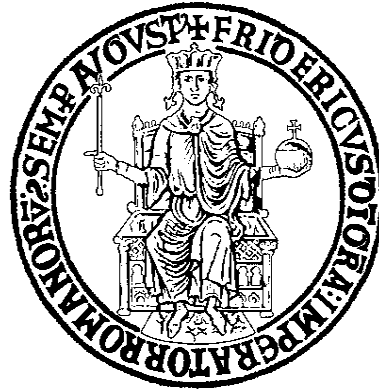


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA)

Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**ANALISI DEI DEFLUSSI FOGNARI IN TEMPO ASCIUTTO
DEL BACINO URBANO ARENA S. ANTONIO (NA)**

Abstract

Relatore:

Ch.mo Prof. Giuseppe Del Giudice

Candidato:

Rosa Anna Criscuolo

M67/214

Correlatore:

Ing. Roberta Padulano

ANNO ACCADEMICO 2015/2016

Il monitoraggio delle acque defluenti in una rete fognaria consente di raccogliere dati che possono essere utilizzati per effettuare elaborazioni utili per diversi scopi. Innanzitutto, tali dati sono indispensabili per costruire un adeguato modello di previsione che permetta di stimare le portate defluenti in futuro, allo scopo di progettare un eventuale intervento di adeguamento del sistema fognario ed essere in grado di rispondere a nuove esigenze di servizio. Inoltre, tali dati risultano fondamentali laddove si voglia conoscere il valore della portata in arrivo ad un impianto di depurazione o si voglia individuare la presenza di allacci abusivi alla fognatura. Infine, considerando che nella letteratura scientifica sono numerosi i casi in cui sono stati svolti studi per la previsione della richiesta d'acqua a diverse scale temporali, qualora si riuscisse a realizzare un modello per la previsione della produzione di acque nere, potrebbe risultare interessante operare un confronto tra un modello di previsione sui consumi e uno di previsione sulle acque reflue prodotte.

Nel presente elaborato di tesi si utilizzano, per l'appunto, dei dati provenienti da un monitoraggio effettuato in uno dei collettori principali della zona occidentale di Napoli: il collettore Arena S. Antonio. In particolare, i dati monitorati sono dei tiranti misurati in corrispondenza di una sezione terminale del collettore stesso mediante un misuratore ad ultrasuoni.

Il territorio in cui si sviluppa il collettore in esame è quello relativo alla zona occidentale della città di Napoli. Tra i bacini neri relativi a tale zona, due sono quelli le cui acque nere passano per il tratto terminale del collettore Arena S. Antonio per, poi, arrivare all'impianto di grigliatura e sollevamento di Coroglio (Figura 1).

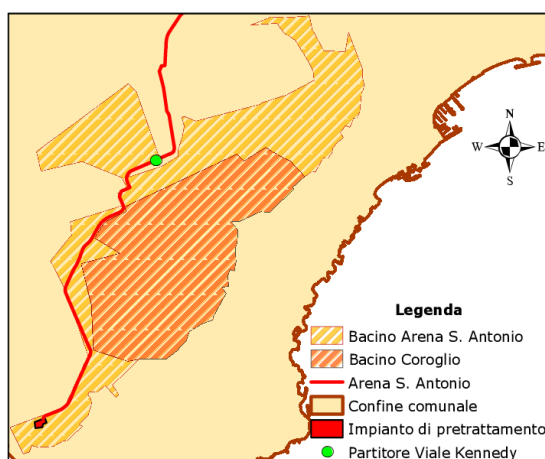


Figura 1 - Bacini le cui acque nere gravano sulla parte terminale dell'Arena S. Antonio

I dati a disposizione, forniti dall'azienda ABC Napoli, ente gestore delle risorse idriche per la città di Napoli e parte delle province di Avellino, Benevento, Napoli e Caserta, sono relativi agli anni 2012, 2013, 2014, 2015.

Si è scelto di proseguire con l'elaborazione soltanto dei dati relativi al 2012 poiché meglio si prestano sia dal punto di vista dell'analisi come serie storica che dal punto di vista dell'analisi del sistema fisico. Si nota, infatti, per essi una stagionalità congruente con le variazioni tipiche dei consumi durante l'anno che si sono evinte nell'ambito di altri studi (Butler e Davis, 2011). In particolare, si nota la differenza tra produzione di acque nere, quindi consumi a monte, tra il periodo estivo e quello invernale che nell'anno 2013 non si riesce ad osservare. Su tali dati si sono, dunque, effettuate le prime elaborazioni di filtraggio e aggregazione, studio dell'andamento medio, della varianza e di eventuali differenze tra l'andamento dei giorni feriali e dei giorni festivi per ciascun mese.

Si è, così, ottenuto l'andamento medio dei giorni rappresentativi per ogni mese e per quanto riguarda la varianza si è potuto osservare che la fascia temporale in cui si ha una crescita del deflusso delle acque nere, quindi si è avuta verosimilmente una crescita dei consumi a monte, è quella in cui si registra la maggiore variabilità dei dati relativi alle stesse ore per i diversi giorni del mese. Inoltre, si è osservato che non c'è una significativa differenza nel deflusso di acque all'interno del collettore tra giorni feriali e giorni festivi, se non uno spostamento nel tempo, che indica deflussi che avvengono più tardi durante i giorni festivi rispetto a quelli feriali.

