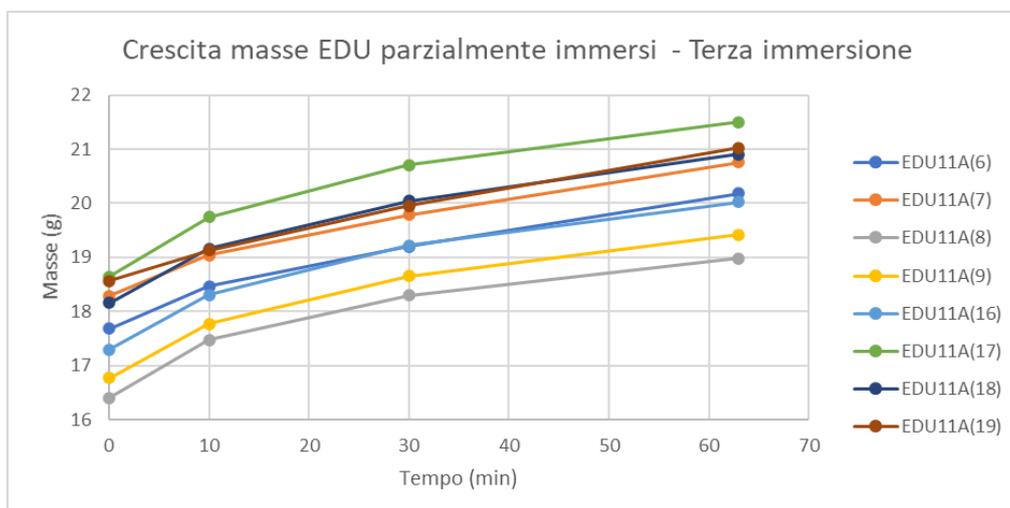
5.2.3 Terza immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	20.182
EDU11A(7)	20.763
EDU11A(8)	18.986
EDU11A(9)	19.421
EDU11A(16)	20.023
EDU11A(17)	21.505
EDU11A(18)	20.907
EDU11A(19)	21.028
IRI1B(6)	20.550
IRI1B(7)	20.364
IRI1B(8)	22.907
IRI1B(9)	24.276
IRI4B(6)	18.591
IRI4B(7)	19.483
IRI4B(8)	18.441
IRI4B(9)	17.448

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	5,087217	%
EDU11A(7)	4,921926	%
EDU11A(8)	3,754304	%
EDU11A(9)	4,100557	%
EDU11A(16)	4,156263	%
EDU11A(17)	3,848754	%
EDU11A(18)	4,284717	%
EDU11A(19)	5,382379	%
IRI1B(6)	3,945372	%
IRI1B(7)	3,908562	%
IRI1B(8)	4,013985	%
IRI1B(9)	3,748023	%
IRI4B(6)	5,170561	%
IRI4B(7)	5,086300	%
IRI4B(8)	5,359081	%
IRI4B(9)	5,457842	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	23.45	72.29	6.17	5.97	71.81	5.67	5.85
	EDU11A(7)	22.59	72.59	5.91	5.57	71.87	5.77	6.15
	EDU11A(8)	17.65	69.76	6.35	6.04	69.62	5.78	6.10
	EDU11A(9)	19.58	70.75	5.93	6.03	71.36	6.38	6.15
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	65.67	6.05	6.17	64.12	6.12	6.35
	EDU11A(17)	-	64.92	6.19	5.87	68.21	6.28	6.05
	EDU11A(18)	-	62.98	6.51	6.18	67.48	6.01	6.10
	EDU11A(19)	-	64.95	6.41	6.57	64.22	6.11	5.92
APERTI	IRI1B(6)	25.53	70.17	7.37	7.35	71.19	7.44	7.32
	IRI1B(7)	18.47	66.27	7.80	7.85	69.46	8.25	7.72
	IRI1B(8)	18.92	67.09	7.75	7.88	68.89	8.13	8.01
	IRI1B(9)	20.12	69.19	8.06	8.24	71.82	8.54	8.12
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	55.91	6.64	6.92	56.79	6.80	7.16
	IRI4B(7)	-	54.62	7.12	6.73	57.75	6.73	6.61
	IRI4B(8)	-	57.69	7.31	7.10	55.39	6.62	6.83
	IRI4B(9)	-	54.73	7.30	7.10	55.84	6.88	6.83

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	1,87	0,76	0,13	0,1	0,92	0,14	0,17
	EDU11A(7)	1,75	1,01	0,16	0,07	1,37	0,08	0,13
	EDU11A(8)	-0,66	-0,3	0,09	0,13	-0,04	0,15	0,25
	EDU11A(9)	0,3	0,14	0,15	0	0,32	0,08	0,1
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,55	0,13	0,13	0,43	0,05	0,09
	EDU11A(17)	-	0,44	0	0,04	0,23	0,17	0,13
	EDU11A(18)	-	0,03	0,18	0,03	0,89	-0,05	0,14
	EDU11A(19)	-	0,94	0,09	0,14	-0,03	0,08	0,17
APERTI	IRI1B(6)	-0,98	-0,57	0,1	-0,1	-0,42	0,05	0,18
	IRI1B(7)	-2,09	-1,56	0,04	0,01	-0,53	0	-0,01
	IRI1B(8)	-1,37	-0,57	0,13	0,12	-0,64	0,08	0,13
	IRI1B(9)	-0,44	-0,33	0,14	0,12	-0,09	0,03	0,01
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	1,05	0,23	0,22	0,33	0,09	0,19
	IRI4B(7)	-	-0,33	0,21	0,13	0,37	0,22	0,15
	IRI4B(8)	-	1,12	0,09	0,31	0,29	0,25	0,3
	IRI4B(9)	-	-0,21	0,19	0,17	1,22	0,2	0,22



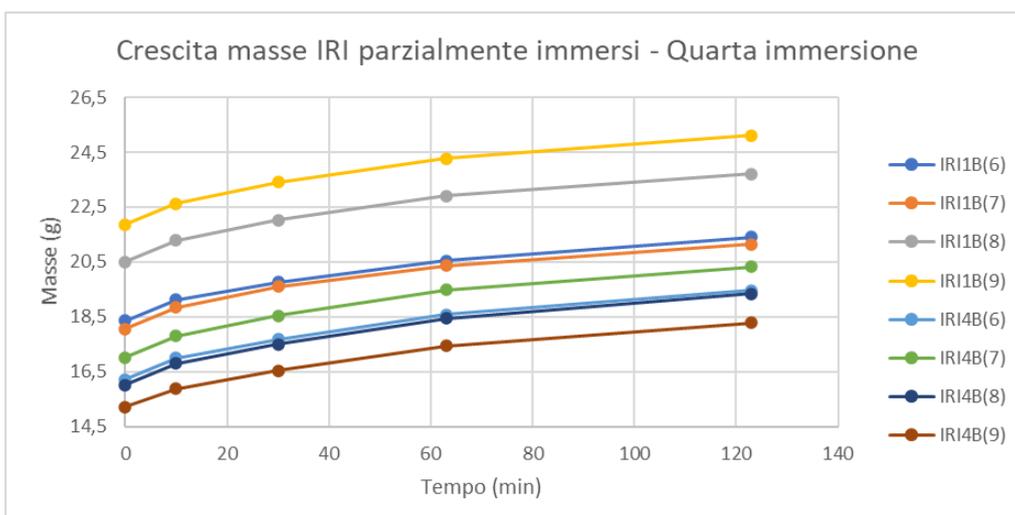
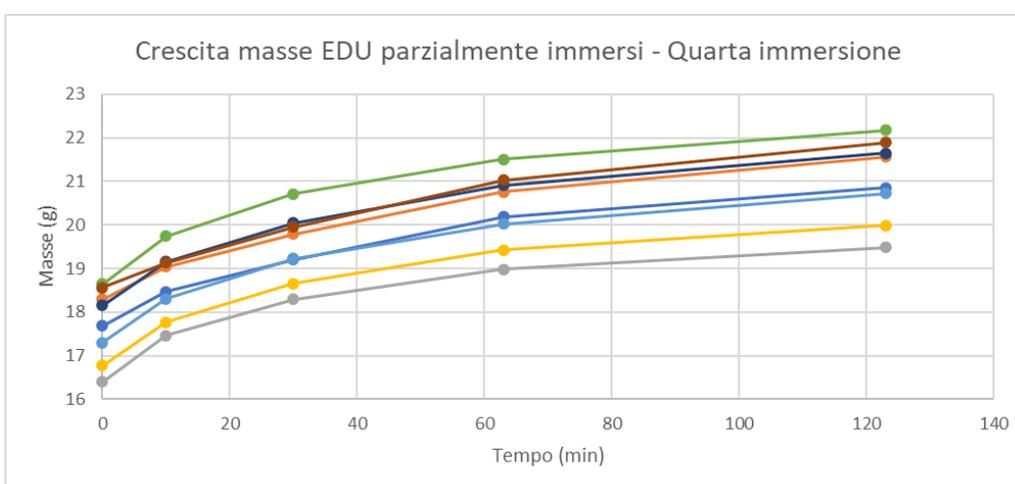
5.2.4 Quarta immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	20.855
EDU11A(7)	21.568
EDU11A(8)	19.481
EDU11A(9)	19.982
EDU11A(16)	20.728
EDU11A(17)	22.173
EDU11A(18)	21.645
EDU11A(19)	21.896
IRI1B(6)	21.408
IRI1B(7)	21.154
IRI1B(8)	23.705
IRI1B(9)	25.106
IRI4B(6)	19.463
IRI4B(7)	20.329
IRI4B(8)	19.352
IRI4B(9)	18.289

AUMENTO PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	3,334654643	%
EDU11A(7)	3,877089053	%
EDU11A(8)	2,607184241	%
EDU11A(9)	2,888625714	%
EDU11A(16)	3,520950906	%
EDU11A(17)	3,106254359	%
EDU11A(18)	3,529918209	%
EDU11A(19)	4,127829561	%
IRI1B(6)	4,175182482	%
IRI1B(7)	3,879395011	%
IRI1B(8)	3,483651286	%
IRI1B(9)	3,419014665	%
IRI4B(6)	4,690441612	%
IRI4B(7)	4,342247087	%
IRI4B(8)	4,940079171	%
IRI4B(9)	4,82003668	%

