



...per un Fior di Calcestruzzo

**STUDIO SULLE DIFFERENZE QUALITATIVE TRA IL CALCESTRUZZO
PRECONFEZIONATO PRODOTTO MEDIANTE PREMISCELATORE
(WET) E MEDIANTE CARICO DIRETTO IN AUTOBETONIERA (DRY)**

RELAZIONE FINALE

Committente: Gruppo di lavoro ATECAP/UCOMESA/ANIMA

Commessa: 0671006 PRO

Data documento: 17 Giugno 2008

Alla cortese attenzione: Egr. Ing. Nicoziani



1 PREMESSA

Il gruppo di lavoro ATECAP/UCoMESA ha dato incarico all'Istituto Italiano per il Calcestruzzo di fornire servizi e prove finalizzate alla realizzazione di uno studio comparativo delle prestazioni di calcestruzzi prodotti con processi di mescolazione a secco (*Processo denominato di seguito DRY*) e a umido (*Processo denominato di seguito WET*).

2 OGGETTO DELLO STUDIO

Lo studio ha voluto evidenziare le eventuali differenze prestazionali tra calcestruzzi prodotti mediante premiscelatore (processo a umido) e carico diretto dei componenti in autobetoniera (processo a secco). Lo studio si è basato sulla valutazione di una serie di proprietà del calcestruzzo prodotto con entrambi i processi: omogeneità, lavorabilità, resistenza a compressione e permeabilità, in condizioni paragonabili (uguali materie prime, uguale processo di produzione e uguali attrezzature di produzione). I risultati delle prove sono inoltre soggetti a test statistici idonei ad evidenziare la significatività statistica delle differenze tra i risultati ottenuti con i due processi.

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per i metodi di indagine e le prove si applicano i criteri e le disposizioni previste dalle norme seguenti:

- D.M. 25/09/2005 Norme tecniche per le costruzioni.
- UNI EN 206-1 Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI EN 11104 Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 206-1.
- ISO 18650 - 2 - Procedure for examination of mixing efficiency.
- UNI EN 12350-1:2001 - Prove sul calcestruzzo fresco – Campionamento.
- UNI EN 12350-2:2001 - Prove sul calcestruzzo fresco - Prova di abbassamento al cono.
- UNI EN 12350-6:2001 - Prove sul calcestruzzo fresco - Massa volumica.
- UNI EN 12350-7:2002 - Prove sul calcestruzzo fresco -Contenuto d'aria – Metodo per pressione.
- UNI EN 12390-1:2002 - Prove sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni e requisiti per provini e casseforme.
- UNI EN 12390-2:2002 - Prove sul calcestruzzo indurito - Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza.
- UNI EN 12390-3:2003 - Prove sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione dei provini.
- UNI EN 12390-7:2002 - Prove sul calcestruzzo indurito - Massa volumica del calcestruzzo indurito.

4 DEFINIZIONI

- Sottogruppo operativo: gruppo di aziende (si suggerisce un numero minimo pari a tre) in grado di fornire il supporto operativo per la produzione del calcestruzzo e realizzazione prelievi in impianto e in cantiere
- Prelievo: quantità di materiale necessaria per l'esecuzione delle prove sul calcestruzzo fresco e il confezionamento di n. 2 provini cubici per le prove sul calcestruzzo indurito.



- Serie: gruppo di un minimo di 15 prelievi.
- Processo a umido: sistema di mescolazione mediante premiscelatore (“wet”)
- Processo a secco: sistema di mescolazione mediante carico diretto in autobetoniera (“dry”)
- Fase: periodo di tempo necessario al completamento delle operazioni comprese tra il carico ed il lavaggio dell'autobetoniera.

5 METODOLOGIA OPERATIVA

I prelievi e le prove sono state effettuate presso gli impianti di betonaggio di ciascuna delle aziende del “sottogruppo operativo” selezionate dal Committente. Gli impianti dovevano avere le caratteristiche di cui al punto 5.1.

Per ciascun impianto si richiede l'utilizzo delle stesse materie prime (cemento, aggregati, additivi e aggiunte) nonché degli stessi mezzi (autobetoniera) per tutta la durata delle prove.

Le prove, per motivi diversificati, sono state eseguite su 4 tipologie di calcestruzzi differenti:

- Rck 50 consistenza S5 (periodo gennaio)
- Rck 35 consistenza S5 (periodo gennaio)
- Rck 30 consistenza S4 (periodo febbraio)
- Rck 25 consistenza S4 (periodo aprile)

La sequenza operativa proposta per ciascun impianto e per ogni miscela comunque è sempre stata la stessa e più precisamente la seguente:

- a) caricamento in autobetoniere di 10 m³ di calcestruzzo prodotto con sistema dry e successivamente wet (o viceversa);
- b) dopo un periodo di assestamento (nel caso di sistema dry) o al termine della mescolazione (sistema wet), scarico del materiale in zona confinata in sottovolumi di 2 metri cubi, per il prelievo dei campioni sui quali eseguire le prove sul calcestruzzo fresco descritte al punto 5.4.

Per valutare il mantenimento delle prestazioni nel tempo e le condizioni del calcestruzzo alla consegna simulando una fase di trasporto di durata 20 minuti:

- c) carico della stessa autobetoniera mantenendo la botte in funzione a basso numero di giri per 20 minuti. Alla fine del periodo il materiale viene mescolato ad alta velocità (almeno 100 rotazioni della botte) e vengono ripetuti i prelievi di cui al punto b)
- d) l'intera sequenza del punto c) non è stata possibile effettuarla dopo 40 minuti in nessuna centrale in cui si sono effettuati i test.

I flussogrammi in allegato descrivono, per ogni processo, la sequenza delle operazioni effettuate.

6 PROTOCOLLO OPERATIVO

6.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Gli impianti prescelti dovevano soddisfare i seguenti requisiti:

- Punto di carico separato per caricamento da premiscelatore e per carico diretto in autobetoniera
- Sistema automatico di controllo del dosaggio di tutti i materiali componenti
- Materie prime conformi alle norme vigenti, in quantità tali da garantire caratteristiche costanti per tutta la durata dei prelievi
- Autobetoniere con normale stato di usura, dotata di manometro con correlazione allo slump e contalitri
- Impianto di riciclaggio del calcestruzzo fresco.

È fatto divieto di aggiungere additivi e/o qualsiasi componente aggiuntivo successivamente alla fine carico.

Al fine di minimizzare l'influenza negativa della temperatura ambientale, le prove sono state effettuate nell'orario compreso fra le 09:00 e le 17:00.

Per il confezionamento dei provini in calcestruzzo si sono utilizzate esclusivamente casseformi in PVC con caratteristiche conformi a quanto richiesto dalle norme vigenti.

6.2 RICETTE DEL CALCESTRUZZO

Si sono utilizzate ricette disponibili nei diversi impianti selezionati dal Committente tra quelli in grado di fornire un calcestruzzo di assegnate caratteristiche e classe di consistenza, variabile tra S3 e S5, utilizzando sia il sistema di mescolazione dry che wet. Le caratteristiche composizionali delle ricette sono state diverse per ogni impianto (oltre aggregati diversi, cementi di tipologia e classe di resistenza diverse, additivi diversi, dosaggi diversi in relazione alle diverse classi di resistenza, v. schede controllo calcestruzzo allegate) ma rigorosamente identiche per i due sistemi all'interno dello stesso.

6.3 PRELIEVI

Un prelievo identifica una quantità di materiale sufficiente a premettere l'esecuzione delle prove di seguito specificate sul calcestruzzo fresco e il confezionamento di due provini per le prove sul calcestruzzo indurito. Il numero minimo di prelievi per ciascuna ricetta è stato di 8 ed identifica univocamente una serie di prove.

Per ogni impianto e per ogni ricetta sono state realizzate, in uno stesso giorno, 2 serie di prove, una utilizzando il materiale prodotto con il sistema wet e una utilizzando il materiale prodotto con il sistema dry.

Le operazioni di prelievo sono state ripetute su due carichi successivi da 8 - 10 m³ sempre della stessa autobetoniera: a T1 = 4 min dalla fine carico e a T2 = 20 min dalla fine carico, suddividendo il volume di 10 m³ del calcestruzzo dell'autobetoniera in 4 - 5 parti uguali, dunque effettuando un prelievo ogni 2 m³ di materiale.