Si è, poi, proceduto nel tarare una scala di deflusso che consentisse di utilizzare i dati del 2012, precedentemente elaborati, come input per ottenere una stima del valore delle portate. Per valutare

tale scala di deflusso si utilizzano anche i dati di sollevamento relativi all'impianto di pretrattamento in cui sono convogliate le acque dell'Arena. Da questi dati di sollevamento, misurati in l/s ogni 1.5 minuti, mediante un'integrazione e un'aggregazione si sono ottenute le portate giornaliere sollevate. Considerando, dunque, i metri cubi totali sollevati al giorno si è calcolata una media giornaliera che risulta essere pari a 11923 m³/giorno. Si è, poi, calcolata la portata media nera in funzione della popolazione e della dotazione idrica, pari a 12523 m³/giorno.

Si sono, infine, elaborate tre scale di deflusso, essendo nota la geometria del canale ed effettuando tre ipotesi sul riempimento al fondo: fondo pulito (sezione triangolare), strato di incrostazioni per uno spessore di 10 cm dal punto più depresso (sezione trapezoidale), incrostazioni pari a 20 cm dal punto più depresso (sezione rettangolare). Considerando un valore di tirante medio annuale, calcolato come media dei valori di tirante filtrati a disposizione, si sono calcolate le portate mediante le tre scale di deflusso. La portata più vicina alle altre due calcolate è risultata quella relativa alla seconda ipotesi (Tabella 1).

Tabella 1 - Confronto tra le portate calcolate

Caso	Portata calcolata mediante la scala di deflusso [m ³ /g]	Portata media nera [m ³ /g]	Portata media sollevata [m ³ /g]
a- sezione triangolare	17211	12478	11923
b- sezione trapezoidale	11621	12478	11923
c- sezione rettangolare	1823	12478	11923

Si è, in seguito, proceduto ad un'analisi della serie storica mediante decomposizione, considerando il metodo classico additivo. Si è effettuata una scomposizione della serie nelle sue componenti principali (Figura 2, Figura 3 e Figura 4) e si sono confrontati i valori calcolati con i valori osservati, per valutare se fosse possibile effettuare delle previsioni.

