

**RELAZIONE SU PIAZZA MUNICIPALE**  
**6 Febbraio 2002**

**Ing. Valentino Tavolazzi**

## **INDICE**

<b>PRINCIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO</b>	<b>2</b>
<b>INFORMAZIONI TECNICHE SULLA RESISTENZA AL GELO DEL COTTO</b>	<b>4</b>
<b>DOCUMENTI DI APPALTO E VARI</b>	<b>6</b>
<b>INFORMAZIONI TECNICHE SU PRODOTTI ALTERNATIVI</b>	<b>11</b>
<b>CONSIDERAZIONI SULLE RESPONSABILITA' INTERNE</b>	<b>12</b>
<b>LE PROVE DI LABORATORIO SUL MATTONE</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSIONI FINALI</b>	<b>16</b>

## PRICIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

### **R.D. n. 2233 del 1939. Norme per l'accettazione dei materiali laterizi.**

Riguarda, tra gli altri, i *materiali laterizi pieni, formati di argilla, ossido di ferro, carbonato di calcio..impastati, pressati..e dopo asciugamento esposti a giusta cottura..quali i mattoncini comuni e da pavimento.*

Al cap.I art.3 si precisa che *i laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione,..debbono non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline.*

Il decreto definisce i metodi di prova e tra le prove fisiche regolamenta quelle di compressione, urto, **gelività**, imbibimento, che sono quelle di maggior interesse nel nostro caso.

La prova di resistenza dei materiali laterizi **all'azione di basse temperature** si determina immergendo i provini in acqua a  $+35^{\circ}$  per tre ore e ponendoli poi in frigorifero a  $-10^{\circ}$  per altre tre ore. Il ciclo predetto viene ripetuto **venti volte**.

Dopo i venti cicli si esegue la prova a compressione: il laterizio in esame si dichiara **non gelivo** se durante e dopo i venti cicli non presenta screpolature o tracce di lesione e se la resistenza a compressione dei provini non è inferiore **all'80%** della resistenza presentata allo stato asciutto.

Per la prova d'imbibimento i laterizi essiccati sono immersi in acqua per 48 ore e pesati.

### **R.D. n. 2234 del 1939. Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione.**

Riguarda materiali aventi forma di piastrelle e, relativamente alla prova di **gelività**, stabilisce dei metodi analoghi a quelli previsti dal decreto precedente.

### **Norma UNI 8942 del 1986 "Prodotti di laterizio per murature".**

E' suddivisa in tre parti fondamentali: terminologia e sistemi di classificazione, limiti di accettazione, metodi di prova.

La norma, oltre a definire il metodo per la determinazione **dell'assorbimento d'acqua**, che consiste nell'immergere il provino per 24 ore in acqua distillata, introduce il concetto di stima del **rischio di gelività**, per valutare il quale si può ricorrere anche al metodo del **porosimetro a penetrazione di mercurio** oppure al tradizionale metodo **dei cicli di gelo e disgelo**.

Il primo è più costoso, il secondo richiede tempi assai più lunghi.

Un metodo semplificato introdotto dalla norma consiste nella determinazione dell'assorbimento d'acqua e del **coefficiente di saturazione**, valutato in base alla quantità d'acqua trattenuta dal provino dopo immersione per 5 ore in **acqua bollente**. Si riportano i valori in un grafico ed in base alla posizione del punto si può valutare il rischio di gelività. Qualora il punto cadesse nella fascia di incertezza, occorrerebbe ricorrere agli altri metodi.

La norma tuttavia segnala il fatto che le determinazioni di laboratorio **non forniscono** un criterio valido nella totalità dei casi, tenuto conto che le condizioni effettive di messa in opera del materiale sono diverse da zona a zona ed i fattori che intervengono nel fenomeno possono combinarsi tra loro nei modi più vari.

Un ulteriore elemento utile per valutare il rischio di gelività è rappresentato dal valore del **diametro critico di porosità**, cioè quel diametro tale per cui tutti i pori di diametro inferiore costituiscono complessivamente il 90% del volume della porosità. Lo si determina con il porosimetro a penetrazione di mercurio, mediante il quale è possibile stabilire la distribuzione dei pori in funzione del loro diametro.