Per ogni autobetoniera sono state dunque effettuate due serie di quattro - cinque prelievi (indicati con le sigle P1D4... P5D4, P1D20... P5D20, P1W4... P5W4, P1W20... P5W20 nei flussogrammi allegati) e l'intera sequenza è stata ripetuta due volte, una per il calcestruzzo sistema dry una per il sistema wet.

6.4 PROVE SUL CALCESTRUZZO FRESCO

Per ogni prelievo sono state effettuate le prove di:

- Abbassamento al cono di Abrams
- Massa volumica
- Contenuto d'aria
- Verifica del contenuto d'acqua

6.5 PROVE SUL CALCESTRUZZO INDURITO

Sono stati confezionati per ogni prelievo due provini cubici per un totale di $(2 \times 8) = 16$ provini o $(2 \times 10) = 20$ provini per ciascuna miscela di calcestruzzo e per ciascun metodo di produzione. In totale sono stati confezionati per miscela di calcestruzzo e per giorno 32 provini per i primi due impianti e 40 per il terzo impianto.

I prelievi, identificati con siglatura non modificabile, sono stati trasferiti presso il laboratorio dell'IIC per essere sottoposti alle prove di:

- Resistenza a compressione uniassiale a 7 gg (4+4 o 5+5 provini)
- Resistenza a compressione uniassiale a 28 gg (4+4 o 5+5 provini)
- Misure di peso e volume (tutti i provini)
- Misure di permeabilità (4+4 o 5+5 provini)

6.6 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

I risultati di tutte le prove saranno registrati ed elaborati secondo metodi statistici (test delle ipotesi) in grado di evidenziare, per ogni impianto, eventuali differenze statisticamente significative in merito ai valori di consistenza, resistenza e permeabilità dei calcestruzzo prodotti con i due processi di produzione.

I test statistici sono stati effettuati considerando i risultati di tutte le prove effettuate su una (o più) miscele di ogni singolo impianto, in quanto i risultati dipendono dalle caratteristiche delle attrezzature di mescolazione utilizzate nell'impianto (tipo di premescolatore e tipo ed efficienza dell'autobetoniera).

I test statistici, saranno inoltre necessari per eventuali conseguenti considerazioni economiche.

6.7 RISORSE

L'istituto italiano per il Calcestruzzo ha presenziato presso ogni impianto con il proprio laboratorio mobile attrezzato e con due tecnici per l'esecuzione dei prelievi e delle prove sul calcestruzzo fresco.

Il laboratorio mobile sarà attrezzato con:

- sessola per il campionamento del calcestruzzo
- pentola di volume noto
- bilancia con portata fino a 50 kg
- cono di Abrams o tavola a scosse
- termometro per calcestruzzo e termometro ambientale
- porosimetro
- casseformi in PVC (n° 60 per impianto)
- vibratore ad ago
- macchina fotografica digitale
- materiale accessorio (tagliandini per provini, certificati di prelievo,..)

7 DOSSIER DI PROVA E PUBBLICAZIONI

Per ogni impianto è stato predisposto un dossier contenente:

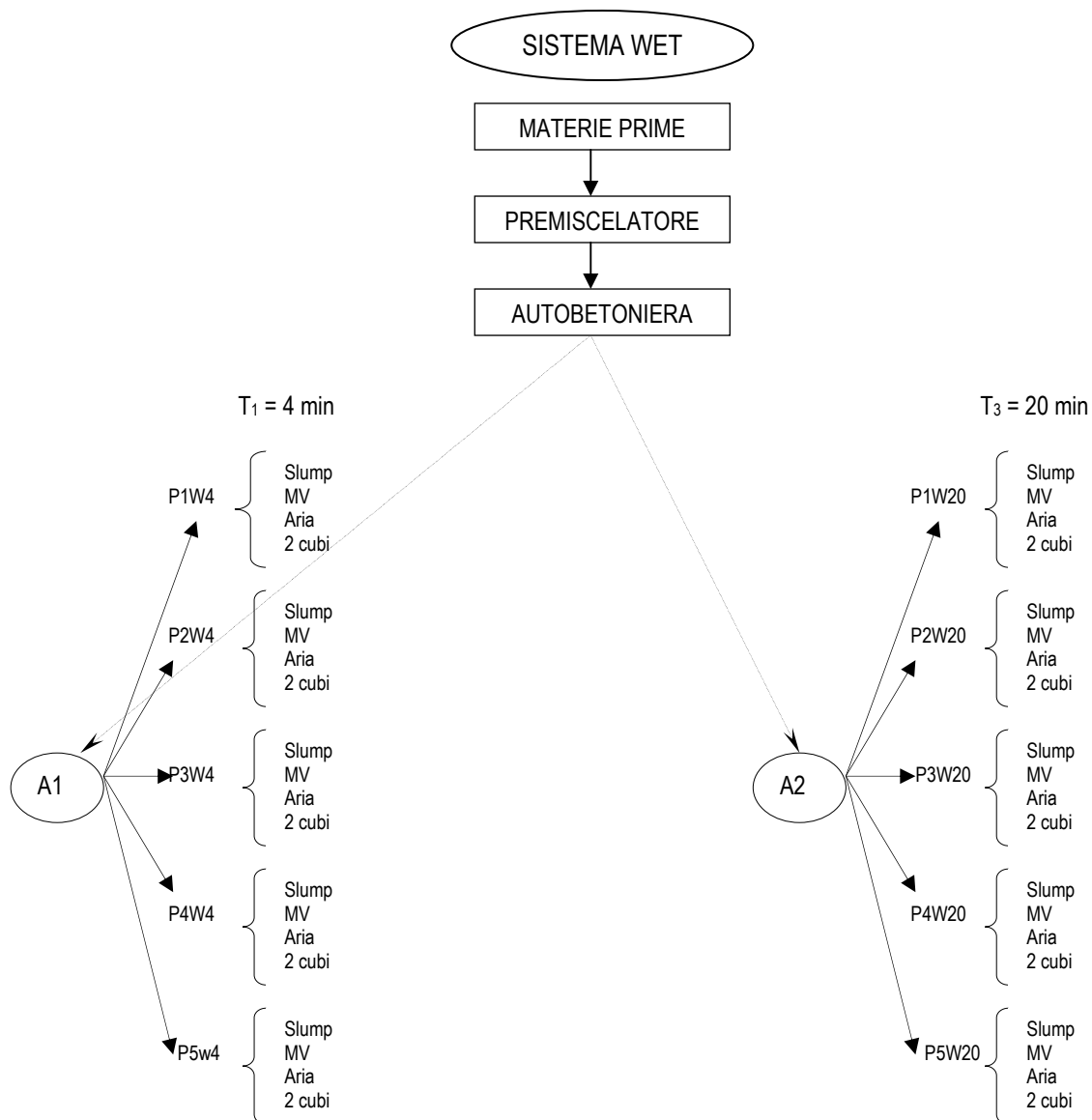
- le caratteristiche delle miscele
- le caratteristiche delle attrezzature di produzione (tipo di premescolatore e di autobetoniera) rilevate in impianto
- i verbali di prelievo e di prova
- la documentazione fotografica delle prove eseguite in impianto
- la relazione con l'interpretazione statistica dei risultati.