	CAMPIONE	DIMENSIONE (mm)						
		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	21.69	71.89	6.28	6.03	71.36	5.81	5.92
	EDU11A(7)	22.00	72.61	5.90	5.68	71.67	5.91	6.24
	EDU11A(8)	13.83	68.87	6.46	6.13	68.73	5.80	6.06
	EDU11A(9)	17.74	70.01	6.09	6.08	70.70	6.49	6.23
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	65.76	6.10	6.34	64.28	6.26	6.42
	EDU11A(17)	-	65.08	6.27	5.92	68.43	6.35	6.12
	EDU11A(18)	-	63.08	6.55	6.23	68.15	6.33	6.16
	EDU11A(19)	-	65.55	6.46	6.66	64.42	6.27	5.99
APERTI	IRI1B(6)	21.82	68.60	7.37	7.40	69.82	7.48	7.18
	IRI1B(7)	14.85	65.86	7.83	7.82	68.46	8.35	7.80
	IRI1B(8)	15.76	66.07	7.74	7.83	68.00	8.14	7.92
	IRI1B(9)	17.54	68.19	8.00	8.26	70.85	8.61	8.11
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	57.11	6.70	6.95	57.50	6.94	7.14
	IRI4B(7)	-	55.06	7.23	6.78	60.19	6.76	6.77
	IRI4B(8)	-	58.78	7.50	7.02	55.72	6.67	6.91
	IRI4B(9)	-	54.94	7.42	7.38	57.07	7.05	6.87

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	-1,76	-0,4	0,11	0,06	-0,45	0,14	0,07
	EDU11A(7)	-0,59	0,02	-0,01	0,11	-0,2	0,14	0,09
	EDU11A(8)	-3,82	-0,89	0,11	0,09	-0,89	0,02	-0,04
	EDU11A(9)	-1,84	-0,74	0,16	0,05	-0,66	0,11	0,08
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,09	0,05	0,17	0,16	0,14	0,07
	EDU11A(17)	-	0,16	0,08	0,05	0,22	0,07	0,07
	EDU11A(18)	-	0,1	0,04	0,05	0,67	0,32	0,06
	EDU11A(19)	-	0,6	0,05	0,09	0,2	0,16	0,07
APERTI	IRI1B(6)	-3,71	-1,57	0	0,05	-1,37	0,04	-0,14
	IRI1B(7)	-3,62	-0,41	0,03	-0,03	-1	0,1	0,08
	IRI1B(8)	-3,16	-1,02	-0,01	-0,05	-0,89	0,01	-0,09
	IRI1B(9)	-2,58	-1	-0,06	0,02	-0,97	0,07	-0,01
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	1,2	0,06	0,03	0,71	0,14	-0,02
	IRI4B(7)	-	0,44	0,11	0,05	2,44	0,03	0,16
	IRI4B(8)	-	1,09	0,19	-0,08	0,33	0,05	0,08
	IRI4B(9)	-	0,21	0,12	0,28	1,23	0,17	0,04





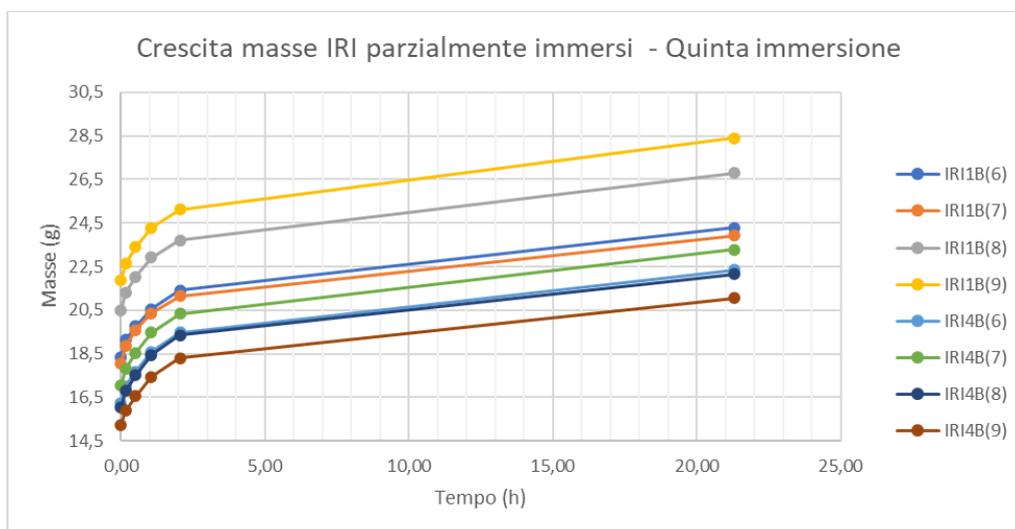
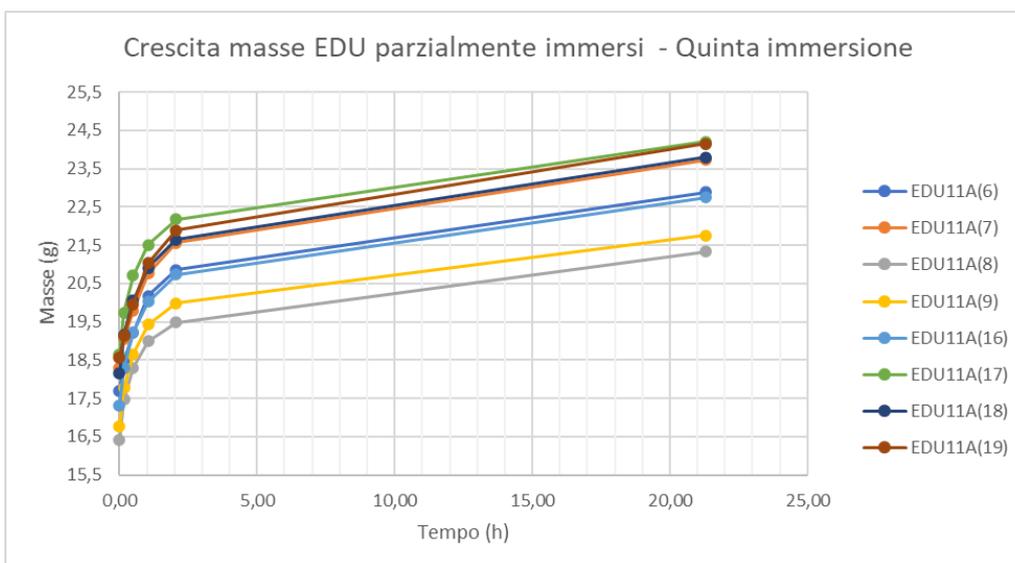
5.2.5 Quinta immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	22.878
EDU11A(7)	23.721
EDU11A(8)	21.329
EDU11A(9)	21.756
EDU11A(16)	22.743
EDU11A(17)	24.203
EDU11A(18)	23.794
EDU11A(19)	24.150
IRI1B(6)	24.270
IRI1B(7)	23.917
IRI1B(8)	26.787
IRI1B(9)	28.405
IRI4B(6)	22.354
IRI4B(7)	23.282
IRI4B(8)	22.159
IRI4B(9)	21.049

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	9,7003	%
EDU11A(7)	9,9824	%
EDU11A(8)	9,4862	%
EDU11A(9)	8,8780	%
EDU11A(16)	9,7212	%
EDU11A(17)	9,1553	%
EDU11A(18)	9,9284	%
EDU11A(19)	10,2941	%
IRI1B(6)	13,3688	%
IRI1B(7)	13,0614	%
IRI1B(8)	13,0015	%
IRI1B(9)	13,1403	%
IRI4B(6)	14,8538	%
IRI4B(7)	14,5260	%
IRI4B(8)	14,5050	%
IRI4B(9)	15,0910	%

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	3.43	65.80	6.48	6.20	65.39	5.97	6.12
	EDU11A(7)	1.37	66.23	6.19	5.94	65.05	6.07	6.33
	EDU11A(8)	0	64.77	6.61	6.34	64.43	6.06	6.23
	EDU11A(9)	1.35	64.86	6.09	6.31	65.28	6.58	6.47
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	66.54	6.39	6.42	64.71	6.35	6.50
	EDU11A(17)	-	65.15	6.33	6.08	68.95	6.51	6.39
	EDU11A(18)	-	64.33	6.70	6.38	67.55	6.29	6.24
	EDU11A(19)	-	65.92	6.62	6.95	64.96	6.42	6.33
APERTI	IRI1B(6)	4.37	63.98	7.48	7.49	65.30	7.69	7.21
	IRI1B(7)	2.00	61.99	7.84	8.01	64.34	8.29	7.87
	IRI1B(8)	2.82	62.41	7.76	7.89	64.17	8.25	8.02
	IRI1B(9)	5.46	64.30	8.12	8.24	67.07	8.63	8.17
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	57.79	6.88	7.01	58.38	7.14	7.46
	IRI4B(7)	-	57.72	7.29	7.18	58.87	6.91	7.08
	IRI4B(8)	-	59.49	7.64	7.24	57.85	6.85	7.09
	IRI4B(9)	-	57.31	7.53	7.39	56.43	7.17	6.97

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	-18,26	-6,09	0,2	0,17	-5,97	0,16	0,2
	EDU11A(7)	-20,63	-6,38	0,29	0,26	-6,62	0,16	0,09
	EDU11A(8)	-13,83	-4,1	0,15	0,21	-4,3	0,26	0,17
	EDU11A(9)	-16,39	-5,15	0	0,23	-5,42	0,09	0,24
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,78	0,29	0,08	0,43	0,09	0,08
	EDU11A(17)	-	0,07	0,06	0,16	0,52	0,16	0,27
	EDU11A(18)	-	1,25	0,15	0,15	-0,6	-0,04	0,08
	EDU11A(19)	-	0,37	0,16	0,29	0,54	0,15	0,34
APERTI	IRI1B(6)	-17,45	-4,62	0,11	0,09	-4,52	0,21	0,03
	IRI1B(7)	-12,85	-3,87	0,01	0,19	-4,12	-0,06	0,07
	IRI1B(8)	-12,94	-3,66	0,02	0,06	-3,83	0,11	0,1
	IRI1B(9)	-12,08	-3,89	0,12	-0,02	-3,78	0,02	0,06
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	0,68	0,18	0,06	0,88	0,2	0,32
	IRI4B(7)	-	2,66	0,06	0,4	-1,32	0,15	0,31
	IRI4B(8)	-	0,71	0,14	0,22	2,13	0,18	0,18
	IRI4B(9)	-	2,37	0,11	0,01	-0,64	0,12	0,1





