

Elaborato di tesi di laurea

RELATORE: Trabucco Francesco  
CORRELATORE: Bergamaschi Sara

SEVERGNINI DAVIDE mat. 780477

# MACRO

SISTEMA DI FITODEPURAZIONE  
FUORI TERRA PER PISCINE  
PRIVATE



# COPERTINA

POLITECNICO DI MILANO



FACOLTÀ DEL DESIGN



*A mio nonno Alfonso*



# INDICE

<b>ABSTRACT</b>	<b>9</b>
<b>RICERCA PRELIMINARE: Introduzione al mondo delle piscine</b>	
<b>1. L'ELEMENTO ACQUA</b>	<b>13</b>
1.1 L'uomo e l'acqua	13
1.2 La risorsa acqua nel mondo	14
<i>Il contesto attuale</i>	14
<i>L'acqua in numeri</i>	14
<b>2. LA PISCINA PRIVATA</b>	<b>15</b>
2.1 Cenni storici sull'evoluzione della piscina	15
<i>Dai primi prototipi alle terme romane</i>	15
<i>Dal medioevo alla seconda metà dell'800</i>	15
<i>Gli anni '70 e il tema dell'ecologia</i>	16
2.2 Il mercato della piscina privata	16
<i>Dal 2005 a oggi</i>	16
<i>Forme e dimensioni</i>	18
2.3. Tipologie di piscine	18
<i>Piscine tradizionali</i>	18
<i>Piscine "bio design" (biodesign pool)</i>	19
<i>Biopiscine, piscine naturali, biolaghi</i>	19
2.4 Confronto pregi e difetti	
2.5 Le Normative	20
	22
<b>3. MANUTENZIONE</b>	<b>24</b>
3.1 Manutenzione ordinaria	24
<i>La vasca</i>	24
<i>Gli impianti</i>	24
<i>L'acqua</i>	25
3.2 Inizio e fine stagione	25
<b>4 PRODOTTI E METODI DI TRATTAMENTO DELL'ACQUA</b>	<b>26</b>
4.1 Filtraggio fisico	26
<i>Tipologie di filtri</i>	26
<i>Confronto pregi e difetti</i>	27
4.2 Disinfezione	29
<i>Tipologie di disinfettanti</i>	29
<i>Confronto pregi e difetti</i>	30
4.3 Questionario di raccolta dati	32
<i>Obiettivi</i>	32
<i>Struttura</i>	33
<i>Risultati e conclusioni</i>	33
<b>RICERCA SUL TEMA PROGETTUALE: i biolaghi naturali</b>	
<b>5. LE PISCINE NATURALI</b>	<b>48</b>

5.1 Filosofia	48
Differenze rispetto alle piscine tradizionali	48
Pregi e difetti di questo modello di piscine	49
5.2 Cenni storici	50
5.3 Tipologie costruttive	51
5.4 Mercato delle biopiscine	52
5.5 Condizioni igienico-ecologiche ideali per il funzionamento	53
La microbiologia delle piscine naturali	55
Le funzioni dello zooplancton nella piscina biologica	55
5.6 Normative	56
<b>6. LA FITODEPURAZIONE DELLE ACQUE</b>	<b>58</b>
6.1 Nascita e sviluppi	58
L'acqua è veramente pulita	59
6.2 Classificazione dei metodi applicativi	60
6.3 le macrofite acquatiche	62
Funzioni delle macrofite	63
<b>MACRO SYSTEM: sviluppo progettuale</b>	
<b>7. INTRODUZIONE</b>	<b>67</b>
7.1 Scenario	67
Manutenzione	67
Espansione delle biopiscine	67
Risparmio delle risorse	67
7.2 Finalità del progetto	68
7.3 Requisiti	69
Target dimensionale	69
Modularità	70
Adattabilità	70
<b>8. MACRO SYSTEM</b>	<b>72</b>
8.1 Descrizione	72
Il percorso depurativo	73
La forma e il carattere	74
Funzioni secondarie	76
Target di riferimento	76
8.2 Modulo impianti "START"	77
La vasca	77
Calcolo della pressione in uscita	77
La valvola di troppo pieno	78
Il cappello	79
Funzione secondaria	80
Ipotesi stampo	82
8.3 Modulo filtrante	84
Dimensionamento del modulo	84
Il substrato e le piante	85
La valvola di fondo	87
Funzioni secondarie	87
Ipotesi di stampo	88
8.4 Modulo impianti "FINISH"	89
La pompa	90

Funzione secondaria: la seduta	91
Ipotesi stampo	92
8.5 Copri tubo	92
8.6 Confronto finale	94
<b>9. CONCLUSIONI</b>	<b>97</b>
<b>RINGRAZIAMENTI</b>	<b>99</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>A1</b>
A.1 dimensionamento spessori e ricerca dei materiali	A3
A.2 Stima costi di produzione	A17
A.3 Calcolo evaporazione d'acqua giornaliera	A27
<b>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</b>	
Piscine	
Biopiscine	
Trattamento dell'acqua	
Normative	





## ABSTRACT

Partendo da un'ampia ricerca sulle piscine private (focalizzata poi sulla manutenzione) e passando attraverso una ricerca sul mondo delle piscine naturali sono emersi alcuni problemi che stanno intorno a questo mercato:

- 1) La manutenzione è l'elemento fondamentale per un utilizzo duraturo e sicuro da parte degli utenti, ma risulta ripetitiva, onerosa di tempo e denaro.
- 2) Negli ultimi anni si stanno sviluppando in Europa e nel resto del mondo piscine che sfruttano la naturale rigenerazione dell'acqua per mezzo delle piante in un nuovo concetto di balneazione e di paesaggio.
- 3) Nello scenario economico ed ecologico attuale le piscine tradizionali si pongono come elementi energivori e forti consumatori di risorse.

Il progetto si propone come soluzione ecologica per la manutenzione e la depurazione dell'acqua nelle piscine private, specialmente per i modelli fuori terra e semi-interrate. L'idea prende spunto dal mondo delle biopiscine e della fitodepurazione, come metodo di trattamento dell'acqua e gestione del territorio, completamente naturale. Si tratta di prendere i vantaggi e i benefici delle piscine naturali e applicarli alle piscine tradizionali fuori terra, come avviene già con le conversioni dei modelli interrati. MACRO consente di depurare l'acqua delle piscine, eliminando l'utilizzo di qualsiasi elemento chimico all'interno della vasca: derivati del cloro, antialghe, correttori di acidità, ... Permette di realizzare ex novo o "convertire" qualsiasi tipologia di piscina tradizionale in una biopiscina, solamente eliminando gli impianti esistenti e sostituendoli con i vari moduli che compongono il sistema.



## **RICERCA PRELIMINARE**

### **Introduzione al mondo delle piscine**



# 1. L'ELEMENTO ACQUA

## 1.1 L'uomo e l'acqua

E' stato detto che si potrebbe scrivere la storia dello sviluppo dell'uomo attraverso il suo rapporto con l'acqua. Grandi civiltà del passato sono fiorite lungo i corsi dei fiumi, lungo il Nilo in Egitto, il Fiume Giallo in Cina, il Tigri-Eufrate in Mesopotamia e l'Indo nell'India settentrionale. Le civiltà sono scomparse quando le riserve d'acqua sono venute a mancare o non sono state amministrate nel migliore dei modi. I grandi bacini fluviali costituivano un'opportunità per la maggior fertilità del suolo e per la facilità dei trasporti, ma determinavano un'organizzazione sociale più complessa necessaria per gestire i conflitti per le risorse e per affrontare la costruzione e manutenzione di imponenti sistemi di irrigazione e di protezione dalle alluvioni. "Tra tutti gli elementi presenti in natura, l'acqua è un elemento essenziale, simbolo di vita che, scorrendo, trasmette benessere alle comunità". Scrive così Paolo Sorcinelli (docente di Storia Sociale presso l'Università di Bologna e membro del Dipartimento Discipline Storiche, dal 2001 docente presso il Polo Scientifico Didattico di Rimini), nella sua opera "Storia sociale dell'acqua. Riti e culture" in cui l'autore ha approfondito l'evolversi del rapporto tra uomo e acqua, analizzandone i mutamenti e sue vari sfaccettature. L'acqua nel passare dei secoli ha assunto diverse connotazioni per l'uomo, influenzandolo sotto tutti i punti di vista: sociale, culturale, economico e politico.

Come elemento culturale, nell'antichità l'acqua è stata intesa come elemento cosmologico, all'origine del mondo, ricordiamo infatti che il filosofo greco Talete associò l'acqua all'origine di tutte le cose. Realtà queste che in età cristiana ha assunto significati più ancor più sacri ed accompagnato riti religiosi, basti pensare al valore dell'acqua per i Cristiani durante il battesimo".

Dal '600 in poi, la concezione dell'acqua si è "laicizzata", diventando materia di studio per scienziati (geologi, ingegneri, chimici, fisici, medici) che ne hanno iniziato a studiare la composizione, il contenuto di gas e le proprietà curative. Nella sua opera Sorcinelli spiega come, in età medievale, l'acqua è stata messa a disposizione delle attività dell'uomo in una maniera sempre più concreta.

"Il primo uso dell'acqua è stato quello di convogliarla per far girare le ruote dei mulini o per portarla all'interno delle città. I centri abitati nascevano dove c'era acqua. Più ce n'era, più le città erano ricche, perché la loro presenza permetteva di svolgere tutta una serie di attività alla base dell'economia del tempo, tra cui soprattutto l'industria tessile" (Sorcinelli, 2000).

Con la rivoluzione industriale quest'aspetto è andato sempre più accentuandosi e negli ultimi duecento anni, con l'avvento delle lavorazioni industriali, del vapore, dell'elettricità e del concetto d'igiene personale, l'acqua ha conquistato il mondo e dal mondo è stata conquistata (Sorcinelli, 2000).

Il modo di concepire l'acqua da parte dell'uomo è cambiato di pari passo con le scoperte e le innovazioni mediche che sono nate nel corso degli anni. Non a caso, a un maggiore utilizzo dell'acqua per l'igiene e la cura del corpo è corrisposto un miglioramento delle condizioni e un allungamento della vita media della popolazione. Sorcinelli scrive "Paradossalmente, a sconfiggere certe malattie, fu più decisiva l'azione di acqua e sapone, che l'intervento di medici e medicine (Sorcinelli, 2000). Grazie alle scoperte nel campo della medicina l'acqua è diventata uno status symbol, influenzando le abitudini dell'uomo. La funzione terapeutica dell'acqua, scoperta dai tedeschi e dagli inglesi nella seconda metà del '700, è stata esportata anche in Italia dagli inizi dell'800 con la costruzione dei primi stabilimenti balneari. Troviamo testimonianze di questo fenomeno nel mondo dell'arte dove alcuni dipinti dell'epoca rappresentano la concezione del mare che si aveva nel 1850-60, in cui la gente andava vestita sulla spiaggia solo per respirare l'aria marina. Diversamente 20-30 anni dopo, la gente si recava nelle località marittime e indossava costumi per immergersi completamente nell'acqua. Inoltre, dopo il primo conflitto mondiale, gli italiani hanno scoperto che si può andare al mare anche per prendersi il sole, utile per le ossa ed a chi ha problemi respiratori.

L'importanza dell'acqua non è limitata alle funzioni vitali di sostentamento dell'uomo e degli altri organismi e alla determinazione della morfologia terrestre. L'acqua è un fattore chiave nel condizionamento climatico della Terra, per l'intera l'esistenza dell'uomo, e per lo sviluppo della civiltà. "Oggi si considera spesso l'acqua alla stregua di un bene di consumo che possiede un suo valore economico ed è oggetto di dispute legali, sociali e politiche" (Enciclopedia del Novecento, Ven Te Chow, Treccani).

## 1.2 La risorsa acqua nel mondo

La crescita della popolazione mondiale, dell'industrializzazione, della produzione e dei bisogni (anche se enormemente differenziati) dei popoli, ha comportato in questo ultimo secolo un aumento incontrollato dell'inquinamento industriale e agricolo, che si è ripercosso pesantemente sulla risorsa acqua. Esiste un enorme divario geografico nella disponibilità di acqua: mentre nei Paesi industrializzati la risorsa idrica è spesso abbondante e irresponsabilmente sprecata, in molti Paesi in via di sviluppo l'accesso all'acqua potabile è decisamente insufficiente per la concomitanza di condizioni naturali sfavorevoli, un'alta densità di popolazione e forti limitazioni sociali ed economiche.

Proprio l'integrazione mondiale di società differenti per cultura e struttura politico-economica, richiede che si definiscano oggi i profili di una gestione oculata di questa scarsa risorsa. Tale politica dovrebbe basarsi sulla salvaguardia sia delle acque dolci, in particolare quelle potabili, sia di quelle marine, con le loro sterminate riserve alimentari minacciate dall'inquinamento dovuto all'antropizzazione delle coste, agli scarichi delle petroliere e ai disastri ecologici (naufragi, eventi bellici, rifiuti tossici o radioattivi).

L'acqua è una risorsa capace di modificare la struttura socio-politica di un territorio. Il suo possesso e il suo controllo potrebbero diventare, secondo molti economisti, le principali cause di conflitto del XXI secolo. Già nel 1995 Ismail Serageldin, vicepresidente della Banca Mondiale, affermava: "Se le guerre del XX secolo sono state combattute per il petrolio, quelle del XXI secolo avranno come oggetto del contendere l'acqua". Purtroppo la previsione appare quanto mai realistica, sebbene molti conflitti per l'acqua siano irriconoscibili perché mascherati da contrasti etnici, di religione o sociali (Vandana Shiva, *Le guerre dell'acqua*, Feltrinelli, 2003). Per questo è indispensabile una cultura dell'acqua, del suo controllo e del suo utilizzo.

## 1.3 L'acqua in numeri

A causa della crescita delle attività umane dovuta a un modello di sviluppo non sostenibile, la disponibilità di acqua potabile per persona sta diminuendo. All'inizio del terzo millennio si calcolava che oltre un miliardo di persone non avesse accesso all'acqua potabile e che il 40% della popolazione mondiale non potesse permettersi il lusso dell'acqua dolce per una minima igiene. Oggi la situazione è solo in parte migliorata. Sono 783 milioni (dati Onu) le persone che nel mondo non hanno ancora accesso all'acqua, e tra i 3 e i 4 miliardi le persone che non hanno acqua sufficiente e in quantità stabile, con servizi igienici scarsi e assenza di un sistema fognario. La conseguenza è che oltre 2 milioni e duecentomila persone, in maggioranza bambini, sono morte nel 2000 per malattie legate alla scarsità di acqua pulita. Nel 2004 l'organizzazione umanitaria britannica "WaterAid" calcolò la morte di un bambino ogni 15 secondi per malattie facilmente prevenibili, contratte a causa della scarsità di acqua pulita. Nel 2006 si sono calcolate trentamila persone morte ogni giorno nel mondo per cause riconducibili alla mancanza d'acqua pulita.

Tra alcuni decenni la popolazione mondiale salirà di altri 2 miliardi e la domanda di cibo, considerando i nuovi stili di vita e l'uscita dalla povertà di nuove fasce di popolazione, salirà del 50% nel 2030 e del 70% nel 2050. Ciò significherebbe che l'agricoltura avrà bisogno del 19% in più dell'acqua che oggi utilizza. Per la Fao l'aumento della popolazione mondiale porterà invece ad un aumento della domanda di acqua dolce di 64 miliardi di metri cubi all'anno ed un aumento della domanda di cibo tra il 70% e il 100% per il 2050. Una cifra enorme se si pensa che per produrre la quantità di cibo che una persona consuma in un giorno servono tra i 2 mila e i 5 mila litri d'acqua (dati ANSA 2013).

Il fabbisogno pro-capite minimo d'acqua necessario alla sopravvivenza umana è di 5 litri al giorno, ma secondo l'Oms per poter parlare di condizioni accettabili di vita ne occorrono non meno di 50 litri. Nel mondo si passa da una disponibilità media di 425 litri al giorno per abitante degli Stati Uniti, ai 10 di un abitante del Madagascar. In base ad alcuni calcoli dell'Oms un miliardo di individui vive con meno di 20 litri di acqua potabile al giorno. L'Italia è uno dei Paesi al mondo con maggiore disponibilità d'acqua, il primo per consumi in Europa e il terzo al mondo dopo Canada e USA. Se tutti utilizzassimo la stessa quantità d'acqua degli europei e dei nordamericani occorrerebbero tre pianeti e mezzo come la Terra. (dati ANSA 2013)

## 2. LA PISCINA PRIVATA

### 2.1 Cenni storici sull'evoluzione della piscina

Le piscine come le conosciamo noi oggi per forma, funzione, posizione e materiali, fanno parte di una non lontana concezione. Attraverso i millenni la piscina ha assunto forme e significati differenti in base al periodo, alla cultura dell'uomo e alla posizione in cui le costruiva. Brevemente diamo uno sguardo alle tappe fondamentali che hanno portato i grandi bacini di raccolta dell'acqua alla forma che siamo abituati a incontrare nelle nostre città.

#### Dai primi prototipi alle terme romane

La prima piscina di cui si ha notizia e dove tutt'ora rimangono i resti è il Grande Bagno a Mohenjo-daro alla Civiltà della valle dell'Indo, nell'odierno Pakistan. La piscina risalente al III millennio a.C. è l'antenato dei bāoli o dei serbatoi che si ritrovano in tutta l'India e nello Sri Lanka che per secoli hanno garantito l'approvvigionamento idrico e la sopravvivenza a queste regioni secche. Misura 14 m di lunghezza e 9 m di larghezza, con una profondità di 2,40 m.

Un'altra piscina delle più antiche di cui si trova traccia nella storia, risale all'VIII secolo a.c. e porta il segno del re Giudeo Ezechia. La piscina localizzata nella parte inferiore del fianco meridionale del monte Ophel, l'antico sito di Gerusalemme, era alimentata dalle acque della sorgente di Gihon, che venivano fatte affluire tramite due acquedotti artificiali. La piscina permetteva agli Ebrei del tempo in pellegrinaggio verso il tempio di Gerusalemme (che una legge religiosa del tempo imponeva di svolgere una volta all'anno) di lavarsi e purificarsi prima di poter accedere al Tempio.

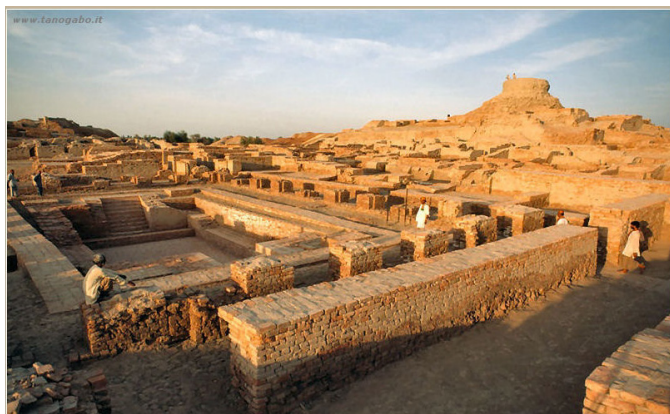


Fig.1 Grande Bagno a Mohenjo-daro in Pakistan



Fig.2 Una raffigurazione storica dei bagni di Diana

Antichi Greci e Romani costruivano piscine artificiali per la preparazione atletica nelle palaestras, per i giochi nautici e per le esercitazioni militari. A partire dal II secolo a.C. i romani si ritrovavano quotidianamente alle terme, edifici pubblici con degli impianti che oggi chiameremmo igienico-sanitari. Le terme erano un luogo di socializzazione, di relax e di sviluppo di attività vive per uomini e donne che, in spazi ed orari separati, facevano il bagno completamente nudi.

#### Dal medioevo alla seconda metà dell'800

Durante tutto il medioevo e fino a metà ottocento, la piscina in ambito Occidentale era ancora sinonimo di stabilimento termale. E' solo a metà dell'Ottocento che, specialmente in Inghilterra (Londra 1837) e negli Stati Uniti si ricominciò a realizzare impianti ad uso sportivo e di intrattenimento. In Italia I Bagni di Diana sorti a Milano nel 1842 su progetto dell'architetto Andrea Pizzala, sono considerati la prima piscina pubblica costruita sul territorio nazionale. Dopo l'inserimento nel 1896 delle competizioni di nuoto ai Giochi Olimpici moderni la popolarità delle piscine pubbliche prese sempre più popolarità e iniziò la sua prima diffusione.

Proprio negli Stati Uniti, a partire dagli anni '20 del '900, si ebbe il primo vero boom delle piscine private, che diventarono in breve uno status symbol, grazie anche alla visibilità data dai film di Hollywood usciti



dopo il secondo conflitto mondiale. Da allora la piscina si diffuse gradualmente, con un'impennata dagli anni '70 in poi, in tutti i paesi del mondo.

Il diffondersi così vasto delle piscine impose, fin dall'Ottocento, di trovare soluzioni tecnologiche alla limitazione più evidente che si poneva nella costruzione e nella manutenzione: la disponibilità idrica. Fino ad allora, infatti, la qualità igienica ed estetica delle acque di balneazione era stata assicurata dal continuo ricambio dell'acqua e le piscine furono costruite solo dove era disponibile un sufficiente apporto idrico, costante.

Con la diffusione delle piscine pubbliche e private, anche in luoghi non particolarmente ricchi d'acqua, nacque il problema della creazione di "circuiti chiusi", che permisero di limitare quasi al solo rimbocco i consumi idrici dell'impianto.

La soluzione, con l'inizio del Novecento, fu l'utilizzo del cloro, elemento chimico capace di sterilizzare quasi completamente l'acqua. Ai giorni nostri il cloro risulta ancora il metodo più impiegato in ambito sia pubblico sia privato, per la disinfezione dei bacini balneari artificiali.

### **Gli anni '70 e il tema dell'ecologia**

Negli anni '70, mentre si assisteva ad una crescita esplosiva della domanda e dell'offerta di piscine pubbliche e private, si cominciò subito a delineare, soprattutto nel Nord Europa, una nuova sensibilità ai problemi ecologici.

La ricerca di un rapporto più armonico tra Uomo e Natura creò un ampio dibattito sulle tecnologie fino a quel momento considerate indiscutibili. Questo significò un'attenzione critica crescente riguardo ai problemi che una piscina chimica poteva creare: allergie e irritazioni da cloro, manutenzione complicata e costosa, grandi consumi energetici e di prodotti chimici, innaturalità estetica e paesaggistica, limitazione stagionale della fruizione ecc.

Dopo circa 10 anni di dibattiti e sperimentazioni sulle tecnologie impiegate per la realizzazione di laghetti artificiali ad uso decorativo e per la coltivazione delle piante acquatiche, agli inizi degli anni '80 in Germania e Austria iniziò a delinearsi la concezione costruttiva delle piscine naturali (o biopiscine). Queste piscine eliminavano la gran parte della tecnologia e della chimica a favore di una depurazione dell'acqua naturale adoperata dalle piante, elemento fondamentale anche per l'adattamento paesaggistico alle varie zone di installazione.

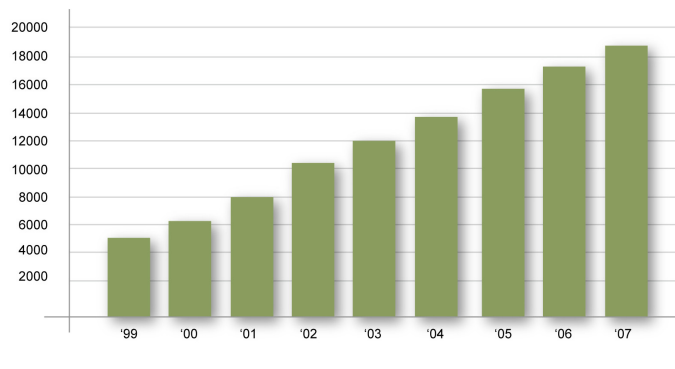
## **2.2 Il mercato della piscina privata**

Le informazioni disponibili sulle piscine (private e pubbliche) Italiane non sono molto aggiornate, perché non si può contare sulle stime di un censimento nazionale accurato. Non esiste neanche un'associazione che riunisca i produttori a livello Europeo e che si occupi dell'intero comparto, creando standard e leggi univoche per tutti i paesi. I dati più attendibili ci vengono forniti da Assopiscine, l'associazione che riunisce i costruttori di piscine del territorio italiano e da riviste di settore. Attraverso alcuni dati Istat è possibile anche ricavare informazioni su questo mercato, guardando allo sviluppo economico del settore immobiliare. I dati reperiti purtroppo arrivano al massimo all'anno 2011 e non si ha nulla sull'anno corrente.

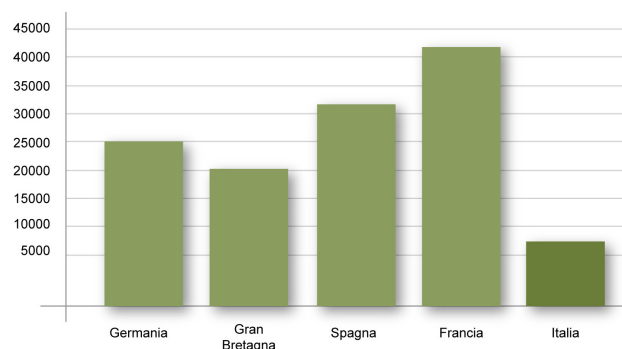
### **Dal 2005 a oggi**

I dati Istat del 2006 sull'andamento economico e sociale italiano rilevavano una crescita costante dell'investimento dei piccoli risparmiatori sui beni durevoli (prima fra tutti l'abitazione privata), facendo ipotizzare ampi margini di espansione del settore piscina. L'indagine riportava anche dati di Assopiscine, secondo la quale nel corso del 2005 sono state realizzate circa 13mila nuove piscine interrate, che si sono aggiunte alle 120mila già presenti sul territorio. Ma è stato soprattutto il settore delle fuoriterre ad aver registrato i livelli più alti di crescita. A facilitare la diffusione della piscina, concludeva l'inchiesta, aveva contribuito anche la semplificazione delle procedure burocratiche introdotte dal 2001.

Da un'inchiesta condotta nel 2007 dalla rivista Piscine Oggi emergevano nuove potenzialità di crescita legate soprattutto al fatto che, grazie ai costi più contenuti di realizzazione, alla rapidità di esecuzione, alle tecnologie prefabbricate e alla maggiore facilità di gestione, la realizzazione di una piscina non era più una possibilità per pochi, ma un desiderio accessibile a molti. Nel 2007, sempre secondo Assopiscine,



**Grafico1** Evoluzione del mercato delle piscine in Italia



**Grafico2** Ripartizione del mercato Europe delle piscine

ci sono stati nuovi segnali positivi, con circa 23mila nuove piscine private, di cui 13mila interrate e 10mila fuoriterza, e con un trend di crescita del 11%, dato superiore a quello degli altri paesi europei. Tuttavia, lo studio avvertiva anche che nell'Unione Europea l'Italia rimaneva ancora fra i paesi meno attrezzati in tal senso, con un'incidenza sul mercato complessivo pari al 4,4% (contro, ad esempio, il 36,76% della Francia).

Nell'anno della crisi, il settore delle piscine private ha perso pesantemente in molti paesi europei (40% in Spagna, 30% in Germania, Inghilterra e Francia), mentre il mercato italiano ha sostanzialmente tenuto non superando il 10% di calo.

Per il 2009 gli unici dati disponibili sono quelli forniti da un'analisi condotta dal sito Immobiliare.it., secondo cui le costruzioni con piscina realizzate in territorio italiano erano in crescita del 17% rispetto all'anno precedente. La maggior concentrazione risulta in Lazio e in Toscana, con la capitale al primo posto tra le provincie, con ben il 13% di ville accessoriate di piscina, contro il 18% di tutto il territorio toscano. Rilevante la presenza anche tra Milano e Brescia, dove registrano un 7%, e in Veneto, in cui il 6% delle ville ha scelto di impreziosire l'area esterno con una piscina (dati Assopiscine).

Dall'analisi effettuata risulta inoltre riscuotere sempre più successo la formula delle piscine ad uso condominiale, soprattutto negli appartamenti collocati nelle località turistiche dove l'utilizzo della piscina migliora la qualità dell'immobile stesso. Si è verificato inoltre un aumento nella costruzione di piscine nei nuovi complessi edilizi, con un 22% in più rispetto al 2008. La piscina costituisce un investimento per il benessere, per la salute, non più semplicemente uno status symbol.

Il persistere della crisi e la stagnazione dei consumi, ha portato la Zodiac Poolcare – Europool Italia (azienda leader nel mercato delle piscine) a effettuare una ricerca per valutare il profilo, le esigenze dei consumatori e crea una fotografia della situazione del mercato, per trovare una soluzione di business. Condotta su oltre 300 proprietari di piscine private in tutt'Italia, uomini e donne dai 18 ai 69 anni, la ricerca ha permesso di analizzare le risposte di un campione rappresentativo della popolazione italiana.

Dai risultati ottenuti, è evidente che le opportunità di business vanno ricercate in particolare nella ristrutturazione del parco piscine esistente, fotografato come decisamente datato: oltre il 60% degli intervistati infatti ha dichiarato di possedere una piscina con un'età media di 13,1 anni e quindi bisognose di ristrutturazioni, mentre sono una percentuale minima (pari al 3%) le piscine costruite negli ultimi 2 anni.

### Forme e dimensioni

Non sono disponibili dati statistici sulle forme e dimensioni maggiormente vendute presenti sul mercato. Ho realizzato una ricerca personale, contattando una serie di aziende (le maggiori) che producono e rivendono piscine di tutti i tipi chiedendo direttamente l'informazione mancante. Le aziende contattate sono state 9, ma solo 5 si sono rese disponibili a fornire il dato richiesto:

- Bestway:
  - rettangolari fuori terra 4x2x1 m; 5,5x2,74x1,27 m; 7,32x2,74x1,32 m
  - circolari fuori terra d2,44x0,66 m; d3,05x0,76 m; d3,66x0,76 m; d4,57x0,91 m.
- 1000piscine.it:
  - rettangolari interrate 8x4 m 10x5 m e 12x6 m. Come profondità quasi tutti scelgono la doppia misura, con una parte bassa di 1,2 m e la parte alta di 2,2-2,4 m.
  - rettangolare fuori terra 5x3 m, con h 1,25 m.
- Newplast:
  - rettangolari fuori terra 5/6x3x1,25 m.
- BSVillage:
  - rettangolari fuori terra 8x4 m 10x5 m altezze variabili.
- IBlue piscine:
  - rettangolari interrate 5,1x10,1m; 4,77x8,79 entrambe con il fondo a tramoggia e h da 1,20 a 2,20 m.

Dalla ricerca risulta che le forme più utilizzate sono quelle più tradizionali: rettangolare e rotonda, ma anche quelle ovali riscuotono un discreto successo. In linea generale, solo il 20% sceglie forme e dimensioni personalizzate, mentre il restante 80% sceglie forme e dimensioni standard.

## 2.3 Tipologie di piscine

Le piscine possono essere raggruppate secondo diversi criteri: architettura della vasca, forma, dimensioni, destinazione, pubblica e privata, ... in base alle considerazioni che si vogliono trarre. Io ho scelto una catalogazione basata sulla concezione estetica unita al trattamento della risorsa acqua, criterio che tornerà utile nei capitoli successivi.

### Piscine tradizionali

Le piscine cosiddette tradizionali sono le più diffuse e rappresentano fino ad ora la più grossa fetta del mercato di questo settore. Sono in sostanza tutte le piscine che siamo abituati a trovare nel 90% dei centri sportivi e nei giardini privati a cui si faceva riferimento nel capitolo precedente.

Sono caratterizzate da una vasca, spesso prefabbricata o realizzata in loco su misura, in diversi materiali: plastico, metallico, cementizio o mix dei 3. Sono le uniche presenti in 3 macro-varianti costruttive:

- interrate
- semi-interrate
- fuori terra

Forme e rifiniture variano secondo il modello e le esigenze personali dell'utente, in comune hanno il colore azzurro che predomina sull'estetica generale dell'installazione. Il bacino di balneazione, riempito d'acqua è mantenuto igienicamente stabile mediante filtrazione meccanica e disinfezione chimica, con cloro nelle sue varie derivazioni (tricloro, dicloro, ...).

### Piscine “bio design” (biodesign pool)

Questo genere di piscine ha preso piede negli ultimi anni, grazie alla volontà di alcune aziende di dar voce alle esigenze delle persone, di piscine dall’aspetto meno artificiale e soprattutto con un’acqua meno contaminata da sostanze chimiche. Possono essere considerate una via di mezzo tra le piscine tradizionali e quelle naturali. E’ una tipologia molto impiegata soprattutto da hotel, e centri benessere per la migliore qualità dell’acqua, d’inserimento nell’ambiente e miglior fruibilità da parte delle persone. La vasca non è prefabbricata, esistono solo nella versione interrata e sono ricavate sul posto realizzando uno scavo che simuli un bacino naturale. Successivamente impermeabilizza con teli di materiale polimerico resistenti all’usura, sono rifinite con elementi naturali (sassi, ghiaie di diversa granulometria, ponti in legno, ...) per ricreare le caratteristiche di un bacino naturale con bagnasciuga, insenature, trampolini, ... L’acqua è depurata con filtri che impiegano particolari materiali riducendo al minimo le quantità di cloro necessarie per la disinfezione e ottenendo come risultato un’acqua più limpida, senza odore e meno aggressiva per la pelle. Anche qua l’azzurro è il colore predominante per la vasca, insieme al bianco e ai colori candidi degli elementi decorativi.

### Biopiscine, piscine naturali, biolaghi

Le piscine naturali sono nate nella seconda metà dell’800 in Austria inizialmente per coltivare piante palustri, dove era possibile anche fare il bagno in una vasca separata dalle coltivazioni. Sono sviluppate maggiormente nel nord Europa dove la sensibilità per l’ambiente e gli aspetti naturali è più sentito. Come nelle biodesign pool il bacino è realizzato in loco con la stessa tecnica, la sostanziale differenza sta nelle finiture che creano un diverso ambiente, più naturale, e il trattamento naturale dell’acqua. Il bacino è arricchito con elementi naturali provenienti dal mondo dei laghi e delle zone palustri, soprattutto piante acquatiche e di vario genere, unito a ghiaia e sassi. Le piante svolgono un importante ruolo nella depurazione dell’acqua, poiché sostituiscono il filtro e le sostanze chimiche disinfettanti. In questa tipologia il colore predominante non è più l’azzurro, ma tutta la scala dei verdi e dei marrone caratterizzanti i biotopi naturali palustri. Di queste piscine in particolare se ne parlerà in modo più approfondito nel capitolo 5.

Tutte e 3 le tipologie sono realizzate sia in ambito pubblico che in ambito privato.



**Fig.3** | 4 modelli di piscine sul mercato: (in senso orario) tradizionale interrata, fuori terra tradizionale, bio design pool, piscina naturale

## 2.4 Confronto: pregi e difetti

E' interessante osservare da vicino i vari aspetti che ruotano intorno a queste 3 tipologie di piscine e metterli in relazione tra loro. La maggior diffusione sul mercato della piscina tradizionale potrebbe essere dettata da una consuetudine, piuttosto che da un effettivo valore aggiunto di quest'ultima rispetto alle altre 2.

Nella tabella sotto riportata sono state inserite alcune voci fondamentali per la costruzione, la manutenzione e l'aspetto generale delle piscine sopracitate.

		Tradizionali		Piscine Biodesign	Piscine naturali
		interrate	fuori terra	interrate	interrate
Permessi comunali		necessari	non necessario	necessari	necessari
Progetto architettonico		necessario	non necessario	necessario	necessario
Lavori di edilizia	Scavo	necessario	non necessario	necessario	necessario
	Fondo	necessario	non necessario	necessario	necessario
	Riempimento laterale	necessario	non necessario	non previsto	non previsto
Trattamento dell'acqua	Chimico	necessario	necessario	necessario	assente
	Fisico (superficie)	necessario	necessario	necessario	necessario
	Fisico (volumetrico)	necessario	necessario	necessario	non necessario
Costi	Costruzione/messa in opera	elevati	non previsti	meno elevati	meno elevati
	Gestione (energia elettrica)	elevati	elevati	elevati	bassi
	Manutenzione	elevata	elevata	elevata	bassa
Tempi	Costruzione/messa in opera	elevati	brevi	elevati	elevati
	Stagione senza riscaldamento	3 mesi	3 mesi	3 mesi	5 mesi
	Stagione con riscaldamento	5 mesi	5 mesi	5 mesi	non riscaldabile
Manut. Ordinaria	Skimmer	settimanalm.	settimanalm.	settimanalmente	settimanalmente
	Filtro (sostit. o controlavaggio)	settimanalm.	settimanalm.	settimanalmente	non previsto
	Pareti e fondo	settimanalm.	settimanalm.	settimanalmente	1 o 2 anno
	Cambio acqua	giornalm.	giornalm.	giornalmente	rabbocco
	Rabbocco acqua	si	si	si	si
Manut. Straordinaria	Inizio stagione	elevata	elevata	elevata	assente
	Cambio tot acqua	1 o 2 anno	1 o 2 anno	non necessario	non previsto
	Clorazione shock	necessaria	necessaria	non necessaria	non necessaria
	Fine stagione	elevata	elevata	non elevata	bassa
Evaporazione (senza telo)		elevata	elevata	elevata	ridotta
Inserimento nel contesto		medio	assente	elevato	elevato

**Tab.1** Caratteristiche dei diversi tipi di piscine a confronto

Ho assegnato un punteggio da 1 a 3 alle voci della tabella, in modo da ottenere un grafico di comparazione delle tre tipologie che mostrasse alla luce di tutte le considerazioni quale fosse la tipologia migliore.

Confrontando i vari modelli di piscina presenti sul mercato, ci si accorge che le più diffuse sono in realtà le peggiori sotto molti punti di vista: manutenzione, costi, inserimento nel contesto, ... Le tradizionali si posizionano agli ultimi posti di un'eventuale classifica, con le fuori terra che vincono questa sfida interna per svariati motivi. Prima di tutto non hanno costi edili, di progetto e non necessitano di permessi comunali. I tempi di autocostruzione sono molto brevi (1 giornata), non richiedono attrezzi o macchinari specifici e bastano due persone per allestirla.

Lo svuotamento incide negativamente sulle operazioni da svolgere a inizio e fine stagione e sul costo. In fine, le piscine fuori terra sono difficilmente inseribili nel contesto "giardino domestico" senza risultarne estranee, mentre le interrate si adattano meglio a livello architettonico con le abitazioni.

		TRADIZIONALI		BIODESIGN	MATURALI			
		interrate	fuori terra	interrate	interrate	1 pt.	2 pt.	3pt.
Costi:	Costruzione/messa in opera	1	3	2	2	elevati	meno elevati	assenti
	Gestione (energia elettrica)	1	1	1	3	elevato	medio	basso
	Manutenzione	1	1	2	3	elevato	medio	basso
Tempi:	Costruzione/messa in opera	1	3	2	2	elevato	medio	basso
	Stagione senza riscaldamento	1	1	1	3	3 mesi	4 mesi	5 mesi
	Stagione con riscaldamento	3	3	3	3	3 mesi	4 mesi	5 mesi
Trattamento dell'acqua:	Chimico	1	1	2	3	elevato	basso	assente
	Fisico (superficie)	1	1	1	1	si	-	no
	Fisico (volumetrico)	1	1	1	3	si	-	no
Manut. Ordinaria:	Skimmer	1	1	1	1	settimana	mese	anno
	Pareti e fondo	1	1	1	3	settimana	mese	anno
	Rabbocco acqua	1	1	1	1	si	-	no
Manut. Straordinaria:	Inizio stagione	1	1	2	3	elevata	bassa	assente
	Cambio totale dell'acqua	1	1	3	3	si	-	no
	Trattamento d'urto	1	1	3	3	si	-	no
	Fine stagione	1	1	2	2	elevata	bassa	assente
Evaporazione (senza telo)		1	1	1	2	elevata	bassa	assente
Inserimento nel contesto		2	1	3	3	assente	bassa	elevata
<b>TOT</b>		<b>21</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>44</b>			

Tab.2 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali, per il confronto delle piscine

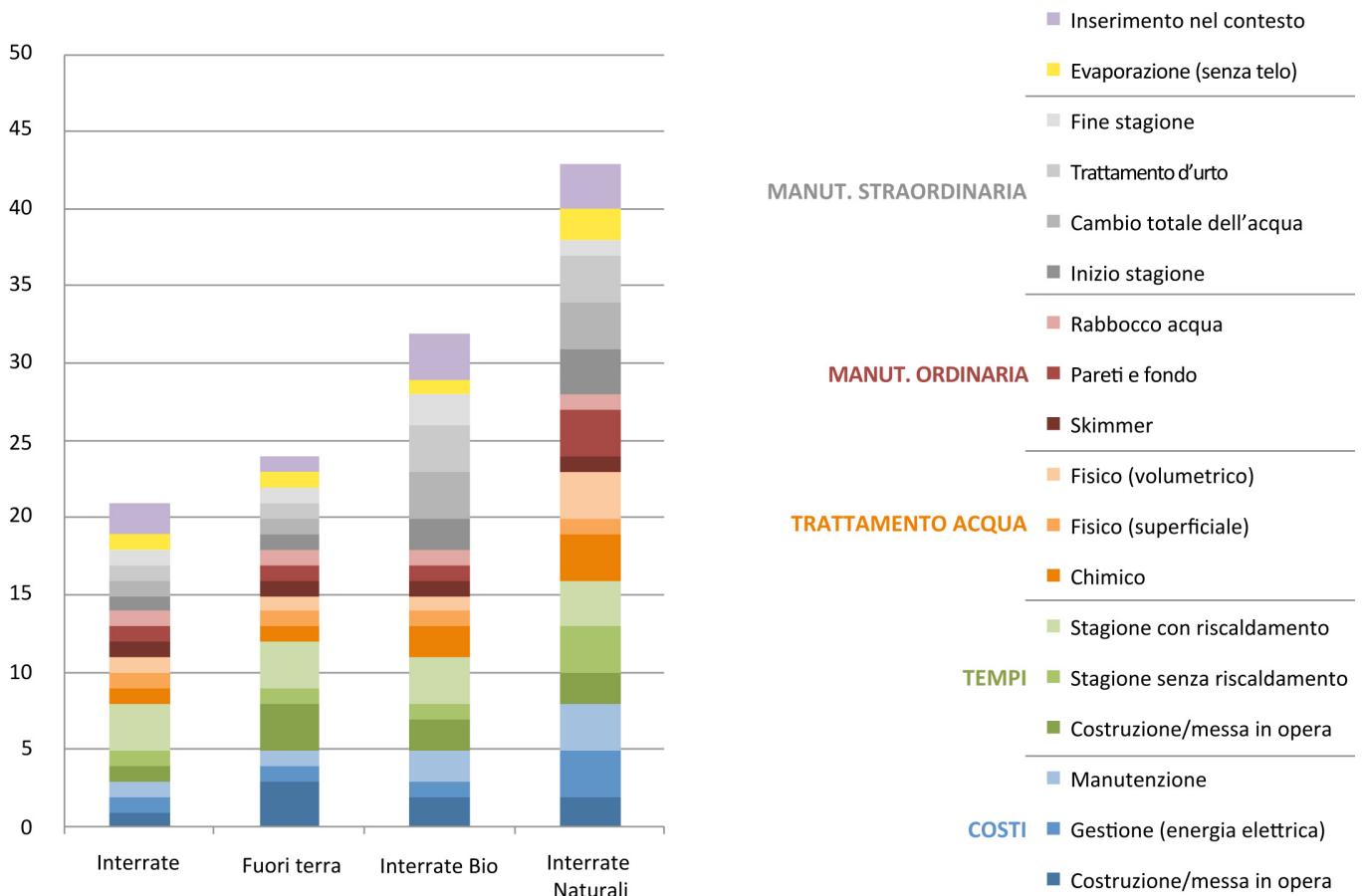


Grafico3 Comparazione tra i modelli di piscina

Le piscine naturali hanno una concezione totalmente diversa, che le rende ottimali dal punto di vista della gestione e non solo. Le tecniche costruttive dei biolaghi (così come quelle delle piscine biodesign) permettono di risparmiare sul tempo e sul costo edilizio dell'installazione. L'acqua è di ottima qualità anche senza l'aggiunta di chimica o di eccessivo filtraggio. La pompa (ove prevista) è attiva anche nel periodo invernale, di conseguenza non serve nessun trattamento d'urto e sostituire tutta l'acqua è dannoso. Non è possibile riscaldare questo tipo di piscina, ma la sua conformazione permette di scaldarsi naturalmente più velocemente degli altri modelli. Grazie alla loro conformazione, questo tipo di piscine sono perfettamente adattabili a qualsiasi contesto domestico.

