

## TIPOLOGIE DI LOCULI E DI TOMBE FUNERARIE. SISTEMI COSTRUTTIVI.

Daniele Fogli - SEFIT-Federgasacqua, Rome (Italy)

Oggi in Occidente la società moderna frapponne fra sé ed i morti degli schermi, che secondo Ariés “sono di triplice natura: la bara, la tomba, le recinzioni del cimitero”.

Scopo visibile degli schermi è la paura della profanazione delle tombe, un desiderio di igiene, una rappresentazione estetica del potere detenuto in vita dal defunto.

Il rapporto tra i vivi ed il cadavere cambia da Paese a Paese in relazione allo stadio di complessità raggiunto dalla società.

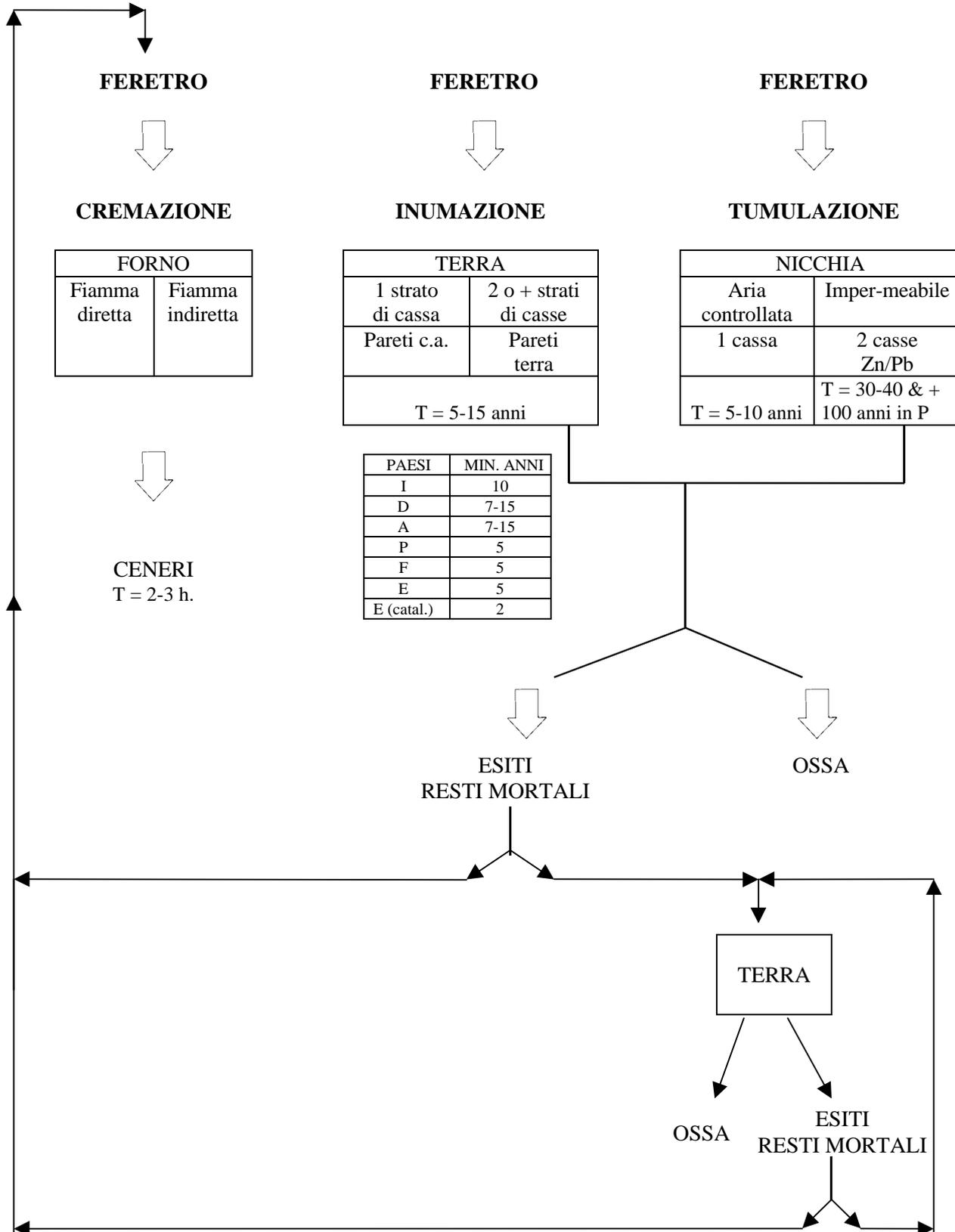
Secondo Urbain “dovunque, quasi sempre, lo spettacolo della tanatomorfosi, della decomposizione è motivo di ribrezzo, anzi di paura, ed è fondamentale, per mantenere la funzionalità delle mitologie rassicuranti, impedirne la vista”.

Le tre grandi categorie cui sono riconducibili i sistemi di soppressione dell'immagine della decomposizione sono:

- la *distruzione* con la cremazione (con dispersione o conservazione delle ceneri);
- l'*occultamento* con l'immersione, l'isolamento, il seppellimento (sotto la casa, nella chiesa o tempio, nel campo comune, nella tomba, ecc.);
- la *conservazione*, con l'imbalsamazione, la mummificazione, la criogenazione.

