



**CAPITOLO 3. LA QUALITÀ MICROBIOLOGICA DELLE
SORGENTI DI STABIA**

PROF. MARCO GUIDA

(Dipartimento delle Scienze Biologiche – Sezione di Fisiologia e
Igiene)

Marcoguida



3.1 Considerazioni preliminari

Le Sorgenti termominerali di Castellammare di Stabia costituiscono un complesso di venti sorgenti presenti nel centro storico della cittadina. Le sorgenti sono distribuite nel complesso delle Antiche Terme di Stabia dove sono suddivise in gruppo Vanacore e gruppo Stabiano (tabella 1). La sorgente acqua della Madonna Porto Salvo, invece, è posta al di sotto dell'omonima chiesa e rifornisce anche i bocchelli presenti nel complesso delle Antiche Terme. La sorgente acqua della Madonna per imbottigliamento attualmente non viene utilizzata per l'imbottigliamento di acqua ai fini commerciali, se non su richiesta ed è posta presso lo stabilimento di imbottigliamento dell'acqua Acetosella. Da un punto di vista chimico, le sorgenti comprendono sia acque di tipo sulfureo che medio-minerale. Attualmente esse forniscono acque utilizzate per le cure idropiniche, inalazioni, cure ginecologiche, fanghi allo stabilimento delle Nuove Terme di Stabia e a quello delle Antiche Terme, quest'ultimo attualmente in fase di ristrutturazione. In tal senso, le sorgenti costituiscono una vera e propria risorsa da salvaguardare, in un territorio con un'economia non certo fiorente quale quello stabiese.

GRUPPO VANACORE	GRUPPO STABIANO
Sorgente Muraglione	Sorgente Stabia
Sorgente Sulfurea	Sorgente Pozzillo
Sorgente Sulfurea-carbonica	Sorgente Sulfurea
Sorgente Sulfurea-ferrata	Sorgente Sulfurea-ferrata
Sorgente Ferrata	Sorgente San Vincenzo
Sorgente Acidula	Sorgente Magnesiaca
Sorgente Media	Sorgente Media I
Sorgente San Vincenzo	Sorgente Media II
Sorgente Magnesiaca	Sorgente Ferrata

Tabella 3.1: Sorgenti termominerali presenti nel complesso delle Antiche Terme di Stabia.

Attualmente le problematiche collegate allo sfruttamento di tale risorsa sono dovute alle variazioni della carica microbica, in particolare alla periodica comparsa di coliformi e di streptococchi che ne possono compromettere la qualità e le possibilità di utilizzo da parte degli utenti negli stabilimenti termali. E' necessario, quindi, garantire la tutela di tale risorsa al fine di una corretta fruizione.



Fig. 3.1: Sorgente Acqua della Madonna Porto Salvo



Fig. 3.2: Bocchelli delle acque termali alle Antiche Terme.

La presente relazione riporta i risultati delle campagne di monitoraggio effettuate a partire da aprile 2008 fino a marzo 2010 dal Dipartimento delle Scienze Biologiche, in collaborazione con il Dipartimento di Chimica “Paolo Corradini” ai sensi della convenzione stipulata tra il Dipartimento di Chimica “Paolo Corradini” e la società “Terme di Stabia s.p.a.”.

Piano di campionamento

Il piano di campionamento implementato nel corso di 19 mesi di monitoraggio ha compreso, per quel che riguarda le sorgenti, l'effettuazione delle seguenti analisi microbiologiche svolte con cadenza mensile:

- Carica microbica totale a 37°C (UFC/ml)
 - Carica microbica totale a 22°C (UFC/ml)
 - Coliformi totali (UFC/250ml) da determinare in duplice replica
 - Streptococchi fecali (UFC/250ml) da determinare in duplice replica
 - *Staphylococcus aureus* (UFC/250ml)
 - *Pseudomonas aeruginosa* (UFC/250ml)
 - Clostridi solfito-riduttori (UFC/50ml)

Per quel che riguarda la sorgente denominata "Acqua della Madonna per imbottigliamento, si è proceduto a campionamenti trimestrali. I parametri microbiologici sono previsti dal D.M. 542/92 relativamente alla qualità microbica delle acque minerali e termali. Le successive modifiche a tale decreto hanno essenzialmente riguardato i parametri relativi alla determinazione delle caratteristiche chimiche di tali acque. Il D.M. 542/92 prescrive essenzialmente l'assenza di coliformi,



streptococchi oltre che di *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e clostridi. Non viene definito un limite per le conte totali, dal momento che tali acque possono essere ricche di flora batterica di origine ambientale non patogena, come ad esempio i solfo batteri.

Metodi analitici utilizzati

I metodi di campionamento sono stati quelli previsti dall'International Standard Organization (ISO). In assenza di metodi standardizzati, sono state utilizzate metodiche prescritte dall'Istituto Superiore di Sanità. In particolare, sono state utilizzate le seguenti metodiche:

- UNI EN 12780 per l'enumerazione di *Pseudomonas aeruginosa* nell'acqua mediante la tecnica delle membrane filtranti.
- UNI EN 26461 per l'enumerazione dei clostridi solfito-riduttori.
- ISO 9308-1: 2002 per l'enumerazione dei coliformi totali
- ISO 7899-2: 2003 per l'enumerazione degli streptococchi fecali
- ISO 6222:1999(E) per l'enumerazione dei batteri mesofili e psicrofili
- UNI 10678 1998 per l'identificazione degli stafilococchi patogeni



3.2. Risultati 2008

In questa sezione sono riportati i risultati delle analisi mensili svolte dall'aprile al dicembre 2008. Le sorgenti sono state distribuite nei due raggruppamenti: gruppo Vanacore e gruppo Stabiano. Le due sorgenti dell'acqua della Madonna sono state trattate a parte.

Nelle sezioni seguenti sono riportati i dati ottenuti sia in tabella che in grafico. In tutti i casi sono riportati i valori medi delle cariche microbiche rilevate nel corso del 2008, con il relativo errore standard.

Conta mesofila a 37°C.

Nelle tabelle 1 e 2 sono riassunti i valori mensili di carica mesofila a 37°C relativamente alle sorgenti presenti nel complesso delle Antiche Terme. I valori medi ed i relativi errori standard, sono riportati nei grafici 1 e 2. Risulta evidente che le conte totali sono in media più alte nel gruppo Stabiano che non in quello Vanacore: nel primo gruppo la media di tutti i valori è stata di circa 8 UFC/ml mentre nel secondo 5 UFC/ml. Nel gruppo Vanacore la carica batterica più elevata è stata riscontrata nella sorgente Sulfurea-ferrata, mentre in quello Stabiano la carica più elevata è stata quella della sorgente Stabia. Entrambe le sorgenti sono sulfuree. Fatta eccezione della sorgente sulfurea-ferrata, tutte le sorgenti in media hanno registrato valori di carica inferiori a 10 UFC/ml, limite previsto per le acque destinate a consumo umano. In generale, la media delle conte totali per il complesso delle sorgenti Vanacore è stata di circa 5 UFC/ml, mentre per le sorgenti del gruppo Stabiano, si è arrivato a quasi 9 UFC/ml, con la sorgente Stabia e la sorgente San Vincenzo che hanno registrato valori di carica superiori a 10 UFC/ml. I valori riassunti nella tabella 2, sono riportati nel grafico 2. Questo parametro da la misura del numero di batteri eterotrofi in grado di crescere a 37°C tra cui i generi *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Citrobacter*, *Acinetobacter*, *Serratia* e molte delle specie batteriche potenzialmente patogene per l'uomo.



Sorgenti gruppo Vanacore - Valori di carica microbica a 37°C (UFC/ml)

	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media	Errore standard
Sorgente Muraglione	23	28	3	1	0	1	7	2	1	7,33	10,57
Sorgente Sulfurea	4	2	1	7	2	2	15	2	0	3,89	4,62
Sorgente Sulfurea-carbonica	4	2	5	9	2	1	10	1	0	3,78	3,60
Sorgente Sulfurea-ferrata	35	3	90	8	9	0	1	1	0	16,33	29,75
Sorgente Acidula	2	0	5	1	2	2	5	1	2	2,22	1,72
Sorgente Media	6	5	4	2	1	1	10	1	1	3,44	3,13
Sorgente San Vincenzo	3	4	7	6	0	0	3	2	0	2,78	2,59
Sorgente Magnesiaca	1	1	5	3	0	0	2	3	0	1,67	1,73
Sorgente Ferrata	4	3	5	4	1	13	//	0	0	3,75	4,20
Media totale										5,02	0,50

Tabella 3.1: Valori di carica microbica mesofila delle sorgenti appartenenti al gruppo Vanacore e rilevati nel 2008.