**Si ritiene che il rischio di gelività sia modesto quando il diametro critico supera 1,8 micron.**

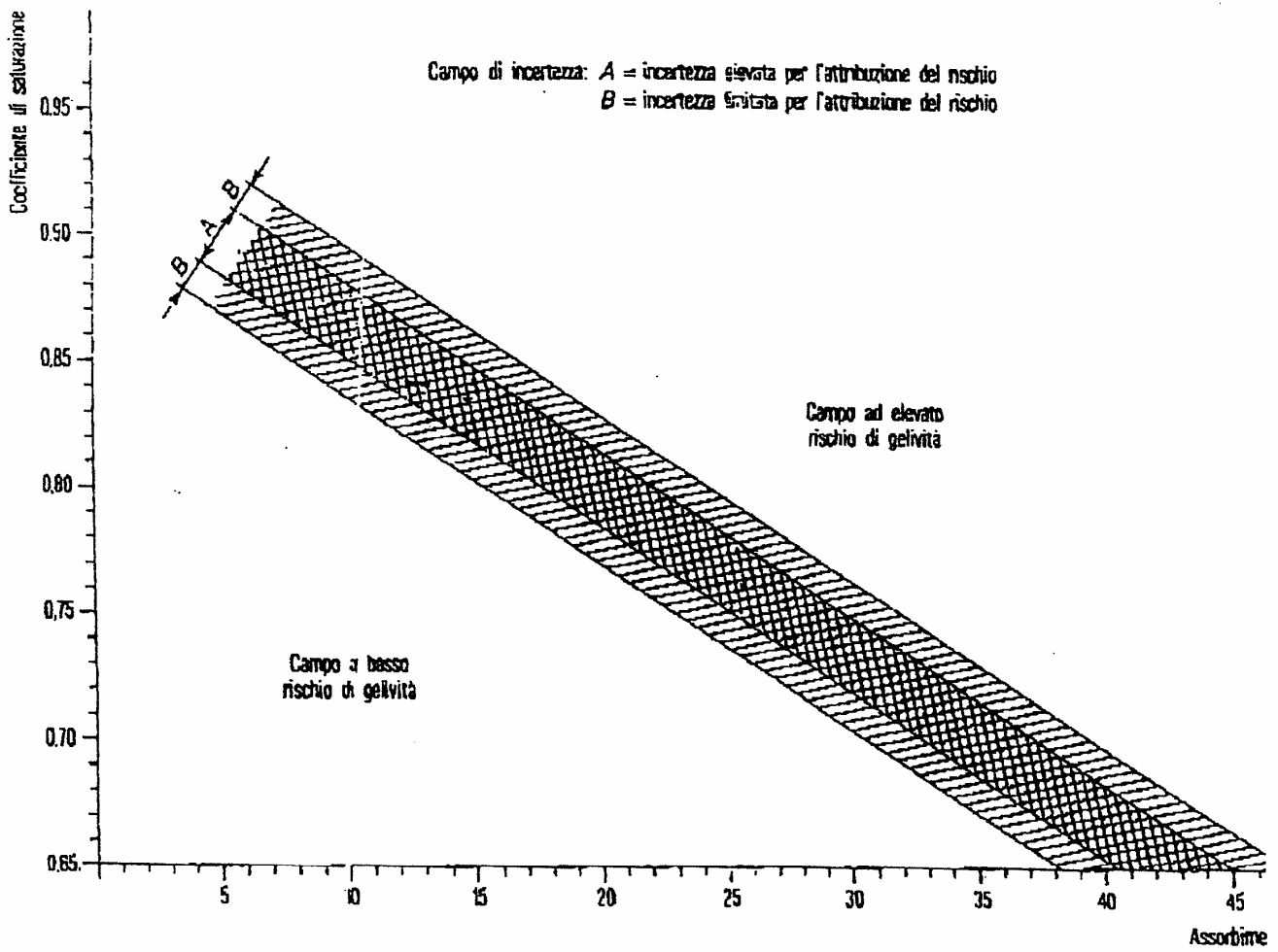


Fig. 10

**Norma Europea EN 202 del 1991. Piastrelle di ceramica, determinazione della resistenza al gelo.** (Sostituisce EN 202 1985)

Richiede l'uso di almeno 10 provini. Dopo essiccazione vengono impregnati progressivamente di acqua lasciandoli immersi per sette giorni. Per materiali con assorbimento superiore al 6% è prevista l'**impregnazione con acqua sotto vuoto**. La prova prevede **50 cicli gelo-disgelo a +15° e -15°, mantenendo il materiale per due ore a ciascuna temperatura**.

Vengono esaminati i danni durante e dopo la prova.

**Norma UNI EN ISO 10545-12 del 1997. Piastrelle di ceramica, determinazione della resistenza al gelo.** (Sostituisce la EN 202)

Per l'impregnazione di acqua prevede solo il metodo sotto vuoto.

**Il ciclo gelo-disgelo consiste nel portare il materiale a -5° e a +5° per 15 minuti di permanenza, ripetendolo 100 volte.**

Vengono esaminati i danni durante e dopo la prova.

## **INFORMAZIONI TECNICHE SULLA RESISTENZA AL GELO DEL COTTO**

Oltre alle prove previste dalla UNI 8942 sono stati studiati sistemi di classificazione che prendono in esame la correlazione fra il comportamento del prodotto all'attacco del gelo ed alcune sue caratteristiche fisiche facilmente determinabili: **distribuzione granulometrica delle argille, tenore di carbonati e quarzo contenuti, resistenza meccanica, distribuzione gravimetrica, potere di assorbimento d'acqua.**

- Per quanto riguarda la composizione e la granulometria è stato dimostrato sperimentalmente che la **porzione di minerali argillosi relativamente alta è caratteristica dei materiali non gelivi. Al di sopra di una percentuale del 35% di frazioni inferiori a 2 micron, la stragrande maggioranza dei materiali è resistente al gelo.**

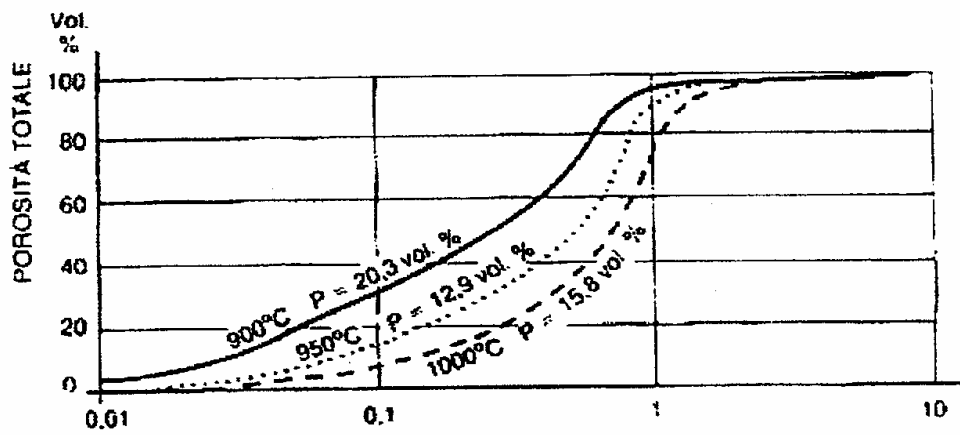
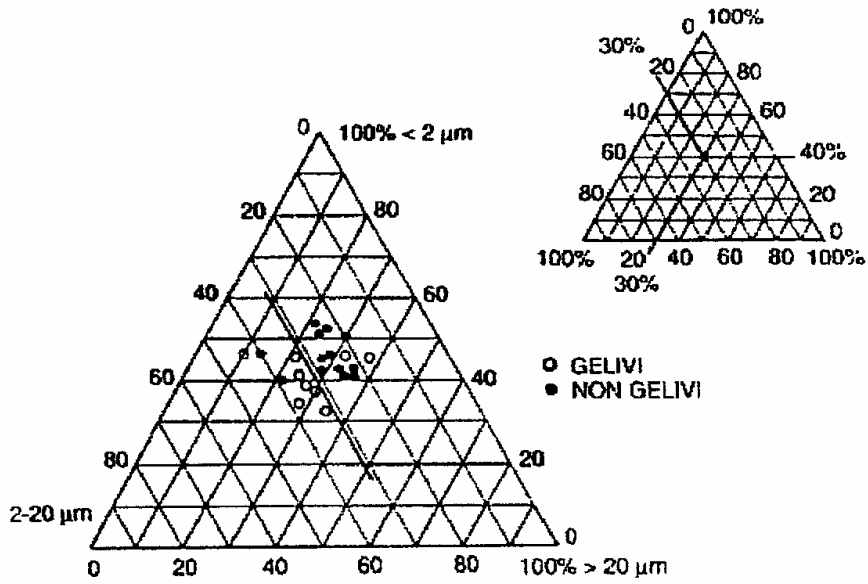
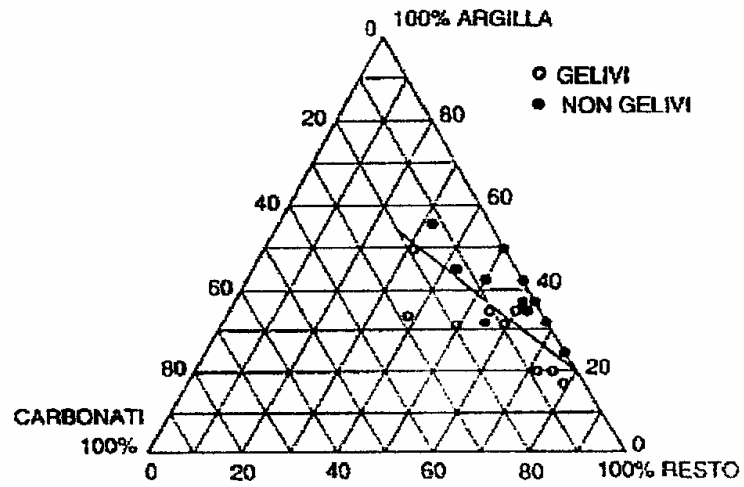
Il **diagramma di Correns** evidenzia la distribuzione granulometrica e le zone di gelività corrispondenti ed il **diagramma ternario**, con le percentuali di minerali argillosi ed altri, indica che quando cresce il contenuto di carbonati si **può avere resistenza al gelo solo in presenza contemporanea di un alto contenuto di minerale argilloso.**