# SCHEMA SINTETICO SUI SISTEMI TRASFORMATIVI DEI CADAVERI

## Sistemi di trasformazione dei cadaveri



Nel mio intervento mi occuperò principalmente di descrivere alcune soluzioni, le principali, adottate in Europa per “tumulare”, cioè seppellire un feretro in un loculo o in una tomba, quindi non nella nuda terra. Mi soffermerò su esperienze della Francia, dell’Italia, del Portogallo, della Spagna. Le tradizioni e la religione hanno una grande influenza nelle forme di sepoltura, tant’è che in altri Paesi, come ad es. l’Inghilterra, la “tumulazione” è quasi del tutto assente (è elevata la cremazione), ma anche in Germania è dominante la sepoltura a terra.

Il mio obiettivo è quello di analizzare da punto di vista ingegneristico, l’efficacia dei sistemi di sepoltura in tomba nei vari Paesi.

Dal confronto fra le soluzioni studiate emergono 2 sistemi di “tumulazione”, diametralmente opposti:

- favorevoli la conservazione dei cadaveri;
- favorevoli la scheletrizzazione dei cadaveri.

## **SISTEMI DI TUMULAZIONE FAVORENTI LA CONSERVAZIONE DEI CADAVERI**

In questo caso sono stati indagati soprattutto due metodi, corrispondenti a soluzioni molto diffuse in Portogallo ed in Italia, ma questo tipo di sepoltura è presente anche in altri Paesi, pur se con bassa incidenza percentuale.

La tecnica della conservazione, generalmente, si fonda sulla creazione di condizioni di impermeabilità ai liquidi ed ai gas.

### **La soluzione italiana**

La tumulazione di feretri in cappelle gentilizie, pratica diffusa nell’800 e ad inizio del ‘900 per le famiglie più agiate, è da ritenere una combinazione di conservazione e occultamento di cadavere.

Con la diffusione del benessere sociale da fatto elitario è ora divenuta scelta di massa.

La legge italiana richiede una doppia condizione di impermeabilità ai liquidi ed ai gas:

- 1) del luogo di tumulazione (loculo);
- 2) cassa metallica (lamiera di zinco o di piombo) stagna, dentro o fuori un’altra cassa di legno.

Inoltre è previsto che in ogni loculo possa esservi un solo feretro (anche assieme a urne cinerarie o a cassette di resti ossei).

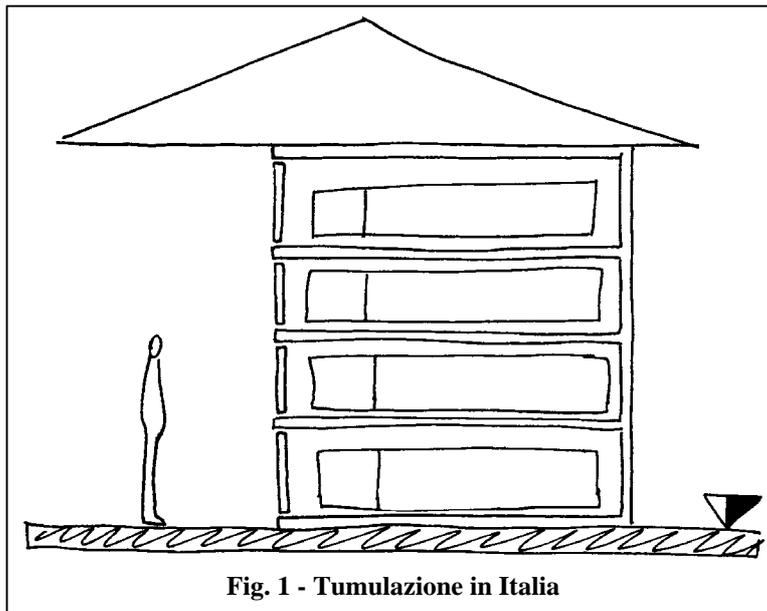
Il loculo deve presentare una pendenza del piano di appoggio del feretro verso l’interno (in genere sul 2%).

Ogni feretro deve poter essere movimentato senza muoverne un altro: quindi ogni loculo deve avere il libero accesso.

Dopo 30-40 anni si ha la scheletrizzazione delle salme, ma spesso si hanno casi (circa 50%) in cui questo tempo non è sufficiente. Allora si ritumula il feretro o si estumulano i resti mortali che vengono inumati in terra per almeno 5 anni (la cremazione per ora non è possibile).

Il processo ha quindi un livello di efficienza limitato.

La cassa di legno deve avere uno spessore minimo di 25 mm. e quella di zinco di 0,66 mm. (il piombo non è usato).



### La soluzione portoghese

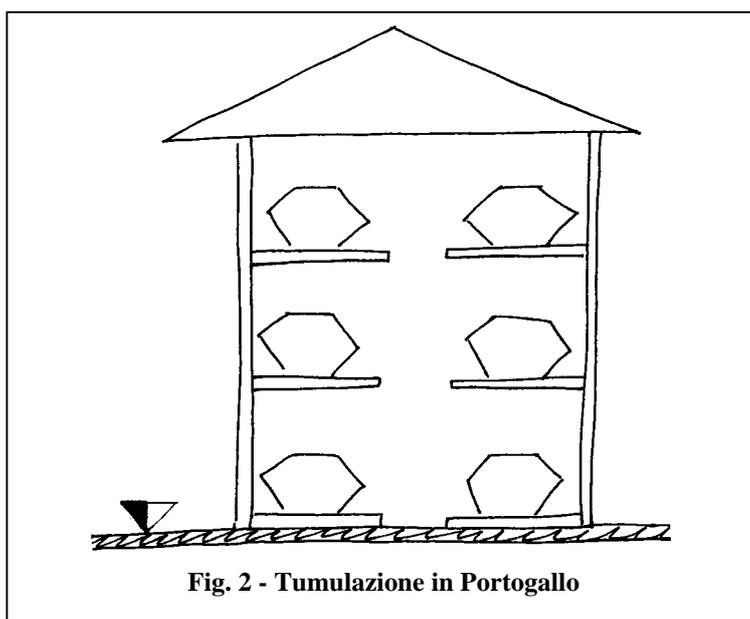
È orientata a conservare le salme tumulate per lo più in casse di piombo (o di zinco) le quali sono contenute in altra cassa di legno, trattato opportunamente per durare a lungo (in genere lo spessore del piombo è al minimo di 2 mm. e quello del legno di 40 mm.).