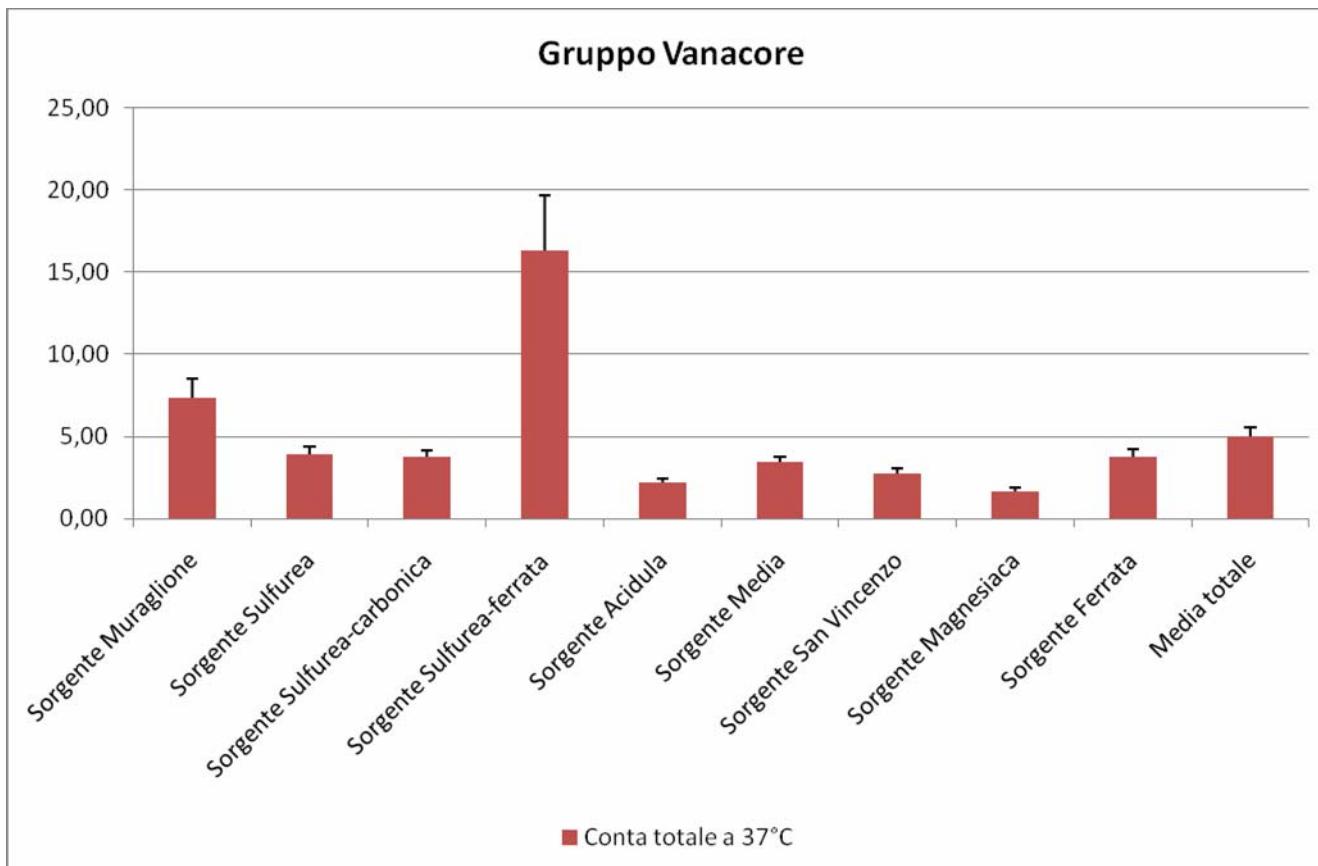


Grafico 1: Valori medi della carica microbica a 37°C per le sorgenti del gruppo Vanacore nell'anno 2008.



	Sorgenti gruppo Stabiano – Conte totali a 37°C (UFC/ml)											Media	Errore Standard
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre				
Sorgente Pozzillo	9	1	8	3	0	0	0	1	0				1,17
Sorgente Ferrata	5	10	4	5	2	13	2	5	0			5,11	0,51
Sorgente San Vincenzo	20	9	5	110	0	0	2	0	0			16,22	0,40
Sorgente Stabia	3	22	11	92	1	0	105	3	1			26,44	3,31
Sorgente Sulfurea	1	5	4	20	2	5	1	0	2			4,44	0,19
Sorgente Magnesiaca	26	16	2	5	0	0	3	2	0			6,00	0,35
Sorgente Media I	3	15		6	39	1	15	2	1			8,38	0,29
Sorgente Media II	1	16		2	56	0	5	6	1			8,88	0,19
Sorgente Sulfurea ferrata	3	12	1	4	2	0	3	0	0			2,78	0,47
Media totale												8,97	0,50

Tabella 3.2: Valori di carica mesofila delle sorgenti del gruppo Stabiano nel corso del 2008.

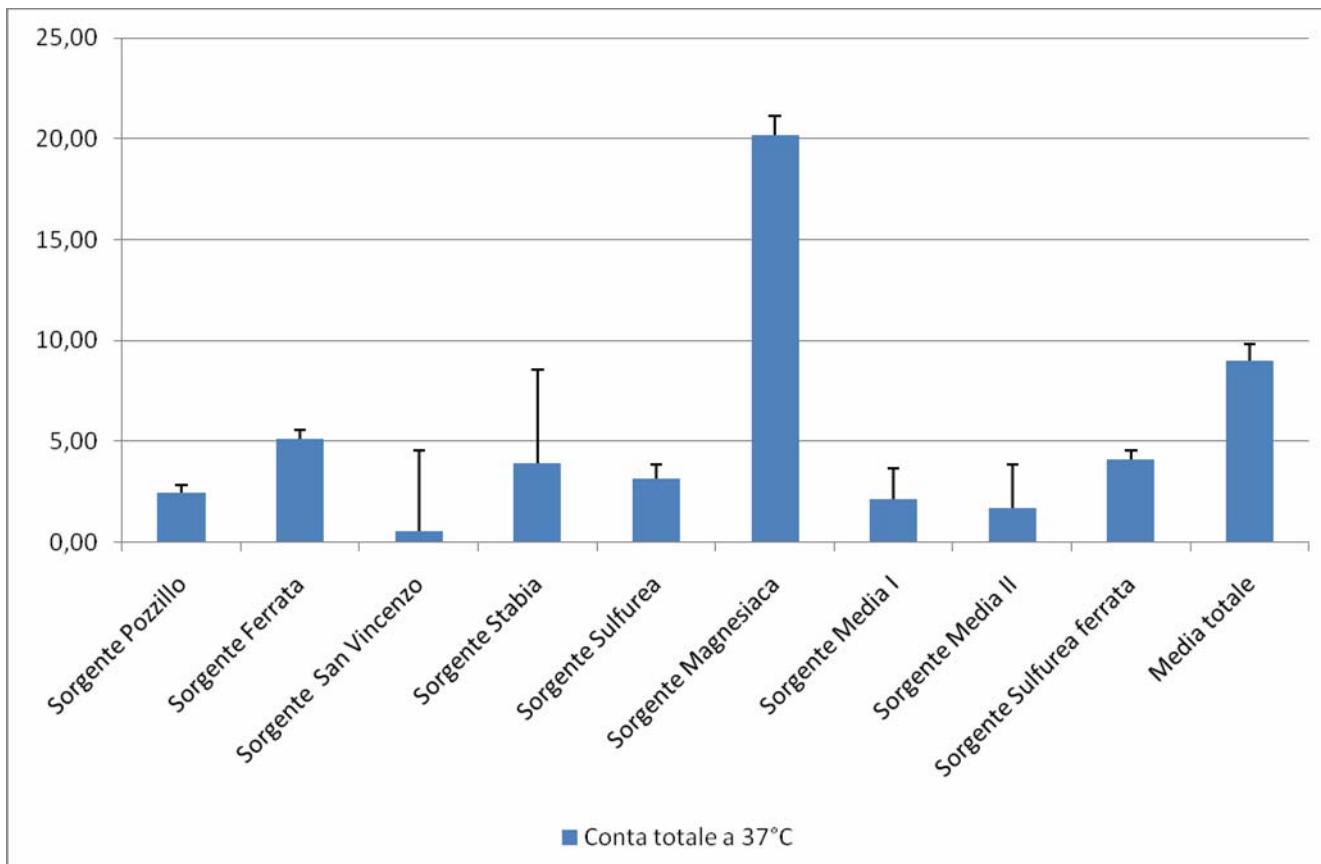


Grafico 2: Valori medi di carica microbica totale a 37°C per le sorgenti del gruppo Stabiano nel 2008.



Conte totale a 22°C

La conte totale a 22°C stima la quantità di batteri psicrofili, essenzialmente di origine ambientale, presente nell'acqua. Tale parametro è quindi aspecifico ed individua solo quei batteri il cui optimum di crescita è di 22°C. Insieme con la conte totale a 37°C, è utile per determinare il grado di contaminazione ambientale di una falda acquifera e quindi la superficialità della stessa. La conte batterica a 22°C non ha alcun significato sanitario a meno che tra i microrganismi che la compongono non abbiano acquisito una "virulenza" legata alla resistenza agli antibiotici, ai metalli pesanti, ecc.. Metodologie analitiche consentono di ipotizzare questo pericolo attraverso la citotossicità. Sempre più diffusi sono inoltre microrganismi occasionalmente patogeni, come sempre più numerosa è la fascia di popolazione che ha deficienti coperture immunitarie.

Un alto numero di flora microbica psicrofila è indesiderabile per la preparazione d'alimenti e bevande. E nelle acque, indica presenza di biofilm. Mentre per le acque potabili il limite è fissato a 100 UFC/ml, per le acque termali non è fissato alcun limite dal momento che può essere presente un'abbondante flora di origine ambientale dovuta alla particolare composizione chimica dell'acqua, come la presenza di solfuri e sulfati.

Per quel riguarda il complesso delle sorgenti Vanacore, in media tutte le sorgenti hanno registrato valori di carica inferiori a 100 UFC/ml. Le sorgenti Sulfurea, Sulfurea-ferrata e San Vincenzo hanno registrato valori di carica superiori a 100 UFC/ml. I valori riportati in tabella 2 sono visualizzati nel grafico 3.



