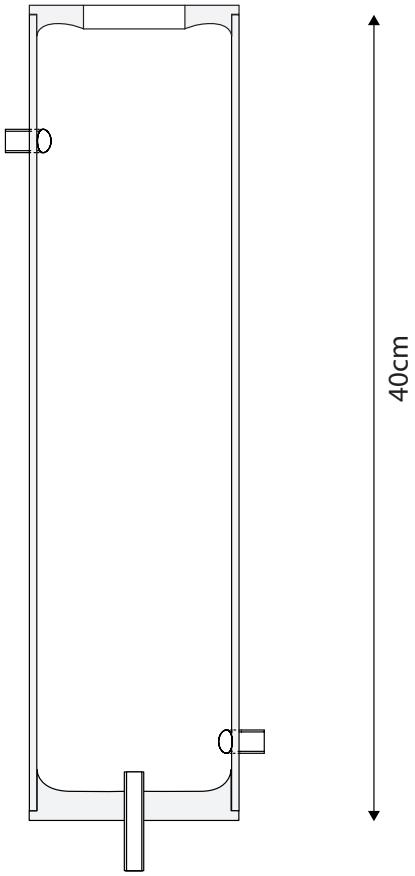
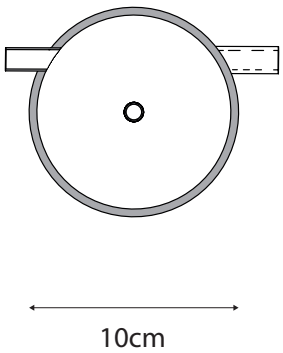




Prototipo realizzato per eseguire le sperimentazioni sulla Vortex Technology (Centripete)

VORTEX TECHNOLOGY

Se la filtrazione dell'acqua mediante il fenomeno dell'exclusion zone può essere considerata un trattamento di affinamento dell'acqua destinata al consumo umano al punto di utilizzo (POU), la vortex technology mira a considerare gli aspetti più generali legati alla movimentazione e ai trattamenti primari dell'acqua per uso domestico.

Per approfondire questi aspetti legati al movimento autentico dell'acqua e all'utilizzo del vortice come sistema di trattamento alternativo delle acque, è stata avviata una collaborazione con l'istituto L'Institute of Ecological Technology (IET) di Malmo che, negli anni, ha ripreso e approfondito molti degli studi condotti sui vortici da Schauberger, riuscendo a definire con maggior precisione le dinamiche e le regole alla base della vortex technology.

Di seguito si riportano alcune delle conclusioni delle ricerche effettuate dal gruppo di Malmo utili all'utilizzo della vortex technology per i sistemi alternativi del trattamento delle acque.

In particolare i dispositivi messi a punto dal laboratorio dello IET si basano su due modalità di generazione del vortice:

1) Mediante una forza esterna: il flusso d'acqua viene accelerato lungo una superficie curvilinea che induce la creazione del vortice.

2) Auto-organizzazione interna: attraverso la creazione di una depressione dal basso il flusso si organizza in un vortice.

Nel secondo caso non si deve costringere il flusso in particolari geometrie o attraverso propeller meccanici, ma è necessario creare le giuste condizioni affinché il flusso si organizzi in un nuovo stato di equilibrio costituito dal movimento vorticoso.

Generalmente in natura i flussi che circolano intorno ad un punto possono essere racchiusi in due gruppi (Lugt , 1983):

Forced vortex
In un vortice forzato la massa d'acqua ruota rigidamente, come in una centrifuga.

Il regime del forced vortex corrisponde ad un corpo solido con movimento angolare intorno al proprio asse. In questo caso le particelle mantengono la loro posizione relativa come nel caso di un corpo rigido e la velocità tangenziale lungo una curva può essere espressa come il prodotto del raggio per la velocità angolare:

$$U = \omega r$$

dove ω è la velocità angolare.

Free vortex
Un vortice libero appare quando l'acqua è in grado di auto-organizzarsi (es, all'uscita di un contenitore, in un tornado, etc.).

In un vortice libero la velocità angolare del flusso varia con il raggio e aumenta verso il centro (Lamb, 1945; Shapiro, 1959; Lugt, 1983; Ogawa, 1993).

Il vortice libero espresso dalla formula $\omega = k / r^2$ è un'idealizzazione e non esiste in natura.
Tendenzialmente è costituito da una fase libera all'esterno e una fase forzata all'interno in cui l'acqua ruota in maniera rigida.

Partendo da queste considerazioni è stato realizzato un **prototipo in grado di generare un vortice** con cui è stato possibile eseguire una serie di test per analizzare l'efficacia della separazione di solidi sospesi e gli eventuali effetti del movimento sulla qualità dell'acqua.

