

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA



Facoltà di Scienze Statistiche

Corso di laurea triennale in Statistica, Economia e Finanza

Relazione finale:

Analisi dei consumi idrici dell'area Padovana: un'esperienza in Acegas-Aps S.p.A.

Relatore

Ch.ma Prof.ssa Luisa Bisaglia

Laureando

Marco Nardo

Anno accademico 2010/2011

Ai miei genitori.

Con grande stima, rispetto e riconoscenza.

E a mia sorella.

Indice

1) Il Servizio Idrico Integrato	pag. 1
1.1) Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (AATO)	2
1.2) AATO Bacchiglione	4
1.2.1) Il piano tariffario nell'ATO	6
1.3) Il gruppo Acegas-Aps S.p.A.	7
1.3.1) Il ciclo idrico di Acegas-Aps	9
1.4) Il servizio idrico dell'area territoriale di Padova	13
1.4.1) Cenni storici	13
1.4.2) Acegas-Aps nella provincia di Padova	14
1.4.3) Un confronto tra il 2008 e il 2009	17
2) Attività nel periodo di stage	19
2.1) Perdite di rete	20
2.2) Analisi tariffe costi e investimenti	23
2.3) Andamento trimestrale tariffario	33
3) Considerazioni sul consumo e la distribuzione dell'acqua potabile	37
3.1) Rassegna della letteratura	41
4) I consumi idrici dell'area Padovana	43
4.1) Analisi delle determinanti dei consumi idrici dell'area padovana.....	43
4.2) Analisi della serie temporale dei volumi immessi nella rete Padovana	45
Conclusioni	59
Bibliografia - Siti consultati - Programmi statistici utilizzati – Ringraziamenti	61

Il Servizio Idrico Integrato (S.I.I.)

Il Servizio Idrico Integrato (SII) costituisce l'insieme dei servizi di prelievo, trasporto ed erogazione dell'acqua all'utente. Gestisce, inoltre, i sistemi fognari e la depurazione delle acque reflue, garantendo un razionale utilizzo della risorsa.

Alcune definizioni principali:

L'*acquedotto* è il servizio costituito dalle fasi di captazione, adduzione e distribuzione per usi domestici e non domestici.

Per *usi non domestici* si intendono:

- Utenze pubbliche; ospedali, scuole, edifici pubblici, stazioni ferroviarie, centri sportivi, mercati, caserme, aeroporti, ecc.
- Utenze commerciali; lavanderie, uffici, autolavaggi, supermercati, ristoranti, alberghi, negozi, ecc.
- Utenze agricole e industriali, purché, in quest'ultimo caso, l'acqua sia erogata tramite l'acquedotto e non attraverso impianti dedicati.

La *fognatura* è il servizio di raccolta e convogliamento delle acque reflue domestiche e industriali scaricate in pubblica fognatura, che saranno poi trattate presso opportuni impianti di depurazione.

Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale (AATO)

L'Autorità di Ambito Territoriale Ottimale (AATO) è un ente avente personalità giuridica, costituito da un consorzio obbligatorio di Comuni, chiamato a governare su scala provinciale il processo di riordino dei Servizi Idrici secondo le disposizioni di legge. Tale processo è finalizzato al superamento della frammentazione delle gestioni esistenti. I servizi di acquedotto, fognatura e depurazione devono essere gestiti in modo integrato e con criteri tecnico-economici e livelli di qualità adeguati alle esigenze dei cittadini.

L'AATO gestisce l'attività tecnico-amministrativa di controllo e la scelta del soggetto cui sarà affidata la gestione dei Servizi idrici nell'Ambito Ottimale, regolata dai contenuti della Convenzione e del Piano d'Ambito (il piano d'ambito sarà in seguito spiegato).

E' netta la distinzione di ruoli fra l'AATO, che definisce gli obiettivi e controlla la realizzazione del piano, e il gestore che organizza il servizio e realizza gli obiettivi del piano.

In caso di rilevanti inadempienze l'AATO può anche revocare l'affidamento. L'AATO esegue la ricognizione degli impianti e delle reti esistenti, pianifica gli investimenti, stabilisce, tramite la tariffa, le risorse necessarie all'attuazione della propria pianificazione e la loro ripartizione nel tempo, controlla che il Gestore realizzi gli investimenti programmati, mantenga standard tecnici e organizzativi adeguati e applichi correttamente la tariffa.

Obiettivo finale è quello di perseguire la tutela della risorsa idrica, garantendo che la gestione del servizio sia efficiente, efficace ed economica.

Il *Piano d'Ambito* è lo strumento programmatore che definisce gli standard di qualità del servizio, gli investimenti necessari e le tariffe.

L'orizzonte temporale di un piano d'ambito è assai ampio (20-30 anni), coerentemente con l'esigenza di programmare e realizzare interventi a carattere strutturale che portino miglioramenti effettivi e duraturi.

Motore degli interventi è la tariffa, la quale deve garantire la copertura di tutti i costi di gestione e d'investimento.

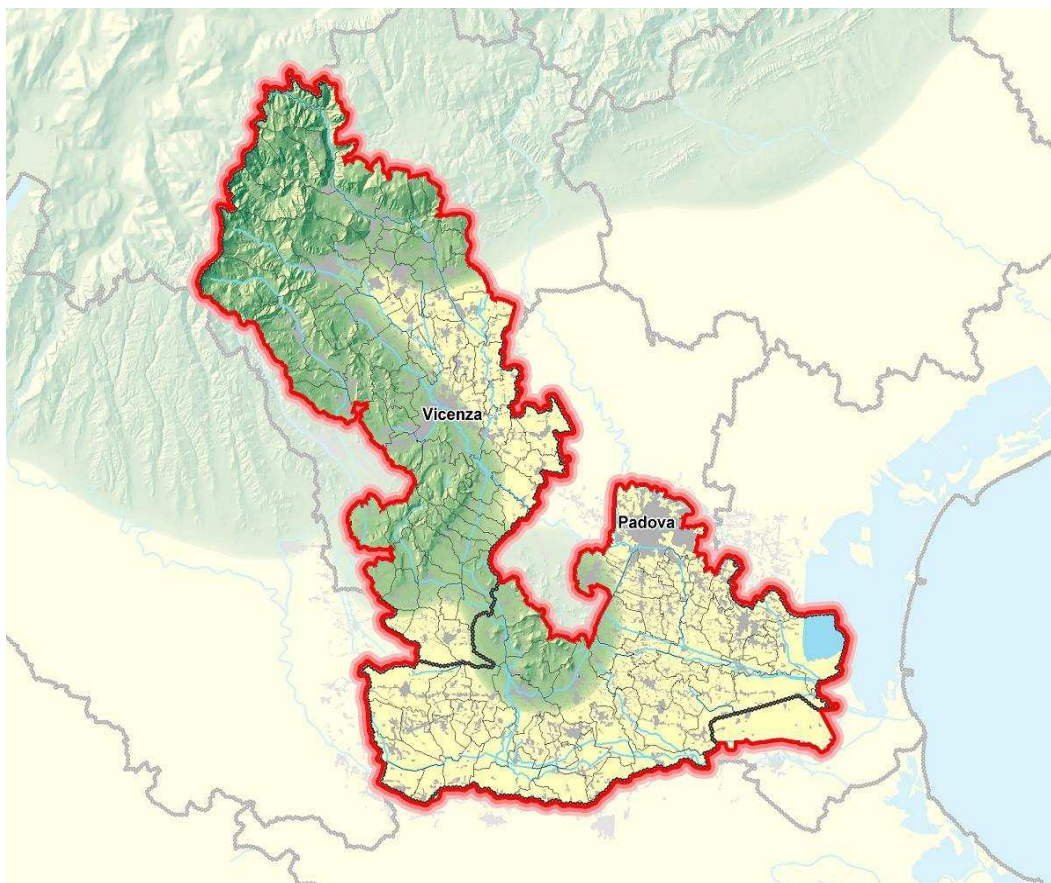
Quanti Ambiti Territoriali Ottimali ci sono in Italia? E nel veneto?

In Italia a livello locale la Legge 36/94 "legge Galli", prevede 91 Ambiti Territoriali Ottimali (ATO), caratterizzati da una gestione unitaria e integrata, delineata da un Piano d'Ambito, sottoposto al controllo e all'indirizzo di un'Autorità d'Ambito (AATO).