	Sorgenti Gruppo Vanacore-Conta totale a 22°C (UFC/ml)											Errore standard
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media		
Sorgente Muraglione	35	95	0	1	1	5	21	11	63	25,78	3,69	
Sorgente Sulfurea	10	120	9	2	0	6	23	8	13	21,22	4,18	
Sorgente Sulfurea-carbonica	11	51	8	0	0	3	30	5	25	14,78	1,92	
Sorgente Sulfurea-ferrata	59	14	140	0	1	2	18	12	35	31,22	5,00	
Sorgente Acidula	18	10	1	4	1	7	34	10	9	10,44	1,14	
Sorgente Media	57	5	5	2	1	3	56	17	6	16,89	2,55	
Sorgente San Vincenzo	14	140	0	7	0	2	172	25	15	41,67	7,31	
Sorgente Magnesiaca	16	75	1	2	0	3	42	10	8	17,44	2,80	
Sorgente Ferrata	27	11	6	2	1	35		1	27	13,75	1,53	
Media totale										21,47	1,10	

Tabella 3.3: Valori medi di carica totale psicrofila registrati nel corso del 2008 nella acque termali delle sorgenti Vanacore.

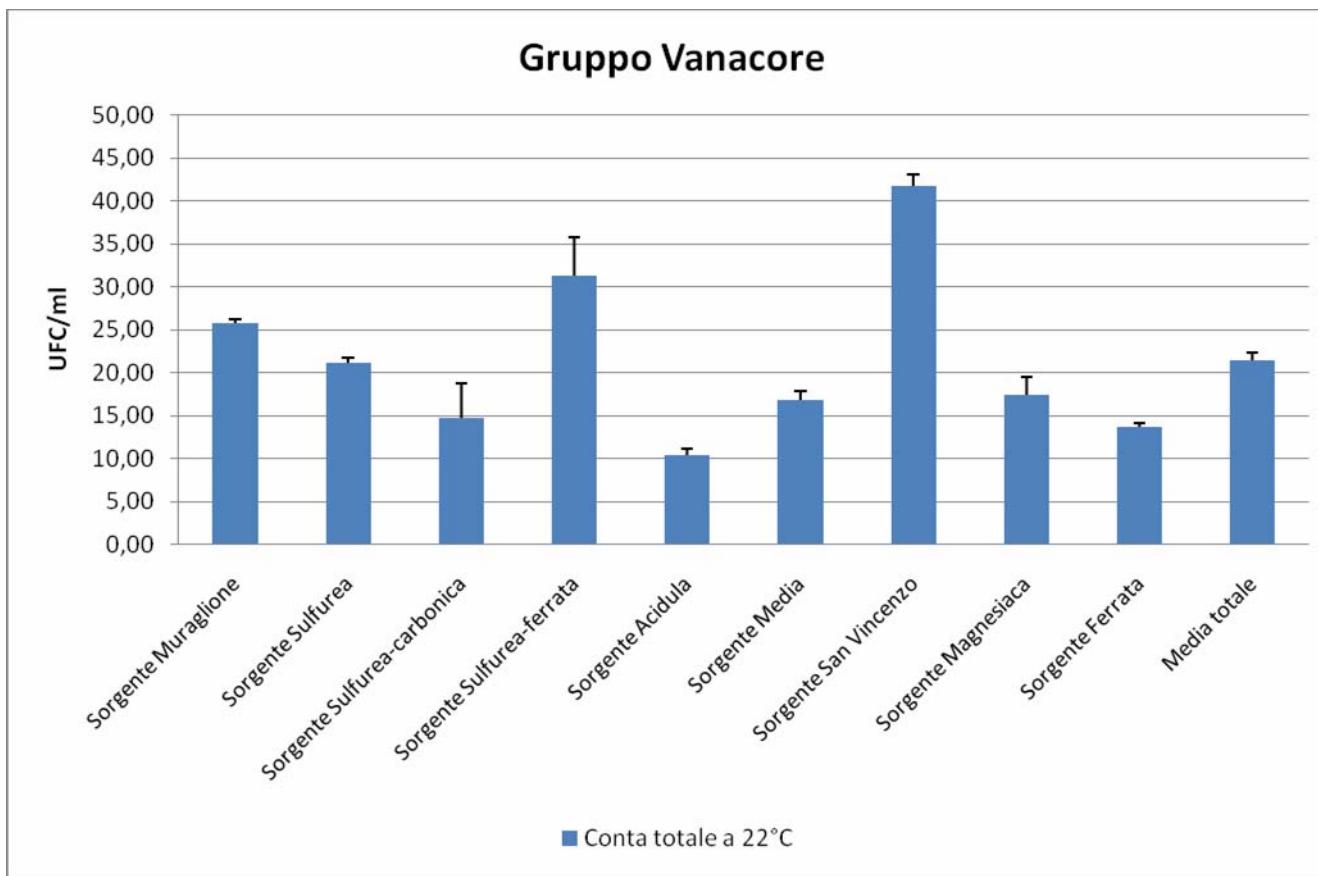


Grafico 3: Valori medi ed errore standard di conta totale a 22°C delle sorgenti Vanacore nell'anno 2008



Sorgenti gruppo Stabiano- conta totale a 22°C (anno 2008)												
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media	Errore standard	
Sorgente Pozzillo	29	7	16	0	0	0	0	10	21	9,22	1,19	
Sorgente Ferrata	13	44	14	1	0	6	17	38	3	15,11	1,77	
Sorgente San Vincenzo	45	68	1	700	0	5	4	0	46	96,56	25,30	
Sorgente Stabia	22	78	30	240	0	3	68	2	17	51,11	8,47	
Sorgente Sulfurea	9	26	3	2	0	10	1	2	40	10,33	1,53	
Sorgente Magnesiaca	65	24	14	0	1	11	53	12	12	21,33	2,52	
Sorgente Media I	16	17	12	48	3	8	7	8	6	13,89	1,51	
Sorgente Media II	15	15	20	35	1	16	19	7	8	15,11	1,08	
Sorgente Sulfurea ferrata	12	35	5	1	1	3	9	0	7	8,11	1,21	
Media totale										26,81	3,25	

Tabella 3.4: Valori di carica microbica a 22°C delle sorgenti gruppo Stabiano



Coliformi totali

I coliformi totali sono batteri in grado di fermentare il lattosio. In particolare, i coliformi sono batteri a forma di bastoncello, gram-negativi, asporogeni, aerobi ed anaerobi facoltativi, che il lattosio con produzione di gas ed acidi, a 35-37 °C in 48 ore e possiedono l'enzima beta-galattosidasi. Sono organismi ubiquitari, alcuni sono presenti nel materiale fecale, e sono quindi utilizzati come indicatori di inquinamento sia delle acque che degli alimenti, altri sono di origine acquatica o tellurica Il gruppo comprende oltre 50 generi, tra cui *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Hafnia*, *Klebsiella*, *Serratia* e *Yersinia*.

A tale categoria appartengono sia batteri di origine ambientale che fecale. La loro presenza nelle acque può essere ricondotta Il significato da dare alla presenza dei Coliformi totali è dunque quello di superficialità ovvero contatto dell'acqua con l'ambiente esterno, di contaminazione in atto, di presenza di carbonio organico assimilabile. Essi sono considerati come indicatori di inquinamento non recente, in considerazione della loro buona adattabilità all'ambiente esterno. La loro proliferazione nelle acque può essere anche messa in relazione alla formazione di biofilm.

Nelle acque termali il limite previsto dalla normativa vigente è di assenza in 250 ml di campione. Le analisi devono essere effettuate in duplice replica.

Per quel che riguarda il complesso delle sorgenti Vanacore, le non conformità sono state registrate per le sorgenti Magnesiaca e Solfurea-ferrata (tabella 3, grafico 4), mentre per quel che riguarda il gruppo Stabiano sorgente Ferrata, Magnesiaca, San Vincenzo e Media II hanno registrato la presenza di coliformi totali (tabella 4, grafico 5). In generale, quindi, le sorgenti Stabiane hanno registrato una maggiore percentuale di non conformità, circa il doppio rispetto a complesso delle sorgenti Vanacore (grafico 6).



	Sorgenti Gruppo Vanacore - Coliformi totali (UFC/250ml)											Errore standard
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media		
Sorgente Muraglione	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorgente Sulfurea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorgente Sulfurea-carbonica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorgente Sulfurea-ferrata	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,33	0,11	
Sorgente Acidula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorgente Media	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorgente San Vincenzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Sorgente Magnesiaca	0	0	7	13	0	0	0	0	0	2,22	0,52	
Sorgente Ferrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00
Media totale										0,28	0,082	

