

## **RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA**

### **STATO DI CONSERVAZIONE DEI BACINI DI CONTENIMENTO E DEI BASAMENTI DEI SERBATOI DI OLIO COMBUSTIBILE DI CET2 PRESSO LO STABILIMENTO ISE S.r.l. di TARANTO**

Ditta incaricata : **M.A.D. S.r.l.** corrente in Via Martina Franca Km 5,5 C.P. TA/13  
74100 TARANTO Codice Fornitore : 113417

**Tecnici incaricati da M.A.D. S.r.l. per la certificazione dei risultati delle  
indagini commissionate:**

**Dr. Ing. Bernardo ALBANO**

N. 798 Ordine degli Ingegneri di Taranto

**Dr. Ing. Carlo FORNARO**

N. 831 Ordine degli Ingegneri di Taranto

Taranto, 26.01.2004

I TECNICI INCARICATI





## Premessa

La ISE S.r.l. sede di Taranto, con ordinazione N. 1000030036 PP del 19.12.2003, ha affidato alla Ditta M.A.D. S.r.l. di Taranto l'attività di carotaggio sulla muratura in C.A. dei bacini di contenimento e ai basamenti dei serbatoi di olio combustibile di CET2 - presso lo stabilimento di Taranto - finalizzata alla valutazione della resistenza unitaria, all'analisi della impermeabilità ed alla prova, con soluzione alcolica, per la valutazione del livello di carbonatazione.

In espletamento dell'ordine su citato la M.A.D. S.r.l. in data 08.01.2004 ha provveduto a fare eseguire, presso le strutture di cui ritratta, dal laboratorio sperimentale EDILPROVE S.a.S. di Grottaglie - munito di Aut. Min. LL.PP. D.M. N. 19336 del 03.06.1979 (L. 1086/'71 art. 20) - i richiesti carotaggi; successivamente presso lo stesso laboratorio sono state eseguite le prove commissionate di cui i relativi certificati sono riportati in Allegato 1 come appresso riportato:

- Certificato di prova a compressione (UNI - 6132) N. 260001 del 14.01.2004 relativo a n. 6 "carote" afferenti i basamenti e le pareti delle vasche identificati con le sigle MB1; MB2; MB3;
- Certificato di misura del coefficiente di permeabilità (UNI - 8520) N. 260002 del 16.01.2004 relativo a n. 6 "carote" afferenti i basamenti e le pareti delle vasche opportunamente identificati;
- Certificato di misura della profondità di carbonatazione (UNI - 9944) N. 260003 del 08.01.2004 relativo a n. 6 "carote" afferenti i basamenti e le pareti delle vasche identificati con le sigle MB1; MB2; MB3.

Nella prefata ordinazione si richiedeva altresì un rilievo sclerometrico di dettaglio ed una relazione a firma di tecnico abilitato certificante i risultati delle attività sopra descritte. A tal fine la M.A.D. S.r.l. ha incaricato gli Ingegneri Albano e Fornaro di eseguire un sopralluogo presso le strutture in esame, finalizzato alla esecuzione delle prove sclerometriche e all'esame visivo dello stato dei luoghi onde relazionare, tenuto conto dei risultati sperimentali sopra citati, sulle condizioni statiche e di conservazione delle strutture in oggetto.

In data 13.01.2004 gli Ingegneri Albano e Fornaro, muniti dei prescritti permessi, hanno esperito il sopralluogo richiamato innanzi effettuando gli accertamenti sclerometrici, i rilievi fotografici e gli accertamenti necessari finalizzati alla redazione della relazione tecnica illustrativa che segue.