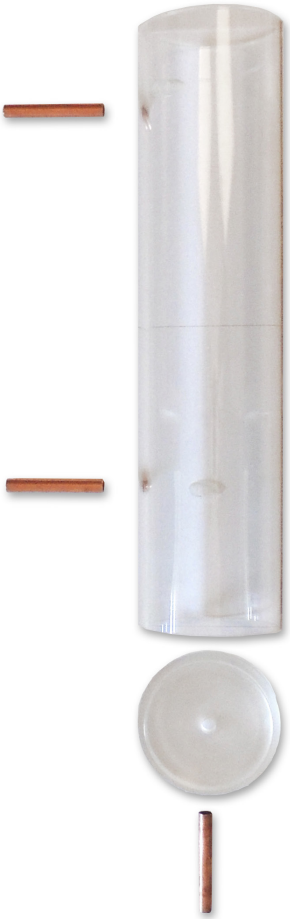
Le geometrie del prototipo sono state ispirate da uno dei dispositivi disegnati presso l'IET, il centripete, costituito da un semplice tubo in polimetilmetacrilato posto in verticale (lunghezza 400 mm, diametro 100 mm), al cui interno è stata creata la camera per generare il vortice.

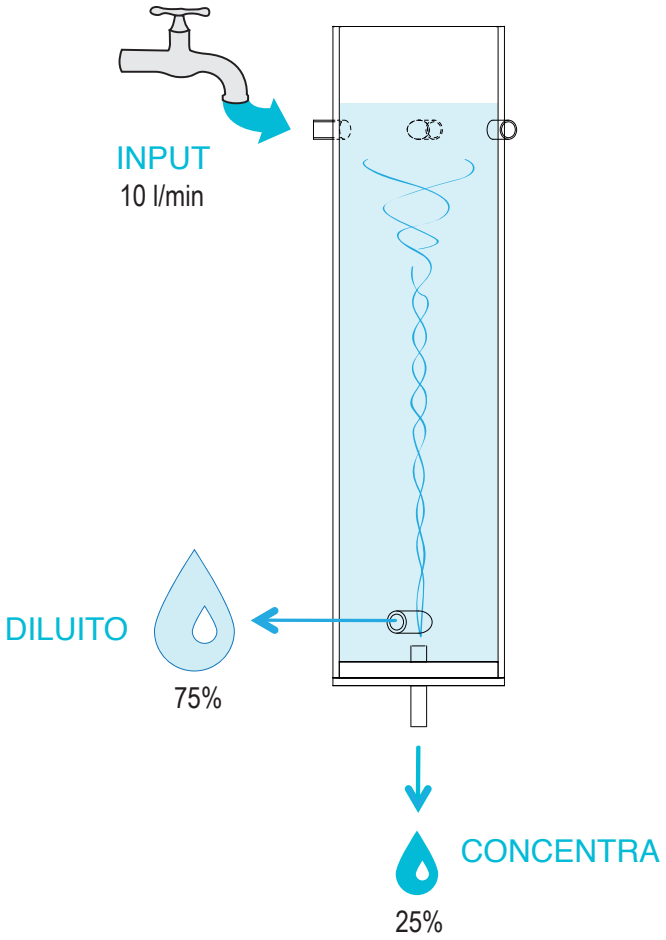
La parte inferiore del tubo è stata chiusa con un disco al cui centro è

stato eseguito un foro per accogliere l'estrattore in ottone di diametro di 10mm.
Un secondo estrattore in ottone da cui far uscire l'acqua "periferica" è stato realizzato a 20 mm dalla base sul tubo principale con un angolo di circa 35° rispetto alla parete.

Per consentire l'ingresso dell'acqua in maniera tangenziale, è stato inserito sulla parte superiore del tubo, un secondo tubo in ottone da 10 mm con angolo di circa 35° rispetto alla parete.

Schema di funzionamento del dispositivo progettato per eseguire i test (Centripete





Il dispositivo collegato al rubinetto del laboratorio permette all'acqua di generare un vortice all'interno del tubo principale che cambia in funzione della portata e quindi della velocità del flusso in ingresso.