## 2.5 Normative

Per quanto riguarda le leggi e le normative che disciplinano la costruzione e la gestione delle piscine, in Italia non troviamo nulla di unificato a livello nazionale. Negli anni si sono sempre stipulati accordi tra lo Stato e le varie regioni, delegando a queste ultime la legiferazione in materia specifica. Le piscine non aperte al pubblico sono da sempre esonerate da queste leggi soprattutto in materia di supervisione dei bagnanti e salubrità dell'acqua. Solamente a livello edilizio è previsto l'obbligo di richiedere i permessi di costruzione per la messa in opera dei modelli interrati. Di seguito riporto solamente i due estratti delle norme attualmente vigenti in Italia che si riferiscono alla piscina privata. Non saranno riportate tutte le norme che regolano la sicurezza nel contesto piscina, di gestione e controllo dei parametri delle acque, in quanto non sono applicabili in contesto pubblico in centri sportivi e ricreativi.

L'accordo del 16 gennaio 2003 tra il ministero della Salute e le Regioni disciplina gli aspetti igienico-sanitari relativi alla costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine aperte al pubblico. Questo accordo traccia soltanto le linee guida principali, mentre demanda alle varie regioni il compito di emanare disposizioni aggiuntive per la regolazione dei controlli sulle piscine condominiali, dei campeggi, dei villaggi turistici, delle sanzioni e altro ancora.

Nel documento troviamo le seguenti norme e definizioni:

*Premessa n3:*

*L'Accordo non è un atto normativo, ma un atto politico-istituzionale che impegna i Presidenti delle Regioni a sviluppare le discipline regionali sulla scorta dei contenuti dell'Accordo sottoscritto il 16.1.2003. Peraltro l'Accordo non è esaustivo in quanto vi sono alcuni aspetti, lasciati all'autonomia regionale, che le regioni intendono sviluppare per trovare definizioni condivise (requisiti strutturali e di gestione, controlli, frequentatori...).*

*Punto 1 – Definizione di piscina*

*1.1 – Si definisce “piscina” un complesso attrezzato per la balneazione che comporti la presenza di uno o più bacini artificiali utilizzati per attività ricreative, formative, sportive e terapeutiche esercitate nell'acqua contenuta nei bacini stessi.*

*Punto 3 – Campo di applicazione*

*3.2 - Sono escluse dall'applicazione della legge le piscine costituenti pertinenza di singole abitazioni.[14]*

*[14] L'Accordo prevede l'inclusione nella classificazione delle piscine condominiali; conseguentemente esclude tutte le piscine appartenenti ad edifici residenziali la cui proprietà non sia in condominio. La conseguenza è che l'edificio, anche se costituito da numerosi alloggi, che sia di proprietà di un unico soggetto, non potendo essere considerato “condominio” ai sensi del CC, dovrebbe essere escluso dalla classificazione. A sanatoria di questa che è certamente un'incongruenza non sufficientemente chiarita in sede di accordo si pone rimedio con le assimilazioni proposte nelle definizioni. Per quanto riguarda le singole abitazioni non può esserci alcun dubbio sul fatto che non siano, a maggior ragione, ricomprese*

*nella classificazione. La suddivisione in gruppi consente inoltre di applicare normativa differenziata come è nello spirito dell'Accordo ai punti 3.1 e 3.2.*

#### *Punto 13 - UTENTI*

*13.1 – Gli utenti della piscina, si distinguono in “frequentatori” e “bagnanti”.*

*13.2 – Sono “frequentatori” gli utenti presenti all'interno dell'impianto natatorio.*

*13.3 – Sono “bagnanti” i frequentatori che si trovano all'interno della sezione vasche delimitata sul posto.*

*La norma tecnica UNI 10637 che ha come titolo “Piscine - Requisiti degli impianti di circolazione, trattamento, disinfezione e qualità dell'acqua di piscina” è datata 25 maggio 2006.*

*In ambito privato, non ci sono norme alle quali occorre attenersi obbligatoriamente per quanto riguarda le caratteristiche tecniche della piscina, oppure per la qualità dell'acqua. E' tutto lasciato alla responsabilità personale del proprietario. E', invece, obbligatorio ottenere il permesso a costruire per la realizzazione.*

#### *Installazione*

*Non c'è, comunque, nessun obbligo legislativo per quanto riguarda la costruzione delle piscine private, non sono state emanate leggi che stabiliscano regole costruttive e tecniche:*

##### *1) piscine prefabbricate*

*Piscine realizzate in opera (cemento armato) o con elementi prefabbricati (pannelli in acciaio e rivestimenti in legno) che possono essere installate sia interrate che fuori terra sono assoggettate alla disciplina della Denuncia di Inizio Attività ai sensi dell'art. 22 comma 1 e 2 del DPR n 380/2001 e s.m.i..*

##### *2) piscine fuori terra*

*Piscine realizzate esclusivamente fuori terra composte da una struttura in acciaio e in tessuto in poliestere. Per questo tipo di opere non serve nessuna autorizzazione in quanto attività edilizia libera (art.6 DPR n. 380/2001).*

#### *Filtrazione*

*La normativa consente, sostanzialmente, l'uso di qualunque tipologia di filtro, a condizione che siano rispettati i parametri dell'allegato Tabella A dell'accordo Stato/Regioni.*

*La velocità di ricircolo indicata dalla norma UNI per le piscine private, è di 6 ore, cioè in 6 ore l'intera massa di acqua dovrà passare nel filtro. Il tempo previsto di 6 ore, è semplicemente un minimo, ma se dobbiamo filtrare una piscina che avrà una forte presenza di bambini, oppure una vasca con una profondità inferiore a 120 cm, è consigliabile una frequenza inferiore (nelle piscine condominiali si scende a 0,5 - 2 ore).*

*La norma UNI 10637, ammette l'uso degli skimmer nelle piscine private, nel numero minimo di uno ogni 35 metri quadri. Ma la decisione di quanti skimmers prevedere, a nostro avviso, dovrà anche dipendere dalla forma della vasca, dalla presenza di agenti inquinanti, dal volume d'acqua complessivo e dalla quantità di ricircoli che abbiamo previsto.*

*Per quanto riguarda questo ultimo aspetto, va ricordato che la portata consigliata di uno skimmer varia dai 5 agli 8 metri cubi/ora.*



### 3. MANUTENZIONE

La manutenzione della piscina è un elemento fondamentale per garantire un'ottima qualità del sistema e delle condizioni di fruibilità da parte dell'utente. Come abbiamo visto nel capitolo precedente non tutte le piscine necessitano in egual modo delle attività di manutenzione perché molte sono le variabili in gioco: tipologia, dimensioni, posizione, livello tecnologico, ... Cercherò di delineare i principi fondamentali che stanno alla base di una corretta manutenzione periodica, prendendo in considerazione gli elementi base che costituiscono l'oggetto piscina, ovvero: la vasca, gli impianti e l'acqua. Un capitolo più approfondito sarà dedicato ai metodi e alle soluzioni che consentono di rendere l'acqua salubre e priva di elementi patogeni, in quanto sarà la base di partenza per lo sviluppo del progetto.

#### 3.1 Manutenzione ordinaria

Con questo termine si indicano tutte le operazioni da svolgere sistematicamente durante il periodo di effettivo utilizzo della piscina, periodo che generalmente va da giugno ad agosto (o da maggio a settembre, a seconda della tipologia e della presenza o meno del riscaldamento forzato). Diverse sono le azioni e le tempistiche che permettono di ottenere i risultati migliori.

##### La vasca

Qualsiasi sia il materiale di cui sono composti il fondo e le pareti laterali della vasca, questi necessitano di costante controllo e pulizia per garantire ottima fruibilità e lunga durata del materiale. Il principale problema sono le alghe che si formano sulla superficie e che creano un fastidioso strato scivoloso su cui camminare, unito alle particelle di sporco introdotte dai bagnanti, che restano sul fondo. Mantenere pulita la scaletta di accesso alla piscina e fare una doccia prima di fare il bagno permette di introdurre un quantitativo di inquinanti minimo. Esistono sul mercato additivi chimici che riducono la proliferazione delle alghe da aggiungere periodicamente all'acqua e oggetti che le rimuovono meccanicamente. Ne esistono di due tipi: il cosiddetto aspira fango, una sorta di aspirapolvere per piscine da collegare direttamente al filtro di aspirazione. E i robot automatici, che inseriti nella piscina spazzolano tutta la superficie trattenendo lo sporco in un filtro interno.

Le piscine fuori terra e semi-interrate necessitano di controllo e pulizia anche della struttura esterna che, a differenza di quelle interrate, è la principale responsabile dell'impatto estetico dell'oggetto.



Fig.4 Un modello di robot automatico



Fig.5 un modello di aspira fango

##### Gli impianti

L'acqua è costantemente movimentata dagli impianti idraulici composti da vari elementi interni ed esterni alla vasca (bocchette, tubi, raccordi, ...) che, insieme agli agenti chimici, ne garantiscono la salubrità. Il filtro e gli skimmer sono gli elementi principali, ai quali bisogna dare maggior attenzione: in relazione alla quantità di elementi inquinanti (insetti morti, foglie, capelli, ...) introdotti in piscina vanno costantemente svuotati e risciacquato per evitare che si intasino. Esistono diversi tipi di filtri con caratteristiche e necessità

differenti. Nel capitolo 4.1 verranno mostrate in dettaglio, con i pregi e i difetti delle singole tipologie. Molta attenzione va prestata al percorso dell'acqua nelle tubature per accertarsi che non vi siano perdite, che causerebbero un rapido svuotamento del bacino. Le componenti di distribuzione in materiale polimerico, possono subire un rapido degrado se lasciate esposte tutto l'anno agli agenti atmosferici e necessitare di eventuale sostituzione.

### L'acqua

L'acqua è l'elemento che richiede il maggior numero di attenzioni, poiché l'utente viene a diretto contatto con tutte le sostanze e i batteri disciolti al suo interno. Sono 3 i parametri principali da tenere in considerazione: il PH, la % di disinfettante disciolto e la durezza. Tutti e 3 questi parametri sono fortemente legati tra loro e anche lo sfasamento di 1 solo compromette il funzionamento dell'intero sistema. Mantenere il ph stabile permette di utilizzare una minor quantità di disinfettante e fa sì che quest'ultimo lavori al meglio. Il ph è fortemente legato alla durezza dell'acqua, che se non tenuta sotto controllo causa la formazione di depositi di calcare nelle condutture, sulla superficie della vasca e il danneggiamento degli impianti. Anche la temperatura è un parametro da tenere in considerazione, in quanto temperature relativamente elevate favoriscono la proliferazione di batteri e virus.

## 3.2 Inizio e fine stagione

Il grosso del lavoro per un'ottimale fruizione della piscina durante tutta la stagione estiva va fatto all'inizio e alla fine. Le operazioni descritte in precedenza devono essere svolte assieme nel momento in cui si allestisce la piscina per la stagione estiva e si smantella per la stagione invernale.

- La vasca deve essere pulita a fondo, così come il filtro e gli skimmer. Per fare questo si consiglia di svuotare interamente la piscina una volta all'anno.
- Gli impianti di ricircolo sono svuotati per evitare che l'acqua, dilatandosi, li danneggi. Per i modelli fuori terra è anche possibile smontarli e posizionarli in un posto coperto, al riparo dal freddo e da altri agenti atmosferici.
- I parametri dell'acqua si stabilizzano e si effettua un trattamento d'urto, aggiungendo un quantitativo di disinfettante molto superiore al necessario.
- La piscina deve essere coperta con teli appositi che impediscono l'ingresso nel bacino di elementi inquinanti, prevengono cadute accidentali (soprattutto in caso di neviccate) e in generale proteggono la riserva d'acqua per l'anno successivo.

<p><b>Operazioni quotidiane</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analisi pH</li> <li>Analisi ppm disinfettante</li> <li>Pulizia della superficie dell'acqua</li> </ul>	<p><b>Operazioni settimanali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Disinfettante</li> <li>Trattamento antialghe</li> <li>Lavaggio filtro</li> </ul>
<p><b>Operazioni infrasettimanali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pulizia cestelli skimmer</li> <li>Controllo manometro filtro</li> <li>Pulizia del fondo</li> </ul>	<p><b>Operazioni saltuarie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trattamento shock</li> <li>Flocculazione</li> <li>Disinfezione della pavimentazione</li> </ul>

**Tab 3** Scadenziario delle operazioni di manutenzione per la piscina tradizionale

## 4 PRODOTTI E METODI DI TRATTAMENTO DELL'ACQUA

Generalmente, i sistemi di trattamento per l'acqua delle piscine consistono in:

- filtrazione;
- ossidazione;
- ricambio;

Il processo convenzionale di depurazione è indicato nella figura. Le sostanze inquinanti macroscopiche, (particelle galleggianti visibili, come capelli e fiocchi di pelle, resti di sapone, foglie) sono rimosse dall'acqua tramite gli skimmer, mentre particelle più piccole non dissolte, sono rimosse tramite filtrazione a cartuccia o a sabbia. Per migliorare la rimozione, può essere applicato del flocculante: elemento chimico che crea coagulazione tra le particelle formando elementi di maggiore dimensione facilmente filtrabili. Le particelle invece dissolte nel liquido (urina, sudore, fluidi oculari e saliva) sono rimosse tramite la loro ossidazione chimica con vari tipi di disinfettanti, mentre sostanze che non possono essere decomposte devono essere rimosse gradualmente con il ricambio costante dell'acqua.

L'inquinamento dell'acqua delle piscine è principalmente causato dai bagnanti. Questo lo rende un inquinamento molto dinamico, difficilmente quantificabile, che dipende dal numero e dal tipo di persone che si introducono in acqua. Ogni bagnante porta con sé tantissimi microorganismi, come batteri, funghi e virus, molti dei quali possono essere patogeni e causare malattie.

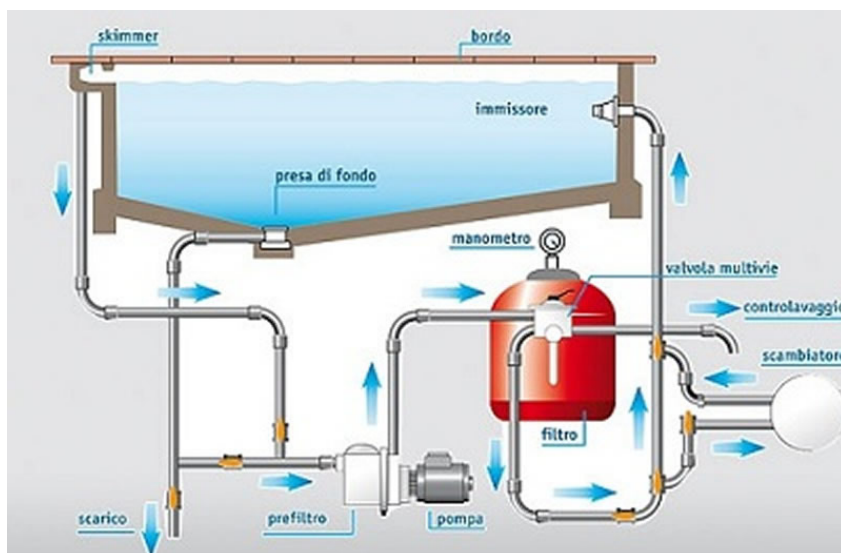


Fig.6 Elementi standard di un impianto di circolazione dell'acqua

### 4.1 Filtraggio fisico

Con questo termine si indica il passaggio della massa d'acqua della piscina attraverso meccanismi (i filtri) che trattengono le impurità fino a una certa dimensione, in base al tipo installato. Se correttamente mantenuti, questi filtri permettono di eliminare il 90% circa della carica microbica totale, presente nel bacino.

#### Tipologie di filtri

Esistono sul mercato 2 tipologie principali di filtri che si differenziano per il materiale filtrante:

- a **cartuccia**: utilizza dei fogli di carta piegata che permettono di ottenere il massimo della superficie di filtrazione, con il minimo di ingombro. E' il concetto utilizzato anche in altri settori per l'aria, come per le auto, gli aspirapolvere e le cappe delle cucine. Si applicano a pompe con portata massima di circa 22 mq/h;

- a **letto filtrante** : utilizza diversi materiali (argilla, vetro riciclato, farina fossile), necessita di ampie estensioni ma ha possibilità di raggiungere rimozioni di oltre il 99,9%. E' il metodo impiegato nelle piscine pubbliche.

- **fitodepurazione**: è una sorta di variante del metodo a letto filtrante che utilizza ghiaie di diversa granulometria, unita a particolari piante acquatiche che al contempo depurano l'acqua. Verrà trattata in modo più approfondito nel capitolo 6.

Queste tipologie di filtri in dimensioni e forme diverse sono impiegati per depurare l'acqua anche al di fuori del contesto piscina.



Fig.7 Un modello di filtro a cartuccia

Fig.8 Un modello di filtro a sabbia

Nella tabella sottostante sono raccolti i dati e le caratteristiche principali per il confronto dei vari modelli. In linea generale tutti i tipi posso essere applicati alla stessa piscina e sostituiti in qualsiasi momento. La fitodepurazione come già detto è in realtà un caso particolare di filtrazione che ha al suo interno anche l'elemento depurativo dell'acqua, per questo motivo si troverà anche nel capitolo successivo.

		Cartuccia	Sabbia	Vetro filtrante	Farina fossile	Ghiaia
Tempo:	Installazione	5 min	10 min	10 min	10 min	1 ora
	Manutenzione (risciacquo)	2-7 gg	7-10gg	7-10gg	2-3 gg	2-3 gg
	Vita media (mat. Filtrante)	15 gg	5-6 anni	15 anni	7-15 gg	a vita
Costo:	Acquisto (filtro+mat. filtrante)	92,50 €	600 €	600 €	1.100 €	80 €
	Ricambi	10 €	15 €	25 €	50 €	non previsto
Caratteristiche tecniche:	Portata (mc/h)	da 1,25 a 22	da 4 a 38	da 4 a 38	sa 10 a 20	qualsiasi
	Dim. Minime impurità	10-20µm	20-30µm	30% + sottili*	1-5µm	mm
	Flocculante	dannoso	si	si	dannoso	dannoso
	Intasamento	medio	basso	basso	elevato	basso
	Consumo d'acqua	non previsto	5 min	?-25%*	5 min	non previsto
	Riutilizzo acqua risciacquo	non poss.	non poss.	01:05	non poss.	si

Tab.4 Caratteristiche dei 5 tipi di filtri

### Confronto: pregi e difetti

Come in precedenza ho assegnato un punteggio da 1 a 3 alle voci della tabella, in modo da ottenere un grafico di comparazione che mostrasse i pregi e i difetti dei singoli modelli.

La comparazione ha messo in luce come la differenza tra i modelli sia in realtà minima. I due principali modelli presenti sul mercato attuale (a cartuccia e a sabbia) non si discostano molto tra di loro seppur le differenze siano molte. I 2 aspetti che svalutano il filtro a sabbia rispetto a quello a cartuccia sono l'elevato consumo d'acqua per il risciacquo e l'utilizzo del flocculante per migliorarne l'efficienza. Di contro il filtro a cartuccia ha una vita media del materiale filtrante nettamente inferiore.

Il filtro a diatomee in realtà non è più utilizzato ai giorni nostri, perché facilmente intasabile. Si posiziona in fondo alla lista pur essendo il metodo che blocca le impurità più fini.

Il filtro a vetro si rivela per le piscine tradizionali e in aggiunta alla fitodepurazione nelle biopiscine ad alta tecnologia, il migliore grazie ad alcuni aspetti:

- rende l'acqua più limpida e rimuove il 30% in più di torbidità;
  - blocca particelle del 30% più sottili della sabbia;
  - utilizza il 25% in meno di acqua per il risciacquo;
  - Il prezzo del materiale (riciclato) seppur più elevato incide relativamente perché va sostituito ogni 25 anni. Inoltre ne serve il 15% in meno rispetto alla sabbia.
- Pur avendo questi vantaggi è ancora poco diffuso come alternativa alla sabbia.

La fitodepurazione si applica a un genere di piscine con necessità molto differenti da quelle tradizionali. L'impiego nelle piscine naturali e biolaghi, permette di non richiedere alti poteri filtranti e il non utilizzo della chimica, un utilizzo della risorsa acqua ottimale. La materia prima costa poco e non necessita di essere sostituita. Lunghi tempi d'installazione si compensano con una lunga vita utile del materiale filtrante e una bassa e semplice manutenzione.

		Cartuccia	Sabbia	Vetro	Diatomee	Ghiaia	1 pt.	2 pt.	3pt.
Tempo:	Installazione	3	3	3	3	1	>30 min	15-30 min	0-15 min
	Manutenzione (risciacquo)	2	3	3	1	1	0-3 giorni	3-7 giorni	>7 giorni
	Vita media (mat. Filtrante)	1	3	3	1	3	0-15 giorni	15-30 giorni	>30 giorni
Costo:	Acquisto	3	3	3	1	3	>300€	100-300€	0-100€
	Ricambi	2	2	1	1	3	>25€	10-25€	0-10€
Caratt. tecniche:	Dim. Minime impurità	2	2	3	3	1	<μm	1-30μm	>30μm
	Utilizzo flocculante	3	1	1	3	3	si		dannoso
	Tendenza all'intasamento	2	3	3	1	3	elevato	medio	basso
	Consumo d'acqua risciacquo	3	1	2	1	3	elevato	medio	assente
	Riutilizzo acqua risciacquo	1	1	2	1	3	non possibile	parziale	possibile
<b>TOT</b>		<b>22</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>24</b>			

Tab.5 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali, per il confronto dei filtri

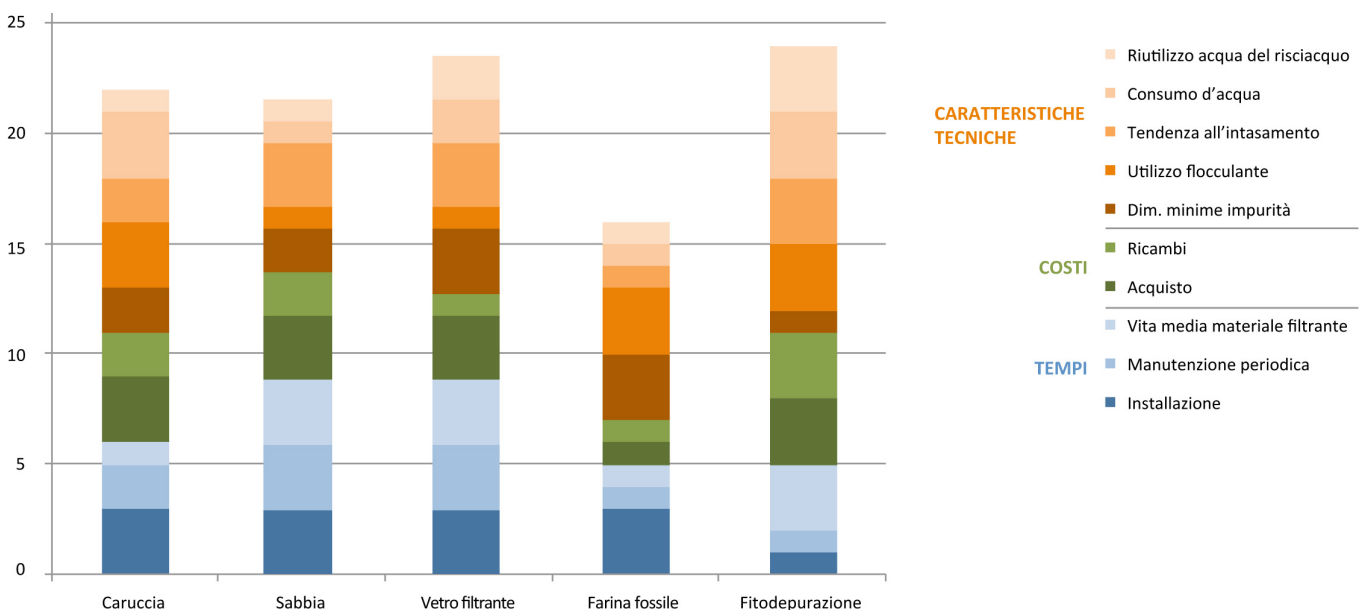


Grafico 4 Confronto tra i tipi di filtri presenti sul mercato

## 4.2 Disinfezione

Per disinfezione s'intende l'insieme delle operazioni finalizzate ad eliminare, o comunque a rendere inoffensivi, i microrganismi patogeni (quali batteri, virus, muffe, funghi) presenti in un determinato ambiente. Oltre all'eliminazione di questi organismi, obiettivo della disinfezione è quello di evitare la ricontaminazione limitando le possibilità di sopravvivenza e di crescita. "E' stato calcolato che entrando in una piscina un bagnante disperde da 300 a 400 milioni di batteri, ma anche 0,5 grammi di materiali organici sotto forma di piccole particelle di pelle, di grasso, di sudore, di saliva e urina". (Mottura, 2008)

### Tipologie di disinfettanti

I metodi di disinfezione delle piscine possono essere divisi in tre famiglie: chimici, elettrofisici e naturali. La differenza fa riferimento al modo in cui sono introdotti all'interno della massa d'acqua:

- i metodi **chimici** sono reagenti che si acquistano sotto forma di liquido o pastiglie solide. Sono da diluire nell'intera massa d'acqua a distanza di periodi prestabiliti, introducendoli manualmente. Sono principalmente il cloro (e i suoi derivati) l'ossigeno e il bromo;
- i metodi **elettrofisici** invece ricavano l'elemento disinfettante da altri materiali grazie all'energia elettrica (sale, l'acqua stessa, ...). Questi processi sono gestiti in automatico da centraline che rilevano i parametri dell'acqua e aggiustano il dosaggio del disinfettante di continuo. Sono principalmente l'ozono, l'elettrolisi di sale e i metodi a ioni di rame e argento.
- L'unico metodo **naturale** è rappresentato dalla fitodepurazione, un metodo di trattamento delle acque che sfrutta la sinergia tra: supporti inerti, batteri e un certo tipo di piante acquatiche (le macrofite). Questo metodo è nato per depurare naturalmente gli scarichi domestici e col passare del tempo è stato applicato agli scarichi zootecnici, industriali e alle piscine. Si tratterà più in dettaglio questa tecnica nel capitolo 6.

Nella tabella sottostante sono raccolti i dati e le caratteristiche principali per il confronto dei vari disinfettanti. Tutti i metodi possono essere applicati indipendentemente dalle dimensioni della piscina ma, soprattutto per alcuni, in stretta relazione alla sua tipologia. Infatti, non tutte le piscine ammettono l'utilizzo di qualsiasi metodo di disinfezione: una piscina tradizionale ammette l'utilizzo combinato di ozono e all'occorrenza cloro o ossigeno, mentre una biopiscina ammette per definizione, solo la fitodepurazione

		Trattamenti Chimici			Trattamenti Elettrofisici			Naturali
		Cloro	Bromo	Ossigeno	Ozono	Elettrolisi	Ioni Ag	Piante
Azione:	Tempi di trattamento	30-40 min			<10 min			
	Potere ossidante E <sup>0</sup>	0,94-1,49 V	1,07 V	2,42 V	2,07 V	0,94-1,49 V	1,39 V	
	Formazione sottoprodotti	si	si	no	no	si	no	no
	Influenza del PH	elevato	no	basso	basso	basso	basso	no
	Influenza temperatura	elevato	basso	basso	basso	elevato	basso	basso
	Funzione alghicida	poco	no	no	si	poco	poco	no
	Potenziale residuo	si	no	no	no	si	no	no
	Allergie	si	no	no	no	no	no	no
Costo:	Materia prima	5 €/kg	12,5 €/kg	2-3 €/kg	no	0,7 €/kg	no	10€/pianta
	Impianto	200€ (F)	200€ (F)	200€ (F)	600/2400€	300-2000€	1.000 €	no
Acqua:	Riutilizzabile (irrigazione, ...)	no	no	si	si	no	si	si
	Odore	si	no	no	no	no	no	no
	Limpida	no	si	si	si	si	si	si
Manutenzione:	Ordinaria (tempo)	5-6 gg	5-6 gg	6-7 gg	auto	auto	auto	7-10 gg
	Avviamento	Cl shock	Cl shock	O2 shock	Cl shock	Cl shock	Cl shock	no
	Invernale	Cl shock	Cl shock	Cl shock	Cl shock	Cl shock	Cl shock	potatura

Tab.6 Caratteristiche dei diversi metodi di disinfezione delle acque

## Confronto: pregi e difetti

Il metodo ad oggi più diffuso (ovvero il cloro) si è rivelato il più scadente. E' un metodo molto suscettibile ai cambiamenti dei valori base dell'acqua (ph, durezza, temperatura) e che crea molti problemi alle persone. L'elettrolisi, che ricava ancora cloro dal sale, si pone più in alto poiché la gestione automatizzata del dosaggio da parte della centralina permette di compensare la dipendenza dai fattori dell'acqua e di dedicare minor tempo e attenzione.

L'ossigeno e l'ozono si collocano quasi a pari merito perché sfruttano entrambe due elementi naturali presenti nell'acqua. L'ossigeno ha una gestione simile a quella del cloro, è venduto in forma liquida o in pastiglie della durata di 5/6 giorni, ma presenta molti più pregi. L'ozono è invece gestito interamente da una centralina, i cui costi elevati impediscono una reale diffusione. I principali vantaggi sono:

- l'unico costo è quello dell'impianto di dosaggio automatico, l'ozono si ricava direttamente dall'acqua;
- ha un forte potere ossidante e algicida (elimina microorganismi in più rispetto al cloro);
- l'acqua non presenta odore, conserva la sua limpidezza e non crea allergie;
- l'acqua è perfettamente riutilizzabile per usi irrigui;
- migliora le capacità del filtro (riduzione flocculazione e contro lavaggi);
- all'avviamento necessita però di trattamento d'urto con altri mezzi.

Il bromo e i sistemi a ioni di rame/argento sono buone alternative, ma poco diffuse sul mercato pubblico e praticamente assenti in quello privato.

La fitodepurazione è una tecnica nata per la depurazione di acque molto più inquinate rispetto a quelle che si possono trovare in una normale piscina. Le biopiscine sfruttano questo sistema che si rifà ai meccanismi naturali di rigenerazione dell'acqua, come accade nei fiumi o nei mari. I vantaggi di un sistema così naturale sono molteplici e la comparazione lo dimostra perché si posiziona al primo posto. I principali vantaggi sono:

- alcuni tipi di piante hanno un potere ossidante pari ai comuni metodi abitualmente impiegati;
- le piante hanno effetto decorativo tutto l'anno;
- la pianta elemento naturale non ha svantaggi considerevoli, ma solo vantaggi;
- l'acqua non presenta odore e conserva la sua limpidezza;

	Trattamenti Chimici			Trattamenti Elettrofisici			Naturali			
	Cloro	Bromo	Ossigeno	Ozono	Elettrolisi	Ioni Ag	Fitodep.	1 pt.	2 pt.	3pt.
Azione: Potere ossidante E <sup>0</sup>	1	1	3	2	1	1	2	0-1,5	1,5-2	2-oltre
Formazione sottoprodotti	1	1	3	3	1	3	3	si		no
Influenza del PH	1	3	2	2	2	2	3	elevato	basso	no
Influenza temperatura	1	3	3	3	1	3	3	elevato		basso
Funzione algicida	2	1	1	3	2	2	1	no	poco	si
Potenziale residuo	3	1	1	1	3	1	1	no		si
Reazioni allergiche	1	3	3	3	3	3	3	si		no
Costo: Materia prima	3	1	3	3	3	3	2	oltre 10€/kg	5-10€/kg	0-5€/kg
Impianto	3	3	3	1	1	2	3	>1000	200-1000€	0-200€
Acqua: Riutilizzabilità	1	1	3	3	1	3	3	no		si
Odore	1	3	3	3	1	3	3	si		no
Limpidezza	1	3	3	3	1	3	3	no		si
Manut.: Ordinaria (tempo)	1	1	1	3	3	3	2	0-7 giorni	oltre 7 giorni	autom
Avviamento	1	1	2	1	1	1	3	Cl shock	O2 shock	assente
Invernale	1	1	1	1	1	1	3			
<b>TOT</b>	<b>22</b>	<b>27</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>38</b>			

Tab.7 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali, per il confronto dei trattamenti chimici

- l'acqua è perfettamente riutilizzabile per usi irrigui;
- le piante necessitano solo della potatura autunnale;
- non necessita di trattamento d'urto all'avviamento, né dell'aggiunta di nessun tipo di agente chimico;
- è prevista solo una spesa iniziale per le piante e il substrato (ghiaie e zeoliti).

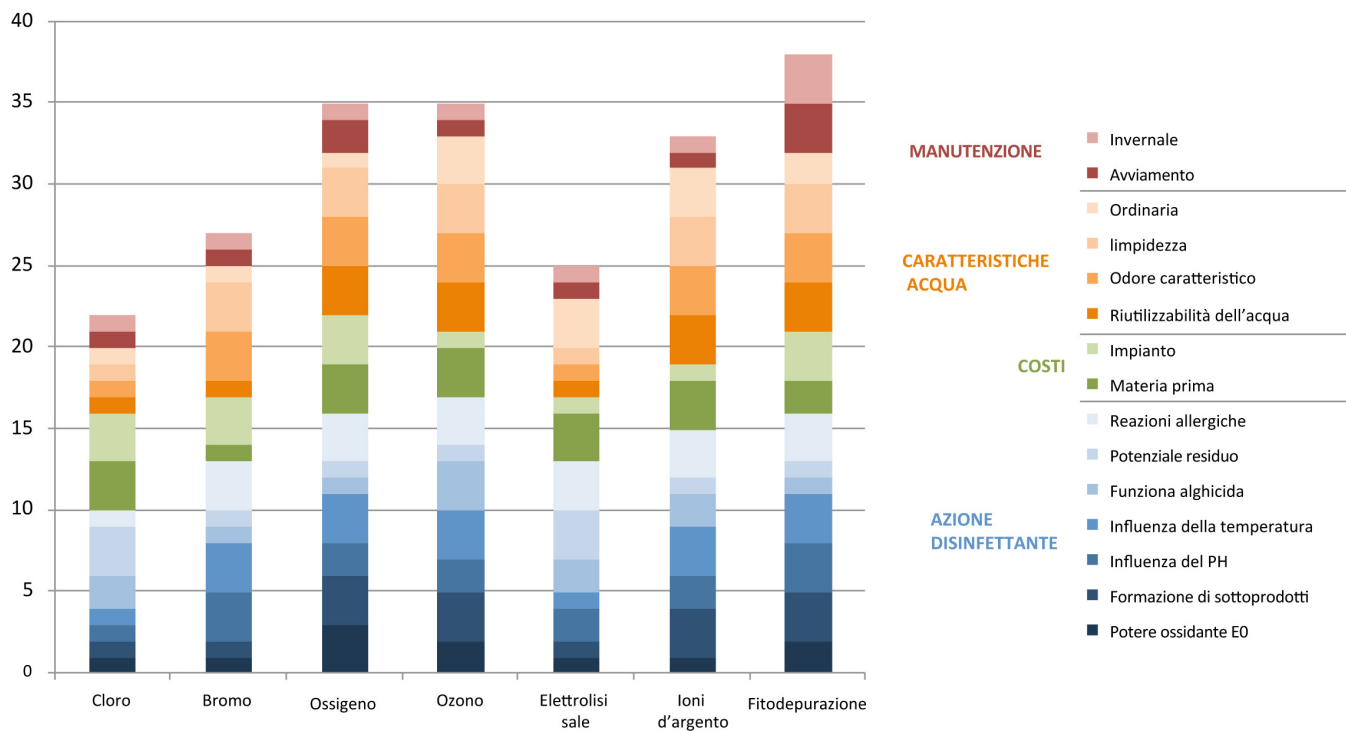


Grafico5 Confronto tra i metodi di disinfezione delle acque

### 4.3 Questionario di raccolta dati

#### Obiettivi

Alla luce di tutte le informazioni raccolte sul mondo delle piscine e appreso, quanto importante e complessa sia la loro manutenzione ho voluto sentire la voce dei possessori di piscine: gli utenti finali che ogni giorno devono mettere in pratica le linee guida teoriche descritte in precedenza. Ho voluto svolgere un'indagine che mi permettesse di capire che approccio hanno gli utenti a questo prodotto, se dedicano il giusto tempo e la doverosa attenzione a tutti gli aspetti che ruotano intorno alla gestione di una piscina privata. Gli obiettivi principali erano:

- verificare la corretta applicazione delle linee guida per la manutenzione;
- verificare la tipologia di piscine maggiormente installate, tenendo in considerazione il confronto fatto al capitolo 2.4;
- verificare il metodo maggiormente diffuso di filtrazione dell'acqua, tenendo in considerazione il confronto fatto al capitolo 4.1;
- verificare il metodo maggiormente diffuso per la disinfezione dell'acqua, tenendo in considerazione il confronto fatto al capitolo 4.2;

La speranza era di mettere in luce i problemi riscontrati nello svolgimento delle varie azioni, eventuale disinformazione sugli argomenti trattati nei capitoli precedenti, bisogni nascosti o latenti, per trovare poi una soluzione progettuale.



## Struttura

Ho redatto un breve questionario focalizzato sugli aspetti della manutenzione e del trattamento dell'acqua, raccogliendo dati statistici e lasciando spazio a commenti personali liberi. Il questionario realizzato in forma digitale è stato divulgato principalmente tramite i social network (in particolare facebook) e via e-mail. Alcune aziende hanno messo a disposizione, le loro e-mail aziendali, i loro blog e le loro pagine facebook permettendo di raggiungere con più facilità il target specifico. Le aziende che maggiormente hanno collaborato sono:

- New plast piscine;
- Gruppo San Marco;
- Piscine laghetto;
- Acquamagica;
- Bestway;
- Grillo e Piana.

Di seguito le domande sottoposte agli utenti.

### GENERALITA'

#### 1. Sesso

- Maschio
- Femmina

#### 2. Età

- <20
- 20-30
- 30-40
- 40-50
- >50

#### 3. Professione

- Impiegato/a
- Operaio/a
- Lavoratore/ricce autonomo/a
- Studente/ssa
- Disoccupato/a
- Dirigente d'azienda
- Libero professionista

#### 4. Tipologia di abitazione

- Appartamento in palazzina
- Villa singola
- Villa a schiera
- Cascina
- Appartamento in torre con parco
- Villa + capannone aziendale

#### 5. Possiedi una piscina?

- Interrata (interna)
- Interrata (esterna)
- Semi-interrata
- Fuori terra
- Bio-piscina naturale
- No

## LA PISCINA E IL SUO UTILIZZO

6. Indicativamente, di che dimensioni è?

.....

7. Che utilizzo ne fai?

- Divertimento con gli amici
- Divertimento con bambini
- Allenamento personale
- In famiglia
- altro.....

8. In quali mesi la utilizzi principalmente?

- Da giugno ad agosto (non riscaldata)
- Da maggio a settembre (riscaldata)
- altro.....

## LA MANUTENZIONE DELLA PISCINA

9. Che tipologia di filtro utilizza la tua piscina per filtrare l'acqua dalle impurità?

- A cartuccia
- A sabbia
- A farina fossile (diatomee)
- A vetro filtrante
- A skimmer filtrante
- altro.....

10. Ogni quanto fai manutenzione al filtro?

- Giornalmente
- Settimanalmente
- Mensilmente
- Stagionalmente (inizio e fine)
- Mai

11. Quale metodo utilizzi per disinfettare l'acqua della tua piscina?

- Cloro
- Ossigeno
- Bromo
- Ozono
- Elettrolisi di sale
- Ioni di rame e argento
- Fitodepurazione
- altro.....

12. Perché utilizzi questo metodo e non uno alternativo?

.....

13. Ogni quanto inserisci il disinfettante e gli altri agenti chimici nella piscina?

- Ogni 5/6 giorni
- All'occorrenza
- Mensilmente
- Con centralina di dosaggio automatica
- Ogni 19/15 giorni
- altro.....

14. Svuoti periodicamente la piscina per pulire le pareti e il fondo?

- Una volta all'anno

- Una volta ogni 2 anni
- Mai, utilizzo solo i robot e gli aspira fango manuali
- altro.....

15. Indicativamente qual è la spesa (specificare se annuale, mensile o stagionale) sostenuta per il trattamento chimico?

.....

16. Come giudichi le operazioni di manutenzione della tua piscina?

.....

### Risultati e conclusioni

Il campione raggiunto con il sondaggio è stato di 58 persone, di cui solo 28 (il 47,5%) erano in possesso di una piscina privata. Il questionario impediva a chi non era in possesso di una piscina di proseguire con le domande. Essendo un questionario sottoposto a un target mirato, non è stato possibile valutare la reale diffusione di questo prodotto. In fondo al capitolo sono riportate in tabella tutte le risposte ricevute.

Il sesso e l'età dei partecipanti sono risultati influenti ai fini di qualsiasi conclusione, in quanto spesso chi rispondeva alle domande non era chi si occupava in prima persona delle scelte inerenti alla piscina e neanche della sua manutenzione.

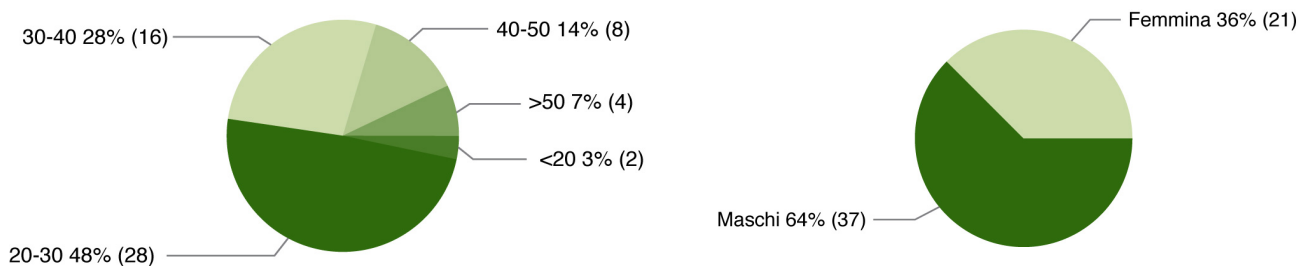


Grafico6 Età dei partecipanti al questionario

Grafico7 Sesso dei partecipanti al questionario

A differenza la professione ha messo in luce come la vasta gamma di dimensioni, modelli e prezzi permetta a chiunque di possedere una piscina, a patto di avere sufficiente spazio per allestirla. I risultati hanno confermato come in Italia le piscine siano ancora maggiormente diffuse nelle abitazioni singole (65% dei possessori), mentre è scarsa la presenza nei condomini e nei palazzi di piscine private condivise (22% del campione).

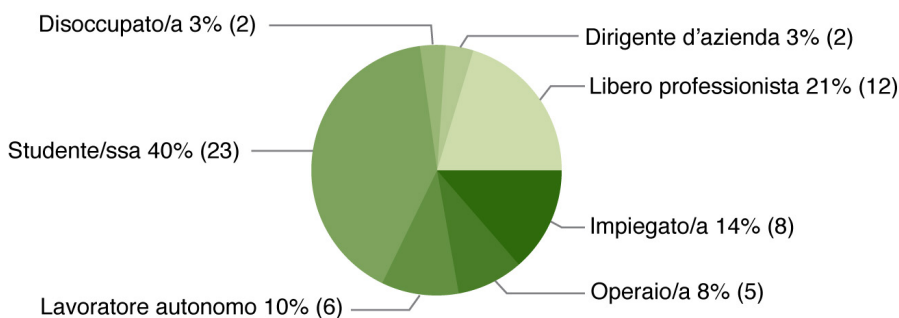
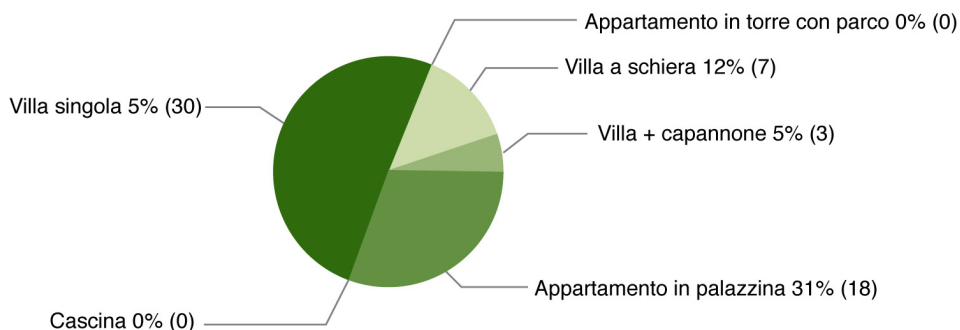


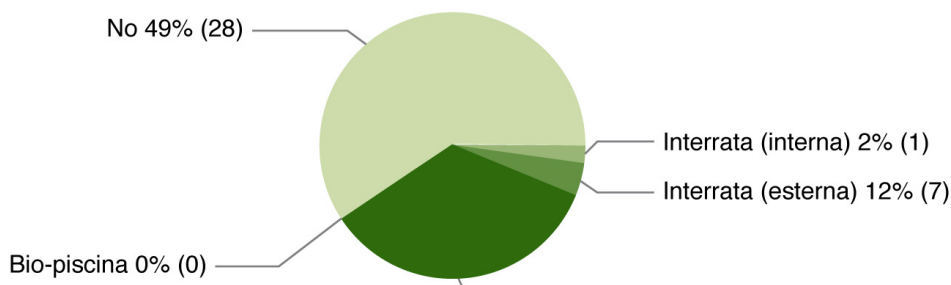
Grafico8 Professione dei partecipanti al questionario

Buona abitudine da parte di artigiani e imprenditori è quella di prevedere uno spazio ricreativo con piscina all'esterno dei capannoni delle aziende (5% del campione), dove si dispone di un'ampia superficie e la lontananza dal centro abitato permette di non recare disturbo alle eventuali case limitrofe.