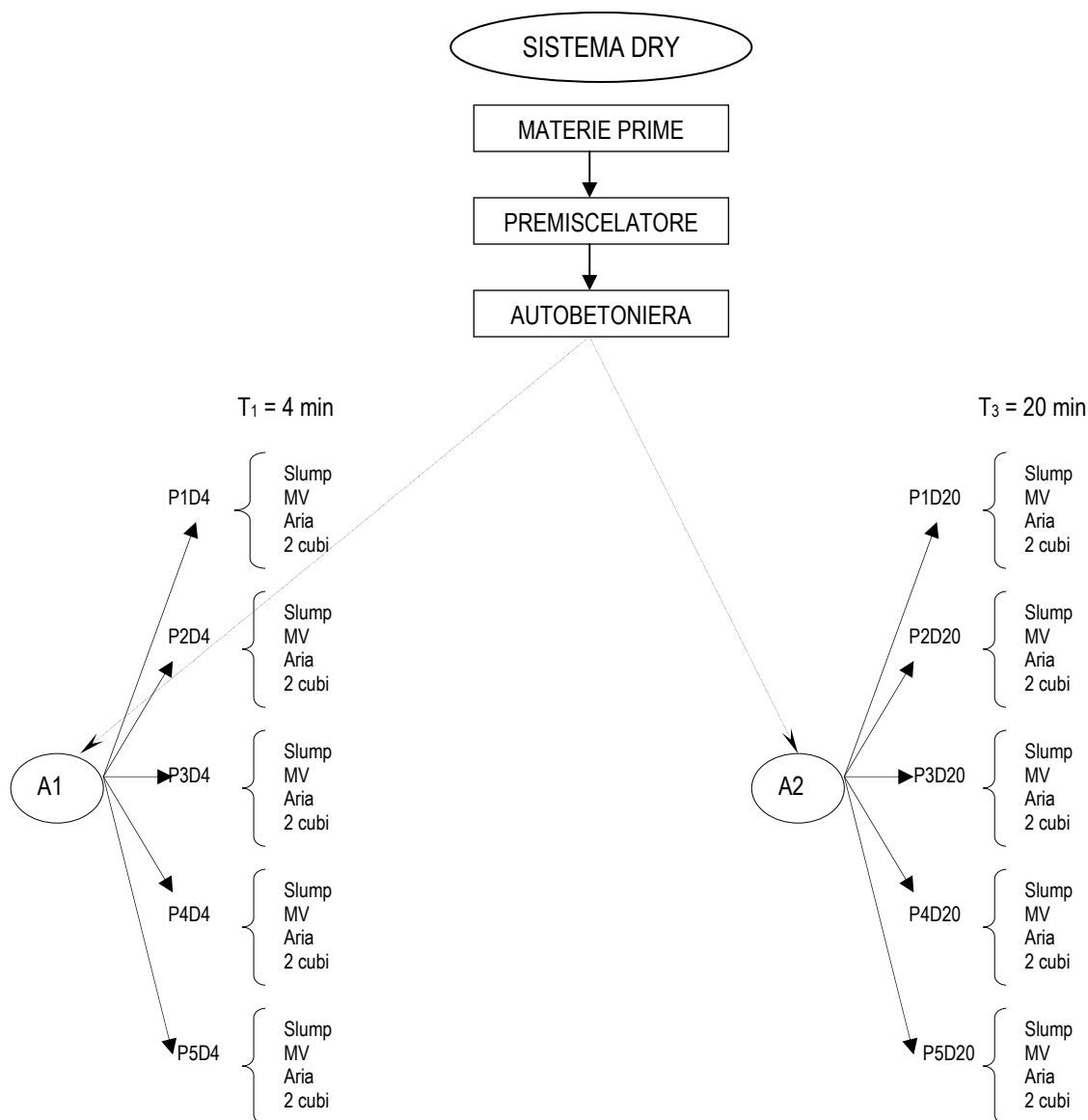
In base alle specifiche indicazioni fornite dal Committente in merito alle modalità di presentazione dell'indagine (eventuale anonimizzazione dei luoghi di prelievo, dei tipi di mescolatore ecc) verrà predisposto un articolo tecnico in cui saranno espressi, in termini comprensibili:

- il progetto di indagine
- il protocollo di prelievo
- i risultati ottenuti
- le conclusioni statisticamente valide

Il taglio dell'articolo sarà di tipo tecnico/divulgativo, per pubblicazione su riviste di settore o per la realizzazione di materiale documentale/pubblicitario. L'articolo sarà corredato da una serie significativa di fotografie.

L'Istituto Italiano per il Calcestruzzo collabora con la casa editrice "La Fiaccola", che si è data disponibile alla pubblicazione e diffusione di un articolo avente come oggetto lo studio.