# ***ALLEGATO 1***

**CERTIFICATO DI PROVA A COMPRESSIONE**

**MISURA DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'**

**MISURA DELLA PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE**



**LABORATORIO SPERIMENTALE**ESEGUE PROVE SU: LEGANTI IDRAULICI - INERTI - CALCESTRUZZI - LATERIZI - MATTONI - ACCIAI  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO LL. PP. - D.M. N. 19336 DEL 5 GIUGNO 1979 (LEGGE N.1086/71 ART. 20)74023 GROTTAGLIE (TA) - VIA O. FLACCO, 5 - COD. FISC./P. IVA 00332540731  
TEL. e FAX 099.5639088 - E-mail: edilprove@libero.it

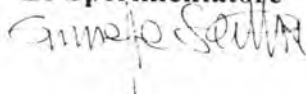
Grottaglie, 14/01/2004

**CERTIFICATO di PROVA a COMPRESSIONE ( UNI-6132 ) N. 260001****COMMITTENTE** : I.S.E. s.r.l.**INDIRIZZO** : Via per Statte - Taranto**PROVENIENZA DEI CAMPIONI** : I.S.E. - Taranto**PROPRIETA'** : I.S.E. - Taranto**NATURA DEI CAMPIONI** : Carote in calcestruzzo indurito**DATA DI CONSEGNA IN LABORATORIO** : 08/01/2004**RISULTATO DELLE PROVE SU N. 6 PROVINI CILINDRICI**

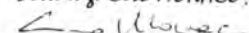
n.	contrassegno	DATA		Dimensioni		Massa g	Area compressa mm <sup>2</sup>	Resistenza unitaria R <sub>c</sub> N/mm <sup>2</sup>
		estrazione	della prova	mm				
A	Serbatoio MB1	08/01/04	14/01/04	Ø=94	h=188	2.598	6.940	29,0
B	Parete MB1	08/01/04	14/01/04	Ø=94	h=188	2.932	6.940	29,2
C	Serbatoio MB2	08/01/04	14/01/04	Ø=94	h=157	2.450	6.940	25,0
D	Parete MB2	08/01/04	14/01/04	Ø=94	h=188	3.058	6.940	23,9
E	Serbatoio MB3	08/01/04	14/01/04	Ø=94	h=188	2.836	6.940	28,5
F	Parete MB3	08/01/04	14/01/04	Ø=94	h=188	3.108	6.940	32,6

COPIA

Lo Sperimentatore

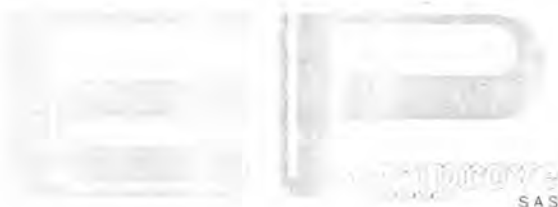


Il Direttore Tecnico

 Dott. Ing. Ciro MONACO  






**LABORATORIO SPERIMENTALE**ESEGUE PROVE SU: LEGANTI IDRAULICI - INERTI - CALCESTRUZZI - LATERIZI - MATTONI - ACCIAI  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO LL. PP. - D.M. N. 19336 DEL 5 GIUGNO 1979 (LEGGE N.1086/71 ART. 20)74023 GROTTAGLIE (TA) - VIA O. FLACCO, 5 - COD. FISC./P. IVA 00332540731  
TEL. e FAX 099.5639088 - E-mail: edilprove@libero.it

Grottaglie, li 16/01/2004

**MISURA DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' (UNI - 8520)****CERTIFICATO N° 260002****COMMITTENTE:** I.S.E. s.r.l.**INDIRIZZO:** Via per Statte - Taranto**PROVENIENZA DEI CAMPIONI:** I.S.E. Taranto**PROPRIETA':** I.S.E. s.r.l.**DATA DI PRELIEVO DEL CAMPIONE:** 08/01/04**DATA DELLA PROVA:** 08/01/04**RISULTATI DELLE PROVE SU N° 6 PROVINI CILINDRICI**