Tabella 3.5: Tenore di coliformi totali nelle sorgenti Vanacore, anno 2008

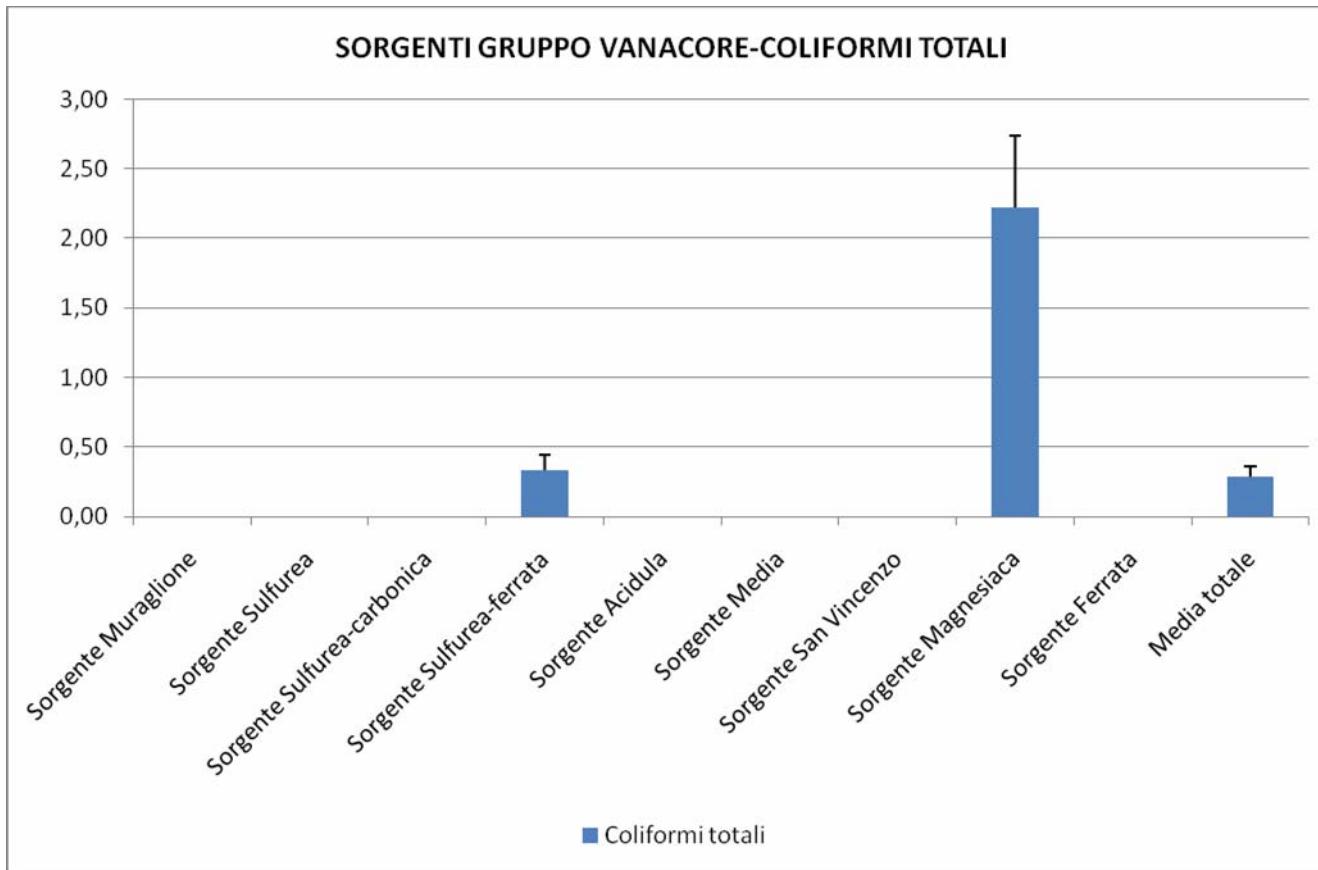


Grafico 4: Gruppo Vanacore: valori medi di concentrazione dei coliformi totali ed errore standard nell'anno 2008



	Sorgenti gruppo Stabiano - Coliformi totali (UFC/250ml)											Media	Errore Standard
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre				
Sorgente Pozzillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Sorgente Ferrata	0	3	0	0	12	0	0	0	0	0	1,67	0,44	
Sorgente San Vincenzo	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0,44	0,15	
Sorgente Stabia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Sorgente Sulfurea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Sorgente Magnesiaca	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0,56	0,19	
Sorgente Media I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Sorgente Media II	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0,78	0,26	
Sorgente Sulfurea ferrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
Media totale											0,32	0,53	

Tabella 3.6: Sorgenti gruppo Stabiano: valori medi di contaminazione da coliformi totali.

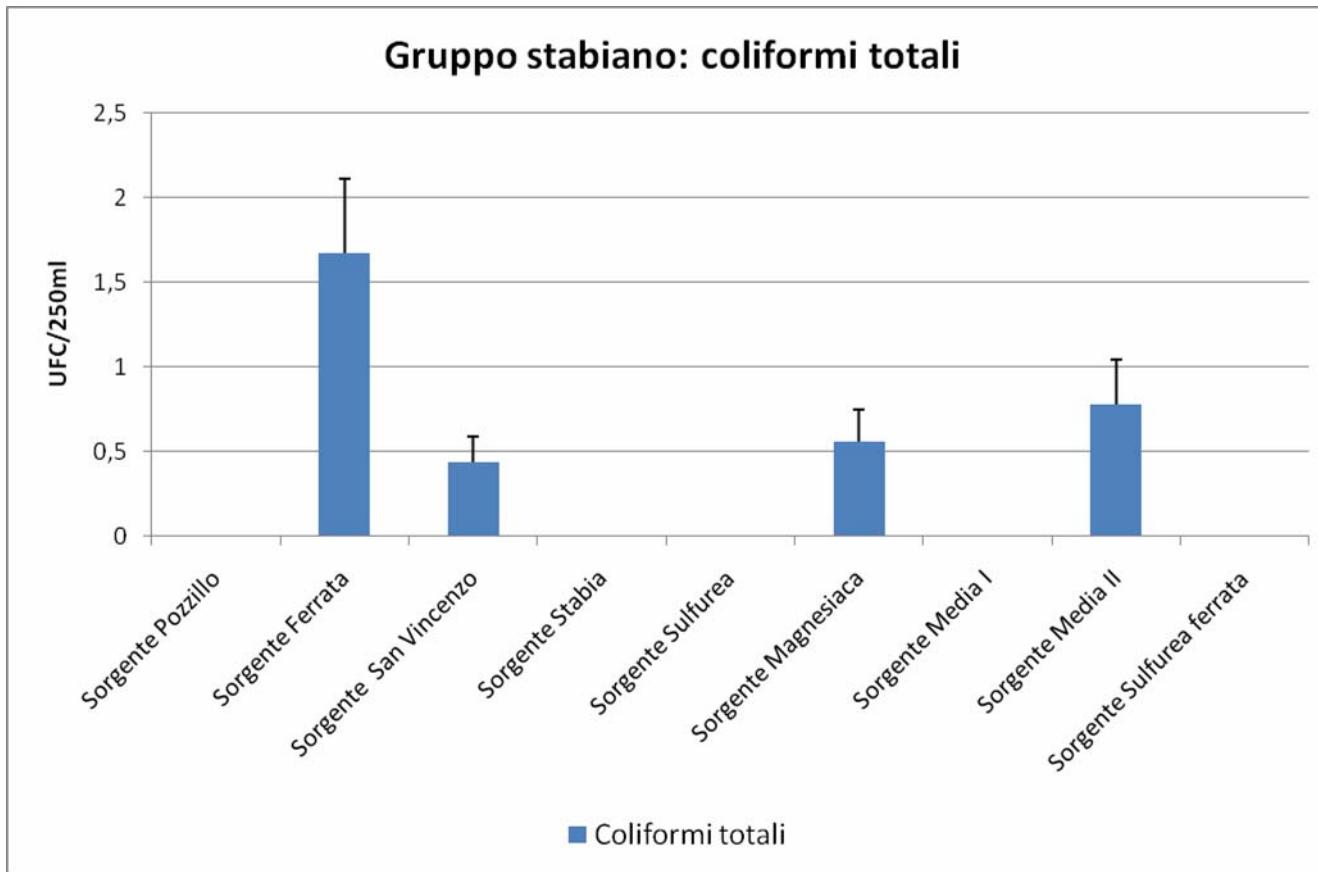


Grafico 5: Coliformi totali: sorgenti gruppo Stabiano. Nel grafico sono riportati i valori medi e relativo errore standard.

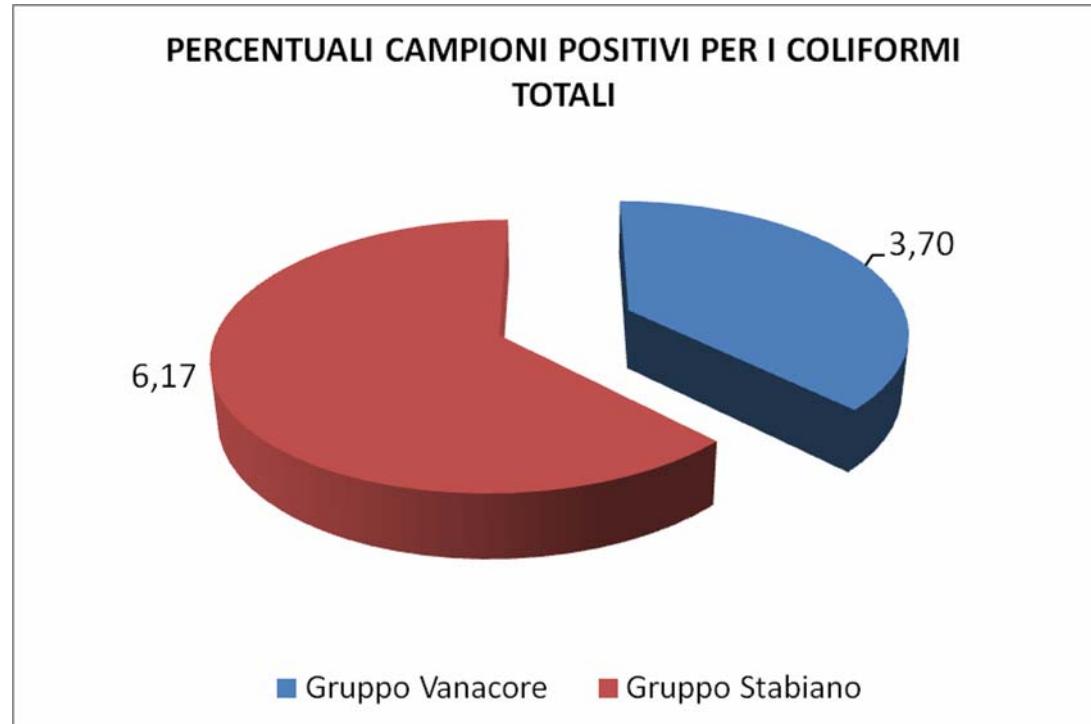


Grafico 6: Percentuali di campioni positivi (e quindi non conformi) per la presenza di coliformi totali nei due gruppi di sorgenti.