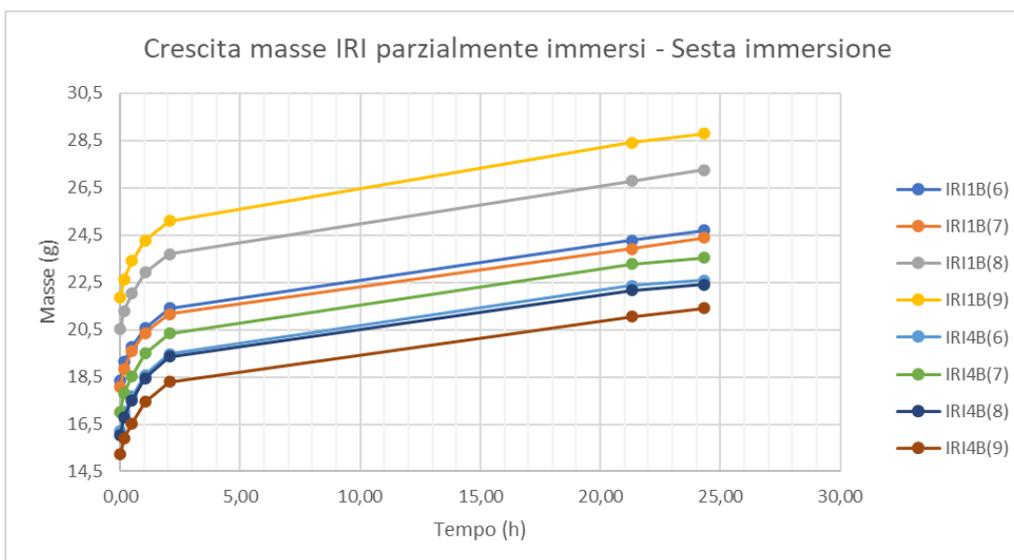
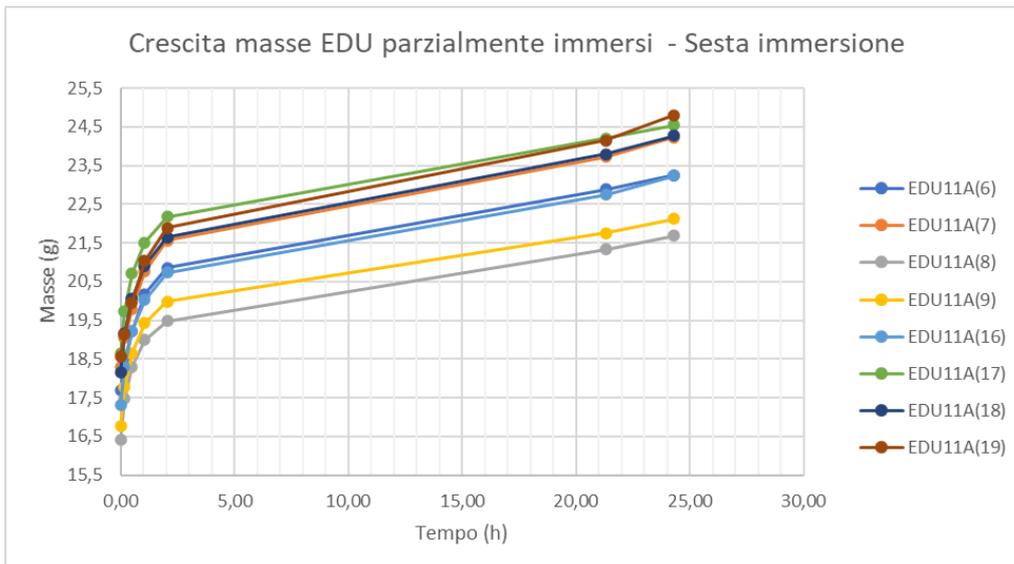
5.2.6 Sesta immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	23.251
EDU11A(7)	24.228
EDU11A(8)	21.687
EDU11A(9)	22.125
EDU11A(16)	23.241
EDU11A(17)	24.537
EDU11A(18)	24.277
EDU11A(19)	24.801
IRI1B(6)	24.688
IRI1B(7)	24.394
IRI1B(8)	27.243
IRI1B(9)	28.784
IRI4B(6)	22.594
IRI4B(7)	23.530
IRI4B(8)	22.398
IRI4B(9)	21.401

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	1,630387	%
EDU11A(7)	2,137347	%
EDU11A(8)	1,678466	%
EDU11A(9)	1,696084	%
EDU11A(16)	2,189685	%
EDU11A(17)	1,379994	%
EDU11A(18)	2,029924	%
EDU11A(19)	2,695652	%
IRI1B(6)	1,722291	%
IRI1B(7)	1,994397	%
IRI1B(8)	1,702318	%
IRI1B(9)	1,334272	%
IRI4B(6)	1,073633	%
IRI4B(7)	1,065201	%
IRI4B(8)	1,078569	%
IRI4B(9)	1,672288	%

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	1.97	65.44	6.50	6.22	65.04	5.94	6.16
	EDU11A(7)	0.46	65.93	6.23	6.05	64.81	6.04	6.32
	EDU11A(8)	0	65.08	6.70	6.29	64.54	6.09	6.26
	EDU11A(9)	0	64.81	6.09	6.24	64.78	6.51	6.34
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	66.54	6.34	6.37	64.77	6.35	6.48
	EDU11A(17)	-	65.15	6.35	6.05	68.93	6.42	6.36
	EDU11A(18)	-	64.41	6.70	6.37	67.49	6.39	6.36
APERTI	EDU11A(19)	-	65.56	6.61	6.87	64.92	6.44	6.14
	IRI1B(6)	3.83	63.75	7.54	7.36	65.19	7.53	7.20
	IRI1B(7)	1.56	61.89	7.82	7.93	64.19	8.29	7.76
	IRI1B(8)	2.59	62.26	7.81	7.94	64.04	8.29	7.98
	IRI1B(9)	4.58	64.08	8.18	8.24	66.88	8.66	8.21
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	57.85	6.88	7.04	58.45	7.19	7.41
	IRI4B(7)	-	57.79	7.30	7.15	58.98	6.87	6.97
	IRI4B(8)	-	59.42	7.64	7.28	58.03	6.92	7.09
	IRI4B(9)	-	57.36	7.57	7.41	56.36	7.21	6.90

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	-1,46	-0,36	0,02	0,02	-0,35	-0,03	0,04
	EDU11A(7)	-0,91	-0,3	0,04	0,11	-0,24	-0,03	-0,01
	EDU11A(8)	0	0,31	0,09	-0,05	0,11	0,03	0,03
	EDU11A(9)	-1,35	-0,05	0	-0,07	-0,5	-0,07	-0,13
CHIUSI	EDU11A(16)	-	0	-0,05	-0,05	0,06	0	-0,02
	EDU11A(17)	-	0	0,02	-0,03	-0,02	-0,09	-0,03
NODO	EDU11A(18)	-	0,08	0	-0,01	-0,06	0,1	0,12
	EDU11A(19)	-	-0,36	-0,01	-0,08	-0,04	0,02	-0,19
APERTI	IRI1B(6)	-0,54	-0,23	0,06	-0,13	-0,11	-0,16	-0,01
	IRI1B(7)	-0,44	-0,1	-0,02	-0,08	-0,15	0	-0,11
	IRI1B(8)	-0,23	-0,15	0,05	0,05	-0,13	0,04	-0,04
	IRI1B(9)	-0,88	-0,22	0,06	0	-0,19	0,03	0,04
CHIUSI	IRI4B(6)	-	0,06	0	0,03	0,07	0,05	-0,05
	IRI4B(7)	-	0,07	0,01	-0,03	0,11	-0,04	-0,11
NODO	IRI4B(8)	-	-0,07	0	0,04	0,18	0,07	0
	IRI4B(9)	-	0,05	0,04	0,02	-0,07	0,04	-0,07





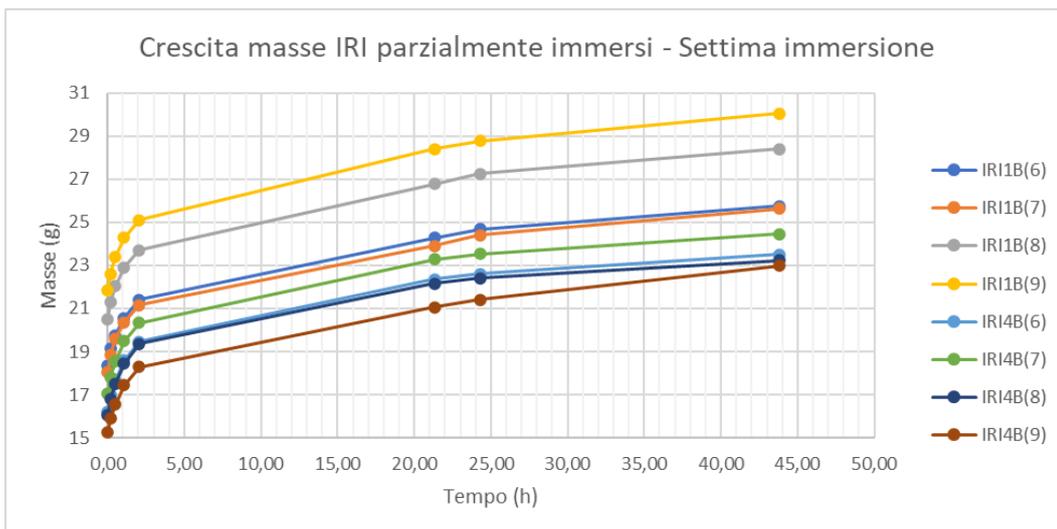
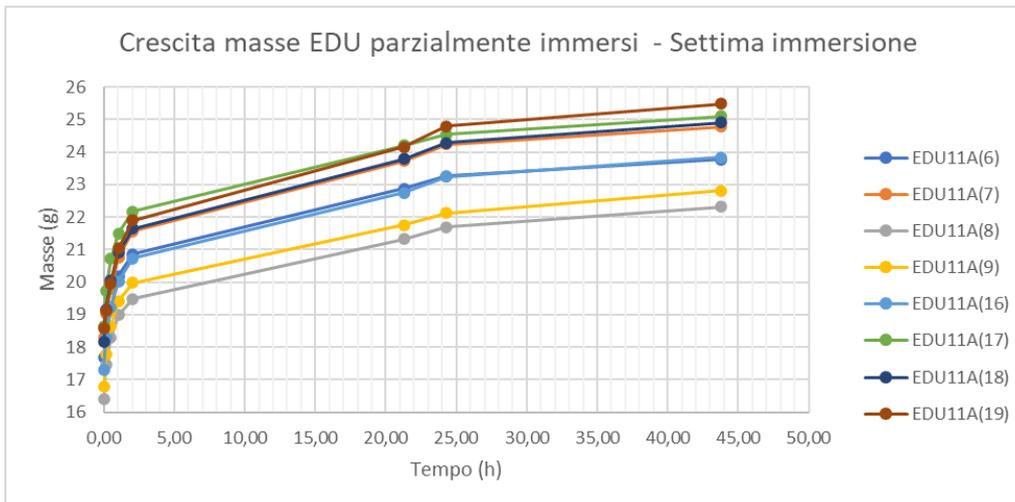
5.2.7 Settima immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	23.766
EDU11A(7)	24.772
EDU11A(8)	22.313
EDU11A(9)	22.803
EDU11A(16)	23.831
EDU11A(17)	25.094
EDU11A(18)	24.910
EDU11A(19)	25.479
IRI1B(6)	25.746
IRI1B(7)	25.639
IRI1B(8)	28.411
IRI1B(9)	30.048
IRI4B(6)	23.511
IRI4B(7)	24.452
IRI4B(8)	23.233
IRI4B(9)	22.992