SIGLA	STRUTTURA	COEFFICIENTE DI PERMEABILITA'	K [cm/sec]
A	SERBATOIO M1V2	0,051	0,0017
B	PARETE M3H2	0,052	0,0018
C	PARETE M1H2	0,051	0,0017
D	PARETE M2H1	0,052	0,0018
E	SERBATOIO M3V2	0,051	0,0017
F	SERBATOIO M2V1	0,049	0,0015

Legenda: MxVy = Monoblocco x, Carotaggio Verticale y

MxHy = Monoblocco x, Carotaggio Orizzontale y



Lo Sperimentatore

Il Direttore Tecnico  
(Ing. *Ciro Monaco*)



**LABORATORIO SPERIMENTALE**ESEGUE PROVE SU: LEGANTI IDRAULICI - INERTI - CALCESTRUZZI - LATERIZI - MATTONI - ACCIAI  
AUTORIZZAZIONE MINISTERO LL. PP. - D.M. N. 19336 DEL 5 GIUGNO 1979 (LEGGE N. 1086/71 ART. 20)74023 GROTTAGLIE (TA) - VIA O. FLACCO, 5 - COD. FISC./P. IVA 00332540731  
TEL. e FAX 099.5639088 - E-mail: edilprove@libero.it

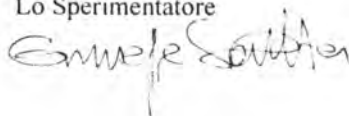
Grottaglie, lì 08/01/2004

**MISURA DELLA PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE (UNI 9944)****CERTIFICATO N° 260003****COMMITTENTE:** I.S.E. s.r.l.**INDIRIZZO:** Via per Statte - Taranto**PROVENIENZA DEI CAMPIONI:** I.S.E. Taranto**PROPRIETÀ:** I.S.E. s.r.l.**DATA DI PRELIEVO DEL CAMPIONE:** 08/01/04**DATA DELLA PROVA:** 08/01/04**RISULTATI DELLE PROVE SU N° 6 PROVINI CILINDRICI**

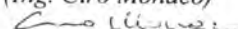
SIGLA	STRUTTURA	DIMENSIONI [mm]	DIREZIONE DI FORATURA	PROFONDITA' DI CARBONATAZIONE [mm]
A	Serbatoio MB1	Ø = 94 h = 21	Verticale	6
B	Parete MB1	Ø = 94 h = 18	Orizzontale	0
C	Serbatoio MB2	Ø = 94 h = 20	Verticale	18
D	Parete MB2	Ø = 94 h = 21	Orizzontale	Tutta la lunghezza campione
E	Serbatoio MB3	Ø = 94 h = 22	Verticale	16
F	Parete MB3	Ø = 94 h = 20	Orizzontale	0

**Note:** La determinazione della profondità di carbonatazione sulle carote è stata effettuata immediatamente dopo il prelevamento delle stesse.

Lo Sperimentatore



Il Direttore Tecnico

(Ing. *Ciro Monaco*)



## RELAZIONE

I sottoscritti:

-) Dr. Ing. Bernardo ALABANO iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Taranto al N. 798, con studio in Martina Franca alla Via Monti del Duca, 2;

-) Dr. Ing. Carlo FORNARO iscritto presso l'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Taranto al N. 831, con studio in Taranto alla Via Basta, 48;

in forza dell'incarico conferito e per i motivi di cui alla premessa, sulla scorta dei risultati sperimentali acquisiti relazionano quanto segue:

### *Stato dei luoghi:*

I luoghi oggetto d'analisi sono riportati nell'allegato rilievo fotografico che costituisce parte integrante della presente relazione ed a cui si rimanda per il dettaglio.

In generale dall'analisi visiva non si manifestano segni di dissesto statico.

La faccia esterna delle pareti ubicate sul fronte "impianti" – quella ove corrono le tubazioni di servizio – è allo stato ben protetta da vernici impermeabilizzanti di colore nero e non manifesta palesi segni di degrado.