- I danni dovuti al gelo in un materiale poroso derivano dalla rottura dei pori sottoposti a sforzi notevoli per l'espansione del ghiaccio. L'esperienza dimostra che **quando i pori superiori ai 2 micron sono presenti in percentuale notevole, il prodotto non è gelivo.**

La zona critica si trova mediamente localizzata tra 0,1 e 2 micron circa.

Con il **porosimetro** a pressione è possibile stabilire le ripartizioni porosimetriche e quindi determinare, come sopra accennato, il **diametro critico di gelività**. Se questo risulta superiore a 1,8 micron il materiale è da ritenersi non gelivo.

- La resistenza che il corpo ceramico oppone alle forze generate dall'espansione del ghiaccio è legata al **grado di cottura** del prodotto, che condiziona direttamente la **porosità**. L'aumento di temperatura provoca una riduzione notevole della porosità totale e la comparsa di pori di notevole diametro che **influiscono in modo positivo sulla non gelività.**



## DOCUMENTI DI APPALTO E VARI

- **Progetto esecutivo, lista delle lavorazioni e forniture, Luglio 2000.**

Il responsabile del progetto è l'ing. **Fulvio Rossi**. Il documento è parte integrante del contratto d'appalto firmato il 12.04.2001 dal responsabile di procedimento ing. **Enrico Pocaterra** e l'impresa Moretti.

L'art 1.16 recita: *fornitura e posa in opera di mattoni speciali da esterno, fatti a mano, tipo S.Marco – Impruneta o similari, posti in opera in coltello su sottofondo precedentemente predisposto, compresa la fornitura e posa di sabbia del Brenta per uno spessore di cm.6; sono altresì compresi gli oneri per la sigillatura delle connessioni ed ogni altro onere per dare il lavoro finiti a regola d'arte. Prima della posa in opera il materiale suddetto dovrà essere accettato dalla D.L., sia per quanto riguarda il tipo, la colorazione e le dimensioni.*

Il Direttore dei lavori è l'ing. **Ferruccio Lanzoni**.

Il prezzo è stabilito in **92500 Lire al mq** per 2028 circa mq previsti; nell'elenco prezzi unitari predisposto dai tecnici dell'Amministrazione il prezzo stimato è di 105000 Lire al mq.

- **Progetto esecutivo, capitolato speciale d'appalto norme tecniche, Luglio 2000.**

**Art. 3.17 Pavimentazioni in cotto.**

*“Le mattonelle saranno ottenute mediante formatura ad alta pressione e cottura ad elevata temperatura di argille forti miscelate a sostanze naturali che ne favoriscano la coesione, la compattezza e la resistenza all'usura. Alla fratture l'impasto dovrà risultare omogeneo ed a grana finissima.. Le mattonelle dovranno essere fornite con certificato di prova che ne attesti le caratteristiche di non gelività..*

Inoltre sono previste una **resistenza alla compressione di almeno 250kg/cmq**, una **resistenza all'urto non inferiore a 0,30 kgm** ed una **resistenza alla flessione di almeno 35 kg/cmq**.

**Il capitolato richiama solo le norme di cui ai RR.DD. n. 2233 e 2234 del 1939.**

Sono richiesti inoltre un **assorbimento massimo del 4% in peso** ed uno **spessore di almeno 7 cm** per consentire una perfetta stabilità anche con posa in opera senza leganti e con intasamento mediante miscela di sabbia ed argilla.

- **Progetto esecutivo, elaborati grafici, Luglio 2000.**

I disegni che riguardano la pavimentazione riportano mattoni fatti a mano, posati in vario modo a coltello, di dimensioni 25\*12\*5,2.

La sezione tipo prevede 30 cm di sabbia, 40 cm di stabilizzato, tessuto non tessuto, 6 cm di sabbia del Brenta, pavimentazione di mattoni speciali da esterno posati in coltello.

- **Schema di contratto, Luglio 2000.**

Importo a base d'asta **1202 milioni** circa, di cui 706 di pavimentazione e sistemazioni varie.

Forma del contratto **“a misura”**.