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	2,21496	%
EDU11A(7)	2,24534	%
EDU11A(8)	2,88652	%
EDU11A(9)	3,06441	%
EDU11A(16)	2,53862	%
EDU11A(17)	2,27004	%
EDU11A(18)	2,60741	%
EDU11A(19)	2,73376	%
IRI1B(6)	4,28548	%
IRI1B(7)	5,10371	%
IRI1B(8)	4,28734	%
IRI1B(9)	4,39133	%
IRI4B(6)	4,05860	%
IRI4B(7)	3,91840	%
IRI4B(8)	3,72801	%
IRI4B(9)	7,43423	%

	CAMPIONE	DIMENSIONE (mm)						
		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	65.05	6.55	6.25	64.65	5.99	6.15
	EDU11A(7)	0	65.92	6.27	5.93	64.69	6.10	6.39
	EDU11A(8)	0	65.29	6.82	6.32	64.81	6.18	6.27
	EDU11A(9)	0	64.84	6.14	6.25	65.09	6.61	6.35
	EDU11A(16)	-	66.69	6.36	6.48	64.94	6.43	6.60
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(17)	-	65.23	6.36	6.08	69.01	6.56	6.43
	EDU11A(18)	-	64.76	6.80	6.44	67.34	6.39	6.28
	EDU11A(19)	-	66.21	6.67	6.96	65.23	6.49	6.17
	IRI1B(6)	3.22	63.72	7.42	7.39	64.94	7.66	7.22
APERTI	IRI1B(7)	0.48	61.67	7.81	7.93	63.99	8.34	7.94
	IRI1B(8)	0.91	61.83	7.78	7.95	63.72	8.25	8.03
	IRI1B(9)	1.97	63.65	8.30	8.29	66.41	8.58	8.19
	IRI4B(6)	-	57.55	6.94	7.11	58.69	7.08	7.47
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(7)	-	58.03	7.27	7.01	58.72	6.91	6.91
	IRI4B(8)	-	59.51	7.63	7.47	58.29	6.93	7.08
	IRI4B(9)	-						

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	-1,97	-0,39	0,05	0,03	-0,39	0,05	-0,01
	EDU11A(7)	-0,46	-0,01	0,04	-0,12	-0,12	0,06	0,07
	EDU11A(8)	0	0,21	0,12	0,03	0,27	0,09	0,01
	EDU11A(9)	0	0,03	0,05	0,01	0,31	0,1	0,01
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,15	0,02	0,11	0,17	0,08	0,12
	EDU11A(17)	-	0,08	0,01	0,03	0,08	0,14	0,07
	EDU11A(18)	-	0,35	0,1	0,07	-0,15	0	-0,08
	EDU11A(19)	-	0,65	0,06	0,09	0,31	0,05	0,03
APERTI	IRI1B(6)	-0,61	-0,03	-0,12	0,03	-0,25	0,13	0,02
	IRI1B(7)	-1,08	-0,22	-0,01	0	-0,2	0,05	0,18
	IRI1B(8)	-1,68	-0,43	-0,03	0,01	-0,32	-0,04	0,05
	IRI1B(9)	-2,61	-0,43	0,12	0,05	-0,47	-0,08	-0,02
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	-0,3	0,06	0,07	0,24	-0,11	0,06
	IRI4B(7)	-	0,24	-0,03	-0,14	-0,26	0,04	-0,06
	IRI4B(8)	-	0,09	-0,01	0,19	0,26	0,01	-0,01
	IRI4B(9)	-	-	-	-	-	-	-





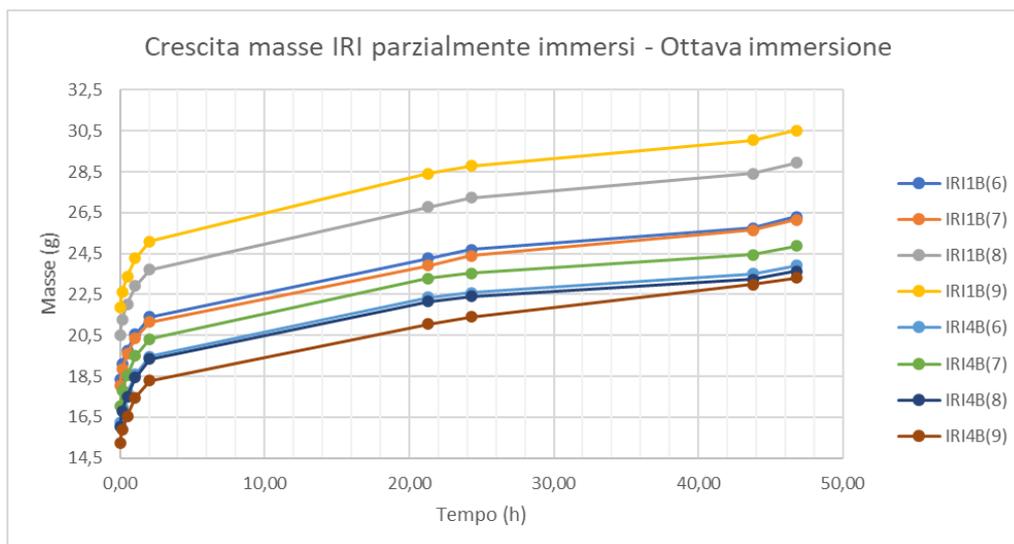
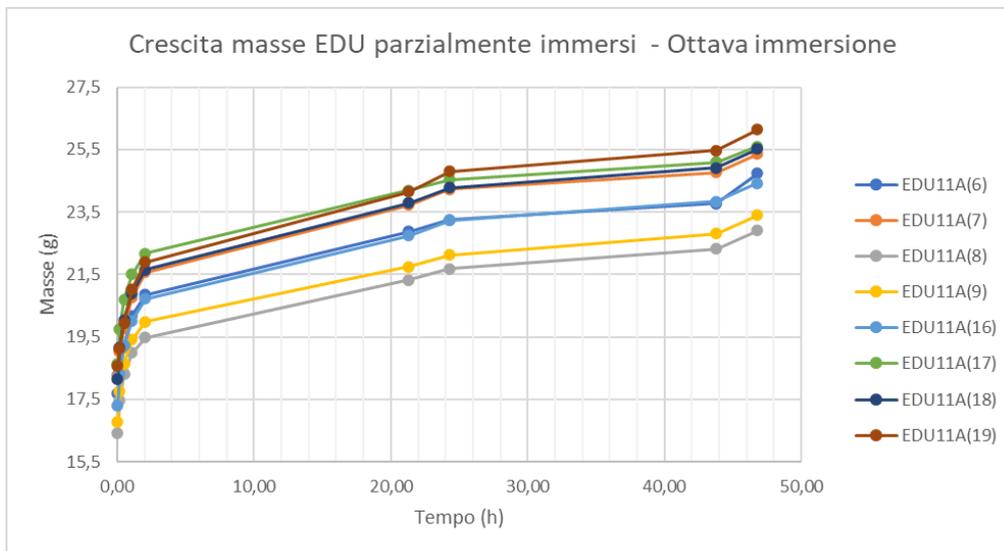
5.2.8 Ottava immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	24.734
EDU11A(7)	25.351
EDU11A(8)	22.901
EDU11A(9)	23.403
EDU11A(16)	24.433
EDU11A(17)	25.596
EDU11A(18)	25.526
EDU11A(19)	26.137
IRI1B(6)	26.306
IRI1B(7)	26.151
IRI1B(8)	28.949
IRI1B(9)	30.515
IRI4B(6)	23.928
IRI4B(7)	24.880
IRI4B(8)	23.627
IRI4B(9)	-

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	4,07305	%
EDU11A(7)	2,33732	%
EDU11A(8)	2,63524	%
EDU11A(9)	2,63123	%
EDU11A(16)	2,52612	%
EDU11A(17)	2,00048	%
EDU11A(18)	2,47290	%
EDU11A(19)	2,58252	%
IRI1B(6)	2,17510	%
IRI1B(7)	1,99696	%
IRI1B(8)	1,89363	%
IRI1B(9)	1,55418	%
IRI4B(6)	1,77364	%
IRI4B(7)	1,75037	%
IRI4B(8)	1,69586	%
IRI4B(9)	-	%

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	65.52	6.49	6.27	64.85	5.91	6.26
	EDU11A(7)	0	66.05	6.28	5.96	64.93	6.04	6.34
	EDU11A(8)	0	65.32	6.67	6.35	64.76	5.99	6.38
	EDU11A(9)	0	65.12	6.15	6.29	65.45	6.51	6.33
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	66.73	6.38	6.38	64.96	6.40	6.53
	EDU11A(17)	-	65.24	6.40	6.11	68.96	6.61	6.37
	EDU11A(18)	-	64.92	6.79	6.41	67.38	6.37	6.25
	EDU11A(19)	-	66.19	6.66	6.95	65.37	6.50	6.17
APERTI	IRI1B(6)	2.06	63.74	7.43	7.39	64.87	7.54	7.25
	IRI1B(7)	0.37	61.86	7.87	7.92	64.02	8.30	7.81
	IRI1B(8)	0.98	62.11	7.81	7.87	63.69	8.29	8.00
	IRI1B(9)	1.98	63.65	8.17	8.27	66.28	8.59	8.22
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	57.71	6.94	7.06	58.43	7.09	7.50
	IRI4B(7)	-	58.08	7.28	7.03	58.48	6.85	7.10
	IRI4B(8)	-	59.46	7.58	6.99	58.31	6.89	7.18
	IRI4B(9)	-	-	-	-	-	-	-

		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	0,47	-0,06	0,02	0,2	-0,08	0,11
	EDU11A(7)	0	0,13	0,01	0,03	0,24	-0,06	-0,05
	EDU11A(8)	0	0,03	-0,15	0,03	-0,05	-0,19	0,11
	EDU11A(9)	0	0,28	0,01	0,04	0,36	-0,1	-0,02
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,04	0,02	-0,1	0,02	-0,03	-0,07
	EDU11A(17)	-	0,01	0,04	0,03	-0,05	0,05	-0,06
	EDU11A(18)	-	0,16	-0,01	-0,03	0,04	-0,02	-0,03
	EDU11A(19)	-	-0,02	-0,01	-0,01	0,14	0,01	0
APERTI	IRI1B(6)	-1,16	0,02	0,01	0	-0,07	-0,12	0,03
	IRI1B(7)	-0,11	0,19	0,06	-0,01	0,03	-0,04	-0,13
	IRI1B(8)	0,07	0,28	0,03	-0,08	-0,03	0,04	-0,03
	IRI1B(9)	0,01	0	-0,13	-0,02	-0,13	0,01	0,03
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	0,16	0	-0,05	-0,26	0,01	0,03
	IRI4B(7)	-	0,05	0,01	0,02	-0,24	-0,06	0,19
	IRI4B(8)	-	-0,05	-0,05	-0,48	0,02	-0,04	0,1
	IRI4B(9)	-	-	-	-	-	-	-