Nel Veneto sono presenti otto ATO qui di seguito elencati:

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| 1)ATO AV - Alto Veneto | 2)ATO B - Bacchiglione |
| 3)ATO BR - Brenta | 4)ATO LV - Laguna di Venezia |
| 5)ATO P - Polesine | 6)ATO V - Veronese |
| 7)ATO VC - Valle del Chiampo | 8)ATO VO - Veneto orientale |

AATO Bacchiglione



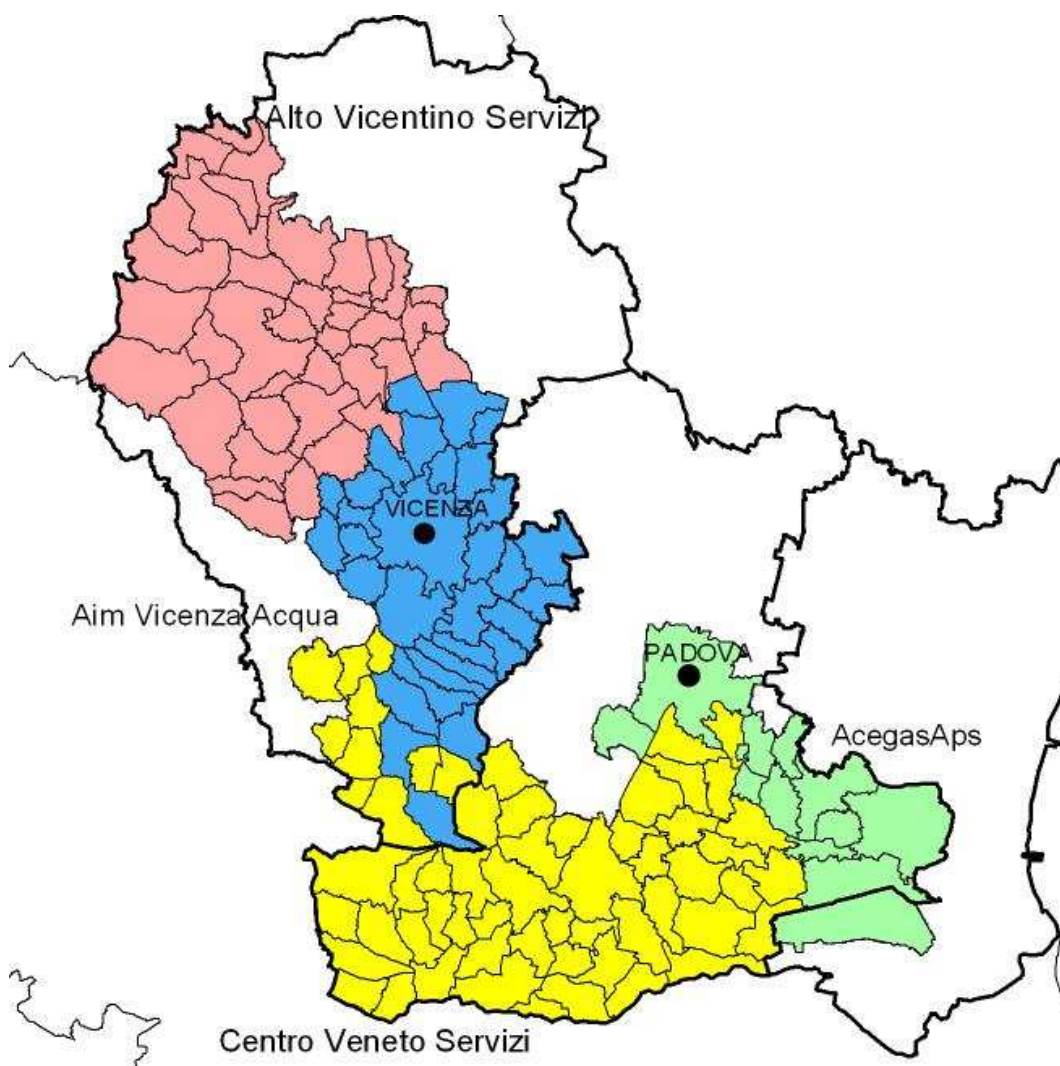
L'Autorità d'Ambito Bacchiglione, insediata nell'estate del 2000, è un Consorzio costituito da 140 Comuni appartenenti alle province di Padova (60), Vicenza (79) e Venezia (1) e dalle rispettive Amministrazioni provinciali, cui è stato affidato dalla Regione Veneto il compito di sovrintendere al ciclo integrato dell'acqua.

L'Autorità d'Ambito ha affidato la gestione del servizio idrico integrato a quattro gestori, stipulando con essi un contratto di servizio che li impegna a garantire

adeguati standard qualitativi all'utente, indipendentemente dal luogo di residenza o dalla sua capacità economica.

I gestori che attualmente operano nel territorio sono:

- Acegas-Aps S.p.A.
- Acque Vicentine S.p.A.
- Alto Vicentino Servizi S.p.A.
- Centro Veneto Servizi S.p.A.



Il piano tariffario nell'ATO Bacchiglione

La componente tariffaria di acquedotto è articolata in funzione della tipologia di utilizzo dell'acqua (domestico, altri usi, zootecnico e ad uso pubblico).

Ciascun cliente paga sull'effettivo consumo, secondo una tariffa articolata per scaglioni progressivi: in questo modo i consumi non essenziali sono penalizzati con tariffe più elevate, allo scopo di favorire il risparmio idrico.

La componente tariffaria di fognatura e depurazione viene applicata solamente ai clienti allacciati alla pubblica fognatura. Il volume d'acqua scaricata in fognatura è determinato in misura pari al volume d'acqua fornita.

Gli adeguamenti tariffari per ciascun gestore sono determinati in funzione dell'andamento dei costi e dei programmi d'investimento già stabiliti attraverso la pianificazione d'Ambito approvato nel gennaio 2010.

Dal 2009 le utenze domestiche con più di cinque componenti, beneficiano di uno sconto variabile tra il 10% e il 25% di ciascuna bolletta, in funzione della numerosità del nucleo familiare.

Il gruppo Acegas-Aps S.p.A.

La società Acegas-Aps è stata fondata il 19 dicembre 2003, ma ha già un secolo di storia alle sue spalle.

L'azienda, infatti, è il frutto della fusione di due imprese che hanno operato con successo per più di cent'anni nel campo della fornitura di servizi di pubblica utilità nelle province di Trieste e Padova.

Oggi si trova a presentarsi come una realtà innovativa nel settore delle multi utility e può essere considerata come un'impresa che ha un ricco bagaglio di conoscenze tecniche e di stretti legami con il territorio di competenza e i suoi abitanti.

In particolare, l'azienda opera nella gestione e distribuzione delle risorse idriche, dell'energia elettrica e del gas, nella raccolta e nel trattamento dei rifiuti e nei principali servizi municipali: da quelli funerari all'illuminazione pubblica, dalle reti per telecomunicazioni al teleriscaldamento.

L'azienda non è vista solo come un soggetto che persegue esclusivamente le proprie finalità economiche, ma anche come un organismo complesso che interagisce a 360 gradi con l'ambiente e la società, su cui ricadono i benefici delle attività svolte.

Si propone oggi come polo di aggregazione attorno a cui riunire altre imprese operanti in settori di mercato omogenei o sinergici; è un punto di riferimento nel campo della gestione dei servizi di pubblica utilità per tutto il Nord Est Italia e per i paesi dell'Europa dell'Est.

Società controllate e partecipate:

Capogruppo ACEGAS-APS S.p.A.;

Ciclo idrico: Centro idrico di Novoledo S.r.l. ; CST S.r.l.

Gas: Rila Gas AD ; SIGas d.o.o

Energia: NestEnergia S.p.A. ; Elettrogorizia S.p.A.;

Sarmato Energia S.p.A. ; Adria Link S.r.L.

Ambiente: NestAmbiente S.r.l. ; Ricicla S.r.l. ; Naonis Energia S.p.A.

Commerciale: Estenergy S.p.A.; AcegasAps Service S.r.l.

Servizi: Sinergie S.p.A. ; SIL-Società Italiana Lining S.r.l.

Altre partecipazioni:

AMGA S.p.A.

CREA S.c.r.l.

La Dolomiti Ambiente S.p.A.

Consorzio Italiano Compostatori

Fondazione Teatro "G. Verdi" e Pallacanestro Trieste 2004 S.r.l.