Lo stato delle altre pareti, della faccia interna di quella sopra citata e del fondo delle vasche, però, presenta se pur in maniera gradata per l'intensità, fenomeni localizzati di ammaloramento delle stesse – in alcuni punti "tamburate" e/o superficialmente fessurate - con affioramento di macroporosità e nidi idi di ghiaia.

Si ritiene doveroso segnalare che le vasche, proprio per la loro funzione di contenimento, possono – di frequente - come in effetti è stato osservato anche nel corso dell'ispezione de quo, essere invase da acque meteoriche.

Inoltre, per l'attività di riscaldamento del combustibile contenuto nei serbatoi al cui servizio sono poste le vasche in esame, si è osservato uno stillicidio di acque di condensa che, insieme a quelle meteoriche cui prima si faceva cenno, permangono sul fondo delle stesse; sicchè si appalesa preliminarmente la necessità di conservare sempre efficiente l'impermeabilizzazione al fondo e sulle parti inferiori delle pareti e del basamento dei serbatoi tanto al fine di garantire la durabilità nel tempo



delle strutture in Cls.. Infatti ove dovesse venire meno la protezione impermeabile detta si attiverebbero senza tema di smentita fenomeni di carbonatazione che condurrebbero prima allo “spalling” e successivamente all’ossidazione delle armature metalliche con conseguente compromissione delle caratteristiche di portanza delle strutture esaminate. Analoga protezione, per ovvi motivi, deve essere garantita alle strutture verticali metalliche di sostegno delle passerelle di servizio poste sul fondo delle vasche a ridosso dei serbatoi.

In Allegato 2 sono riportate le risultanze del rilievo fotografico

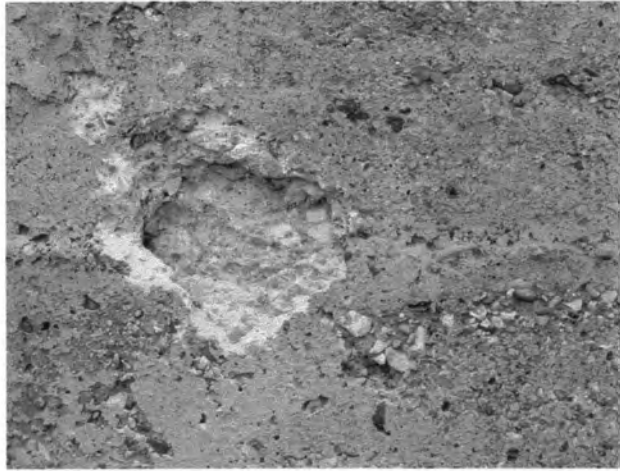
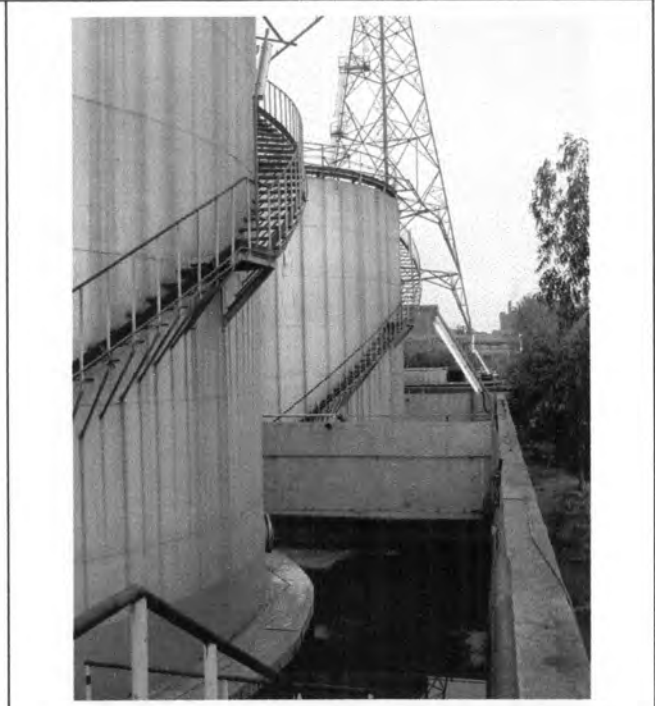
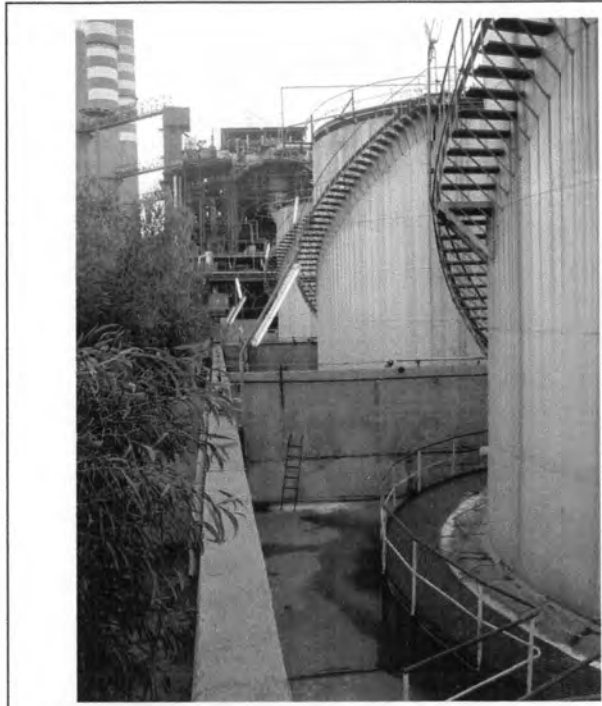