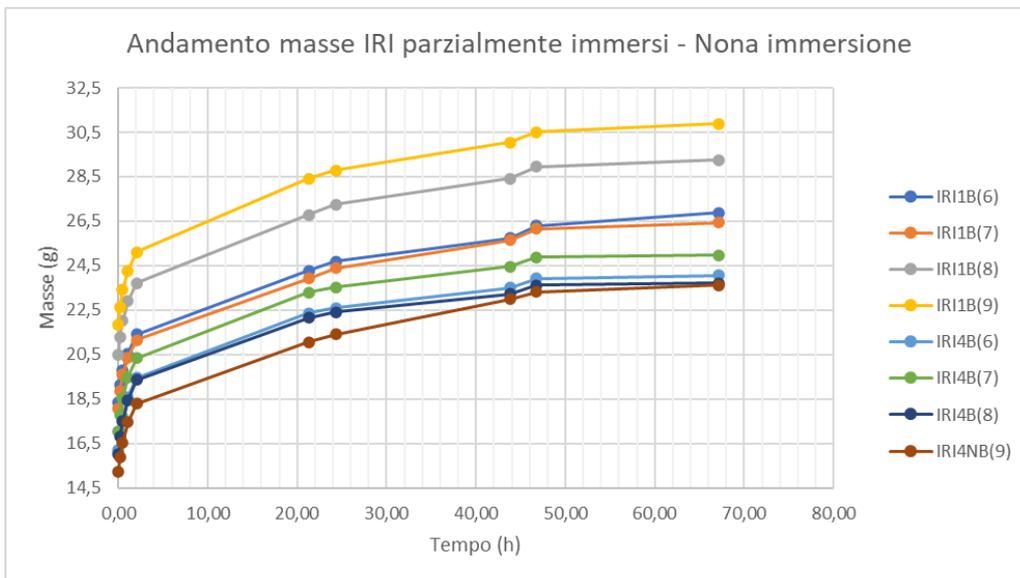
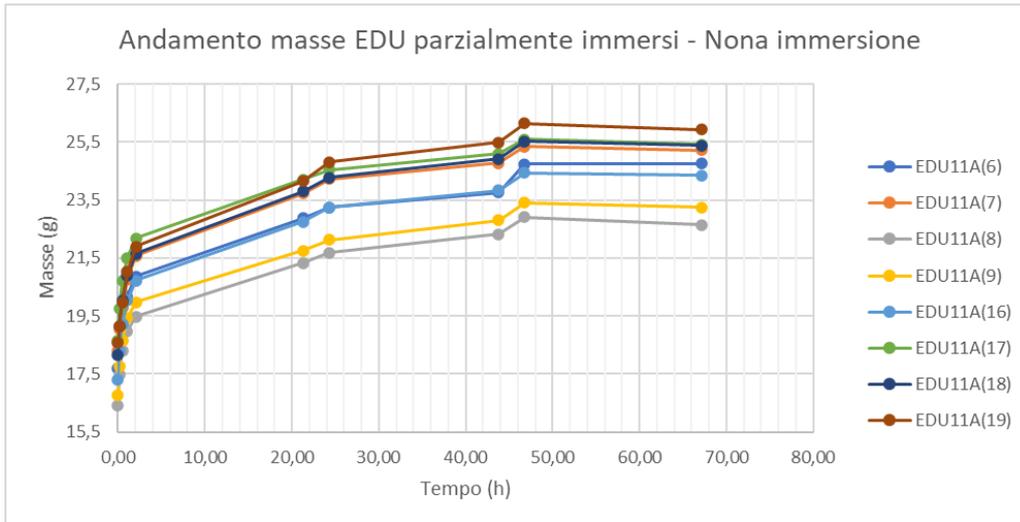
5.2.9 Nona immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	24.764
EDU11A(7)	25.225
EDU11A(8)	22.639
EDU11A(9)	23.247
EDU11A(16)	24.346
EDU11A(17)	25.409
EDU11A(18)	25.370
EDU11A(19)	25.931
IRI1B(6)	26.881
IRI1B(7)	26.442
IRI1B(8)	29.256
IRI1B(9)	30.885
IRI4B(6)	24.071
IRI4B(7)	24.958
IRI4B(8)	23.717
IRI4B(9)	23.622

VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	0,121291	%
EDU11A(7)	-0,497022	%
EDU11A(8)	-1,144055	%
EDU11A(9)	-0,666581	%
EDU11A(16)	-0,356076	%
EDU11A(17)	-0,730583	%
EDU11A(18)	-0,611142	%
EDU11A(19)	-0,788155	%
IRI1B(6)	2,185813	%
IRI1B(7)	1,112768	%
IRI1B(8)	1,060486	%
IRI1B(9)	1,212518	%
IRI4B(6)	0,597626	%
IRI4B(7)	0,313505	%
IRI4B(8)	0,380920	%
IRI4B(9)	-	%

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	65.48	6.52	6.21	65.00	5.97	6.20
	EDU11A(7)	0	65.77	6.26	5.99	64.79	6.07	6.36
	EDU11A(8)	0	65.29	6.67	6.33	64.94	6.05	6.28
	EDU11A(9)	0	65.30	6.22	6.27	65.55	6.59	6.46
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	66.80	6.36	6.41	65.09	6.49	6.55
	EDU11A(17)	-	65.26	6.42	6.11	68.97	6.54	6.44
	EDU11A(18)	-	65.06	6.69	6.36	67.49	6.58	6.27
	EDU11A(19)	-	66.31	6.65	6.93	65.45	6.52	6.17
APERTI	IRI1B(6)	1.47	63.58	7.48	7.43	64.73	7.55	7.23
	IRI1B(7)	0.42	61.76	7.87	7.93	64.00	8.33	7.83
	IRI1B(8)	0.86	61.91	7.87	7.86	63.70	8.27	8.02
	IRI1B(9)	1.59	63.47	8.09	8.35	66.37	8.66	8.22
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	57.72	6.94	7.09	58.60	7.13	7.44
	IRI4B(7)	-	58.00	7.30	7.32	58.36	6.85	6.99
	IRI4B(8)	-	59.18	7.69	7.41	58.29	6.99	7.20
	IRI4B(9)	-	58.29	7.52	7.35	57.27	7.26	6.93

		DIMENSIONE (mm)						
	CAMPIONE	A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	-0,04	0,03	-0,06	0,15	0,06	-0,06
	EDU11A(7)	0	-0,28	-0,02	0,03	-0,14	0,03	0,02
	EDU11A(8)	0	-0,03	0	-0,02	0,18	0,06	-0,1
	EDU11A(9)	0	0,18	0,07	-0,02	0,1	0,08	0,13
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,07	-0,02	0,03	0,13	0,09	0,02
	EDU11A(17)	-	0,02	0,02	0	0,01	-0,07	0,07
	EDU11A(18)	-	0,14	-0,1	-0,05	0,11	0,21	0,02
	EDU11A(19)	-	0,12	-0,01	-0,02	0,08	0,02	0
APERTI	IRI1B(6)	-0,59	-0,16	0,05	0,04	-0,14	0,01	-0,02
	IRI1B(7)	0,05	-0,1	0	0,01	-0,02	0,03	0,02
	IRI1B(8)	-0,12	-0,2	0,06	-0,01	0,01	-0,02	0,02
	IRI1B(9)	-0,39	-0,18	-0,08	0,08	0,09	0,07	0
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	0,01	0	0,03	0,17	0,04	-0,06
	IRI4B(7)	-	-0,08	0,02	0,29	-0,12	0	-0,11
	IRI4B(8)	-	-0,28	0,11	0,42	-0,02	0,1	0,02
	IRI4B(9)	-	-	-	-	-	-	-



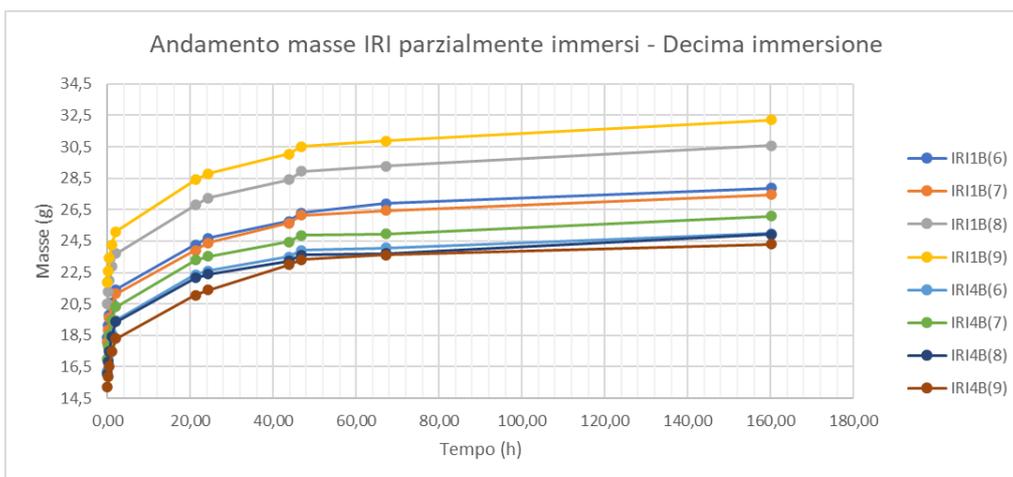
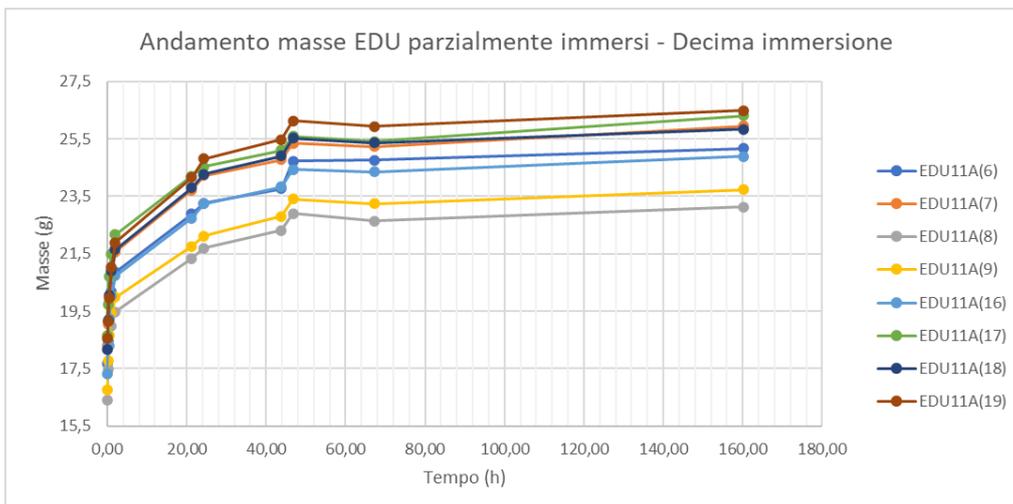
5.2.10 Decima immersione