Il ciclo idrico di Acegas-Aps

Acegas-Aps gestisce l'intero ciclo idrico, quindi i servizi di captazione, approvvigionamento, trasporto e distribuzione di acqua potabile.

Il ciclo idrico si completa, poi, con la gestione dell'intero sistema fognario e il servizio di depurazione delle acque reflue.

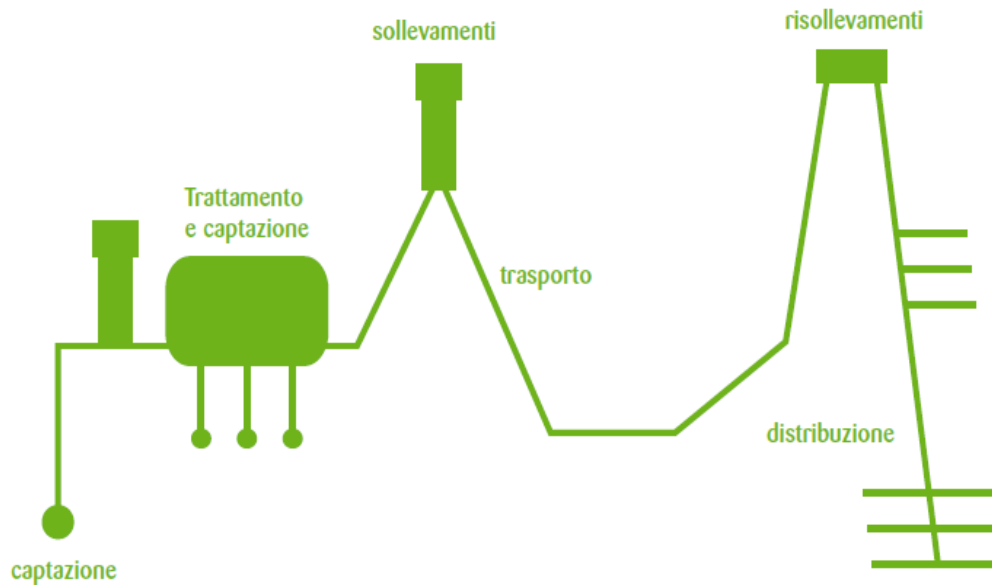
L'azienda provvede all'approvvigionamento e alla distribuzione d'acqua potabile nelle aree di Trieste, Padova e della Saccisica.

Di seguito elenco vengono elencate le scadenze delle concessioni per la gestione del servizio idrico nelle varie zone servite/gestite da Acegas-Aps:

- 2015 Abano Terme
- 2027 Trieste, Muggia
- 2028 Padova
- 2030 Legnaro, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Polverara, Piove di Sacco, Arzergrande, Brugine, Codevigo, Pontelongo, Correzzola, Cona

Percorso dell'acqua potabile:

Le fasi principali possono essere suddivise in: captazione, trattamento, sollevamenti, trasporto, distribuzione, risollemani.

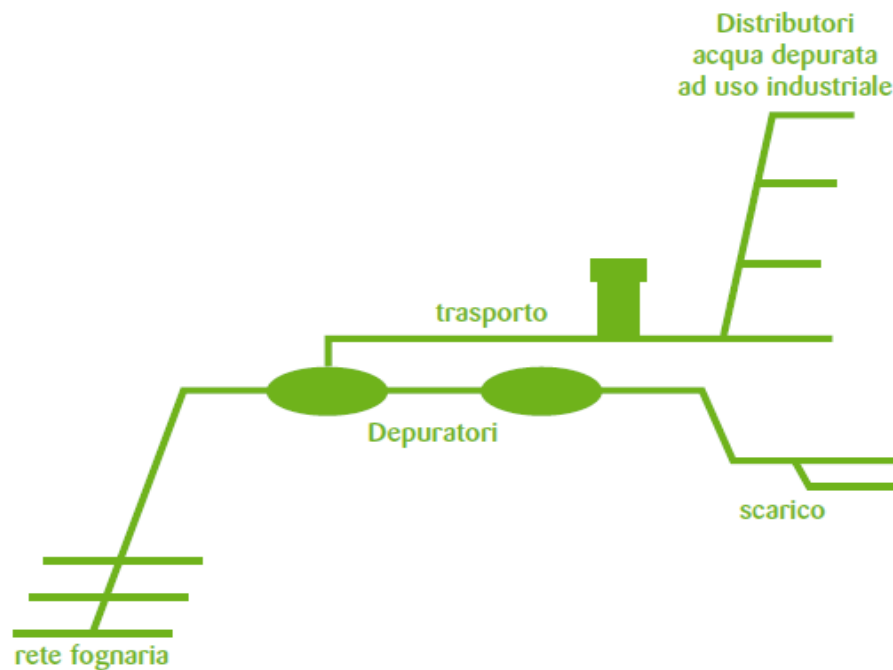


Dati aggiornati al 31-12-2009. Fonte: sito internet ufficiale Acegas-Aps

ACQUA POTABILE		
TOTALE ABITANTI SERVITI	n°	530.393
TOTALE CLIENTI	n°	251.382
- famiglie	n°	208.173
- utenze non domestiche	n°	43.209
ACQUA ADDOTTA	mc	94.822.275
- da falda	%	86%
- da superficie	%	14%
LUNGHEZZA DELLA RETE	Km	3.074
- adduzione	Km	273
- distribuzione	Km	2.801
PORTATA MEDIA	litri/sec	3.007

Gestione Acque reflue:

Le fasi della gestione delle acque reflue sono: rete fognaria, depuratori, scarico, trasporto acqua depurata, distribuzione per uso industriale.



Dati aggiornati al 31-12-2009 Fonte: sito internet ufficiale Acegas-Aps

SERVIZIO FOGNATURA E DEPURAZIONE		
Totale clienti	n°	219.973
Volumi trattati	mc	78.009.941
Scarichi industriali	mc	1.443.870
Acqua industriale	mc	3.214.651
Lunghezza della rete	Km	1.922

Scenario generale nel corso del 2009:

Lo scenario delle attività connesse al Ciclo idrico integrato è stato segnato non solo dalle ormai consuete variabili esogene (legate all'indice pluviometrico e all'andamento climatico) ed endogene (quali i rinnovati investimenti in impianti e reti per la manutenzione e il rinnovo delle stesse), ma soprattutto dagli specifici interventi sulla legislazione del settore che determinerà la ridefinizione delle strategie dei gestori del Servizio idrico integrato già nel breve termine.

Per quanto riguarda gli aspetti e i cambiamenti climatici, bisogna ricordare che questi ultimi non si limitano all'innalzamento delle temperature e all'intensificazione dei fenomeni temporaleschi di entità rilevante, ma influiscono anche sulla distribuzione e disponibilità della risorsa idrica, con forti ripercussioni sull'intero ciclo idrico.

L'azienda punta al massimo livello tecnico e qualitativo, destinando ingenti risorse agli investimenti per la manutenzione, l'ammodernamento e il potenziamento di reti e impianti.

Quadro normativo generale:

ACEGAS-APS S.p.A., essendo società a partecipazione pubblica quotata in borsa alla data del 1° ottobre 2003, mantiene il diritto di esercitare il Servizio idrico integrato fino alla scadenza prevista nel contratto di servizio, a condizione che la partecipazione pubblica si riduca progressivamente.

Servizio idrico area territoriale di Padova

Cenni storici

Il primo progetto per la gestione dell'acqua a Padova è stato presentato nel 1885 da Vincenzo Stefano Breda (Limena, 30 aprile 1825 – Ponte di Brenta, 4 gennaio 1903, ingegnere, imprenditore e politico italiano).

Il progetto si concretò nel 1888 con la messa in funzione della prima condotta che portò l'acqua dalle sorgenti di Dueville (nel Vicentino) a Padova.

Il comune riscattò poi la Società gestendola direttamente.

Il secondo acquedotto è stato inaugurato nel 1958 e nel 1962 è stata costituita l'Amap (Azienda municipale acquedotto Padova).

Nel 1984, dall'unificazione delle aziende di acqua e gas, nasce l'AMAG.

Nel 1991 il Comune di Padova gestisce direttamente il servizio idrico.

Nel 1999 viene inaugurato il terzo acquedotto e dalla fusione di AMNIUP, AMAG e ACAP nasce Azienda Padova Servizi-APS.