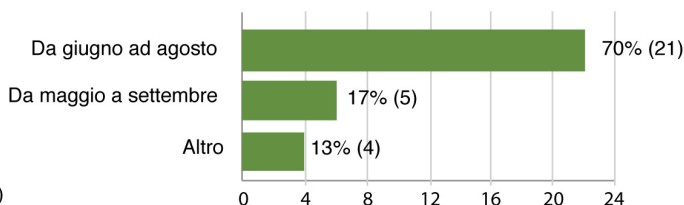
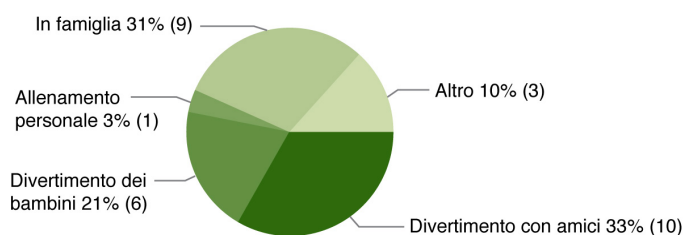
**Grafico9** Tipologia di abitazione del campione intervistato

La tipologia maggiormente diffusa, con il 71,4% (20 su 28), è la tradizionale fuori terra in misura di circa 4/5 x 8/10 metri. Il campione ha dimostrato di non possedere né piscine semi-interrate, né piscine naturali, mentre il 6% possiede piscine tradizionali interrato. La scarsa diffusione di queste ultime è dovuta ai costi d'installazione e manutenzione.



**Grafico10** Tipologia di piscina posseduta dal campione

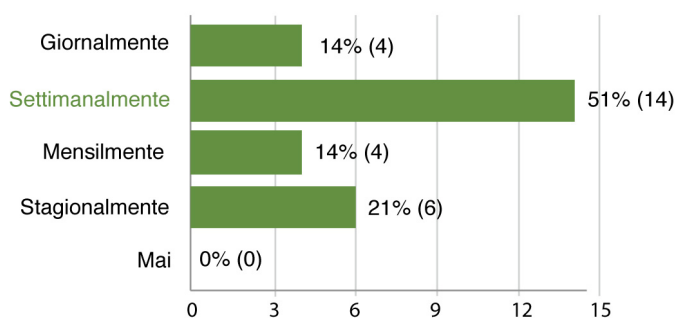
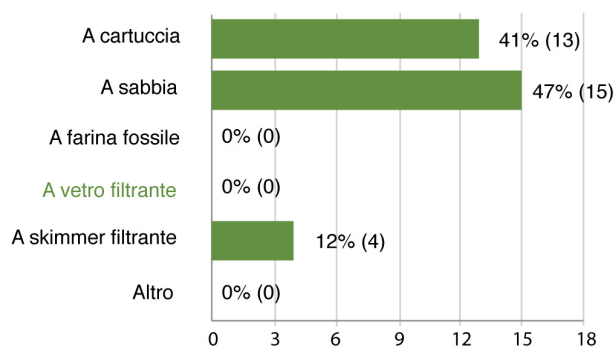
La piscina è vissuta principalmente come elemento di aggregazione, tra amici e in famiglia (rispettivamente 33% e 30%). Raramente è installata per uso personale, per allenarsi o rilassarsi (10%). Molto bassa (intorno al 19%) è la percentuale di chi riscalda la piscina per allungare il periodo di sfruttamento a quei mesi in cui la temperatura esterna permette ancora di fare il bagno, ma il sole non è più in grado di riscaldare il bacino. La maggioranza si limita ad utilizzarla nei mesi prettamente estivi, da giugno ad agosto, risparmiando sui costi dell'impianto e dell'energia necessaria per farlo funzionare.



**Grafico11** Utilizzo praticato dagli utenti

**Grafico12** Periodo di utilizzo della piscina da parte del campione

L'83% del campione intervistato utilizza i 2 sistemi di filtrazione più comuni sul mercato: il filtro a cartuccia e il filtro a sabbia. Secondo il sondaggio, nessuno utilizza il vetro riciclato come sostituto della sabbia, materiale che la comparazione del capitolo 2.4 ha rivelato come soluzione ottimale sotto molti punti di vista. In quanto a manutenzione il campione si è dimostrato attento, con il 63% che compie regolari controlli e risciacqui per far funzionare al meglio il filtro ed evitare intasamenti. Va detto che in generale la filtrazione fisica gode di meno considerazione rispetto alla disinfezione chimica, anche se è in grado di bloccare il 90% delle carica microbica, lasciando il restante 10% al disinfettante. Una manutenzione regolare del filtro permette di utilizzare meno gli aspira fango (o i robot) e di inserire meno disinfettante nell'acqua, riducendo i costi.



**Grafico13** Tipologia di filtro posseduto dai partecipanti al questionario

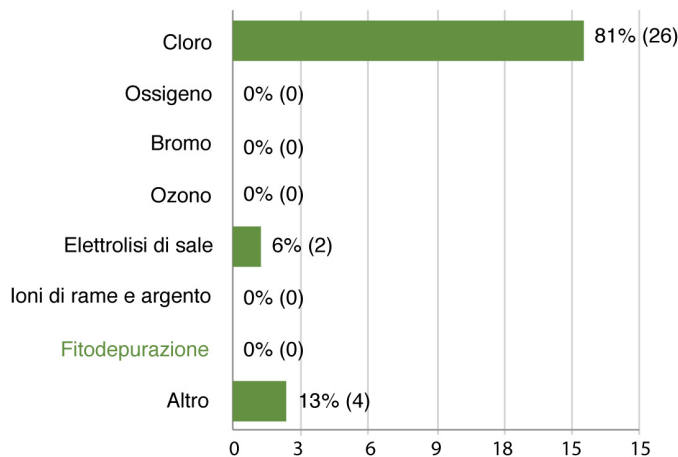
**Grafico14** Lavori di manutenzione sul filtro effettuata dagli utenti del questionario

Un dato che si preannunciava scontato è quello relativo all'utilizzo dei disinfettanti: il 100% del campione utilizza il cloro e i suoi derivati. Nel cap. 4.2 avevamo visto come il cloro fosse il peggior metodo a confronto con gli altri, ma gode di ampia pubblicità da parte degli vinstallatori e rivenditori di piscine. Il commento aperto dei partecipanti ha permesso di capire che il cloro è considerato il metodo:

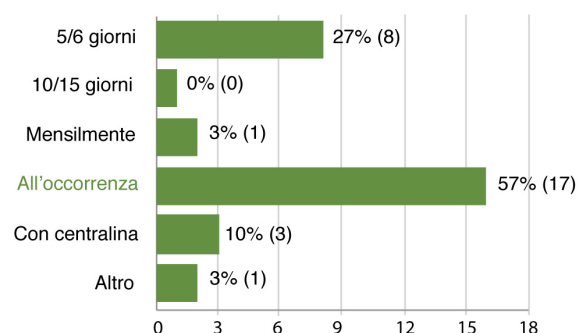
- più comune/utilizzato (vero);
- il più efficace (falso: l'ossigeno è l'elemento con il potere ossidante più elevato);
- il meno costoso (falso: l'ozono è ricavato direttamente dall'acqua, quindi si hanno solo i costi dell'impianto);
- il più reperibile (falso: esiste in commercio e altrettanto facilmente reperibile l'ossigeno e le piante per la fitodepurazione);
- il più igienico (falso: non ha nulla di meno rispetto agli altri disinfettanti)

Un altro fattore che spiega uno sviluppo così elevato del cloro sta nel fatto che il 93% del campione inserisce il disinfettante manualmente nella piscina e non fa uso di centraline di dosaggio automatiche. Il prezzo elevato d'acquisto di questi accessori preclude la scelta a soli 2 disinfettanti per le piscine tradizionali: il cloro e l'ossigeno, in quanto il bromo non è più utilizzato perché considerato tossico per la salute. La centralina non è vista come investimento per ottenere una qualità dell'acqua costantemente perfetta, senza bisogno di continui controlli da parte dell'utente.

Non è stato possibile purtroppo valutare la spesa inerente alla disinfezione dell'acqua, perché troppo diversi e vaghi erano i dati forniti dagli intervistati. Si mischiavano i costi del disinfettante e quelli dell'energia elettrica e a volte non era specificato il periodo a cui faceva riferimento al spesa.



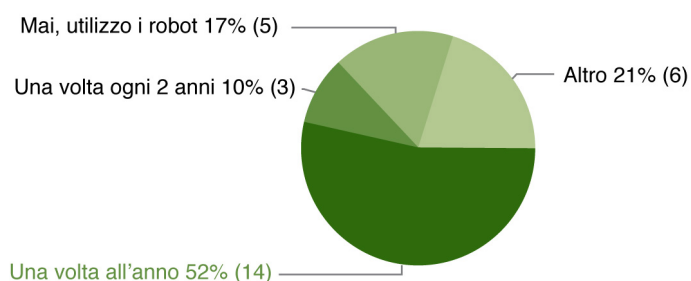
**Grafico15** Tipologia di disinfettante impiegato dagli utenti del questionario



**Grafico16** Periodo di inserimento del disinfettante nella piscina effettuato dal campione intervistato

Per quanto riguarda lo svuotamento periodico (consigliato dai costruttori per la pulizia e la manutenzione delle pareti) l'82% del campione, 23 su 28 persone, lo effettua regolarmente. Spesso quest'operazione deriva dal fatto che i possessori di piscine fuori terra spesso svuotano e smontano la piscina a fine stagione, per rimontarle la stagione successiva.

Svuotare una piscina è un'operazione che consuma molta acqua se si pensa che quella tolta dal bacino non è riutilizzabile per scopi irrigui in quanto "inquinata" dal cloro. Anche nella fase di lavaggio e risciacquo delle pareti l'acqua utilizzata è molta e proporzionale alle dimensioni della piscina. In realtà l'evaporazione naturale (e in alcuni casi i contro lavaggi del filtro) con il conseguente rabbocco dell'acqua per mantenere il livello costante, fanno sì che durante la stagione di utilizzo si abbia un totale ricambio dell'acqua.



**Grafico17** Periodo di rinnovamento totale dell'acqua del bacino da parte degli utenti intervistati

In conclusione le operazioni di manutenzione che ruotano intorno alle piscine sono considerate semplici dal 61% degli utenti coinvolti. Solamente alcuni, il 18% le ritiene a volte ripetitive e altrettanti al contrario della maggioranza le considerano difficili/impegnative (18% dei soggetti).

DATI UTENTE				UTILIZZO			TRATTAMEN
Sesso e Età	Professione	Tipologia abitazione	Possiedi una piscina?	Indicativa mente, di che dimensioni è?	In quali mesi la utilizzi principalmente?	Che utilizzo ne fai?	Che tipologia di filtro utilizza la tua piscina per filtrare l'acqua dalle impurità?
F 20-30	Studente/ssa	Villa a schiera	No				
F 20-30	Studente/ssa	Villa singola	No				
M 20-30	Studente/ssa	Villa singola	No				
F 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	No				
F 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	No				
M 20-30	Studente/ssa	Villa singola	Fuori terra	4x3x1,20	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
M 20-30	Lav. autonomo/a	Villa singola	No				
M 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	No				
F 20-30	Studente/ssa	Villa singola	No				
M 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	No				
M 20-30	Impiegato/a	Appartamento in palazzina	Fuori terra	10 x 5 x 1,50	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A sabbia, A Skimmer filtrante
M 30-40	Impiegato/a	Appartamento in palazzina	No				
M 20-30	Impiegato/a	Villa singola	Fuori terra	457x122	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
F 20-30	Studente/ssa	Villa + capannone aziendale	No				
M 20-30	Studente/ssa	Villa singola	Interrata (esterna)	6x20x1,5-2,5m	Da maggio a settembre (riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	Skimmer filtrante
M 20-30	Studente/ssa	Villa singola	Interrata (esterna)	15x5x3	Da maggio a settembre (riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
M 30-40	Libero prof.	Villa singola	No				
F 20-30	Disoccupato/a	Appartamento in palazzina	No				
M <20	Studente/ssa	Villa a schiera	Fuori terra	x 366	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	rinfrescarmi	A cartuccia
M 40-50	Libero professionista	Appartamento in palazzina	No				
M >50	Lavoratore autonomo/a	Villa + capannone aziendale	Interrata (esterna)	12x6x2	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A sabbia
M 30-40	Libero prof.	Villa singola	No				
M 40-50	Impiegato/a	Appartamento in palazzina	No				
F 30-40	Lav. autonomo/a	Appartamento in palazzina	No				

NTTO FISICO	TRATTAMENTO CHIMICO				SVUOTAMENTO	
Ogni quanto fai manutenzione al filtro?	Quale metodo utilizzi per disinfettare l'acqua della piscina?	Perchè utilizzi questo metodo e non un'altro?	Ogni quanto inserisci il disinfettante e gli altri agenti chimici nella piscina?	Indicativamente e qual'è la spesa sostenuta per il trattamento chimico?	Svuoti periodicamente la piscina per pulire le pareti e il fondo?	Come giudichi le operazioni di manutenzione della tua piscina?
Stagionalmente (inizio e fine)	Cloro	Perchè è il metodo più comune e meno costoso	All'occorrenza	Circa 30€	Una volta all'anno	Poco onerosi in quanto la piscina ha dimensioni ridotte. Per quanto riguarda il ph il tutto è semplificato da appositi kit di misurazione e la pulizia del filtro è semplice poichè non sono richiesti attrezzi per lo smontaggio/pulizia
Settimanalmente	Cloro	più efficace	5/6 giorni	200	Una volta all'anno	indispensabili
Mensilmente	Cloro	Il cloro è facilmente reperibile e a prezzi convenienti	All'occorrenza	15 € mensili	Una volta all'anno	Ripetitive
Mensilmente	Elettrolisi di sale	non so, non ho preso io questa desisione	Mensilmente	non so	Mai, utilizzo solo i robot e gli aspirafango manuali	Niente di troppo impegnativo
Stagionalmente (inizio e fine)	Cloro	piu comodo...ho anche un impianto ad ultravioletti	Con centralina di dosaggio automatizzata	500 annuo	Mai, utilizzo solo i robot e gli aspirafango manuali	noiose ma necessarie
Settimanalmente, Mai	Cloro	perchè secondo me e più igenico	sempre	20	Una volta all'anno	facili
Settimanalmente	Cloro	Credo sia il piu' efficace	All'occorrenza	€ 300,00	Una volta ogni 2 anni	Facili affidandosi ad un buon manuale di uso e manutenzione

segue...



DATI UTENTE				UTILIZZO			TRATTAME
Sesso e Età	Professione	Tipologia abitazione	Possiedi una piscina?	Indicativa mente, di che dimensioni è?	In quali mesi la utilizzi principalmente?	Che utilizzo ne fai?	Che tipologia di filtro utilizza la tua piscina per filtrare l'acqua dalle impurità?
M 30-40	Lavoratore autonomo/a	Villa singola	Interrata (esterna)	5x11	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
F 40-50	Libero prof.	Appartamento in palazzina	No				
F 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	No				
F 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	No				
M 20-30	Studente/ssa	Villa a schiera	Fuori terra	5 x 7 x 1.4	non è riscaldata, ma capita di usarla anche a maggio	sia famiglia che amici	A sabbia, A Skimmer filtrante
M >50	Lav. autonomo/a	Villa + capannone aziendale	Fuori terra	3.5x9.5x1.40	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
F 20-30	Studente/ssa	Villa singola	Fuori terra	7x2x1	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
M 40-50	Libero prof.	Appartamento in palazzina	No				
F 20-30	Libero prof.	Villa a schiera	No				
F 30-40	Impiegato/a	Villa a schiera	Fuori terra	D2,70xH76	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento dei bambini (figli, nipoti, ...)	A sabbia
F 20-30	Studente/ssa	Villa singola	No				
M 20-30	Studente/ssa	Villa singola	No				
M 30-40	Operaio/a	Appartamento in palazzina	No				
M 40-50	Libero prof.	Villa singola	No				
M 30-40	Impiegato/a	Villa singola	Fuori terra	549X132	MAGGIO-AGOSTO (NON RISCALDATA)	Divertimento dei bambini (figli, nipoti, ...)	A sabbia
F 20-30	Studente/ssa	Villa singola	Interrata (esterna)	10x5	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A cartuccia

NTO FISICO	TRATTAMENTO CHIMICO				SVUOTAMENTO	
Ogni quanto fai manutenzione al filtro?	Quale metodo utilizzi per disinfettare l'acqua della piscina?	Perchè utilizzi questo metodo e non un'altro?	Ogni quanto inserisci il disinfettante e gli altri agenti chimici nella piscina?	Indicativamente e qual'è la spesa sostenuta per il trattamento chimico?	Svuoti periodicamente la piscina per pulire le pareti e il fondo?	Come giudichi le operazioni di manutenzione della tua piscina?
Settimanalmente	Elettrolisi di sale	....	Con centralina di dosaggio automatizzata	...	Mai, utilizzo solo i robot e gli aspirafango manuali	....
Stagionalmente (inizio e fine)	Cloro, Antialghe	le pastiglie di cloro vengono messe all'interno dello skimmer e tutta la piscina si disinfetta omogeneamente. Non bisogna fare operazioni chimiche strane, solo posizionare la pastiglia quando quella vecchia è quasi sciolta del tutto.	il cloro all'occorrenza, l'antialghe tutti i giotni.	stagionale circa 250 euro, tra elettricità per il motore del filtro e agenti chimici vari.	è una piscina assemblabile, la riempiamo al montaggio e la svuotiamo prima di rimontarla	facili e utili, la piscina è sempre limpida per l'utilizzo che ne facciamo, e non sono molto onerose in termini di tempo/capacità.
Stagionalmente (inizio e fine)	Cloro	Per comodità prodotto perché ci sono le pastiglie in commercio	5/6 giorni	250/280€ per tutta la stagione, la spesa più importante è data dal disinfettante	Mai, utilizzo solo i robot e gli aspirafango manuali	Ripetitive e utili per il buon mantenimento della limpidezza e igiene dell'acqua. Le operazioni sono facili e veloci
Mensilmente	Cloro	conosco solo questo	All'occorrenza	200 euro circa	Una volta all'anno	difficili
Stagionalmente (inizio e fine)	Cloro	Indicato sulle istruzioni	5/6 giorni	10 € a stagione + corrente	Una volta all'anno	un dispendio di tempo che ha portato al disuso
Mensilmente	Cloro	così come indicato dal rivenditore	All'occorrenza	€100 annuale	inizio/fine stagione	Facile.
Stagionalmente (inizio e fine)	Cloro, Antialghe	È il più classico e onestamente l'unico che conosco...	All'occorrenza	Non saprei :-/ però i rifornimenti di pastiglie di cloro li facciamo mediamente una volta ogni 2 anni...	Mai, utilizzo solo i robot e gli aspirafango manuali	Semplicissime. Pulizia con retino in superficie e con mariner (automatico) sul fondo. Per la pulizia dell'acqua teniamo le pompe accese e controlliamo spesso il livello di cloro in acqua. Occasionalmente ricorriamo ad antialghe.

segue...

DATI UTENTE				UTILIZZO			TRATTAMEN
Sesso e Età	Professione	Tipologia abitazione	Possiedi una piscina?	Indicativa mente, di che dimensioni è?	In quali mesi la utilizzi principalmente?	Che utilizzo ne fai?	Che tipologia di filtro utilizza la tua piscina per filtrare l'acqua dalle impurità?
F >50	Libero prof.	Villa singola	Fuori terra	366 x 81	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	rilassamento	A cartuccia
F 20-30	Studente/ssa	Villa singola	Interrata (interna)	5 x 6	tutto l'anno	Allenamento personale (nuoto, acquagym, idrobike, sub, ...)	A sabbia
M 30-40	Libero prof.	Villa a schiera	Fuori terra	diametro 2 x 1,50	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
M 30-40	Libero prof.	Villa singola	Fuori terra	671x366x132	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
M 20-30	Impiegato/a	Villa singola	Fuori terra	396x671x132	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A sabbia, A Skimmer filtrante
M <20	Studente/ssa	Villa singola	No				
M 30-40	Operaio/a	Appartamento in palazzina	Fuori terra	411x211x81	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento dei bambini (figli, nipoti, ...)	A cartuccia
F 30-40	Impiegato/a	Villa singola	Interrata (esterna)	300x100	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
M 20-30	Libero prof.	Villa singola	Fuori terra	4 x 8	Da giugno ad agosto (non riscaldata), Da maggio a settembre (riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
M 30-40	Operaio/a	Appartamento in palazzina	Fuori terra	286cmx183cmx91cm	Da maggio a settembre (riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
M >50	Dirigente azienda	Villa singola	Fuori terra	306 x 76	luglio	Divertimento dei bambini (figli, nipoti, ...)	A cartuccia
M 30-40	Lav. autonomo/a	Villa singola	Fuori terra	4x7h1.30	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
M 40-50	Operaio/a	Villa singola	Fuori terra	6,71x3,66x1,30	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	In famiglia (grigliate, feste, ...)	A sabbia
M 30-40	Operaio/a	Villa singola	Fuori terra	4x2x1	Da maggio a settembre (riscaldata)	Divertimento dei bambini (figli, nipoti, ...)	A sabbia

SVUOTO FISICO	TRATTAMENTO CHIMICO				SVUOTAMENTO	
Ogni quanto fai manutenzione al filtro?	Quale metodo utilizzi per disinfettare l'acqua della piscina?	Perchè utilizzi questo metodo e non un'altro?	Ogni quanto inserisci il disinfettante e gli altri agenti chimici nella piscina?	Indicativamente e qual'è la spesa sostenuta per il trattamento chimico?	Svuoti periodicamente la piscina per pulire le pareti e il fondo?	Come giudichi le operazioni di manutenzione della tua piscina?
Settimanalmente	Cloro	Questo è quello suggerito al momento dell'acquisto, ma a dire il vero non sono soddisfatta	All'occorrenza	non ci ho mai fatto caso, penso circa 30 euro a stagione, ma potrebbe anche essere di più	quando viene smontata	abbastanza ripetitive e lo scorso anno anche stressanti perchè nonostante usassi cloro, fungicida ecc. non ho ottenuto grandi risultati. Mi ritrovavo sempre quella specie di melmina leggera sul fondo. Forse la pompa in dotazione non ha forza sufficiente per ottenere una buona depurazione, per questo avevo pensato di passare ad una pompa a sabbia. Speriamo che serva a qualcosa!!
Settimanalmente	ipoclorito di sodio	Adatto per questa tipologia	All'occorrenza	700-800 € all'anno	Una volta ogni 2 anni	facili
Settimanalmente	Cloro	no so come fare altri metodi	5/6 giorni	50	Una volta all'anno	ripetitive
Settimanalmente	Cloro	abitudine	All'occorrenza	non so	Una volta all'anno	semplici
Settimanalmente	Cloro	Più economico	5/6 giorni	60 euro	Una volta all'anno	facili
Settimanalmente	Cloro	non so che altro usare	5/6 giorni	40/50 euro anno	Una volta all'anno	facili
Settimanalmente	Cloro	si trova in tutti i negozi	All'occorrenza	200€/anno	Una volta all'anno	impegnative
Giornalmente	Cloro	è il migliore	All'occorrenza	mensile 50 ,00 €	Una volta all'anno	buone
Settimanalmente	Cloro	Perchè conosco questo	All'occorrenza	50€ a stagione	Una volta all'anno	Abbastanza semplici e obbligatorie per avere sempre acqua pulita
Giornalmente	Cloro	non saprei	All'occorrenza	non so	no	frequenza necessaria troppo alta
Giornalmente	Cloro	perchè secondo mè è il più efficiente	5/6 giorni, All'occorrenza	oltre 300 euro	a fine stagione svuotata	normali facili
Settimanalmente	Cloro	meno caro e più facilmente reperibile	All'occorrenza	50	Una volta ogni 2 anni	facili
Settimanalmente	Cloro, flocculante, anti alga	perche' e' il piu' conosciuto e funzionale	All'occorrenza	50euro l'anno	Una volta all'anno	facili

segue...

DATI UTENTE				UTILIZZO			TRATTAMEN
Sesso e Età	Professione	Tipologia abitazione	Possiedi una piscina?	Indicativa mente, di che dimensioni è?	In quali mesi la utilizzi principalmente?	Che utilizzo ne fai?	Che tipologia di filtro utilizza la tua piscina per filtrare l'acqua dalle impurità?
F 20-30	Disoccupato/a	Villa singola	Fuori terra	366-76	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento dei bambini (figli, nipoti, ...)	A cartuccia
F 20-30	Studente/ssa	Appartamento in palazzina	Fuori terra	366x71	Da giugno ad agosto (non riscaldata)	Divertimento con amici (grigliate, feste, ...)	A cartuccia
M 40-50	azienda	Villa a schiera	No				
M 30-40	Libero prof.	Villa singola	No				

**Tab.8** Risultati del questionario sulla manutenzione delle piscine private

NTO FISICO	TRATTAMENTO CHIMICO				SVUOTAMENTO	
Ogni quanto fai manutenzione al filtro?	Quale metodo utilizzi per disinfettare l'acqua della piscina?	Perchè utilizzi questo metodo e non un'altro?	Ogni quanto inserisci il disinfettante e gli altri agenti chimici nella piscina?	Indicativamente e qual'è la spesa sostenuta per il trattamento chimico?	Svuoti periodicamente la piscina per pulire le pareti e il fondo?	Come giudichi le operazioni di manutenzione della tua piscina?
Giornalmente	Cloro	mi hanno consigliato così i fornitori dei prodotti	5/6 giorni	solo periodo estivo 50 euro	in un mese già lo svuotata tre volte	io a da un mese che o montato la mia piscina autoportante pulisco giornalmente la piscina ma niente non riusciamo a pulire rimane sempre tutta sporca la piscina nel fondo ad ogni utilizzo l'acqua e sempre verde e in più con tutti i prodotti mi si formano le alghe non riesco ad utilizzarla sta piscina già svuotata tre volte
Settimanalmente	Cloro	perchè mi è più comodo	Con centralina di dosaggio automatizzata	9,90 euro pastiglione cloro+alghicida+disinfettante	Una volta all'anno	difficile perchè bisogna comprare tutti gli accessori per la manutenzione..invece sarebbe comodo che ti vendessero tutto insieme...



**RICERCA SUL TEMA PROGETTUALE**  
**i biolaghi balneabili**



## 5. LE PISCINE NATURALI

### 5.1 Filosofia

La piscina naturale (detta anche biopiscina o laghetto naturale) è un piccolo ecosistema acquatico tecnicamente supportato in cui sono presenti reti alimentari semplificate che, anche in ambienti antropizzati, determinano un arricchimento floristico, faunistico e quindi un incremento della biodiversità.

Costituisce sicuramente un'alternativa sostenibile ed ecologica alla piscina tradizionale e soprattutto in contesti con forti esigenze di conservazione ambientale, può rappresentare un importante elemento di salvaguardia di alcune specie di organismi (dalle libellule agli anfibi per citarne alcuni). Il fascino che caratterizza una biopiscina deriva dalla sua naturalità che la distingue da una "tradizionale", caratteristica che determina la grande differenza nella gestione tecnica tra le due tipologie. In entrambe si persegue l'obiettivo prioritario di garantire condizioni igieniche ottimali alla balneazione ma, mentre nelle piscine "tradizionali" si ricorre prevalentemente a prodotti chimici di diverso tipo per creare un ambiente il più possibile sterile, nelle piscine naturali si crea un ambiente biologicamente "vivo" ed equilibrato. La presenza della flora tipica dell'ambiente acquatico e dei microrganismi, consente l'instaurarsi di meccanismi naturali di filtrazione dell'acqua e di depurazione che nel complesso sono definiti fitodepurazione; si realizza in tal modo un processo di "rigenerazione" dell'acqua che interessa sia le componenti chimiche che biologiche. La competizione microbiologica e macrobiologica contrasta la presenza di batteri patogeni e contribuisce a tenere sotto controllo le alghe unicellulari. La filtrazione viene effettuata dalla microfauna e microflora acquatica che si sviluppa nelle ghiaie e nelle zeoliti della zona di rigenerazione e dell'eventuale laghetto di sorgente. I processi che rendono possibile la rigenerazione delle acque delle piscine naturali sono quindi gli stessi che avvengono in natura nei corsi d'acqua e nei laghi.

Le prime piscine biologiche erano costruite in modo molto naturale: un unico bacino, dove due terzi erano destinati alla zona di rigenerazione e un terzo alla zona nuoto. Oggi alcuni tipi sono realizzati con più bacini collegati tra loro da ruscelli e cascatelle artificiali che aiutano l'ossigenazione e il riscaldamento dell'acqua oltre a essere di forte impatto estetico. Ad oggi, circa il 50% delle piscine naturali create nel mondo non viene costruito con l'ausilio di installazioni tecniche, negli altri casi invece l'intero volume d'acqua della piscina, è convogliato più volte al giorno verso filtri tecnologici, con il risultato di eliminare tutti i microrganismi utili. Solo pochi continuano nel loro accanimento attraverso dei substrati filtranti, pompe e filtri costosi, ma massimo nell'arco di 3 anni ogni piscina sovra tecnicizzata subisce un collasso. Questo lo dimostrano anche le perizie degli ultimi anni che si sono dovute confrontare al 90% con impianti "ad alta tecnologia". Il fatto che molti costruttori esperti considerino gli impianti tecnici come fattore secondario o superfluo, non ha niente a che fare con un'avversione nei confronti della tecnica. Il fatto è che molte installazioni si sono riprese semplicemente spegnendo le pompe, restituendo così alla natura la possibilità di gestirsi da sola. Va considerato che la biopiscina, essendo un sistema naturale, richiede tempi variabili per il raggiungimento di un buon equilibrio ecologico; tale equilibrio è molto delicato e molto spesso specifico per ogni ambito. Ogni piscina deve quindi essere considerata a tutti gli effetti una individualità, con caratteristiche peculiari che la rendono diversa da tutte le altre.

*"Il biolago sta diventando una nuova figura di paesaggio che inevitabilmente prende a prestito dalle pratiche precedenti le sue forme: un po' dalla natura, dai bacini montani; un po' dalla tradizione storica, i laghetti dei giardini cinesi e giapponesi, le grandi peschiere e bacini d'acqua decorativi dei giardini storici, le piscine."* (Lajo, 2007 – pag. 79)

#### Differenze rispetto alle piscine tradizionali

La principale e più evidente differenza tra una piscina tradizionale e una bio piscina, è che quest'ultima è un sistema vivo, costituito da una comunità di esseri viventi che è parte integrante del sistema e ne caratterizza l'aspetto, il funzionamento, la manutenzione.

Entrando più nel dettaglio si possono elencare ulteriori differenze, quali:

- totale assenza di prodotti chimici igienizzanti quali: cloro, bromo, ossigeno flocculanti, alghicidi e altre sostanze, alcune delle quali possono creare allergie nei bagnanti;
- ottimo inserimento nel contesto ambientale, tanto che è possibile realizzarle anche in zone soggette a vincolo ambientale;
- aspetto estetico estremamente gradevole durante tutto l'anno (fioritura delle numerose piante acquatiche durante la stagione vegetativa e aspetto particolarmente ornamentale anche nel periodo invernale). Inoltre le biopiscine non vanno coperte né svuotate durante la stagione fredda;
- La piscina tradizionale si può definire in un certo senso una piscina statica, sempre uguale, mentre la piscina naturale, invece, è dinamica in quanto ogni stagione si caratterizza per particolari colori e fioriture. E' una piscina da guardare, gustare, meditare. Una piscina tradizionale la si guarda, una piscina naturale la si osserva e ogni angolo può divenire motivo di interesse;
- manutenzione sensibilmente differente in particolare per quanto riguarda le piante;
- intensa sensazione di immersione nella natura durante la balneazione. Per contro la piscina tradizionale essendo un sistema pressoché sterile garantisce certezza di acqua cristallina e assenza di alghe.

*“La biopiscina infatti, per quanto potranno evolvere le conoscenze scientifiche e gli impianti tecnici di supporto, non sarà mai un bacino morto (e quindi facilmente controllabile) come una piscina chimica, ma una living machine, un sistema in cui, cioè, la tecnica, la natura e l'uomo interagiscono in costante movimento”* (Lajo, 2007 – pag. 12).

### **Pregi e difetti di questo modello di piscine**

I principali aspetti positivi che rendono particolarmente attraente una biopiscina rispetto a una tradizionale (alcuni dei quali già citati in precedenza) sono:

- piacevole sensazione di immersione nella natura,
- aspetto ornamentale grazie alle fioriture delle numerose piante in tutta la stagione di balneazione ma anche in autunno e inverno;
- ottimo inserimento nel giardino e nel contesto ambientale;
- assenza di prodotti chimici nell'acqua;
- possibilità di fare “giardinaggio acquatico”;
- ridottissimo impatto ambientale, grazie anche ai minori consumi elettrici;
- possibilità di fare snorkeling, in quanto anche sott'acqua la piscina è un ambiente vivo e particolarmente interessante;
- variabilità cromatica e morfologica dato che ogni angolo della vasca è diverso per forme e colori;
- prolungamento della stagione di balneazione in quanto l'acqua tende a scaldarsi più velocemente in primavera e raffreddarsi più lentamente in tarda estate;

Per quanto riguarda gli aspetti cosiddetti “negativi” è necessario fare una premessa: alcuni di questi sono tali solo per coloro che, molto probabilmente, non troveranno nella piscina naturale il soddisfacimento delle loro aspettative riguardo la pulizia e la sterilità dell'ambiente di balneazione. “E' opportuno infatti ricordare che lo stereotipo di piscina al quale siamo abituati è quello della piscina “chimica” nella quale l'ambiente è apparentemente asettico [...]” (Vegini, 2011 – pag. 23) La presenza di alghe e piccoli animali costituisce molto probabilmente uno degli aspetti più problematici nella gestione della piscina naturale, causando diffidenza nelle persone ad entrare in acqua.

## 5.2 Cenni storici

Nel 1954 a Graz (Austria), Gottfried Kern fu realizzato il primo laghetto decorativo (in austriaco "Badeteich") in cui era possibile, oltre che la coltivazione di piante acquatiche, fare il bagno all'interno di una vasca appositamente studiata separata dal giardino acquatico con paratie di legno. Lo scavo, grande 24x8 metri, era impermeabilizzato con argilla e prevedeva una parte di 35mq destinata ai bambini, un trampolino e una spiaggia. Nel 1976 a Braunau, vi fu la prima realizzazione di un laghetto balneare naturale a opera di Richard Weixler su chiara ispirazione di Kern. Con una superficie totale di 1000mq, tutti balneabili, non prevedeva l'utilizzo di alcuna tecnica aggiuntiva oltre alle piante.

Pochi anni più tardi nel 1980 iniziarono a Micheldorf i primi esperimenti di sostituzione dell'argilla con teli sintetici impermeabili per opera di A. Roidinger. Da questi anni in poi in Austria e Germania si cominciò a delineare la moderna concezione costruttiva delle biopiscine. W. Gamerit costruì la sua piscina utilizzando un telo in ECN da 1,5mm e prefabbricati in cemento per le pareti della vasca che, finendo 40cm sotto il livello dell'acqua, garantivano la circolazione nelle zone rigenerative. Fu questo il primo vero esempio di quel modello di biopiscine che sarà poi molto utilizzato fino ai giorni nostri. Nel 1984 l'imprenditore tedesco Paul Schwedtke, per primo convertì la sua piscina tradizionale in biopiscina costruendo un perimetro intorno alla vasca che potesse ospitare la vegetazione depurativa ed estetica. Le piscine di Schwedtke e Gamerith sono ancora oggi funzionanti.

Fino agli anni '80 in questo tipo di piscine non è mai stata impiegata tecnologia per la depurazione dell'acqua. I pionieri di questo innovativo modello di piscina naturale sono stati spesso giardinieri e vivaisti di piante acquatiche, biologi e in generale persone interessate alla natura. Essi avevano familiarità con i concetti di fitodepurazione e le conoscenze per la creazione di biotopi acquatici e palustri. Proprio quest'ultimo era il loro scopo: creare un biotopo stabile esteticamente bello dove fosse possibile anche la balneazione. La tecnica è entrata lentamente nelle biopiscine, all'inizio solo per scopi decorativi per alimentare ruscelli o cascate artificiali. Tra il 1984 e il 1986, in Austria, Svizzera e Germania si sviluppò una rete di aziende specializzate nella costruzione di biopiscine.

Nel corso degli anni '90 nacquero in fine due correnti di pensiero che si "scontrano" tutt'oggi tra loro:

- la filosofia naturalistica: la biopiscina è concepita come biolago simile a un laghetto naturale che si autoregola senza l'ausilio di alcuna tecnologia.
- la filosofia architettonica: la biopiscina è costruita con vasche tradizionali (calcestruzzo, plastica, vetroresina), alla depurazione naturale si affiancano grossi impianti tecnici;

## 5.3 Tipologie costruttive

Nel 2000, l'Associazione Austriaca dei Costruttori di Biopiscine (VÖS) ha codificato ufficialmente 5 tipologie di biopiscine, in base alle caratteristiche dell'impianto tecnico, che influenza la funzionalità biologica e le caratteristiche architettoniche. Questa classificazione è applicata anche da altre istituzioni (come la FLL - l'associazione dei paesaggisti tedeschi – nel suo “Raccomandazioni per la progettazione, costruzione e gestione di biopiscine”) e da aziende costruttrici, in parte introducendo piccole modifiche.

La distinzione di queste cinque tipologie aiuta principalmente il cliente a scegliere il tipo che si adattati più alle sue personali esigenze. Molte delle informazioni sono basate sull'osservazione, la valutazione e la comparazione di esperienze costruttive.

Le prime piscine biologiche erano costruite in modo da garantire una depurazione totalmente naturale: due terzi erano destinati alla zona di rigenerazione e un terzo alla zona prettamente balneabile. Fino ad oggi, circa il 50% delle piscine naturali create nel mondo è costruito senza l'ausilio di impianti tecnici. In certi casi l'acqua della piscina è convogliata più volte al giorno verso filtri troppo tecnologici, avendo come risultato l'eliminazione di tutti i microrganismi utili. Solo pochi continuano nel loro accanimento attraverso dei substrati filtranti, pompe e filtri costosi, ma massimo nell'arco di 3 anni ogni piscina sovra tecnicizzata subisce un collasso. Questo lo dimostrano anche le perizie degli ultimi anni, che si sono dovute confrontare al 90% con impianti “ad alta tecnologia”. Il fatto che molti costruttori esperti considerino gli impianti tecnici come fattore secondario o superfluo, non ha niente a che fare con un'avversione nei confronti della tecnica. Il fatto è che molte installazioni si sono riprese semplicemente spegnendo le pompe, restituendo così alla natura la possibilità di gestirsi da sola.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
Obiettivo della tecnica	Senza tecnica	Facilitare la manutenzione	Facilitare la manutenzione, migliorare la rigenerazione dell'acqua e stabilizzare l'ecosistema.	Come Tipo 3	Come Tipo 3
Composizione della zona rigenerativa	Zone piantumate, letti di substrato, nessun filtro tecnico	Zone piantumate, letti di substrato, nessun filtro tecnico	Zone piantumate, letti di substrato. Circolazione forzata nelle zone rigenerative	Una parte della zona rigenerativa esterna alla vasca. Zone piantumate e letti di substrato. Circolazione forzata nelle zone rigenerative.	Come Tipo 3. Tutta la zona rigenerativa separata dalla vasca.
Superficie minima % area rigenerazione	120m <sup>2</sup> 60%	100m <sup>2</sup> 50%	80m <sup>2</sup> 40%	60m <sup>2</sup> 40%	50m <sup>2</sup> 30%
Profondità della vasca balneabile	65% a 2m	65% a 2m	60% a 2m	40% a 2m	Sono possibili tutte le profondità
Costi di costruzione	80-200€/m <sup>2</sup>	150-250€/m <sup>2</sup>	200-350€/m <sup>2</sup>	250-400€/m <sup>2</sup>	300-700€/m <sup>2</sup>
Costi di gestione	0	Energia el. 150-200€/anno	Energia el. 400-700€/anno. Cura di uno specialista una volta all'anno.	Energia el. 700-1200€/anno. Cura di uno specialista una 1-2 volte all'anno.	Energia el. 1200-2000€/anno. Cura di uno specialista una 1-4 volte all'anno.
Manutenzione	Curare le zone piantumate. Togliere lo sporco a mano. Aspirazione dei sedimenti 1 volta all'anno dalla vasca balneabile.	Come Tipo 1	Riduzione delle zone rigenerative: meno manutenzione delle zone piantumate. Pulizia dei filtri e sostituzione materiale filtrante.	Come Tipo 3	Manutenzione e controllo dell'impianto tecnico. Aspirazione dei sedimenti 8-12 volte all'anno dalla vasca balneabile.
Caratteristiche acqua	Eutrofica (- mesotrofica)	Eutrofica (- mesotrofica)	Piuttosto mesotrofica	Piuttosto mesotrofica (parzialmente oligotrofica)	Mesotrofica (parzialmente oligotrofica)

Tab.9 Le caratteristiche delle 5 tipologie di biopiscine

## 5.4 Mercato delle biopiscine

Fino agli anni '80 le biopiscine sono state quasi esclusivamente costruite nei paesi del centro e del nord Europa, dove evidentemente una conoscenza tecnologica e una coscienza ecologica più approfondita nei potenziali committenti ha permesso lo sviluppo del settore. Da allora, anche se con molta lentezza, la biopiscina si è diffusa in altri paesi grazie a riviste, pubblicazioni specialistiche e la diffusione della conoscenza tecnica. Attualmente sono circa 30 le nazioni dove è documentata la costruzione di biopiscine, spesso costruite su sistemi austriaci, tedeschi o svizzeri da clienti della stessa nazionalità. Tutti i costruttori che per primi realizzarono biopiscine italiane sono stranieri di lingua tedesca, mentre solo a partire da metà degli anni '90 hanno cominciato ad operare anche aziende italiane (altoatesine). A fine decennio sono entrate nel settore anche altre aziende, ma fino ad allora la biopiscina in Italia era pressoché sconosciuta. Mancano ancora un approccio di assistenza, consulenza scientifica e manutentiva al potenziale mercato, approccio che nei paesi in cui le biopiscine sono nate e si sono sviluppate è stato fondamentale.

La situazione è a macchia di leopardo, diversa regione per regione. Ad oggi sono state costruite 9 piscine naturali comunali (5 in provincia di Bolzano, 1 in provincia di Vicenza, 1 in provincia di Trento e 1 in provincia di Varese, 1 in provincia di Pisa) alle quali si devono aggiungere le numerose alberghiere soprattutto in provincia di Bolzano e agrituristiche concentrate quasi esclusivamente in Umbria e Toscana.



Fig.9 Mappa delle bio-piscine pubbliche in Italia

Durante il 6° Congresso Internazionale delle Biopiscine, la IOB, organizzazione internazionale per le Acque Balneabili Naturali, ha presentato una ricerca a proposito della produzione di biopiscine. “L’idea delle Biopiscine ha superato la fase della pubertà”. Con queste parole il presidente della IOB, Schwarzer, ha inaugurato l’evento, ponendo l’obiettivo di creare un pur piccolo ma affermato settore, non solo all’interno dell’Europa, ma anche a livello internazionale. I dati parlano di circa 200 piscine biologiche ad uso pubblico attualmente in funzione in sei stati europei, e ogni anno si aggiungono in media quasi 50 nuovi impianti. La ricerca ha inoltre messo in luce che, negli ultimi anni, gli impianti pubblici di questo tipo hanno raggiunto un elevato standard di qualità e di sicurezza. Il numero delle biopiscine private invece si stima intorno alle 25.000 unità, anche queste con un aumento esponenziale di anno in anno.