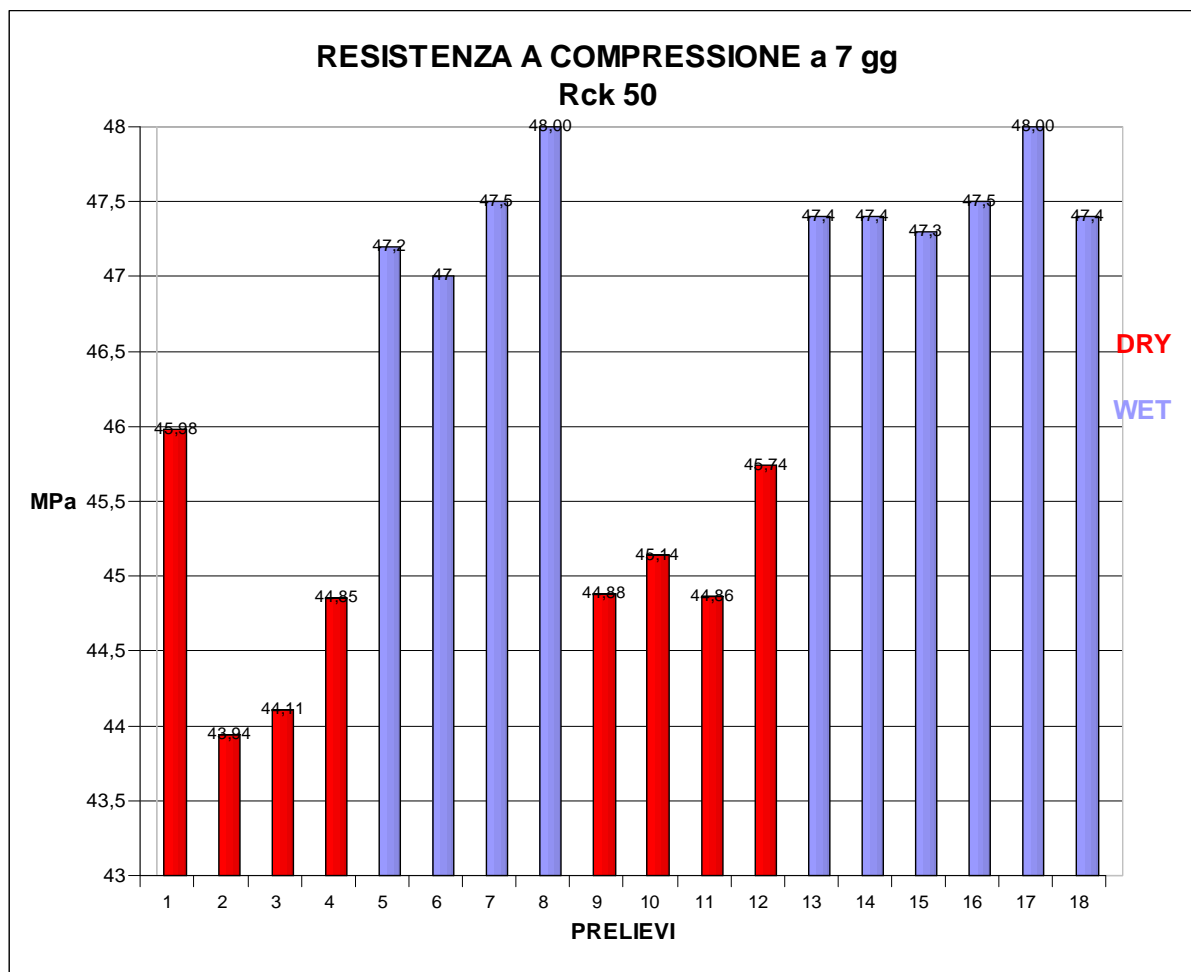


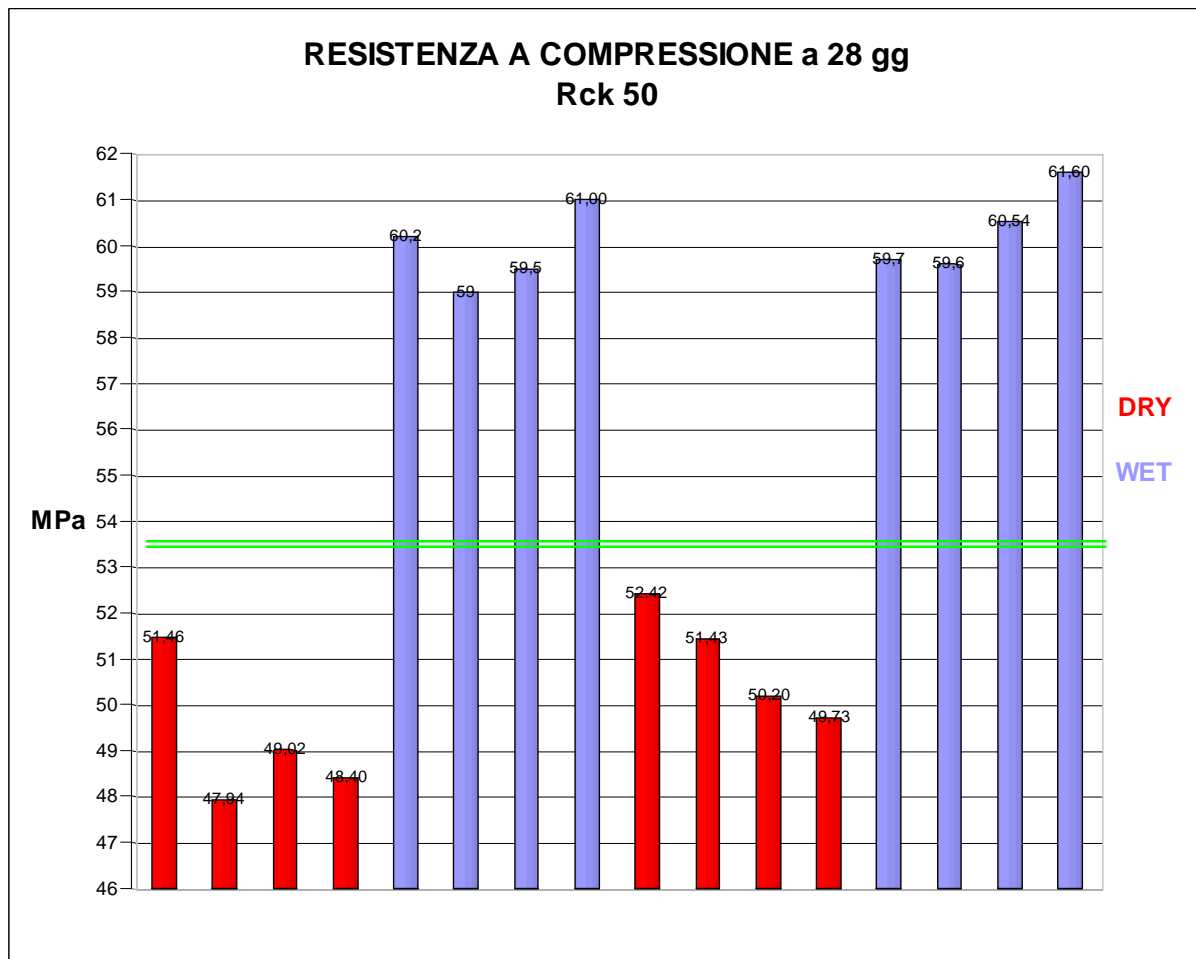
8 RISULTATI OTTENUTI

I risultati ottenuti sui quattro impianti visitati sono i seguenti:

D=DRY=AUTOBETONIERA W=WET=PREMESCOLATORE

A		DESCRIZIONE	PESO 7 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 7gg (Mpa)	PESO 28 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 28gg (Mpa)	R a/c	CONSISTENZA abbassamento al cono (mm)	PERMEABILITA' (mm)
IMER - COINSAR - CASTELSARDO	Rck 50 S5	P1D4	7,937	45,98	7,902	51,46	0,505	210	
		P2D4	7,842	43,94	7,88	47,94	0,501	210	10
		P3D4	7,896	44,11	7,9	49,02	0,490	200	6
		P4D4	7,898	44,85	8,004	48,40	0,482	180	
		media DRY "4 min"	7,893	44,720	7,922	49,205	0,495	200	8
		P1W4	8,068	47,2	8,190	60,2	0,454	220	
		P2W4	8,034	47	8,027	59	0,457	215	1
		P3W4	8,120	47,5	8,095	59,5	0,456	215	
		P4W4	8,205	48,00	8,299	61,00	0,451	200	0,5
		media WET "4 min"	8,107	47,425	8,153	59,925	0,454	213	0,8
		P1D20	7,906	44,88	7,910	52,42	0,487	190	
		P2D20	7,92	45,14	7,89	51,43	0,493	175	9
		P3D20	7,875	44,86	7,64	50,20	0,477	160	8
		P4D20	7,867	45,74	7,892	49,73	0,484	140	
		media DRY "20 min"	7,892	45,155	7,833	50,945	0,485	166	9
		P1W20	8,103	47,4	8,078	59,7	0,455	210	
		P2W20	8,085	47,3	8,065	59,6	0,455	210	1,5
		P3W20	8,120	47,5	8,192	60,54	0,453	205	
		P4W20	8,205	48,00	8,336	61,60	0,451	200	1,5
		media WET "20 min"	8,128	47,550	8,168	60,360	0,454	206	1,5
media DRY	7,893	44,938	7,877	50,075	0,490	183	8		
media WET	8,118	47,488	8,160	60,143	0,454	209	1		
% PRO WET	2,85%	5,67%	3,59%	20,10%	-7,31%	14,33%	-86,36%		