Nel 2003 nasce AcegasAps, la più grande *multiutility* del Nord Est, grazie alla fusione fra ACEGAS e APS. Questa è un importante capitolo di una storia nata ben più di un secolo fa e che continua a legare l'azienda padovana alla sua città, con l'intento di soddisfare i bisogni dei cittadini.

Acegas-Aps nella provincia di Padova

Nella provincia di Padova, Acegas-Aps segue l'intera gestione del SII nei Comuni di Padova, Abano Terme e altri 10 comuni nel territorio della Saccisica (Piovese).

Dati aggiornati al 31-12-2009 Fonte: sito internet ufficiale Acegas-Aps

ACQUA POTABILE		
TOTALE ABITANTI SERVITI	n°	299.527
TOTALE CLIENTI	n°	141.851
- famiglie	n°	116.896
- utenze non domestiche	n°	24.955
ACQUA ADDOTTA	mc	44.497.276
- da falda	%	89%
- da superficie	%	11%
LUNGHEZZA DELLA RETE	Km	2.046
- adduzione	Km	175
- distribuzione	Km	1.871
PORTATA MEDIA	litri/sec	1.411

FOGNATURA E DEPURAZIONE		
Totale clienti	n°	120.065
Volumi trattati	mc	27.027.553
Scarichi industriali	mc	617.280
Lunghezza della rete	Km	1.464

Fonti di approvvigionamento:

La principale fonte di approvvigionamento del sistema acquedottistico padovano è costituita da un insieme di falde idriche nella zona di Villaverla a nord di Vicenza, dove sono situati circa trenta pozzi artesiani di attingimento, dai quali l'acqua esce spontaneamente e rifornisce la rete padovana con una potenzialità di 1.400 l/s.

L'oasi di Villaverla è oggi uno straordinario "laboratorio verde", di aspetto molto simile a quello che un tempo dovevano avere le zone umide della Pianura Padana.

L'ottima qualità dell'acqua da essi prelevata è costantemente controllata e la zona di ricarica delle falde è inoltre monitorata da una rete di altri 80 pozzi spia.

L'acqua sgorga spontaneamente dopo un percorso depurativo lungo anche dieci anni ed è fatta giungere agli stabilimenti, dove si completa il ciclo di potabilizzazione con la clorazione.

Circa un terzo dell'acqua proveniente dai pozzi del Vicentino è trattata nella modernissima centrale di trattamento a carboni attivi di Saviabona (Vicenza).

Senza considerare la zona della Saccisica, il 5% di approvvigionamento proviene da acque superficiali, che subiscono un processo di potabilizzazione con filtrazione rapida in pressione e successivo trattamento di filtrazione con carbone attivo. Le acque così ottenute presentano buone caratteristiche di potabilità e sono sottoposte unicamente a trattamenti di clorazione.

Si utilizzano due tipi di disinfettante:

- *ipoclorito di sodio*, per garantire la protezione batteriologica nel trasporto attraverso le tre diverse adduttrici che da Vicenza raggiungono il Padovano.
- *clorogas*, negli impianti di sollevamento prima della distribuzione nella rete.

Qualità

Le acque captate alle fonti e distribuite nella rete cittadina sono controllate senza soluzione di continuità con sonde installate "*on-line*", per verificare che i parametri di qualità siano conformi alla legge. Il Centro Idrico di Novoledo esegue analisi specifiche di laboratorio su campioni d'acqua prelevati da punti diversi della rete in un numero di 30.000 misure/anno. Tutti i controlli analitici effettuati sono concordati con l'ULSS n. 16 di Padova ed eseguiti in ossequio alla legislazione vigente.

L'acqua distribuita è da classificare come Acqua oligominerale, è in grado di apportare effetti diuretici, può essere indicata per le diete povere di sodio. Può essere classificata come Acqua di media-bassa durezza.

In base alle sue caratteristiche batteriologiche l'acqua distribuita è da considerarsi microbiologicamente pura.

Confronto tra 2008 e 2009

I volumi immessi in rete nel corso del 2009 sono poco superiori a quelli del 2008 e le perdite di rete registrano un calo, passando dal 38,2% al 35,3% sulla base delle verifiche a posteriori eseguite nel corso del 2009.

Da segnalare, inoltre, che dagli ultimi mesi del 2009, grazie a diversi interventi sugli impianti di distribuzione, è stato possibile procedere alla riduzione dei volumi d'acqua prelevati dai pozzi golenali dell'Adige, sostituendoli con acqua trasportata dai pozzi del Vicentino, caratterizzata da parametri qualitativi superiori. Rispetto al 2008 è rilevante la contrazione dei volumi ceduti a subdistributori a causa della ridefinizione delle relative politiche di approvvigionamento, mentre sono incrementati i consumi delle utenze domestiche e altri usi (+3,5%). Gli autoconsumi, invece, non evidenziano scostamenti rilevanti. Analogamente ai volumi ceduti ai clienti finali, anche i servizi fognatura e depurazione registrano un rilevante aumento, pari al +2,7%.

	2009		2008	
Acqua misurata	Mm ³	%	Mm ³	%
A clienti finali	27,5	95,7	26,6	93,8
Subdistributori	1,1	3,8	1,6	6,2
Autoconsumi	0,2	0,5	-	-
Totale	28,8	100,0	28,3	100,0
Fognatura e depurazione	Mm ³	%	Mm ³	%
A clienti finali	22,4	97,3	21,8	96,5
Scarichi produttivi	0,6	2,7	0,8	3,5
Totale	23,0	100,0	22,6	100,0

Fonte: Bilancio Integrato 2009 di Acegas-Aps S.p.A.

Attività nel periodo di stage

Tutore aziendale: Dott. Pietro Golin

Piani Divisionali e Business Analysis

Divisione Acqua Gas

Attività:

L'ufficio in cui sono stato inserito segue il controllo di gestione per la Divisione Acqua-Gas. Durante l'esperienza di stage mi sono occupato dell'estrazione, dell'elaborazione e dell'analisi di dati di carattere gestionale, fino alla loro sintesi in documenti e report indirizzati alla Direzione. Ho anche potuto affrontare alcuni temi legati al processo di *budgeting*.

Gli strumenti utilizzati sono stati soprattutto fogli elettronici e programmi gestionali (in particolare SAP e *software* di fatturazione).

Le attività che ho seguito hanno riguardato i principali *drivers* del business della Divisione, concentrandomi sul SII, ma affrontando anche alcuni temi legati al servizio distribuzione gas: perdite idriche, regolamentazione tariffaria, andamento infra-annuale delle tariffe idriche medie, confronto tra diversi gestori del SII e obblighi di legge in tema di adeguamento dei contatori gas.

Tra gli incarichi che mi sono stati assegnati, mi sono occupato in particolare di:

- i) Perdite di rete;
- ii) Analisi tariffe costi e investimenti;
- iii) Andamento trimestrale tariffario.

i) Perdite di rete

Quando si parla genericamente di perdite d'acqua, indichiamo quel volume d'acqua che è prelevato da un corpo idrico al fine di soddisfare le necessità di utilizzo umano (quale esso sia) ma che non è effettivamente impiegato, o è utilizzato per scopi diversi da quelli prefissi al momento del prelievo.

Quello delle perdite idriche è un argomento che negli ultimi decenni ha riscontrato una graduale crescita d'interesse da parte della comunità scientifica, per cercare di chiarire le cause del problema e in alcuni casi a darne una definizione quantitativa. In altre parole i gestori devono essere stimolati a superare la vecchia impostazione, per cui era più economico recuperare nuove risorse a fronte di fabbisogni in crescita, piuttosto che soddisfare il deficit con il recupero delle perdite di risorse già in dotazione.

Il recupero delle perdite, dato il volume che esse vanno raggiungendo anche in rapporto alle condizioni idrauliche presenti sul territorio, deve quindi essere considerato alla stregua del reperimento di una nuova risorsa.

Tra le perdite includiamo gli affiori in superficie e gli sfiori incontrollati da serbatoi, da torrini piezometrici e da sfiati liberi.

Le perdite affioranti e quelle occulte sono causate principalmente da difetti di tenuta delle reti o a rottura di tubi, pezzi speciali o apparecchiature meccaniche. Particolare attenzione va alle perdite apparenti, che sono costituite dall'acqua fornita ma non misurata, o per mancanza di contatori o in conseguenza di allacciamenti abusivi.