Streptococchi fecali

Gli streptococchi fecali sono cocchi gram-positivi che si dispongono a formare delle catene. La loro presenza è indice di contaminazione fecale pregressa, vista la notevole resistenza ambientale dimostrata da questi batteri. Gli streptococchi fecali includono oggi due generi *Streptococcus* (*S.bovis*, *S.equinus*) ed *Enterococcus* cui appartengono le specie *E.avium*, *coecorum*, *durans*, *faecalis*, *faecium*, *allinarum*, *hirae mundtii*, presenti nelle feci animali, ma anche *E.casseliflavus*, *E.faecalis liquefaciens*, *E.solitarius*, *E.malodoratus* diffuse sulle piante. Gli Streptococchi fecali sensu stricto, sono quelli che possiedono l'antigene D di Lancefield e cioè quelli che un tempo, erano detti *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Streptococcus durans*, *Streptococcus bovis*, *Streptococcus equinus*, e *Streptococcus salivarius*.

Rispetto ai Coliformi tutti gli streptococchi fecali sono più resistenti all'ambiente esterno, alla clorazione e al disseccamento cui possono andare incontro negli aerosols aerodispersi e nel suolo. La loro presenza indica anche dilavamento del suolo e inquinamento da parte d'acque superficiali. La normativa vigente (D.M. 542/92) impone per le acque termali, l'assenza di streptococchi in 250 ml di campione per analisi condotte in duplice copia. La presenza di streptococchi è stata registrata solo nella sorgente Solfurea-carbonica per quel che riguarda il Gruppo Vanacore. Nel Gruppo Stabiano, invece, gli streptococchi sono risultati presenti nella sorgente Sulfurea e Magnesiaca. Anche in questo caso il numero di campioni non conformi sono stati rinvenuti nelle sorgenti del gruppo Stabiano.



	Sorgenti gruppo Vanacore-Streptococchi fecali (UFC/250ml)											Media	Errore Standard
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre				
Sorgente Muraglione	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente Sulfurea	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente Sulfurea- carbonica	0	0	0	0	0	0	0	0	8		0,89	0,30	
Sorgente Sulfurea-ferrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente Acidula	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente Media	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente San Vincenzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente Magnesiaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Sorgente Ferrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	0	
Media totale											0,10	0,03	

Tabella 3.7: Tenore di streptococchi fecali nelle acque delle sorgenti Vanacore.



Sorgenti gruppo Stabiano – Streptococchi fecali (UFC/250 ml)											
	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Media	Errore standard
Sorgente Pozzillo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Sorgente Ferrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Sorgente San Vincenzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Sorgente Stabia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Sorgente Sulfurea	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0,78	2,33
Sorgente Magnesiaca	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0,67	2,00
Sorgente Media I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Sorgente Media II	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Sorgente Sulfurea ferrata	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
Media totale										0,16	0,31

Tabella 3.8: Sorgenti gruppo Stabiano: risultati analisi per streptococchi fecali.

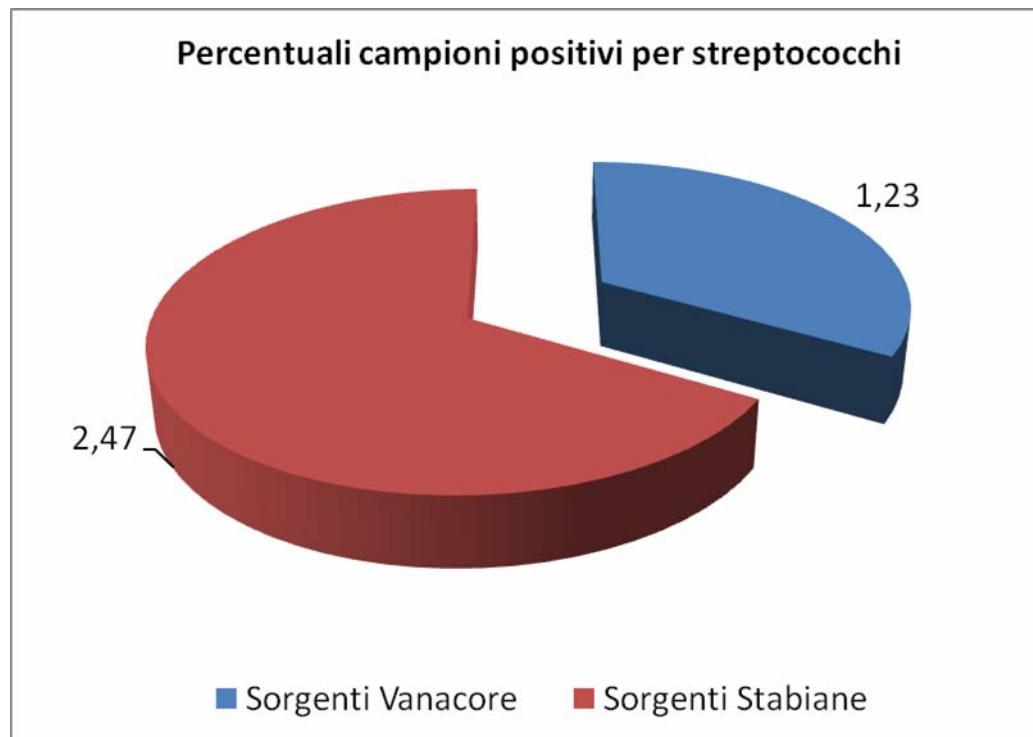


Grafico 7: Percentuali di non conformità per streptococchi: confronto tra i due gruppi di sorgenti.



Altri parametri.

Per quel che riguarda tutti gli altri parametri analizzati e cioè:

- *Staphylococcus aureus*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- Clostridi solfito-riduttori

Tutti i campioni sono risultati negativi alle analisi effettuate. Sebbene *P.aeruginosa* sia risultata assente, è stata registrata la presenza di altre Pseudomonadaceae anche in concentrazioni abbastanza elevate (40 UFC/250 ml), indicando la tendenza a formare biofilm.

Sorgenti Acqua della Madonna.

Discorso a parte va fatto per le sorgenti dell'Acqua della Madonna: "Porto Salvo" ed "Imbottigliamento". Le analisi effettuate nel corso del 2008, hanno dato tutte esito negativo, fatta eccezione per un campione prelevato a dicembre presso la sorgente Madonna Porto Salvo dove è stata registrata una carica totale a 37°C pari a 3 UFC/ml. Tali sorgenti sono risultate le più pure da un vista microbiologico, dimostrando un elevato grado di protezione delle falde.



3.3. Risultati 2009

In questa sezione sono riportati i risultati relativi alle analisi compiute a partire dal gennaio al novembre 2009. Le analisi sono state effettuate con cadenza mensile, fatta eccezione per la sorgente Acqua della Madonna per Imbottigliamento per la quale si è provveduto ad effettuare analisi con cadenza trimestrale.

Anche per il 2009 sono stati determinati gli stessi parametri dell'anno precedente.

Conta totale a 37°C

I risultati ottenuti confermano quelli ottenuti nel 2008, con le sorgenti Vanacore che hanno presentato valori medi di carica inferiori rispetto a quelli delle sorgenti Stabiane (tabelle 7 e 8). I valori di carica mesofila più elevati sono stati rilevati nella sorgente Media II. Le sorgenti Pozzillo, Ferrata, San Vincenzo, Stabia, Sulfurea, Media II, Sulfurea-ferrata (per il gruppo stabiano) e le sorgenti Muraglione, Magnesiaca, Ferrata, Media, Sulfurea del gruppo Vanacore hanno presentato nel corso dell'anno carica mesofila superiore a 10 UFC/ml, spesso in concomitanza con i mesi più caldi (grafici 8 e 9). Per quel che riguarda le sorgenti "Madonna Porto Salvo" e "Madonna Imbottigliamento" esse hanno registrato valori di carica pari a zero.

Conta totale a 22°C

Nell'anno 2009, le sorgenti del gruppo Stabiano hanno registrato valori di carica pari in media a circa 18 UFC/ml contro le 7 UFC/ml del gruppo Vanacore. E' da notare l'elevata carica microbica della sorgente Media II (gruppo Stabiano) nel mese di settembre (tabella 9), indicativa di un fenomeno temporaneo di inquinamento della sorgente. Delle due sorgenti dell'acqua della Madonna, solo la sorgente "Madonna Porto Salvo" ha registrato qualche valore di carica microbica psicrofila pari in media a circa 2 UFC/ml mentre l'altra sorgente (Madonna Imbottigliamento) non ha registrato nessun valore di carica.



	Sorgenti gruppo Stabiano-conta totale a 37°C (anno 2009)												Media	Errore standard
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre			
Sorgente Pozzillo	8	3	0	1	1	0	5	33	5	2	0	5,27	0,9	
Sorgente Ferrata	2	3	0	6	0	29	12	15	15	0	0	7,45	0,8	
Sorgente San Vincenzo	3	1	0	17	0	1	2	7	7	0	1	3,55	0,5	
Sorgente Stabia	0	1	0	0	0	30	15	12	1	0	0	5,36	0,9	
Sorgente Sulfurea	4	14	0	10	1	2		12	1	0	0	4,40	0,5	
Sorgente Magnesiaca	4	1	0	0	1	1	1	6	9	0	0	2,09	0,3	
Sorgente Media I	4	0	0	2	0	0	2	4	0	0	0	1,09	0,1	
Sorgente Media II	1	0	0	1	0	0	9	14	350	1	0	34,18	9,5	
Sorgente Sulfurea ferrata	2	6	0	17	17	3	8	4	2	0	0	5,36	0,6	
Media Totale												7,64	1,1	

Tabella 3.9: Risultati relativi alla conta totale a 37°C delle sorgenti gruppo Stabiano.