Tempo utile **180 giorni** naturali, successivi e continui, decorrenti dalla data del verbale di consegna.

Penale di **500.000 Lire** ogni giorno di ritardo.

Relativamente alla pavimentazione devono essere predisposte dall'Appaltatore idonee campionature realizzando **“moduli tipo”** in scala reale, a suo carico.

Garanzia fidejussoria definitiva del **10%** dell'importo dei lavori.

**Polizza assicurativa** a copertura dei rischi di esecuzione e di responsabilità civile per danni a terzi.

Stati di avanzamento dei lavori ogni **250 milioni**.

- **Verbale di aggiudicazione, 12.02.01**  
Vengono scartate le offerte anomale, tra le quali quella della **Coop Costruttori** che ha offerto un ribasso del 12.065%.  
**L'appalto viene assegnato all'impresa Moretti che ha offerto un ribasso del 10.197%.**
- **Consegna dei lavori 15.3.2001.**  
Dal 15.03.2001 decorrono i 180 gg contrattuali per l'ultimazione dei lavori che deve avvenire entro il 11.09.2001.
- **Contratto d'appalto del 12.04.2001.**  
Progetto base approvato dalla Giunta il **21.07.2000**, asta pubblica indetta il **10.11.2000**, esito gara **12.02.2001** con ribasso 10,197%.  
Importo **lavori 1089** milioni circa  
Consegna lavori **15.03.2001**.  
Garanzia fidejussoria di **108** milioni.  
Polizza assicurativa con scadenza il **15.10.2001**.
- **Consegna "Schede tecniche e Certificazioni" da parte impresa Moretti, 12.04.01.**  
L'impresa Moretti trasmette alla Direzione Lavori alcune schede tecniche relative al processo produttivo delle **Fornaci Molino** ed alcuni certificati di laboratorio a seguito di prove effettuate negli anni precedenti.  
In particolare si tratta di una prova di **compressione** del 1992 ai sensi del D.M 24.1.86, ordinata dal produttore al laboratorio Elletipi di Ferrara, ed effettuata su 30 campione di mattone estense 12\*25\*5 cm. con risultato **269kg/cmq** circa, e di una prova di **resistenza al gelo** secondo **UNI EN 202**, più severa del R.D. del 1939 e specifica per pavimentazioni in ceramica, effettuata nel 1995 presso il laboratorio Sassuolo Lab su 20 provini 12\*25\*5.5 cm. e 10 provini 15.5\*30.5\*3 cm **con esito positivo**.
- **Lettera della Direzione Lavori alla Soprintendenza del 12.04.2001.**  
Vengono inviati 11 campioni di mattoni per la selezione di tre.
- **Due lettere dell'impresa del 11.05.2001.**  
Moretti si lamenta delle variazioni continue dei lavori e richiede una perizia.
- **Lettera dei progettisti all'ing. Rossi e all'ing. Lanzoni, 29.05.2001**  
I progettisti, tra i quali l'ing. Barillari e l'arch. Ghiglione lamentano il mancato coinvolgimento nelle scelte di variante al progetto.
- **Verbale di sopralluogo del 7.06.2001.**  
In base all'esame di tre pannelli in mattoni di 2\*2 m, forniti dalle ditte **Fornaci Molino, S. Marco, Unieco** e dopo l'illustrazione da parte dell'ing. **Lanzoni** di come si è giunti alla scelta di un mattone 28\*14 cm per motivi storici e tecnici, l'arch. **Ghiglione** e l'ing. **Barillari** considerano indifferente la scelta tra S. Marco e Molino, l'Assessore **Merighi** dichiara la propria preferenza per Molino purchè sia garantita l'omogeneità di produzione, l'arch. **Alberti** dichiara la propria preferenza per Molino pur manifestando perplessità riguardo alle effluorescenze. Il verbale si conclude con la **decisione** di adottare il mattone 14\*28 cm, inoltre che il mattone **Unieco è scartato**, che il campione esteticamente **più adatto** è quello di **Fornaci Molino** e di richiedere garanzie contro le effluorescenze. A questo proposito la Direzione Lavori informa che i campioni di entrambi i materiali, S. Marco e Molino, sono stati inviati in laboratorio per i



**controlli di legge e di capitolato**, dando priorità alle prove di **compressione, effluorescenze e gelività**.

- **Ordine di servizio n. 4 del 12.06.2001.**

La Direzione Lavori ordina all'impresa di **eseguire le prove meccaniche** sui mattoni selezionati presso il laboratorio Elletipi di Ferrara su almeno 3 campioni Molino e S. Marco.

- **Lettera della Direzione Lavori all'impresa Moretti del 12.06.2001.**

Tra le altre prescrizioni si raccomanda l'allettamento mediante **sabbia e cemento** per uno spessore di 5 cm e l'intasamento tra i mattoni mediante **sabbia**.

La dimensione 14\*28 è data per decisa, mentre la scelta del materiale viene subordinata alle **prove meccaniche** ordinate all'impresa.

- **Lettera dell'impresa del 12.06.2001**

Moretti si lamenta dei continui cambiamenti, spesso verbali, dei lavori e dei programmi.

Quantifica le variazioni economiche citando i  **tredici nuovi prezzi** poi recepiti in perizia.

- **Risposta dell'impresa all'ordine di servizio n.4 del 13.06.2001.**

L'impresa consegna al laboratorio 3+3 mattoni della Molino e della S. Marco precisando che la prima ditta è la **scelta principale** dell'Amministrazione e della Sovrintendenza.

Inoltre l'impresa segnala alcune incongruenze tra i dati di progetto e la scelta di cui sopra, in particolare lo **spessore di cm 7** previsto dal capitolato, **l'assenza di misure** del mattone sempre nel capitolato e la misura riportata dai disegni **diversa** da quella scelta.

- **Trasmissione campioni al laboratorio, 18.06.2001**

La Direzione Lavori invia ad Elletipi **due pacchi contenenti 30 mattoni l'uno** per le prove di cui al verbale del 7.06.2001. **I campioni, nel numero di 30 per ciascuno dei due produttori Molino e S. Marco, sono stati scelti in presenza di loro rappresentanti, rispettivamente il sig. Villani ed il sig. Fava, ed è stato firmato un verbale di campionatura.**

- **Perizia di variante tecnica e suppletiva, relazione tecnica, Luglio 2001.**

Il responsabile di progetto è l'ing. **Fulvio Rossi**, del procedimento l'ing. **Enrico Pocaterra**, della direzione lavori l'ing. **Ferruccio Lanzoni**.