Nel resto del mondo dalla Repubblica Ceca, che ha più di trenta aziende nazionali del settore, fino all’Australia e Israele il settore è fiorente. In occasione del Congresso, Philip Johnson, esperto australiano ha riferito la presenza di circa 70 biopiscine (con una stima sottodimensionata) ad uso privato, che aumentano di circa 25 impianti all’anno. Ulteriore testimonianza arriva dall’esperta israeliana Yael Ben Zvi Cohen, che ha raccontato come le biopiscine in Israele siano impiegate non solo per diletto ma anche per l’idroterapia (sportindustry.com).

Attualmente l’indotto che ruota intorno alla realizzazione di biopiscine è di circa 1.300 specialisti.

## 5.5 Condizioni igienico-ecologiche ideali per il funzionamento

Per definizione, le piscine biologiche possono essere classificate come acque di superficie di piccole dimensioni e con acqua ferma. E' specialmente questa scarsa superficie d'acqua e lo scarso volume che rendono possibili alcuni rischi per la funzione ecologica ed igienica di queste acque. In casi estremi queste piccole piscine biologiche assomigliano nella loro estensione a bacini convenzionali, i quali però sono dotati di un impianto di trattamento delle acque, filtrazione, disinfezione, l'obbligo aggiuntivo della presenza di sostanze di disinfezione dosate adeguatamente nell'acqua. Tra le zone di balneazione presso le acque di superficie e le vasche clorate dall'altro, dobbiamo posizionare le piscine biologiche, dove l'assenza di sostanze disinfettanti non può portare alla totale eliminazione dei batteri d'indicazione, come la conosciamo nelle vasche convenzionali. Dall'altra parte dobbiamo renderci conto che questi batteri d'indicazione vengono immessi quasi esclusivamente dai bagnanti e che, di conseguenza, bisogna prevedere dei parametri più rigidi rispetto alle acque di superficie naturale, dove la pressione batterica non deriva dai bagnanti, ma da fonti di inquinamento secondarie dell'ambiente circostante.

Nelle piscine biologiche la capacità di autorigenerazione dell'acqua deve essere sufficiente per ridurre gli agenti di contaminazione chimici e microbiologici su un livello tollerabile. Dal punto di vista dell'igiene non bisogna mai dimenticare che per le piscine biologiche, come per le acque di superficie naturale, non è prevista alcuna disinfezione per la disattivazione rapida degli agenti patogeni. Per la manutenzione di una buona qualità dell'acqua c'è a disposizione solamente un volume d'acqua sufficientemente dimensionato e la capacità di autorigenerazione di questa. Le piscine biologiche non si comportano e sviluppano sempre secondo le aspettative dei loro gestori, i quali si aspettano un sistema stabile e a bassa manutenzione, che inoltre sia più economico nella sua costruzione di una piscina convenzionale. La piscina biologica, rappresenta un sistema vivo che è sottoposto a delle leggi naturali e, di conseguenza, subisce uno sviluppo e delle variazioni.

### I bagnanti

Per questi motivi il controllo delle quantità dei bagnanti nei confronti della biopiscina è di fondamentale importanza dal punto di vista igienico. Un'affluenza di bagnanti come la conosciamo nelle vasche convenzionali con i suoi sistemi di trattamento e disinfezione dell'acqua comporterebbe nelle piscine biologiche delle situazioni igieniche critiche e un rischio igienico troppo alto per le persone. Le ricerche hanno dimostrato in modo inconfutabile che il carico di batteri fecali è in chiara correlazione con l'affluenza dei bagnanti. Attraverso la creazione di profili giornalieri d'indicazione dei batteri fecali in condizioni di diversa affluenza di bagnanti, si può costruire un modello che permette di calcolare la quantità ammissibile di bagnanti per una determinata biopiscina, per avere uno strumento per la gestione dei rischi (Mascher 2003, 2004, 2005). In Austria, per esempio, è stato fissato per legge un volume minimo di 10m<sup>3</sup> per ogni bagnante al giorno (BHygG, 1996; BHygV, 1998). Questo volume d'acqua relativamente ridotto si spiega in parte per il fatto che la quantità di bagnanti totale nell'arco di un giorno non è presente per tutta la giornata nella piscina, ma si distribuisce su tutte le 24 ore, e in parte, per il fatto che non tutti i visitatori che si trovano nell'impianto sono permanentemente e nello stesso tempo in acqua. Da questo risulta come logica conseguenza per i bagnanti che si trovano in un determinato momento in acqua, un volume d'acqua per persona molto più elevato. Un'affermazione definitiva riguardo al volume minimo d'acqua necessario per bagnante non può essere fatta al momento per la scarsità di dati ed esperienze. Inoltre degli studi hanno dimostrato che l'inquinamento da parte dei bagnanti e i batteri d'indicazione da loro immessi possono essere eliminati in tempo relativamente breve (almeno per quanto riguarda il corpo d'acqua libero), grazie all'attività dei raggi ultravioletti della luce (Mascher 2003; Deller 2006). In particolare è proprio la zona dell'acqua più rilevante dal punto di vista igienico, cioè lo strato superficiale dell'acqua, a subire per mezzo della luce solare la più forte disattivazione dei microorganismi.

### La microbiologia delle piscine naturali

La piscina biologica è un sistema ecologico, somigliante, considerando i processi che in essa si svolgono, a un lago naturale. per questo motivo, oltre ad offrire uno spazio di benessere e divertimento per le persone, rappresenta uno spazio vitale per tante specie diverse di piante ed animali acquatici. Tra questi si trova una gran quantità di microrganismi che svolgono un ruolo fondamentale per rendere pulita l'acqua in modo naturale.

Sono divisi in 4 gruppi che ne determinano la specie e quindi la morfologia e le caratteristiche:

1. Plancton: organismi acquatici di piccole dimensioni che vivono nell'acqua senza avere contatti col fondo;
2. Benton: organismi acquatici animali e vegetali che vivono sul fondo dei bacini d'acqua (larve, insetti, molluschi, ...);
3. Necton: organismi animali acquatici, in grado di muoversi attivamente e indipendentemente dal fondale alle coste.
4. Macrofite: insieme delle specie vegetali correlate con gli ambienti acquatici.

Nel capitolo ho analizzato solamente il plancton che è il principale responsabile delle attività depurative dell'acqua nelle biopiscine. Il benton e il necton sono trascurabili in queste realtà naturali, mentre le macrofite saranno analizzate nei capitoli successivi.

Il plancton viene suddiviso in gruppi autotrofi ed eterotrofi. Il gruppo autotrofo, nella piscina biologica, è composto da ciano batteri, alghe flottanti, alghe filamentose e piante acquatiche. Questi, producono biomassa e ossigeno, attraverso il processo di fotosintesi, e perciò vengono considerati tra i produttori primari. Attraverso invece il metabolismo degli organismi eterotrofi (batteri, zooplancton e altri animali), la biomassa, formata dai produttori primari, subisce di nuovo un processo di ossidazione che libera come prodotto finale, ossido di carbonio (CO<sub>2</sub>).

Con il termine **fitoplancton** si definiscono soprattutto le microalghe sospese in acqua, responsabili della produzione di ossigeno che è di importanza vitale per tutte le specie di animali acquatici. Le alghe vengono considerate come comunità di organismi autotrofi, che sono in grado di formare biomassa attraverso il processo di fotosintesi, con l'ausilio della luce solare, di legami di carbonio inorganici e di macro e micro sostanze nutritive. Il risultato di questo processo è la formazione di ossigeno.

Nelle piscine biologiche troviamo regolarmente fitoplancton dei seguenti gruppi:

- alghe verdi (Chlorophyta): non sono visibili ad occhio nudo, e vengono classificate per la loro grandezza, nella categoria del picoplancton (classe di grandezza 0,2 – 2.0 µm). Sono spesso capaci di una proliferazione di massa in acque ferme e ricche di sostanze nutritive. Anche nelle piscine biologiche può capitare di osservare un intorbidamento dell'acqua temporaneo causato dalle alghe verdi;
- diatomee (Bacillariophyceae): in condizioni favorevoli tendono alla formazione di massa specie in primavera e creano delle patine marroni spesse gelatinose come biofilm. Le singole cellule delle diatomee, in molte specie, formano delle unità cellulari a forma di catena creando, in questo modo, delle unità filamentose;
- Alghe dorate (Chrysophyceae): Sono un gruppo di alghe molto diffuso, che comprende, sia specie unicellulari, che forme in colonie. Lo spettro di grandezza è molto vasto e oscilla dal piko al macroplancton (0.2 – 200 µm). Certe specie si presentano spesso in primavera, quando l'acqua si riscalda molto velocemente. Sono facilmente riconoscibili, in quanto producono una colorazione marrone dell'acqua e un odore particolare. Attraverso la fagocitosi, la cellula di alcune alghe dorate può assorbire delle cellule batteriche che vengono poi trasformate;
- Alghe azzurre (cianobatteri): le alghe azzurre sono raggruppate solo funzionalmente nel fitoplancton, poiché non possiedono un nucleo cellulare, fanno parte dei batteri e vengono perciò correttamente definite come cianobatteri o cianofitee. Nelle ricerche finora svolte non sono documentate delle esplosioni di massa di cianofitee nelle piscine biologiche. Alte temperature, un alto tasso di sostanze nutritive e alti valori di PH, sono favorevoli alla formazione di massa di cianofitee. I cianobatteri hanno la capacità di formare tossine, che influiscono sul fegato e sul sistema nervoso e inoltre sono anche sostanze preoccupanti a livello dermatologico.

I **batteri** sono il gruppo di organismi dominante nell'ecosistema acquatico. La maggior parte dei batteri assume biomassa organica sospesa nell'acqua e a differenza dei produttori primari autotrofi (alghe), questo tipo di nutrizione viene definito eterotrofo. Se anche altre componenti nutritive (es. fosforo) sono

a disposizione, più alta è la componente di sostanza organica sospesa, più elevata è anche la biomassa batterica. In generale, si può affermare che, con l'aumento degli elementi nutritivi, e l'aumento della produzione nella piscina biologica, sale anche la biomassa dei batteri. Nell'acqua libera dei laghi, troviamo da 105 a 107 di batteri eterotrofi per ogni ml. I batteri hanno, in parte, un ciclo vitale molto breve, da qualche ora fino a qualche giorno. Ciò nonostante, nei trattati di ricerca, sono elencate di solito quantità relativamente costanti di cellule. Questo a causa dall'alta attività di consumo dello zooplancton e della mortalità causata dai virus. I flagellati e i ciliati sono in grado di assumere tra il 10% e il 70%, in casi estremi addirittura il 100%, della produzione giornaliera di batteri. Accanto ai batteri delle acque libere si trova una gran parte di batteri associati a superfici del corpo d'acqua e definiti come biofilm. Nelle piscine biologiche i biofilm si possono formare su tutte le superfici, nonché nelle zone profonde, sui sedimenti e nelle componenti della zona di rigenerazione. per unità di volume troviamo sui biofilm una quantità maggiore di batteri, da 102 fino a 104 rispetto all'acqua libera. Anche nei biofilm i batteri sono esposti ad una forte attività di consumo da parte di flagellati e ciliati, oltre che da altri organismi.

Con il termine di **zooplancton** si definisce invece la totalità di organismi animali (organismi eterotrofi) che vivono nel corpo d'acqua libero, la cui capacità di muoversi non è sufficiente per rendersi indipendenti dai movimenti dell'acqua. La maggior parte dello zooplancton si nutre di batteri e di fitoplancton, controllando notevolmente l'equilibrio di questi ambienti. Esistono inoltre esemplari di zooplancton che si nutre dello stesso zooplancton. I gruppi più frequenti presenti nelle acque dolci sono i seguenti:

- flagellati: sono molto piccoli e raggiungono solamente una grandezza di 2-20  $\mu\text{m}$ . Popolano acque con una densità da 102 a 104 per ml. I acque di medio tasso nutrizionale (mesotrofiche) sono i più importanti consumatori di batteri;

- ciliati: sono organismi unicellulari come i flagellati, ma che raggiungono dimensioni molto più grandi (10  $\mu\text{m}$  fino a parecchi mm). Il loro cibo è principalmente composto da batteri e piccole cellule di alghe. Raggiungono una quantità massima di 105 per ogni ml;

- rotiferi: Sono composti da un gruppo multiforme di organismi pluricellulari che raggiunge una grandezza di 0,5 mm. Molti rotiferi si nutrono di batteri e alghe, alcuni anche di altri organismi animali (ciliati e altri rotiferi). Possono raggiungere densità molto elevate, fino a qualche migliaio per litro;

- piccoli crostacei: i gruppi più importanti di piccoli crostacei nelle piscine biologiche sono i copepodi e i cladoceri, ai quali appartengono anche le dafnie. Le dafnie possono raggiungere una lunghezza di 2 mm, come anche alcuni copepodi, ma la maggior parte delle specie rimane più piccola.

### Le funzioni dello zooplancton nella piscina biologica

“Nelle piscine biologiche lo zooplancton rappresenta uno dei fattori più importanti per la pulizia e la stabilità dell'acqua, per raggiungere come risultato acqua limpida, profondità visiva e buoni valori qualitativi dell'acqua.” (Lajo, 2007 – pag. 58) Lo zooplancton è in grado di assorbire gran parte della biomassa formata da batteri e alghe. Il grado di filtrazione generale dipende dalla temperatura: fino a 20-25°C il volume di filtrazione è in aumento. Si può considerare che, in questo processo, i protozoi assorbono il 70% della biomassa, mentre i rotiferi e cladoceri circa il 30%. Le dafnie sono in grado di filtrare dai 3 ai 30 ml di acqua per ogni individuo, assorbendo particelle organiche fino a una grandezza di 30-50  $\mu\text{m}$ . Lo spessore minimo da loro filtrato è di 1  $\mu\text{m}$  e da questo risulta che le dafnie sono in grado di assorbire anche le cellule del batterio dell'escherichia coli (lunghezza 2-4  $\mu\text{m}$ , diametro 1  $\mu\text{m}$ ). Altri cladoceri hanno una maglia di filtrazione di dimensioni molto più piccola, da 0,2 a 0,3 mm e sono così in grado di eliminare in modo molto efficace batteri e microalghe. Con un'alta densità di zooplancton si può arrivare a una completa eliminazione delle alghe. Nei laghi naturali, questo fenomeno è chiamato “stadio di acqua cristallina” e si verifica all'inizio dell'estate con l'aumento della temperatura dell'acqua.



## 5.6 Normative

Proprio per le loro caratteristiche, le piscine naturali sono una realtà che sta cavallo tra quella tradizionale (poiché è bacino artificiale di balneazione con acqua sanificata grazie all'uso di sostanze sterilizzanti) e i laghi naturali, la cui balneabilità è permessa grazie ai processi naturali di fito e biodepurazione.

“In Italia non esiste una normativa specifica che regolamenti la costruzione e la gestione delle piscine naturali pubbliche e il problema non è mai stato affrontato in modo risolutivo dal Ministero della Salute” (acquebalneabili.it). I vari funzionari delle aziende sanitarie provinciali, chiamati a esprimere un parere in merito alla richiesta di costruzione, hanno utilizzato in modo discrezionale le leggi italiane esistenti, che non sono specifiche per questa realtà; esse sono:

- Il Decreto del 30 marzo 2010 “Definizione dei criteri per determinare il divieto di balneazione, nonché modalità e specifiche tecniche per l’attuazione del decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116, di recepimento della direttiva 2006/7/CE, relativa alla gestione”. Questo nuovo regolamento è quindi entrato in vigore con la primavera 2010 e sostituisce il DPR 8 giugno 1982, n° 470 “Attuazione della direttiva n° 76/160/CEE relativa alla qualità delle acque di balneazione”

- L’Accordo Stato-Regioni del 16 gennaio 2003, relativo alla regolamentazione delle piscine tradizionali, che nella tabella A “Requisiti dell’acqua in immissione e contenuta in vasca” individua i parametri chimici e microbiologici che devono essere rispettati.

“Questa ipotesi è suffragata dal confronto con la normativa specifica europea che fissa parametri microbiologici vicini a quelli del nostro decreto. E’ impensabile l’utilizzo della normativa sulle piscine tradizionali in quanto la presenza all’interno di terreno agrario, di sabbie, ghiaie e di una filtrazione naturale (non di una sterilizzazione), non permette di raggiungere i valori di sterilità microbiologica richiesta alle acque delle piscine tradizionali con coloro” (Vegini 2011).

La richiesta di autorizzazione sanitaria deve essere effettuata solo per la costruzione delle piscine naturali ad uso pubblico. L’articolo 2.2 capo ‘a’ dell’Accordo Stato-Regioni del 16 gennaio 2003 definisce:

- a) piscine di proprietà pubblica o privata, destinate ad un’utenza pubblica. Questa categoria comprende le seguenti tipologie di piscine le cui caratteristiche strutturali e gestionali specifiche sono definite da ciascuna regione:

- a1 piscine pubbliche (quali ad esempio le piscine comunali)

- a2 piscine ad uso collettivo: sono quelle inserite in strutture già adibite, in via principale, ad altre attività ricettive (alberghi, camping, complessi ricettivi e simili) nonché quelle al servizio di collettività, palestre o simili, accessibili ai soli ospiti, clienti, soci della struttura stessa.

- a3 gli impianti finalizzati al gioco acquatico

La più significativa serie storica di analisi periodiche sulle acque di piscine naturali è stata svolta dalla provincia di Bolzano che conta ben 5 piscine naturali comunali ( Campo Tures – 1996; Corvara – 1997; Luson – 2003; Dobbiaco – 2008; Gargazzone – 2010) e numerosissime alberghiere e agrituristiche. Nella maggior parte dei casi i dati attestano il rispetto dei parametri fissati dal DPR 470/82 prima e del D.Lgs 30 maggio 2008 poi. Questa situazione è anche merito della frequenza dei controlli effettuati dall’agenzia per l’ambiente di Bolzano e della sollecitudine con la quale i gestori hanno sempre reagito nei pochi casi di sfioramento dei parametri. Proprio per il grande interesse che le piscine naturali rappresentano in questa realtà, la provincia di Bolzano e l’Azienda Sanitaria Locale stanno elaborando una normativa specifica per le piscine naturali, che è auspicabile possa diventare il punto di riferimento per una normativa nazionale che regolamenti e metta chiarezza in questo settore.

Come si evince dalla tab. XXX i parametri di riferimento delle varie normative europee relative alle piscine naturali pubbliche fissano valori di gran lunga inferiori a quelli definiti dal nostro recente decreto legislativo.

PAESI	ITALIA D.P.R. 470/1982	ITALIA D.L. 30/5/2008	ITALIA Accordo Stato-Regioni 2003	GERMANIA Fil 2003	AUSTRIA Önorm 1998	SVIZZERA
PARAMETRI	Acque naturali ufc/100 ml	Acque naturali interne ufc/100 ml	Piscine tradizionali pubbliche ufc/100 ml	Piscine naturali pubbliche ufc/100 ml	Piscine naturali pubbliche ufc/100 ml	Piscine naturali pubbliche ufc/100 ml
Coliformi totali	2000					
Escherichia coli		500* (eccellente) 1000* (buona) 900** (sufficiente)	0	100	100	100
Coliformi fecali	100					
Streptococchi fecali	100	200* (eccellente) 400* (buona)	0	50	RW 10 GW 50	40
Enterococchi		330** (sufficiente)				
Salmonelle	0					
Enterovirus	0					
Conta batterica a 22°C			≤ 200 ufc/1 ml			
Conta batterica a 36°C			≤100 ufc/1 ml			
Staphylococcus aureus			0			
Pseudomonas aeruginosa			0	10		10
Utenti massimi				~ 1 per 10m <sup>3</sup> in funzione del ricircolo*	1 per 10m <sup>3</sup> fino a 1500m <sup>2</sup> 1 per 15m <sup>3</sup> fino a 5000m <sup>2</sup> 1 per 20m <sup>3</sup> oltre 5000m <sup>2</sup>	
* Basato sulla valutazione del 95° percentile ** Basato sulla valutazione del 90° percentile						

Tab.10 Parametri igienico-microbiologici nelle varie normative europee

In nord-centro Europa il numero delle piscine pubbliche è nettamente superiore (si pensi che nel 2005 sono state censite 56 piscine naturali comunali nella sola Germania) e a livello legislativo vi sono in cluni paesi norme specifiche elaborate dagli organi statali e le associazioni competenti.

In rapporto alla sua popolazione l'Austria è il Paese con il maggior numero di biopiscine. Con circa 50 impianti pubblici di cui alcuni più vecchi di 15 anni, questo Paese è 'la patria' delle biopiscine. È l'unico paese che ha adottato sia una legge sia uno standard per le biopiscine pubbliche.

In Svizzera esiste da parecchi anni un mercato molto attivo con numerose biopiscine private più, attualmente, sei biopiscine pubbliche. L'associazione nazionale si distingue per l'impegno in un'eccezionale formazione professionale oltre alla già pluriennale cooperazione con le università.

Un nuovo regolamento per la progettazione e costruzione di biopiscine è in via di stesura dall'inizio del 2013 e nel 2014 sarà conclusa la realizzazione della prima biopiscina olimpionica realizzata dagli architetti Herzog & de Meuron..

Nella zona Iberica esiste un'organizzazione bi-nazionale formata dal Portogallo e della Spagna. Mentre in Portogallo, in rapporto all'estensione del Paese, esistono molti impianti privati e gli impianti turistici sono già più di 30, il settore delle biopiscine in Spagna è ancora a uno stadio embrionale. Appena nell'area di Barcellona, Madrid e Mallorca esistono aziende specializzate e qualche impianto privato. L'associazione iberica ha elaborato una proposta per il regolamento di impianti pubblici in Spagna e Portogallo che si basa sulle linee guida della IOB.

In Francia, dopo diversi anni di riflessioni, esiste dal 2010 uno status temporaneo di controllo, che

permette la costruzione degli impianti pubblici, soprattutto grazie all'apporto tecnico della IOB. Il numero degli impianti pubblici si aggira intorno alla decina scarsa, ma altri impianti sono attualmente in progetto o in fase di costruzione. È in fase di preparazione una legge prevista per quest'anno, che tenta di regolare la costruzione di piscine pubbliche con depurazione biologica.

Nelle isole britanniche esiste un mercato molto giovane ma molto attivo. Impianti pubblici sono in progettazione in quanto in collaborazione con la commissione delle acque balneabili, il settore ha fornito una serie di regole che sono state velocemente riconosciute. Queste regole sono state sviluppate essenzialmente sulla proposta della normativa della IOB e aggiustate in base alle condizioni britanniche. Esiste una connessione più che buona con il settore delle piscine convenzionali.

(Fonte: Associazione Italiana Acque Balneabili Naturali)

## 6. LA FITODEPURAZIONE DELLE ACQUE

### 6.1 Nascita e sviluppi

Si identifica con il termine "fitodepurazione" un sistema di trattamento naturale delle acque di scarico, i cui elementi costitutivi sono: supporti inerti, batteri e piante (nello specifico macrofite). Tra tutte le tecniche di depurazione naturale, la fitodepurazione è quella a cui il mondo scientifico e quello applicativo hanno dedicato negli ultimi decenni maggiore attenzione. Si tratta infatti di una tecnica che ha mostrato particolare flessibilità ed è stata progressivamente migliorata ed adattata ai diversi possibili usi e contesti. Nate originariamente per il trattamento degli scarichi domestici, le tecniche di fitodepurazione sono state successivamente sperimentate ed adattate a diverse tipologie di scarico (zootecnia e industria agroalimentare). Sono sempre più numerosi i campeggi, i piccoli villaggi e insediamenti in cui la fitodepurazione viene utilizzata quale valida alternativa allo smaltimento in fognatura delle acque bianche e nere. In Italia sono state applicate con successo ad esempio per gli scarichi delle cantine e caseifici ma all'estero sono state applicate con successo a molti tipi di reflui industriali: miniere, raffinerie, industrie chimiche. La capacità autodepurativa dell'acqua sarebbe ottima se l'eccessiva quantità di rifiuti e sostanze tossiche che riversiamo, non alterassero il delicato equilibrio portando a una riduzione. Recentemente la tecnica si sta diffondendo anche per il trattamento di acque con carichi molto elevati e a bassa biodegradabilità, come i percolati di discarica. Secondo alcuni studiosi, almeno in certe situazioni, la tecnica consentirebbe anche consistenti risparmi economici e la fitodepurazione viene ora usata sempre più frequentemente anche per la rinaturalizzazione di fiumi, laghi e canali inquinati.

#### **Benefici e vantaggi**

- costi minimi di costruzione e manutenzione rispetto a quelli degli impianti di depurazione tradizionali;
- assenza di odori e di proliferazione di insetti nei sistemi a flusso sommerso;
- totale abbattimento della carica patogena;
- creazione di un'area verde al posto di manufatti in cemento;
- possibilità di riutilizzo dell'acqua depurata a scopi irrigui;
- riduzione dei consumi di energia elettrica rispetto ad un depuratore tradizionale;
- assenza o ridotta necessità di apparecchiature elettromeccaniche;
- effluente finale conforme alle norme vigenti (tabella 1,2 D.lg. n152/2006);
- funzionamento depurativo indipendente dall'assenza di energia o sovraccarico idraulico fondamentali

per il funzionamento dei processi di depurazione tradizionali;

### **Svantaggi**

- richiesta di maggiori superfici rispetto ai depuratori convenzionali
- costi di acquisizione del suolo sul quale costruire l'impianto

### **Gestione e manutenzioni**

- controllo periodico dello scarico a mezzo di analisi chimiche, come richiesto dalla legge;
- svuotamento periodico dei trattamenti primari con autospurgo-autobotte;
- taglio annuale delle essenze vegetali.

### **Costi**

- Realizzazione: intorno ai 50 euro mq per i sistemi a flusso libero e a 120 euro a m2 per i sistemi a flusso sommerso;
- Gestione: da 2 a 5 euro a mq all' anno.

### **L'acqua è davvero pulita?**

L'azione di depurazione nei confronti dei principali inquinanti è nota fin dal tempo della civiltà egizia, quando fu notato che le acque, dopo l'attraversamento delle zone umide, uscivano pulite. Numerosi sono i processi di abbattimento che avvengono all'interno dei sistemi di fitodepurazione: sedimentazione, filtrazione, assorbimento, degradazione microbica, assorbimento dalle piante, foto-degradazione. L'azione depurativa è svolta principalmente da microorganismi che vivono in simbiosi con le piante. Questi, sia in condizioni aerobiche sia anaerobiche, mettono in atto una serie di reazioni chimiche e fisiche di degradazione degli inquinanti. Nei confronti delle forme azotate si instaurano reazioni di mineralizzazione, ammonificazione, nitrificazione e denitrificazione. Come già accennato, le piante svolgono un importante duplice ruolo:

1. ospitano nella rizosfera i microrganismi aerobi che trasformano l'azoto dalla forma ammoniacale a quella nitrica;
2. assorbono la forma nitrica (azoto e fosforo) sottraendola al mezzo liquido.

La degradazione della sostanza organica avviene per successive trasformazioni biochimiche operate dai microrganismi, che traggono da tale attività l'energia e le sostanze necessarie al proprio sostentamento. Si fa riferimento alla degradazione della sostanza organica attraverso attività biochimiche che rientrano nel ciclo del carbonio e producono composti semplici che sostituiscono una parte rilevante del ciclo dell'azoto. Con tali processi, si trasformano i composti azotati prodotti dalla decomposizione della sostanza organica in composti quali i nitrati che possono essere utilizzati dalle piante superiori per la crescita e quindi asportati dall'acqua. Fondamentale, per la degradazione, è la presenza dell'ossigeno che condiziona i prodotti derivati dalla trasformazione, attraverso l'attività dei microrganismi aerobi. Nei confronti degli organismi patogeni (es. virus, batteri e funghi) l'azione degradante è legata alle condizioni ambientali ostili (temperatura, irraggiamento solare) e all'azione di competizione operata da altri organismi.

## 6.2 Tipologie costruttive

I sistemi di fitodepurazione, sono classificati in base:

- al tipo di macrofite utilizzate (galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti);
- alle caratteristiche del percorso idraulico delle acque.

La classificazione più utilizzata è la seconda, che ne definisce l'architettura costruttiva:

1. FWS (Free Water Surface): i sistemi a flusso libero.

Riproducono quanto più fedelmente una zona palustre naturale dove l'acqua, profonda poche decine di centimetri, è a diretto contatto con l'atmosfera e generalmente poco profonda. Le specie vegetali che vi vengono inserite possono essere moltissime e con diverse caratteristiche (galleggianti, radicate sommerse, radicate emergenti) purché acquatiche. Tali sistemi essendo riconducibili ad un'area umida naturale hanno anche una valenza naturalistica ed ambientale ma di contro richiedono una superficie elevata.



Fig.10 Un esempio di fitodepurazione a flusso libero

2. SFS-h o HF (Subsurface Flow System – Horizontal).

I sistemi a flusso sommerso orizzontale sono costituiti da bacini impermeabilizzati, riempiti con materiale inerte (ghiaia) in cui i reflui scorrono in senso orizzontale grazie ad una leggera pendenza del fondo del letto (non superiore 1%), in condizioni di saturazione continua. In questi sistemi il livello dell'acqua si posiziona poco al di sotto della superficie pertanto l'ambiente all'interno dei letti risulta essere prevalentemente anaerobico, però in corrispondenza dei rizomi delle eleofite si creano delle microzone ossigenate, ben delimitate, che determinano lo sviluppo del film batterico aerobico. L'alternanza di zone aerobiche e zone anaerobiche comporta lo sviluppo di diverse famiglie di microrganismi specializzati e scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto. Speciali pozzetti permettono il prelievo dei campioni per le analisi del depurato. Le specie vegetali utilizzate sono sempre macrofite radicate emergenti, generalmente si usa la cannuccia di palude (*Phragmites australis*). In Italia viene adottato essenzialmente il flusso orizzontale perché, anche se le rese depurative sono inferiori rispetto ai sistemi con flusso verticale, presenta rispetto a quest'ultimo minori problemi gestionali.;

3. SFS-v o VF (Subsurface Flow System – vertical).

I sistemi a flusso sommerso verticale sono costituiti da vassoi riempiti con materiale inerte in cui i reflui scorrono in senso verticale in condizioni di saturazione alternata (reattori "batch"). L'alimentazione avviene in modo intermittente (a periodi di carico seguono periodi di pausa) tramite pompe sommerse o sistemi a sifone, quando le pendenze permettono l'ingresso dei fluidi nel bacino per gravità. L'utilizzo della pompa

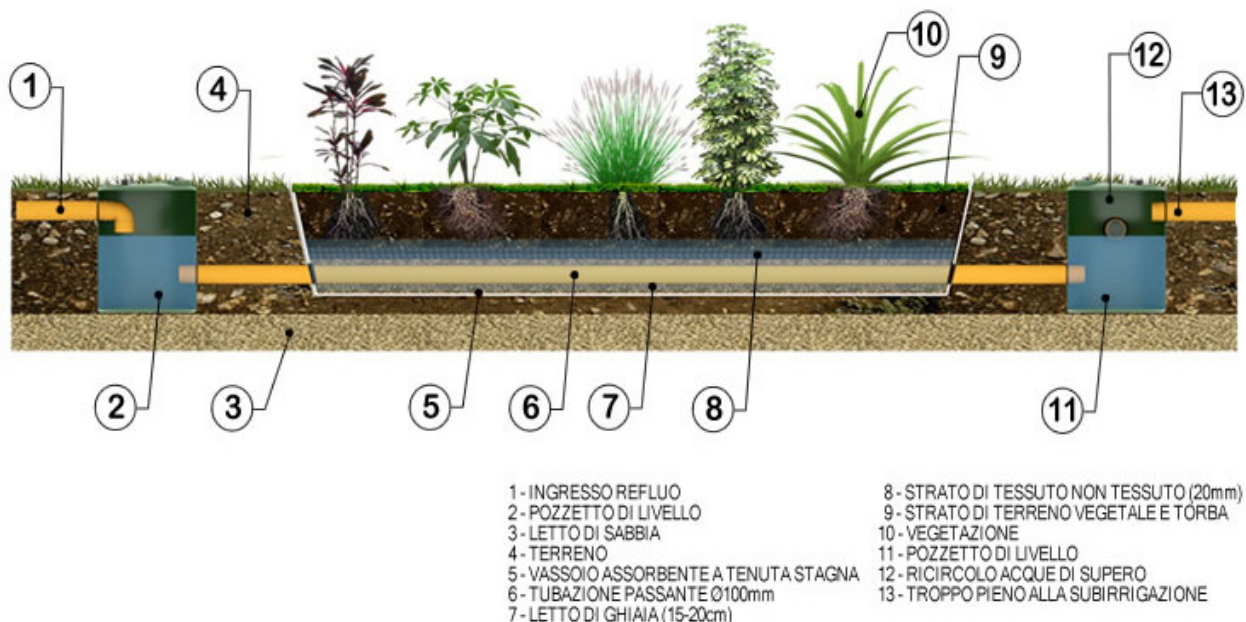


Fig.11 Schema di un impianto di fitodepurazione SFS-h

comunque permette una migliore ed omogenea immissione nella massa filtrante. Poiché in questi bacini il livello del refluo si posiziona oltre un metro sotto la superficie, è facilitata la diffusione dell'ossigeno fino agli strati più interni del medium. I meccanismi di rimozione dei contaminanti sono gli stessi dei sistemi a flusso orizzontale però essendo l'ambiente più ossigenato, risulta più elevata l'ossidazione e degradazione della sostanza organica e sono maggiori i processi di nitrificazione. Il refluo una volta attraversato il medium raggiunge sul fondo del bacino il sistema di drenaggio che copre tutta la superficie e convoglia le acque nel pozzetto di controllo di valle. Una serie di medium di varia granulometria e tubazioni forate convogliano l'acqua depurata. Le specie vegetali utilizzate sono sempre macrofite radicate ed anche in questo caso si usa generalmente la "cannuccia di palude".

Queste ultime 2 tipologie di impianto, orizzontale e verticale, si possono normalmente utilizzare accoppiate per sfruttare le capacità depurative di entrambi i sistemi in particolare per la riduzione delle sostanze azotate. In questo caso si parla di fitodepurazione con sistemi ibridi.

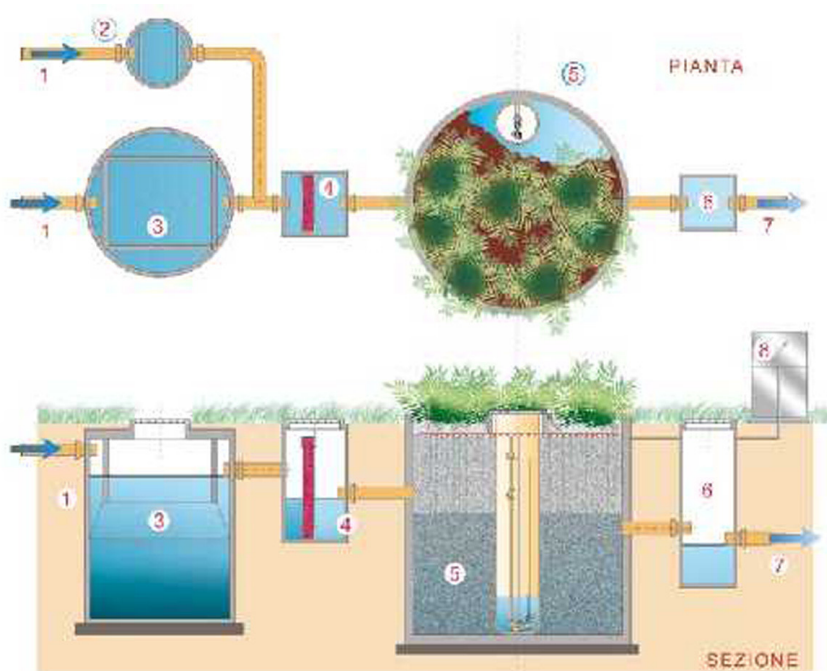


Fig.12 Schema di un impianto SFS-v

## 6.3 Le macrofite acquatiche

Le macrofite acquatiche sono piante superiori, erbacee, annuali e perenni, appartenenti alle Angiosperme, Monocotiledoni e Dicotiledoni (Div. Anthophyta) o alle Pteridofite (Div. Pterophyta).

Si dividono in 3 specie:

- elofite: macrofite radicate emergenti;
- idrofite: macrofite radicate sommerse e natanti
  - rizofite sommerse: presentano una radicazione sul fondo o possono fluttuare liberamente;
  - pleustofite o galleggianti;
  - idrofite natanti: Presentano l'apparato radicale sul fondo con foglie e fiori galleggianti o emergenti;
- igrofite o vegetazione di ripa: felci, equiseti, erbacee mesofite e gli alberi che prediligono condizioni umide.

Vivono dei sali minerali disciolti nell'acqua e da essa prendono ossigeno e anidride carbonica per svolgere l'attività di fotosintesi. L'apparato radicale ha la duplice funzione di assimilazione delle sostanze nutritive contenute nel fondo del corpo idrico e di ancoraggio, per evitare che la pianta sia portata via dalla corrente. Sono caducifoglie, per cui ai primi rigori invernali perdono tutte le foglie fino a seccarsi completamente. Nel fondo del bacino acquatico, resta vivo durante l'inverno l'apparato radicale, che può essere formato da rizomi o stoloni, dai quali la primavera successiva rinasciranno le nuove piante. Una pianta acquatica raggiunge fin dal primo anno l'altezza dell'età adulta, dal primo anno fiorisce e si propaga rapidamente accrescendo il rizoma o moltiplicando lo sviluppo degli stoloni, in modo differente secondo la specie e della famiglia di appartenenza.

Sono principalmente 2 le differenze fondamentali tra le piante che vivono con l'apparato radicale completamente immerso in acqua e le piante terrestri. Sono principalmente differenze sviluppate nel corso dei secoli dalle piante, per adattarsi alle diverse condizioni dell'habitat in cui si trovano a crescere:

- il fusto cavo: permette la libera circolazione dell'ossigeno, anche nel periodo invernale, nelle parti morte della pianta;
- assottigliamento della cuticola: questo meccanismo di adattamento creatosi col tempo impedisce alla pianta di essere trasportata dalla corrente;
- differenziazione del parenchima aerifero: permette ad alcune piante di galleggiare sulla superficie dell'acqua e di trasportare meglio l'ossigeno in condizioni di carenza.

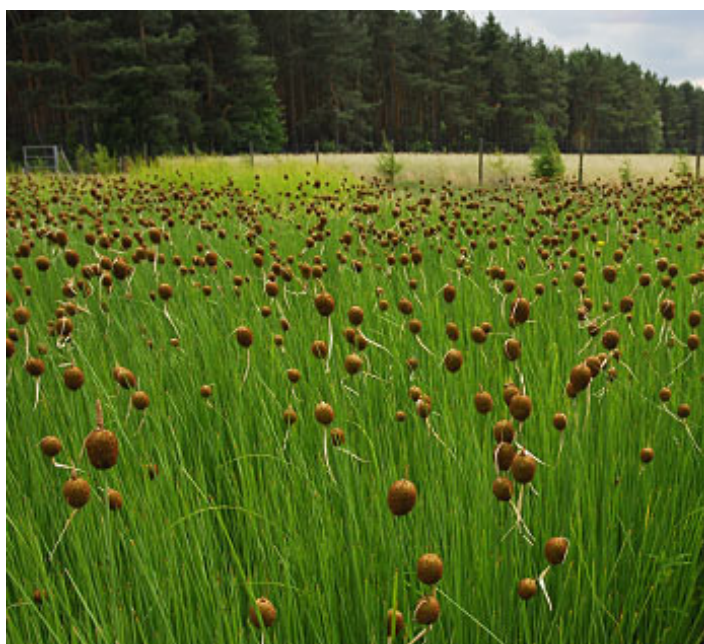


Fig.13 Alcuni esemplari di *typha-minima*



Fig.14 Alcuni esemplari di *phragmites-australis*

## Funzioni delle macrofite

Attraverso un apparato radicale fitto e intricato, queste piante permettono di creare un filtro biologico all'interno dell'area da fitodepurare; lo sviluppo della biomassa epigea (fuori dal terreno) garantisce la crescita microbica e permette ai batteri nitrificanti di svolgere il loro compito di degradazione aerobica della sostanza organica. La maggior parte delle piante acquatiche sono eliofile e crescono molto velocemente, assimilando i nutrienti e accumulando sostanze nocive nell'ambiente, fino ad essere invasive e a entrare in competizione con le specie vicine. Nella progettazione della biopiscina occorre tenere presente il giusto equilibrio tra luce solare, sali minerali, zooplancton, anfibi, piante emergenti, galleggianti e sommerse, per impedire formazioni di alghe, accumulo di nutrienti e il conseguente sgradito intorbidamento dell'acqua. E' importante, nella messa a dimora delle varie specie, considerare attentamente la loro nicchia ecologica e la posizione dei gruppi di piante come associazioni vegetazionali. Questo perché, se si accostano determinate specie (come Phragmites e Typha), esse inizialmente si compenetrano ma successivamente dominerà una specie sull'altra, fino a farla soccombere.

Gli effetti legati alla loro presenza sono numerosi e il più evidente è quello estetico: le forme, i colori delle foglie e dei fiori costituiscono un motivo d'interesse in tutte le stagioni dell'anno. I principali effetti sono:

- effetto ombreggiante che, riduce la quantità di energia solare captata dalle acque, determinando una sensibile riduzione dello sviluppo delle alghe e, nei mesi più caldi, una moderazione della temperatura dell'acqua. Sono particolarmente efficienti in questo senso le piante acquatiche con ampie foglie galleggianti come le ninfee;
- interazione competitiva con le alghe nell'utilizzo degli elementi nutritivi prodotti nei cicli di degradazione della sostanza organica. Questa azione competitiva consente un parziale controllo naturale delle alghe;
- supporto fisico per i batteri che intervengono nei processi di fitodepurazione;
- ossigenazione dell'acqua, operata in particolare dalle piante sommerse dette anche ossigenanti;
- creazione di un habitat adatto all'insediamento di microorganismi e macroorganismi.

*“Purtroppo lo sviluppo delle piante acquatiche, che normalmente nei laghetti è rigoglioso e senza particolari problemi, nelle biopiscine può avvenire con una certa difficoltà. In particolare le specie molto esigenti per quanto riguarda gli apporti nutritivi possono avere crescita stentata e deperire” (Vegini2011).*

E' indispensabile dunque, per una corretta stabilità del sistema, rispettare in fase di progettazione alcune regole base per la scelta delle piante:

- adattabilità al clima locale: prediligere piante rustiche per evitare di porre in luoghi riparati le piante tropicali;
- elevata capacità fotosintetica;
- elevata capacità di trasporto dell'ossigeno;
- resistenza a concentrazioni elevate di inquinanti e capacità di assimilazione di inquinanti;
- Resistenza a condizioni climatiche avverse: Le piante acquatiche sopportano basse temperature fino a -15°C. Alcune piante in periodi di siccità vanno in latenza per auto proteggersi, altre specie invece muoiono. E' necessario scegliere attentamente le specie in base alla zona climatica;
- resistenza alle malattie: alcune piante possono essere attaccate da insetti (afidi) o microorganismi (funghi e parassiti);
- semplicità di coltivazione e gestione: la coltivazione risulta semplice se si rispettano alcune norme fondamentali, derivanti dalle singole specie.





**MACRO SYSTEM**  
**sviluppo progettuale**



## 7. INTRODUZIONE

### 7.1 Scenario

#### Manutenzione

Nei capitoli precedenti ho mostrato come la manutenzione delle piscine sia l'elemento fondamentale per un utilizzo duraturo e sicuro da parte degli utenti. La salubre fruizione di questo oggetto e degli spazi adiacenti deriva dall'attuazione di una serie di semplici operazioni ripetitive, che non sempre comunque, danno il risultato previsto. L'acqua è un elemento "vivo", influenzato dal contesto, dal clima in cui è inserita e non è facile controllarla a nostro piacimento.