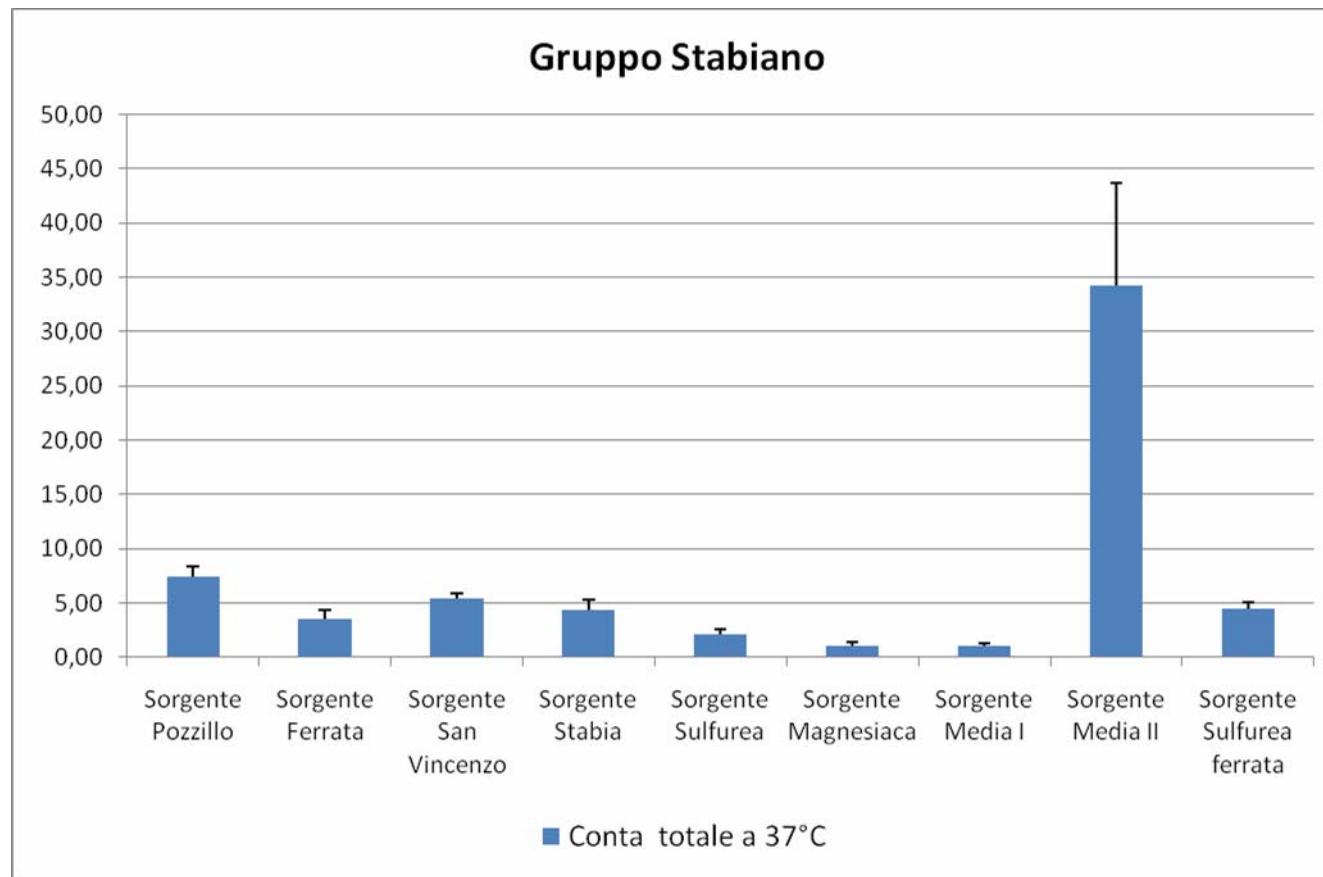


Grafico 8: Conta microbica totale a 37°C sorgenti gruppo Stabiano. Valori medi anno 2009.



	Sorgenti gruppo Vanacore - Conta totale a 37°C (Anno 2009)												Media	Dev.st
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre			
Sorgente Muraglione	6	0	2	12	4	0	0	8	2	0	0	0	3,09	0,4
Sorgente Sulfurea	1	0	0	0	0	0	0	11	12	0	0	0	2,18	0,4
Sorgente Sulfurea-carbonica	0	0	1	0	2	0	0	5	2	0	0	0	0,91	0,1
Sorgente Sulfurea-ferrata	4	0	3	0	0	0	0	15	7	1	1	1	2,82	0,4
Sorgente Acidula	0	0	4	3	0	0	6	6	8	0	0	0	2,45	0,3
Sorgente Media	3	0	8	0	7	0	0	10	1	3	2	3,09	0,3	
Sorgente San Vincenzo	0	0	10	0	0	0	5	9	5	1	0	0	2,73	0,4
Sorgente Magnesiaca	0	0	0	0	40	7	7	8	8	4	1	1	6,82	1,0
Sorgente Ferrata	0	0	1	1	23	0	4	17	6	4	0	0	5,09	0,7
Media totale													3,24	0,2

Tabella 3.10: Valori di carica microbica a 37°C relativi alle sorgenti del gruppo Vanacore.

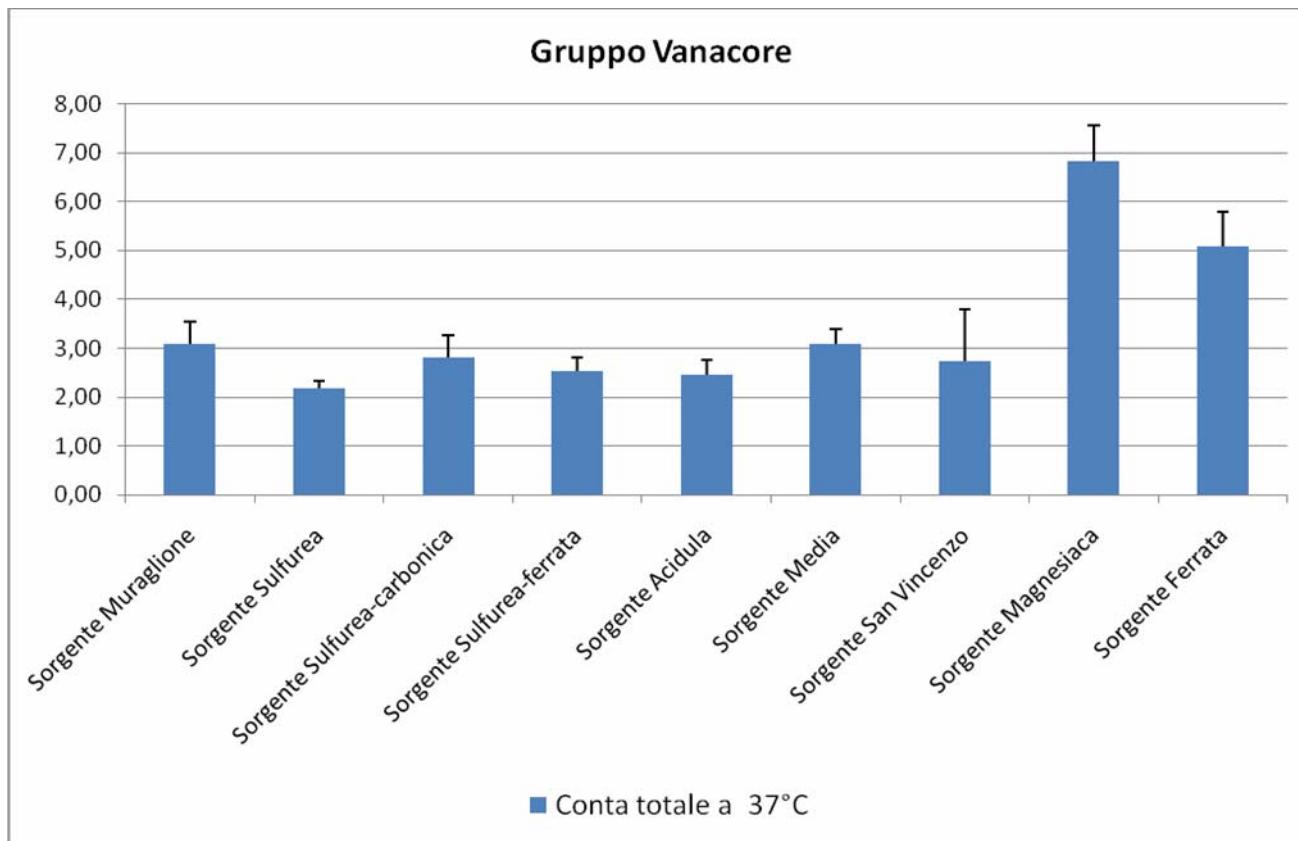


Grafico 9: Carica mesofila totale a 37°C relativa alle sorgenti Vanacore (media ed errore standard).



	Sorgenti gruppo Stabiano Conta totale a 22°C (anno 2009)												Media	Errore st.
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre			
Sorgente Pozzillo	50	9	1	0	3	3	2	4	14	5	10	9,18	1,3	
Sorgente Ferrata	11	20	0	4	3	60	25	12	12	4	20	15,55	1,5	
Sorgente San Vincenzo	8	18	0	3	1	15	3	22	22	16	12	10,91	0,8	
Sorgente Stabia	10	5	0	83	10	100	40	7	22	3	2	25,64	3,2	
Sorgente Sulfurea	3	9	0	2	9	20	n.p.	33	54	5	18	15,30	1,5	
Sorgente Magnesiaca	34	3	2	0	6	18	2	12	24	1	0	9,27	1,0	
Sorgente Media I	8	4	3	10	2	7	5	2	2	0	5	4,36	0,3	
Sorgente Media II	12	3	0	0	1	16	2	25	650	3	10	65,64	17,6	
Sorgente Sulfurea ferrata	4	4	0	25	36	0	10	1	2	9	4	8,64	1,1	
Media totale												18,28	2,1	

Tabella 3.11: Valori di conta microbica psicrofila alle sorgenti del gruppo Stabiano nell'anno 2009.