Separazione dei solidi sospesi

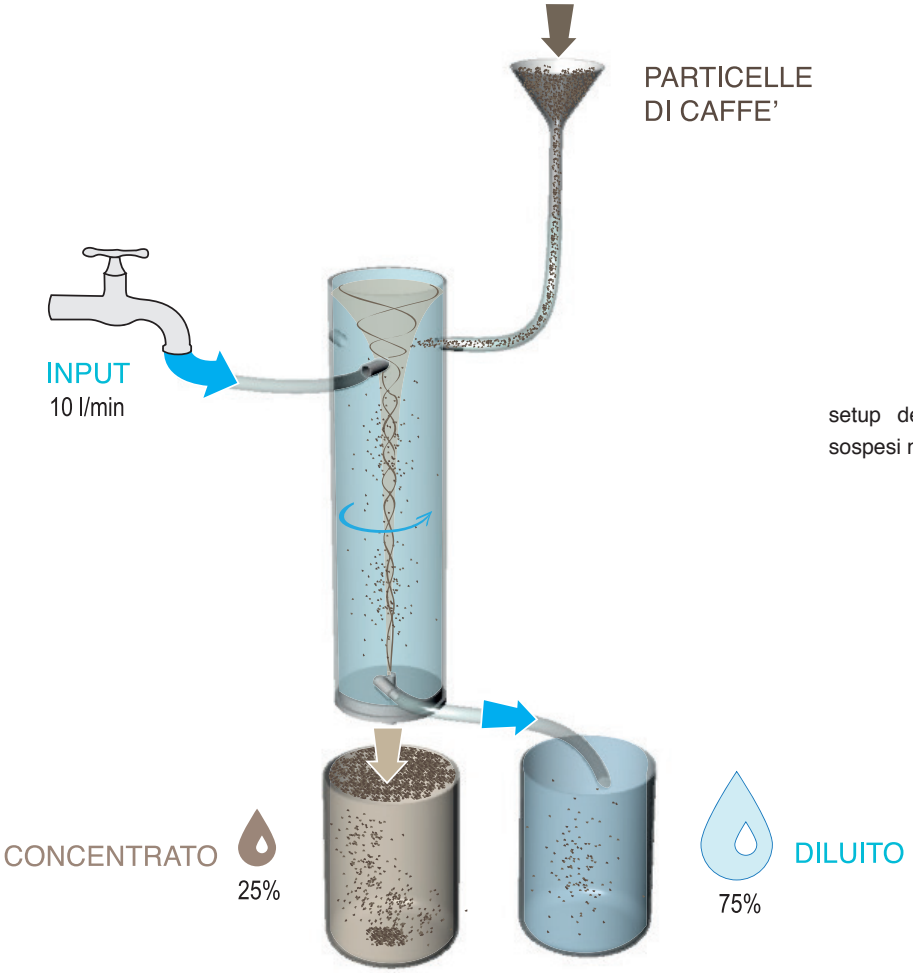
Il dispositivo è stato testato per verificare la separazione dei solidi sospesi dalla fase acquosa.

Come tracciante sono stati utilizzati del caffè in polvere di varie granulometrie, dell'argilla e dell'inchiostro.

Le particelle solide sono state inserite in sospensione applicando un secondo foro di ingresso collegato alla soluzione acquosa contenente le particelle. In questo modo è stato possibile miscelare in ingresso l'acqua proveniente dal rubinetto e la soluzione con le particelle solide.

Le particelle entrate nella camera del vortice vengono concentrate verso il centro dalla forza centripeta e quindi fuoriescono dal foro posto sul fondo.

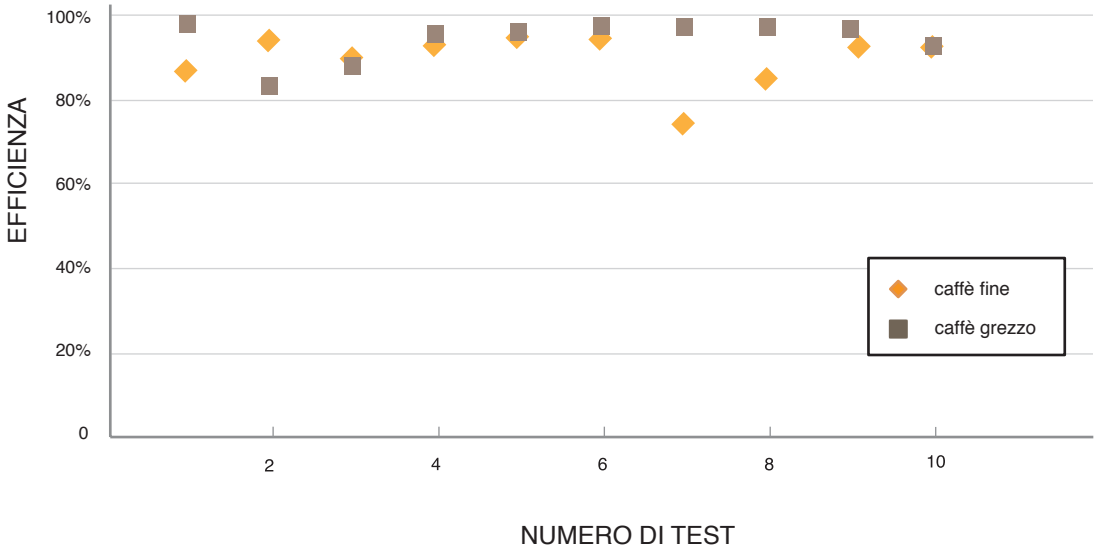
L'acqua collezionata alla periferia contiene una quantità relativamente bassa di solidi sospesi totali.