Il questionario ha dimostrato come nella maggior parte delle situazioni, i metodi e le tecniche impiegate siano le meno efficienti presenti sul mercato. La filtrazione con filtri a sabbia è la più diffusa, anche se diversi test hanno dimostrato che il vetro porta a considerevoli risparmi di acqua durante il risciacquo e una filtrazione del 25% più accurata. La disinfezione a mezzo cloro è preferita rispetto all'ossigeno o all'ozono a fronte di problemi come irritazioni, odore, sapore sgradevole dell'acqua, ... E' presente, in questo settore, molta disinformazione sulle innovazioni e sullo stato dell'arte delle soluzioni adottabili nei diversi contesti. Si continua verso una strada intrapresa molti anni fa, restando in una situazione di stallo che non si adatta al contesto economico, ecologico e sociale attuale.

#### Espansione delle biopiscine

Abbiamo visto come le biopiscine siano un recente modello di piscine che si presentano ottimali sotto molti punti di vista. Negli ultimi anni questi modelli di piscine si sono diffusi in tutta Europa, scontrandosi a fatica con lo stereotipo della piscina azzurra, statica, sterile, che porta ad un innaturale contatto con l'elemento acqua e a una fruizione dell'oggetto e dell'ambiente piscina legato ai soli mesi estivi. Soltanto recentemente il cambio di mentalità delle persone le sta portando ad un maggiore avvicinamento con la natura e quindi all'accettazione di questo "nuovo" modello di piscine. Il rallentamento nella diffusione, inoltre, è dovuto all'applicazione del concetto di fitodepurazione ai soli modelli interrati, in quanto le bio piscine sono a tutti gli effetti dei laghetti artificiali ricreati in contesto domestico. E' noto (e la comparazione lo ha dimostrato) che queste sono le più costose e lunghe da costruire, perché richiedono anche una serie di permessi e progetti edilizi. Dal questionario è emerso anche, che non sono la tipologia più diffusa sul mercato, a differenza di quelle fuori terra. Come già visto, le piscine fuori terra presentano una serie di piccoli vantaggi che le fanno preferire alle interrate:

- tempi di messa in opera brevi;
- autocostruzione;
- bassi costi di acquisto;
- permette lo smontaggio nelle stagioni di inutilizzo;

#### Risparmio delle risorse

Al giorno d'oggi è doveroso trovare soluzioni che portino ad un utilizzo più responsabile della risorsa "acqua", visto lo spreco che ne fanno alcuni a fronte della quasi totale mancanza per molti. Soprattutto poiché le piscine private utilizzano l'acqua per motivi ludici e di intrattenimento, non indispensabili alla sopravvivenza dell'uomo. Quasi nessuno utilizza la propria piscina per motivi medici: per allenamento fisico o attività riabilitative. Prendere spunto dagli elementi e dal know how sviluppato intorno al concetto delle biopiscine in questi quarant'anni circa può portare a consistenti miglioramenti, quali:

- una nuova concezione dell'oggetto piscina, più naturalistica e vicina alla realtà;
- una miglior gestione del tempo da dedicare alla manutenzione;
- una miglior gestione delle risorse (acqua e territorio);
- una modifica dell'arredo privato esterno (meno artificiale);

E' opportuno operare un ritorno alla natura come accadeva tempo fa, quando non si percepiva l'esigenza di creare bacini artificiali privati super controllati, poiché si trovavano già in natura.

*“L'imposizione dell'uomo sull'ambiente, attraverso lo “sviluppo” urbano e territoriale, ha raggiunto limiti drastici e ha relegato la natura a esigue aree costantemente minacciate. I nostri nonni, se non i nostri genitori, avevano a disposizione molteplici piscine naturali dove trovare ristoro, svago e divertimento. Queste stesse realtà, fiumi, fossi, pozze, oggi non esistono più o non sono più fruibilità causa dell'inquinamento e della crescente carenza d'acqua. [...]” (Lajo, 2007 – pag. 47).*

## 7.2 Finalità del progetto

Partendo dall'ampia ricerca sulle piscine private (focalizzata poi sulla manutenzione), dalla ricerca sul mondo delle piscine naturali e il confronto con gli utenti, ho potuto trarre delle considerazioni teoriche utili come spunti per l'ideazione di un nuovo prodotto. Alla luce delle conclusioni descritte nel capitolo precedente, è iniziata l'ideazione di un oggetto che si ponesse come soluzione alla situazione di contrasto attuale che vede:

- il mondo delle piscine (private e pubbliche) fermo a tecnologie e metodi ormai datati, che abitua l'uomo a un rapporto con l'acqua sterile, piatto e innaturale, spreca risorse preziose e fatica a evolversi verso nuovi scenari di utilizzo;
- la necessità di un ritorno ad uno stile di vita naturale, più rispettoso della natura, che conservi le risorse del pianeta e di benessere psico-fisico per l'uomo;

Il progetto si propone dunque come soluzione ecologica per la manutenzione e la depurazione dell'acqua nelle piscine private, specialmente per i modelli fuori terra e semi-interrate. L'idea prende spunto dal mondo delle biopiscine e della fitodepurazione, come metodo di trattamento dell'acqua e gestione del territorio, completamente naturale. L'intento è di fornire un'alternativa ai classici metodi depurativi che permetta di:

- risparmiare tempo nella gestione;
- risparmiare denaro;
- risparmiare e sfruttare al meglio risorse fondamentali;
- dare un approccio più naturale alla balneazione;
- dare un approccio più naturale alla risorsa acqua.

Si tratta di prendere i vantaggi e i benefici delle piscine naturali e applicarli alle piscine tradizionali fuori terra, come avviene già con le conversioni dei modelli interrati. Negli ultimi tempi sono numerosi i casi in cui le piscine interrato tradizionali subiscono una “conversione”, in altre parole sono trasformate in biopiscine. Mantenendo lo scavo esistente si sostituiscono i materiali, i rivestimenti, gli impianti e si predispongono la zona regenerativa che accoglierà le piante.

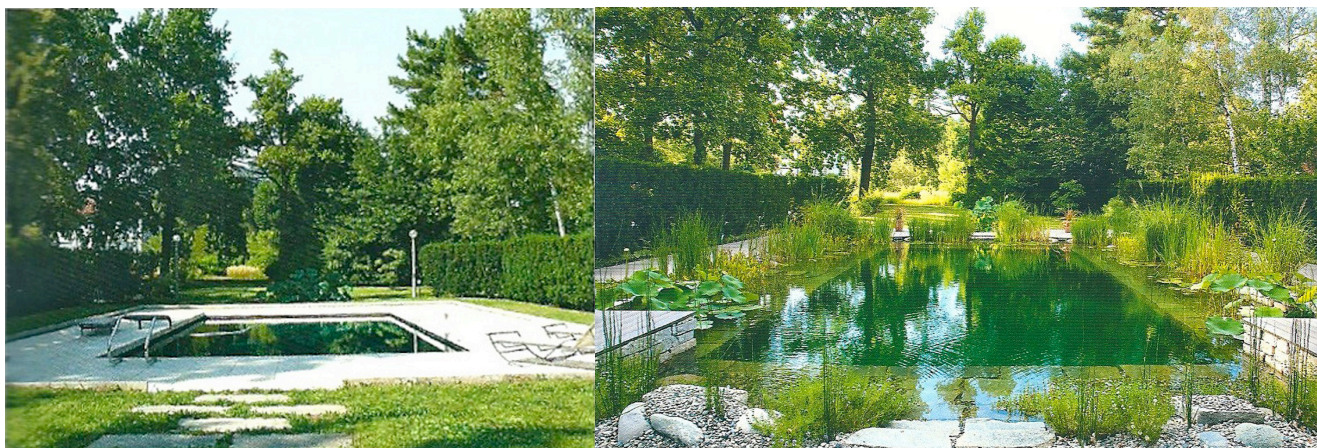


Fig.15 Conversione di una piscina tradizionale (sx) in biopiscina (dx)

## 7.3 Requisiti

### Target dimensionale

La fitodepurazione e il concetto di biopiscina in generale non sono applicabili indiscriminatamente a qualsiasi piscina. Occorre come requisito fondamentale una certa dimensione del bacino in relazione ai bagnanti che si intendono introdurre, da cui dipende la superficie di piante per la rigenerazione. Questo, come abbiamo visto in precedenza, è dovuto al fatto che la depurazione dell'acqua si basa solamente su cicli naturali che non è possibile sovralimentare, causa il malfunzionamento o la contaminazione da parte di virus patogeni. Come abbiamo visto le biopiscine si suddividono in 5 tipologie da cui dipendono superfici, quantità di piante, manutenzione, costi, ... Viste le caratteristiche delle piscine tradizionali fuori terra, alle quali il progetto fa riferimento, si farà riferimento al 5° tipo. Questo perché permette dimensioni del bacino tra le più varie e soprattutto non lega la profondità a dimensioni superiori ai 2m, che sarebbero inapplicabili a questi modelli privi di scavo.

Obiettivo della tecnica	Composizione della zona rigenerativa	Bisogno minimo di superficie in totale	Percentuale area di rigenerazione	Profondità della vasca balneabile	Costi della costruzione (valore indicativo)	Costi della gestione	Manutenzione	Caratteristica dell'acqua
Facilitare la manutenzione e, migliorare la rigenerazione dell'acqua, stabilizzare l'ecosistema.	Tutta la zona rigenerativa si trova separata dalla vasca balneabile. Sono possibili diversi concetti di rigenerazione/depurazione e anche una combinazione di sistemi diversi. Zone piantumate e letti di substrati, circolazione e percolazione delle zone rigenerative, anche solo parziale.	>/= 50 m2	>/= 30%	Sono possibili tutte le profondità	300-700€/m2	e.e. 1200/2000€/anno. Cura di uno specialista da 2 fino a 4 volte all'anno	I lavori si concentrano soprattutto sulla manutenzione e il controllo dell'impianto tecnico. Aspirazione di sedimenti nella vasca balneabile da 8 fino a 12 volte all'anno	Mesotrofica (parzialmente oligotrofica)

Tab.11 Caratteristiche della 5ª tipologia costruttiva di biopiscina

Per stimare il numero massimo di bagnanti di una biopiscina si utilizza una formula, che considera i volumi d'acqua in gioco e la superficie di rigenerazione:

$$N = \frac{1}{k} * (V_t + V_f + A * q)$$

#### LEGENDA

N = numero di bagnanti presunti  
k = fattore di diluizione a persona  
V<sub>t</sub> = volume d'acqua dell'area di balneazione che deve essere rigenerata almeno una volta al giorno  
V<sub>f</sub> = immissione d'acqua al giorno per evaporazione  
A<sub>r</sub> = superficie dell'area di rigenerazione  
q = immissione di acqua nuova nell'area di rigenerazione

Utilizzando la formula con un processo inverso ho posto come dato fisso un numero di bagnanti minimo, per trovare la piscina più piccola alla quale applicare questo metodo. Il numero di bagnanti che ho scelto è 4, rappresentativo di una famiglia composta da 2 genitori e 2 figli. Attualmente la media italiana è pari a 2,3 (fonte: urbistat.it), ma una maggiorazione è indispensabile, considerato il fatto che dal questionario è emerso che le piscine sono spesso utilizzate come elemento di aggregazione in famiglia e con amici. In questo modo la piscina potrà essere utilizzata in tutta sicurezza sia in solitario dai singoli membri della famiglia, sia in gruppo con amici e parenti, facendo attenzione a non superare il carico massimo.

Dai calcoli è risultato che la dimensione che soddisfa questa necessità è una piscina fuori terra (presa da cataloghi commerciali) di 3x6m con un'altezza di 1,25m. L'utilizzo di questa formula è stato preferito all'applicazione della regola empirica per cui le biopiscine di 5° livello debbano avere una dimensione minima di 50 mq, dimensione troppo elevata considerato lo stato dell'arte delle piscine fuori terra e il mercato di riferimento. Una ricerca di mercato, portata a termine con alcune case produttrici italiane che

lavorano a livello internazionale, ha dimostrato come questa piscina e la versione leggermente più grande (4x8m) siano alcune delle più vendute. Faremo dunque riferimento a questa piscina per la progettazione degli elementi e il dimensionamento di base, la gestione dei flussi e le componenti tecniche necessarie.

Dimensioni piscina

$$b = 6 \text{ m}$$

$$l = 3 \text{ m}$$

$$h = 1,25 \text{ m}$$

$$A = 18 \text{ m}^2 \quad [A = b \cdot l]$$

Fattore di diluizione a persona

$$k = 10 \text{ m}^3/\text{persona}$$

Volume d'acqua dell'area di balneazione che deve essere rigenerata almeno una volta al giorno [m<sup>3</sup>/giorno]

$$V_t = 22,5 \text{ m}^3 \quad [V_t = A \cdot h]$$

Immissione d'acqua al giorno per evaporazione

$$V_f = 0,023 \text{ m}^3/\text{g} \quad [\text{per i calcoli vedere allegati}]$$

Superficie dell'area di rigenerazione

$$A_r = 5,94 \text{ m}^2 \quad [A_r = A \cdot 33\%]$$

Immissione di acqua nuova nell'area di rigenerazione

$$q = 1,25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ al giorno} \quad [q = V_f/A]$$

Numero massimo di bagnanti ammessi contemporaneamente

$$N = 4,5 \text{ persone/giorno} \quad N = \frac{1}{k} \cdot (V_t + V_f + A \cdot q)$$



Fig.16 Piscina BRAZIL (3 x 6 x 1,25 m) Waterline

Per scelta personale nelle immagini comparirà sempre una piscina fuori terra prefabbricata con rivestimento in legno, in quanto è il modello che meglio si integra nell'ambiente del giardino privato.

## Modularità

Le piscine fuori terra esistenti sul mercato, sono disponibili in tantissime varianti formali e dimensionali, sia per superficie sia per altezza del bacino. Partendo dalla dimensione minima calcolata nel capitolo precedente, va da se, che il progetto dovrà facilmente adattarsi a tutte le altre, per garantire sempre una depurazione ottimale, dimensionata in modo corretto. In ogni momento inoltre, sarà possibile ampliare o ridurre le dimensioni della piscina e di conseguenza dell'impianto, semplicemente aggiungendo o sottraendo moduli. Sarà possibile prevedere un utilizzo ex novo dell'oggetto o un suo adattamento ad una installazione già esistente, semplicemente partendo dalle dimensioni e dall'uso della piscina.

In caso di guasto o di malfunzionamento dell'impianto, con una concezione modulare, sarà possibile effettuare riparazioni in modo rapido ed efficace, senza compromettere l'equilibrio del sistema. I tempi di stallo saranno brevi, non sarà richiesto sempre l'intervento di un tecnico, permettendo un contenimento dei costi. Costi che potranno essere considerevolmente ridotti anche in fase di produzione: miglior sfruttamento degli eventuali stampi, dei macchinari in generale, delle risorse e della forza lavoro. La gestione delle scorte a magazzino sarà agevolata, permettendo tempi di consegna ed eventuale spedizione, più rapidi.

## Adattabilità

La modularità è molto importante anche per il fattore adattamento, poiché i contesti di inserimento delle piscine sono molteplici. Dal giardino di una villa, al giardino di un capannone, le piscine possono avere a disposizione spazi grandi e piccoli con forma qualunque. Sarà necessario che si adatti a spazi stretti e lunghi o a spazi frammentati, a spazi planari o su più livelli.



Fig.17 Alcuni tipi di giardini privati: (in senso orario) stretto e lungo, irregolare, con diverse pavimentazioni, libero



## 8. MACRO SYSTEM

### 8.1 Descrizione

MACRO consente di depurare l'acqua delle piscine, eliminando l'utilizzo di qualsiasi elemento chimico all'interno della vasca: derivati del cloro, antialghe, correttori di acidità, ... Il sistema introduce in sostituzione della chimica, meccanismi di rigenerazione delle acque naturali (fitodepurazione) come avviene per le biopiscine, con l'utilizzo di particolari piante acquatiche che si nutrono dei microrganismi disciolti in acqua. La sua predisposizione, permette di applicarlo a qualsiasi tipo di piscina tradizionale, interrata e non, senza intervenire con lunghi e costosi lavori di edilizia, necessari per alloggiare le piante. Gli elementi che compongono MACRO sono, come le piscine fuori terra, oggetti slegati dal tessuto architettonico del giardino e possono essere sistemati liberamente nell'ambiente predisposto alla balneazione e collegati a circuito chiuso con la vasca. La concezione modulare permette ne permette l'applicazione su piscine sia di piccole dimensioni, sia grandi, semplicemente aumentando il numero di moduli e quindi il potere depurativo. Gli elementi contengono tutto il necessario per attivare i processi macro e microbiologici di ossidazione dei batteri da parte dell'apparato radicale delle piante. Si applica in base alle dimensioni del bacino e all'utilizzo praticato dagli utenti, apportando significativi miglioramenti nella gestione e nella fruizione quotidiana.

E' possibile dunque realizzare ex novo o "convertire" qualsiasi tipologia di piscina tradizionale in una biopiscina, solamente eliminando gli impianti esistenti e sostituendoli con i vari moduli che compongono il sistema. Non è più necessario l'utilizzo di micro filtrazione fisica, assolta ora dal substrato di crescita delle piante. Sono da mantenere solamente gli skimmer presenti all'interno della vasca che, bloccando elementi di grossa entità, impediranno alla pompa di danneggiarsi.



**Fig.18** Piscina BRAZIL (3 x 6 x 1,25 m) Waterline attrezzata con MACRO

## Il percorso depurativo

Il sistema è composto da 3 elementi differenti, ognuno con la sua funzione specifica. E' sufficiente disporli nell'ambiente e collegarli in serie per costruire un sistema depurativo adattabile alle dimensioni delle piscine. Al di là della sequenza con cui predisporre i moduli nel sistema, non esiste una forma del percorso prestabilita, ma è possibile adattarlo allo spazio a disposizione. I vari moduli sono collegati tra loro da tubi flessibili (comunemente utilizzati in questo tipo di installazioni) che permettono il passaggio dell'acqua e la creazione di un circuito chiuso obbligato. Un sistema di copertura per i tubi flessibili, li proteggerà dagli agenti atmosferici, evitandone anche il calpestio e come vedremo in seguito fungerà da elemento di unificazione formale.

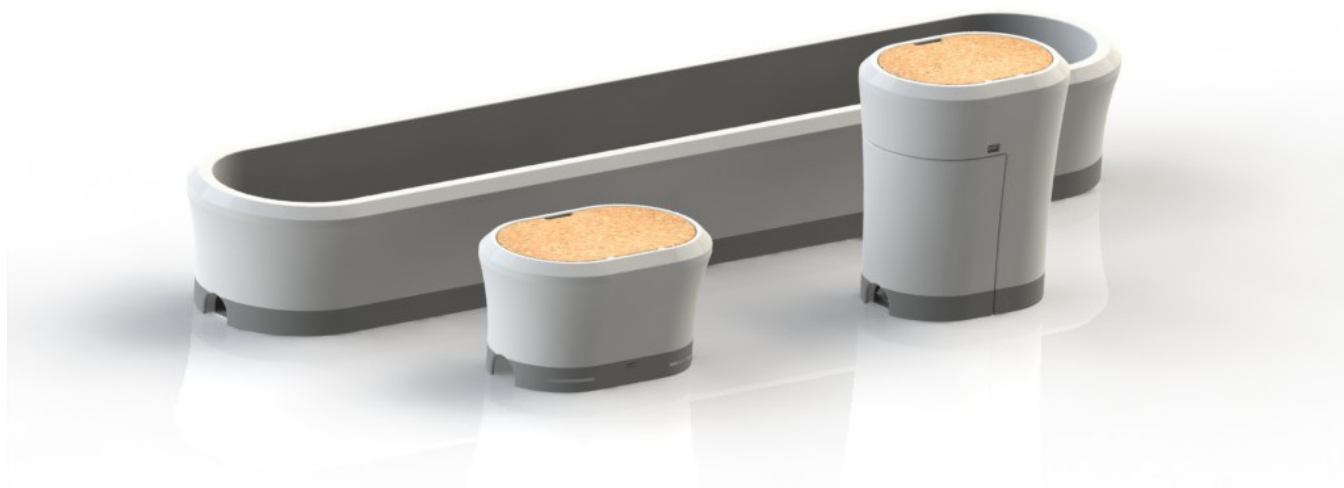


Fig.19 I 3 elementi del sistema

Il percorso inizia con il modulo cosiddetto di “START”, che preleva l’acqua direttamente dal bacino, sfruttando la gravità e la forte pressione presente nelle bocchette di uscita. Al suo interno contiene una valvola a sfera di apertura/chiusura del circuito e una valvola di troppo pieno, che entra in funzione in caso di malfunzionamento della pompa. Senza questa valvola di sicurezza, l’acqua continuerebbe a fuoriuscire dalla piscina per gravità, causandone il totale svuotamento e allagamento dello spazio circostante. Per ultimo si posiziona il modulo “END” contenente la pompa elettrica che riporta l’acqua depurata all’interno della vasca, all’altezza del pelo libero dell’acqua. In mezzo tra questi due elementi si collocano i moduli contenitivi (chiamati in seguito “moduli filtranti”) che fungeranno da sede per i substrati, dove le piante potranno crescere e l’acqua attraversarli per essere depurata e ossigenata. Saranno impiegati in base alle necessità, in numero crescente, adattandosi ai m2 di superficie costituenti la piscina, secondo le regole studiate per la costruzione di “normali” biopiscine.



Fig.20 Schema del percorso del flusso d’acqua nel sistema

## La forma e il carattere

Per MACRO ho pensato a una forma semplice che, oltre dalla funzione, derivasse soprattutto dal contesto di inserimento, ovvero l'ambiente esterno del giardino. In questo ambiente è necessario avere oggetti dalle forme "pulite", che non permettano allo sporco proveniente da vari fattori, di depositarsi e creare uno sgradevole impatto. La pioggia, il vento e il tempo portano lo sporco a depositarsi, soprattutto negli interstizi e nelle piccole fessure; l'oggetto perderebbe di gradevolezza e la pulizia necessiterebbe di molto tempo. Una composizione integrale ha permesso di includere le funzioni in un unico volume esterno a contatto con gli agenti atmosferici e nascondere all'interno le parti funzionali e più delicate. Non sono presenti ampi piani orizzontali, tutte le linee sono inclinate e portano la pioggia e lo sporco a scivolare verso la base e depositarsi sul suolo, dove è più semplice eliminarli. La finitura superficiale del materiale priva di texture, aiuta ulteriormente a mantenere l'oggetto pulito.

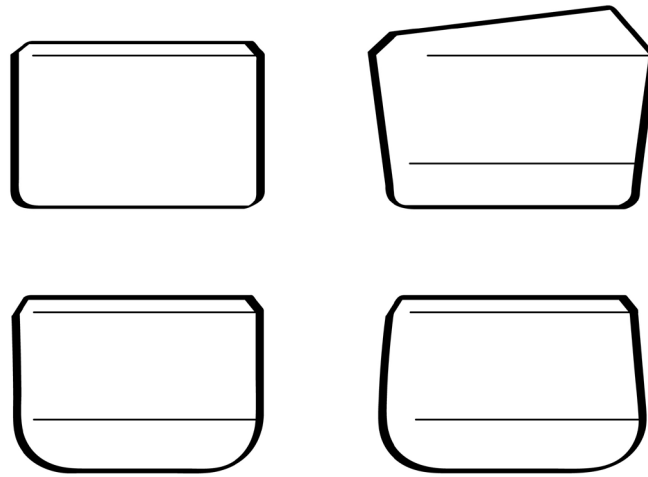


Fig.21 Studio della forma



Fig.22 Studio del profilo esterno in funzione del contesto

Ho prediletto forme libere, con pochi cambi di piano e senza spigoli, per una questione di sicurezza. Essendo "l'ambiente piscina" utilizzato da adulti e bambini in attività ludiche di ricreazione, era indispensabile evitare che gli oggetti di contorno alla vasca potessero trasformarsi in eventuali pericoli. Va inoltre considerato che la stagione estiva, porta le persone a vestirsi con abiti che lasciano scoperte ampie zone del corpo e durante la balneazione questi indumenti sono ridotti al minimo. Viene a mancare una seppur minima protezione per il corpo di cui bisogna tenere conto, per evitare seppur minime le lesioni derivanti dagli urti accidentali.

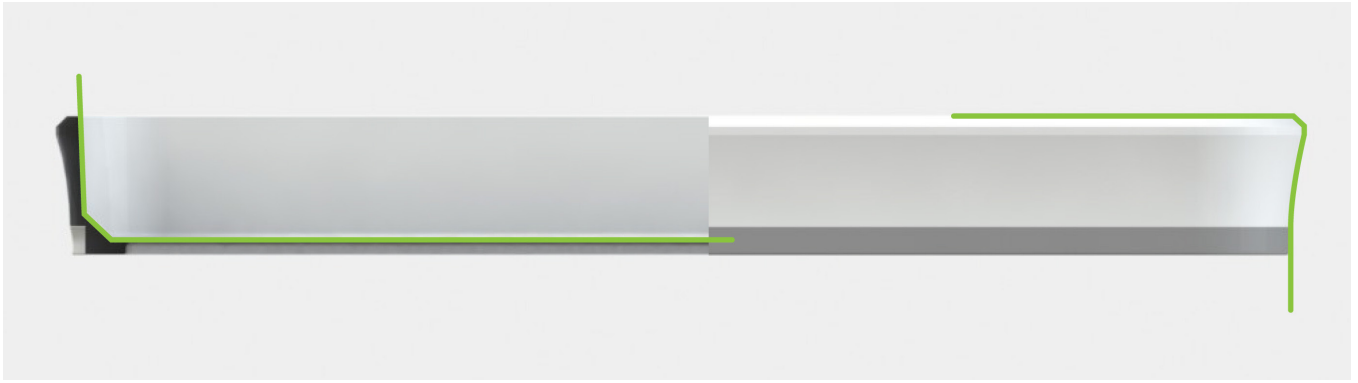


Fig.23 Confronto tra la forma esterna e la geometria interna

Ho scelto il colore bianco con l'intento di mettere in secondo piano l'oggetto e dare importanza al contenuto, ovvero le piante. Voglio far risaltare la natura e il suo aspetto cromatico: i molteplici colori dei fiori che si alternano nelle varie stagioni, la scala del verde delle foglie, degli steli delle piante e i colori dei substrati. Alla base di tutti gli elementi è presente una fascia di colore grigio scuro che stacca il bianco dell'oggetto dal suolo. La funzione primaria di questo stacco di colore è mascherare una parte degli schizzi di terra dovuti ai periodi di pioggia. Non potendo prevedere la superficie sulla quale saranno posizionati gli elementi (sia essa terra battuta, erba o pavimentazione da esterno) ho voluto far fronte a questo problema, preservando l'aspetto generale. Gli schizzi di acqua dovuti alle piogge, avrebbero creato una sgradevole fascia di sporco intorno all'oggetto, che sarebbe stata accentuata ancor di più dal colore predominante nell'oggetto. Nascondendo parzialmente questo difetto dovuto agli agenti atmosferici, e quindi non eliminabile, ho evitato che l'oggetto necessitasse di una pulizia quotidiana.

Il sistema di copertura dei tubi, insieme allo zoccolo descritto in precedenza, lega gli elementi in una sorta di macro-oggetto, più complesso dei singoli elementi.

L'effetto estetico ottenuto non è sicuramente paragonabile a quello di una piscina naturale che come visto, ricrea sì artificialmente un biotopo, ma utilizzando solo elementi naturali originali. MACRO permette di ottenere le stesse caratteristiche dell'acqua e quindi le stesse sensazioni durante la balneazione, creando una sorta di "cornice verde" intorno alla vasca o nella zona prendisole adiacente. La caratteristica importante è l'ulteriore funzione di arredo e di modulazione degli spazi che acquistano gli elementi insieme alle piante, grazie anche alle loro forme elementari e alla modularità.



Fig.24 il sistema in relazione con la figura umana

## Funzioni secondarie

Tutti e 3 gli elementi (START, END e modulo filtrante) sono studiati come parti di un impianto di circolazione e depurazione dell'acqua, realizzati con una forma semplice e dimensioni legate a questa funzione primaria. Ho voluto però adattare le misure anche in previsione di un ulteriore impiego di questi semplici elementi, come arredo esterno "attivo". Con questo termine intendo una serie di oggetti sfruttabili direttamente dall'utente, ovvero sedute, contenitori e piani di appoggio. Questo dà la possibilità di ottenere un ambiente omogeneo all'interno del giardino, mantenendo unità di stile e tutti i vantaggi derivati dalla forma citati nel capitolo precedente. L'elemento START è stato dimensionato per poter fungere da piano di appoggio o piccolo tavolo, mentre l'elemento END come seduta o piano di appoggio basso. Il modulo filtrante, viste le sue modeste dimensioni permette applicazioni varie, come lettino prendisole, porta oggetti (per esempio quelli necessari alla manutenzione delle piante e degli skimmer), panchina, ... Collegando anche questi moduli con gli elementi copri tubo si ottiene una maggiore unità formale e stilistica, fondendo insieme quelle che sono due funzioni apparentemente distinte.

Questo ampliamento del progetto prevede l'ulteriore sviluppo di stampi semplificati, eliminando le geometrie interne dovute alla funzione depurativa. Bisogna ridurre la complessità delle geometrie interne, mantenendo il profilo esterno utile alla funzione. In questa sede non è stato affrontato questo ulteriore sviluppo, concentrandosi solamente sulla corretta funzione primaria.



Fig.25 le funzioni secondarie del metodo MACRO SYSTEM

## Target di riferimento

MACRO è un prodotto affiancabile prevalentemente a piscine tradizionali semi interrate e fuori terra, ma adattabile anche ai modelli interrati. Si pone come soluzione ecologica alla depurazione delle acque per quelle persone che cercano un approccio più naturale alla balneazione, ma non hanno le risorse (denaro, tempo, spazio, ...) per realizzare una biopiscina interrata. Adattandosi anche a piscine preesistenti e non solo di nuova installazione, è una valida soluzione per quegli utenti che trovano difficoltà e ottengono scarsi risultati di gestione, con i tradizionali sistemi filtranti e disinfettanti (cloro in primis). L'eliminazione degli agenti chimici rende la piscina un elemento più sicuro soprattutto per i bambini, anche i più piccoli.

Fa riferimento a quelle persone che vogliono vivere l'ambiente piscina e in generale il giardino a 360°, senza limitarsi alla stagione estiva. MACRO semplifica e riduce il tempo da dedicare alla manutenzione, lasciando più spazio per i rapporti personali e i momenti di vero godimento della struttura. Le piante creano una cornice verde intorno alla piscina e modificano il "paesaggio" del giardino privato inserendo un elemento mutevole e vivo, carico di emozioni. Scriveva Vegini nel suo libro, a proposito della carica emotiva trasmessa dalle biopiscine: *"basta uno sguardo, anche in autunno e in inverno, per cogliere la poesia del luogo e ricevere armonia da quest'acqua limpida, da questo specchio d'acqua cangiante nei colori, che riflette il cielo, da questa linea orizzontale dell'acqua che ricorda l'orizzonte del mare, che a volte si confonde col cielo, per perdersi all'infinito"*. (Vegini 2007 – pag. 7)

## 8.2 Modulo impianti “START”

Come abbiamo visto nel capitolo precedente, è previsto un ordine preciso per il posizionamento degli elementi, al fine di creare un corretto percorso depurativo. Seguendo quell'ordine andrò a descrivere più da vicino i singoli elementi e le loro caratteristiche. Il primo elemento, che ho chiamato di “START”, è composto da 2 componenti: una parte fissa (la vasca) e una copertura mobile (il cappello).

### La vasca

La vasca permette di regolare in automatico il livello dell'acqua di tutto il sistema. E' una sorta di contenitore, predisposto con delle valvole, che modula l'altezza del pelo libero dell'acqua. Permette di abbassarlo dal livello alto della piscina (in questo caso 1250 mm) al livello utile per la coltivazione delle piante (400 mm). Da qui è possibile inoltre controllare il corretto funzionamento del flusso d'acqua all'uscita dalla piscina e intervenire in seguito sulla pompa o sulla valvola a sfera.

La vasca è attrezzata con una serie di tubazioni (fissate con comuni collari impiegati nell'installazione delle piscine) che permettono di collegarla al tubo in uscita dalla piscina. Il collegamento avviene appena prima della valvola a sfera, che all'occorrenza isola l'impianto manualmente. Da qui il flusso d'acqua viene portato nel contenitore della vasca, passando per la valvola di sicurezza a 2 sfere. Sul fondo del contenitore, un invito permette in fase di installazione di praticare manualmente un foro (in base alle dimensioni della piscina) per fissare il tubo che porterà l'acqua al primo modulo filtrante.



Fig.26 La vasca

### Calcolo della pressione in uscita

Come già citato, il riempimento della vasca avviene sfruttando la gravità e quindi la pressione che si genera nei tubi, all'uscita del bacino. Per accertarmi che la pressione fosse sufficiente ho calcolato la velocità di uscita del fluido, considerando il diametro effettivo delle tubazione, l'altezza del pelo dell'acqua e del foro di uscita.

E' risultata una portata di 17,28 m<sup>3</sup>/h e una velocità di 14,7 km/h sufficienti perché la vasca si riempia totalmente. I moduli sono stati realizzati con un'altezza utile molto inferiore a quella del pelo dell'acqua della piscina (500 mm). In questo modo, la pressione non faticherà a riempirli fino all'altezza utile per la coltivazione delle piante nel substrato. Collegando la vasca e i moduli con i tubi e sfruttando il principio dei vasi comunicanti, è possibile utilizzare solo una pompa per immettere nuovamente l'acqua nella piscina alla fine del percorso.

## Dati

$$H_{\text{piscina}} = 1 \quad \text{m}$$

$$h_{\text{uscita}} = 0,15 \quad \text{m}$$

$$D_{\text{foro}} = 0,05 \quad \text{m}$$

$$A_{\text{tubo}} = 0,00196 \quad \text{m}^2$$

$$\mu \text{ (coeff. Di flusso)} = 0,599$$

## Velocità del fluido

$$v = 4,08 \text{ m/s} \rightarrow 14,7 \text{ km/h}$$

## Portata del tubo

$$Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 17,28 \text{ m}^3/\text{h}$$

## La valvola di troppo pieno

La predisposizione di questa valvola sul percorso dell'acqua, permette di bloccare il flusso libero proveniente dalla piscina, nel caso la pompa smettesse improvvisamente di funzionare. Questo tipo di valvole sono comunemente impiegate nei serbatoi e impediscono che si riempiano oltre un certo livello di sicurezza stabilito. Anche qui è necessario che il livello dell'acqua nella vasca (di conseguenza anche negli altri moduli) rimanga costante e non superi il bordo superiore, causando uno svuotamento dell'intera piscina.

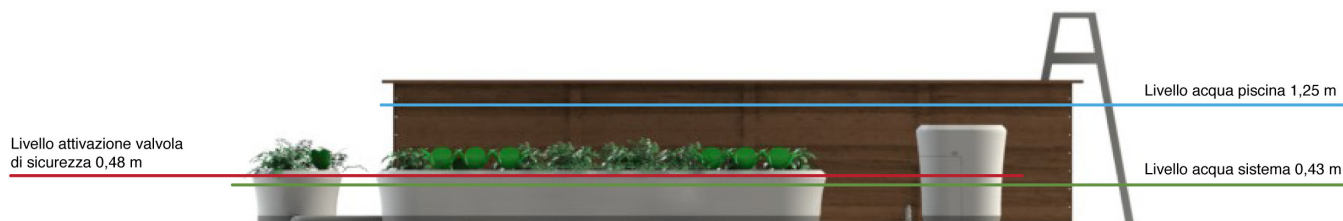


Fig.27 Schema dei vari livelli dell'acqua nel sistema

Il modello scelto è a funzionamento meccanico, quindi indipendente dalla corrente elettrica (a differenza della pompa) e garantisce una funzionalità costante. La valvola inoltre, permette in automatico di compensare la leggera differenza di portata che si crea tra la pompa e il diametro delle tubazioni installate. E' prevedibile un funzionamento intermittente costante della valvola, non solo in caso di guasto.

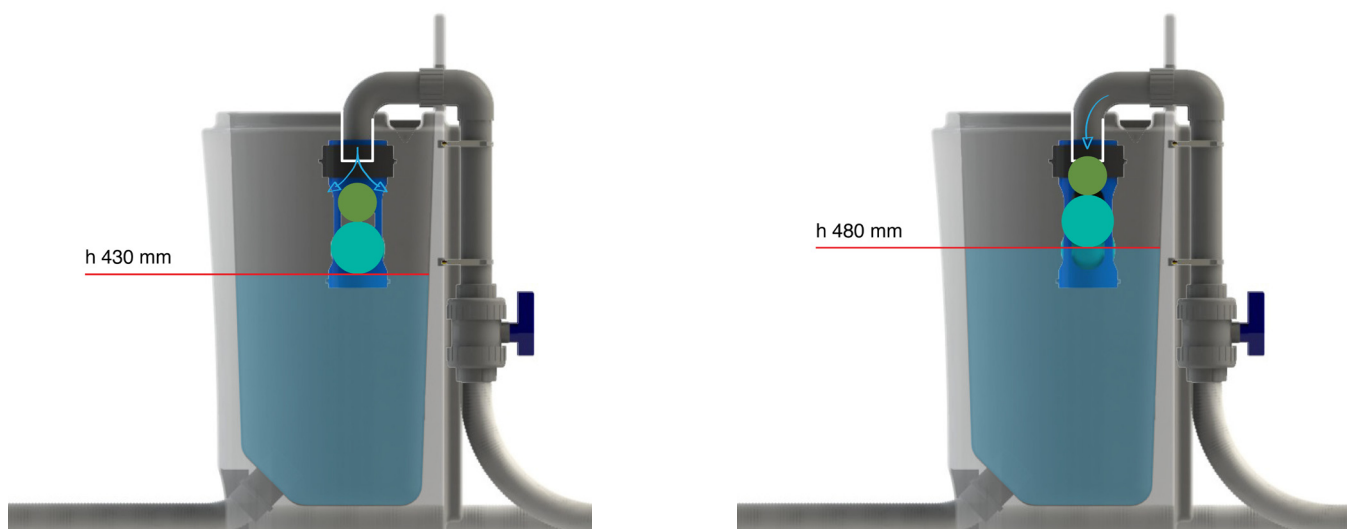


Fig.28 Funzionamento della valvola di troppo pieno

## Il cappello

L'elemento chiamato "cappello" altro non è che una scocca protettiva per le tubazioni montate sulla vasca. La sua funzione è di proteggere dagli agenti atmosferici le valvole, e dall'uso improprio l'acqua presente nel contenitore. La forma e la posizione della valvola di sicurezza rispetto alla vasca inoltre, potrebbe richiamare nella mente dell'utente la forma di un lavabo, quindi far sì che utilizzi il piccolo specchio d'acqua per rinfrescarsi o lavarsi le mani. Queste operazioni sarebbero dannose per gli organismi e la vegetazione, nonché per il sistema stesso che si intaserebbe introducendo elementi grossolani nelle tubature. La copertura elimina questo fattore di rischio per il corretto funzionamento dell'impianto.



Fig.29 Il cappello

La scocca è tenuta in posizione per geometria da 2 guide realizzate sulla parete verticale posteriore e dal profilo semicircolare alla bocca del contenitore. Il cappello si sfilava, facendolo scorrere contro le guide. Per fare in modo che accidentalmente non venisse spostato dal vento o dagli utenti, ho predisposto 2 pulsanti a scatto sulle pareti laterali piane. I ganci dei pulsanti vanno ad inserirsi direttamente all'interno di due squadrette metalliche fissate mediante delle viti alla vasca. Con una piccola pressione permettono rapidamente di sganciare il cappello e sfilarlo dalla sua sede.

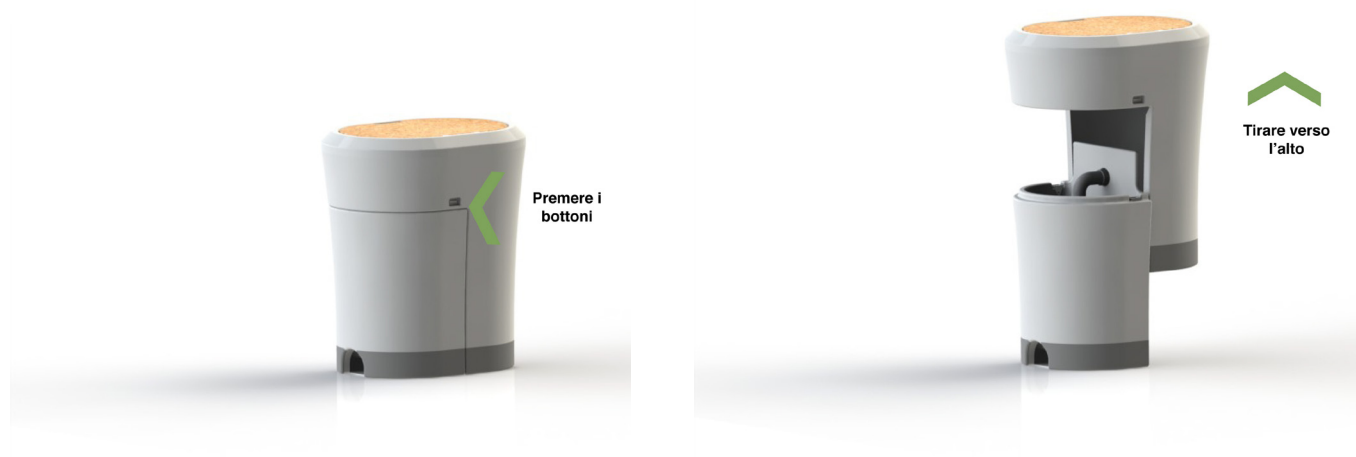
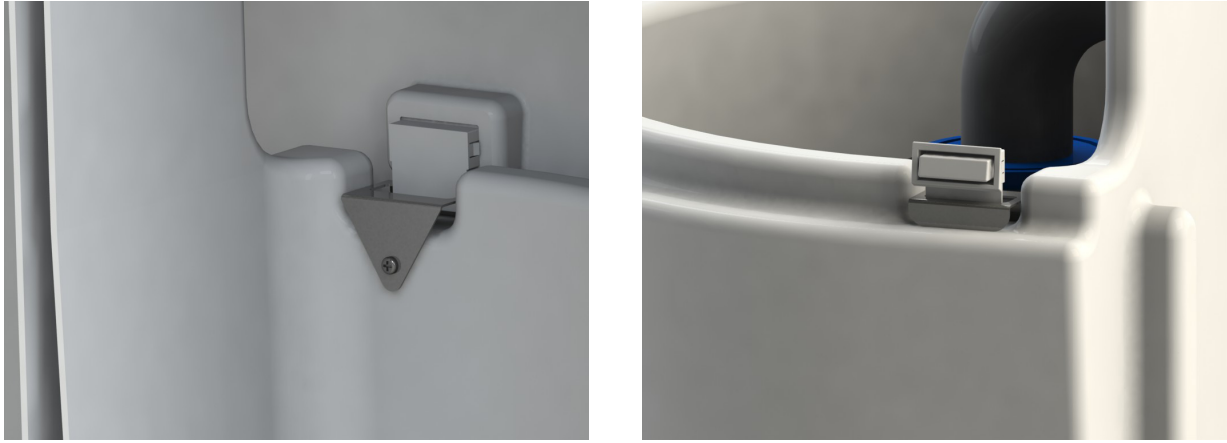


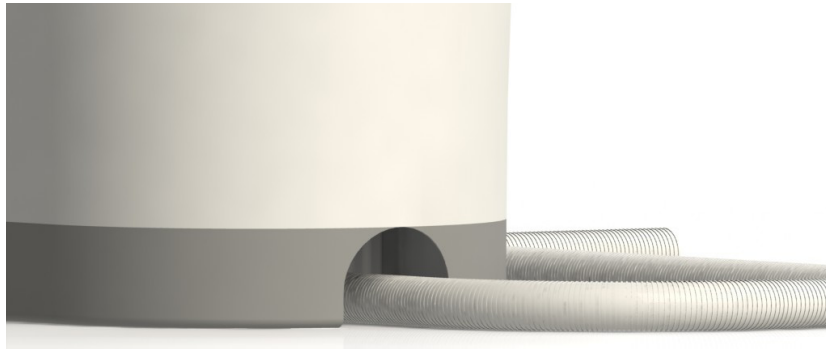
Fig.30 Operazioni di apertura del cappello





**Fig.31** Meccanismo di fissaggio del cappello: il pulsante e la sua sede

Alla base è presente una fessura che permette il passaggio dei tubi flessibili. Il suo particolare profilo a L fa sì che l'elemento abbia ottenuto la stessa linea e quindi lo stesso carattere, degli altri elementi che compongono MACRO.



