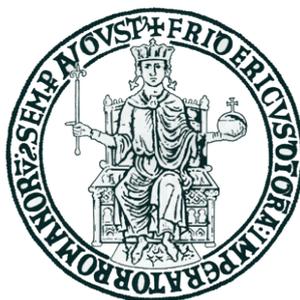


Università degli Studi di Napoli Federico II



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 statistica dei consumi idrici
nel quartiere di Soccavo (NA)***

Abstract

RELATORE

Ch.mo Prof. Giuseppe del Giudice

Ing. Gianluca Sorgenti degli Uberti

CANDIDATA

Maria Sarro

M67/250

CORRELATORE

Ing. Roberta Padulano

Anno Accademico 2016/2017

Abstract

Il consumo di acqua urbana assume sempre maggiore importanza nella gestione delle risorse idriche a seguito della crescita della popolazione e dell'urbanizzazione: è crescente, pertanto, l'attenzione dei gestori verso l'efficienza idrica al fine di sfruttare al meglio la risorsa. La caratterizzazione della domanda idrica rappresenta una premessa imprescindibile. Essa fa parte di un sistema complesso, dipendente da modelli e processi complessi che sono il risultato delle interazioni umane con fattori ambientali, geografici, demografici e socioeconomici: il cliente, quindi l'uomo, con le sue abitudini rappresenta il perno di questo problema.

In questo lavoro di tesi è stata effettuata una caratterizzazione del consumo d'acqua residenziale e non residenziale, con un'attenzione alle attività commerciali avendo come base del lavoro il set di dati di consumo idrico relativi a un arco temporale di quasi due anni ottenuti dal sistema di *smart metering* installato nel quartiere Soccavo, nella zona occidentale di Napoli. I dati sono stati acquisiti durante i mesi di tirocinio presso l'Azienda Speciale ABC Acqua Bene Comune di Napoli. Grazie al sistema di *smart metering*, che permette la conoscenza del quantitativo d'acqua consegnato ai cittadini in tempo quasi reale e in continuo e ne consente l'archiviazione all'interno di un database, si è avuta la possibilità di lavorare su un dataset molto consistente di dati idrici.

L'arco temporale studiato va dal 14 Maggio 2015, messa in esercizio dei nuovi contatori, al 21 Marzo 2017. Il database iniziale conteneva, oltre ai volumi orari consumati da ogni utenza, una serie di informazioni a corredo che, durante il tirocinio, sono state verificate e implementate: in particolare, sfruttando i dati contrattuali di proprietà esclusiva dell'azienda ABC, si è risaliti alla tipologia d'uso del contatore (uso civile domestico, uso commerciale e uso civile non domestico, secondo la delibera 655/15 dell'AEEGSI). Per le utenze di tipo commerciale si è deciso di approfondire il livello di dettaglio dell'informazione andando a individuare l'attività specifica svolta: questa fase è stata molto laboriosa e, laddove non si è riusciti a risalire al tipo di attività attraverso il contratto, è stato necessario un sopralluogo di accertamento.

La fase più complessa è stata quella di pulizia dei dati, che ha consentito di ottenere un dataset che, seppure costituito da meno serie storiche, risultava più affidabile. In primo luogo sono stati eliminati gli outliers, poi è emerso anche che mancavano molti dati di consumo o che questi erano errati. Ad esempio talvolta ci si è imbattuti in consumi orari negativi, fisicamente impossibili, che non si è riusciti a spiegare o validare; o ancora, per un intero periodo di circa 15 giorni la serie storica presentava un buco totale, ovvero tutti i contatori del distretto erano privi di dati.

Per caratterizzare e quantificare la capacità di una serie idrologica di poter fornire informazioni affidabili e cioè per escludere le serie di bassa qualità, ci si è serviti dei seguenti due parametri (indicati dall'ISPRA nelle linee guida per l'analisi e l'elaborazione statistica di base delle serie storiche):

- continuità della serie, che fornisce un'idea di quanto la serie presenti dati validi in maniera continua nel tempo (è pari a 1 se la serie presenta tutti dati validi continui, a 0 se presenta un dato valido e uno continuo alternati);

- completezza della serie, che fornisce un'indicazione di quanto la serie sia completa, ovvero sia quanti dati validi contenga rispetto alla totalità massima dei dati.