setup del test di separazione dei solidi sospesi mediante vortice

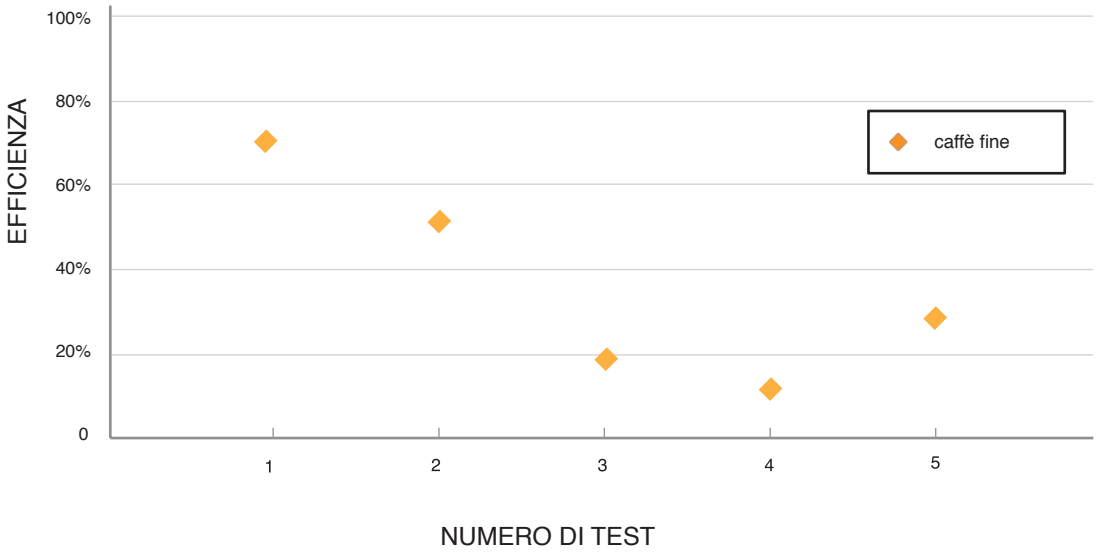
In seguito ad una fase di set up iniziale utile a individuare le variabili determinanti per la generazione del vortice, il sistema è stato impostato in modo tale che la portata in ingresso fosse di circa 10 l/min, il flusso in uscita di 2,4 l/min dal foro sul fondo (frazione concentrata) e 7,6 l/min dal foro periferico (frazione diluita).

Efficienza di separazione solidi sospesi (< 0,8 g/cm³)



Efficienza di separazione dei solidi sospesi con densità inferiore a 0,8 g/cm³

Efficienza di separazione solidi sospesi (> 0,8 g/cm³)

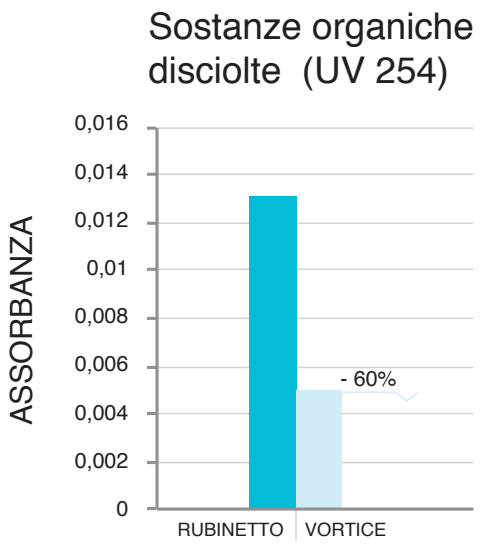


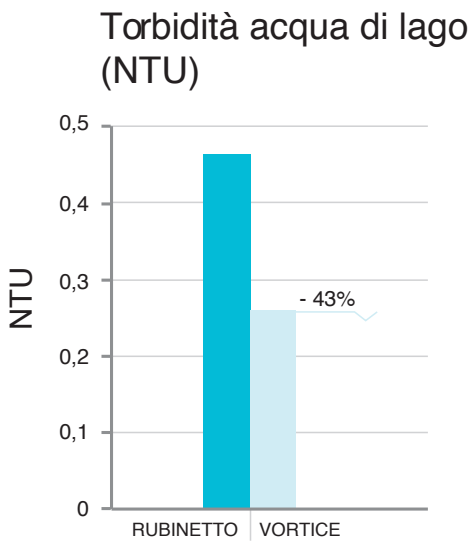
Efficienza di separazione dei solidi sospesi con densità superiore a 0,8 g/cm³

Su questa impostazione sono state effettuate numerose prove per valutare l'efficienza di separazione del sistema.
Le due frazioni di acqua (concentrata e diluita) raccolte dopo 20 secondi dall'avvio del sistema sono state quindi analizzate valutando il contenuto di solidi sospesi totali.
In seguito ad una filtrazione rapida mediante carta da filtro 90 gr/m^2, il retentato è stato lasciato essiccare in forno a 30°C per circa 4 ore e quindi pesato.