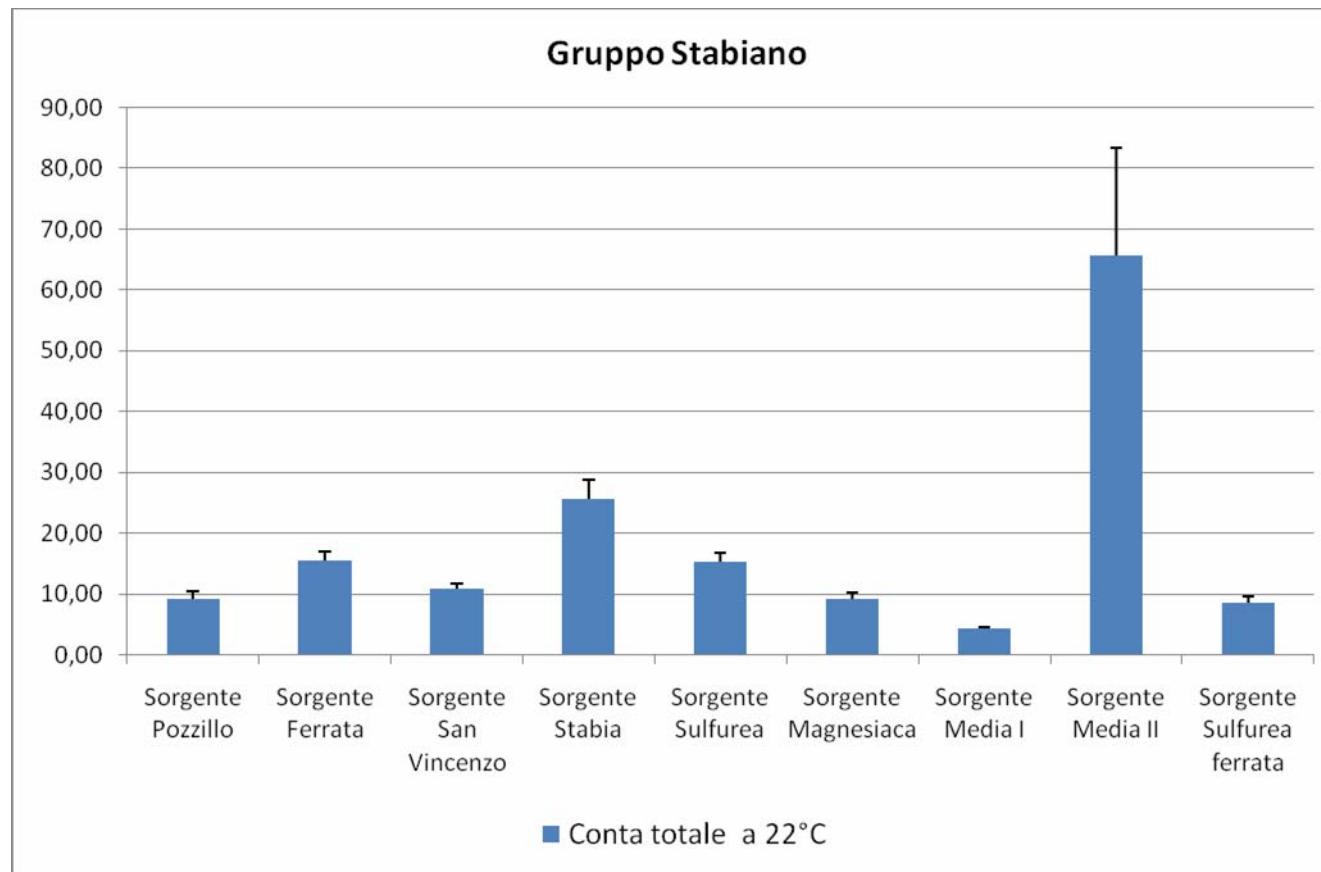


Grafico 10: Conta totale a 22°C nelle sorgenti del gruppo Stabiano. E' da notare l'elevata carica riscontrata nelle acque della sorgente Media II.



Sorgenti gruppo Vanacore Conta totale a 22°C (anno 2009)														
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Media	Errore st.	
Sorgente Muraglione	23	0	15	16	12	0	0	3	4	7	1	7,36	0,7	
Sorgente Sulfurea	7	0	4	2	1	0	0	3	0	6	15	3,45	0,4	
Sorgente Sulfurea-carbonica	6	0	14	6	5	0	0	0	0	2	6	3,55	0,4	
Sorgente Sulfurea-ferrata	12	0	31	0	4	0	0	7	0	1	4	5,36	0,8	
Sorgente Acidula	7	0	17	19	9	0	1	5	3	10	7	7,09	0,6	
Sorgente Media	18	0	25	0	4	0	1	6	2	7	8	6,45	0,7	
Sorgente San Vincenzo	8	0	28	11	2	0	1	2	15	3	12	7,45	0,8	
Sorgente Magnesiaca	6	0	5	2	85	7	17	2	2	25	11	14,73	2,2	
Sorgente Ferrata	9	0	6	8	42	0	0	7	1	5	4	7,45	1,1	
Media totale												6,99	0,4	

Tabella 3.12: Valori di carica a 22°C per le acque sorgive del gruppo Vanacore. In nessun caso si è avuta carica microbica superiore a 100 UFC/ml.

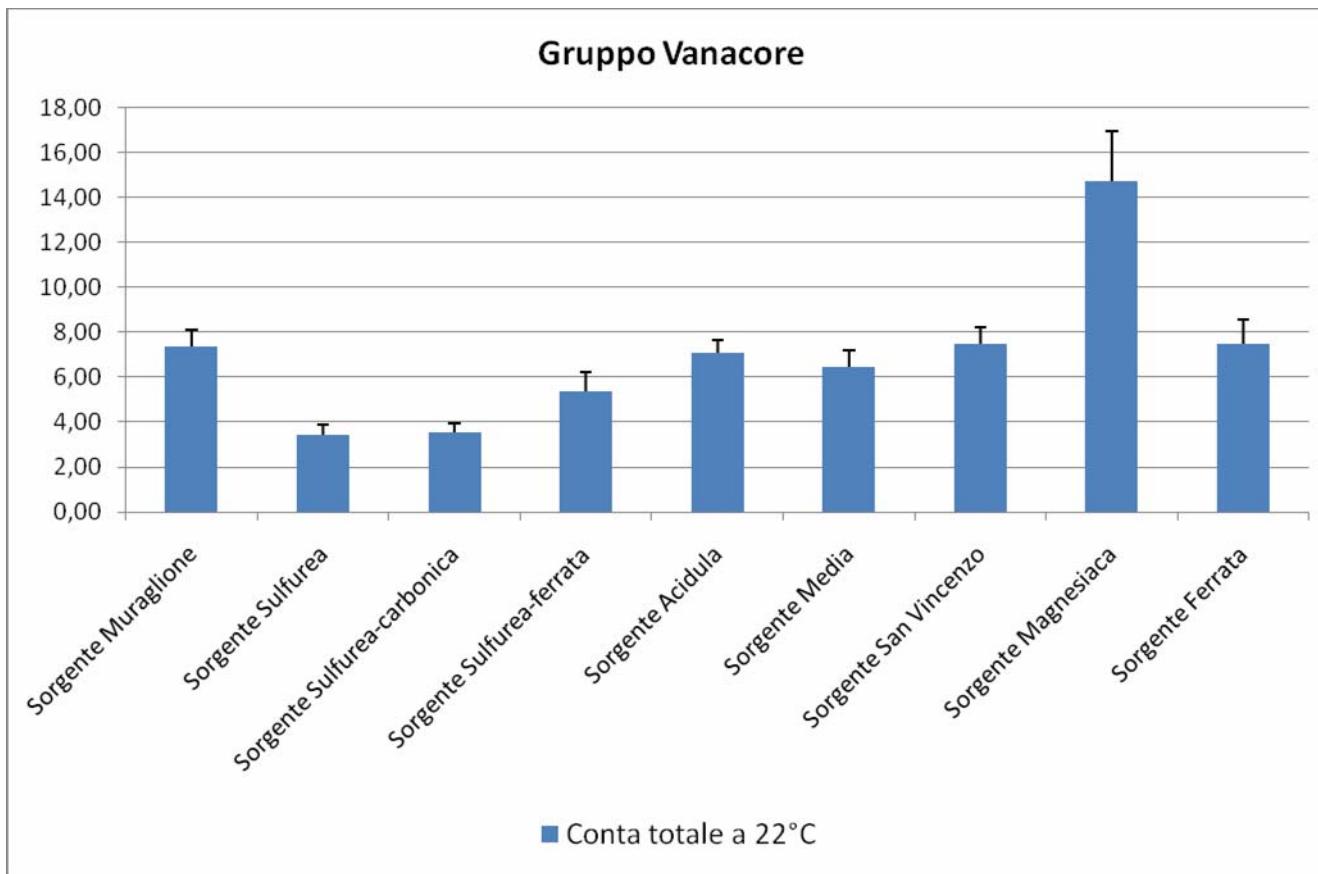


Grafico 11: Valori medi di carica psicrofila per le sorgenti del gruppo Vanacore nell'anno 2009.



Coliformi totali

Per quel che riguarda il tenore di coliformi totali, nel 2009 si è avuto un episodio di inquinamento della sorgente Madonna Porto Salvo (20 UFC/250ml nel Marzo scorso) a della sorgente Media II (87 UFC/250ml registrato in settembre). Non si sono avute non conformità per le sorgenti del gruppo Vanacore, dimostrando così un miglioramento rispetto al 2008.

Streptococchi fecali

Anche per quel che riguarda il tenore degli streptococchi fecali, si è registrato un miglioramento: una sola non conformità per la sorgente Muraglione (26 UFC/250ml) del gruppo Vanacore e due per il gruppo Stabiano, rispettivamente presso le sorgenti Sulfurea-ferrata (7 UFC/250ml) e Media II (25 UFC/250ml).