Perdite e sprechi degli utenti

Gli interventi tecnici atti alla riduzione degli sprechi e delle perdite per ogni caso specifico che si possa presentare sono oramai noti in letteratura, ed anche la legislazione in vigore ha imposto come priorità, l'eliminazione degli sprechi e delle perdite.

Quello che importa ora è trovare le motivazioni affinché tutti i soggetti interessati alla distribuzione idrica adottino quanto necessario per perseguire queste priorità. Il fulcro più efficace su cui fare leva per creare queste motivazioni è la tariffa idrica. Dal punto di vista degli utenti è necessario che si crei una chiara percezione che all'aumento dei consumi corrisponde un aumento della bolletta. A tal fine è necessario provvedere all'installazione di un contatore per ciascuna utenza, compiere letture sistematiche e modellare opportunamente la tariffa idrica applicata.

E' necessario premiare economicamente quei gestori che misurano sistematicamente i volumi d'acqua prelevati e quelli erogati e che si impegnano a limitare le perdite; contrariamente invece, penalizzare quei gestori che non adempiono tali doveri.

In Acegas-Aps nel 2007 è entrata in gestione la zona del piovese che ha incrementato le perdite di rete complessive.

Riporto gli indici di misurazione del servizio erogato da Acegas-Aps dopo l'elaborazione dei dati ricavati dal Bilancio Integrato 2007 e dal Bilancio Integrato 2008.

ACQUA		2006	2007	2008
N di abitanti serviti acquedotto	n°	470.184	537.178	529.414
N di abitanti serviti fognatura	n°	446.675	510.319	502.943
Lunghezza rete idrica	Km	2.275	3.112	3.066
Lunghezza rete fognaria	Km	1.620	1.913	1.917
Acque reflue trattate	mc	59.226.934	59.981.415	70.343.523
Acqua immessa in rete	mc	91.344.607	91.962.694	93.212.314
Acqua fatturata	mc	60.400.000	58.800.000	57.600.000
Perdite di rete	%	33,88	36,06	38,21

ii) Analisi tariffe costi e investimenti

Incarico conferitomi:

Analizzare e confrontare le tariffe, i costi e gli investimenti dal 2010 al 2020 di Acegas-Aps S.p.A. ([Acegas-Aps](#)) con quelli di altri due gestori che operano all'interno dell'ATO Bacchiglione: Acque Vicentine S.p.A. ([Vicentine](#)) e Centro Veneto Servizi S.p.A. ([CVS](#)). Con questo obiettivo ho creato una presentazione riassuntiva per la direzione che ho illustrato in 18 slide.

Il “decreto legislativo 152/06” riprende e amplia quanto contenuto nella Legge Galli, questo decreto affida il compito di determinare la tariffa all'Autorità di Ambito. Le modalità di determinazione della tariffa sono contenute nel DM 1/8/1996 così intitolato: “Metodo Normalizzato per la definizione delle componenti di costo e della tariffa di riferimento”.

Il Metodo Normalizzato stabilisce in particolare la modalità da seguire per determinare:

- la tariffa reale media, cioè la tariffa che deriva dai costi di gestione e di investimento pianificati;
- la tariffa limite o tariffa di riferimento, che è la tariffa massima applicabile;
- la tariffa applicata che rappresenta la tariffa da applicare nell'intero periodo di durata dell'affidamento e corrisponde alla minore fra la tariffa reale media e la tariffa limite;

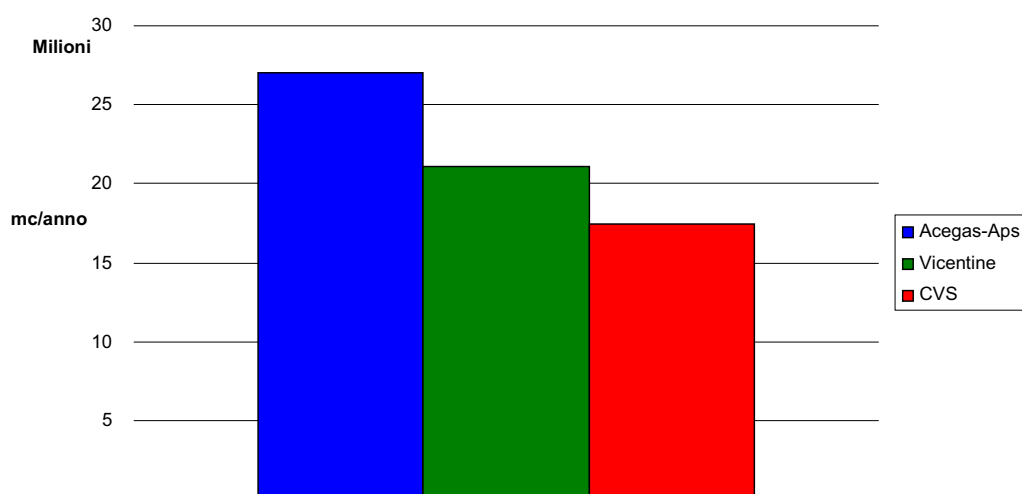
- la terza verifica è un indicatore che può essere positivo o negativo, se la tariffa reale media è minore o uguale alla tariffa limite “la terza verifica” è positiva, altrimenti è negativa.

Lo stesso decreto 152/06 attribuisce il compito di applicare la tariffa ai soggetti gestori e impone all’ente di Ambito la definizione di un piano economico finanziario, che si compone di uno stato patrimoniale, di un conto economico e di un rendiconto finanziario. Il piano economico finanziario è redatto sulla base del modello organizzativo gestionale e del piano degli investimenti programmati.

Il piano economico finanziario e il piano tariffario sono quindi fra loro strettamente correlati.

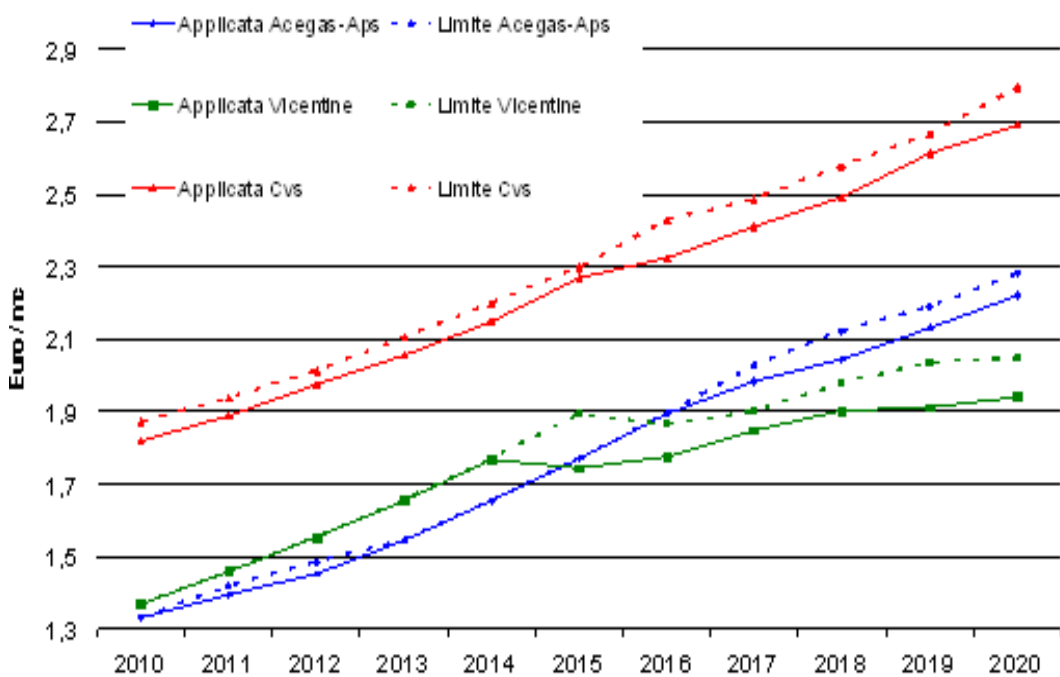
Riporto di seguito alcuni grafici e considerazioni riassuntive del lavoro svolto.

Fig. 1: Volume d’acqua erogata



In figura 1 è rappresentato il volume d'acqua annuo erogato da ciascun gestore. Il volume d'acqua erogato si considera costante anno dopo anno per semplificare l'analisi e per l'impossibilità di prevedere precisamente l'effettivo volume erogato nel prossimo decennio (2010-2020) per le tre aziende.