Si è scelto di considerare tutte le serie con una completezza pari o superiore al 70%: questa condizione, per come i punti rappresentativi delle serie si dispongono in un piano continuità-completezza e per la relazione che esiste tra i due indicatori, determina anche una condizione sulla continuità, ovvero sono escluse in questo modo le serie con continuità inferiore al 40%.

In definitiva, si sono proseguite le analisi su un numero di contatori totali pari a 3663 (rispetto ai 4989 di partenza) di cui la quasi totalità, 3192, a uso domestico, 495 a uso commerciale e 6 a uso civile non domestico.

A questo punto, i dati sono stati elaborati in ambiente MATLAB con l'obiettivo di definire un pattern medio giornaliero, ossia la curva che rappresenta l'andamento della richiesta idrica nel tempo, utilizzabile sia come spunto di partenza per ulteriori analisi e ricerche, sia dal gestore, in ambito progettuale per fare delle previsioni più affidabili della domanda, in ambito commerciale per fatturare al cliente consumi più vicini a quelli reali. I pattern sono stati calcolati a partire dai coefficienti di ripartizione oraria "normalizzati", ovvero ottenuti dividendo ciascuna portata oraria per la portata giornaliera corrispondente, e non per la portata media annua.

Il pattern ottenuto, mostrato in figura 1, fornisce una panoramica sulle abitudini degli utenti e consente di individuare gli orari di punta e quindi di maggiore stress per la rete idrica urbana. La domanda presenta due picchi in corrispondenza delle 8:00 e delle 20:00, mentre nella parte centrale del giorno il consumo è pressappoco costante con un appena percettibile picco in corrispondenza dell'ora di pranzo.

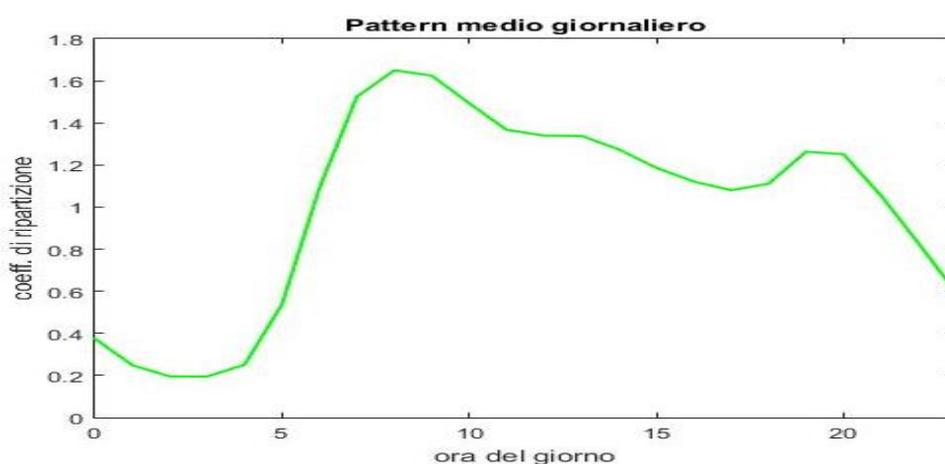


Figura 1 - Pattern medio giornaliero

Dato che il campione di dati costituisce una serie storica, si è ottenuta la distribuzione di probabilità del coefficiente di punta e della portata media annua (figura 2). La maggior parte delle utenze presentano un coefficiente di punta pari a 2 e portate medie annue relativamente basse, inferiori ai 50 l/h. Il coefficiente di punta ottenuto dai dati a disposizione è stato confrontato con quello calcolato con la formula di Babbitt: i due valori sono risultati molto simili, soprattutto se si considera che dal dataset di partenza sono state escluse le

serie storiche di alcuni contatori. Ad ogni modo, il fatto che i due valori ottenuti siano quasi sovrapponibili è anche indicativo di una corretta pulizia dei dati e rimozione dei valori anomali.

Anche la valutazione della dotazione idrica fatta con il dato di portata media e l'informazione sul numero di abitanti si è rivelata essere in linea con i valori tipici delle città: infatti il valore medio è risultato essere circa 100 l/ab·g, che è da ritenersi sottostimato, perché nel calcolo non sono stati computati tutti i contatori realmente eroganti.