I risultati ottenuti sono stati incoraggianti soprattutto considerando i solidi con densità inferiore a quella dell'acqua (fino a circa 0,8 g/cm^3) la cui separazione è avvenuta con un'efficienza media del 95%.
L'efficienza di separazione dei solidi con densità maggiore di è invece inferiore 0,8 g/cm^3 come riportato di seguito.
I risultati confermano quelli descritti da Johansson (2002), realizzati con un sistema analogo, e quindi la possibilità di utilizzare questa tecnologia come utile pretrattamento per le acque meteoriche e le acque grigie all'interno della casa.

Ulteriori test condotti facendo fluire semplicemente l'acqua del rubinetto (senza traccianti) all'interno del dispositivo hanno evidenziato un abbattimento della torbidità e del contenuto di sostanze organiche disciolte, prima e dopo il vortice, dell'ordine rispettivamente del 45% e del 60%. Si tratta di un risultato molto interessante che sarà indagato in future sperimentazioni.





I risultati ottenuti lasciano infatti supporre che il vortice modifichi in qualche maniera le caratteristiche dell'acqua.

VALUTARE la QUALITA'

In accordo con quanto emerso dalla ricerca preliminare sul comportamento dell'acqua in natura, sono state eseguite delle prove con l'obiettivo di valutare la qualità complessiva dell'acqua trattata con la vortex technology e dare eventualmente conferma di un cambiamento effettivo nel comportamento dell'acqua trattata con il vortice.
In particolare sono stati adottati tre metodi di misurazione della qualità complessiva comunemente adottati per valutare l'efficacia dei sistemi di trattamento alternativo delle acque:

- fattore di crescita delle piante
- spettroscopia di assorbimento UV-visibile
- analisi di evaporazione delle gocce

Si tratta tuttavia di misurazioni preliminari che sebbene evidenzino delle differenze nel comportamento dell'acqua sottoposta a vortice, necessitano di un'ulteriore fase di sperimentazione.

Piante

Di seguito si riportano degli esperimenti condotti per valutare eventuali differenze nei fattori di crescita nelle piante trattate con acqua del rubinetto sottoposta al vortice, rispetto a quelle trattate semplicemente con acqua del rubinetto.

È stato quindi allestito un esperimento in cui è stato valutato il fattore di crescita (sia dal punto di vista qualitativo che attraverso la misurazione della massa secca prodotta) di un quantitativo predefinito di semi di trifoglio biologico sottoposti a germogliazione.

I semi sono stati lasciati riposare immersi in acqua di differenti qualità, all'interno di vasi di vetro, per 24 ore e in seguito trasferiti in contenitori per la germogliazione.

Sono state testate 2 tipologie di acqua trattata con il vortice e 1 acqua di controllo (rubinetto):

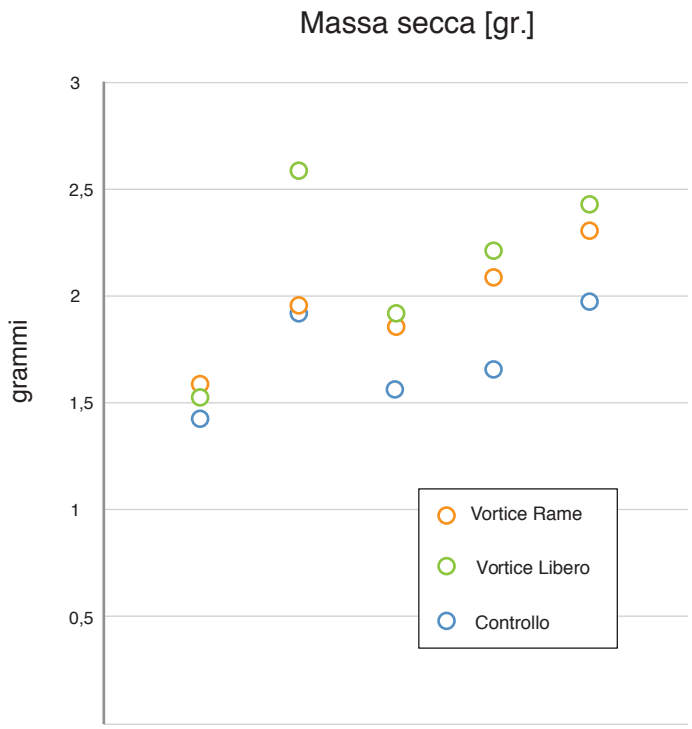
- VORTICE LIBERO: acqua del rubinetto trattata nel dispositivo sopra descritto

- VORTICE TUBO DI RAME: acqua del rubinetto fatta passare in un tubo in rame con elica sinusoidale

- CONTROLLO: acqua del rubinetto

Al momento è stato possibile eseguire solamente 5 prove, che tuttavia hanno confermato in via preliminare un fattore di crescita (valutato nella biomassa secca prodotta) maggiore nelle piante trattate con l'acqua sottoposta a vortice (tra l'11% e il 16%) rispetto a quelle trattate con semplice acqua del rubinetto.