PESI (g)	
EDU11A(6)	25.162
EDU11A(7)	25.951
EDU11A(8)	23.124
EDU11A(9)	23.737
EDU11A(16)	24.882
EDU11A(17)	26.310
EDU11A(18)	25.843
EDU11A(19)	26.483
IRI1B(6)	27.855
IRI1B(7)	27.451
IRI1B(8)	30.562
IRI1B(9)	32.205
IRI4B(6)	24.979
IRI4B(7)	26.095
IRI4B(8)	24.927
IRI4B(9)	24.310

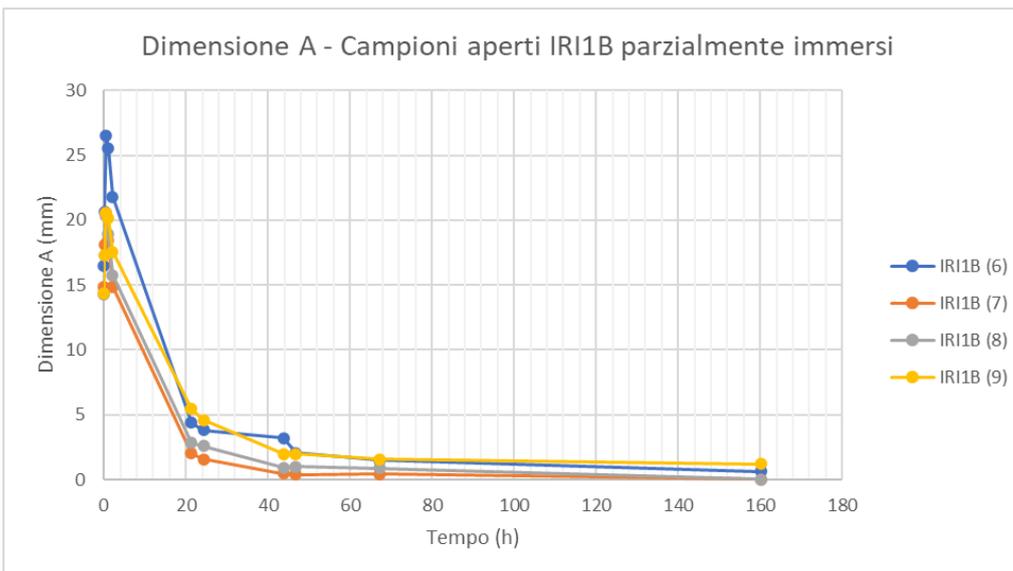
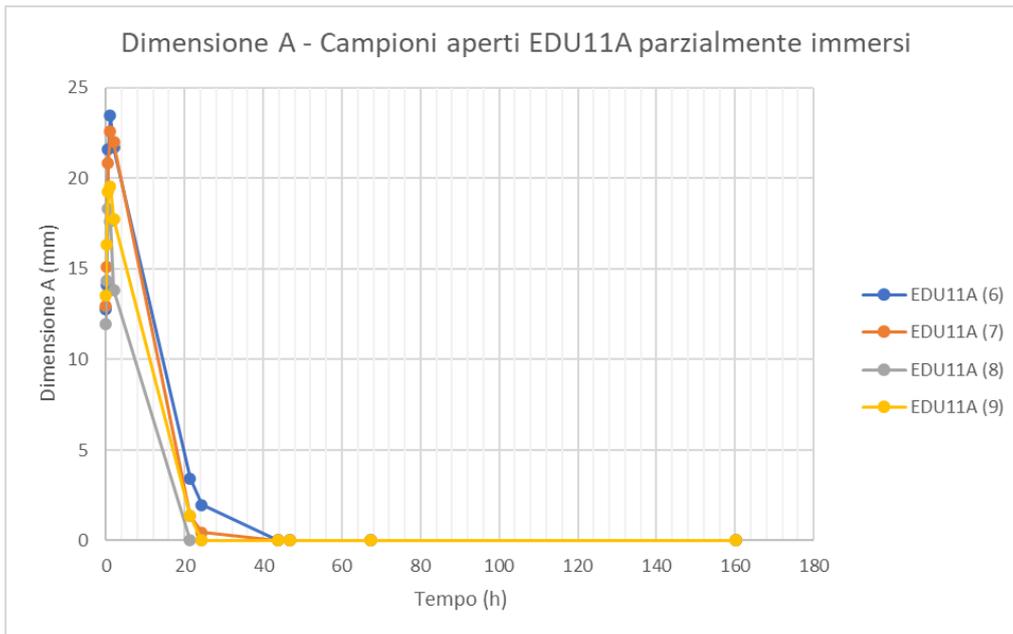
VARIAZIONE PERCENTUALE DEI PESI		
EDU11A(6)	1,6072	%
EDU11A(7)	2,8781	%
EDU11A(8)	2,1423	%
EDU11A(9)	2,1078	%
EDU11A(16)	2,2016	%
EDU11A(17)	3,5460	%
EDU11A(18)	1,8644	%
EDU11A(19)	2,1287	%
IRI1B(6)	3,6234	%
IRI1B(7)	3,8159	%
IRI1B(8)	4,4640	%
IRI1B(9)	4,2739	%
IRI4B(6)	3,7722	%
IRI4B(7)	4,5557	%
IRI4B(8)	5,1018	%
IRI4B(9)	2,9125	%

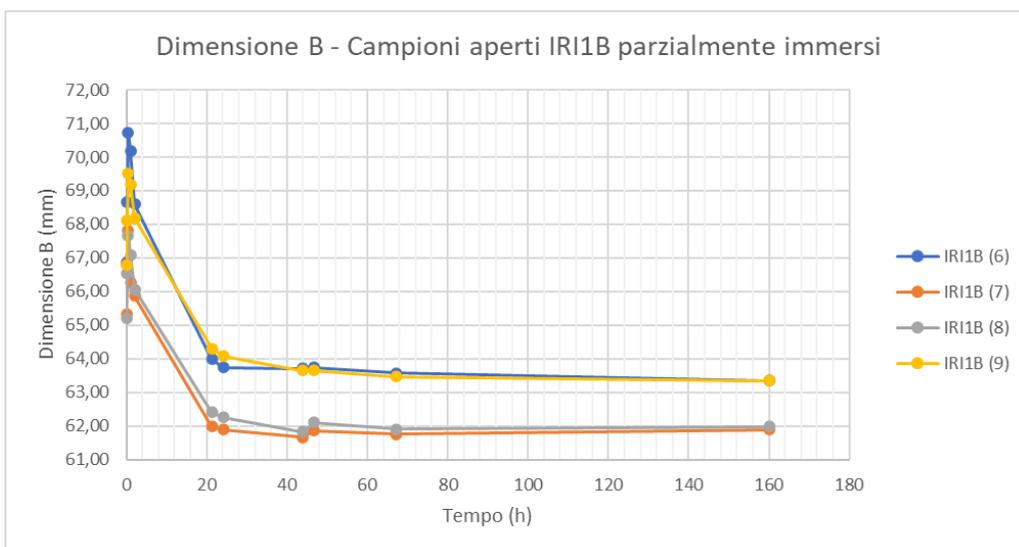
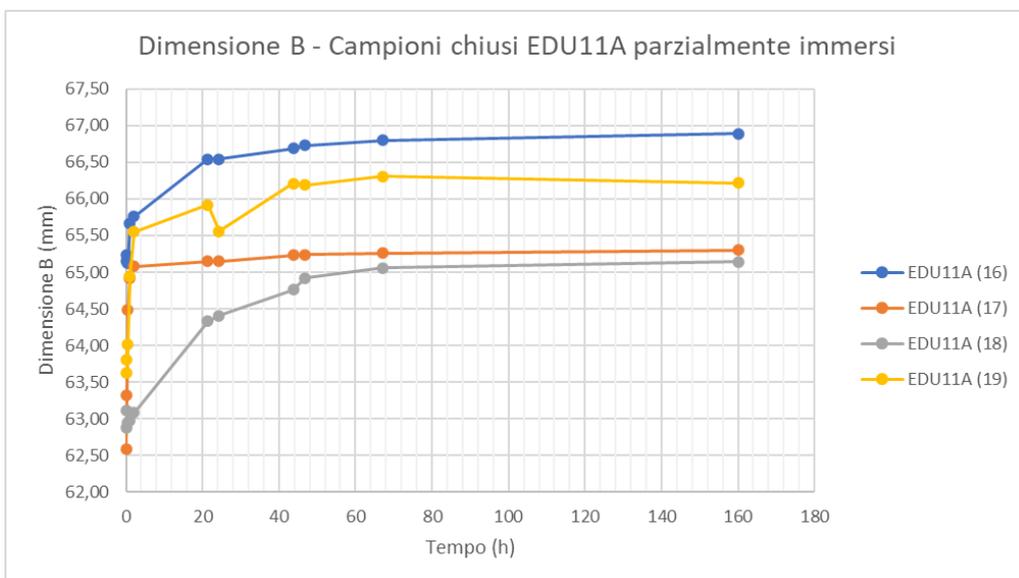
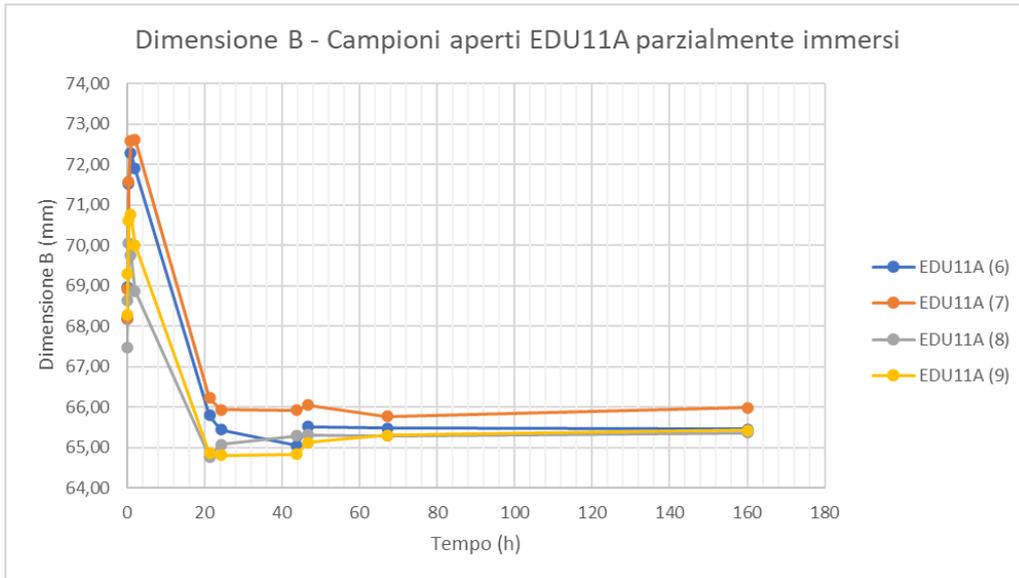
	CAMPIONE	DIMENSIONE (mm)						
		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	65.46	6.65	6.28	65.25	6.02	6.39
	EDU11A(7)	0	65.98	6.23	5.98	64.93	6.14	6.40
	EDU11A(8)	0	65.37	6.69	6.35	64.99	6.20	6.33
	EDU11A(9)	0	65.43	6.19	6.35	65.41	6.65	6.45
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	66.89	6.41	6.38	65.14	6.40	6.56
	EDU11A(17)	-	65.30	6.40	6.16	68.98	6.62	6.44
	EDU11A(18)	-	65.14	6.87	6.45	67.16	6.67	6.36
	EDU11A(19)	-	66.22	6.79	7.01	65.58	6.54	6.24
APERTI	IRI1B(6)	0.64	63.35	7.39	7.39	64.58	7.54	7.26
	IRI1B(7)	0	61.89	7.87	7.92	63.93	8.31	7.88
	IRI1B(8)	0	61.99	7.83	7.93	63.52	8.31	7.99
	IRI1B(9)	1.19	63.35	8.22	8.29	66.24	8.66	8.23
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	57.68	6.93	7.10	58.59	7.16	7.43
	IRI4B(7)	-	58.30	7.52	6.98	58.40	6.85	7.01
	IRI4B(8)	-	59.33	7.61	7.31	58.53	6.89	7.07
	IRI4B(9)	-	58.49	7.55	7.34	57.21	7.26	6.95