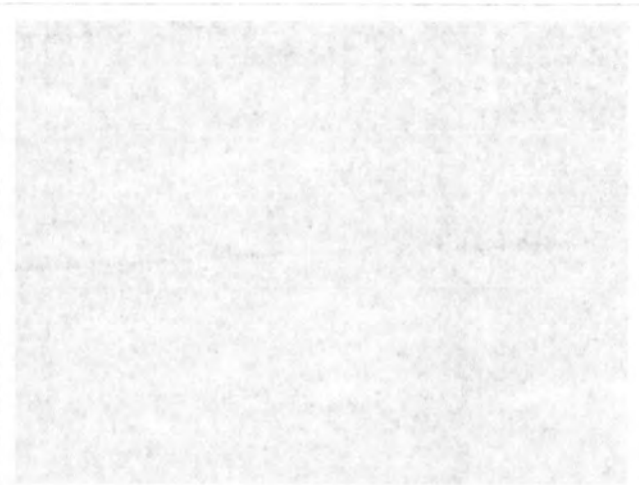


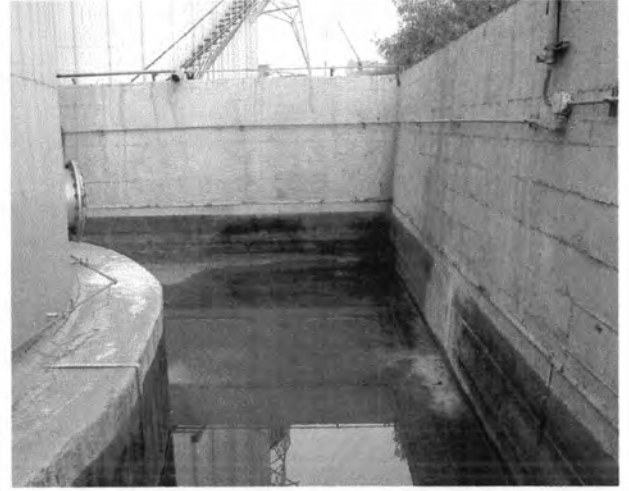
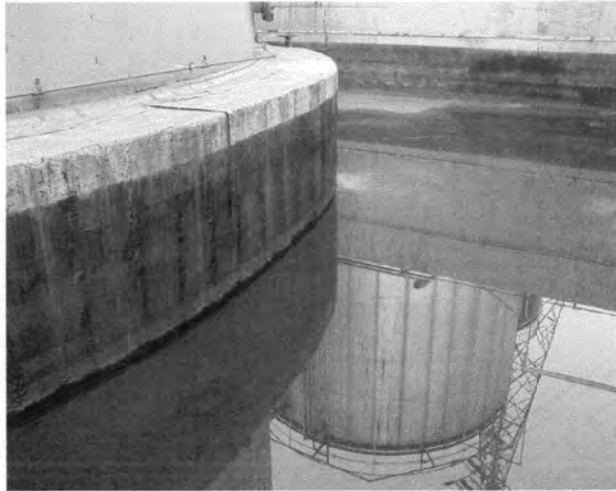
***ALLEGATO 2***