Non sono state evidenziate particolari differenze nella crescita delle piante trattate con le due tipologie di acqua sottoposte a vortice.



Misura della biomassa secca dei germogli coltivati coltivati con l'acqua del rubinetto (controllo) e con la stessa fatta passare in due diversi vortex devices (Vortice libero e Vortice rame).

Dal punto di vista qualitativo è stata osservata una maggiore resilienza delle piante trattate con acqua sottoposta a vortice rispetto a quelle trattate con semplice acqua del rubinetto.

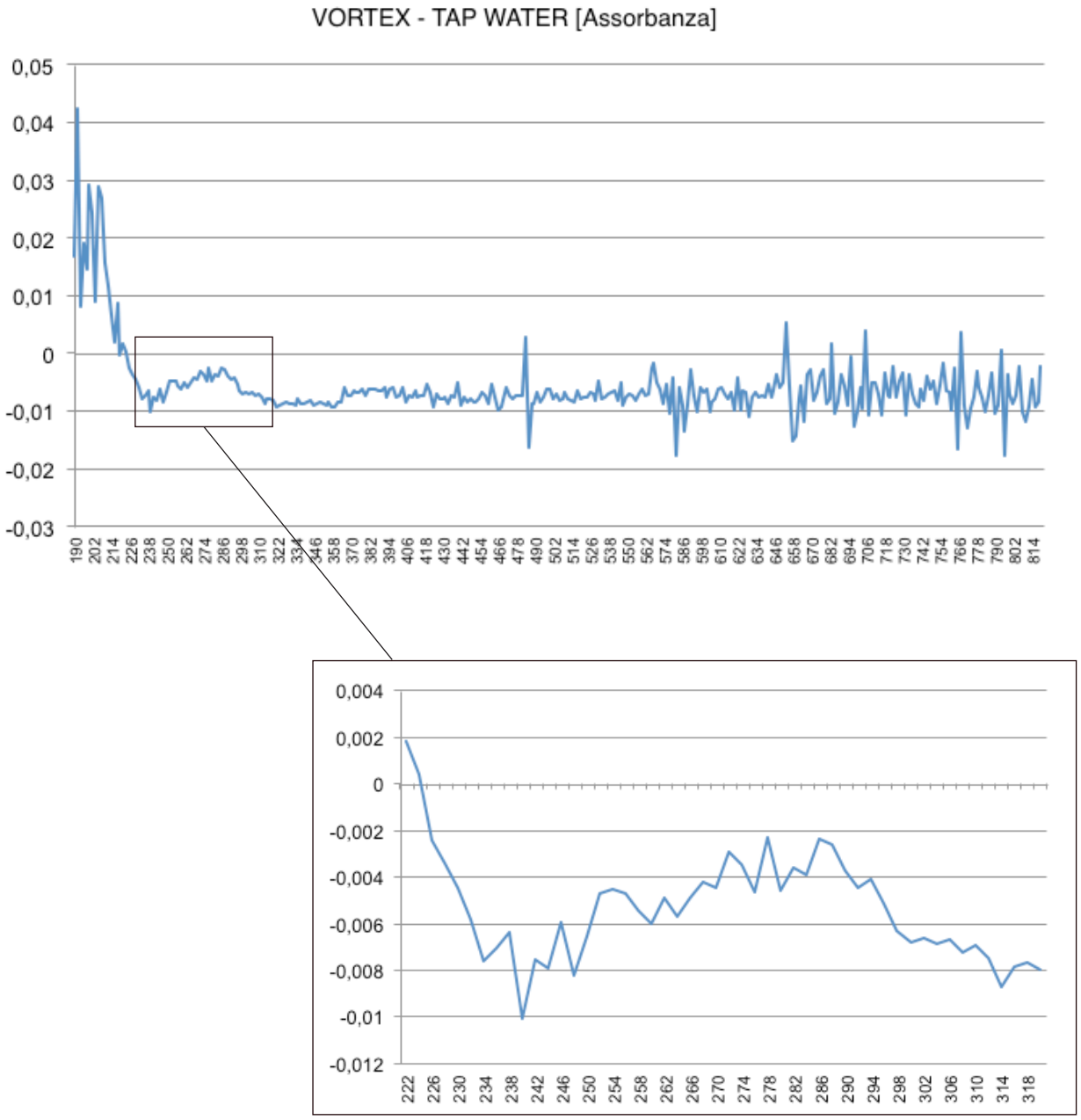
Come si evidenzia in figura infatti, dopo circa 4 giorni le piante trattate con acqua del rubinetto (controllo) hanno cominciato ad appassire in 4 prove su 5 effettuate.
Questi risultati, seppur preliminari, evidenziano un interessante comportamento dell'acqua sottoposta a vortice confermando parzialmente quanto riportato in altri esperimenti di questo tipo (Ptok, 2014).