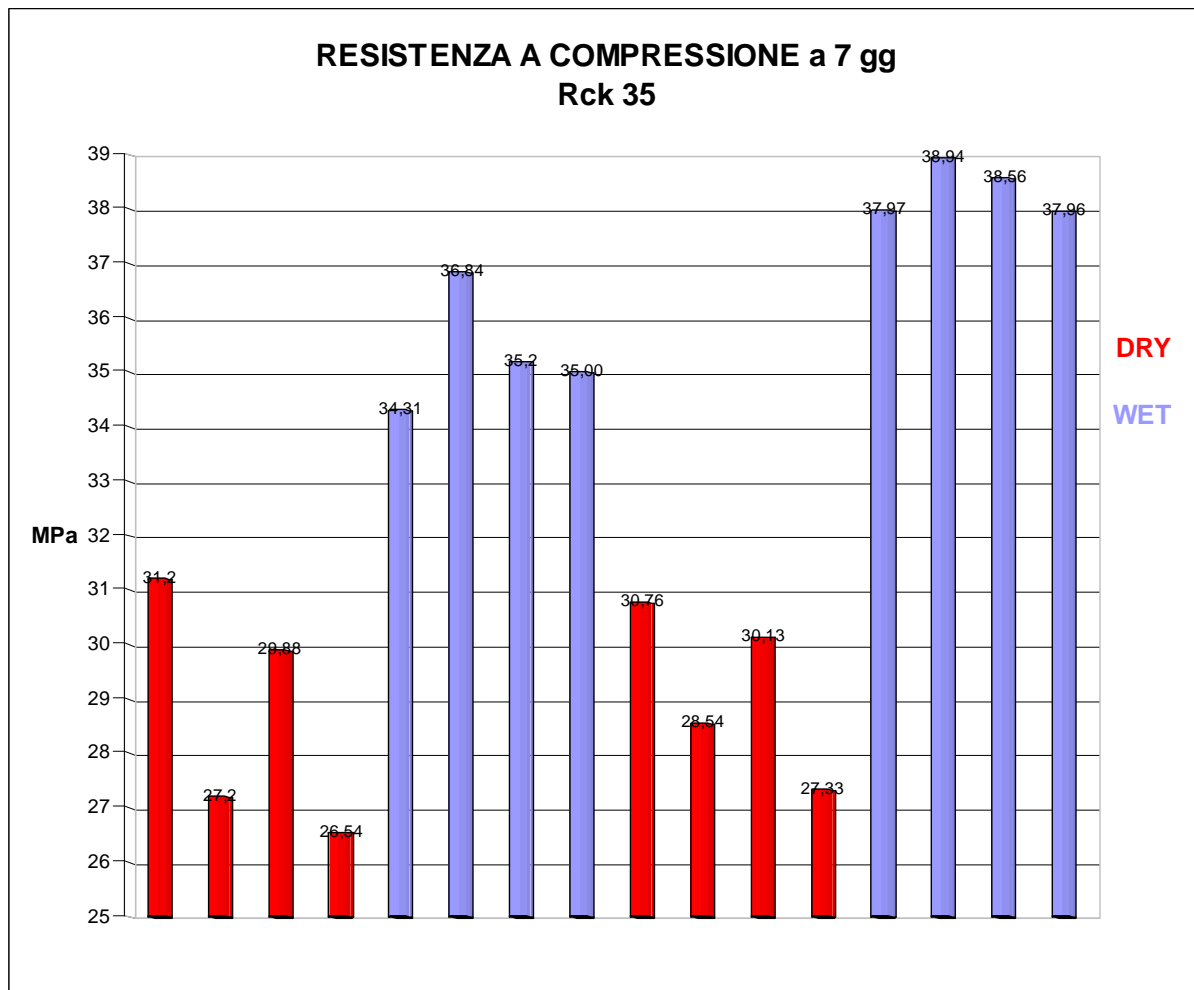


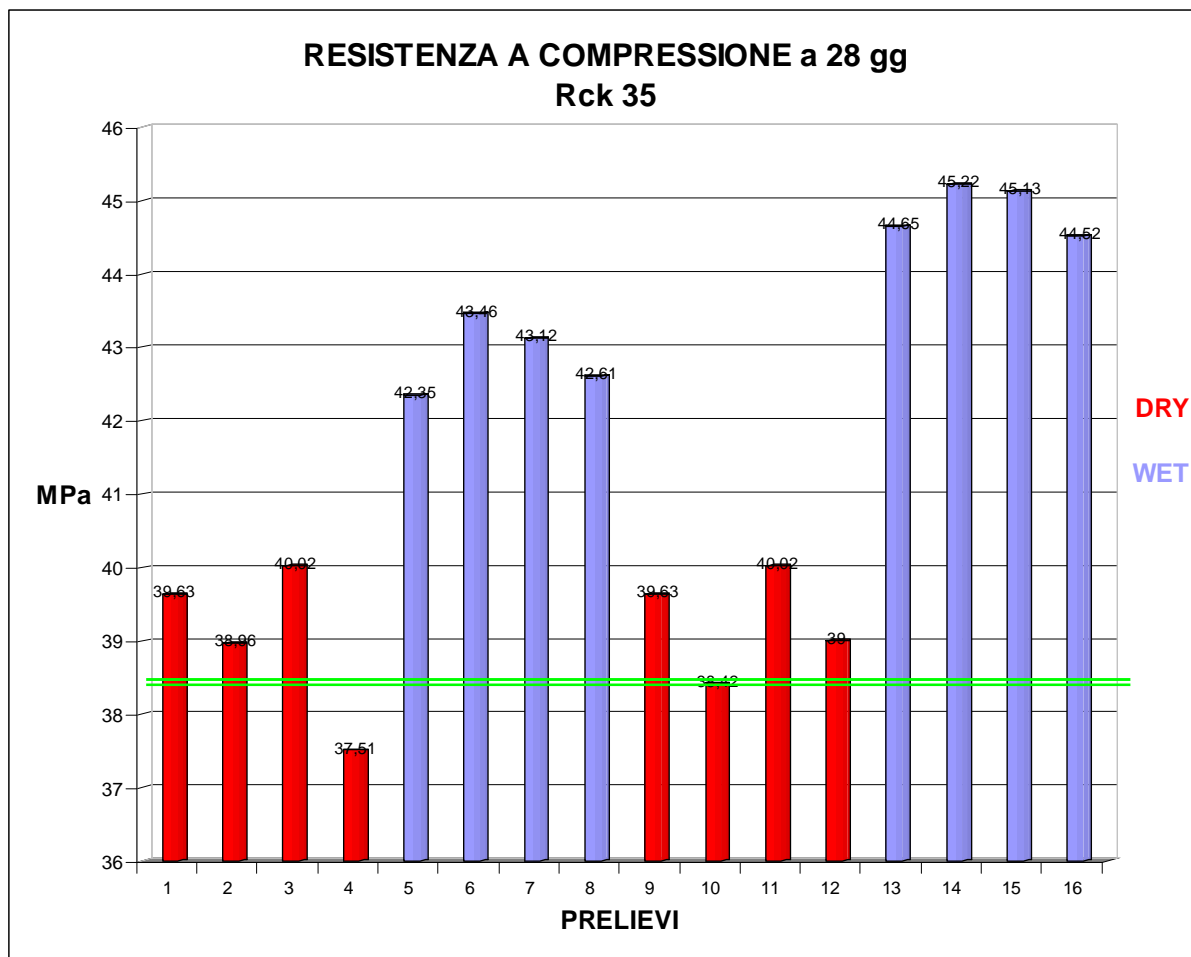




D=DRY=AUTOBETONIERA
W=WET=PREMESCOLATORE

DESCRIZIONE	PESO 7 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 7gg (Mpa)	PESO 28 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 28gg (Mpa)	R a/c	CONSISTENZA abbassamento al cono (mm)	PERMEABILITA' (mm)
P1D4	7,800	31,2	7,205	39,63	0,518	210	
P2D4	7,100	27,2	7,084	38,96	0,524	200	15
P3D4	7,470	29,88	7,276	40,02	0,509	190	
P4D4	7,170	26,54	7,196	37,51	0,531	180	16
media DRY "4 min"	7,385	28,705	7,190	39,030	0,521	195	16
P1W4	7,757	34,31	7,810	42,35	0,488	220	
P2W4	7,6915	36,84	7,811	43,46	0,480	215	4
P3W4	7,723	35,2	7,81	43,12	0,480	215	4
P4W4	7,758	35,00	7,813	42,61	0,483	210	
media WET "4 min"	7,732	35,338	7,811	42,885	0,483	215	4
P1D20	7,787	30,76	7,205	39,63	0,497	180	
P2D20	7,225	28,54	6,985	38,42	0,510	160	14
P3D20	7,097	30,13	7,276	40,02	0,495	160	
P4D20	7,100	27,33	7,091	39	0,504	130	12
media DRY "20 min"	7,302	29,190	7,140	39,268	0,502	158	13
P1W20	7,872	37,97	7,835	44,65	0,481	210	
P2W20	7,848	38,94	7,83	45,22	0,479	210	2
P3W20	7,667	38,56	7,829	45,13	0,478	205	
P4W20	7,835	37,96	7,828	44,52	0,480	200	3
media WET "20 min"	7,806	38,358	7,831	44,880	0,480	206	3
media DRY	7,344	28,948	7,165	39,149	0,511	176	14
media WET	7,769	36,848	7,821	43,883	0,481	211	3
% PRO WET	5,79%	27,29%	9,15%	12,09%	-5,85%	19,50%	-77,19%