**Tra le opere in variante viene indicata la fornitura e posa di mattoni 28\*14\*5,5 cm, compreso l'intasamento dei giunti tra i mattoni a sabbia.**

**Riguardo ai mattoni si dà atto che è avvenuta una selezione dei campioni presentati e si sono indicati i requisiti che questi devono avere (vedere verbale di sopralluogo all.to 7).**

**Si dice inoltre che la scelta del mattone sarà effettuata non appena saranno forniti gli esiti delle prove di laboratorio, a cura di Elletipi s.r.l. di Ferrara, con particolare riguardo a compressione, gelività ed effluorescenze.**

L'importo suppletivo dei lavori è di **470** milioni circa.

Il nuovo importo complessivo è di **2340** milioni con una maggiore spesa di **540** milioni.

Nella descrizione del quadro economico non emerge chiaramente che il peso maggiore nella perizia lo gioca la **"nuova"** pavimentazione e **non tanto** per la soletta in calcestruzzo, quanto per il cambio del mattone.

L'allegato 6 dello studio **Ceccoli** definisce il nuovo pacchetto introducendo la lastra in calcestruzzo, inoltre dichiara che la pavimentazione in mattoni di laterizio fatti a mano **non è idonea** al traffico veicolare ed è **indicata solo per aree pedonali**.

L'allegato 7 è il **verbale di sopralluogo** avvenuto il **7.06.2001**.

- **Perizia di variante tecnica e suppletiva, analisi nuovi prezzi, Luglio 2001.**  
 Contiene, tra le altre, l'**analisi del prezzo della pavimentazione** esterna in mattoni di cotto delle dimensioni di 14\*28\*5 cm, messi in coltello secondo i disegni della perizia e compreso il pacchetto di supporto.  
 Per la **soletta in c.a.** viene concordato con l'impresa un prezzo scontato di **65000** Lire circa a mq.  
 Per il **pavimento** compreso sottofondo, materiale, trasporti e posa un prezzo scontato di **215000** Lire a mq. circa.  
**Va rilevato che il prezzo di contratto del pavimento è di Lire 92500 al mq.**
- **Perizia di variante tecnica e suppletiva, quadro raffronto. Luglio 2001**  
 Il maggiore importo per lavori di circa **470** milioni è determinato per **378** milioni dalla variante sulla pavimentazione ( 564-186), di cui **140** milioni per la soletta ed i restanti **238 milioni per il cambio di mattone** (conteggi da verificare).
- **Atto di sottomissione e concordamento nuovi prezzi del 3.07.2001**  
 Documento a firma dell'ing. **Pocaterra**.  
 Importo lavori **1550** milioni, con incremento di **470** milioni.  
 Il nuovo prezzo **NP13** della pavimentazione in cotto con mattoni 14\*28\*5,5 cm, compresa la soletta viene definito in **280000** Lire al mq.  
 Viene stabilita una proroga di **45gg**.  
 L'impresa accetta di dare esecuzione ai lavori fino a **1324** milioni, in attesa del finanziamento.
- **Primi esiti delle prove da Elletipi. Fax del 3.07.2001.**  
 Prova di **compressione**: Molino **26** MPa, S. Marco **30** Mpa.  
**Assorbimento d'acqua**: Molino **17%**, S. Marco **15%**.**Effluorescenze nulle.**
- **Delibera di Giunta di approvazione della perizia in data 5.07.2001.**  
 E' assente l'Assessore **Merighi**, la regolarità tecnica è firmata dall'ing. **Lanzoni**.
- **Determina del 7.07.2001 per l'impegno di 254 milioni disponibili.**  
 E' firmata dall'ing. **Lanzoni** e vistata per la congruità dall'arch **Bernardi**, poichè il dirigente di settore ing. **Rossi** era in ferie.
- **Ulteriori esiti delle prove di Laboratorio. Fax del 10.07.2001.**  
 Confermati i valori precedenti del 3.07.2001.  
**Urto**: Molino **0,63** kgm, S. Marco **0,49** kgm.  
**Flessione**: Molino **4,55** Mpa, S. Marco **3,6** Mpa.  
**Gelività** calcolata come resistenza a compressione finale: Molino **24** MPa, S. Marco **31** MPa.  
**Entrambe non gelive secondo il R.D. del 1939.**
- **Lettera della Direzione Lavori all'impresa Moretti, del 10.07.2001.**  
 La Direzione Lavori **autorizza** l'approvvigionamento dei mattoni di Fornaci Molino in base alle prove di laboratorio (sintetiche e non proprio a favore di Molino).  
 Afferma inoltre che **entrambe** i prodotti **rispettano le prescrizioni di normativa e di capitolato** e che la scelta è motivata da ragioni estetiche **addotte dalla Soprintendenza**.  
 Si richiede all'impresa una **procedura di controllo** dei mattoni per garantire omogeneità del prodotto.