Spettrofotometria

È stato analizzato lo spettro di assorbimento UV-visibile dell'acqua sottoposta a vortice con l'obiettivo di valutare eventuali modificazioni

nella struttura dell'acqua e per cercare delle possibili relazioni con il comportamento dell'acqua EZ.

L'assorbanza dei campioni è stata valutata con uno spettrofotometro UV-VIS (spettrofotometro DR-6000 HACHLANGE).
In Figura si riporta lo spettro di assorbimento di un campione in cui si evidenzia un comportamento interessante nell'intorno dei 270nm come evidenziato per l'acqua EZ.

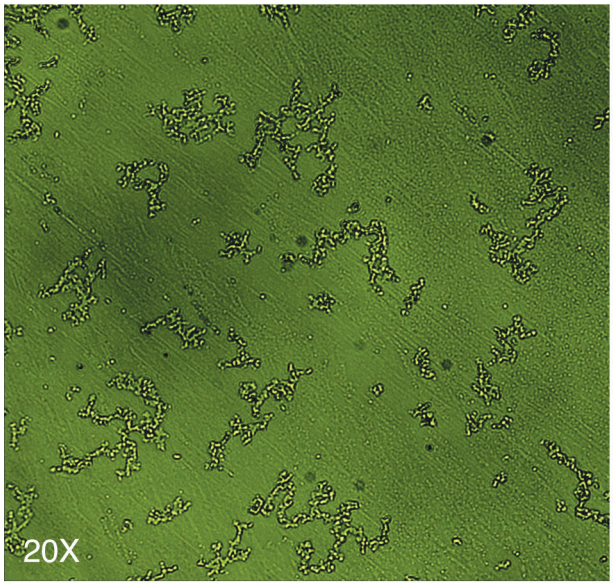


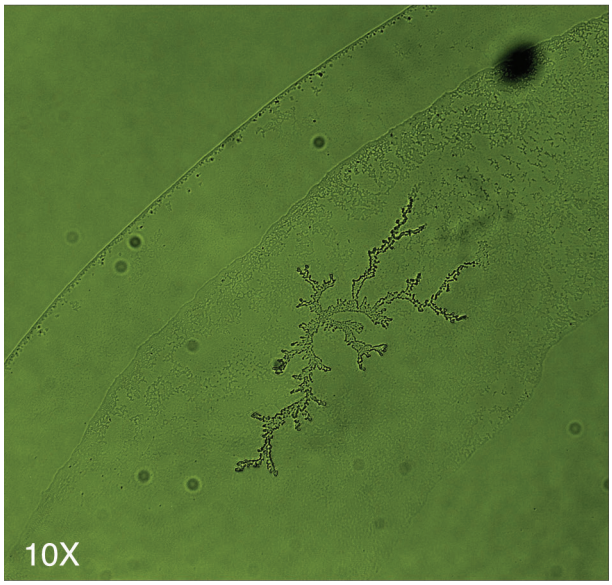
Si tratta di un'osservazione preliminare che necessita di futuri approfondimenti.

Evaporazione delle gocce

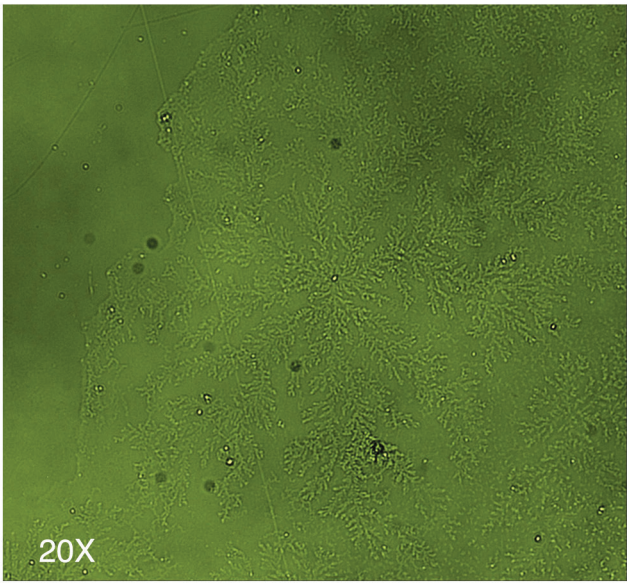
E' stato utilizzato il metodo di evaporazione delle gocce (come descritto nell'allegato 3), per valutare i pattern formati dai sali e dalle particelle lasciate su un vetrino da laboratorio in seguito all'evaporazione delle gocce.