**RILIEVO FOTOGRAFICO**











### *Analisi sclerometriche*

Le analisi sono state condotte con sclerometro” Salmoiraghi Mod. SA metallo” a massa battente con inclinazione prevalente

$$\alpha = 0$$

(asse del percussore dello strumento parallelo al piano di calpestio) e previa preparazione della superficie di battuta con pietra al carborundum.

Le altezze di rimbalzo si sono attestate prevalentemente su valori di H compresi tra 35 e 40 corrispondenti ad un valore di Rck (cubica) stimabile in 30 N/mm<sup>2</sup> con classe di precisione  $\pm 20\%$ .

I valori eccedenti riscontrati sono stati scartati per ovvia presenza delle barre d'armatura.





## *Esame delle certificazioni*

### **Prove di resistenza a compressione**

Le prove sono state eseguite su carote cilindriche estratte dalla massa del cls. con idonea carotatrice.

Le dimensioni delle carote rispettano sostanzialmente il rapporto

$$\frac{\phi}{h} = \frac{1}{2}$$

ove:

$\phi$  = diametro della carota espresso in mm

h = altezza della carota espressa in mm

Attesi i risultati delle tensioni di rottura sperimentalmente determinati;

tenuto conto dei coefficienti di disturbo, nonché delle più recenti indicazioni della letteratura tecnica in ordine alla conversione dei valori di resistenza da cilindrica a cubica che nel caso specifico interessa, si è operata la conversione, di cui innanzi, adottando la relazione che segue nella quale si è tenuto conto anche di quanto disposto al proposito dal vigente D.M. 9.1.96 in applicazione della L. 1086/'71:

$$R_{cub.} = \frac{1.5 * k * R_c}{0.83 * (1.5 + \frac{\phi}{h})}$$

ove :

$R_{cub}$  = resistenza cubica corrispondente in N/mm<sup>2</sup>

K = coefficiente sperimentale pari a 1.84 per perforazioni orizzontali

K = coefficiente sperimentale pari a 2.00 per perforazioni verticali

$R_c$  = resistenza unitaria alla rottura per schiacciamento della carota cilindrica in N/mm<sup>2</sup>

$\phi$  = diametro della carota espresso in mm

h = altezza della carota espressa in mm



Con riferimento al certificato di prova a compressione N. 26001, di seguito allegato, si compila la tabella di equivalenza in appresso riportata ove le approssimazioni inserite - relativamente al valore del "K" posto sempre pari a 1,84ed al valore del rapporto Ø/h posto sempre pari a 0,5 -; sono ovviamente cautelative:

N.	Contrassegno	Rc	Rcub	Rm	Rck
A	Serbatoio MB1	29,0	48,2		
B	Parete MB1	29,2	48,5		
C	Serbatoio MB2	25,0	41,6		
D	Parete MB2	23,9	39,7		
E	Serbatoio MB3	28,5	47,4		
F	Parete MB3	32,6	54,2	46,6	43,1

ove oltre al significato dei simboli già noti si precisa che per Rm si intende la Resistenza media sul provino cubico in N/mm<sup>2</sup> e che per Rck si intende la Resistenza caratteristica, sempre in N/mm<sup>2</sup>, calcolata detraendo alla resistenza media sul provino cubico il valore regolamentare di 3.5 N/mm<sup>2</sup>.