Per quel che riguarda la sorgente “Madonna Porto Salvo” è stata rilevata una quantità di streptococchi fecali pari a 4 UFC/250 nel mese di marzo 2009.

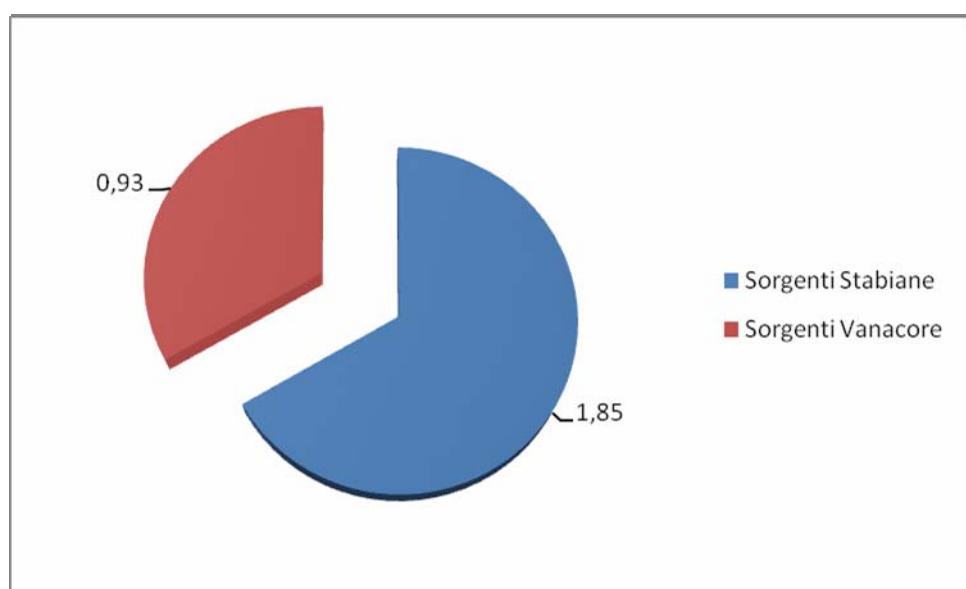


Grafico 12: Percentuali di non conformità per gli streptococchi registrata nel corso del 2009.

Altri parametri

Le ulteriori analisi condotte per *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, clostridi solfito-riduttori hanno dato tutti esito negativo.



3.4. Risultati primo trimestre 2010

Prima di presentare i risultati, è doveroso fare una premessa: i dati qui riportati sono quelli relativi alle sole sorgenti Vanacore nei mesi di febbraio e di marzo. Nel mese di gennaio non è stato dato corso alle analisi previste dalla convenzione con Terme di Stabia s.p.a. in seguito all'esonero da parte della Direzione Sanitaria delle Terme. Per quel che riguarda le analisi condotte nei mesi di febbraio e di marzo, le abbondanti piogge hanno provocato la piena alle sorgenti stesse, rendendo difficoltoso il campionamento alle sorgenti del gruppo Vanacore e non effettuabile alle sorgenti Stabiane. Nelle figure 3 e 4 sono riportate foto scattate alle sorgenti Stabiane nel mese di febbraio. Come si evince dalle foto, il complesso delle sorgenti risulta allagato e tale situazione si è presentata ancora all'inizio di aprile.



Fig. 3.3: Sito delle sorgenti Stabiane. In primo piano il pozzo di prelievo della sorgente sulfurea. A sinistra, sulle pareti, si nota la fuoriuscita di acqua dalla parete rocciosa.



Fig. 3.4: Pozzo dell'acqua Ferrata (gruppo Stabiano) fotografata in febbraio 2010.

Sebbene difficoltoso a causa dell'abbondante acqua presente nel complesso delle sorgenti Vanacore, il campionamento di tali sorgenti è stato portato a termine nei mesi di febbraio (fatta eccezione per le sorgenti Magnesiaca e San Vincenzo) e marzo. Dai risultati ottenuti non si sono evidenziate non conformità dovute a batteri potenzialmente patogeni, sebbene le sorgenti fossero in piena. Sono riportati, quindi, i risultati delle sole conte totali (tabella 14).

RISULTATI SORGENTI GRUPPO VANACORE – Primo trimestre 2010

	Conta totale a 37°C		Conta totale a 22°C	
	Febbraio	Marzo	Febbraio	Marzo
Sorgente Muraglione	120	10	230	11
Sorgente Sulfurea	1	0	3	2
Sorgente Sulfurea-carbonica	1	0	10	13
Sorgente Sulfurea-ferrata	0	2	9	26
Sorgente Acidula	0	3	5	40
Sorgente Media	0	0	4	57
Sorgente San Vincenzo	n.c.	0	n.c.	480
Sorgente Magnesiaca	n.c.	3	n.c.	400
Sorgente Ferrata	1	4	320	62
Media totale				

Tabella 3.13: Risultati delle conte microbiche totali delle sorgenti del Gruppo Vanacore nei mesi di febbraio e marzo. n.c.: non campionata.



3.5. Conclusioni

In conclusione dal monitoraggio effettuato nel corso del 2008 e del 2010 le sorgenti che sono risultate più vulnerabili e quindi che necessitano di maggiore tutela sono:

- Sorgente Muraglione (gruppo Vanacore)
- Sorgente Magnesiaca (Gruppo Vanacore)
- Sorgente Sulfurea-ferrata (Gruppo Vanacore)
- Sorgente Sulfurea-carbonica (Gruppo Vanacore)
- Media II (Gruppo Stabiano)
- Sulfurea-ferrata (Gruppo Stabiano)
- Sorgente Ferrata (Gruppo Stabiano)
- Sorgente Magnesiaca (Gruppo Stabiano)
- Sorgente San Vincenzo (Gruppo Stabiano)
- Sorgente Madonna Porto Salvo

E' comunque da notare che la maggiore frequenza degli interventi di manutenzione alle sorgenti stesse nel corso dell'ultimo anno, hanno ridotto a zero le non conformità per i coliformi limitatamente alle sorgenti Vanacore e dimezzato quelle relative a coliformi e streptococchi per le sorgenti Stabiane. L'episodio di inquinamento della Sorgente Acqua della Madonna Porto Salvo avvenuto nel marzo 2009 pone l'accento sulla tutela di questa sorgente, la cui acqua è risultata nel 2008 pressoché priva di batteri.

Analisi statistica dei dati

I dati analitici ottenuti nel corso dei due anni di campionamento sono stati sottoposti ad analisi statistica, in particolare è stato applicato il test delle medie (t di Student per campioni accoppiati) ed il test delle varianze (F di Fisher) entrambi con un livello di significatività $\sigma = 0,05$.

I test sono stati condotti sui due gruppi di sorgenti confrontando i valori di conta microbica totale a 37°C ottenuti nel 2008 e nel 2009.

Stesso procedimento è stato attuato per la conta totale a 22°C.



Gruppo Vanacore (anni 2008/2009)		
	Confronto conta totale a 37°C	Confronto conta totale a 22°C
Probabilità associata al test t di Student $\alpha=0,05$	0,38	0,003
Probabilità associata al test F di Fisher $\alpha=0,05$	0,01	0,006

Tabella 3.14: Probabilità associate ai test t di Student ed F di Fisher per le sorgenti del gruppo Vanacore. I test sono relativi alle conte microbiche totali a 37°C e a 22°C.

Dai dati in nostro possesso, risulta che non c'è differenza significativa tra i valori medi delle conte microbiche totali a 37°C rilevate nel 2008 e nel 2009 per quel che riguarda le sorgenti del gruppo Vanacore, ma si rileva una differenza statistica significativa per quel che riguarda il test delle varianze (F di Fisher). Ciò può essere spiegato ammettendo che sebbene in media non si sia registrata una significativa variazione dei valori medi, si sono registrate delle oscillazioni significative del tenore di batteri mesofili. Differenze significative sono state registrate per le conte totali a 22°C sia per quel che riguarda il test delle medie che quello della varianza.

Gruppo Stabiano (anni 2008/2009)		
	Confronto conta totale a 37°C	Confronto conta totale a 22°C
Probabilità associata al test t di Student $\sigma = 0,05$	0,63	0,50
Probabilità associata al test F di Fisher $\sigma = 0,05$	0,13	0,23

Tabella 3.15: Probabilità associate ai test t di Student ed F di Fisher per le sorgenti del gruppo Stabiano. Non ci sono differenze significative tra le due campagne di monitoraggio microbiologico.

Per quel che riguarda le sorgenti del gruppo Stabiano, non si sono registrate variazioni significative nel tenore di batteri mesofili e psicrofili.

	Streptococchi		Coliformi totali	
	2009	2008	2009	2008
Sorgenti Stabiane	1,85	2,47	0,38	6,17
Sorgenti Vanacore	0,93	1,23	0,28	3,70

Tabella 3.16: Percentuale di campioni positivi per streptococchi e coliformi nel corso del 2008 e del 2009



Dalla tabella 3.16 si evince come il numero di campioni positivi per coliformi totali e streptococchi fecali sia diminuito passando dal 2008 al 2009. Soprattutto per le sorgenti del gruppo Vanacore si è avuto quasi un azzeramento dei campioni positivi. Inoltre, le analisi condotte nel primo trimestre del 2010 presso le sorgenti Vanacore hanno confermato il trend positivo già registrato nel 2009.

In conclusione possiamo dire che l'opera di manutenzione effettuata alle sorgenti, in particolare a quelle del gruppo Vanacore, ha portato miglioramenti più che significativi della qualità microbiologica delle acque stesse e che sarebbe opportuno perseguire in tale direzione per poter sempre più e meglio ottenere acque da immettere nel sistema igienicamente sicure.