- **Trasmissione da parte dell'impresa delle schede tecniche e delle certificazioni delle Fornaci Molino. 17.07.2001**  
Vengono trasmessi i certificati relativi alle prove effettuate dal laboratori Elletipi di Ferrara su richiesta della Direzione Lavori del 18.06.2001, con i dati completi relativi alle campionature di entrambi i produttori.  
I dati confermano quanto anticipato via fax da Elletipi in data 10.07.2001, ma la loro completezza consente di apprezzare un miglior comportamento al gelo dei mattoni San Marco, così come una minore e più omogeneo assorbimento, una maggiore resistenza alla compressione ed un maggior peso specifico.
- **Delibera di Consiglio del 23.07.2001 di ratifica della deliberazione di Giunta e di approvazione della variazione del bilancio di previsione 2002.**  
Illustra la delibera l'Assessore Merighi.
- **Ordine di servizio n. 6 del 24.08.2001.**  
La Direzione Lavori ordina all'impresa di inviare al laboratorio Elletipi di Ferrara **i campioni Molino**, prelevati in contraddittorio in cantiere, per le relative prove meccaniche.
- **L'impresa Moretti chiede una proroga. 5.10.2001**
- **Comunicazione della Direzione Lavori in merito alla proroga del 30.10.2001**  
Viene proposta una proroga di **20gg**.
- **Certificato di ultimazione lavori del 20.11.2001**
- **Il 18.12.2001 La Direzione Lavori convoca per un sopralluogo l'impresa Moretti e le Fornaci Molino.**
- **Il 19.12.2001 l'ing. Lanzoni informa l'Assessore Merighi della convocazione di Moretti e Molino per il sopralluogo del 20.12.2001 e gli trasmette anche il fax del 10.07.2001 con gli esiti di prova, quelli che hanno dato luogo alla scelta del materiale.**
- **Verbale di sopralluogo del 20.12.2001 trasmesso all'impresa il 27.12.2001**  
Vengono contati circa **1000** pezzi danneggiati su circa 180000. La Direzione Lavori informa che sta considerando di sospendere i pagamenti.
- **Verbale di sopralluogo del 3.01.2002 trasmesso il 4.01.2002**  
Vengono contati circa **6000** mattoni danneggiati.
- **Verbale di sopralluogo del 15.01.2002 trasmesso il 16.01.2002**  
Vengono conteggiati circa **6600** pezzi danneggiati.
- **Verbale del 23.01.2002**  
L'area interessata da danni rilevanti riguarda circa **36650** mattoni.

## INFORMAZIONI TECNICHE SU PRODOTTI ALTERNATIVI

### **San Marco Laterizi**

Prodotto in pasta molle sia con argille Venete che Toscane.

Il mattone può essere usato per pavimentazioni esterne ed è dichiarato ingelivo (UNI 8942, EN202, ISO 10545).

Se usato per pavimentazioni esterne non deve essere posato in malta cementizia e devono essere previsti gli appositi giunti di dilatazione.

### **Unieco**

Prodotto in pasta molle.

Mattone dichiarato ingelivo con certificato secondo il R.D del 1939.

### **Cottoimpruneta**

Prodotto estruso impiegando argille Toscane.

Assorbimento 2,5-3,5%

Ingelività garantita secondo UNI EN 202

Per posa su sabbia consigliati mattoncini di dimensione 9\*27,5\*5 cm, 6\*26\*6 cm, 5,5\*26\*4.

La pavimentazione va compattata a mezzo vibratore.

Riempire i giunti con sabbia fine miscelata a secco con calce idraulica o cemento.

### **Il Ferrone**

Prodotto estruso impiegando argilla della Toscana.

Assorbimento 3-6%

Resistenza al gelo secondo UNI-EN 202 garantita.

Resistenza alla flessione 239 kg/cm<sup>2</sup> circa.

Giunti sigillati.

## CONSIDERAZIONI SULLE RESPONSABILITA' INTERNE

### Progetto ed elaborati d'appalto.

Il progetto, dopo una lunga gestazione, viene ultimato nel **Luglio 2000** ed approvato dalla Giunta il 21.7.2000. Il responsabile del progetto è l'ing. **Fulvio Rossi** ed il gruppo di progettazione è composto da tecnici interni all'Amministrazione, tra i quali il responsabile di procedimento ing. **Enrico Pocaterra** e l'ing **Antonio Barillari**, entrambi dirigenti.

Prescindendo in questa sede da ogni considerazione in merito al progetto ed agli elaborati ad esso collegati, mi soffermo esclusivamente sulla **pavimentazione**.

**Va fin d'ora rilevato il fatto che le caratteristiche dei mattoni in cotto dovevano essere specificate con maggior precisione, sia per quanto riguarda le prestazioni richieste, che per quanto attiene la normativa di riferimento per la loro accettazione.**

Come riportato nelle pagine precedenti, il capitolato speciale d'appalto all'art.3.17 non parla di **mattoni resistenti al gelo**, ma di *"..mattonelle.. fornite con certificato di prova che ne attesti le caratteristiche di non gelività.."*; si richiamano inoltre come norme di riferimento i RR.DD. n. 2233 e 2234 del 1939.

Ora, considerando che esistono sempre margini di rischio, in misura più o meno ampia, ogni volta che si realizza una pavimentazione esterna in mattoni in cotto e per di più in zone come la nostra, dove il pericolo di gelo non solo esiste, ma è ancor più devastante a causa delle frequenti escursioni attorno allo zero, **si sarebbero dovute adottare prescrizioni tecniche più severe, richiamando tutte le norme di legge e tecniche, di riferimento, successive al R.D. del '39 ed in vigore(UNI, EN, ISO). In ogni caso si sarebbe dovuto parlare di "mattoni resistenti al gelo".**

Ciò per evitare che, in caso di contestazione, l'appaltatore possa trincerarsi dietro l'esito positivo di una prova di laboratorio, che di per sé **non garantisce mai in assoluto** sulla reale resistenza al gelo del laterizio, soprattutto se la norma di riferimento è datata.

**L'unico riparo** offerto al riguardo dal R.D. 2233 del 1939 è rappresentato dall'art. 3 del cap. I *"..i laterizi di qualsiasi forma e dimensione,.. debbono non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline."*

Il richiamo inoltre a tutta la **normativa tecnica di riferimento** avrebbe indotto l'appaltatore ad eseguire tutte le prove di laboratorio, comprese quelle più **tecnologicamente avanzate**, determinandosi in tal modo condizioni di maggiore garanzia di rispondenza del materiale alle esigenze del progetto.

Vanno infine segnalate alcune **incongruenze** tra i documenti di progetto, alcune delle quali sono state evidenziate anche dall'appaltatore: il capitolato speciale non definisce le **dimensioni del mattone**, se non lo spessore di almeno 7 cm, mentre i disegni riportano un 12\*25\*5.5 cm. Nel capitolato si parla inoltre di un **assorbimento** massimo del 4%, valore riscontrabile **solo in prodotti estrusi** tipo Impruneta e realizzati prevalentemente con argille toscane, comunque lontano dai valori dei mattoni in pasta molle, tipo San Marco..