I feretri vengono collocati sopra mensole e sono in vista, pur se all'interno di cappelle funebri. Vi è quindi anche in questo caso occultamento e conservazione del cadavere.

La particolarità è data dal fatto che all'interno della cassa metallica viene collocato un notevole quantitativo di calce (circa 40 Kg.) con funzioni assorbenti e disinfettanti.

Talvolta è necessario intervenire in cimitero per riparare casse di piombo dove si creano rotture o buchi.

I tempi di scheletrizzazione sono particolarmente elevati (anche oltre i 100 anni), cosicché il processo ha un livello di efficienza molto scarso.



## SISTEMI DI TUMULAZIONE FAVORENTI LA SCHELETRIZZAZIONE DEI CADAVERI

Sono state indagate soluzioni già in atto di tumulazione in loculo aerato in Francia e in Spagna, nonché descritta una soluzione sperimentale italiana.

### La soluzione francese

Si tratta di una tecnologia diffusa particolarmente nel Sud della Francia. Si basa sulla tumulazione di un cadavere contenuto unicamente nella bara di legno (quindi privo della cassa metallica; in questi ultimi anni vengono usate fodere di materiale biodegradabile o cuvette per l'assorbimento di liquidi cadaverici); la bara è collocata dentro una vaschetta in materiale (in genere plastico) impermeabile ai liquidi, sollevata rispetto al fondo della vaschetta.

Nel loculo si crea ventilazione che può avvenire naturalmente o artificialmente.

La ventilazione artificiale è attuata per mezzo di un compressore, creando una depressione nel loculo, che prende l'aria attraverso una valvola unidirezionale nella parete anteriore (quella dove è situata la lapide). Vedi Fig. 3.

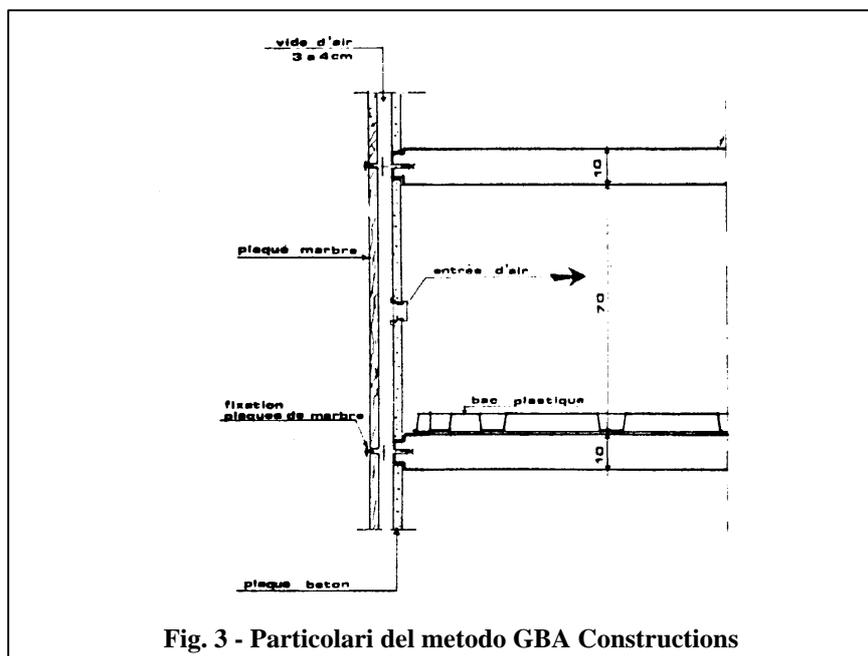


Fig. 3 - Particolari del metodo GBA Constructions

Attraverso una serie di condotti l'aria viene spinta attraverso un filtro e, dopo la depurazione (previa diluizione con aria fresca, in talune realizzazioni), immessa in atmosfera. Vedi Fig. 4.