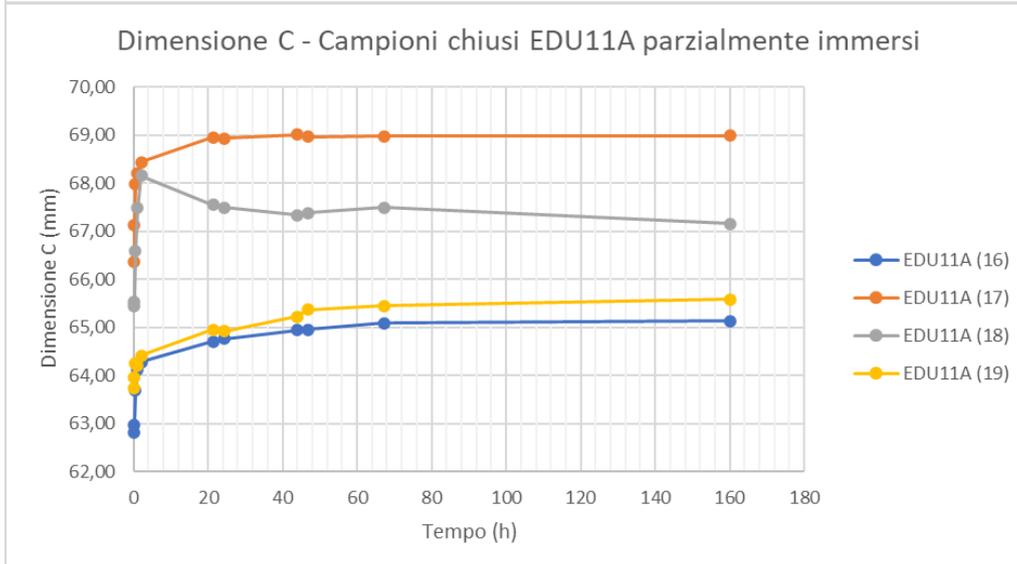
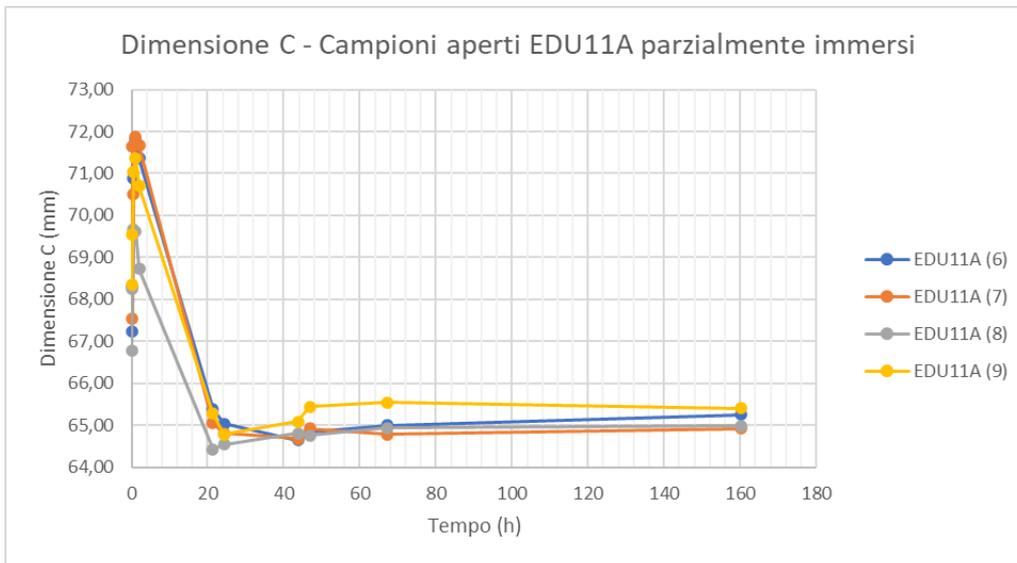
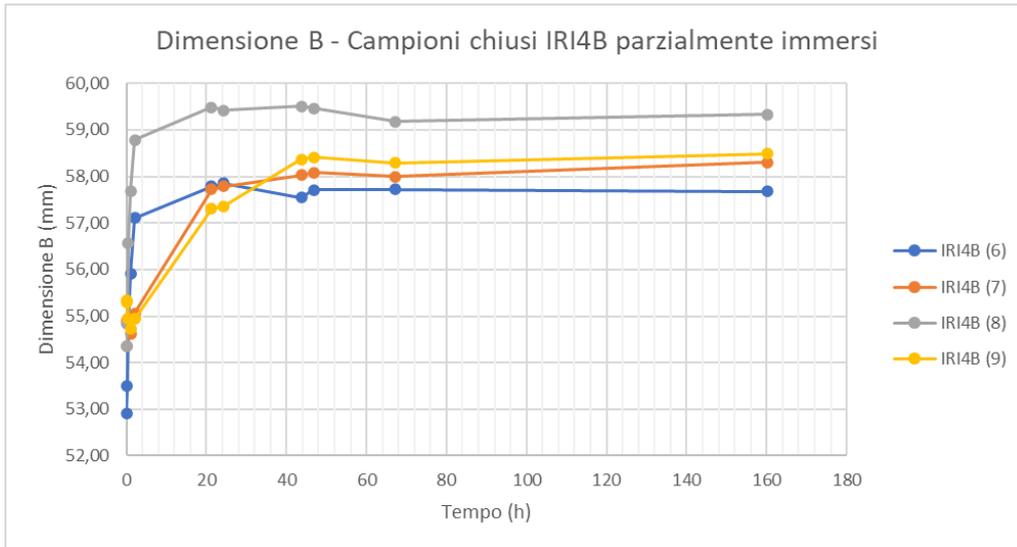
		DIMENSIONE (mm)						
CAMPIONE		A	B	B1	B2	C	C1	C2
APERTI	EDU11A(6)	0	-0,02	0,13	0,07	0,25	0,05	0,19
	EDU11A(7)	0	0,21	-0,03	-0,01	0,14	0,07	0,04
	EDU11A(8)	0	0,08	0,02	0,02	0,05	0,15	0,05
	EDU11A(9)	0	0,13	-0,03	0,08	-0,14	0,06	-0,01
CHIUSI NODO CHIUSO	EDU11A(16)	-	0,09	0,05	-0,03	0,05	-0,09	0,01
	EDU11A(17)	-	0,04	-0,02	0,05	0,01	0,08	0
	EDU11A(18)	-	0,08	0,18	0,09	-0,33	0,09	0,09
	EDU11A(19)	-	-0,09	0,14	0,08	0,13	0,02	0,07
APERTI	IRI1B(6)	-0,83	-0,23	-0,09	-0,04	-0,15	-0,01	0,03
	IRI1B(7)	chiusura	0,13	0	-0,01	-0,07	-0,02	0,05
	IRI1B(8)	chiusura	0,08	-0,04	0,07	-0,18	0,04	-0,03
	IRI1B(9)	-0,4	-0,12	0,13	-0,06	-0,13	0	0,01
CHIUSI NODO CHIUSO	IRI4B(6)	-	-0,04	-0,01	0,01	-0,01	0,03	-0,01
	IRI4B(7)	-	0,3	0,22	-0,34	0,04	0	0,02
	IRI4B(8)	-	0,15	-0,08	-0,1	0,24	-0,1	-0,13
	IRI4B(9)	-	0,2	0,03	-0,01	-0,06	0	0,02