Fig. 2: **Tariffa applicata e tariffa limite**



Come si può vedere dalla figura 2, la tariffa limite segue l'andamento di quella applicata con un anno di ritardo.

Fig. 3: Tariffa Acegas-Aps

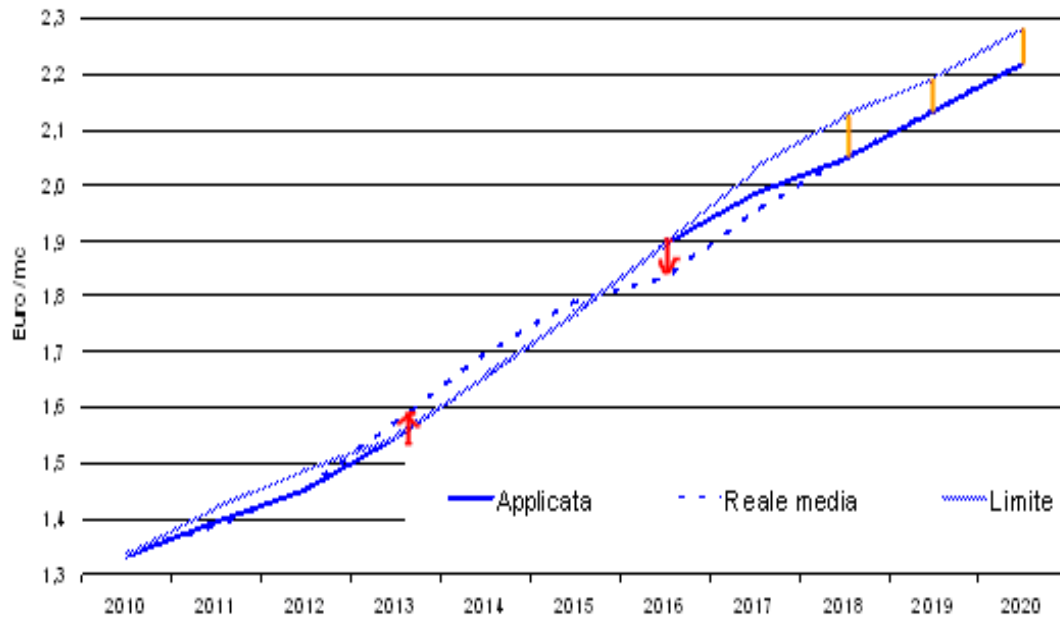
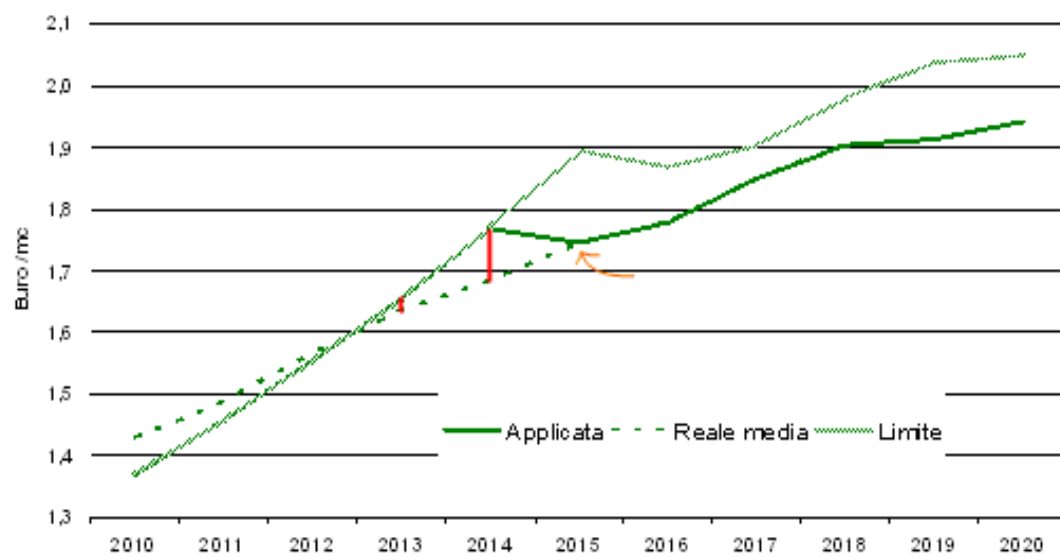


Fig. 4: Tariffa Vicentine



Le figure 3 e 4 riportano, invece, l'andamento tariffario di Acegas-Aps e Vicentine, tenendo in considerazione anche la tariffa reale media.

Nella figura 3, relativa alla tariffa **Acegas-Aps**, possiamo osservare un accrescimento dell'andamento della tariffa reale media dal **2013** con successivo calo considerevole dal **2016**. Ciò comporta un'altrettanta considerevole lontananza tra la tariffa applicata e quella limite, che raggiunge un **gap di circa 0,07 Euro/mc dal 2018 in poi**.

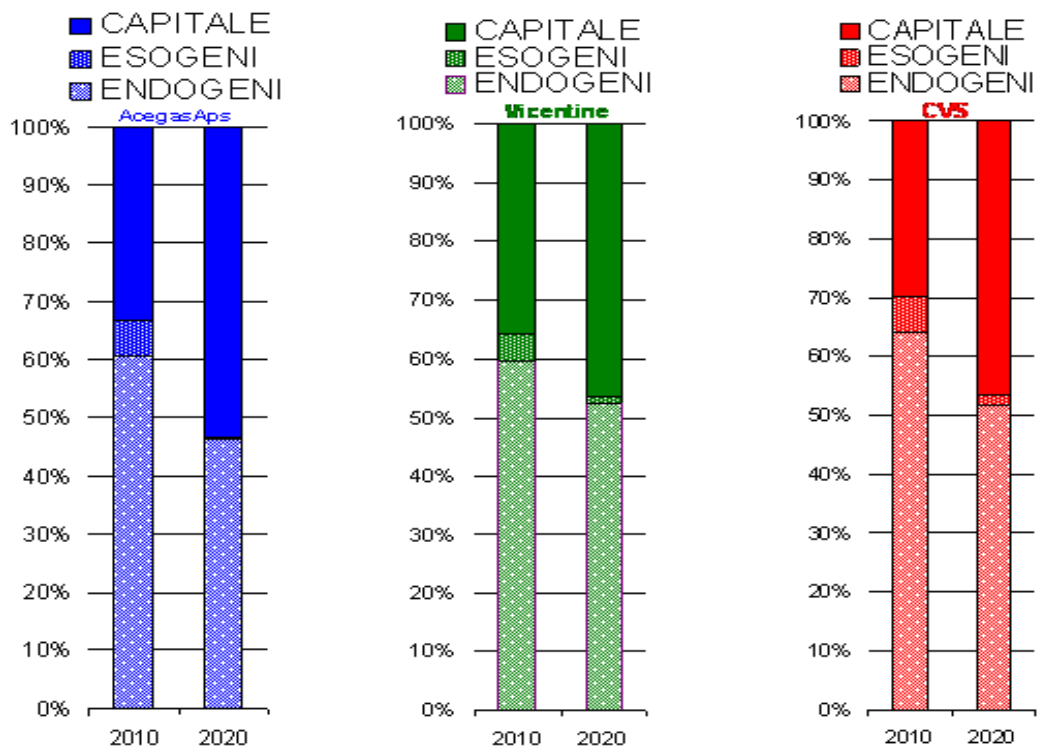
La figura 4, relativa alla tariffa **Vicentine**, evidenzia invece una notevole differenza tra l'andamento della tariffa limite e quella reale media. Osservando il *Piano tariffario Tariffa s.i.i.* di Acque Vicentine, si trova la terza verifica negativa per il 2010, per il 2011 e per il 2012, quindi c'è un "recupero" nella tariffa applicata nel **2013** e ancor più nel **2014**.

Nel **2015** la tariffa applicata decresce e addirittura si abbassa perché non dovendo più "recuperare" e avendo la terza verifica positiva, viene applicata la tariffa reale media, che è addirittura minore di quella applicata l'anno precedente (2014).

N.B.: non serve la rappresentazione grafica riferita alla tariffa **CVS** perché la tariffa applicata è sempre inferiore alla tariffa limite e coincide con quella reale media (terza verifica sempre positiva).

Dopo aver osservato le tariffe, passiamo ora ad analizzare i costi.