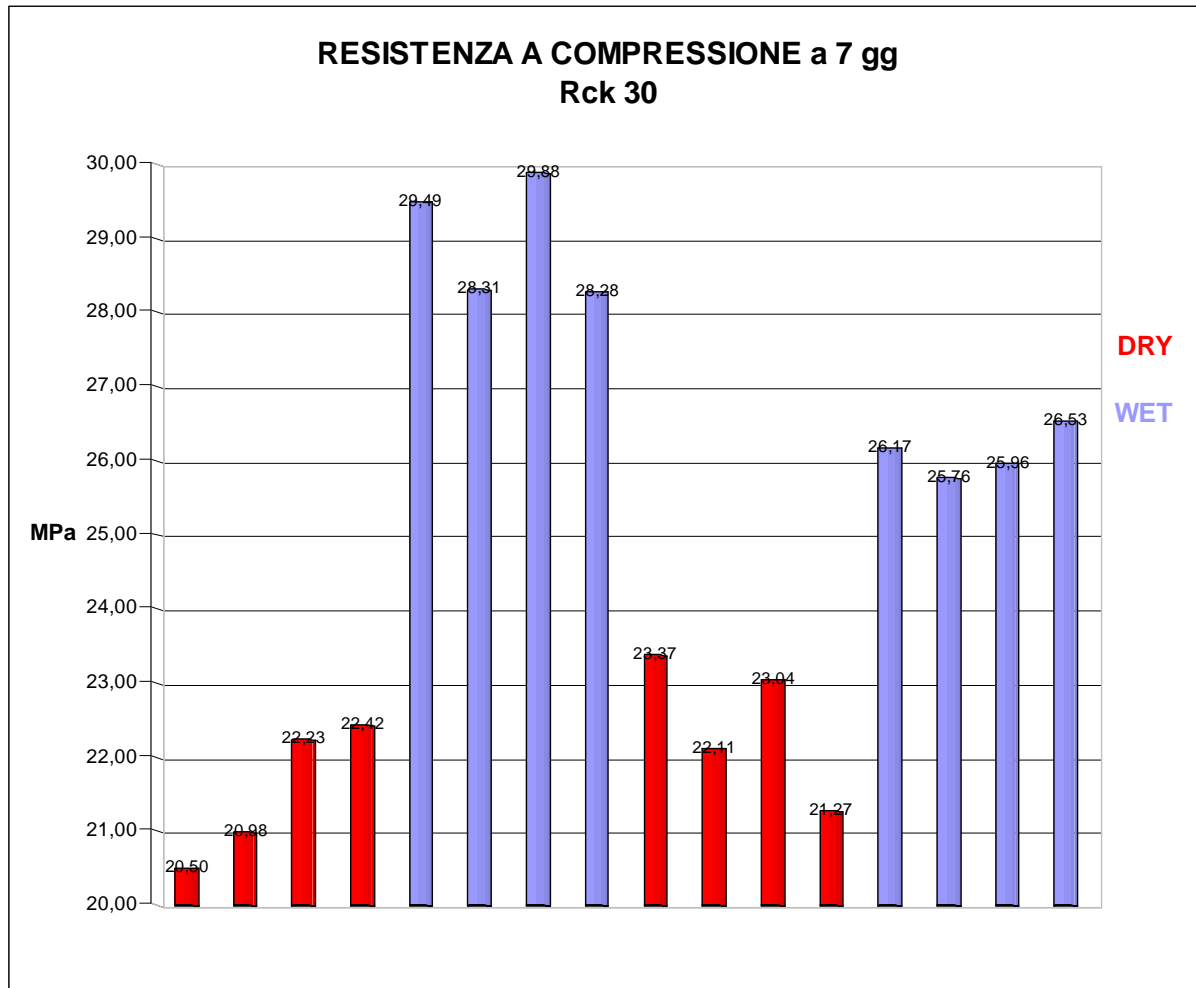


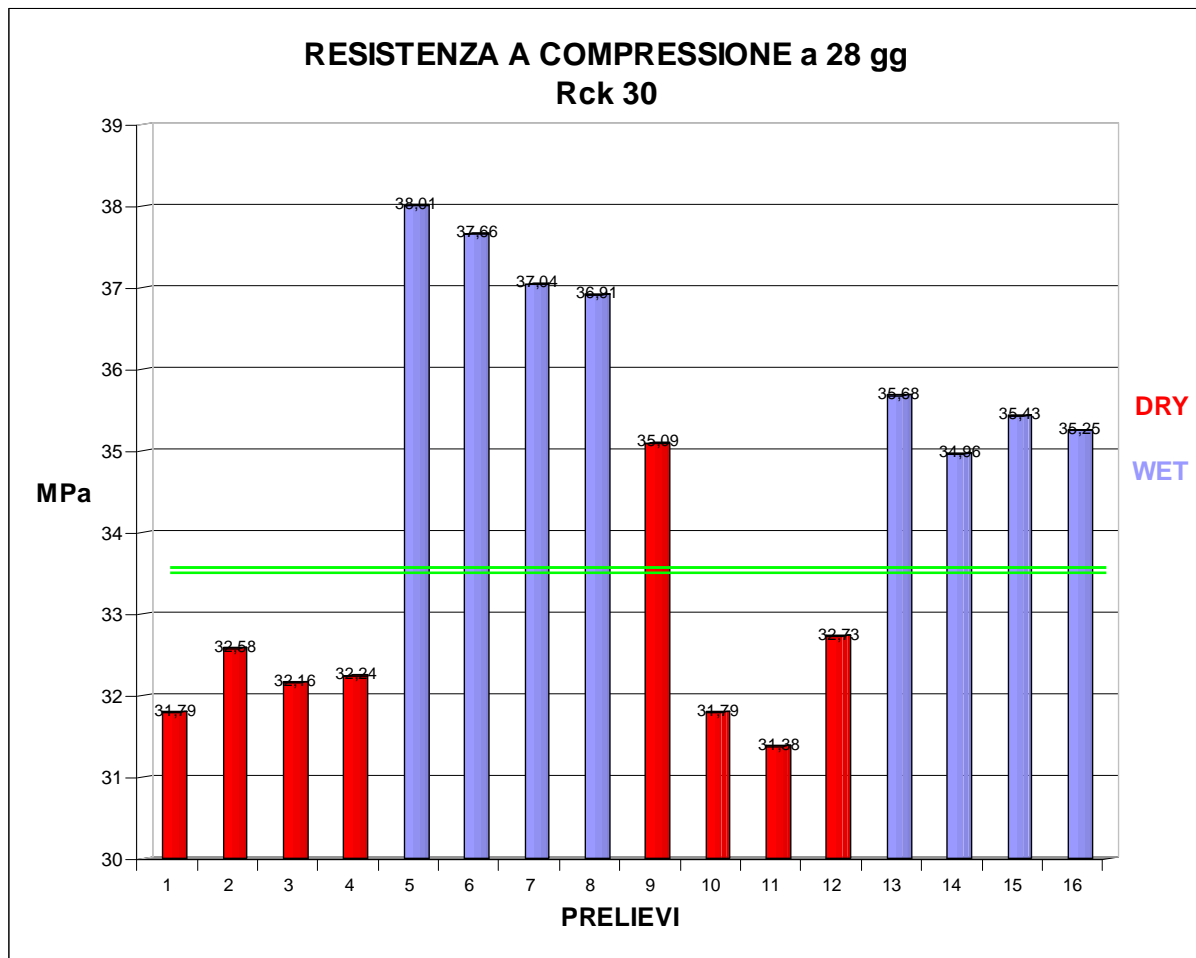


D=DRY=AUTOBETONIERA
W=WET=PREMESCOLATORE

C

DESCRIZIONE	PESO 7 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 7gg (Mpa)	PESO 28 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 28gg (Mpa)	R a/c	CONSISTENZA abbassamento al cono (mm)	PERMEABILITA' (mm)
P1D4	7,558	20,50	7,376	31,79	0,632	235	
P2D4	7,529	20,98	7,406	32,58	0,610	210	40
P3D4	7,557	22,23	7,401	32,16	0,620	200	
P4D4	7,510	22,42	7,426	32,24	0,615	190	35
media DRY "4 min"	7,539	21,533	7,402	32,193	0,619	209	38
P1W4	7,634	29,49	7,508	38,01	0,553	190	
P2W4	7,610	28,31	7,543	37,66	0,558	180	10
P3W4	7,620	29,88	7,576	37,04	0,560	170	
P4W4	7,636	28,28	7,509	36,91	0,561	160	9
media WET "4 min"	7,625	28,990	7,534	37,405	0,558	175	10
P1D20	7,574	23,37	7,323	35,09	0,600	200	30
P2D20	7,597	22,11	7,404	31,79	0,637	180	
P3D20	7,503	23,04	7,464	31,38	0,640	190	45
P4D20	7,541	21,27	7,412	32,73	0,610	178	
media DRY "20 min"	7,554	22,448	7,401	32,748	0,622	187	38
P1W20	7,687	26,17	7,494	35,68	0,558	170	
P2W20	7,588	25,76	7,546	34,96	0,570	160	11
P3W20	7,583	25,96	7,46	35,43	0,561	155	
P4W20	7,547	26,53	7,518	35,25	0,565	150	12
media WET "20 min"	7,601	26,105	7,505	35,330	0,564	159	12
media DRY	7,546	21,990	7,402	32,470	0,621	198	38
media WET	7,613	27,548	7,519	36,368	0,561	167	11
% PRO WET	0,89%	25,27%	1,59%	12,00%	-9,63%	-15,67%	-72,00%