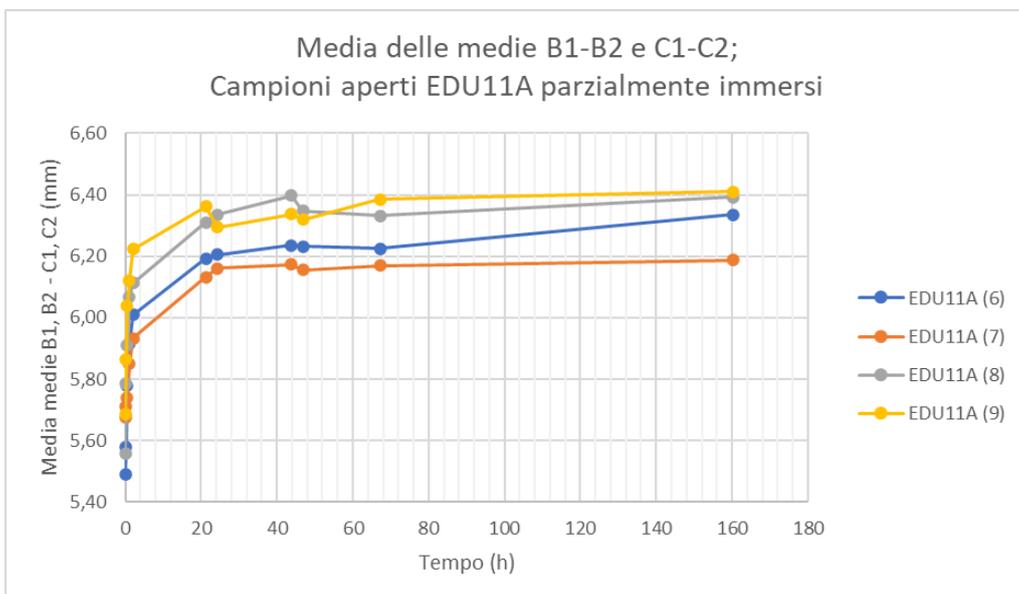
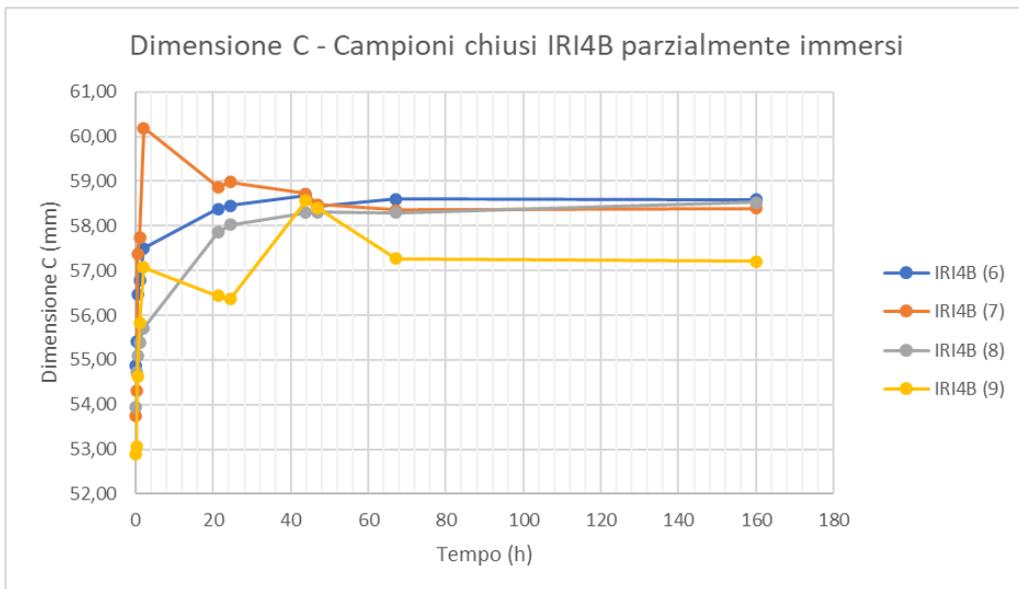
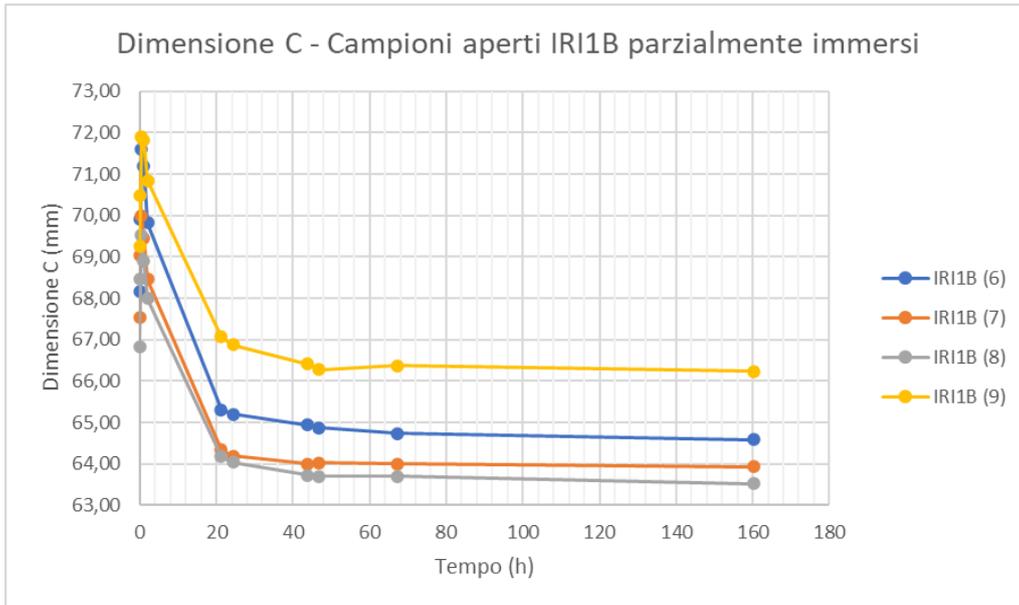


5.2.11 Grafici delle dimensioni

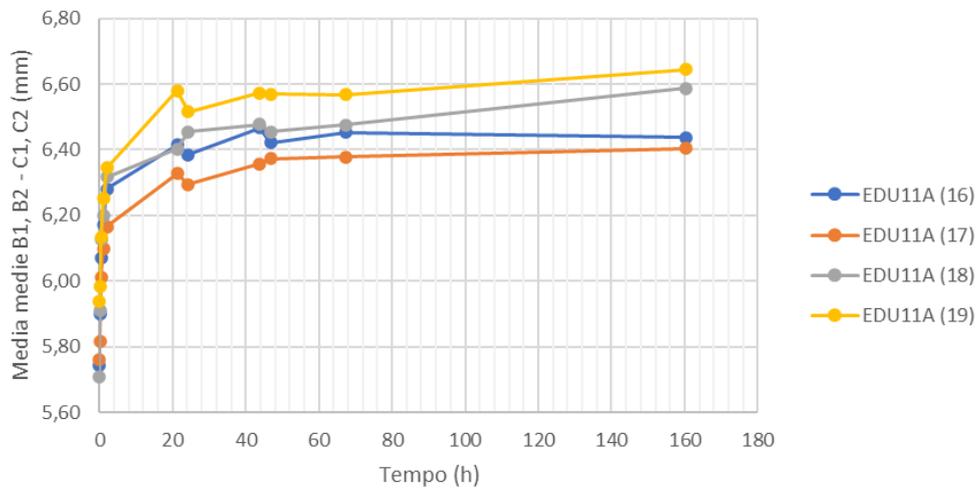




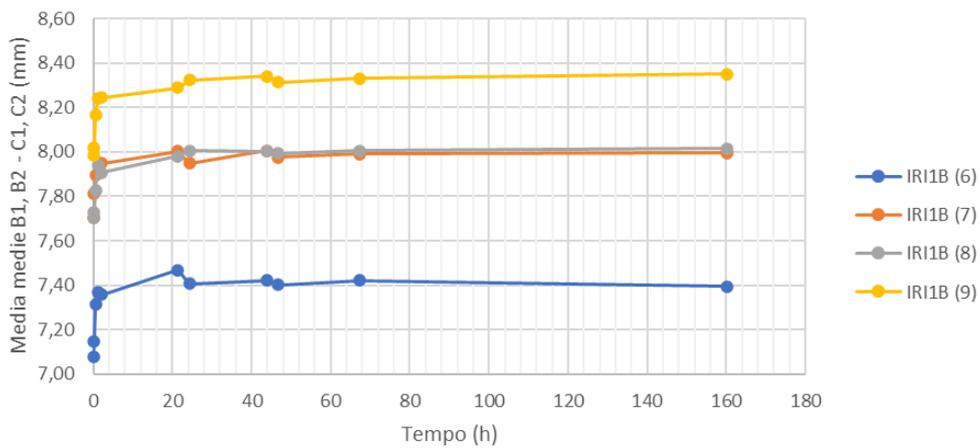


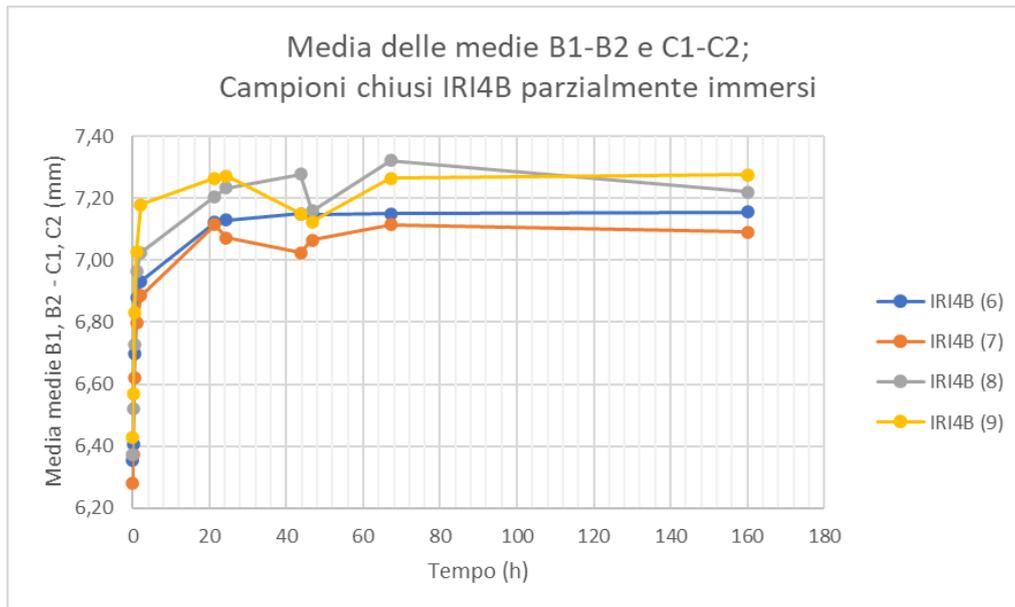


Media delle medie B1-B2 e C1-C2;
Campioni chiusi EDU11A parzialmente immersi



Media delle medie B1-B2 e C1-C2;
Campioni aperti IRI1B parzialmente immersi





Bibliografia

- Azadeh_A (2018), “*Heat Influence on Physical and Mechanical Properties of Dendrocalamus Giganteus Bamboo*”
- Coppolino_F. (2020), “*Prove di caratterizzazione meccanica della canna comune (Arundo Donax) in prospettiva di un uso strutturale sostenibile*”
- Correlated_Solutions. (2011). Digital Image Correlation: Overview of Principles and Software. Correlated Solutions, Inc.
- de Miranda_S., Garikipati_K., Molari_L. & Ubertini_F. (2009), “*A simple solution strategy for coupled piezo-diffusion in elastic solids*”.
- Huang_P. (2017), “*Hygrothermal performance of Moso bamboo-based building material*”.
- McCormick_N., & Lord_J. (2010). Nick McCormick, Jerry Lord. Digital Image Correlation.
- Molari_L. & Garcia_J. (2020), “*On the radial variation of the transverse mechanical properties of bamboo*”

Ringraziamenti

Dopo sette anni, con la discussione del presente elaborato, si chiude la mia esperienza universitaria.

I miei più sentiti ringraziamenti vanno ai miei genitori, Pier Paolo e Alessandra, che mi hanno sempre voluto bene e mi hanno dato la possibilità di studiare.

Grazie di cuore alla professoressa Luisa Molari, persona gentile, sempre disponibile, seria ed appassionata.

Grazie ai tecnici, nonché amici, Luca, Mario, Paolo, Roberto B. e Roberto C., che ho avuto il piacere di conoscere in laboratorio, per la loro simpatia e il loro continuo supporto tecnico.

Grazie alla mia ragazza Tanya, che mi è stata accanto alleviando questo periodo tanto stressante quanto avvincente.

Questa tesi è dedicata anche a mia nonna Angela, scomparsa lo scorso 8 luglio.

Grazie a tutto il resto della famiglia e ai miei grandi amici.

Un grazie speciale ai carissimi Emilio M. e Stefano V.: i loro consigli sono stati di grandissimo aiuto.

Bologna, 14 luglio 2020

Giovanni Zamboni