Fig. 5: **Ripartizione dei costi**



Nella figura 5 Evoluzione analoga per le tre “concorrenti”: aumento evidente dei costi capitale rispetto a quelli endogeni, questo si nota maggiormente in [AcegasAps](#), mentre in [Vicentine](#) si presenta in misura minore anche di [CVS](#). Si vede poi chiaramente, sempre in figura 5, per le tre “concorrenti” una diminuzione considerevole dei costi esogeni.

Analizziamo adesso gli investimenti premettendo tre definizioni base utilizzate:

$$1) \text{Investimenti netti} + \text{Contributi} = \text{Investimenti Lordi}$$

$$2) \text{Investim.Acqua} + \text{Investim.Fognatura} + \text{Investim.Depurazione} = \text{Investim.Totali}$$

$$3) \text{Investimenti unitari} = \text{Investimenti} / \text{Metri cubi erogati}$$

Fig. 6: **Investimenti totali lordi unitari**

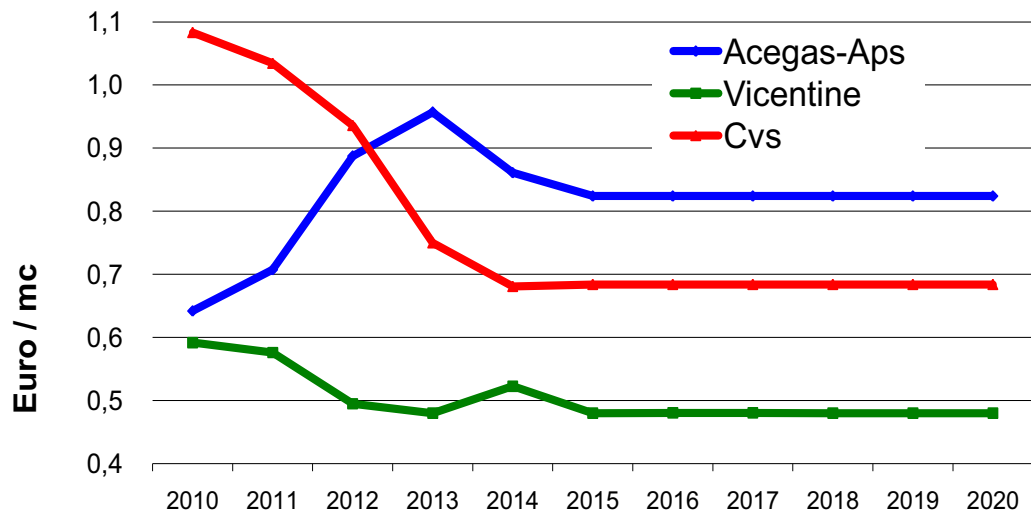


Fig. 7: **Investimenti fognatura**

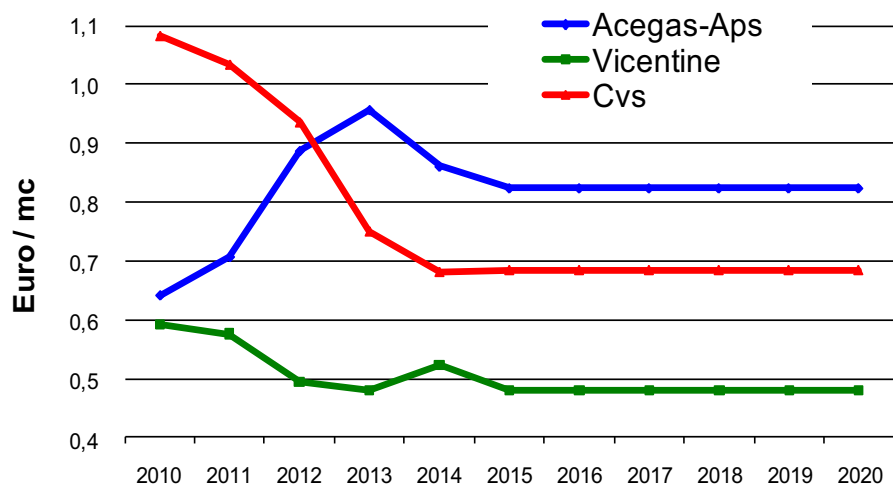


Fig. 8: Investimenti acqua

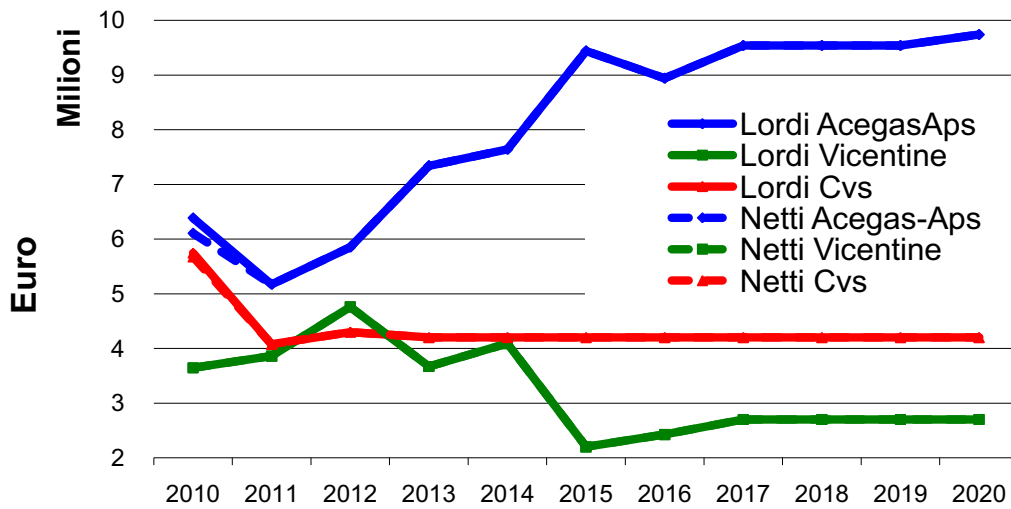
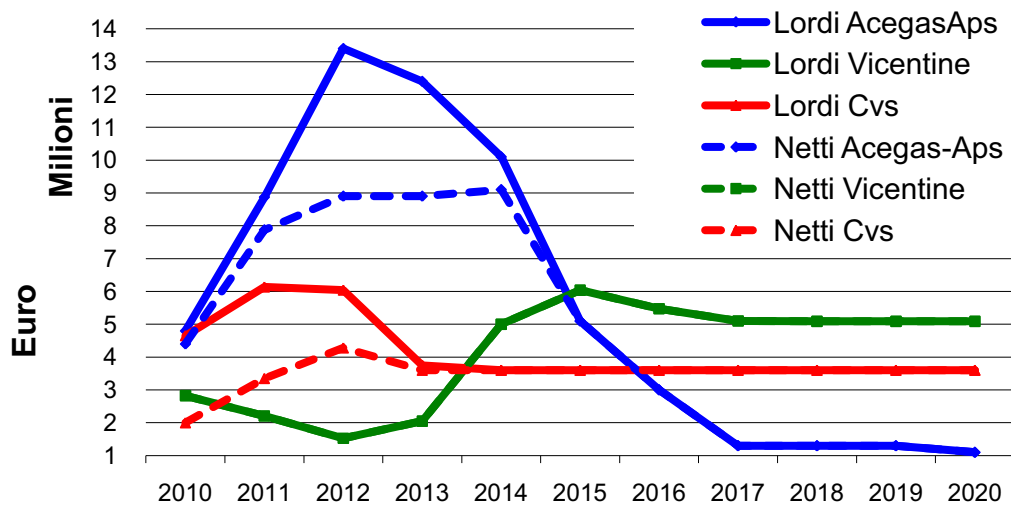


Fig. 9: Investimenti depurazione:



Dalla figura 6 si può notare che in Acegas-Aps gli investimenti sono crescenti fino al 2013, e poi stabili dal 2015 a un alto livello. In CVS invece gli investimenti sono decrescenti nei primi anni, stabili a partire dal 2014.