## **La scelta del mattone ed i successivi controlli.**

Per comprendere la dinamica della scelta del mattone occorre rifarsi al capitolato, che stabilisce che *“..prima della posa in opera il materiale dovrà essere accettato dalla D.L., sia per quanto riguarda il tipo, la colorazione e le dimensioni”* ed al **verbale del 7.06.2001**.

Il Direttore dei Lavori è l'ing. **Ferruccio Lanzoni**, il quale, accertati i pareri favorevoli, per ragioni diverse e a diverse condizioni, nei confronti del **mattone Molino**, sia dell'arch. **Alberti** che dell'Ass. **Merighi**, ed i pareri neutrali dei progettisti ing. **Barillari** ed arch. **Ghiglione**, conclude la riunione individuando nel mattone Molino quello **esteticamente più adatto**, scartando l'Unieco e decidendo di sottoporre alle prove di laboratorio sia il mattone Molino, che quello S. Marco. Nei giorni seguenti vengono selezionati campionati dei mattoni da inviare al laboratorio, presenti i rappresentanti Molino e S. Marco, che **firmano un verbale di campionatura**.

In quei giorni la DL disponeva solo dei cataloghi e dei certificati consegnati dai due produttori; quello Molino, in particolare, del 12.1.1996, pur riferendosi a mattoni di dimensioni diverse da quello scelto, **attestava una resistenza al gelo** accertata secondo la **UNI EN 202**, che è più severa del R.D. del '39 ed è specifica per pavimentazioni in ceramica.

Per inciso non si comprendono a questo punto le dichiarazioni del presidente della Costruttori circa la totale estraneità della Fornace Molino alla vicenda.

**La Fornace Molino ha fornito cataloghi, certificati, campioni per realizzare i pannelli di prova e campioni da inviare al laboratorio. Come poteva ignorare di partecipare alla selezione di un prodotto destinato ad una piazza pubblica e con caratteristiche di ingelività?**

**Inoltre la Coop Costruttori aveva partecipato alla gara d'appalto.**

Rimane il fatto incontrovertibile che, a seguito di quel sopralluogo e dei risultati sintetici, ma favorevoli, ricevuti dal laboratorio con fax del 10.07.2001, la **decisione di autorizzare l'approvvigionamento dei mattoni Molino è stata presa dal Direttore dei Lavori**, che in tal modo ha accettato il prodotto.

**Meglio sarebbe stato attendere i certificati completi e richiedere ulteriori e più specifiche prove di laboratorio per assumere una decisione tecnicamente più motivata. Inoltre non andava enfatizzato, nella lettera del 10.7.2001 all'impresa Moretti, il fatto che i prodotti testati rispettano le prescrizioni di normativa e di capitolato.**

La stessa impresa Moretti, con lettera del 13.06.2001 aveva segnalato alla DL alcune incongruenze tra la scelta fatta e i dati di progetto e capitolato, anche se riferite alle sole dimensioni.

**L'esame completo** dei certificati (che dimostrano un miglior comportamento al gelo, una minore e più omogenea porosità, una maggiore resistenza alla compressione ed un maggiore peso specifico di S. Marco rispetto a Molino), unitamente ad **ulteriori prove** (porosimetro a mercurio, prove UNI EN 202, ISO 10545..) e a **sopralluoghi di piazze realizzate** in cotto in altre città, avrebbero sicuramente favorito una scelta più ponderata.

E' vero che viene richiesto all'impresa, nella lettera del 10.07.2001 della DL, di **garantire** attraverso controlli successivi la qualità del materiale fornito, ma al di là dell'ordine di servizio n.6 del 24.8.2001, non vi è traccia di ulteriori verifiche in contraddittorio, da parte della D.L., di esiti di prove di laboratorio durante i lavori.

## **La perizia.**

Viene approvata dalla Giunta nel Luglio 2001, a scelta praticamente già avvenuta di nuovo formato e tipo di mattone.

Essa prevede una variante tecnica, consistente nella **soletta**, decisa dall'ing. **Lanzoni**, in collaborazione con l'ing. **Rossi** e con la consulenza dell'ing. **Ceccoli** di Bologna.

Occorre rilevare che in merito alle varianti progettuali, alcuni dei partecipanti al gruppo di progettazione, tra i quali l'ing. Barillari e l'arch. Ghiglione, hanno lamentato il loro mancato coinvolgimento con lettera datata 29.05.2001.

La nuova situazione ha imposto di predisporre una rete di drenaggio attraverso la soletta, inoltre è stato modificato il sottofondo da sola sabbia a sabbia mista a cemento.

Probabilmente questa scelta ha messo in crisi il drenaggio delle acque meteoriche e conseguentemente può aver causato un assorbimento rilevante di acqua da parte dei mattoni, aggravandone le condizioni di esercizio.

Depongono a favore di questa ipotesi le verifiche del sottofondo, che appare nei punti di prelievo dei mattoni, indurito e poco permeabile.

**Naturalmente tale situazione poco favorevole, anche se accertata, è poco determinante in presenza di un mattone non resistente al gelo.**

Vi è un secondo elemento della perizia che merita di essere approfondito.

La scelta di un mattone di dimensioni diverse rispetto a quelle di progetto ha determinato la definizione di un **nuovo prezzo**. Come si è già osservato precedentemente appare poco giustificato passare da 92500 Lire al mq ad oltre 200000 Lire al mq, con il solo cambio di dimensione e con l'aggiunta di cemento alla sabbia.

## LE PROVE DI LABORATORIO SUL MATTONE

A seguito del manifestarsi dei primi danni alla pavimentazione e dopo l'incarico ricevuto dal Sindaco, ho provveduto a sottoporre a prove di laboratorio alcuni campioni di mattoni prelevati dalla piazza ed altri nuovi prelevati dalle scorte dell'impresa Moretti.

I primi risultati sono giunti in data **28.01.2002** dal **Centro Ceramico di Bologna**, all'uopo incaricato.

Essi riguardano la resistenza a **compressione**, su campioni nuovi appartenenti alla fornitura, che risulta di **14 N/mm<sup>2</sup>**, un valore di **molto inferiore** a quello previsto dal capitolato, a quello dichiarato dalle Fornaci Molino in fase di selezione del prodotto e a quello riscontrato con le prove Elletipi del Luglio 2001.