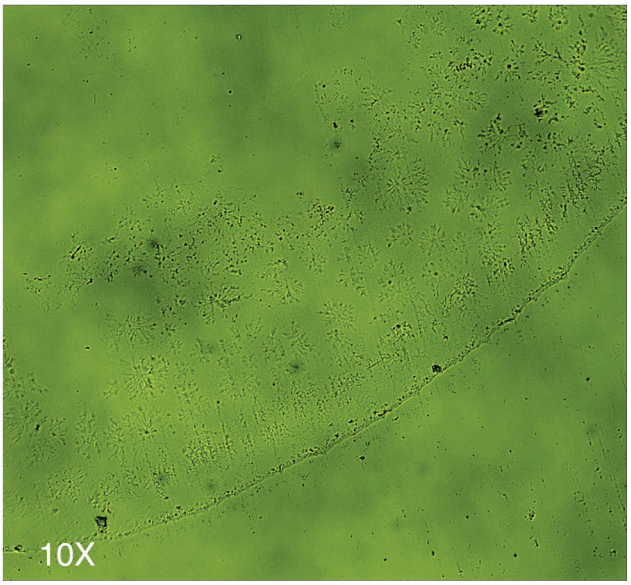
CONTROLLO





VORTICE LIBERO





E’ stato analizzato un campione di 100 gocce di acqua del rubinetto e 100 gocce di acqua del rubinetto sottoposta a vortice lasciate evaporare nella camera a raggi UV in condizioni standard (Temperatura e pressione).
L’analisi al microscopio ha permesso di evidenziare la formazione di strutture dendritiche più complesse nelle gocce dell’acqua sottoposta a vortice rispetto a quella semplice del rubinetto.

Seppur si tratti di un’osservazione puramente qualitativa è evidente la differenza nel comportamento nell’evaporazione delle due qualità di acqua che lascia supporre una differenza qualitativa tra la semplice acqua del rubinetto e quella sottoposta a vortice

CONCLUSIONI

Un raffinato organo di senso in grado di reagire agli stimoli esterni e generare la vita, un medium capace di trasportare le informazioni biologiche, un sistema dinamico autopoietico con l'abilità di auto organizzarsi.
Questa è la definizione di acqua maturata durante un percorso di ricerca multidisciplinare che ha costituito l'ossatura della mia tesi di Dottorato.
Un lungo percorso esplorativo partito con la volontà di rendere maggiormente sostenibile l'uso e la gestione dell'acqua a livello domestico e che mi ha condotto in un'affascinante ricerca su terreni spesso anche molto distanti dal mio background formativo, dandomi l'opportunità di entrare in contatto e di comprendere meglio questo elemento dalle caratteristiche così stupefacenti.

L'approccio del Design Sistemico, che ha guidato questo percorso di ricerca, mi ha consentito, infatti, di valutare la complessità del comportamento e delle proprietà dell'acqua superando l'accezione di commodity o di mero fluido comune alle tradizionali tecniche di trattamento e di gestione.

La gestione sostenibile della risorsa idrica implica necessariamente una profonda comprensione del suo comportamento e non può limitarsi ad azioni di efficienza di utilizzo o di risparmio.

È così la progettazione dei flussi di acqua all'interno del nuovo sistema casa, che ho cercato di delineare a livello di linee guida, si basa sulla consapevolezza che sia l'acqua stessa a dover disegnare questi flussi e i trattamenti più congeniali ad esaltare le sue qualità. La comprensione dei meccanismi che regolano il comportamento dell'acqua ha, infatti, il principale obiettivo di superare trattamenti obsoleti che fanno largo uso di sostanze chimiche e di energia, per progettare sistemi che siano realmente integrati con la biosfera.

Il motto di Schauberger *"kapireen und kopieren"* è, infatti, alla base del Design Sistemico: capire profondamente i meccanismi naturali e metterli in pratica.

Questo è stato l'atteggiamento che ha portato allo sviluppo delle due tecnologie di trattamento dell'acqua approfondite durante la fase sperimentale.
La capacità di autorganizzazione dell'acqua attraverso la formazione di un vortice libero o mediante il contatto con le superfici idrofile consente, infatti, una trasformazione spontanea di quelle che sono le sue proprietà.
Nel caso specifico è possibile purificare l'acqua attraverso quella che può essere definita come autodepurazione lasciando all'acqua stessa piena capacità espressiva.

Qui risiede l'aspetto maggiormente innovativo della ricerca di Dottorato, durante la quale è stato possibile sviluppare dei prototipi in grado di ottenere dei risultati di purificazione incoraggianti a tal punto da dare vita ad una successiva fase di ricerca.

Questa tesi di Dottorato costituisce, infatti, un primo passo di una ricerca più ampia che avrà l'obiettivo di approfondire gli aspetti ancora poco chiari del comportamento dell'acqua e sviluppare ulteriormente le tecnologie di purificazione qui avviate.