**Fig.32** Dettaglio della fessura per il passaggio delle tubazioni

### Funzione secondaria

Il modulo START grazie alla sua altezza (900 mm) si presta ad un ulteriore utilizzo, come piano d'appoggio o piccolo tavolo. Nella parte superiore s'inserisce un elemento in sughero che rappresenta il vero ripiano, con una superficie utile di 513x713 mm ideale per appoggiare cibi e bevande per la merenda dei bambini che utilizzano la piscina, telefoni cellulari e smartphone, libri, ...



**Fig.33** Usi alternativi del modulo START

Ho scelto un materiale naturale per la parte a stretto contatto con l'utente, invece di lasciare la plastica di cui è composto il cappello. Il sughero è un materiale rinnovabile presente in grande quantità sulla terra, le cui risorse sono scarsamente sfruttate. Da qualche tempo è entrato fortemente nel mondo del contract e dell'oggettistica, grazie al suo impiego da parte di grandi firme del design internazionale. Un esempio: uno studio effettuato da Price Waterhouse Coopers di Life Cycle Assessment sul processo produttivo dei tappi di sughero per il mercato vinicolo, ha dimostrato che "emette CO2 24 volte in meno rispetto alla produzione dei tappi a vite e 10 volte in meno rispetto a quelli di plastica" (fonte: greenbiz.it). Il sughero inoltre è naturalmente idrorepellente e non richiede alcun trattamento superficiale, che col tempo potrebbe degradarsi. E' più leggero di altri materiali naturali, come il legno, per questo va meno a gravare nel momento in cui l'utente deve spostare il cappello.

Sul contorno della sede dell'inserito ho realizzato delle sporgenze che permettono di incastrare il ripiano e mantenerlo in posizione anche durante lo spostamento del cappello. Una rientranza sul profilo del ripiano permette di sollevarlo in qualsiasi momento.

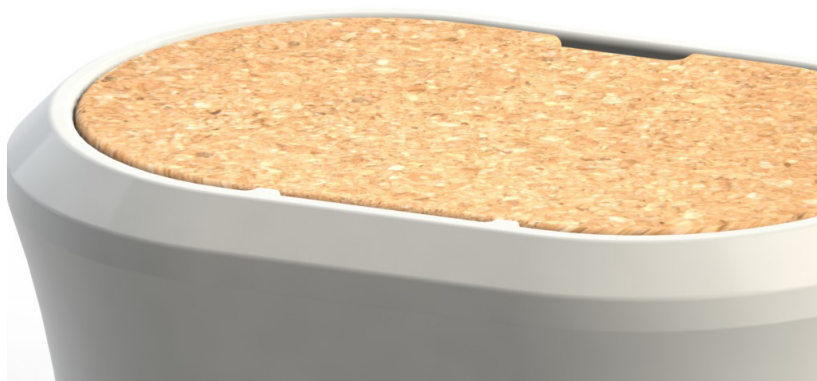


Fig.34 Dettaglio dell'inserito in sughero



Fig.35 Cork Family, Jasper morrison, Vitra 2004

Fig. 36 Cork Stool, Jasper Morrison Mooi 2002

Ipotesi stampo

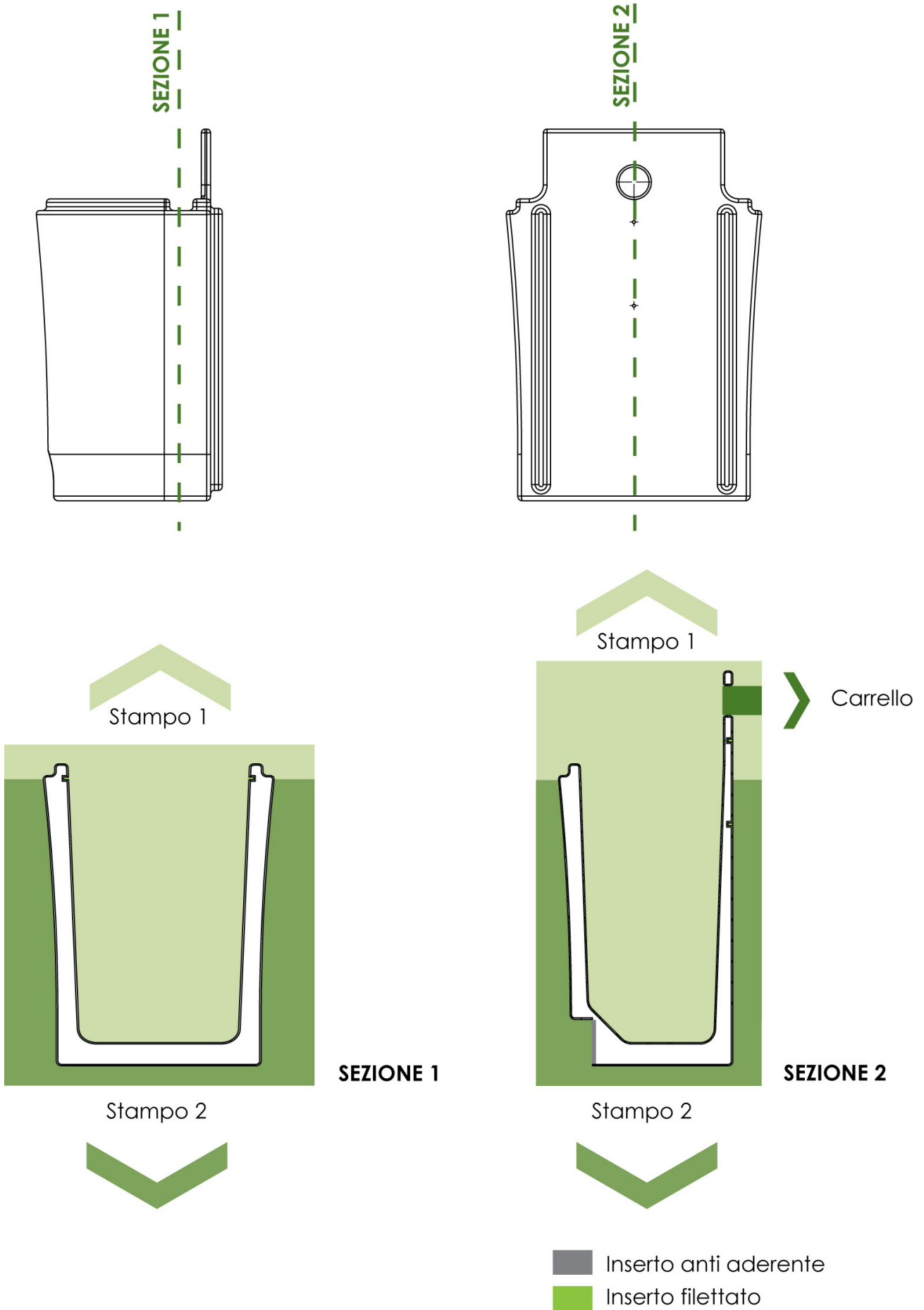


Fig.37 Schema di ipotesi degli stampi per la vasca

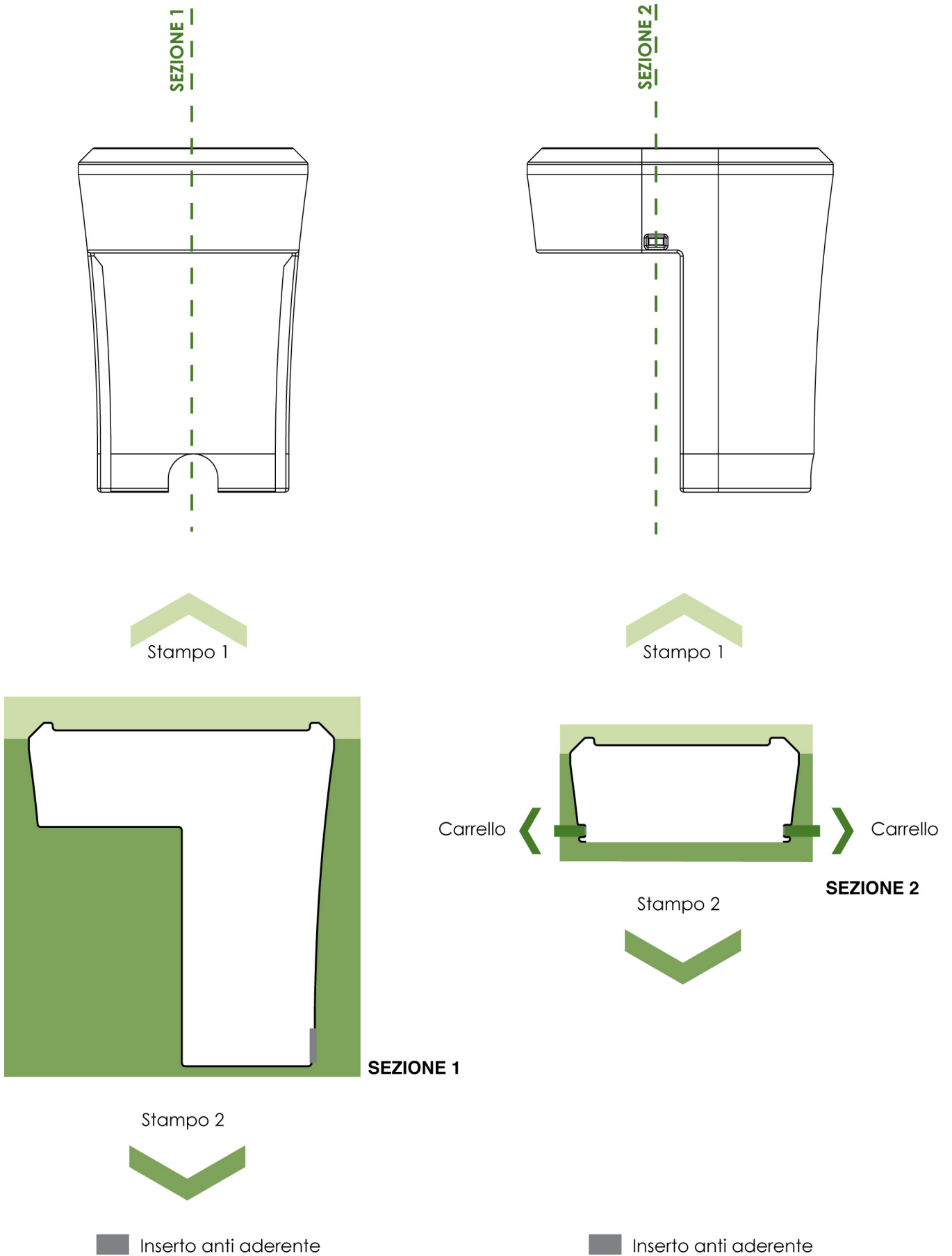
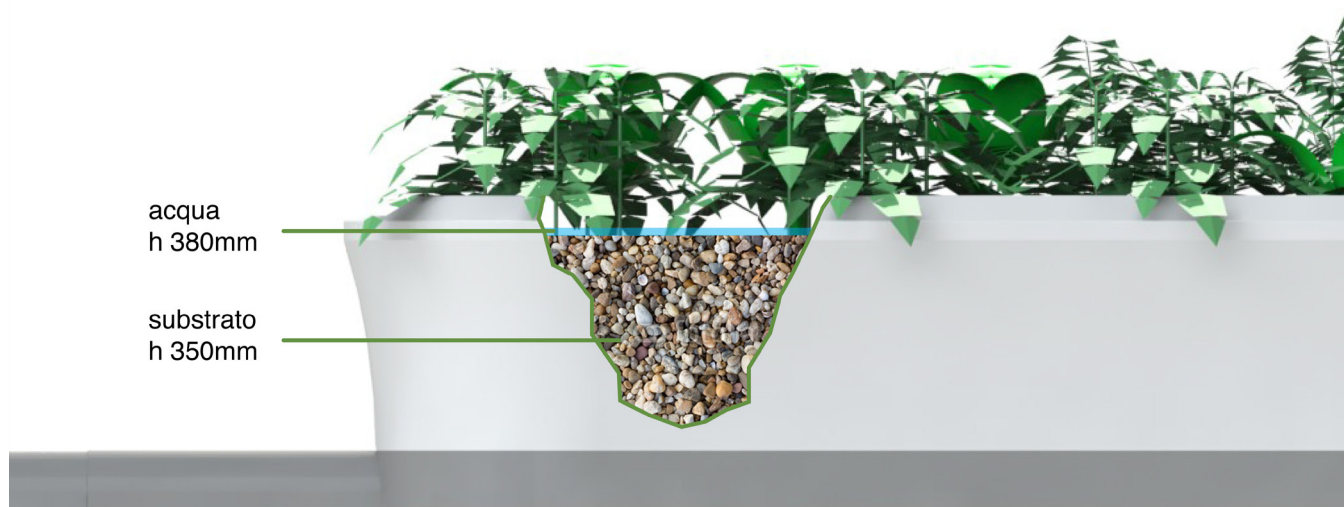


Fig.38 Schema di ipotesi degli stampi per il cappello

## 8.3 Modulo filtrante

Il modulo filtrante è il principale elemento che permette il funzionamento di questo sistema per la depurazione delle acque. Al suo interno avvengono tutte le reazioni chimiche e fisiche operate dall'apparato radicale della vegetazione e dai microorganismi. La grande conca ricavata all'interno può essere allestita a piacere dall'utente senza alcun vincolo, seguendo le regole base dettate dagli specialisti del settore. Il substrato riempirà il modulo per un'altezza massima di 350 mm, raccomandata dagli esperti del settore per una solida radicazione delle piante. L'acqua supererà questo livello di circa 50 mm, permettendo alla base della pianta di restare sempre sommersa e dare all'utente un feedback sul corretto flusso dell'acqua. Se è previsto l'inserimento di piante sommerse, è sufficiente disporre il substrato in modo irregolare, a varie altezze, creando delle nicchie. Dal pelo dell'acqua libero, al bordo superiore del modulo ho previsto una distanza di sicurezza di 50 mm per evitare l'accidentale fuoriuscita dell'acqua all'esterno.



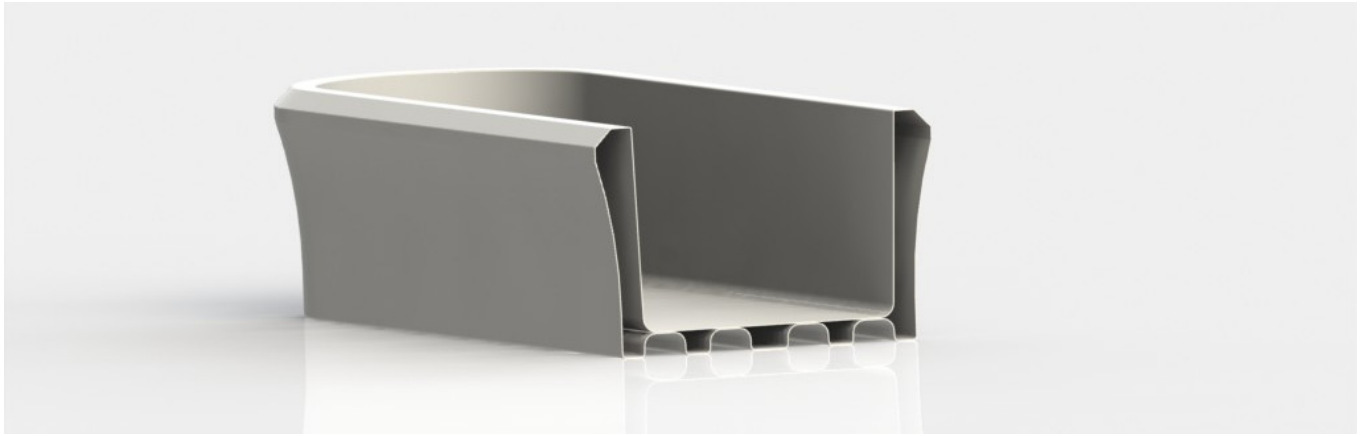
**Fig.39** Sezione del modulo con le altezze del substrato e dell'acqua

La sua forma stretta e lunga, permette un'agile inserimento all'interno di qualsiasi spazio disponibile. A parità di superficie, un modulo con proporzioni più bilanciate di lunghezza e larghezza creerebbe problemi di adattamento, sacrificando più spazio nel giardino. Accostando in serie più moduli, in base alle necessità della propria piscina, è possibile creare diverse configurazioni in base al gusto personale, alle esigenze dell'utente e dello spazio.

Sul fondo sono state realizzate una serie di nervature longitudinali di rafforzamento, per far fronte alla flessione dovuta all'elevata massa di acqua e ghiaia presenti all'interno. Queste nervature sono state studiate in modo da creare un incremento locale di spessore, che non sarebbe stato funzionale nel resto del componente, gravando sul costo e sul peso totale. Lo spessore variabile ha permesso così di ottenere una massa complessiva di circa 30 kg, facilmente gestibile da due persone, in fase di trasporto e allestimento. 15 kg è infatti, secondo la normativa attuale ISO 11228, il peso massimo sollevabile da un lavoratore nella movimentazione manuale dei carichi (MMC), senza che questo causi problemi alla salute (la norma si trova nell'allegato XXXIII al D.Lgs 81/08 che fa riferimento alla ISO 11228). Realizzando il componente con doppio spessore delle pareti, inoltre, è stato possibile realizzare una forma esterna indipendente dalla forma della vasca interna puramente funzionale al contenimento del substrato.

### Dimensionamento del modulo

Come ho già accennato, per il dimensionamento dell'intero sistema, ho fatto riferimento alla tabella 3.1 contenente le 5 tipologie costruttive di biopiscine. La tipologia che permette di trasferire il concetto di depurazione naturale alle piscine fuori terra tradizionali è la numero 5.



**Fig.40** Dettaglio della sezione del modulo

La tabella indica in questo caso che la percentuale di superficie da dedicare alla messa in dimora delle piante deve essere il 30% (33% in caso si utilizzi la superficie minima di 50 m<sup>2</sup>) del totale. Nelle biopiscine dal 1° al 4° tipo, questa superficie viene sottratta alla superficie balneabile, mentre nel 5 caso è possibile aggiungerla con un bacino separato.

Per dimensionare la superficie del singolo modulo ho preso come riferimento la superficie della piscina minima calcolata nel capitolo 7.3, ovvero una piscina di 3x6 m. Per una superficie utile di 18 m<sup>2</sup> è necessaria una superficie rigenerativa di 5,9 m<sup>2</sup>.

Realizzare un solo modulo con una superficie di circa 6m<sup>2</sup> non permetterebbe un agevole adattamento allo spazio circostante la piscina, soprattutto dove questo è scarso. Inoltre, vista la grande varietà dimensionale delle piscine fuori terra presenti sul mercato, un modulo più piccolo permetterebbe un adattamento più preciso. Ho scelto dunque di spezzare il dato a metà e realizzare moduli da 3m<sup>2</sup> l'uno.

### Il substrato e le piante

E' possibile inserire diversi tipi di substrati, per natura e granulometria. Sta all'utente decidere quali inserire, in base al proprio gusto estetico e su consiglio degli esperti che installeranno il sistema. L'importante è inserire solamente substrati inerti, che altrimenti fungerebbero da fertilizzanti, alterando l'equilibrio naturale. L'eccessivo apporto di nutrienti porterebbe alla creazione di alghe, intorbidamento dell'acqua e un'eccessiva crescita delle piante.

I substrati comunemente utilizzati sono:

- lapillo vulcanico;
- zeolite;
- ghiaia;



**Fig.41** Lapillo vulcanico all'interno di una zona rigenerativa



**Fig.42** La zeolite

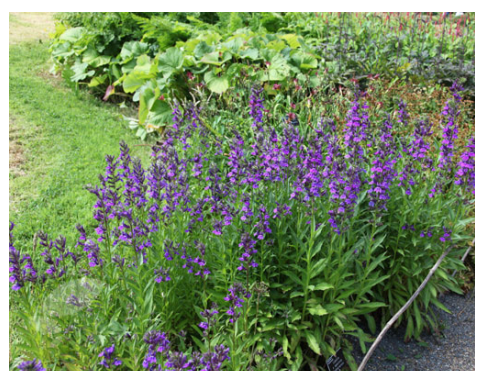
Come già detto, le macrofite comprendono un ampio numero di specie, differenti per colori, sviluppo radicale, sviluppo fogliare,... Anche qui sta al gusto dell'utente la scelta della singola pianta, anche se bisogna tenere in considerazione alcuni aspetti, quali:

- inserire una buona varietà di piante;
- inserire piante sommerse che ossigenano l'acqua;
- non affiancare piante incompatibili o con diverso sviluppo;

affidandosi sempre agli esperti. Importante è tenere presente che non tutte le piante si prestano a vivere in ambienti artificiali, in condizioni di scarso nutrimento quali sono quelle delle biopiscine. Alcune specie resistono meglio di altre e non danno problemi in periodi di assenza di nutrimento, altre sono da evitare perché porterebbero solo a problemi di gestione ed estetici.

Ho selezionato alcune specie di riferimento che bene si adattano ad essere utilizzate all'interno di MACRO:

- *caltha palustris*;
- *carex elata*;
- *equisetum hyemale*;
- *iris pseudacorus*;
- *iris ensata*;
- *lobelia cardinalis*;
- *lobelia siphilitica*;
- *lobelia vedrariensis*;
- *lythrum salicaria*;
- *myosotis palustris*;
- *preslia cervinia*;
- *sagittaria platyphylla*;
- *spartina pectinata*;



**Fig.43** Alcune specie di macrofite: (in senso orario) *Spartina pectinata*, *lobelia cardinalis*, *Sagittaria platyphylla*, *Lobelia Vedrariensis*, *Myosotis palustris*, *preslia cervinia*

### La valvola di fondo

Come nella vasca, sul fondo sono presenti alle estremità due inviti per realizzare in fase d'installazione i fori per il passaggio dei tubi. Questa operazione non è realizzabile in fase di stampaggio, perché le tubature sono proporzionale al volume d'acqua del bacino. E' necessario dunque adattare il foro in fase di allestimento, in base al diametro scelto dalla ditta installatrice della piscina. Nei fori, all'interno del vano che ospiterà il substrato, si inseriscono 2 "valvole di fondo" per impedire che quest'ultimo vada ad intasare il resto della tubazione e la pompa. Questo tipo di valvole sono comunemente impiegate nei serbatoi per evitare che residui depositati sul fondo, da cui si aspira il liquido, intasino le condutture.

La valvola scelta è composta da un cilindro di lamiera stirata i cui fori permettono un flusso costante di acqua, senza bloccare i microrganismi necessari alla sopravvivenza delle piante. La valvola ha un'estremità filettata che si avvita a un raccordo, per permettere l'adattamento con il tubo flessibile. Una guarnizione interposta tra la valvola, la parete del modulo e il raccordo impedirà all'acqua di fuoriuscire.



Fig.44 Dettaglio della valvola di fondo nel modulo

Il montaggio della valvola e del raccordo con le tubature è permesso dalle fessure presenti alle due estremità, dimensionate per far passare agevolmente la mano dell'operatore. Semplicemente bisogna avvitare la valvola al raccordo, stringendo nel mezzo la parete del modulo.

### Funzioni secondarie

Grazie alle sue caratteristiche, questo elemento si presta ad alcune funzioni secondarie o complementari, anche slegate dal contesto balneabile. Nel caso si utilizzino piante dal forte sviluppo verticale è possibile creare una barriera intorno alla piscina che impedisca la vista ad altre persone, preservando la privacy di chi la utilizza. Spesso chi possiede una piscina, sacrifica l'aspetto estetico del proprio giardino ricoprendo le recinzioni con del tessuto non tessuto per tutelare la propria privacy nel godimento dello spazio aperto. MACRO pone una soluzione alternativa a questo comune problema, migliorando l'aspetto del paesaggio del giardino privato. In generale è possibile realizzare una separazione degli spazi all'interno del giardino, organizzandolo per i vari utilizzi che se ne intende fare. La forma allungata permette di creare linee spezzate che modulano la pianta del giardino e lo valorizzano.

E' possibile inoltre, utilizzare il modulo filtrante come una comune fioriera per piante non acquatiche, integrando il sistema di depurazione e arredando ulteriormente lo spazio esterno. Il copri fungerà da elemento unificatore dell'oggetto e dell'aspetto estetico. Non ci saranno differenze nella percezione del sistema, anche se i moduli sono installati con funzioni differenti.



## Ipotesi stampo

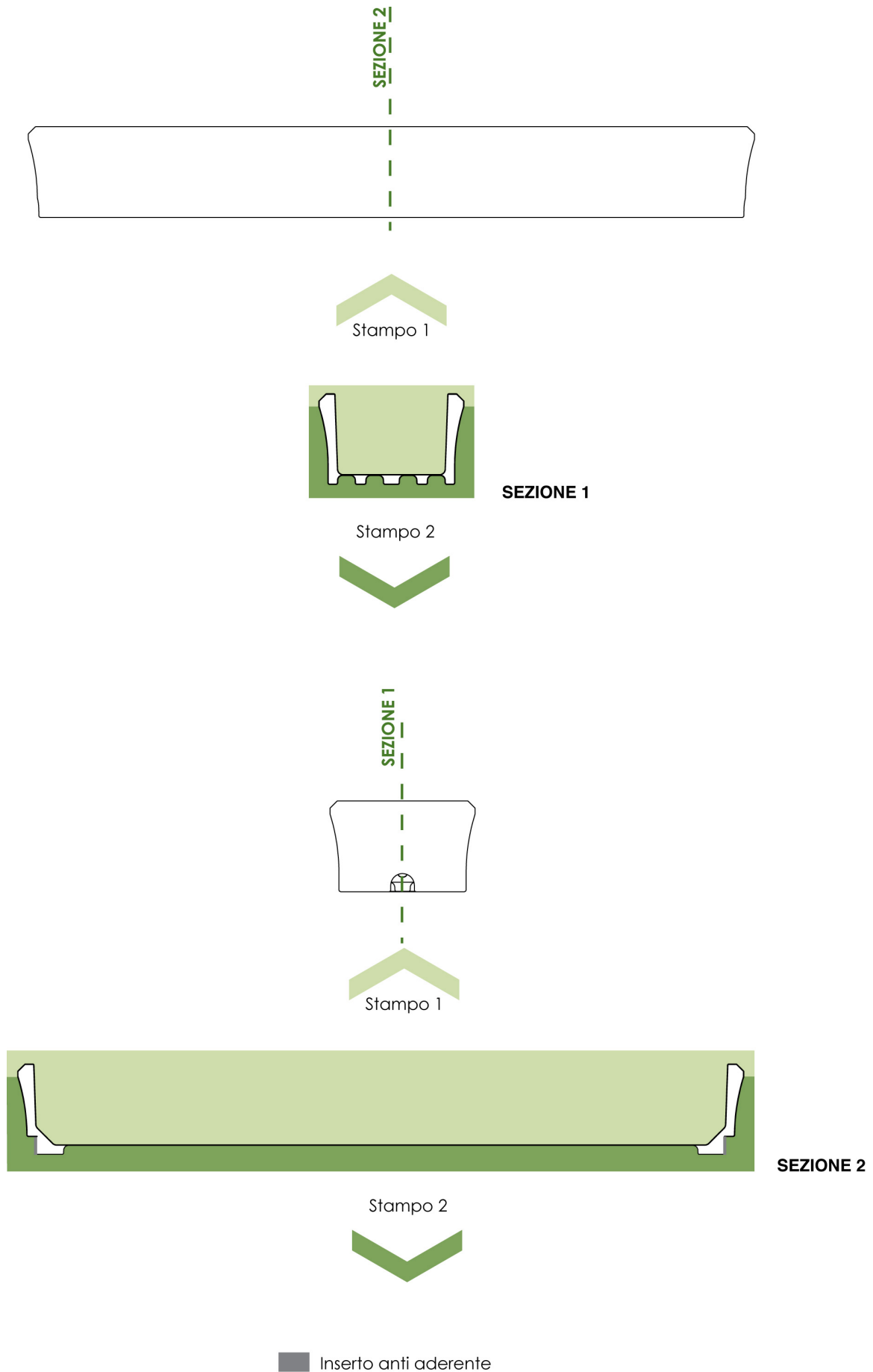


Fig.45 Schema di ipotesi degli stampi per il modulo

## 8.4 Modulo impianti “END”

Il terzo e ultimo elemento che compone MACRO è il cosiddetto modulo “END”. Questo elemento, come il cappello del modulo START, è una semplice copertura che ripara le attrezzature dagli agenti atmosferici e dall’uso improprio da parte degli utenti. La pompa posta al suo interno ha la funzione di prelevare l’acqua depurata dai moduli per immetterla nella piscina a un’altezza maggiore e per questo motivo si posiziona alla fine del percorso depurativo.



Fig.46 Il modulo END per la copertura della pompa

Ho deciso di utilizzare anche in questo caso dei pulsanti a scatto per ancorare la scocca al terreno ed evitare che il vento, o un urto accidentale, lo spostasse dalla sua sede. I pulsanti si incastrano all’interno di due asole ricavate su una lamiera di acciaio a forma di “U”. La lamiera può essere fissata al terreno per mezzo di tassellature, oppure semplicemente posta al di sotto della pompa che farà da piccola zavorra. Le pompe per le piscine di dimensioni utili per l’applicazione di MACRO hanno un peso medio di circa 12kg, sufficienti a garantire la stabilità dell’oggetto.

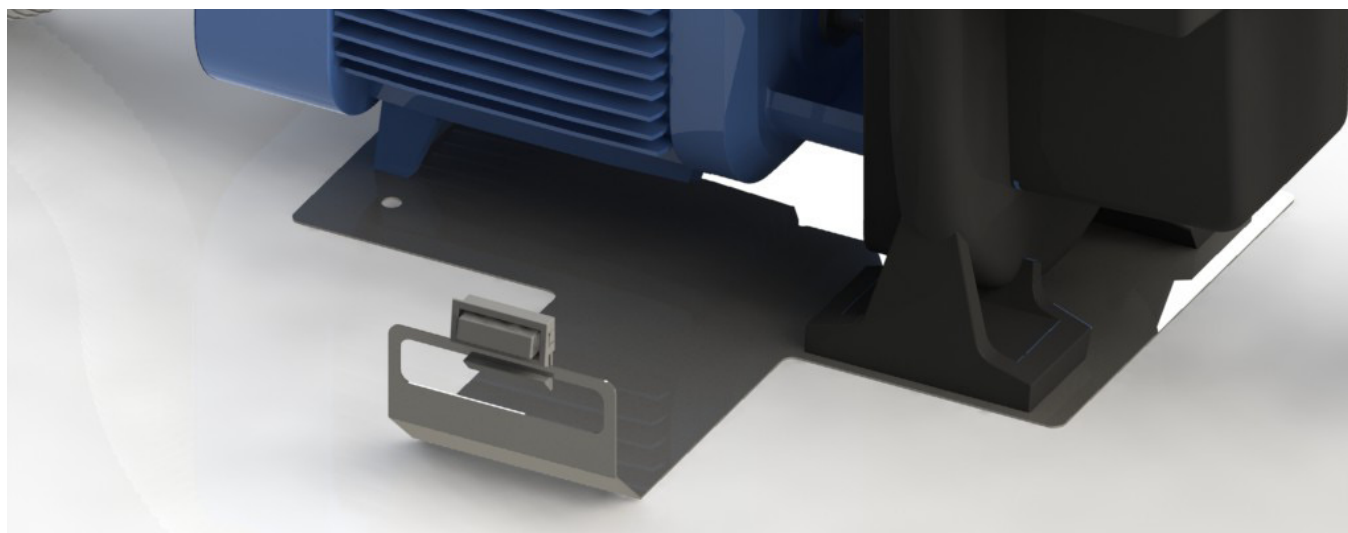


Fig.47 Dettaglio del fissaggio della scocca alla piastra

Semplicemente premendo i bottoni posti sui fianchi laterali, è possibile sollevare la scocca e avere piena libertà di azione sulla pompa, in caso di guasto o di manutenzione. Le due alette verticali della lamiera fungono da guida per il posizionamento della scocca e l'aggancio dei pulsanti. La scocca e l'inserito in sughero pesano complessivamente 4,6 kg, sono leggeri e non creano problemi nel sollevamento da parte dell'utente, anche se l'oggetto è molto basso.

Alla base sono presenti due fessure per l'alloggio dei tubi collegati alla pompa e l'inserimento del copritubo.

### La pompa

Come consigliato dagli esperti nel settore delle biopiscine ho scelto di applicare una pompa a portata variabile, in sostituzione di quelle a portata fissa comunemente impiegate nelle piscine tradizionali. Questa scelta è motivata dal fatto che questo tipo di piscine richiedono una movimentazione dell'acqua durante tutto l'anno, che può variare di intensità nel corso del tempo. Durante la stagione di utilizzo è necessario che la velocità di ricircolo sia più sostenuta, per fare fronte all'utilizzo da parte dei bagnanti e al riscaldamento dell'acqua. Nelle ore notturne o nei lunghi periodi di assenza è possibile ridurre la portata di acqua da convogliare alle piante, in quanto l'inquinamento è molto ridotto. Durante la stagione invernale invece non è possibile spegnere totalmente l'impianto, altrimenti la vegetazione non avrebbe più un apporto costante di nutrimento. E' sufficiente un tempo di ricircolo minimo per garantire la sopravvivenza delle piante durante la loro fase d'inattività dovuta al freddo. Il costo superiore per l'acquisto di queste pompe è ripagato dai minori consumi di elettricità complessivi e dai vantaggi derivanti da tale flessibilità di utilizzo. Per la pompa selezionata, la casa produttrice afferma che quando la portata è dimezzata, il consumo elettrico è 1/8. In Condizioni di utilizzo minimo la pompa diventa molto silenziosa, producendo 30dB a una distanza di 3 m. Un valore molto basso, se si pensa che in un quartiere abitato nel silenzio della notte, ci sono 40dB e che il respiro umano conta circa 20dB. La copertura aiuta inoltre a contenere il rumore della pompa in funzione.

Sono presenti delle feritoie nella parte bassa per permettere all'aria di circolare liberamente all'interno della scocca, evitando che la pompa si surriscaldi.

Accanto alla pompa non è previsto nessun tipo di filtro, per la rimozione delle piccole particelle. L'eccessiva filtrazione fisica operata da questi filtri farebbe da muro per il passaggio di quei microorganismi che devono invece depositarsi all'interno dei moduli filtranti e creare il biofilm attorno al substrato.

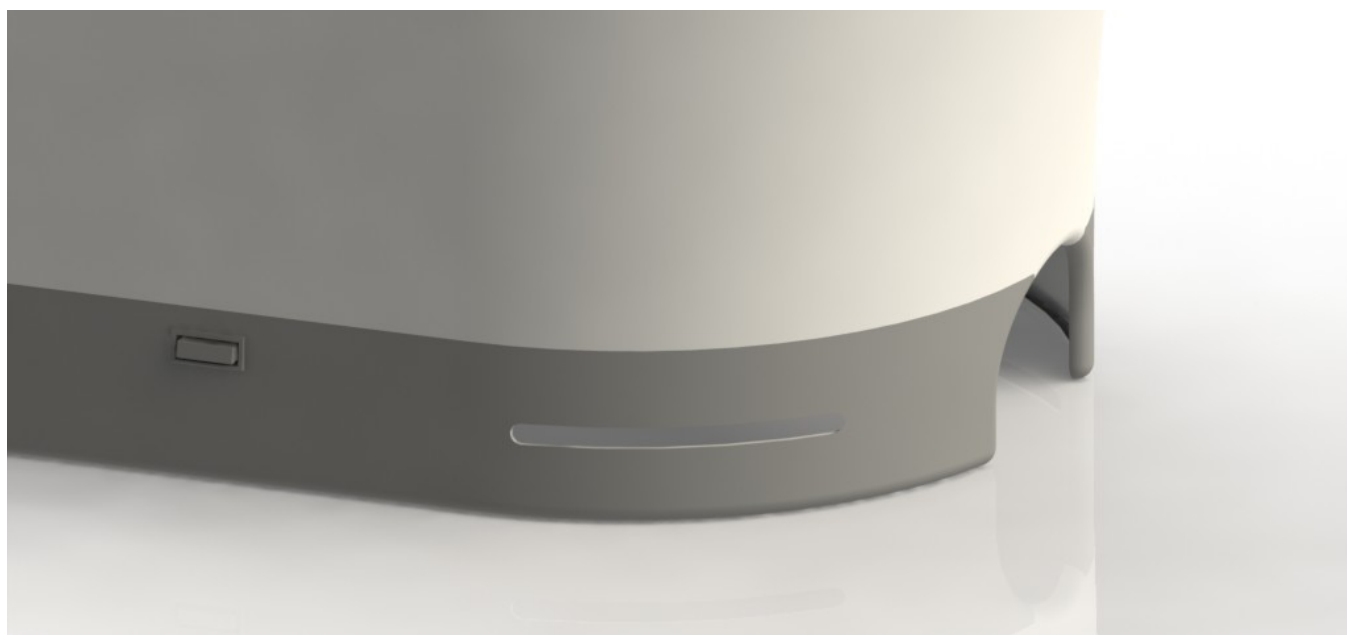


Fig.48 Dettaglio delle feritoie per il ricircolo dell'aria

Come già accennato, l'unica filtrazione fisica prevista è quella degli skimmer presenti nella vasca che mantengono pulita la superficie dello specchio d'acqua.

Per le biopiscine si conta un periodo di ricircolo dell'intera massa d'acqua pari a 2-5 volte al giorno, un



**Fig.49** La pompa elettrica con le tubazioni in ingresso e uscita.

valore molto inferiore alle piscine chimiche. E' necessario che l'acqua circoli lentamente per fare in modo che i microrganismi abbiano il tempo di effettuare le trasformazioni. Per calcolare la portata minima della pompa ho diviso il volume della massa d'acqua per il periodo di ricircolo espresso in ore (24h/3,5 cicli/giorno = 6,8 ore) ottenendo un valore di 3,3 m<sup>3</sup>/h.

#### **Funzione secondaria: la seduta**

Anche qui, come sul cappello del modulo START è stato inserito un elemento in sughero dove l'oggetto viene a contatto diretto con l'utente. Oltre ai motivi che hanno fatto preferire il sughero ad altri materiali naturali accennati alla fine del capitolo 8.2, il sughero ha una bassa densità e una struttura che gli permette di deformarsi anche applicando piccoli carichi. La naturale deformazione del materiale sotto il peso della persona seduta, crea un piacevole effetto di comfort. Le dimensioni della parte superiore (513x813 mm) e lo spessore della parete della scocca, sono state valutate per garantire la seduta di una persona. Nella sede dell'elemento in sughero ho realizzato una nervatura longitudinale per scaricare il peso della persona, diminuire lo spessore del materiale e alleggerire il componente.

Anche in questo caso sono presenti delle sporgenze per incastrare la seduta in sughero e mantenerla in posizione in caso si sollevi la copertura. Se ci fosse bisogno di sostituire o semplicemente togliere l'inserito è presente un'insenatura che funziona da maniglia.



**Fig.50** Funzioni secondarie dell'elemento END

## Ipotesi stampo

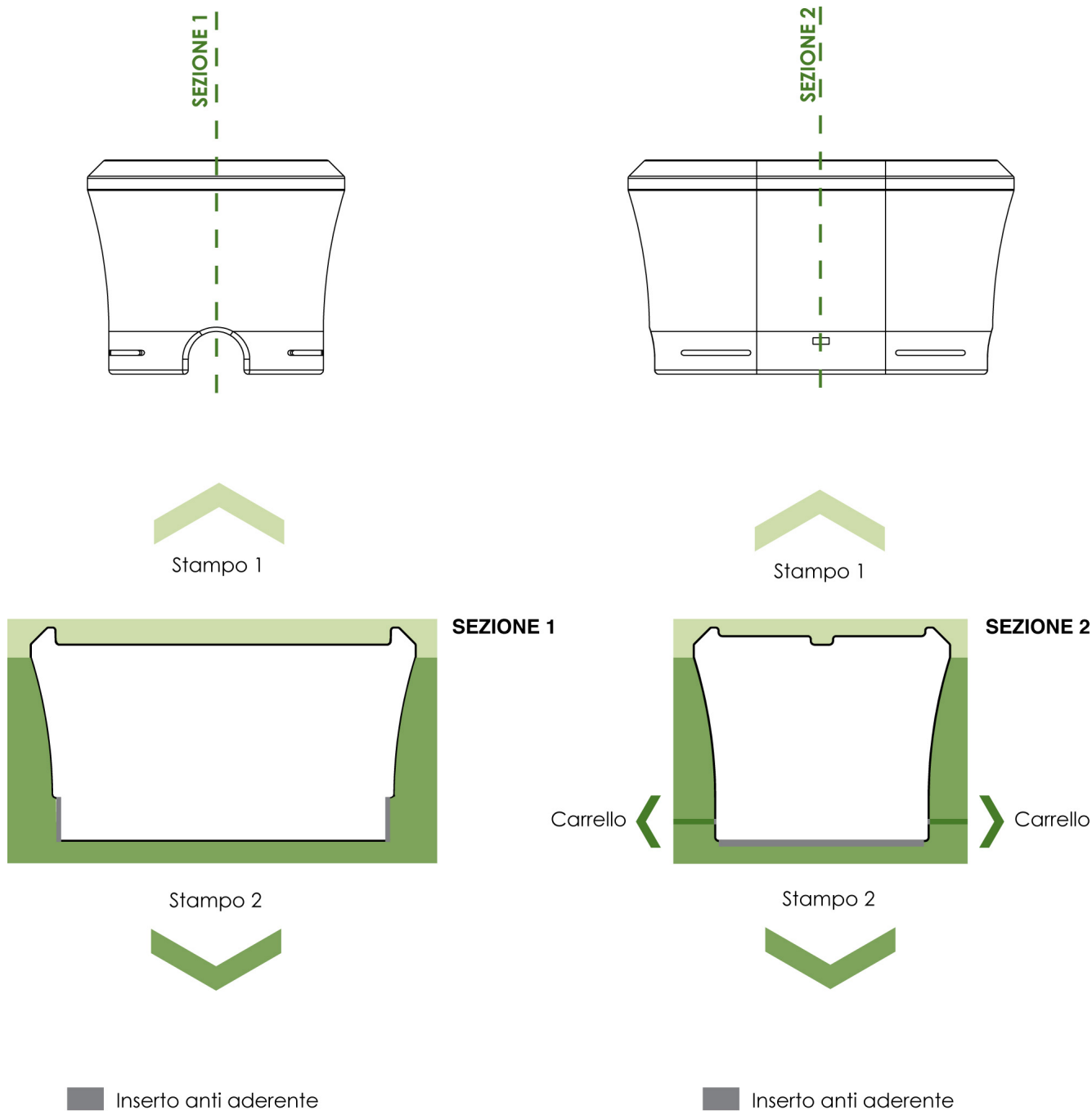
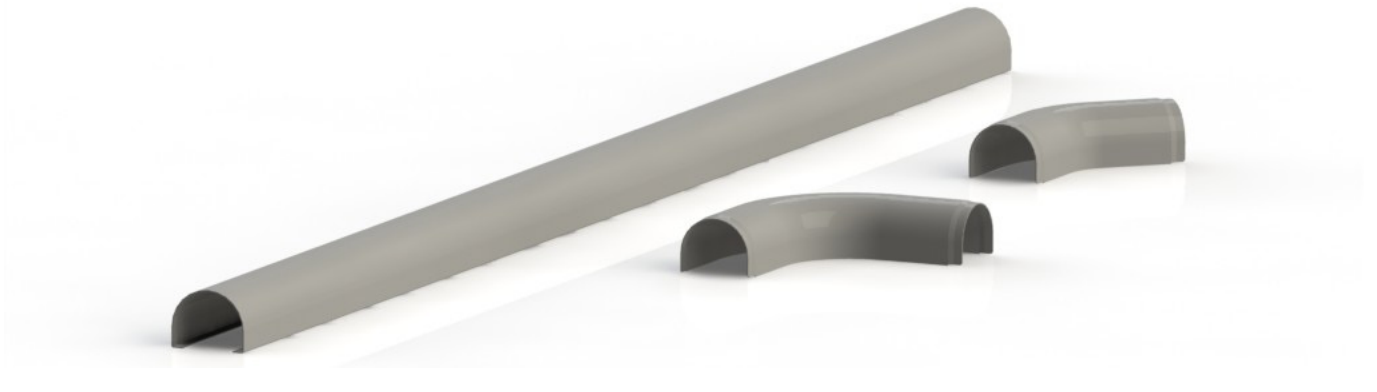


Fig.51 Schema di ipotesi degli stampi per l'elemento END

## 8.5 Copri tubo

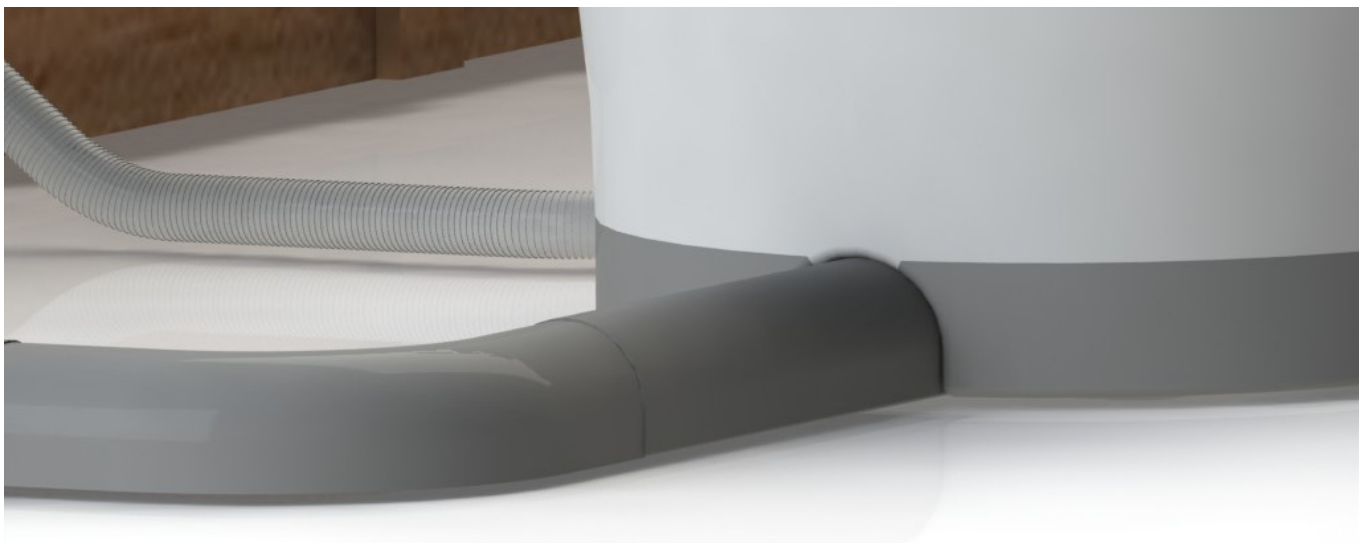
Un problema riscontrabile nelle piscine semi interrate e fuori terra è la presenza di tubazioni scoperte nell'attorno dell'area balneabile. Le tubature flessibili che compongono l'impianto di circolazione dell'acqua non hanno una sede e sono disposte casualmente intorno alla vasca, ponendosi come possibile causa d'incidenti e come elemento anti estetico di disordine. La superficie corrugata dei tubi inoltre si presta molto al deposito dello sporco col tempo. Per andare incontro a questo problema ho realizzato delle coperture che permettono di nascondere e preservare le tubature che collegano i 3 elementi del sistema tra di loro. In questo modo lo sporco non si depositerà sul tubo e sui raccordi e gli agenti atmosferici non degraderanno la plastica. La copertura è utilizzabile anche per organizzare le tubature che corrono intorno alla piscina.