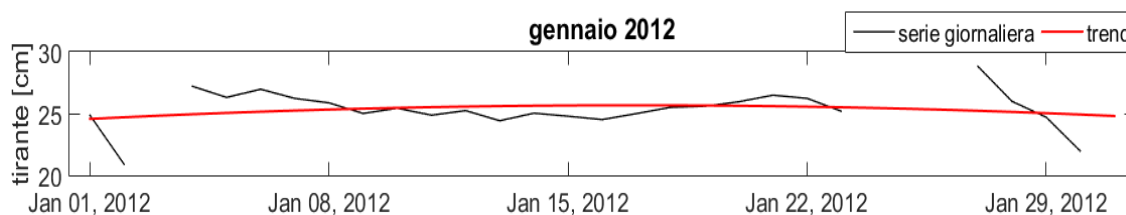


Figura 2 - Individuazione trend e detrendizzazione, gennaio 2012

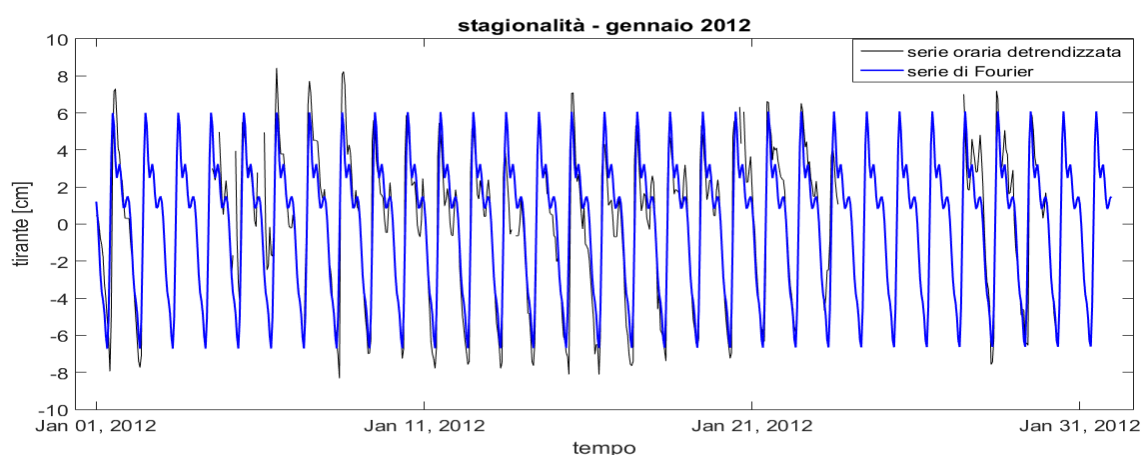


Figura 3 - Componente stagionale, gennaio 2012

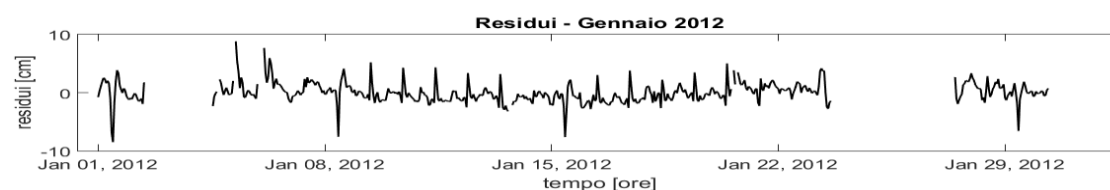


Figura 4 - Componente residuale, gennaio 2012

Per i residui si sono notati alcuni valori più alti dell'autocorrelazione che sembrerebbero indicare una relazione tra i residui stessi. Questo risultato non ci consente, dunque, di affermare che la componente residuale sia del tutto accidentale; ciò potrebbe essere dovuto alla presenza di componenti, quali persistenza e ciclicità, che non sono state sottratte alla serie con i precedenti passaggi di decomposizione. Un'ulteriore considerazione da fare è che, la necessità di ricostruire la serie di residui per poter elaborare il correlogramma, potrebbe aver comportato la presenza di un'autocorrelazione indotta. Si è, inoltre, osservato come il fatto di avere disposizione dati affidabili relativi soltanto a misurazioni effettuate durante un anno, in particolare il 2012, sia stato tra i principali motivi di uno scostamento tra valori calcolati e valori osservati che ha portato a concludere che, utilizzando soltanto tali dati, non sia possibile sbilanciarsi nell'effettuare previsioni sull'andamento futuro della produzione di acque nere.

Si è, poi, passati al calcolo dei coefficienti di ripartizione, in particolare il coefficiente di ripartizione mensile e quello orario, al fine di valutare l'andamento di un pattern adimensionale della produzione di acque nere, sia mensile che orario per l'appunto (Figura 5). Dal confronto con pattern analoghi già individuati in studi precedenti si è osservata una rispondenza dell'andamento del pattern mensile individuato con quelli analizzati nell'ambito di altri studi (Molino *et al.*, 1996) e una variazione del pattern dei coefficienti orari tra gli anni ottanta, periodo cui risalgono i dati di tali studi, e il 2012.

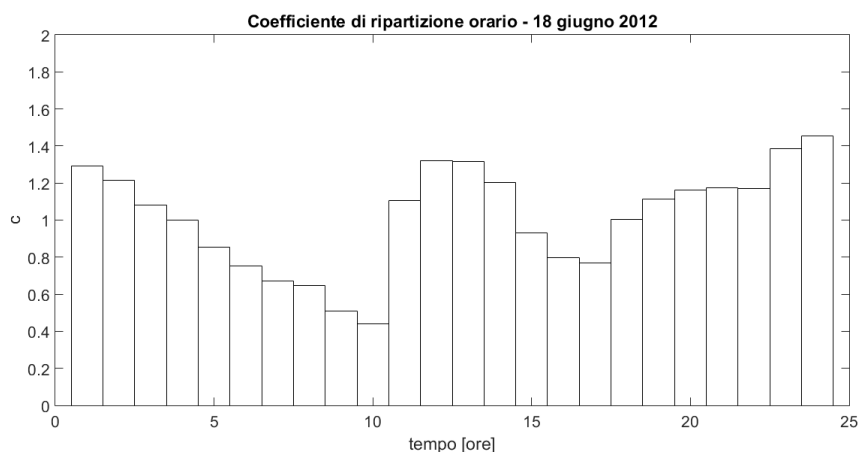


Figura 2 - Coefficiente di ripartizione orario

Si è, inoltre, voluto stimare un valore di coefficiente di punta come prodotto tra il valore massimo del coefficiente di ripartizione mensile e il valore massimo del coefficiente di ripartizione orario, pari a 2.23, che è risultato essere confrontabile con quelli calcolati con le formule sperimentali.

Si è proceduto, infine, ad un'applicazione del metodo dell'invaso lineare allo scopo di valutare se potesse rappresentare la fisica del collettore in modo soddisfacente. Avendo a disposizione i tiranti, quindi mediante la scala di deflusso precedentemente tarata anche le portate defluenti, si sono voluti indagare i valori della costante di invaso nonché le immissioni.

Si è evinto che esso interpreta abbastanza bene il funzionamento del collettore per quanto riguarda la relazione tra la portata defluente attraverso il collettore stesso e il volume che si invasa all'interno di esso. È risultato, invece, non essere adeguato per ricavare informazioni relativamente alle immissioni nella rete fognaria.

In definitiva, si è dimostrato come sia possibile indagare sotto più punti di vista il funzionamento di un collettore avendo monitorato e raccolto semplicemente dei dati di tirante. Si è osservato anche che, se si avesse a disposizione una mole di dati più significativa si potrebbero raggiungere risultati molto più soddisfacenti, fino ad effettuare delle previsioni significative sul comportamento futuro.