Dalla tabella è altresì palese che non v'è alcuna coppia tra i valori di Rcub che possa assurgere a valori inferiori a Rck-3,5= 43,1 - 3,5 = 39,6 N/mm<sup>2</sup> per cui risulta verificata anche la seconda condizione di quelle previste per il controllo di qualità di tipo "A" di cui all'Allegato 2 del D.M. 09.01.1996 e quindi resta confermato come attendibile il valore di 43,1 N/mm<sup>2</sup> per la corrispondente Rck nella fattispecie.

Al fine di temperare ogni elemento disponibile per definire con la più alta possibilità di precisione l'effettivo valore della Rck in sito si esegue una nuova determinazione, del ricercato valore di Rck, facendo riferimento agli studi condotti dal Prof. Montella della Università di Napoli pubblicati con gli atti del convegno "La qualità del costruire" *Quaderni tecnici ALI, Vol. 2, settembre 1997*.

Per gli studi detti si ha:

$R(\text{cubo}) = 0,83 \times R(\text{cilindro})$  per carote prelevate parallelamente alla direzione del getto;

$R(\text{cubo}) = 3 \times R(\text{cilindro}) / (1,5 + 1/\lambda)$  per carote prelevate parallelamente alla direzione del getto ( $\lambda$  è il rapporto tra altezza e diametro della carota)

Per cui, attesi i valori del richiamato certificato del laboratorio Edilprove N. 26001, si ottiene la tabella che segue:



N.	Contrassegno	Rc	Rcub	Rm	Rck	Prelievo
A	Serbatoio MB1	29,0	33,7			parallelo
B	Parete MB1	29,2	43,8			ortogonale
C	Serbatoio MB2	25,0	28,6			parallelo
D	Parete MB2	23,9	35,9			ortogonale
E	Serbatoio MB3	28,5	33,1			parallelo
F	Parete MB3	32,6	48,9	37,3	33,8	ortogonale

Dalla tabella è altresì palese che non v'è alcuna coppia tra i valori di Rcub che possa assurgere a valori inferiori a  $Rck - 3,5 = 33,8 - 3,5 = 30,3$  N/mm<sup>2</sup> per cui risulta verificata anche la seconda condizione di quelle previste per il controllo di qualità di tipo "A" di cui all'Allegato 2 del D.M. 09.01.1996 e quindi resta confermato come attendibile – per il procedimento in esame - il valore di 33,8 N/mm<sup>2</sup> per la corrispondente Rck nella fattispecie.

Dal confronto dei risultati ottenuti con i due procedimenti si evidenzia come il valore di tensione di rottura per compressione della carota possa condurre a indicazioni qualitative per l'assegnazione della Rck da riguardare nel loro complesso, anche alla luce degli altri risultati d'indagine; come ad esempio le battute sclerometriche e gli ulteriori parametri oggetto di valutazioni successive.

In questo caso, tenuto conto degli alti valori di prova ottenuti per la Rc letti in combinato con i valori sclerometrici è da concludere che i danni prodotti dall'estrazione sono più modesti di quelli considerati con l'applicazione della formula di cui al primo caso per cui, in definitiva, **nella fattispecie può prudenzialmente assumersi di essere in presenza di una struttura caratterizzata da un valore di Rck pari almeno a 30 N/mm<sup>2</sup>** e comunque esistente in un range compreso tra 30 e 40 N/mm<sup>2</sup> per tutte le considerazioni sopra esposte.

Il valore indicato di Rck si ritiene compatibile con le attuali condizioni di carico della struttura in esame.