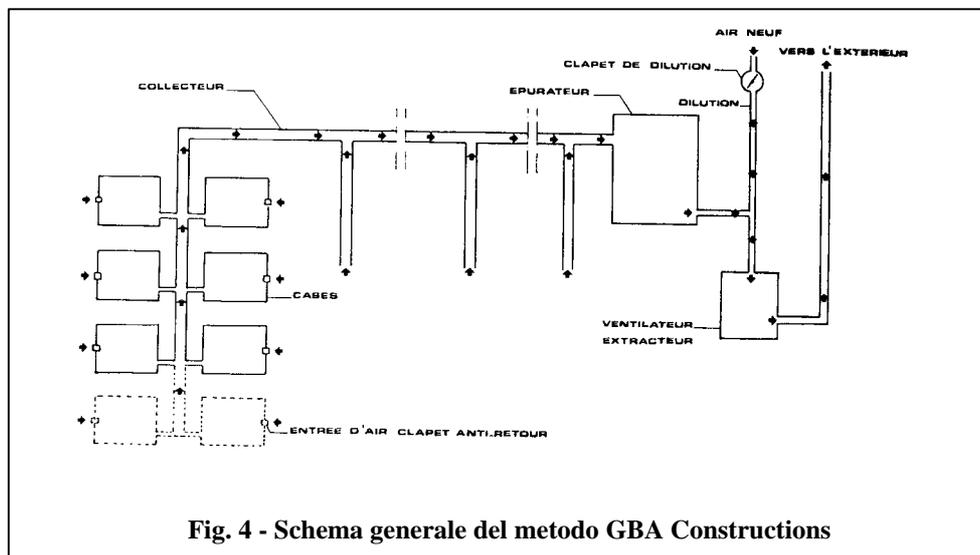


Fig. 4 - Schema generale del metodo GBA Constructions

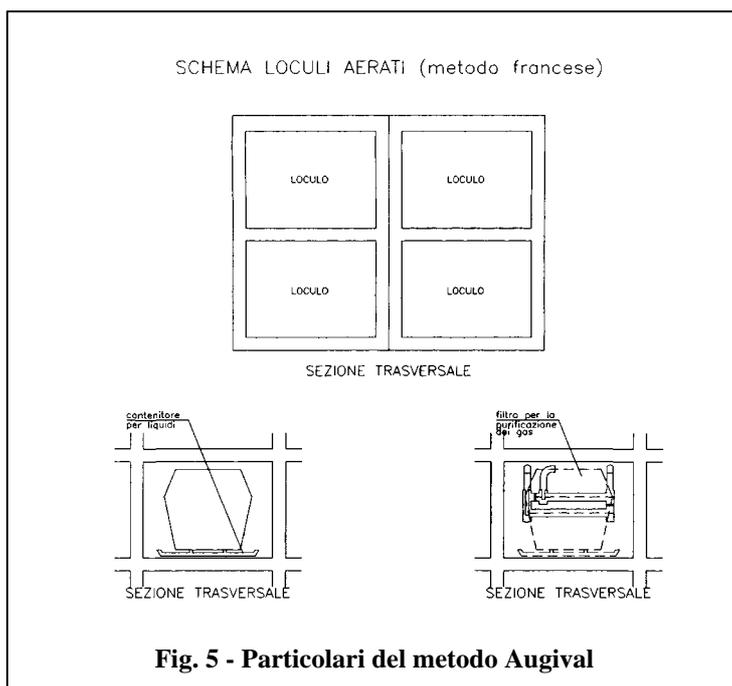
La ventilazione può essere procurata anche naturalmente sfruttando la differenza di temperatura (e quindi di pressione dei fluidi) fra il giorno e la notte tra l'ambiente esterno e l'interno del loculo e la pressione stessa data dalla produzione di gas putrefattivi.

Il filtro è costruito in modo tale da garantire che in questi flussi e riflussi si abbia la sicurezza che i gas provenienti dalla decomposizione vengano "lavati" e quindi depurati prima della loro emissione in atmosfera. Vedi Fig. 5.

Il "sistema" deve essere garantito da caratteristiche costruttive dei loculi che assicurino valori di permeabilità all'aria ed all'acqua predeterminate.

In Francia l'AFNOR ha emesso una apposita norma, denominata "cripta prefabbricata in cemento" con indice di classificazione NF P98-049 revisionata nel settembre 1994.

Il procedimento francese, secondo Claude Bouriot, ingegnere sanitario della Direzione competente del Ministero della Sanità francese, dà ottimi risultati e la scheletrizzazione in "loculi aereati" viene ottenuta in meno di 5 anni. In climi più umidi si ottengono i medesimi risultati con una durata di tempo maggiore.



### La soluzione spagnola

In Spagna l'accelerazione della scheletrizzazione delle salme ha portato ad un risultato simile a quello francese, divergente nell'applicazione, ma con coincidenza nei concetti applicati.

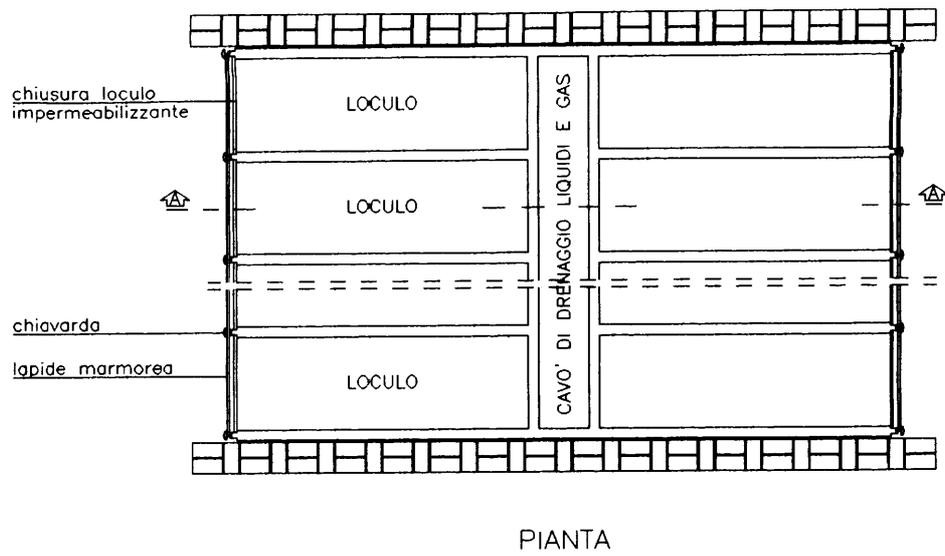
Tale criterio è attuato con successo a Madrid, ed è basato sulla fuoriuscita dal loculo dei liquidi e gas cadaverici.