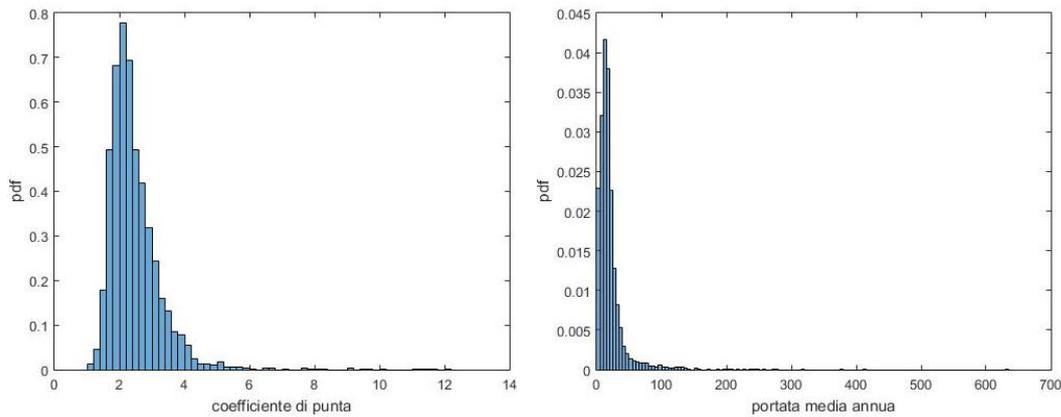


Figura 2 – Pdf del coefficiente di punta (a sinistra) e della portata media annua (a destra)

Una fase importante del lavoro ha dato come risultato altre curve di consumo, ottenute andando a raggruppare più contatori a seconda della loro dimensione e della tipologia d'uso e in seguito, secondo un criterio spaziale, sulla base della suddivisione dell'ISTAT del distretto in celle censuarie. Si è approfondito il livello di dettaglio per quanto riguarda le utenze non domestiche, andando a classificare le attività commerciali in base al tipo di attività specifica (figura 3 e 4).

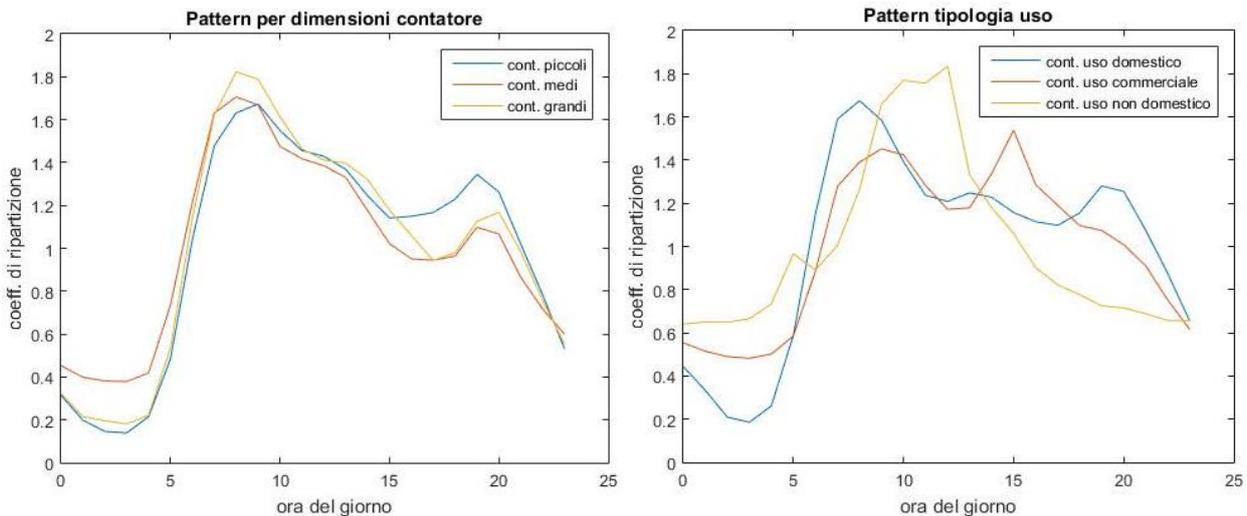


Figura 3 - Pattern medio giornaliero per dimensioni del contatore (a sinistra) e per tipologia d'uso (a destra)

Come prevedibile, a seconda della tipologia d'uso del contatore cambiano gli orari in cui si registrano i picchi di consumo. In particolare, le attività commerciali presentano un pattern a due picchi in corrispondenza delle ore centrali della mattina e del pomeriggio, con una caduta dei consumi in corrispondenza della fascia

oraria del pranzo e con consumi quasi nulli di notte, coerentemente con quelli che sono gli orari di esercizio della maggior parte delle attività commerciali (figura 4 a sinistra).