## Prove di permeabilità

Con riferimento al certificato di prova del coefficiente di permeabilità N. 26002, di seguito allegato, si osserva che la permeabilità caratteristica del calcestruzzo esaminato è compresa tra 0.0015 cm/sec e 0.0018 cm/sec. In pratica si è in presenza di un calcestruzzo di normale permeabilità essendo essa permeabilità attestata intorno a valori di  $1.5 - 1.8 \cdot 10^{-3}$  ovvero valori caratterizzanti un calcare od una arenaria di media compattezza.

Tenuto conto che attraverso la prova di permeabilità si determina il volume di acqua che nell'unità di tempo è transitato attraverso la sezione del campione di prova sotto una pressione di prova;

considerato che nella fattispecie vi può essere calcestruzzo sottoposto ad un carico idraulico costituito da acqua, dell'ordine di grandezza del metro di colonna d'acqua, specie per quanto riguarda il calcestruzzo del fondo delle vasche in concomitanza di eventi di pioggia di forte intensità e fino allo sgottamento delle vasche stesse;

rilevato altresì che allo stato il fondo delle vasche appare mediamente protetto da vernice impermeabilizzante all'acqua;

si ritiene

utilizzabile, sotto il prefato aspetto, la struttura in esame a condizione che nel tempo si programmino le attività di manutenzione di cui anche in appresso si darà contezza e che per la fattispecie consistono nella garanzia della impermeabilizzazione del fondo delle vasche in particolare e delle pareti in generale attraverso idonei ripristini e rasature con pitturazione impermeabile a finire.





### **Misura della profondità di carbonatazione.**

Con riferimento al certificato di misura della profondità di carbonatazione N. 26003, di seguito allegato, si osserva che nei campioni analizzati questa si attesta su valori prossimi ai 20 mm, i quali non fanno destare, allo stato, particolari preoccupazioni per la durabilità della struttura essendo essi ricompresi, ancora, nell'ordine di grandezza del copriferro (2,5 – 3 cm).

Tanto comporta attualmente un valore di Ph per la pasta del Cls. sufficientemente alto e tale da garantire lo stato di passivazione delle armature in essa annegate.

E' comunque doveroso precisare che nella fattispecie è necessario garantire con idonei interventi manutentivi, programmati con almeno cadenza triennale (cadenza temporale di rinnovo dei C.P.I. – certificato di prevenzione incendi - in presenza contemporanea di più attività – come nel caso in esame - di cui al D.M. 16.2.82), la completa protezione del cls. agli attacchi degli agenti atmosferici al fine di scongiurare o almeno rallentare il più possibile la carbonatazione.

Ciò in quanto le vasche in esame, oltre alle ordinarie sollecitazioni tipiche di strutture in cls. operanti in ambiente aperto sensibilmente aggressivo - si è in presenza di ambiente industriale siderurgico - potrebbero essere chiamate ad esplicare il massimo della loro funzione (contenimento di liquidi infiammabili) anche in presenza di incendio per cui le armature metalliche se non opportunamente protette in conformità del vigente disposto normativo (UNI 9858 di cui al D.M. 09.01.1996 – classe di esposizione tra 5a e 5b con Rck compreso tra 30 e 40 N/mm<sup>2</sup>) e Circolare Ministeriale 91 del 1961 e succ. normazioni afferenti) collasserebbero in tempi assai più ridotti a quelli regolamentari coordinati, appunto, con gli aspetti della prevenzione incendi.



## CONCLUSIONI

Tenuto conto delle risultanze delle ispezioni sui luoghi e dello stato degli stessi per le attuali destinazioni d'uso, delle prove sperimentali in sito, dei risultati delle analisi di laboratorio, delle relative elaborazioni numeriche e delle considerazioni innanzi condotte anche alla luce dei vigenti disposti normativi,

**allo stato le vasche di contenimento in C.A per i serbatoi di olio combustibile di CET 2 dello stabilimento ISE S.r.l. di Taranto si possono ritenere utilizzabili.**

Taranto, 26.01.2004

I tecnici