Il cadavere è tumulato senza la cassa di zinco ed il tamponamento è ottenuto con una lastra sottile di materiale plastico, sigillato con silicone e rinforzato con l'applicazione di un nastro adesivo sia sul foglio plastico che sulla parete su cui appoggia. Al momento della tumulazione si fora, in posizione predeterminata, la parete verticale costituente il fondo del loculo.

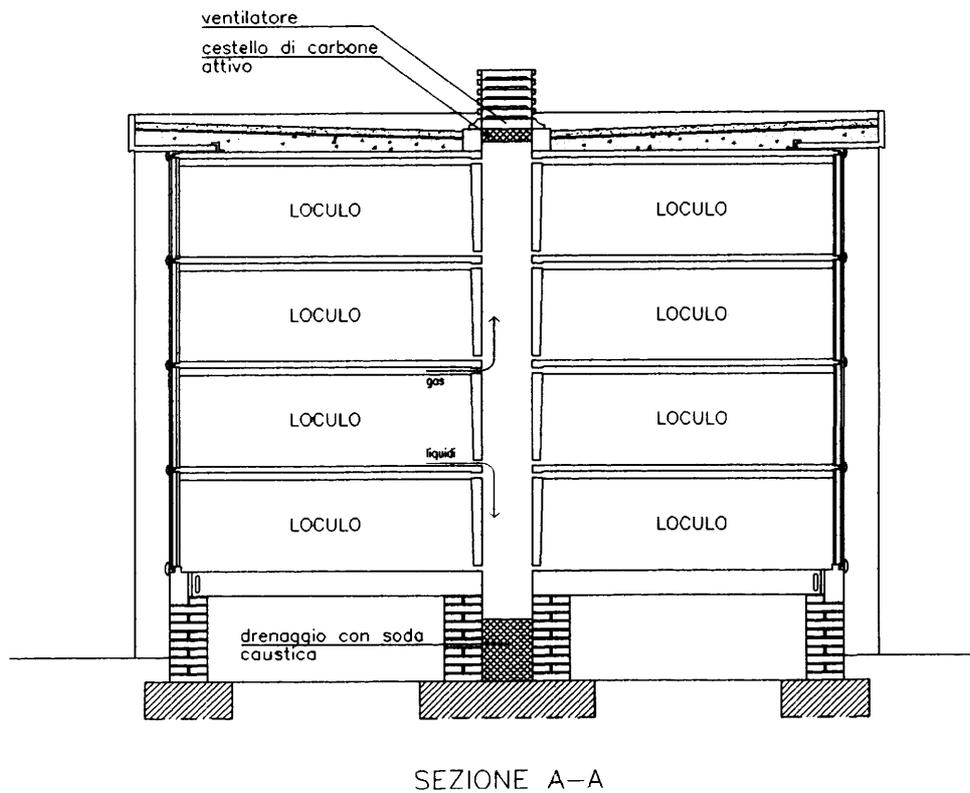
Il ricircolo di aria, all'interno del loculo è attuato attraverso le differenze di temperatura tra l'interno e l'esterno. È tale ricircolo naturale che favorisce nel tempo la scheletrizzazione del cadavere inferiore ai 10 anni.

I loculi vengono costruiti in file poste una contro l'altra, separate da un camino centrale (vedi Fig. 6 in pianta e Fig. 7 per la sezione).

# SCHEMA LOCULI AERATI (metodo spagnolo)



PIANTA  
**Fig. 6 - Metodo in uso al Cimitero del Sol di Madrid**



**Fig. 7 - Metodo in uso al Cimitero del Sol di Madrid**

In fase esecutiva, nei loculi sono predisposti due fori, opportunamente dimensionati e posizionati, che permettono l'uscita dei liquidi e gas sprigionati dalla salma.

Tali fori sono ubicati nella parete di fondo del loculo; il primo è eseguito a livello della "pavimentazione" del loculo e sfruttandone l'opportuna inclinazione permette lo smaltimento dei liquidi; il secondo foro, è situato a livello della parete superiore per permettere l'espulsione dei gas scaturiti dalla salma usufruendo della naturale tendenza delle sostanze gassose di spostarsi verso l'alto.

Successivamente all'evacuazione dal loculo, i liquidi cadaverici percolano in una sorta di camino posteriore al loculo stesso che raccoglierà i percolati di tutti i loculi che vi si affacciano; i liquami cascano su un materiale (soda caustica), posto ad un livello inferiore rispetto al loculo di prima fila, che permetterà di neutralizzare gli effetti dei liquidi.

I gas sono espulsi in atmosfera per effetto di un apposito congegno, posto all'estremo superiore del camino, che permette prima il filtraggio tramite carboni attivi e poi la successiva immissione in atmosfera tramite un meccanismo di ventilazione ("girante"), che permette il ricircolo tra l'aria pura e quella da depurare.

Di recente si stanno valutando prodotti, a base di enzimi, da porre direttamente sul fondo del loculo, per degradare i liquidi organici, ma anche per sostituire la soda caustica.

### **Una sperimentazione italiana**

Col nuovo tipo di loculo, detto aerato, vengono adottate soluzioni tecniche, anche costruttive, capaci di neutralizzare gli effetti dei liquidi nonché quelli dei gas provenienti dai processi putrefattivi del cadavere.