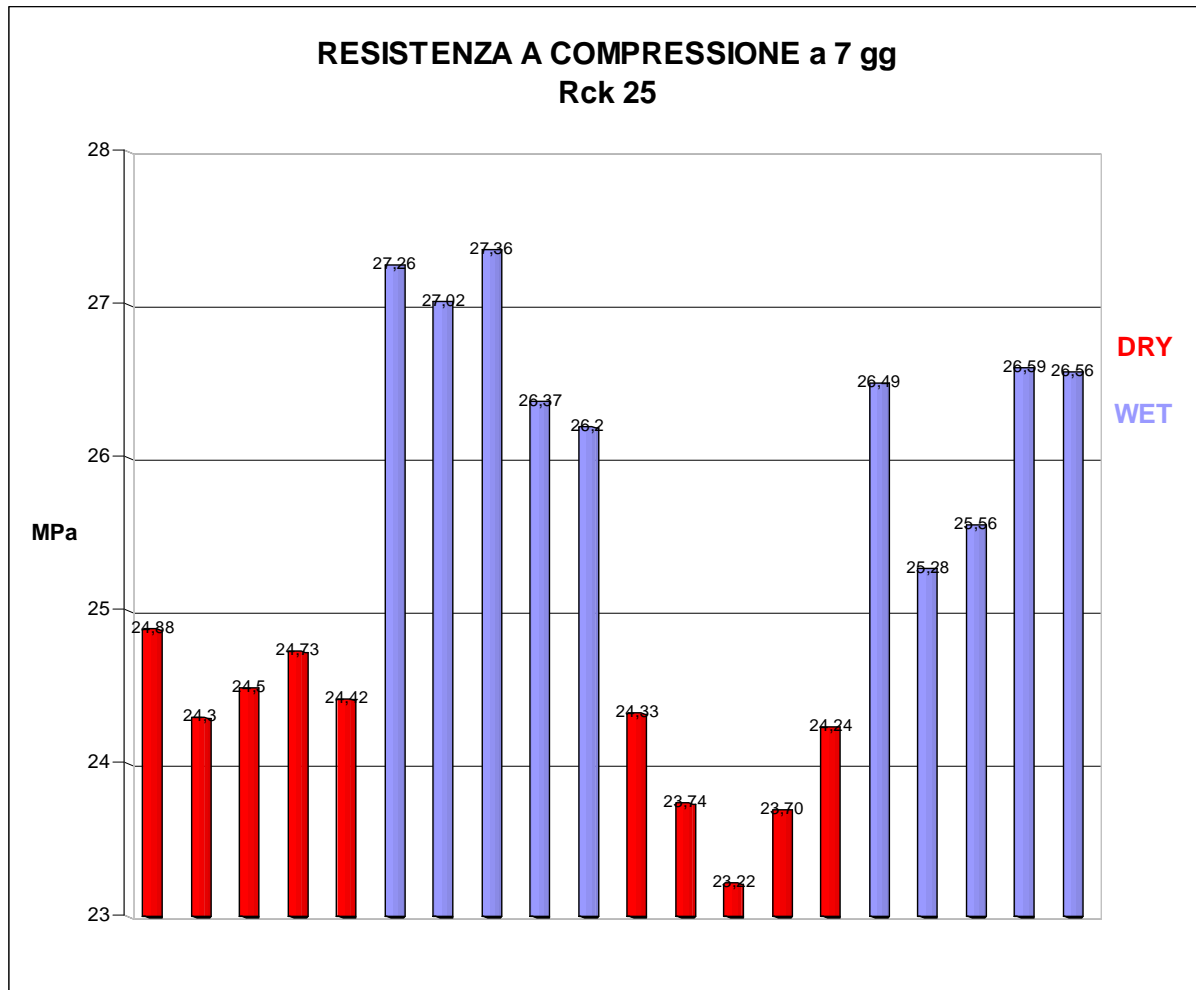


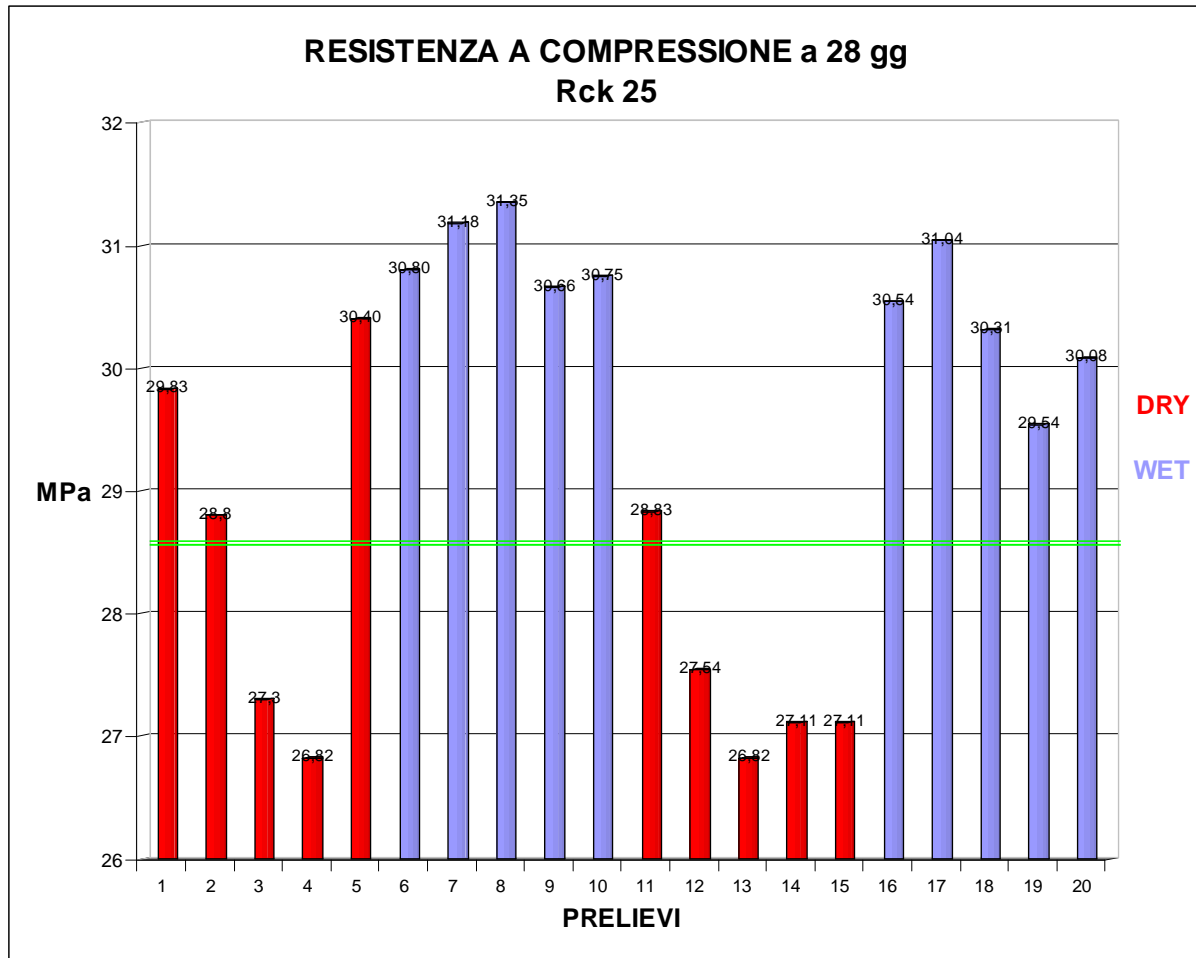


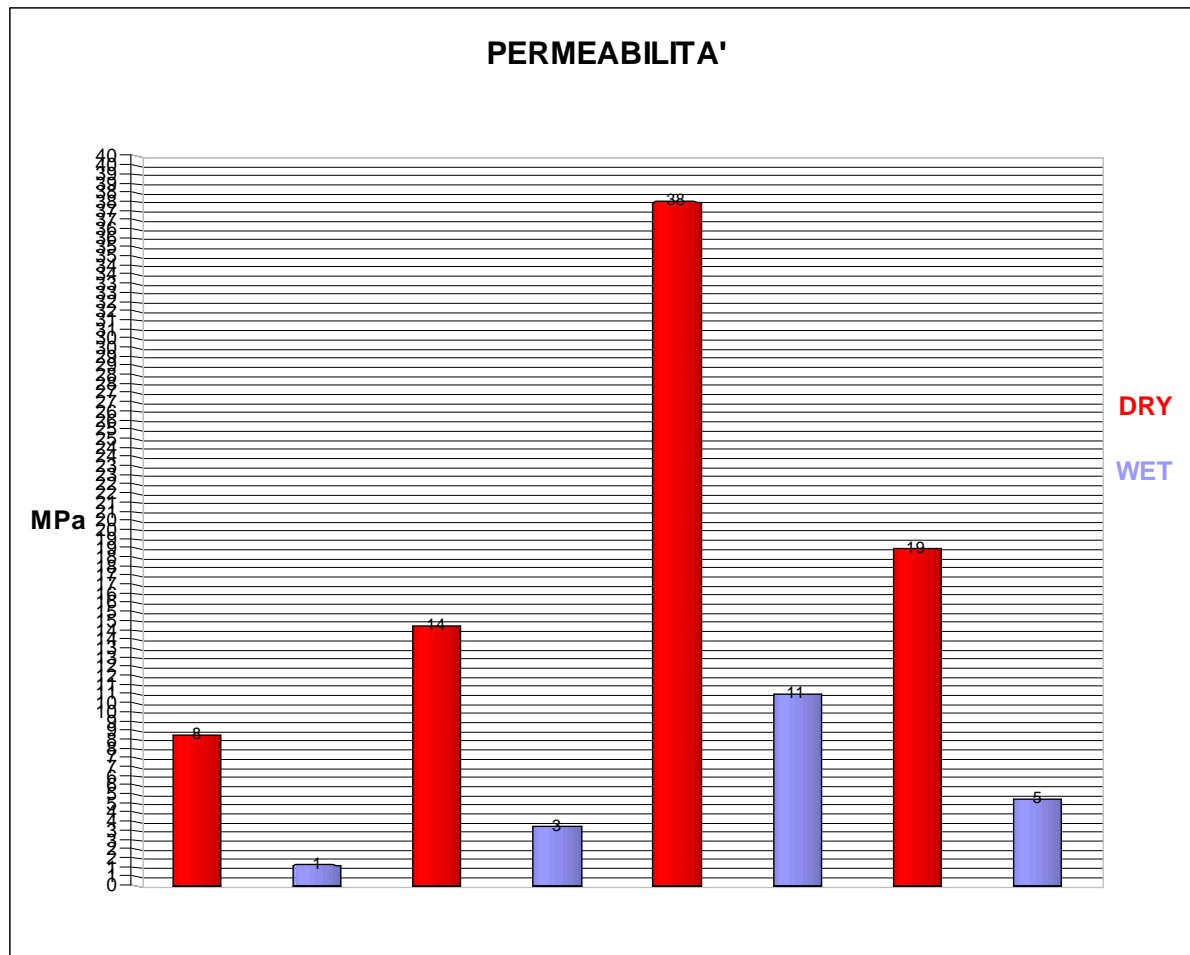


D=DRY=AUTOBETONIERA W=WET=PREMESCOLATORE

D		DESCRIZIONE	PESO 7 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 7gg (Mpa)	PESO 28 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESSIONE 28gg (Mpa)	R a/c	CONSISTENZA abbassamento al cono (mm)	PERMEABILITA' (mm)
OMG - ROMANA CALCESTRUZZI - ROMA	Rck 25 S4	P1D4	7,947	24,88	7,926	29,83	0,510	130	
		P2D4	8,029	24,3	7,849	28,8	0,517	135	15
		P3D4	7,950	24,5	7,963	27,3	0,526	140	
		P4D4	7,880	24,73	7,882	26,82	0,529	150	20
		P5D4	7,946	24,42	7,893	30,40	0,505	145	
		media DRY "4 min"	7,950	24,566	7,903	28,630	0,517	140	18
		P1W4	7,992	27,26	7,902	30,80	0,485	160	
		P2W4	7,999	27,02	7,987	31,18	0,480	170	5
		P3W4	7,988	27,36	7,904	31,35	0,478	175	
		P4W4	7,961	26,37	7,906	30,66	0,485	200	5
		P5W4	7,950	26,2	7,847	30,75	0,485	200	
		media WET "4 min"	7,978	26,842	7,909	30,948	0,483	181	5
		P1D20	7,913	24,33	7,837	28,83	0,530	100	
		P2D20	7,955	23,74	7,883	27,54	0,537	105	21
	P3D20	7,857	23,22	7,833	26,82	0,550	110		
	P4D20	7,846	23,70	7,767	27,11	0,540	115	18	
			7,894	24,24	7,788	27,11	0,545	115	
	media DRY "20 min"	7,893	23,846	7,822	27,482	0,540	109	20	
	P1W20	7,959	26,49	7,858	30,54	0,490	180		
	P2W20	7,878	25,28	7,815	31,04	0,481	190	4	
	P3W20	7,868	25,56	7,879	30,31	0,489	185		
	P4W20	7,917	26,59	7,839	29,54	0,495	195	5	
			7,928	26,56	7,838	30,08	0,492	200	
	media WET "20 min"	7,910	26,096	7,846	30,302	0,489	190	5	
	media DRY	7,922	24,206	7,862	28,056	0,529	125	19	
	media WET	7,944	26,469	7,878	30,625	0,486	186	5	
% PRO WET	0,28%	9,35%	0,20%	9,16%	-8,11%	49,00%	-74,32%		







D=DRY=AUTOBETONIERA
W=WET=PREMESCOLATORE

	DESCRIZIONE	PESO 7 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESIONE 7gg (Mpa)	PESO 28 gg (kg)	RESISTENZA A COMPRESIONE 28gg (Mpa)	R a/c	CONSISTENZA abbassamento al cono (mm)	PERMEABILITA'
A	% PRO WET	2,85%	5,67%	3,59%	20,10%	-7,31%	14,33%	-86,36%
B	% PRO WET	5,79%	27,29%	9,15%	12,09%	-5,85%	19,50%	-77,19%
C	% PRO WET	0,89%	25,27%	1,59%	12,00%	-9,63%	-15,67%	-72,00%
D	% PRO WET	0,28%	9,35%	0,20%	9,16%	-8,11%	49,00%	-74,32%

MEDIA	2,45%	16,90%	3,63%	13,34%	-7,72%	16,79%	-77,47%
--------------	--------------	---------------	--------------	---------------	---------------	---------------	----------------

Il dato scritto in azzurro riporta un dato negativo semplicemente perché quello prodotto in autobetoniera superava di una classe di consistenza quanto richiesto

9 CONSIDERAZIONE DEI RISULTATI