**Fig.52** I 3 elementi copritubo

Come per le tubazioni, il copri tubo è prodotto in pezzi di lunghezza standard (in questo caso 3 m) adattabili in fase di installazione all'allestimento che è stato progettato. Due elementi creati per realizzare curve da 45° e 90° permettono una vasta libertà compositiva dell'allestimento.

Il colore e l'altezza integrano perfettamente l'oggetto con la fascia scura presente alla base degli elementi e rendono più rapida l'individuazione della posizione dei tubi anche in caso di posizionamento in un campo con erba alta. La larghezza permette di contenere agevolmente tubature di diametro superiore ai 50 mm (2") e i raccordi per l'eventuale prolungamento dei tubi. La forma arrotondata della parte superiore impedisce visivamente e praticamente che l'utente ci cammini sopra, danneggiandolo o scivolando accidentalmente.



**Fig.53** Dettaglio dell'inserimento del copritubo della sede

La copertura va ad inserirsi all'interno delle fessure realizzate nei 3 elementi. A differenza del cappello e del copri pompa il modulo filtrante e la vasca presentano una battuta per impedire che si vada a urtare il collegamento del tubo con la vasca di contenimento del substrato.

## 8.6 Confronto finale

Ho già mostrato nei capitoli relativi alla ricerca le differenti operazioni di manutenzione previste per le piscine tradizionali e le piscine naturali. Dai grafici di confronto era emerso come le biopiscine fossero la tipologia migliore sotto molti aspetti, dalla manutenzione, ai costi, ai tempi di realizzazione. Per contro la realtà ha dimostrato che le piscine più diffuse sul territorio (soprattutto quello Italiano) sono di concezione tradizionale. Queste piscine hanno aspetti negativi, alcuni dei quali spariscono nella versione fuori terra. E' ora il momento di ripetere il confronto e inserire nell'elenco il "nuovo" modello che è possibile realizzare grazie a MACRO: le biopiscine fuori terra e verificare il suo posizionamento rispetto alle piscine fuori terra tradizionali e le biopiscine interrate.

		Tradizionali		Piscine Biodesign	Piscine naturali	
		interrate	fuori terra	interrate	fuori terra	interrate
Permessi comunali		necessari	non necessario	necessari	non necessario	necessari
Progetto architettonico		necessario	non necessario	necessario	non necessario	necessario
Lavori di edilizia	Scavo	necessario	non necessario	necessario	non necessario	necessario
	Fondo	necessario	non necessario	necessario	non necessario	necessario
	Riempimento laterale	necessario	non necessario	non previsto	non necessario	non previsto
Trattamento dell'acqua	Chimico	necessario	necessario	necessario	assente	assente
	Fisico (superficie)	necessario	necessario	necessario	necessario	necessario
	Fisico (volumetrico)	necessario	necessario	necessario	non necessario	non necessario
Costi	Costruzione/messa in opera	elevati	non previsti	meno elevati	non previsti	meno elevati
	Gestione (energia elettrica)	elevati	elevati	elevati	bassi	bassi
	Manutenzione	elevata	elevata	elevata	bassa	bassa
Tempi	Costruzione/messa in opera	elevati	brevi	elevati	brevi	elevati
	Stagione senza riscaldamento	3 mesi	3 mesi	3 mesi	3 mesi	5 mesi
	Stagione con riscaldamento	5 mesi	5 mesi	5 mesi	non riscaldabile	non riscaldabile
Manut. Ordinaria	Skimmer	settimanalm.	settimanalm.	settimanalm.	settimanalm.	settimanalm.
	Filtro (sostit. o controlavaggio)	settimanalm.	settimanalm.	settimanalm.	non previsto	non previsto
	Pareti e fondo	settimanalm.	settimanalm.	settimanalm.	1 o 2 anno	1 o 2 anno
	Cambio acqua	giornalm.	giornalm.	giornalm.	rabbocco	rabbocco
	Rabbocco acqua	si	si	si	si	si
Manut. Straordinaria	Inizio stagione	elevata	elevata	elevata	assente	assente
	Cambio tot acqua	1 o 2 anno	1 o 2 anno	non necessario	non previsto	non previsto
	Clorazione shok	necessaria	necessaria	non necessaria	non necessaria	non necessaria
	Fine stagione	elevata	elevata	non elevata	bassa	bassa
Evaporazione (senza telo)		elevata	elevata	elevata	elevata	ridotta
Inserimento nel contesto		medio	assente	elevato	medio	elevato

**Tab.12** Caratteristiche dei diversi tipi di piscine a confronto con il "nuovo modello" realizzabile

Il grafico mostra come il modello "piscina fuori terra naturale" sia la seconda scelta migliore di tutto il parco modelli. Migliorare il trattamento dell'acqua (e di conseguenza la manutenzione) di una piscina fuori terra tradizionale, porta a notevoli risultati in materia di risparmio di tempo, costi e risorse. Il progetto è riuscito a coniugare i benefici di due tipologie di piscine creando una sorta di ibrido, quasi migliore a entrambe i modelli di partenza.

		TRADIZIONALI		BIODESIGN	MATERIALI				
		interrate	fuori terra	interrate	fuori terra	interrate	1 pt.	2 pt.	3pt.
Costi:	Costruzione/messa in opera	1	3	2	3	2	elevati	meno elevati	assenti
	Gestione (energia elettrica)	1	1	1	3	3	elevato	medio	basso
	Manutenzione	1	1	2	3	3	elevato	medio	basso
Tempi:	Costruzione/messa in opera	1	3	2	3	2	elevato	medio	basso
	Stagione senza riscaldamento	1	1	1	1	3	3 mesi	4 mesi	5 mesi
	Stagione con riscaldamento	3	3	3	3	3	3 mesi	4 mesi	5 mesi
Trattamento dell'acqua:	Chimico	1	1	2	3	3	elevato	basso	assente
	Fisico (superficie)	1	1	1	1	1	si	-	no
	Fisico (volumetrico)	1	1	1	3	3	si	-	no
Manut. Ordinaria:	Skimmer	1	1	1	1	1	settimana	mese	anno
	Pareti e fondo	1	1	1	3	3	settimana	mese	anno
	Rabbocco acqua	1	1	1	1	1	si	-	no
Manut. Straordinaria:	Inizio stagione	1	1	2	3	3	elevata	bassa	assente
	Cambio totale dell'acqua	1	1	3	3	3	si	-	no
	Trattamento d'urto	1	1	3	3	3	si	-	no
	Fine stagione	1	1	2	2	2	elevata	bassa	assente
Evaporazione (senza telo)	Evaporazione (senza telo)	1	1	1	1	2	elevata	bassa	assente
Inserimento nel contesto	Inserimento nel contesto	2	1	3	2	3	assente	bassa	elevata
<b>TOT</b>		<b>21</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>42</b>	<b>44</b>			

Tab.13 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali del "nuovo modello"

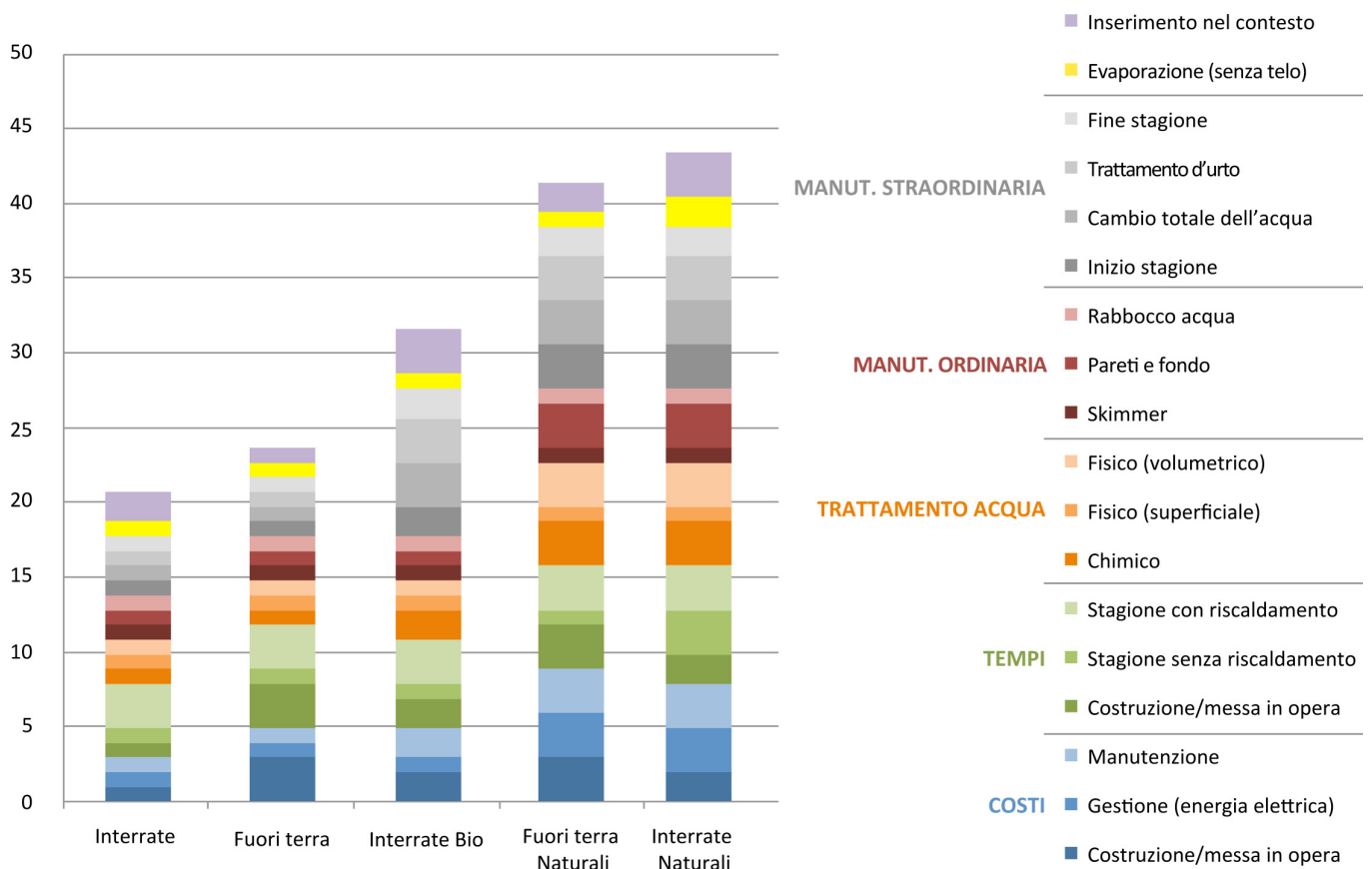


Grafico18 Confronto tra la nuova piscina realizzata con il sistema depurante e gli altri modelli sul mercato





## 9. CONCLUSIONI

Con questo progetto ho voluto cimentarmi nella progettazione all'interno di un settore dove, a mio avviso, manca un reale sviluppo dei sistemi, degli oggetti e soprattutto della cultura. L'intento è di portare una rottura con i classici canoni perseguiti fin ora, che si sono rivelati inadatti e non al passo con i tempi. Abbandonare la strada attuale per spostarsi su un percorso che miri anche in questo mercato a una gestione ottimizzata delle risorse: tempo, denaro, risorse naturali, know how... Il progetto vuole porsi come soluzione alternativa e soprattutto portare anche nel nostro paese il dibattito sulla piscina naturale, il cui sviluppo ad oggi è fermo solo ad alcune regioni dell'estremo nord.

Il vero auspicato sviluppo verso il futuro non deve arrivare però solo dalle aziende e dai professionisti che ruotano intorno a questo settore, ma soprattutto dall'utente finale. C'è bisogno di un cambiamento, di un passo in avanti nella concezione del mondo delle piscine. Quel passo in avanti che alcuni stati dell'Europa vicino a noi hanno già fatto e continuano a praticare. Dobbiamo svincolarci dall'idea di piscina stereotipata alla quale siamo abituati ormai da molto tempo, una piscina statica, asettica, da controllare in ogni momento per garantire delle caratteristiche estranee alla natura del suo elemento fondamentale. Si è perso di vista il contatto con l'acqua, elemento vitale per la sopravvivenza dell'uomo. Quell'acqua, considerata oggi alla stregua di un bene di consumo che possiede solo un valore di scambio economico e che nonostante i continui avvisi continuiamo a sprecare a nostro piacimento.

*"[...] l'acqua rimanda a questi tempi felici e comunque spensierati, lunghi pomeriggi di gioco... e intanto osserviamo, con i nostri anni sulle spalle, la realtà che si riflette nell'acqua, che è leggermente modificata, uno specchio non sempre fedele, che quindi rimanda ad altro, a ciò che sta dietro o a ciò che accade dentro, quasi fosse uno specchio dell'anima." (Vegini 2011 – pag. 9)*



## RINGRAZIAMENTI

Voglio doverosamente ringraziare tutti coloro che mi hanno permesso di ottenere questo personale risultato alla fine di un lungo percorso cominciato 2 (o meglio 5) anni fa. Ho deciso di non fare alcun nome, perché veramente molti hanno contribuito, concretamente o anche solo con la propria presenza, a farmi proseguire. Proseguire per percorrere quella strada sempre in salita verso la crescita personale e professionale che termina con questo progetto di laurea, ma che ricomincerà domani probabilmente ancora più ripida di quella che mi lascio dietro alle spalle.

Si corona il sogno di diventare quell'inventore che sin da piccolo è presente dentro di me e che questa facoltà mi ha permesso di portare al di fuori e mostrare al mondo intero.



## ALLEGATI



# A.1 DIMENSIONAMENTO SPESSORI E RICERCA MATERIALI

## A.1.1 MODULO

### FUNZIONI

- Strutturale/contenitiva: contenere al suo interno il substrato di ghiaia con le piante e il flusso d'acqua

### VINCOLI

#### Geometrici:

- il volume utile deve essere di circa 3 m<sup>3</sup>
- deve adattarsi agli spazi adiacenti alle piscine che spesso sono stretti e lunghi

#### Strutturali

- supportare il peso del substrato, delle piante e dell'acqua valutati in:
  - o ghiaia = 630 kg ( $\rho$  zeolite/lapillo vulcanico = 0,9t/m<sup>3</sup>);
  - o acqua = 200 kg (volume libero + volume riempimento tra il substrato);
  - o piante = trascurabile rispetto agli altri due.

con una deflessione massima  $\delta = 10$  mm

#### Funzionali

- deve resistere in ambiente esterno
- deve resistere all'assorbimento dell'acqua

#### Tecnologia di produzione

- stampaggio rotazionale (numero di pezzi prodotti 3000 pz/anno)

### OBIETTIVI

- minimizzare la massa
- minimizzare il costo
- massimizzare la resistenza all'acqua
- minimizzare l'assorbimento acqua
- massimizzare la durezza vickers
- massimizzare la resistenza ai raggi UV
- minimizzare la produzione di CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> footprint)
- minimizzare l'energia richiesta per lo stampaggio del polimero (polymer molding energy)

Ricavo lo spessore tramite il momento d'inerzia della sezione resistente max e min e selezione dei materiali per analogia tenendo presente il valore E minimo:

### PC, PE, PP, PVC

Proprietà richieste per poter passare la selezione:

Proprietà	Valore
Rigidezza	$E > 0,01$ GPa
Resistenza	$\sigma > 0,02$ MPa
Durezza	Buona
Resistenza H <sub>2</sub> O (fresh water)	Ottima
Processabilità con stampaggio rotazionale	Ottima

Tab.14 Proprietà richieste per la selezione dei materiali del modulo



## MODULO FITODEPURAZIONE (parete laterale)

L	500 mm	$A_{min}$	6000 mm <sup>2</sup>
b	4000 mm	$A_{max}$	48000 mm <sup>2</sup>
$h_{min}$	1,5 mm	$l_{min}$	1125 mm <sup>4</sup>
$h_{max}$	12 mm	$l_{max}$	576000 mm <sup>4</sup>
$\delta$	5 mm		
F	1000 N		

$$\sigma = F/A$$

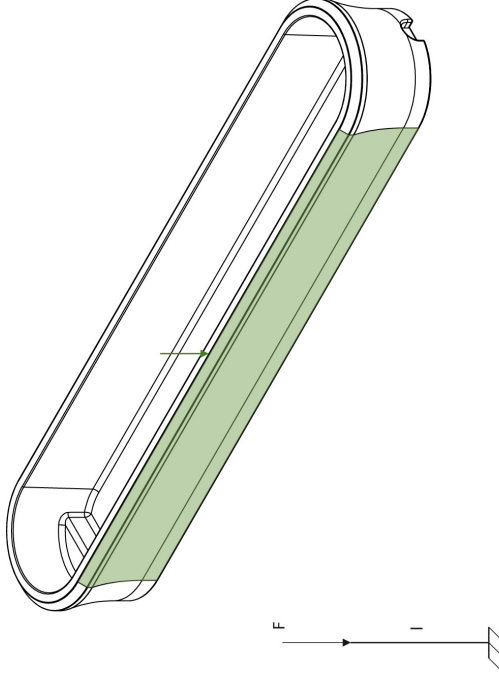
$\sigma_{min}$	0,17 MPa
$\sigma_{max}$	0,02 MPa

$$E = (FL^2)/(n^2 \pi^2 I)$$

$E_{min}$	5635 MPa	5,63 GPa
$E_{max}$	11 MPa	0,01 GPa

A4

N.B.  $h_{min}$  e  $h_{max}$  dato dalla tecnologia



Materiale	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Prezzo €/Kg	$\sigma$ MPa	E Gpa	h mm	Volume m <sup>3</sup>	Massa Kg	Prezzo/pz €	Tenacità MPam <sup>1/2</sup>	Resist. H <sub>2</sub> O		Durezza HV	Resist. UV		CO2 footprint		Polymer molding energy	
										Resist.	H <sub>2</sub> O		Resist.	UV	kg/kg	kg/pz	MJ/Kg	MJ
PC	1170	2,9	66	2,2	1,9	0,036	42,12	122,1	3,35	10	19	6	5,6	235,9	18,5	779,22		
PP	900	1,45	34,5	1,3	2,2	0,036	32,4	47,0	3,75	10	9	2	2,7	87,5	21,4	693,36		
PVC	1440	1,03	43,75	3,14	1,7	0,036	51,84	53,4	3,29	10	12	8	2,4	124,4	14,7	762,048		
PE	950	1,32	32,75	0,76	2,6	0,036	34,2	45,1	1,58	10	7	6	2	68,4	21,9	748,98		

Tab.15 Calcolo dello spessore delle pareti laterali e dei valori per il ranking finale del modulo

## MODULO FITODEPURAZIONE (fondo)

Dati

L	620 mm	$A_{min}$	5148 mm <sup>2</sup>
b	3432 mm	$A_{max}$	41184 mm <sup>2</sup>
$h_{min}$	1,5 mm	$I_{min}$	965,25 mm <sup>4</sup>
$h_{max}$	12 mm	$I_{max}$	494208 mm <sup>4</sup>
$\delta$	20 mm		

$F_{ripartita}$  8480 N

$F_{concentrata} = (240 \cdot F_{ripartita}) / 384$

5300 N

Calcolo della sollecitazione  $\sigma = (hLF_{concentrata}) / (2I)$

$\sigma_{min}$	638 MPa
$\sigma_{max}$	10 MPa

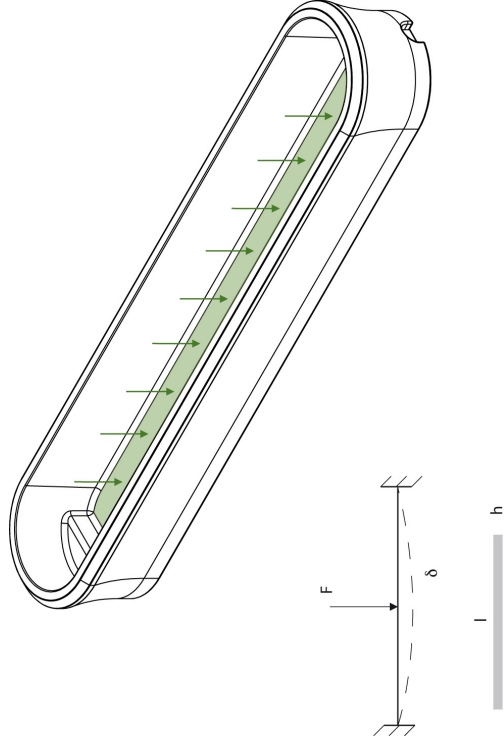
Calcolo del modulo elastico  $E = (L^3 F_{ripartita}) / (382\delta I)$

$E_{min}$	274055 MPa	274,1 GPa
$E_{max}$	535 MPa	0,5 GPa

N.B.  $h_{min}$  dato dalla tecnologia;  $h_{max}$  dato dalla geometria

Materiale	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	prezzo €/kg	$\sigma$ MPa	E Gpa	h mm	$h_{min}$ mm	Volume m <sup>3</sup>	Massa Kg	Prezzo/pz €
PC	1170	2,9	66	2,2	4,3	3	0,034	39,78	115,4
PP	900	1,45	34,5	1,3	5,1	3	0,034	30,6	44,4
PS	1050	1,6	46	1,9	4,5	3	0,034	35,7	57,1
PE	950	1,32	32,75	0,76	5,9	3	0,034	32,3	42,6

Tab.16 Calcolo dello spessore della parete di fondo e dei valori per il ranking finale del modulo



## SCREENING

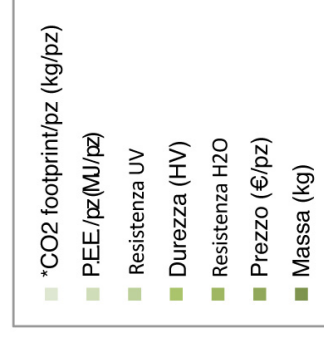
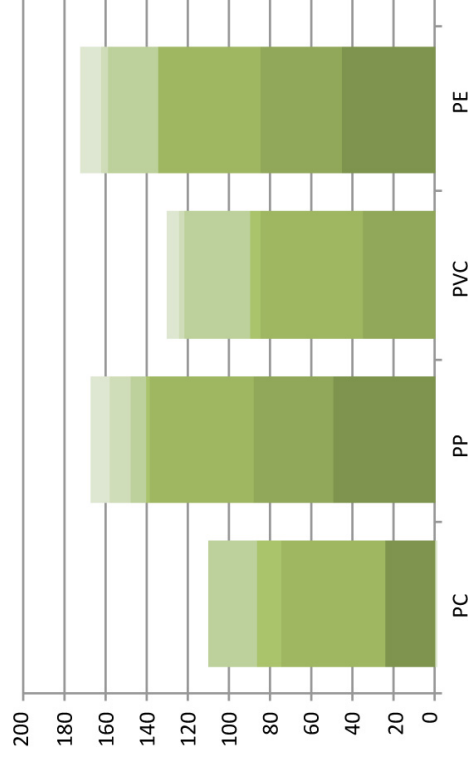
	Punteggio	Massa(Kg)	Punteggio	Prezzo(€/pz)	Punteggio	Resistenza H <sub>2</sub> O	Punteggio	Durezza(HV)	Punteggio	Resist. UV	Punteggio	P.M.E./pz (MJ)	Punteggio	CO <sub>2</sub> footprint./pz (MJ)
Valore ottimo significativo	10	32,4	10	45	10	10	10	27	10	10	10	693	10	68
Soglia ammissibile	0	51,84	0	122	0	0	7		0	0	0	779	0	235
PC	5	42,12	0	122	10	10	19		6	6	0	779,22	0	235,87
PP	10	32,4	10	47	10	10	9		2	2	10	693,36	9	87,48
PVC	0	51,84	9	53	10	10	12		8	8	2	762,05	7	124,42
PE	9	34,2	10	45	10	10	7		6	6	3	748,98	10	68,40

Tab.17 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche del modulo

## RANKING

	Massa(Kg)	Prezzo(€/pz)	Resistenza H <sub>2</sub> O	Durezza(HV)	Resistenza UV	P. M. E. (MJ)	CO <sub>2</sub> footprint/pz
Peso	5	4	5	2	4	1	1
PC	25	0	50	12	24	0	0
PP	50	39	50	2	8	10	9
PVC	0	36	50	5	32	2	7
PE	45	40	50	0	24	3	10

Tab.18 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato del modulo



Il miglior materiale per la realizzazione del componenten risulta essere il PE. La sezione dello stampato a doppio spessore permette di ottenere uno spessore generale di 2,6 mm come risultato dai calcoli, e uno schiacciamento da 5mm solo nella zona del fondo.

In questo modo si alleggerisce di molto il peso del componente.

## A.1.2 COPRITUBO

### FUNZIONI

- Copertura: proteggere al suo interno le tubazioni dell'impianto di circolazione dell'acqua

### VINCOLI

Geometrici:

- diametri min e max standard delle tubazioni per piscine in relazione alle dimensioni prescelte: 50, 63 mm x 2

Strutturali

- sopportare il peso di 1 persona (100kg) che eventualmente ci cammina sopra, con una deflessione massima  $\delta = 3$  mm
- resistere agli urti accidentali

Funzionali

- deve resistere in ambiente esterno
- non deve permettere di vedere all'interno

Tecnologia di produzione

- Estrusione (numero di pezzi prodotti: barre da 3 m per un totale di 12000m/anno)

### OBIETTIVI

- minimizzare la massa
- minimizzare il costo
- massimizzare la durezza vickers
- massimizzare la resistenza ai raggi UV
- minimizzare la produzione di CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> footprint)
- minimizzare l'energia richiesta per lo stampaggio del polimero (polymer molding energy)

Ricavo lo spessore tramite il momento d'inerzia della sezione resistente max e min e selezione dei materiali per analogia tenendo presente il valore E minimo:

**PC, PE, PP, PVC, ABS, PS**

Proprietà richieste per poter passare la selezione:

Proprietà	Valore
Rigidezza	$E > 0,2$ GPa
Resistenza	$\sigma > 5$ MPa
Durezza	Buona
Processabilità con estrusione	Ottima

**Tab. 19** Proprietà richieste per la selezione dei materiali del copritubo

## COPRITUBO (parete superiore)

### Dati

L	126 mm	$A_{\min}$	1500 mm <sup>2</sup>
b	1000 mm	$A_{\max}$	5000 mm <sup>2</sup>
$h_{\min}$	1,5 mm	$I_{\min}$	281,25 mm <sup>4</sup>
$h_{\max}$	5 mm	$I_{\max}$	10417 mm <sup>4</sup>
$\delta$	3 mm		
$F_{\text{ripartita}}$	1000 N		
$F_{\text{concentr.}}$	625 N	$[F_{\text{concentrata}} = (240 F_{\text{ripartita}}) / 384]$	

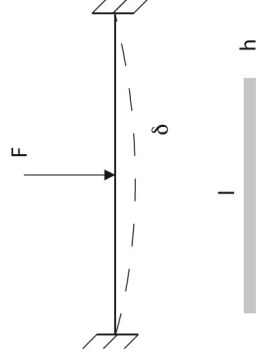
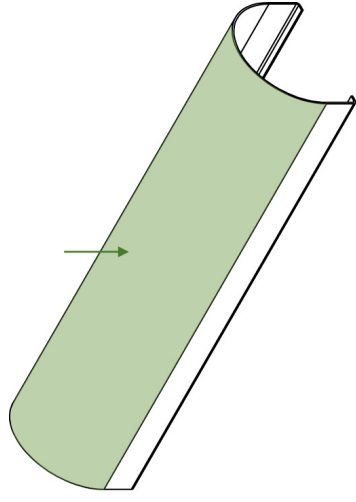
Calcolo della sollecitazione  $\sigma = (hLF_{\text{concentrata}}) / (2I)$

$\sigma_{\min}$	53 MPa
$\sigma_{\max}$	5 MPa

Calcolo del modulo elastico  $E = (L^3 F_{\text{ripartita}}) / (382\delta I)$

$E_{\min}$	6206 MPa	6,2 GPa
$E_{\max}$	168 MPa	0,2 GPa

N.B.  $h_{\min}$   $h_{\max}$  e dato dalla tecnologia



Per svolgere i calcoli, la sezione resistente è stata semplificata con una trave piana orizzontale invece che circolare.

Materiale	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Prezzo €/kg	$\sigma$ MPa	E Gpa	h mm	$h_{\min}$ mm	Volume m <sup>3</sup>	Massa kg	Prezzo/pz €	Tenacità MPam <sup>1/2</sup>	Durezza HV	Resist. UV	CO2 footprint kg/kg	CO2 footprint/pz kg/pz	Polymer extrusion energy MJ/kg	Polymer extrusion energy/pz MJ/pz
PC	1170	2,9	66	2,2	1,5	1,5	0,0006	0,7	2,0	3,35	19	6	5,6	3,9	6	4
PP	900	1,45	34,5	1,3	1,8	1,5	0,0006	0,5	0,8	3,75	9	2	2,7	1,5	6,2	3
PS	1050	1,6	46	1,9	1,6	1,5	0,0006	0,6	1,008	0,9	12	2	2,85	1,8	6,1	4
PE	950	1,32	32,75	0,76	2,1	1,5	0,0006	0,6	0,7524	1,58	7	6	2	1,1	6,2	4
PVC	1440	1,03	52,9	3,14	1,4	1,5	0,0006	0,9	0,88992	3,29	13	8	2,4	2,1	5,9	5
ABS	1110	1,8	41,4	2	1,6	1,5	0,0006	0,7	1,1988	2,74	10	2	3,4	2,3	6,1	4

Tab.20 Calcolo dello spessore e dei valori per il ranking finale del copritubo

## SCREENING

	Punteggio	Massa(Kg)	Punteggio	Prezzo(€/pz)	Punteggio	Tenacità(MPam <sup>1/2</sup> )	Punteggio	Durezza(HV)	Punteggio	Resist. UV	Punteggio	CO2 footpr./pz (kg/pz)	Punteggio	P.E.E./pz (MJ/pz)
Valore ottimo signif.	10	0.5	10	0.75	10	4	10	27	10	8	10	1	10	3
Soglia ammissibile	0	0.9	0	2.04	0	0.9	0	7	0	2	0	4	0	5.1
PC	5	0.7	0	2.04	8	3.35	6	19	7	6	0	3.93	5	4.21
PP	9	0.5	10	0.78	9	3.75	1	9	0	2	9	1.46	10	3.35
PS	7	0.6	8	1.01	0	0.90	3	12	0	2	8	1.80	7	3.84
PE	8	0.6	10	0.75	2	1.58	0	7	7	6	10	1.14	9	3.53
PVC	1	0.9	9	0.89	8	3.29	3	13	10	8	7	2.07	0	5.10
ABS	6	0.7	7	1.20	6	2.74	2	10	0	2	6	2.26	6	4.06

Tab.21 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche del copritubo

## RANKING

	Massa(Kg)	Prezzo(€/pz)	Tenacità(MPam <sup>1/2</sup> )	Durezza(HV)	Resist. UV	CO2 footpr./pz (kg/pz)	P.E.E./pz (MJ/pz)
Peso	5	4	2	2	4	1	1
PC	25	0	16	12	27	0	5
PP	45	39	18	2	0	9	10
PS	34	32	0	5	0	8	7
PE	41	40	4	0	27	10	9
PVC	5	36	15	6	40	7	0
ABS	29	26	12	3	0	6	6

Tab.22 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato del copritubo

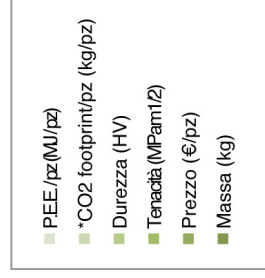
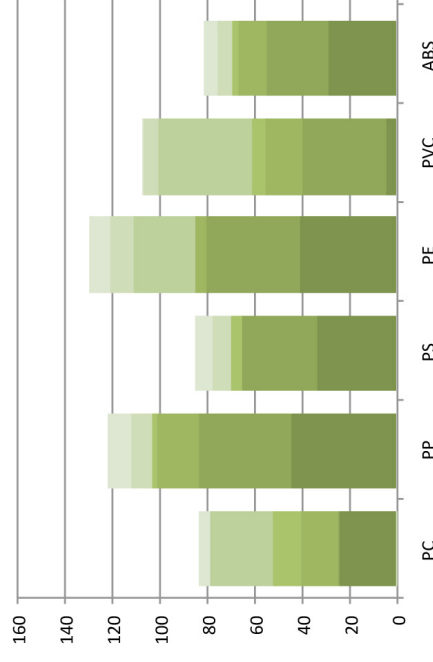


Grafico20 Ranking pesato per il copritubo

Il miglior materiale per la realizzazione del componente risulta essere il PE. Lo stesso materiale, ma con tecnologie produttive diverse, verrà impiegato anche per le due curve a 45° e a 90° con gli stessi spessori.

## A.1.3 COPERTURA POMPA

### FUNZIONI

- Copertura: Riparare dagli agenti atmosferici e impedire l'uso improprio della pompa di circolazione dell'acqua.
- Seduta: fungere da pouf da esterno

### VINCOLI

Geometrici:

- le dimensioni massime delle pompe impiegabili nel contesto piscina (650x300x200mm)
- le dimensioni standard di una seduta

Strutturali

- supportare il peso di una persona (100kg) con una deflessione massima  $\delta = 5$  mm
- supportare il proprio peso senza collassare su se stesso

Funzionali

- deve resistere in ambiente esterno
- deve impedire di vedere all'interno

Tecnologia di produzione

- stampaggio rotazionale (numero di pezzi prodotti 3000 pz/anno)

### OBIETTIVI

- minimizzare la massa
- minimizzare il costo
- massimizzare la resistenza all'acqua
- massimizzare la durezza vickers
- massimizzare la resistenza ai raggi UV
- minimizzare la produzione di CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub> footprint)
- minimizzare l'energia richiesta per lo stampaggio del polimero (polymer molding energy)

Ricavo lo spessore tramite il momento d'inerzia della sezione resistente max e min e selezione dei materiali per analogia tenendo presente il valore E minimo:

**PA, PC, PE, PP, PVC**

Proprietà richieste per poter passare la selezione:

Proprietà	Valore
Rigidezza	$E > 0,02$ GPa
Resistenza	$\sigma > 2$ MPa
Resistenza UV	Buona
Processabilità con stampaggio rotazionale	Ottima

**Tab. 23** Proprietà richieste per la selezione dei materiali del copripompa

## COPERTURA (parete superiore)

### Dati

L	197 mm	$A_{min}$	982,5 mm <sup>2</sup>
b	655 mm	$A_{max}$	7860 mm <sup>2</sup>
$h_{min}$	1,5 mm	$I_{min}$	184,21875 mm <sup>4</sup>
$h_{max}$	12 mm	$I_{max}$	94320 mm <sup>4</sup>
$\delta$	10 mm		
$F_{ripartita}$	1000 N		
$F_{concentrata}$	625 N	$[F_{concentrata} = (240F_{ripartita})/384]$	

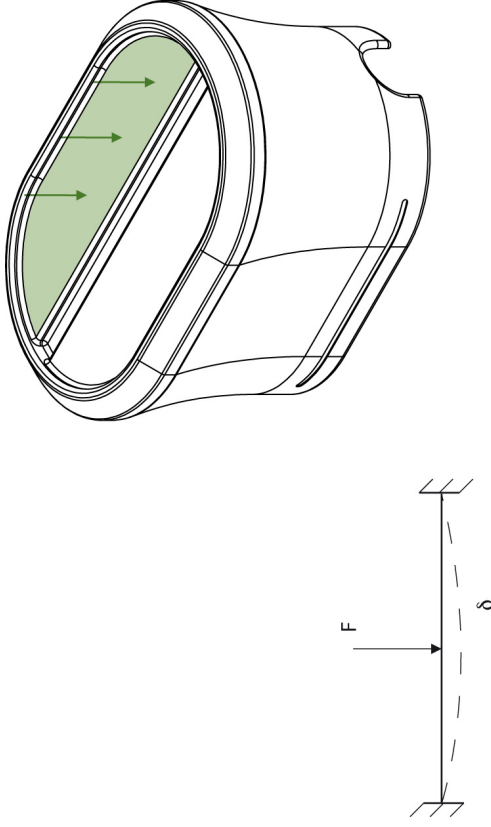
Calcolo della sollecitazione  $\sigma = (hLF_{concentrata}) / (2I)$

$\sigma_{min}$	125 MPa
$\sigma_{max}$	2 MPa

Calcolo del modulo elastico  $E = (L^3 F_{ripartita}) / (382\delta I)$

$E_{min}$	10864 MPa	10,9 GPa
$E_{max}$	21 MPa	0,02 GPa

N.B.  $h_{min}$  dato dalla tecnologia;  $h_{max}$  dato dalla geometria



Material	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	prezzo €/Kg	$\sigma$ MPa	E Gpa	h mm	Volume m <sup>3</sup>	Massa Kg	Prezzo/pz €	Tenacità MPam <sup>1/2</sup>	Durezza HV	Resist. UV	CO2 footprint	CO2 footprint/pz	Polymer molding energy MJ/Kg	Polymer molding energy/pz MJ
PA	1130	3	127,5	2,91	1,6	0,0037	4,181	12,5	3,92	27	6	5,5	23,0	21,8	91,1458
PC	1170	2,9	66	2,2	1,8	0,0037	4,329	12,6	3,35	19	6	5,6	24,2	18,5	80,0865
PP	900	1,45	34,5	1,3	2,1	0,0037	3,33	4,8	3,75	9	2	2,7	9,0	21,4	71,262
PVC	1440	1,03	43,75	3,14	1,6	0,0037	5,328	5,5	3,29	12	8	2,4	12,8	14,7	78,3216
PE	950	1,32	32,75	0,8	2,4	0,0037	3,515	4,6	1,58	7	6	2	7,0	21,9	76,9785

Tab.24 Calcolo dello spessore della parete laterale e dei valori per il ranking finale del copripompa

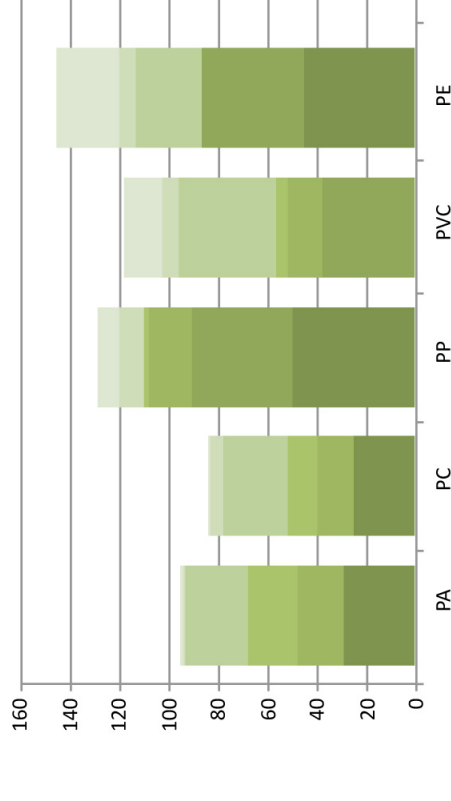


## SCREENING

	Punteggio	Massa(Kg)	Punteggio	Prezzo(€/pz)	Punteggio	Tenacità (MPam1/2)	Punteggio	Durezza(HV)	Punteggio	Resist. UV	Punteggio	P.M.E./pz (MJ)	Punteggio	CO <sub>2</sub> footprint./pz (MJ)
Valore ottimo significativo	10	3,33	10	5	10	4	10	27	10	8	10	71	10	7,03
Soglia ammissibile	0	5,328	0	13	0	1,58	0	7	0	2	0	91	0	23
PA	6	4,181	1	13	10	3,92	10	27	7	6	0	91,15	0	23,00
PC	5	4,329	1	13	7	3,35	6	19	7	6	6	80,09	-1	24,24
PP	10	3,33	10	5	9	3,75	1	9	0	2	10	71,26	9	8,99
PVC	0	5,328	9	5	7	3,29	3	12	10	8	6	78,32	6	12,79
PE	9	3,515	10	5	0	1,58	0	7	7	6	7	76,98	10	7,03

Tab.25 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche del copripompa

## RANKING



Tab.26 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato del copripompa

Il miglior materiale per la realizzazione del componente risulta essere il PE.