Con l'aerazione ci si ripromette di portare i tempi di scheletrizzazione dei cadaveri tumulati al di sotto dei dieci anni, parificando i tempi della inumazione e della tumulazione; si attuano così processi ossidativi al posto di quelli putrefattivi, intervenendo sulla velocità dei fenomeni in corso con un fattore di amplificazione adeguato (stimato di 5:1).

Nei loculi cosiddetti stagni le salme destinate alla tumulazione continuano ad essere racchiuse nella duplice cassa, l'una di legno, l'altra di metallo.

Nei loculi ad aerazione controllata la cassa metallica deve essere sostituita da una cassa o da un involucro di materiale biodegradabile in maniera, che dopo qualche tempo, vi si producano delle rotture che permettano all'aria di procedere a fenomeni ossidativi del cadavere ed agli insetti e larve presenti di proliferare.

Il sistema accelerante la scheletrizzazione è stato individuato nella ventilazione con aria atmosferica, con portata contenuta, e tempi di aerazione ciclici, capaci di far sviluppare alternativamente processi aerobici ed anaerobici.

È di fondamentale importanza la evacuazione dei liquidi cadaverici dall'interno del feretro (altrimenti potrebbero creare il fenomeno detto di "saponificazione"). Pertanto i liquidi cadaverici vengono raccolti in una vaschetta impermeabile sottostante il feretro e opportunamente trattati con prodotti assorbenti, contenenti una selezione di enzimi e batteri, capaci di degradare la materia organica in composti elementari.

Ricambiando ciclicamente l'aria all'interno del loculo si induce una alternanza di processi ossidativi e putrefattivi che velocizzano la scheletrizzazione.

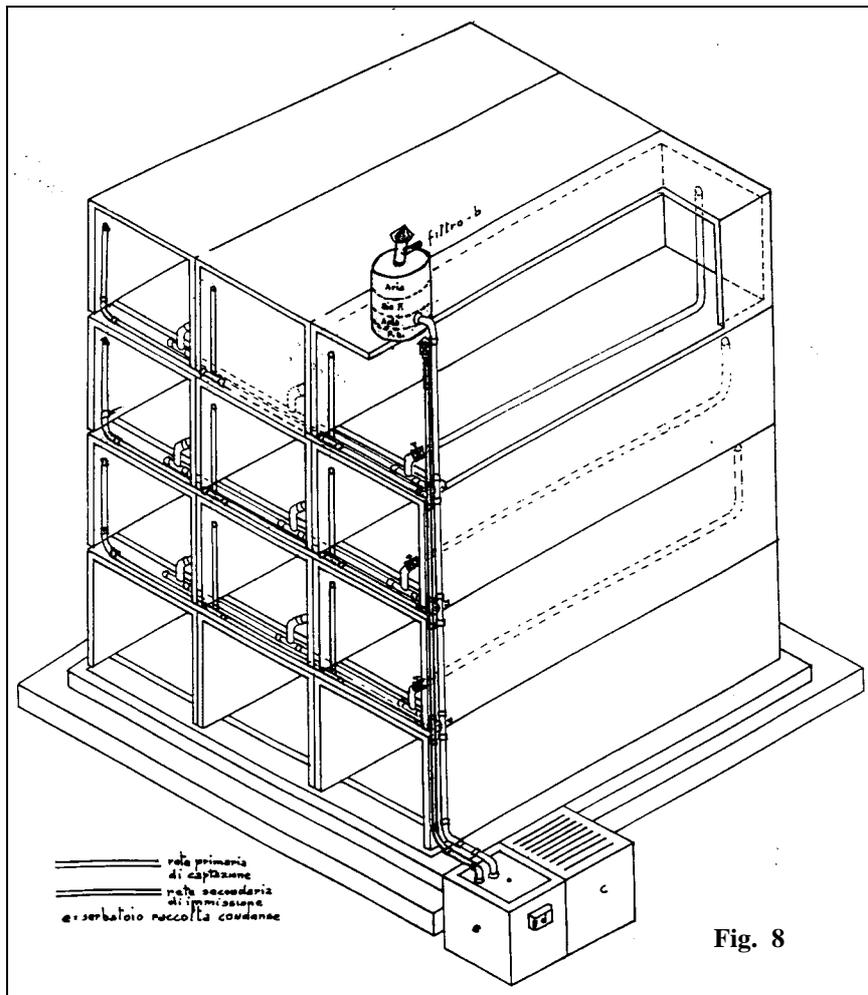
I ricambi d'aria avvengono utilizzando un condotto (situato nella parte anteriore del loculo) in materiale di adeguata resistenza con funzione di evacuazione dei gas.

Attraverso un altro condotto, sempre di materiale adeguato e localizzato come l'altro, si immette, nel loculo la quantità voluta d'aria, creando una opportuna pressione.

L'aria, laddove non sia sufficiente la ventilazione naturale ottenuta per "effetto camino", è richiamata da un'apposita macchina (compressore), di portata oraria nota, capace di essere programmata attraverso un timer in modo da garantire la ventilazione ad intervalli prestabiliti, nella quantità occorrente.

All'uscita dal condotto vi è un filtro capace di garantire il trattamento dei gas di putrefazione.

I loculi impiegati devono possedere adeguate garanzie in termini di permeabilità ai gas per evitare che i miasmi prodotti dai processi putrefattivi non abbiano a fuoriuscire dai manufatti se non nei modi prestabiliti, e cioè attraverso i condotti ed il filtro. Ciò può realizzarsi sia con l'utilizzo di prodotti prefabbricati, i quali danno maggiori garanzie di esecuzione rispetto a loculi prodotti in opera, sia anche con loculi realizzati in opera, con calcestruzzi additivati. La messa in pressione periodica dei loculi, per i valori in gioco e per la soluzione progettuale individuata, non è tale da creare problemi.