L'indagine svolta dal ns. Istituto su alcuni impianti muniti di premescolatore, che operano con le due vie DRY e WET, ha confermato che il calcestruzzo preparato attraverso il premescolatore è senza alcun ombra di dubbio migliore, come hanno dimostrato tutti i valori della ns. indagine.

Sebbene, per esigenze diverse, abbiamo dovuto testare ricette fondamentalmente diverse (Rck 50, Rck 35, Rck 30 e Rck 25), ottenute con materiali diversi, si è verificato globalmente che i calcestruzzi preparati attraverso il premescolatore abbiano:

- assoluta garanzia e rispondenza delle resistenze a compressione relative al Rck richiesto da ricetta (il 100% dei prelievi a 28gg ha rispecchiato abbondantemente la resistenza caratteristica richiesta $R_m \geq R_{ck} + 3,5$; per il sistema Dry invece solo il 32% come media);
- l'effetto della mescolazione indotta dai premescolatori favorisce la completa idratazione del cemento confermato dalle ricette che a parità di dosaggio di quest'ultimo danno una classe di resistenza maggiore;
- a parità di rapporto a/c forniscono più lavorabilità e più mantenimento della stessa;
- omogeneità dei calcestruzzi (consistenza, MV e, soprattutto:
- minor permeabilità, secondo la UNI EN 12390-8: questo dato oltre ad essere proporzionale ai minor R a/c dei calcestruzzi con premescolatore è altresì proporzionale alla minor macroporosità (dovuta ad una incompleta compattazione degli impasti);
- assoluta ripetibilità delle ricette.

Una lettura attenta di questi valori ci dimostra però altrettanto chiaramente che i delta ottenuti nei vari impianti sono sostanzialmente diversi non solo per aver impiegato ricette diverse.

In qualche impianto possono essere addirittura insignificanti. E' proprio in questi casi che si è obbligati a spingere le indagini, non solo sull'effetto della premescolazione ma andare oltre, conoscere la qualità dei materiali impiegati, le fasi di caricamento dei singoli componenti e, soprattutto, la preparazione del personale che opera sull'impianto. Quest'ultimo non deve limitarsi alla conoscenza delle parti meccaniche o elettroniche ma deve spingersi anche alla conoscenza dei materiali che compongono i vari calcestruzzi che si vanno a preparare (ad esempio: un errata tempistica nel caricamento del cemento – soprattutto se questo è caldo – può formare grumi abbastanza grossi all'interno degli impasti; inoltre tempi di mescolazione ridotti possono sottrarre all'impasto la quantità di legante contenuto negli stessi grumi con la logica conseguenza di avere una riduzione del delta delle resistenze).

Per l'Istituto Italiano per il Calcestruzzo