Grafico21 Ranking pesato per il copripompa

## A.1.4 VASCA

### FUNZIONI

- Strutturale/contenitiva: contenere al suo interno la massa d'acqua

### VINCOLI

Geometrici:

- contenere l'acqua per un'altezza almeno pari a quella del modulo: 430mm

Strutturali

- supportare il peso dell'acqua al suo interno (56,9 kg) con una deflessione massima  $\delta = 10$  mm

Funzionali

- deve resistere in ambiente esterno
- deve resistere all'assorbimento dell'acqua

Tecnologia di produzione

- stampaggio rotazionale (numero di pezzi prodotti 3000 pz/anno)

### OBIETTIVI

- minimizzare la massa
- minimizzare il costo
- massimizzare la resistenza all'acqua
- minimizzare l'assorbimento acqua
- massimizzare la durezza vickers
- massimizzare la resistenza ai raggi UV
- minimizzare la produzione di CO2 (CO2 footprint)
- minimizzare l'energia richiesta per lo stampaggio del polimero (polymer molding energy)

Selezione dei materiali per analogia tenendo presente il valore E minimo:

**PC, PE, PP, PVC**

Proprietà richieste per poter passare la selezione:

Proprietà	Valore
Rigidezza	$E > 0,05$ GPa
Resistenza	$\sigma > 2$ MPa
Resistenza all'acqua (fresh water)	Ottima
Resistenza UV	Buona
Processabilità con stampaggio rotazionale	Ottima

**Tab. 27** Proprietà richieste per la selezione dei materiali della vasca

## VASCA (parete inferiore)

L	270 mm	$A_{min}$	625,5 mm <sup>2</sup>
b	417 mm	$A_{max}$	5004 mm <sup>2</sup>
$h_{min}$	1,5 mm	$l_{min}$	117,28 mm <sup>4</sup>
$h_{max}$	12 mm	$l_{max}$	60048 mm <sup>4</sup>
$\delta$	10 mm		

$F_{ripartita}$  569 N

$F_{concentr.} = (240 \cdot F_{ripartita}) / 384$

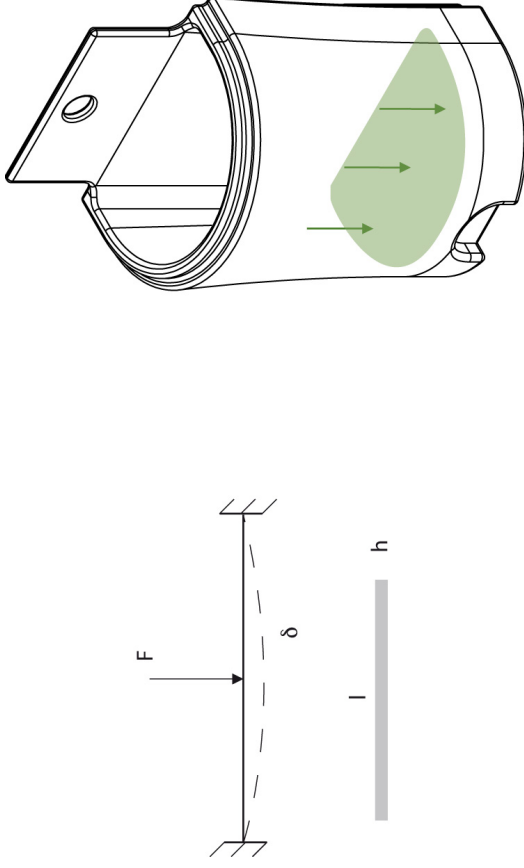
$$\sigma = F/A$$

$\sigma_{min}$	154 MPa
$\sigma_{max}$	2 MPa

$$E = (FL^2) / (n^2 \pi^2 I)$$

$E_{min}$	24998 MPa	25,0 GPa
$E_{max}$	49 MPa	0,05 GPa

N.B.  $h_{min}$  e  $h_{max}$  dato dalla tecnologia



Materiale	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Prezzo €/Kg	$\sigma$ MPa	E Gpa	h mm	Volume m <sup>3</sup>	Massa Kg	Prezzo/pz €	Tenacità MPam <sup>1/2</sup>	Resist. H <sub>2</sub> O	Durezza HV	Resist. UV	CO2 footprint kg/kg	CO2 footprint/pz kg/pz	Polymer molding energy MJ/Kg	Polymer molding energy/pz MJ
PC	1170	2,9	66	2,2	2,2	0,006	7,02	20,4	3,35	10	19	6	5,6	39,3	18,5	129,87
PP	900	1,45	34,5	1,3	2,6	0,006	5,4	7,8	3,75	10	9	2	2,7	14,6	21,4	115,56
PVC	1440	1,03	43,75	3,14	2,0	0,006	8,64	8,9	3,29	10	12	8	2,4	20,7	14,7	127,008
PE	950	1,32	32,75	0,76	3,0	0,006	5,7	7,5	1,58	10	7	6	2	11,4	21,9	124,83

Tab.28 Calcolo dello spessore della parete laterale e dei valori per il ranking finale della vasca

## SCREENING

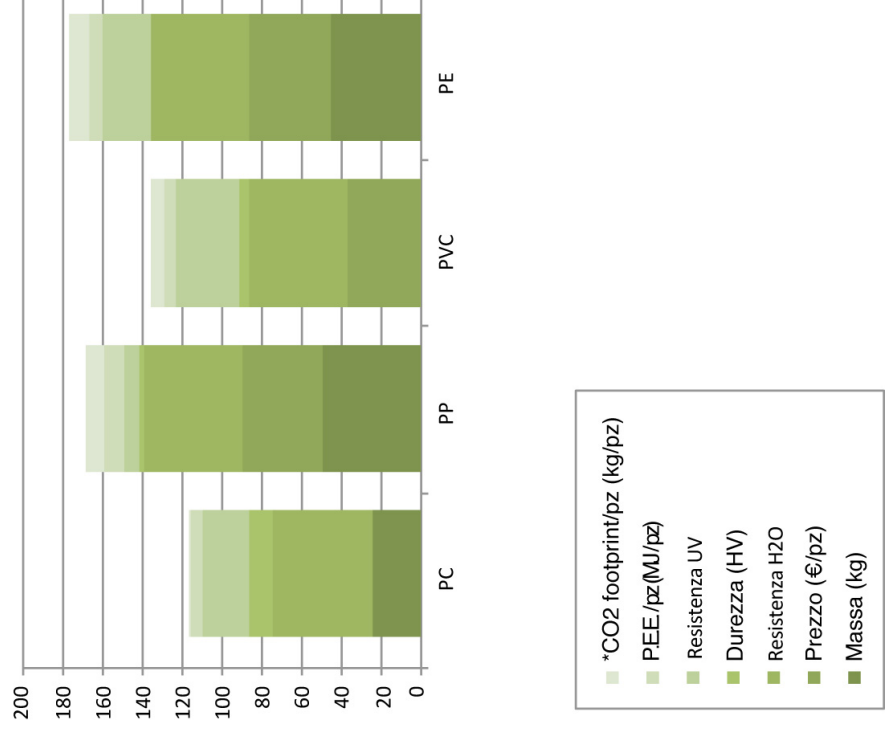
	Punteggio	Massa(Kg)	Punteggio	Prezzo(€/pz)	Punteggio	Resistenza H <sub>2</sub> O	Punteggio	Durezza(HV)	Punteggio	Resist. UV	Punteggio	P.M.E./pz (MJ)	Punteggio	CO <sub>2</sub> footprint./pz (MJ)
Valore ottimo significativo	10	5,4	10	8	10	10	10	27	10	10	10	116	10	11
Soglia ammissibile	0	8,64	0	20	0	0	0	7	0	0	0	14,8	0	39
PC	5	7,02	0	20	10	10	10	19	6	6	6	129,87	0	39,31
PP	10	5,4	10	8	10	10	10	9	2	2	10	115,56	9	14,58
PVC	0	8,64	9	9	10	10	10	12	8	8	6	127,01	7	20,74
PE	9	5,7	10	8	10	10	10	7	6	6	7	124,83	10	11,40

Tab.29 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche della vasca

## RANKING

Peso	Massa(Kg)	Prezzo(€/pz)	Resistenza H <sub>2</sub> O	Durezza(HV)	Resistenza UV	P. M. E. (MJ)	CO <sub>2</sub> footprint/pz
	5	4	5	2	4	1	1
PC	25	0	50	12	24	6	0
PP	50	41	50	2	8	10	9
PVC	0	37	50	5	32	6	7
PE	45	42	50	0	24	7	10

Tab.30 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato della vasca



Il miglior materiale per la realizzazione del componente risulta essere il PE.

Grafico22 Ranking pesato per il vasca



## A.2 STIMA DEI COSTI DI PRODUZIONE

Il processo mira a stimare il costo complessivo del sistema produttivo inerente ai singoli elementi che costituiscono MACRO. La produzione di un componente consuma risorse, ognuna delle quali ha un costo associato (C1, C2, C3, C4), e il suo costo complessivo (Cs) è la somma dei singoli. Di seguito saranno specificate le formule utilizzate nelle tabelle di calcolo.

Per stimare la produzione annuale mi sono basato sulle informazioni relative al mercato Italiano degli ultimi anni. I dati riportati nel capitolo 2.2 mostrano come per l'Italia ci sia stato negli ultimi 5 anni un incremento quasi costante del 10% nell'installazione di piscine fuori terra. Questa percentuale si aggira intorno alle 10000 unità/anno. Questo dato rappresenta il mercato di riferimento ipotetico, nel caso tutte le persone che installano una nuova piscina decidessero di utilizzare MACRO come metodo di depurazione. Non è realistico prendere questo dato come partenza per una stima dei costi, ma è necessario adattarlo al contesto. Viste le considerazioni fatte nella trattazione sulla lenta diffusione nel nostro paese di questa tipologia di piscine, è più realistico ipotizzare che solo una minoritaria parte del mercato deciderà di acquistare MACRO. Ho ipotizzato che questa fascia potrebbe essere in una visione un po' ottimistica (dovuta all'attuale incremento del mercato delle biopiscine) del 30% ovvero 3000 unità l'anno. Considerando che per la piscina minima sono necessari 2 moduli filtranti ho raddoppiato il numero per questo elemento. Per il copri tubo è stato stimato il costo di produzione di un singolo metro lineare e stimata la lunghezza totale dei metri impiegati nell'installazione presente nelle immagini dei capitoli precedenti.

### C1 COSTO DEL MATERIALE

$$C1 = \frac{m \cdot C_m}{1-f}$$

Dati

m	Materiale (Kg)
C <sub>m</sub>	Costo al Kg materiale
f	Sfido

### C2 COSTO DELLE ATREZZATURE

$$C2 = \frac{C_t}{n} \left( \text{Intero} \left( \frac{n}{nt} + 0.51 \right) \right)$$

Dati

C <sub>t</sub>	Tooling Cost (€)
n	Numero pezzi prodotti
nt	Tool life

### C3 COSTO DEGLI IMPIANTI

$$C3 = \frac{1}{n} \left( \frac{C_c}{L_{two}} \right)$$

Dati

C <sub>c</sub>	Capital cost (€)
t <sub>two</sub>	Ammortamento
L	8 ore lavorative x 220 gg
n	Product rate (unit)

### C4 STIMA DEI COSTI GENERALI

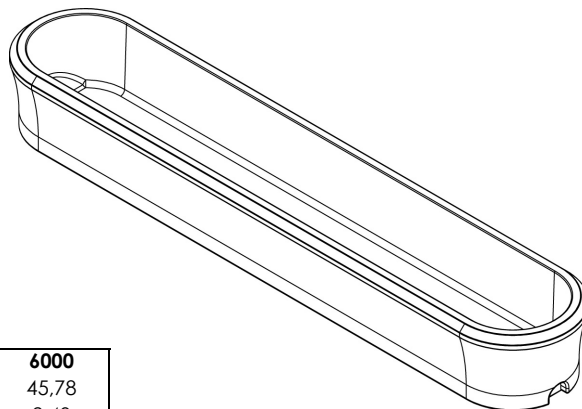
$$C4 = \frac{\dot{C}_{OH}}{n}$$

Dati

p <sub>OH</sub>	Overhead rate (€/hr)
n	Product rate (unit)

### Modulo (rotostampaggio\_PE)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Massa	34,200			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0,014			
C <sub>f</sub>		1170	27600	14385
N <sub>f</sub>		1000	100000	50500
C <sub>c</sub>		1380	13800	7590
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		3	5	4
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	6000
C1	43,70
C2	1,4
C3	0,05
C4	36,33
Cs	81,45

MAX	6000
C1	47,87
C2	5
C3	0
C4	21,80
Cs	74,58

MEDIO	6000
C1	45,78
C2	2,40
C3	0
C4	27,25
Cs	75,65

Tab.31 Stima dei costi di produzione del modulo

### Modulo (verniciatura ad acqua)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Superficie	0,886			
C <sub>m</sub>		2,16	3,6	2,88
f	0,014			
C <sub>f</sub>		0	0	0
N <sub>f</sub>		1	10	5,5
C <sub>c</sub>		10000	100000	55000
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		0,1	30	15,05
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	6000
C1	1,94
C2	0,0
C3	11,36
C4	1090,00
Cs	1103,30

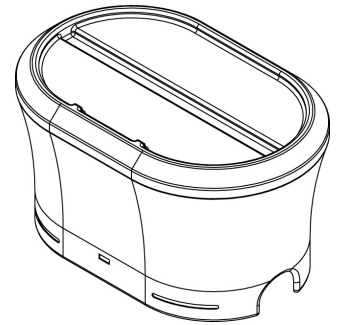
MAX	6000
C1	3,23
C2	0,0
C3	0,38
C4	3,63
Cs	7,25

MEDIO	6000
C1	2,59
C2	0,0
C3	0,42
C4	7,24
Cs	10,25

Tab.32 Stima dei costi di trattamento superficiale del modulo

## Copripompa (rotostampaggio\_PE)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	3,515			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0			
C <sub>f</sub>		1170	27600	14385
N <sub>f</sub>		1000	100000	50500
C <sub>c</sub>		1380	13800	7590
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		3	50	26,5
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	4,43
C2	1,6
C3	0,05
C4	36,33
Cs	<b>42,37</b>

MAX	3000
C1	4,85
C2	9,2
C3	0,03
C4	2,18
Cs	<b>16,26</b>

MEDIO	3000
C1	4,64
C2	4,8
C3	0,03
C4	4,11
Cs	<b>13,58</b>

Tab.33 Stima dei costi di produzione del copripompa

## Seduta (verniciatura ad acqua)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Superficie	0,171			
C <sub>m</sub>		2,16	3,6	2,88
f	0,014			
C <sub>f</sub>		0	0	0
N <sub>f</sub>		1	10	5,5
C <sub>c</sub>		10000	100000	55000
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		0,1	30	15,05
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	3000
C1	0,37
C2	0,0
C3	11,36
C4	1090,00
Cs	<b>1101,74</b>

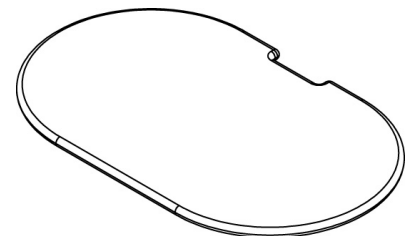
MAX	3000
C1	0,62
C2	0,0
C3	0,38
C4	3,63
Cs	<b>4,64</b>

MEDIO	3000
C1	0,50
C2	0,0
C3	0,42
C4	7,24
Cs	<b>8,16</b>

Tab.34 Stima dei costi di trattamento superficiale del copripompa

## Inserito (compressione\_sughero)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,820			
C <sub>m</sub>		2,01	10	6,005
f	0			
C <sub>f</sub>		3000	9610	6305
N <sub>f</sub>		10000	50000	30000
C <sub>c</sub>		42000	420000	231000
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		120	1200	660
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	1,65
C2	1,0
C3	0,04
C4	0,91
Cs	<b>3,60</b>

MAX	3000
C1	8,20
C2	3,2
C3	0,04
C4	0,09
Cs	<b>11,53</b>

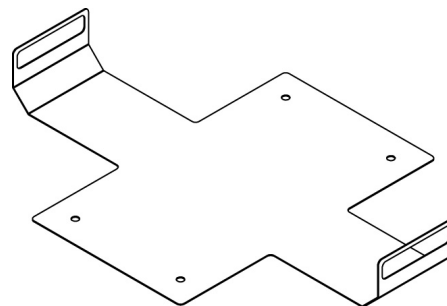
MEDIO	3000
C1	4,92
C2	2,1
C3	0,04
C4	0,17
Cs	<b>7,23</b>

Tab.35 Stima dei costi di produzione dell'inserto in sughero



### Base (taglio laser\_Fe430C)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,793			
C <sub>m</sub>		0,39	0,42	0,405
f	0,029			
C <sub>f</sub>		0	0	0
N <sub>f</sub>		0	0	0
C <sub>c</sub>		0	0	0
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		1785	1785	1785
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	0,32
C2	0,0
C3	0
C4	0,06
Cs	<b>0,38</b>

MAX	3000
C1	0,34
C2	0,0
C3	0
C4	0,06
Cs	<b>0,40</b>

MEDIO	3000
C1	0,33
C2	0,0
C3	0
C4	0,06
Cs	<b>0,39</b>

Tab.36 Stima dei costi di produzione della base (taglio)

### Base (piegatura)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,793			
C <sub>m</sub>		0,39	0,42	0,405
f				
C <sub>f</sub>		1370	27400	14385
N <sub>f</sub>		10000	100000	55000
C <sub>c</sub>		68500	685000	376750
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		30	200	115
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	3000
C1	0,31
C2	0,0
C3	0
C4	3,63
Cs	<b>4,20</b>

MAX	3000
C1	0,33
C2	0,0
C3	0
C4	0,55
Cs	<b>1,27</b>

MEDIO	3000
C1	0,32
C2	0,0
C3	0
C4	0,95
Cs	<b>1,64</b>

Tab.37 Stima dei costi di produzione della base (piegatura)

### Base (zincatura)

Massa	0,793 kg
Prezzo	1,5 €/kg
Prezzo	1,190 €/pz

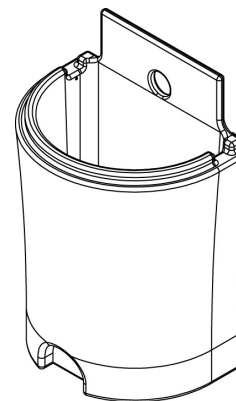
## Vasca (rotostampaggio\_PE)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	5,934			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0,014			
C <sub>f</sub>		1170	27600	14385
N <sub>f</sub>		1000	100000	50500
C <sub>c</sub>		1380	13800	7590
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		3	50	26,5
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	3000
C1	7,58
C2	1,6
C3	0,05
C4	36,33
Cs	<b>45,53</b>

MAX	3000
C1	8,31
C2	4,6
C3	0,03
C4	2,18
Cs	<b>15,12</b>

MEDIO	3000
C1	7,94
C2	2,4
C3	0,03
C4	4,11
Cs	<b>14,49</b>



Tab.38 Stima dei costi di produzione della vasca

## Vasca (verniciatura ad acqua)

	Dati			
	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Superficie	0,090			
C <sub>m</sub>		5	8	6,5
f	0,014			
C <sub>f</sub>		0	0	0
N <sub>f</sub>		1	10	5,5
C <sub>c</sub>		10000	100000	55000
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		0,1	30	15,05
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	3000
C1	0,46
C2	0,0
C3	11,36
C4	1090,00
Cs	<b>1101,82</b>

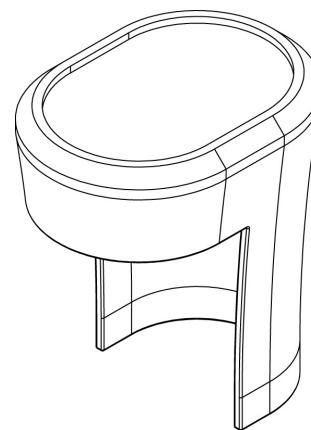
MAX	3000
C1	0,73
C2	0,0
C3	0,38
C4	3,63
Cs	<b>4,74</b>

MEDIO	3000
C1	0,59
C2	0,0
C3	0,42
C4	7,24
Cs	<b>8,25</b>

Tab.39 Stima dei costi di trattamento superficiale della vasca

### Coperchio (rotostampaggio\_PE)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Massa	3,960			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0			
C <sub>t</sub>		1170	27600	14385
N <sub>t</sub>		1000	100000	50500
C <sub>c</sub>		1380	13800	7590
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		3	50	26,5
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	4,99
C2	2,7
C3	0,05
C4	36,33
Cs	44,11

MAX	3000
C1	5,46
C2	9,2
C3	0,03
C4	2,18
Cs	16,88

MEDIO	3000
C1	5,23
C2	4,8
C3	0,03
C4	4,11
Cs	14,17

Tab.40 Stima dei costi di produzione del cappello

### Coperchio (verniciatura ad acqua)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Superficie	0,093			
C <sub>m</sub>		2,16	3,6	2,88
f	0,014			
C <sub>t</sub>		0	0	0
N <sub>t</sub>		1	10	5,5
C <sub>c</sub>		10000	100000	55000
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		0,1	30	15,05
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	3000
C1	0,20
C2	0,0
C3	11,36
C4	1090,00
Cs	1101,57

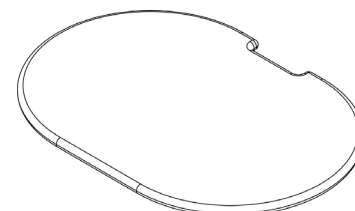
MAX	3000
C1	0,34
C2	0,0
C3	0,38
C4	3,63
Cs	4,35

MEDIO	3000
C1	0,27
C2	0,0
C3	0,42
C4	7,24
Cs	7,93

Tab.41 Stima dei costi di trattamento superficiale del cappello

### Inserto (compressione\_sughero)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,670			
C <sub>m</sub>		2,01	10	6,005
f	0			
C <sub>t</sub>		3000	9610	6305
N <sub>t</sub>		10000	50000	30000
C <sub>c</sub>		42000	420000	231000
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		120	1200	660
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	1,35
C2	1,0
C3	0,04
C4	0,91
Cs	3,29

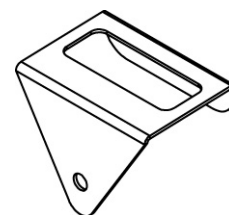
MAX	3000
C1	6,70
C2	3,2
C3	0,04
C4	0,09
Cs	10,03

MEDIO	3000
C1	4,02
C2	2,1
C3	0,04
C4	0,17
Cs	6,33

Tab.42 Stima dei costi di produzione dell'inserto in sughero per il cappello

### Sede pulsante (Taglio laser \_Fe430C)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,016			
C <sub>m</sub>		0,39	0,42	0,405
f	0,0047			
C <sub>t</sub>		0	0	0
N <sub>t</sub>		0	0	0
C <sub>c</sub>		0	0	0
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		1785	1785	1785
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	0,01
C2	0,0
C3	0
C4	0,06
Cs	0,07

MAX	3000
C1	0,01
C2	0,0
C3	0
C4	0,06
Cs	0,07

MEDIO	3000
C1	0,01
C2	0,0
C3	0
C4	0,06
Cs	0,07

Tab.43 Stima dei costi di produzione del cappello

### Sede pulsante (Piegatura)

	Singolo	Dati		
		Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,016			
C <sub>m</sub>		0,39	0,42	0,405
f				
C <sub>t</sub>		1370	27400	14385
N <sub>t</sub>		10000	100000	55000
C <sub>c</sub>		68500	685000	376750
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		30	200	115
C <sub>oh</sub>	109			

MIN	3000
C1	0,01
C2	0,0
C3	0
C4	3,63
Cs	3,90

MAX	3000
C1	0,01
C2	0,0
C3	0
C4	0,55
Cs	0,94

MEDIO	3000
C1	0,01
C2	0,0
C3	0
C4	0,95
Cs	1,33

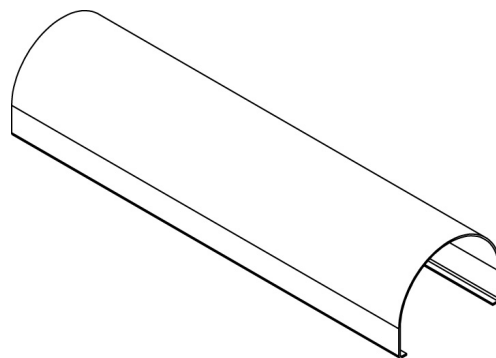
Tab.44 Stima dei costi di trattamento superficiale del cappello

### Sede pulsante (zincatura)

Massa	0,016 kg
Prezzo	1,5 €/kg
Prezzo	0,024 €/pz

## Copritubo (estrazione\_PE)

Dati	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,600			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0			
C <sub>t</sub>		601	3000	1800,5
N <sub>t</sub>		10000	100000	55000
C <sub>c</sub>		60100	450000	255050
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		60	3300	1680
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	12000
C1	0,76
C2	0,1
C3	0,11
C4	1,82
Cs	<b>2,79</b>

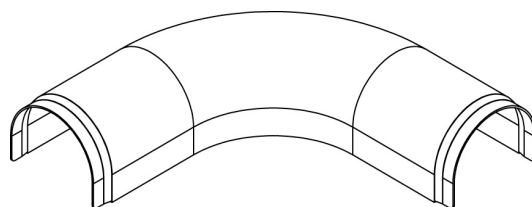
MAX	12000
C1	0,83
C2	0,3
C3	0,02
C4	0,03
Cs	<b>1,13</b>

MEDIO	12000
C1	0,79
C2	0,2
C3	0,02
C4	0,06
Cs	<b>1,02</b>

Tab.45 Stima dei costi di produzione del copritubo

## Curva copritubo 90° (stampaggio a iniezione\_PE)

Dati	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,281			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0			
C <sub>t</sub>		2763	69000	35881,5
N <sub>t</sub>		10000	1000000	505000
C <sub>c</sub>		27600	621000	324300
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		60	3300	1680
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	0,35
C2	0,9
C3	0,05
C4	1,82
Cs	<b>3,14</b>

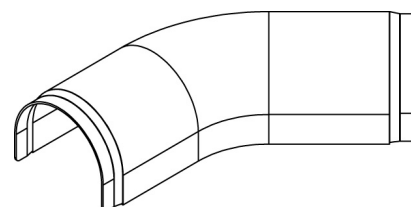
MAX	3000
C1	0,39
C2	23,0
C3	0,02
C4	0,03
Cs	<b>23,44</b>

MEDIO	3000
C1	0,37
C2	12,0
C3	0,02
C4	0,06
Cs	<b>12,42</b>

Tab.46 Stima dei costi di produzione della curva copritubo a 90°

## Curva copritubo 45° (stampaggio a iniezione\_PE)

Dati	Singolo	Minimo	Massimo	Medio
Massa	0,209			
C <sub>m</sub>		1,26	1,38	1,32
f	0			
C <sub>t</sub>		2763	69000	35881,5
N <sub>t</sub>		10000	1000000	5005000
C <sub>c</sub>		27600	621000	324300
T <sub>wo</sub>	5			
L	1760			
n		60	3000	1530
C <sub>oh</sub>	109			



MIN	3000
C1	0,26
C2	0,9
C3	0,05
C4	1,82
Cs	<b>3,05</b>

MAX	3000
C1	0,29
C2	23,0
C3	0,02
C4	0,04
Cs	<b>23,35</b>

MEDIO	3000
C1	0,28
C2	12,0
C3	0,02
C4	0,07
Cs	<b>12,33</b>

Tab.47 Stima dei costi di produzione della curva copritubo a 45°

La tabella dei costi totali (stimati per l'installazione minima) mostra come le componenti buy abbiano una forte incisione sul prezzo totale. I prezzi sono indicativi e posso variare in base al fornitore scelto, soprattutto la pompa a portata regolabile rappresenta circa il 22,3% dell'intero investimento, ma come già citato l'elevato prezzo d'acquisto è giustificato dai bassissimi consumi energetici in fase di utilizzo. La pompa scelta è da considerare la scelta migliore, ma è possibile impiegare anche pompe a portata costante che si trovano sul mercato a un prezzo molto inferiore. Scegliere una pompa non regolabile porterebbe la sua incisione sul prezzo totale al 6,4%, una percentuale probabilmente più accettabile in fase d'acquisto.

La piscina di riferimento di 6x3 m prodotta dall'azienda waterline è il modello meno costoso in tubolare d'acciaio e pvc; gli altri modelli in legno o in lamiera costano mediamente di più, in base ai produttori. Più della metà del costo complessivo (57,5%) è dovuto all'acquisto di quest'ultima.

Per quanto riguarda il sistema ho volutamente realizzato pochi elementi, semplici, che costassero poco in fase di produzione e quindi al cliente finale. L'incidenza è dell'ordine di pochi punti percentuali, precisamente il 6%.

<b>Made</b>	<b>€/unità</b>	<b>unità</b>	<b>u.m.</b>	<b>€/tot</b>
Modulo	85,89	2	pz	171,8
Copritubo	1,02	3	m	3,1
Curva copritubo 90°	12,42	2	pz	24,8
Curva copritubo 45°	12,33	0	pz	0,0
Copripompa	32,19	1	pz	32,2
Modulo Imp.	52,21	1	pz	52,2
<b>TOT.</b>				<b>284,1 €</b>

<b>Buy</b>	<b>€/unità</b>	<b>unità</b>	<b>u.m.</b>	<b>€/tot</b>
Piscina BRAZIL	2700	1	pz	2700
Tubo Barriflex CDS	7,50	15	m	112,5
Tubo rigido PVC	5,00	0,5	m	2,5
Filtro di fondo	5,5	4	pz	22,0
Valvola troppo pieno	150	1	pz	150,0
Manicotto misto	3,48	5	pz	17,4
Raccordo T	3,92	2	pz	7,8
Guarnizione	0,70	4	pz	2,8
Adaptor misto	1,70	4	pz	6,8
Valvola sfera	15,93	1	pz	15,9
Gomito 90 misto	5,21	3	pz	15,6
Collari	2,32	2	pz	4,6
Pompa	1046	1	pz	1046,0
Substrato	0,20	630	kg	126,0
Piante	6,00	30	pz	180,0
<b>TOT.</b>				<b>4410,0 €</b>
<b>Costo TOT.</b>				<b>4694,1 €</b>

Tab.48 Stima dei costi totali del sistema



## A.3 CALCOLO DELL'EVAPORAZIONE D'ACQUA GIORNALIERA

### Dati Fissi

Viscosità dell'aria  
 $\nu_{(25^\circ\text{C})} = 0,00001614$   
 $\nu_{(21,5^\circ\text{C})} = 0,00001583$

Coefficiente  
 $D_{AB} = 0,000026$

Pressione di vaporizzazione pelo libero  
 $P_{vp} = 2085 \text{ Pa}$

Pressione di vaporizzazione ambiente  
 $P_{va} = 1584,5 \text{ Pa}$

Costante universale dei gas  
 $R_g = 8314$

Costante  
 $\mu = 18 \text{ kg/kmol}$

### Temperatura

$T_a = 25 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 298 \text{ K}$   
 $T_{vasca} = 18 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 291 \text{ K}$   
 $T_m = 21,5 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 294,5 \text{ K}$

### Calcoli

Numero di Reynolds  
 $Re = 758054,3$

$$Re = \frac{v \cdot l}{\nu_{(21,5^\circ\text{C})}}$$

$Sc = 0,6$

$$Sc = \frac{\nu_{(21,5^\circ\text{C})}}{D_{AB}}$$

Numero di Sherwood  
 $Sh_L = 852,64$

$$Sh_L = (0,037 \cdot Re^{4/5} - 871) \cdot Sc^{1/3}$$

coefficiente di scambio di materia  
 $hm = 0,003694789 \text{ m/s}$

$$hm = \frac{D_{AB} \cdot Sh_L}{l}$$

### Massa evaporata

$M_{ev} = 0,00027 \text{ kg/s}$   
 $M_{ev} = 23 \text{ Kg/giorno}$   
 $M_{ev} = 0,023 \text{ m}^3/\text{giorno}$

$$M_{ev} = hm \cdot (b \cdot l) \cdot \left[ \left( \frac{P_{vp}}{Re \cdot \left( \frac{T_{vasca}}{\mu} \right)} \right) - \left( \frac{P_{va}}{Re \cdot \left( \frac{T_a}{\mu} \right)} \right) \right]$$





## INDICE DELLE FIGURE

Fig.1 Grande Bagno a Mohenjo-daro in Pakistan	15
Fig.2 Una raffigurazione storica dei bagni di Diana	15
Fig.3 I 4 modelli di piscine sul mercato	19
Fig.4 un modello di robot automatico	24
Fig.5 un modello di aspirafango	24
Fig.6 elementi standard di un impianto di circolazione dell'acqua	26
Fig.7 Un modello di filtro a cartuccia	27
Fig.8 Un modello di filtro a sabbia	27
Fig.9 Mappa delle bio-piscine pubbliche in Italia	52
Fig.10 Un esempio di fitodepurazione a flusso libero	60
Fig.11 Schema di un impianto di fitodepurazione SFS-h	61
Fig.12 Schema di un impianto SFS-v	61
Fig.13 Alcuni esemplari di typha-minima	62
Fig.14 Alcuni esemplari di phragmites-australis	62
Fig.15 Conversione di una piscina tradizionale (sx) in biopiscina (dx)	68
Fig.16 Piscina BRAZIL (3 x 6 x 1,25 m) Waterline	70
Fig.17 Alcuni tipi di giardini privati	71
Fig.18 Piscina BRAZIL (3 x 6 x 1,25 m) Waterline attrezzata con MACRO	72
Fig.19 I 3 elementi del sistema	73
Fig.20 Schema del percorso del flusso d'acqua nel sistema	73
Fig.21 Studio della forma	74
Fig.22 Studio del profilo esterno in funzione del contesto	74
Fig.23 Confronto tra la forma esterna e la geometria interna	75
Fig.24 il sistema in relazione con la figura umana	75
Fig.25 le funzioni secondarie del metodo MACRO SYSTEM	76
Fig.26 La vasca	77
Fig.27 Schema dei vari livelli dell'acqua nel sistema	78
Fig.28 Funzionamento della valvola di troppo pieno	78
Fig.29 Il cappello	79
Fig.30 Operazioni di apertura del cappello	79
Fig.31 Meccanismo di fissaggio del cappello	80
Fig.32 Dettaglio della fessura per il passaggio delle tubazioni	80
Fig.33 Usi alternativi del modulo START	80
Fig.34 Dettaglio dell'inserito in sughero	81
Fig.35 Arredi in sughero designed by da Jasper Morrison	81
Fig. 36 Cork Stool, Jasper Morrison Mooi 2002	81
Fig.37 Schema di ipotesi degli stampi per la vasca	82
Fig.38 Schema di ipotesi degli stampi per il cappello	83
Fig.39 Sezione del modulo con le altezze del substrato e dell'acqua	84
Fig.40 Dettaglio della sezione del modulo	85
Fig.41 Lapillo vulcanico all'interno di una zona rigenerativa	85
Fig.42 La zeolite	85
Fig.43 Alcune specie di macrofite	86
Fig.44 Dettaglio della valvola di fondo nel modulo	87
Fig.45 Schema di ipotesi degli stampi per il modulo	88
Fig.46 Il modulo END per la copertura della pompa	89
Fig.47 Dettaglio del fissaggio della scocca alla piastra	89
Fig.48 Dettaglio delle feriotie per il ricircolo dell'aria	90
Fig.49 La pompa elettrica con le tubazioni in ingresso e uscita.	91
Fig.50 Funzioni secondarie dell'elemento END	91
Fig.51 Schema di ipotesi degli stampi per l'elemento END	92
Fig.52 I 3 elementi copritubo	93
Fig.53 Dettaglio dell'inserimento del copritubo della sede	93



# INDICE DELLE TABELLE

Tab.1 Caratteristiche dei diversi tipi di piscine a confronto	20
Tab.2 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali, per il confronto delle piscine	21
Tab.3 Scadenziario delle operazioni di manutenzione per la piscina tradizionale	25
Tab.4 Caratteristiche dei 5 tipi di filtri	27
Tab.5 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali, per il confronto dei filtri	28
Tab.6 Caratteristiche dei diversi metodi di disinfezione delle acque	29
Tab.7 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali, per il confronto dei trattamenti chimici	30
Tab.8 Risultati del questionario sulla manutenzione delle piscine private	30-44
Tab.9 Le caratteristiche delle 5 tipologie di biopiscine	51
Tab.10 Parametri igienico-microbiologici nelle varie normative europee	57
Tab.11 Caratteristiche della 5^ tipologia costruttiva di biopiscina	69
Tab.12 Caratteristiche dei diversi tipi di piscine a confronto con il "nuovo modello" realizzabile	94
Tab.13 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche fondamentali del "nuovo modello"	95
Tab.14 Proprietà richieste per la selezione dei materiali del modulo	A3
Tab.15 Calcolo dello spessore delle pareti laterali e dei valori per il ranking finale del modulo	A4
Tab.16 Calcolo dello spessore della parete di fondo e dei valori per il ranking finale del modulo	A5
Tab.17 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche del modulo	A6
Tab.18 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato del modulo	A6
Tab.19 Proprietà richieste per la selezione dei materiali del copritubo	A7
Tab.20 Calcolo dello spessore e dei valori per il ranking finale del copritubo	A8
Tab.21 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche del copritubo	A9
Tab.22 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato del copritubo	A9
Tab.23 Proprietà richieste per la selezione dei materiali del copripompa	A10
Tab.24 Calcolo dello spessore della parete laterale e dei valori per il ranking finale del copripompa	A11
Tab.25 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche del copripompa	A12
Tab.26 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato del copripompa	A12
Tab.27 Proprietà richieste per la selezione dei materiali della vasca	A13
Tab.28 Calcolo dello spessore della parete laterale e dei valori per il ranking finale della vasca	A14
Tab.29 Assegnazione dei punteggi alle caratteristiche della vasca	A15
Tab.30 Assegnazione dei pesi ai punteggi per il ranking pesato della vasca	A15
Tab.31 Stima dei costi di produzione del modulo	A18
Tab.32 Stima dei costi di trattamento superficiale del modulo	A18
Tab.33 Stima dei costi di produzione del copripompa	A19
Tab.34 Stima dei costi di trattamento superficiale del copripompa	A19
Tab.35 Stima dei costi di produzione dell'inserto in sughero	A19
Tab.36 Stima dei costi di produzione della base (taglio)	A20
Tab.37 Stima dei costi di produzione della base (piegatura)	A20
Tab.38 Stima dei costi di produzione della vasca	A21
Tab.39 Stima dei costi di trattamento superficiale della vasca	A21
Tab.40 Stima dei costi di produzione del cappello	A22
Tab.41 Stima dei costi di trattamento superficiale del cappello	A22
Tab.42 Stima dei costi di produzione dell'inserto in sughero per il cappello	A22
Tab.43 Stima dei costi di produzione del cappello	A23
Tab.44 Stima dei costi di trattamento superficiale del cappello	A23
Tab.45 Stima dei costi di produzione del copritubo	A24
Tab.46 Stima dei costi di produzione della curva copritubo a 90°	A24
Tab.47 Stima dei costi di produzione della curva copritubo a 45°	A24
Tab.48 Stima dei costi totali del sistema	A25



## INDICE DEI GRAFICI

Grafico1	Evoluzione del mercato delle piscine in Italia	17
Grafico2	Ripartizione del mercato Europe delle piscine	17
Grafico3	Comparazione tra i modelli di piscina	21
Grafico4	Confronto tra i tipi di filtri presenti sul mercato	28
Grafico5	Confronto tra i metodi di disinfezione delle acque	31
Grafico6	Età dei partecipanti	34
Grafico7	Sesso dei partecipanti al questionario	34
Grafico8	Professione dei partecipanti al questionario	34
Grafico9	Tipologia di abitazione del campione intervistato	35
Grafico10	Tipologia di piscina posseduta dal campione	35
Grafico11	Utilizzo praticato dagli utenti	35
Grafico12	Periodo di utilizzo della piscina da parte del campione	35
Grafico13	Tipologia di filtro posseduto dai partecipanti al questionario	36
Grafico14	Lavori di manutenzione sul filtro effettuata dagli utenti del questionario	36
Grafico15	Tipologia di disinfettante impiegato dagli utenti del questionario	37
Grafico16	Periodo di inserimento del disinfettante nella piscina effettuato dal campione intervistato	37
Grafico17	Periodo di rinnovamento toale dell'acqua del bacino da parte degli utenti intervistati	38
Grafico18	Confronto tra la nuova piscina realizzata con il sistema depurante e gli altri modelli sul mercato	95
Grafico19	Ranking pesato per il modulo	A6
Grafico20	Ranking pesato per il copritubo	A9
Grafico21	Ranking pesato per il copripompa	A12
Grafico22	Ranking pesato per il vasca	A14



# BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

## Piscine

Bartolucci, Emanuela, Progettare la piscina: pianificazione, tipologia, tecnologie e normative, Allinea, Firenze 1999

Crespi, Roberto, Una piscina sul Naviglio, Tesi di laurea della facoltà di Architettura del Politecnico di Milano 1996

Levick, Melba, Reflection of the pool: California designs for swimming, Rizzoli International, New York 1997

Mastrangelo, Antonio (a cura di), Gestire una piscina, conduzione, manutenzione, amministrazione e costi, Il Campo, Bologna 1992

Moretti, Marco e Ruggeri, Giovanni, Aspetti strutturali e tecnologici del progetto di una piscina in acciaio e vetro, Tesi di laurea della facoltà di Architettura del Politecnico di Milano 1998/99

Haike Faldenber e Herausgegeben Von Haike Falkenberg , Pool design, Te Neues Publishing Company, 2006

<http://www.sportindustry.com/site/Home/SportFitness/Mercatoimpiantisticasportiva/articolo1006787.html>

<http://www.concessionaricastiglione.it/grafico.asp>

<http://www.article-marketing.eu/economia-e-lavoro/la-piscina-privata-in-italia-non-sente-la-crisi.html>

<http://www.forumpiscine.it/site/Home/Com/News/articolo5762.html>

<http://www.piscineitalia.it/>

<http://www.divisionepiscine.com/>

<http://www.poolitalia.com/>

<http://www.bsvillage.com/>

<http://www.ladivinapiscina.it/Piscine-Fuori-Terra/>

<http://www.intexitalia.com/piscine>

<http://www.piscinelaghetto.com/it/>

<http://www.zodiac-poolcare.it/>

<http://www.technypools.com/>

<http://www.busatta.it/>

<http://www.marpiscine.it/>

<http://www.polimpianti.it/>

<http://www.fire-italia.it/caricapagine.asp?target=forum/piscine.asp>

<http://www.biodesignpools.com/>



<http://www.sportindustry.com/site/Home/News/articolo1006463.html>

<http://www.euraqua.it/default.asp>

Mascheroni, Giuseppe, Consigli e progetti dell'architetto per le piscine, De Vecchi, Milano 1999

Mottura, Giovanna et alii, L'architettura dell'acqua: fontane, giochi d'acqua, piscine private, centri termali e fitness, Maggioli, Santarcangelo di Romagna 2008

Prola, Rossana e Rapizzi, Valter, La manutenzione delle piscine pubbliche e private, Dario Flaccovio Editore s.r.l., 2011

Prola, Rossana (a cura di), Piscine guida alla progettazione, costruzione e manutenzione, Dario Flaccovio Editore s.r.l., 2011

Romitti, Ines, L'acqua nel giardino: fontane, piscine, laghi, vasche e giochi d'acqua nel giardino contemporaneo, Allinea, Firenze 2000

### **Biopiscine**

Lajo, Mauro e Paul Luther, Biopiscine: progettazione ed esecuzione, Sistemi editoriali, Napoli 2007

Vegini, Maurizio e Claudio, Vegini, La piscina naturale, Sistemi editoriali (Architettura sostenibile), Napoli 2011

Werner, Anja, La piscina biologica e il giardino naturale, Il Campo, Bologna 2003

### **Trattamento dell'acqua**

ETA BETA, innovazione e sostenibilità nelle aree produttive, scheda n° 5, Tecnologie ambientali per le Apea

Goglio, Carlo, Impianti di trattamento dell'acqua per piscine, Masson, Milano 1996

<http://www.lenntech.it/disinfezione-acqua/disinfettanti-cloro.htm>

<http://www.aqua.it/prodotti.asp#>

<http://www.rinnovabili.it/greenbuilding/fitodepurazione-piscina-svizzera-herzong-demeuron-545/>

<http://fitodepurazione.blogspot.it/2012/10/ad-anversa-la-piscina-galleggiante.html>

<http://www.archiproducts.com/it/prodotti/71189/sistemi-fitodepurazione-a-flusso-sub-superficiale-verticale-impianto-di-fitodepurazione-gazebo.html>

Piturza, M. e S., Franceschini, Igiene in piscina, Il Campo, Bologna 1982

Vismara, Renato, Depurazione biologica: teoria e processi, Hoepli, Milano 1998

### **Normative**

“Disciplina interregionale delle piscine”, 2004 - In attuazione dell'Accordo Stato - Regioni e Province Autonome del 16 gennaio 2003 (G.U. n.51 del 3 marzo 2003)

<http://www.latuapiscina.it/Leggi-e-Regolamenti/piscine-private-e-norma-uni-10637.html>;

[http://www.infoimpianti.it/temi/Normativa\\_e\\_Tecnica/articoli/Normativa\\_in\\_materia\\_di\\_piscine\\_a\\_uso\\_familiare.aspx](http://www.infoimpianti.it/temi/Normativa_e_Tecnica/articoli/Normativa_in_materia_di_piscine_a_uso_familiare.aspx);

ISPESL, Quaderni la salute e la sicurezza: le piscine, 2005

Regolamenti comunali relativi all'installazione di strutture precarie

Vegini, Maurizio, "Acqua senza regole", in ACER, vol. VI pag 67-70, 2007

“La biopiscina infatti, per quanto potranno evolvere le conoscenze scientifiche e gli impianti tecnici di supporto, non sarà mai un bacino morto (e quindi facilmente controllabile) come una piscina chimica, ma una *living machine*, un sistema in cui, cioè, la tecnica, la natura e l'uomo interagiscono in costante movimento” (Lajo, 2007 ).