## RILEVAMENTO DELLE MISURE DELLE SEPOLTURE IN EUROPA

Con il concorso dei membri del CWC di EFFS sono stati raccolti i dati relativi alle misure minime e massime per ogni posto salma (in terra o in tumulo), nei diversi Paesi europei. Nonostante la non grande differenza media di corporatura dei cadaveri, si è invece rilevata un'ampia variabilità di misure.

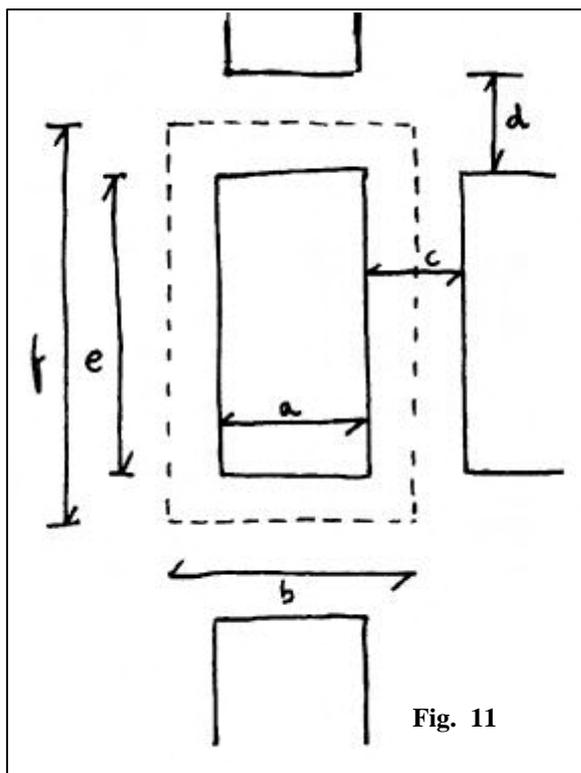
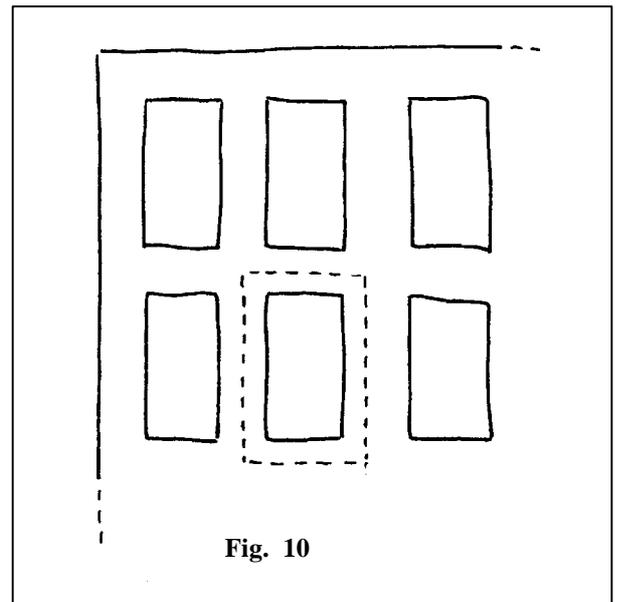
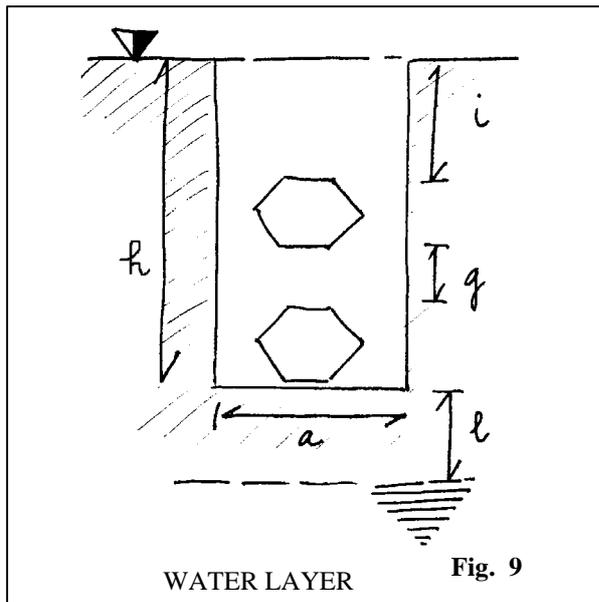
In Tab. 1 e Fig. 9, 10, 11 si riportano i dati per le buche in terra.

In Tab. 2 e Fig. 12 si riportano i dati per ogni posto salma in tumulo.

In ogni tabella, sul lato destro, viene riportata una ipotesi di griglia contenete i valori minimi e massimi di tali misure verso la quale far convergere i diversi Paesi Europei.

In sostanza ogni nuova legislazione di ogni singolo Paese dovrebbe adottare misure di riferimento rientranti fra il minimo ed il massimo da noi suggerito.