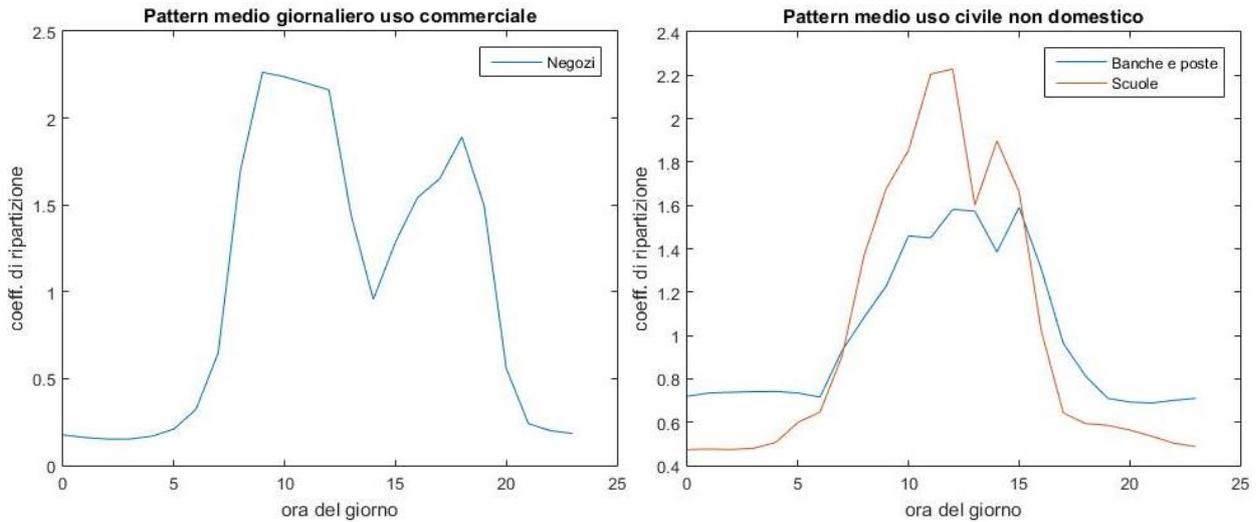


Figura 4 - Pattern medio giornaliero: dettaglio categoria uso commerciale (a sinistra) e uso civile non domestico (a destra)

Per quanto riguarda invece gli usi civili non domestici (figura 4 a destra), il pattern medio generale presenta un unico picco di consumo in corrispondenza delle ore centrali del giorno; però si riporta il risultato nel dettaglio per due diversi tipi di attività civili non domestiche, ossia le scuole e gli uffici bancari e postali (che sono quelle più numerose e significative). I consumi risultano essere diversi tra loro ma in perfetta linea con gli orari tipici del tipo di attività svolta.

La peculiarità di questo studio è il fatto che l'area esaminata presenta un elevato numero di abitanti, quindi si è indagato il consumo quotidiano delle acque urbane di un cospicuo numero di utenze. È stata infatti valutata anche la serie temporale della domanda di acqua di gruppo per un numero via via crescente di utenti, partendo da 50 fino a 3650, mediante un processo di aggregazione applicato alle informazioni. Lo scopo era osservare se ci fossero delle variazioni nell'andamento man mano che si procedeva ad aumentare il numero di contatori aggregati: si è constatato che, in termini dimensionali, all'aumentare del numero di contatori, la curva trasla solo perché aumenta la portata media consumata ma senza variazioni nella forma del pattern. Il dato è stato poi confermato dalla stessa aggregazione fatta in termini adimensionali, come mostra la figura 5. Questo risultato può rivestire una grande importanza soprattutto per l'ABC Napoli e in generale per i gestori della risorsa idrica: infatti è possibile per loro determinare qual è il numero di contatori minimo da mettere in telelettura in un distretto idrico per ottenere una stima affidabile dei pattern di consumo per quel distretto stesso e riuscire a sfruttare l'informazione per fare delle stime più affidabili dei consumi da fatturare. Ancora, i risultati forniti da questo lavoro di tesi possono essere utilizzati e ulteriormente elaborati dai gestori per valutare la distribuzione di probabilità della portata richiesta in ogni ora del giorno, per migliorare la regolazione delle pressioni nella rete di distribuzione.