La prova di **assorbimento** effettuata con il metodo UNI EN 99 dà come risultato il **24%**, valore **superiore** a quello riscontrato dall'Elletipi, sia pure con metodo R.D. del '39.

Il **29.01.2002** giungono dall'**Agenzia Polo Ceramico di Faenza** ulteriori risultati sull'**assorbimento** d'acqua secondo UNI 8942/3, con valori medi **20,7%** in acqua fredda e **27,2%** in acqua bollente. Si tratta ancora una volta di valori che comportano un **elevato rischio di gelività**, che **viene confermato** dalla prova UNI 8942/3, effettuata su 4 campioni dal Centro Ceramico di Bologna, la quale dimostra appunto *“l'elevato rischio di gelività”* mettendo in relazione l'assorbimento d'acqua con il coefficiente di saturazione per ciascun campione.

Il **31.01.2002** giungono i risultati della prova di **resistenza al gelo** secondo la UNI EN 202, effettuata dal Centro Ceramico su 10 provini sottoposti ad impregnazione progressiva mediante capillarità, dai quali risulta che dopo 31 cicli **8 mattoni su 10** presentano *“distacchi di porzioni di materiale in corrispondenza dei bordi e degli spigoli, fessurazioni al centro ed ai bordi dei campioni”*.

Infine il **6.02.02** giunge dal Centro Ceramico l'esito della prova di resistenza al gelo secondo il R.D. 2233 del 1939 che dimostra ancora una volta la **gelività dei mattoni** con due pezzi danneggiati, su quattro, dopo 20 cicli, nonostante la prova sia meno severa della UNI EN 202.

**Dai valori ottenuti risulta evidente che il materiale non può essere indicato per l'uso in esterni.** In particolare l'elevato assorbimento d'acqua (24%) e la bassissima resistenza a compressione (14N/mm<sup>2</sup>) indicano che il materiale è **meccanicamente molto debole**.

I valori di riferimento per impieghi in pavimentazioni esterne sono rispettivamente da 3% a 14% per la porosità e da 30 a 35 N/mm<sup>2</sup> per la resistenza alla compressione.

Inoltre le prove di resistenza al gelo hanno dimostrato trattarsi di **materiale non resistente** e quando ciò si verifica in laboratorio, quasi sicuramente, accade anche in esercizio.

**Il materiale è ritenuto dal Centro Ceramico di “scarsa qualità”.**

L'ipotesi avanzata, come possibile causa di caratteristiche così basse, è la diminuzione di temperatura di cottura per ottenere un colore più spento di quello inizialmente mostrato (vedi verbale sopralluogo del 7.06.01), non facendo pervenire così il materiale al giusto grado di compattazione, con conseguente insufficiente resistenza meccanica, che è una causa di cattiva resistenza al gelo.



## CONCLUSIONI FINALI

Sulle **responsabilità interne** si possono trarre le seguenti conclusioni:

- Il **progetto iniziale**, che prevedeva un pacchetto sottostante la pavimentazione, realizzato con materiale permeabile, è **carente** nella descrizione del mattone, nella definizione delle sue prestazioni e nell'individuazione della normativa tecnica di riferimento per la sua accettazione. Inoltre l'indicazione di due mattoni alternativi, di classe tanto diverse quali il San Marco in pasta molle, con alti assorbimenti e basse caratteristiche meccaniche, e l'Impruneta, estruso e caratterizzato da bassi assorbimenti ed elevate caratteristiche meccaniche, come risulta dalla lista delle lavorazioni, non è coerente con la prescrizione di un assorbimento massimo del 4%.  
**Andava da subito definito un prodotto in cotto per pavimentazioni esterne, di alta qualità.**
- La successiva **perizia** è intervenuta sul pacchetto sottostante la pavimentazione, introducendo il **massetto in calcestruzzo impermeabile ed aggravando** in tal modo le condizioni di esercizio del mattone, che a quel punto doveva essere ancor più attentamente selezionato, inserendo nella perizia di variante tecnica quelle garanzie che non erano presenti nel progetto iniziale. Il nuovo formato, inoltre, ha ridotto ulteriormente lo spessore drenante, mentre le fughe in sabbia hanno consentito una più facile penetrazione dell'acqua. Infine l'aggiunta di una quantità eccessiva di cemento alla sabbia di sottofondo, ha reso lo stesso sottofondo poco permeabile e quindi poco drenante. Va infine segnalato l'aumento consistente di prezzo riconosciuto all'impresa a seguito della modifica delle dimensioni del mattone.
- La **scelta** della Direzione Lavori, avvenuta sulla base dei pareri favorevoli di Assessore e Soprintendenza, si è basata di più sulle caratteristiche di formato e di colore, piuttosto che sulla **qualità del prodotto** in termini di resistenza al gelo e di prestazioni complessive.

Sulle **responsabilità esterne**, che sono individuabili esclusivamente in capo all'appaltatore, va rilevato che la più grave deriva dall'aver fornito un mattone in assoluto **non idoneo** per la destinazione d'uso prevista dal progetto e nello specifico avente caratteristiche tecniche di **molto inferiori** rispetto a quelle **previste dal progetto**, a quelle **dichiarate dal produttore** ed a quelle **accertate** sui campioni nel Luglio 2001. **Va ricordato che furono queste ultime a determinare l'accettazione del mattone Molino da parte della DL.**

Questa responsabilità, che attiene alla non rispondenza del prodotto fornito, **grava sull'impresa come detto**, che avrebbe dovuto accertare tale rispondenza, così come richiesto in modo chiaro ed esplicito dalla DL. Ma una responsabilità **grava anche sul produttore** dei mattoni, che ha partecipato alla selezione fin dall'inizio ed in tutte le sue fasi, pur non avendo un rapporto contrattuale diretto con il Comune.

Per quanto riguarda il futuro va tenuto presente che l'inadeguatezza del materiale e le condizioni vincolanti per la posa (presenza del massetto in calcestruzzo e ridotto spazio per il supporto drenante) impongono il **completo rifacimento** della piazza, con un prodotto tecnicamente migliore, che abbia un ingombro minore in profondità. Naturalmente occorre potenziare il sistema di smaltimento dell'acqua attraverso la soletta in calcestruzzo, aumentando il numero dei fori, e ripensare sia il sottofondo di posa, che le fughe.