### Sepulture in terra



<b>Tab. 1 – Situazione della legislazione attuale.</b>											
<b>Misure minime delle tombe per la sepoltura dei feretri in terra.</b>											
<b>(Dati in cm.)</b>											
	<b>COUNTRIES</b>									<b>UE (*)</b>	
	<b>I</b>	<b>F</b>	<b>D</b>	<b>A<sup>(1)</sup></b>	<b>E</b>	<b>E2<sup>(2)</sup></b>	<b>P</b>	<b>GB</b>	<b>H</b>	<b>MIN</b>	<b>MAX</b>
	a	80	80	80-100	80	80	90	65		90	65
b	130	100	120	120	130-140	106	105		150	100	150
c	50	30-40	30-60	40	30-40		40		60	30	60
d	50	30-50	50-60	80	30-50		40		60-100	30	60
e	220	200	210-220	220	190-250	260	200		190-210	190	250
f	270	200	240	280	240-290	276	280		220-240	200	290
g	no	-	10	-	5		no		no	5	50
h	200	150-200	180-330	150-270	200-300	220	115		160-200	115	330
i	no	100	90	80	20-50		no		160	50	160
l	50	n.d. <sup>(3)</sup>	50	-	100		no		20-50	50	100

(\*) Standard europei proposti.

**LEGENDA:**

- I** Italia
- F** Francia
- D** Germania
- A** Austria
- E** Spagna
- P** Portogallo
- GB** Gran Bretagna
- H** Ungheria

<sup>(1)</sup> In Austria non esiste una legislazione per la struttura dei loculi, perché i cimiteri hanno sufficiente spazio per le sepolture.

<sup>(2)</sup> Questi dati sono riferiti alla legislazione della Catalogna.

<sup>(3)</sup> Non disponibile.

## Sepulture in loculo

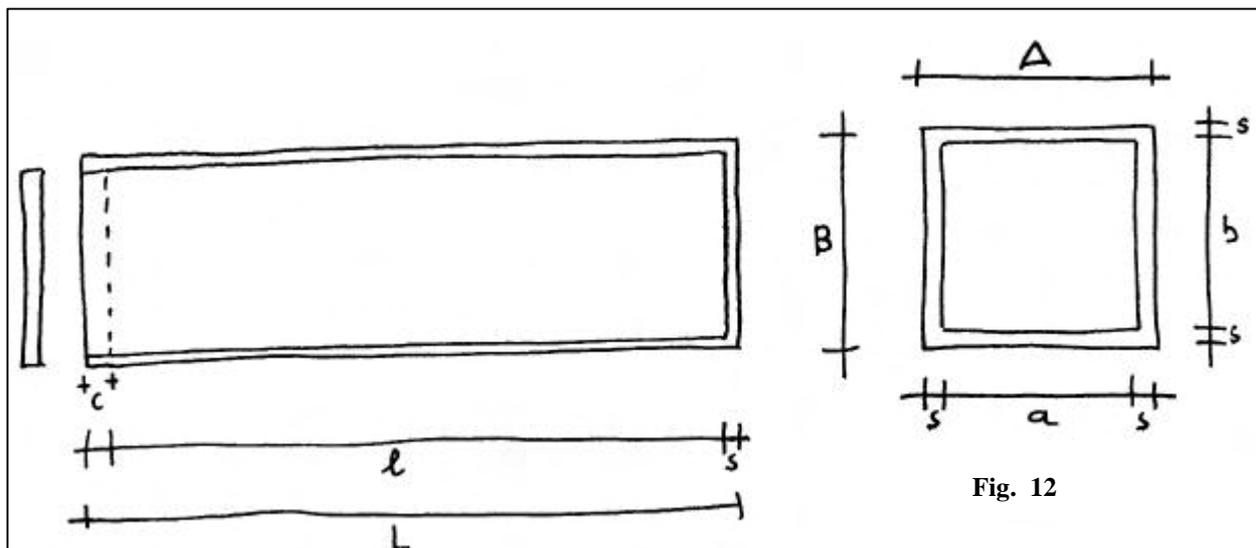


Fig. 12

Tab. 2 – Misure minime dei loculi (Dati in cm.)											
	COUNTRIES									UE (*)	
	I	F	D	A	E	E2 <sup>(4)</sup>	P	GB	H	MIN	MAX
	l	225	220	220-240	280	200-230	260	200		210	200
a	75	78	80-100	80	80-85	90	60		80	60	90
b	70	65	70-90	75	65-80	75	55		80	55	90

**N.B.** Lo spessore S ed il lato C – necessari per il tamponamento di chiusura – variano in relazione al materiale usato ed ai calcoli strutturali.

### LEGENDA:

- I** Italia
- F** Francia
- D** Germania
- A** Austria
- E** Spagna
- P** Portogallo
- GB** Gran Bretagna
- H** Ungheria

<sup>(4)</sup> Questi dati sono riferiti alla legislazione della Catalogna.

## CONCLUSIONI

La conoscenza da parte dei progettisti cimiteriali delle tecniche più adatte di sepoltura in tomba diverrà sempre più rilevante.

Difatti i principali motivi a favore dello sviluppo della tumulazione sono i seguenti:

- possibilità di utilizzo di cimiteri con terreni inadatti alla inumazione;
- sfruttamento massimo degli spazi, con costruzioni fuori terra e sotto terra. A parità di superficie il cimitero basato su sepoltura a sistema di tumulazione ha capienza da 3 a 5 volte quella del cimitero a sepoltura in terra;

È però fondamentale, per ottenere tali risultati, che si adottino tecniche di tumulazione cosiddette in loculo aerato, che garantiscano tempi di scheletrizzazione pari a quelli ottenibili con sepoltura in terra (quindi inferiori a 10 anni).

Infine l'utilizzo della prefabbricazione può consentire di ottenere elevate garanzie qualitative (per evitare la fuoriuscita di gas di putrefazione in atmosfera) ed al tempo stesso livelli di costo contenuti.