



PROGETTO DI RESTAURO
DEL COMPLESSO MONUMENTALE
DELLA FONTANA DEL NETTUNO

**Qualità delle acque.
Stato attuale di funzionamento
della fontana monumentale:
scenario primaverile.**

Relazione a cura di:
Prof. Maurizio Mancini
Ing. Elisa Franzoni

Bologna, 24/05/2016



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE,
CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

INDICE

1. Sopralluogo del 17/05/2016
2. Analisi e determinazione dei principali parametri indicatori della qualità delle acque con riferimento agli effetti sui materiali del monumento.
 - Analisi eseguite:
 - In situ con strumentazione portatile - DICAM-UNIBO
 - In laboratorio di Scienza e Tecnologia dei Materiali (LASTM)-DICAM-UNIBO
3. Considerazioni conclusive.

1. SOPRALLUOGO DEL 17/05/2016

Secondo lo schema dettagliato in prima relazione è stato effettuato un secondo sopralluogo in data 17/05/2016. Tale campagna di analisi e campionamento era prevista in un momento di avanzata stagione estiva, allo scopo di descrivere uno scenario caratterizzato da temperature e irraggiamento particolarmente gravosi in termini di condizionamento biochimico. Le tempistiche necessarie all'avvio delle fasi di restauro e la relativa disconnessione e idraulica non avrebbero tuttavia consentito campagne estive, per cui si è proceduto con urgenza ad una campagna primaverile su di uno scenario che risulta comunque molto diverso da quello descritto nella prima campagna.

Durante il sopralluogo e prima del prelievo, viene anche effettuata una ulteriore lettura del contatore dell'acqua sito nel locale interrato, che segna 1231, indicando quindi un consumo di circa 2 metri cubi rispetto alla lettura del 03/02/2016. Si noti, tuttavia, che, al momento del sopralluogo, la condotta di ritorno dalla fontana è stata trovata nella condizione illustrata in **Figure 1-2**, ovvero con l'elemento a V ruotato in modo da far fuoriuscire l'acqua. Risulta quindi difficile fare qualsivoglia considerazione circa l'origine del consumo riscontrato, che potrebbe essere dovuta ad evaporazione di acqua nella fontana, perdite dell'impianto, o semplicemente allo scarico di acqua di cui alle **Figure 1 e 2**.

Si noti, inoltre, che in prossimità del serbatoio di accumulo del circuito idraulico è stato osservato un contenitore di ipoclorito di sodio, oltre a quelli di acido tricloroisocianurico già osservati nei sopralluoghi precedenti.



FIGURA 1 sx: Condotta dell'acqua di ritorno dalla fontana.



FIGURA 2 dx: Dettaglio della figura precedente.

1.1. Campioni

Sono stati prelevati tre campioni di acqua, uno dalla vasca della fontana e due dall'impianto di ricircolo dislocato nel locale interrato. I 3 campioni di acqua sono stati siglati con lo stesso riferimento di cui alla Prima Relazione, cioè:

- campione 1, acqua di rete, per reintegro, prelevata dalla condotta Hera in ingresso. Tale campione viene preso come riferimento per l'utilizzo di dati storici disponibili e per il confronto con le analisi dei campioni successivi;
- campione 2, acqua "di ritorno" dalla fontana. Il campione è stato prelevato prima dell'immissione dell'acqua di ritorno nel serbatoio e viene preso a verifica delle variazioni complessive di qualità del fluido intervenute durante il tempo di permanenza in condotti di mandata, getti, vasca di raccolta e condotti di ritorno;
- campione 4, acqua della vasca della fontana. Il campionamento è stato effettuato a verifica degli effetti sulle caratteristiche chimico fisiche procurati all'acqua, durante il tempo di esposizione alla radiazione solare, da biomasse vegetali adese al monumento e/o sospese in vasca.

Non è stato possibile prelevare un campione dal serbatoio di raccolta (campione 3), a causa del livello troppo basso dell'acqua nello stesso, correlabile anche allo scarico intenzionale dell'acqua lungo la condotta di ritorno dalla fontana.

2. ANALISI E DETERMINAZIONE DEI PRINCIPALI PARAMETRI INDICATORI DELLA QUALITÀ DELLE ACQUE CON RIFERIMENTO AGLI EFFETTI SUI MATERIALI DEL MONUMENTO.

2.1. Analisi effettuate il 17.05.2016

Conducibilità	Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Contenuto di ossigeno disciolto	O_2 (mg/l)
Solidi totali disciolti	TDS (mg/l)
Concentrazione ioni idrogeno	pH (-)

Le analisi sono state effettuate direttamente in situ con strumentazioni portatili (pH-metro Cyberscan pH310 della Eutech Instruments e Sonda multiparametrica YSI 556 della Yellow Springs Instruments).

Cloruri	Cl^- (ppm)
Nitrati	NO_3^- (ppm)
Solfati	SO_4^- (ppm)
Contenuto di ioni calcio	Ca^{++} (mg/l)
Durezza calcolata	(°f)

La determinazione della natura e della quantità di sali solubili è stata svolta mediante cromatografia ionica (DIONEX ICS 1000) e la determinazione del contenuto di ioni calcio mediante titolazione con EDTA (metodo ISO 6068). Tali analisi sono state condotte presso i Laboratori del DICAM.

2.2. Risultati delle analisi

Seconda campagna di analisi: Condizioni primaverili

Si riportano di seguito i risultati delle **analisi chimico-fisiche** condotte in situ:

Campione	Descrizione	pH	Conducibilità (µS/cm)	O ₂ (mg/l)	TDS (mg/l)
1	Acqua di rete Hera	8.00	403	8.15	315
2	Acqua di ritorno	8.07	420	8.21	332
4	Acqua della vasca della fontana	8.03	402	8.34	323

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi dei sali solubili effettuata in laboratorio:

Campione	Descrizione	Cloruri (Cl ⁻ , ppm)	Nitrati (NO ₃ ⁻ , ppm)	Solfati (SO ₄ ⁼ , ppm)
1	Acqua di rete Hera	23	2	32
2	Acqua di ritorno	36	3	34
4	Acqua della vasca della fontana	44	3	36

Si riportano infine i risultati dell'analisi del contenuto di ioni calcio effettuata in laboratorio:

Campione	Descrizione	Contenuto Calcio Ca ⁺⁺ (mg/l)	Durezza calcolata* (°f)
1	Acqua di rete Hera	59	14.7
2	Acqua di ritorno	57	14.1
4	Acqua della vasca della fontana	58	14.4

* Durezza calcolata come 1 °f = 10 mg/l di CaCO₃.

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il presente rapporto preliminare rende conto di uno scenario di funzionamento primaverile caratterizzato da cinetiche chimico-biologiche condizionate da temperature miti e irraggiamento medio-basso. Come nel caso invernale, si rilevano valori poco discosti per tutti i parametri monitorati alle tre sezioni di controllo (mandata, ritorno, vasca esterna) rappresentative delle acque in ricircolo alla fontana, rispetto a quanto misurato in acqua di rete acquedottistica.

I valori di pH, conducibilità, durezza e TDS presentano, per tutte le sezioni analizzate, valori prossimi a quelli della prima campagna di monitoraggio per cui quanto emerso dalla prima campagna e rappresentato in prima relazione in termini di potere aggressivo/incrostante e corrosività risulta sostanzialmente confermato. Bologna, 30.5.2016

Prof. Maurizio Mancini
Ing. Elisa Franzoni