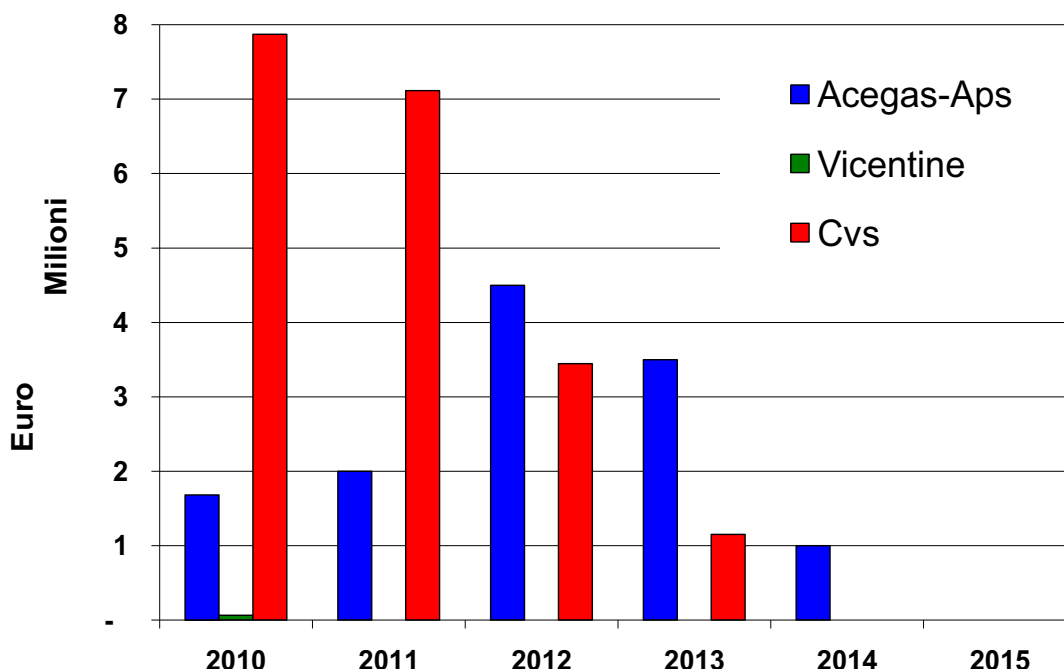
Considerando il fine periodo (2020): Acegas-Aps in relazione ai volumi erogati è quella che investe maggiormente, segue poi CVS con l' 83 % di investimenti unitari rispetto ad Acegas-Aps e per ultima Vicentine con il 53 % di Acegas-Aps.

Nella figura 7, sia per Vicentine e sia per CVS, si osserva una diminuzione degli investimenti lordi nel settore della fognatura fino al 2014, seguito da regolari investimenti sino al 2020. Contrariamente per Acegas-Aps, gli investimenti crescono fino al 2013, poi decrescono leggermente e quindi rimangono costanti.

In figura 8 per le tre aziende considerate è importante segnalare l'assenza di contributi negli investimenti acqua e la grande somiglianza all'andamento degli investimenti in fognatura.

Nella figura 9 sono evidenti i notevoli investimenti effettuati da Acegas-Aps dal 2011 al 2014, trovandosi poi dal 2017 quasi a non investire più in depurazione, per concentrare gli investimenti in fognatura e acqua. Vicentine dal 2014 inizia ad investire decisamente in depurazione, abbassando gli investimenti in fognatura e acqua. CVS invece investe quasi costantemente in tutto il periodo.

Fig. 10: Contributi



Nella figura 10 si vede in [Acegas-Aps](#) un picco dei contributi previsti per il 2012, con diminuzione graduale fino all'annullamento dal 2015. Per [Vicentine](#) contributi solo nel 2010 e in quantità trascurabile. Rilevanti contributi per [CVS](#) nel 2010 e 2011, dimezzati nel 2012 e annullati completamente dal 2014.

[Acegas-Aps](#) tocca il suo massimo nel 2012 con 4,5 milioni di Euro di contributi.

[CVS](#) sfiora gli 8 milioni di Euro nel 2010; se pur con i volumi di erogazione minori, è quella che utilizza maggiori contributi.

[Vicentine](#), come già detto, non fa uso di alcun contributo.

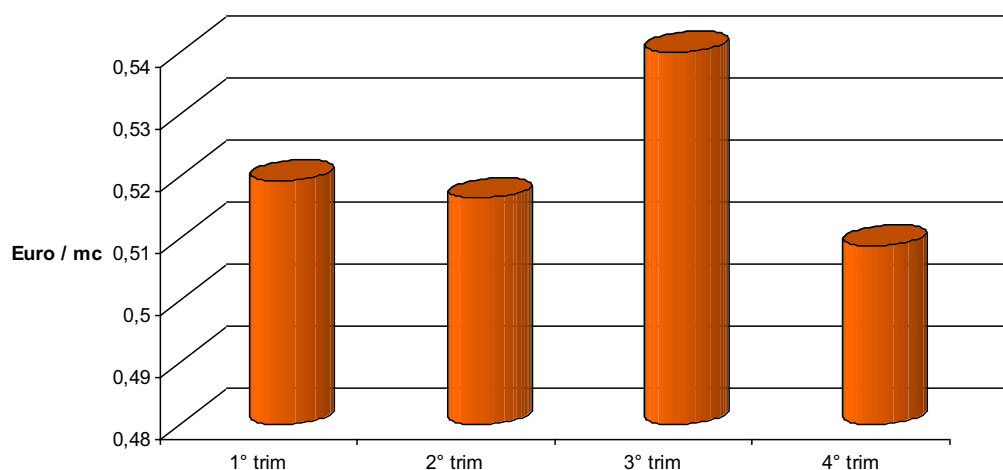
Nel periodo in esame, cioè dal 2010 al 2020, questo è il totale dei contributi in milioni di Euro: [Acegas-Aps](#): 12,7; [Vicentine](#): ~ zero; [CVS](#): 19,6

iii) Andamento trimestrale tariffario

L'analisi è stata effettuata considerando l'ultimo triennio (2008, 2009, 2010) e calcolando la tariffa trimestrale media, partendo dai dati gestionali rilevati in SAP sui ricavi e i volumi mensili. L'analisi distingue i dati riguardanti la tariffa trimestrale media dell'area Saccisica e dell'area di Padova e Abano. Lo scopo è trovare il trend tra i trimestri nelle due zone.

Infine si andrà anche a osservare il trend trimestrale della tariffa riferita all'acqua distribuita ad altri gestori del Servizio Idrico Integrato.

Fig. I: **Tariffa trimestrale dell'acqua distribuita nella Saccisica:**

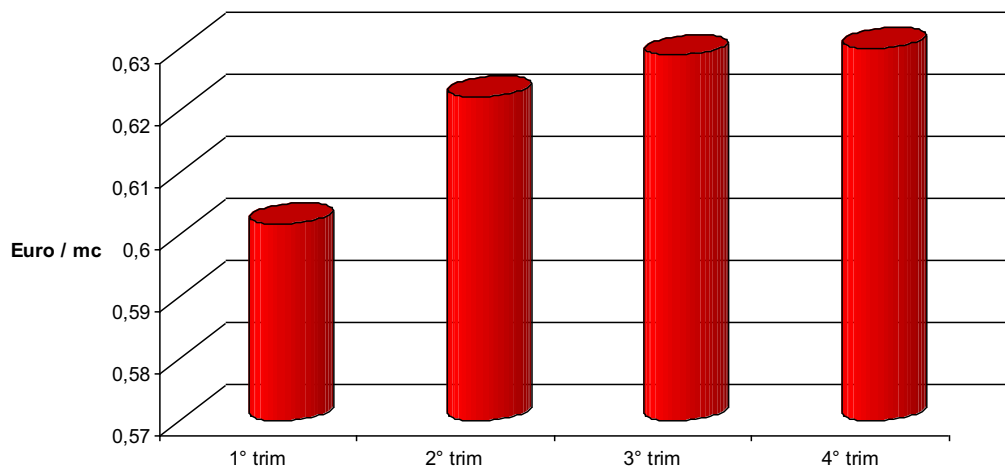


La Saccisica è caratterizzata da una forte presenza di utenze domestiche, fattore che spiega la presenza di stagionalità nei prezzi (consumi maggiori e quindi

scaglioni tariffari superiori portano all'aumento della tariffa media del terzo trimestre, ovvero quello estivo).

Il numero relativamente esiguo di clienti serviti, infatti, consente la concentrazione delle letture dei contatori, riuscendo a rilevare i picchi di consumo estivi e comportando, quindi, una migliore definizione delle tariffe medie dei diversi periodi.

Fig. II: Tariffa trimestrale dell'acqua distribuita a Padova e Abano Terme:



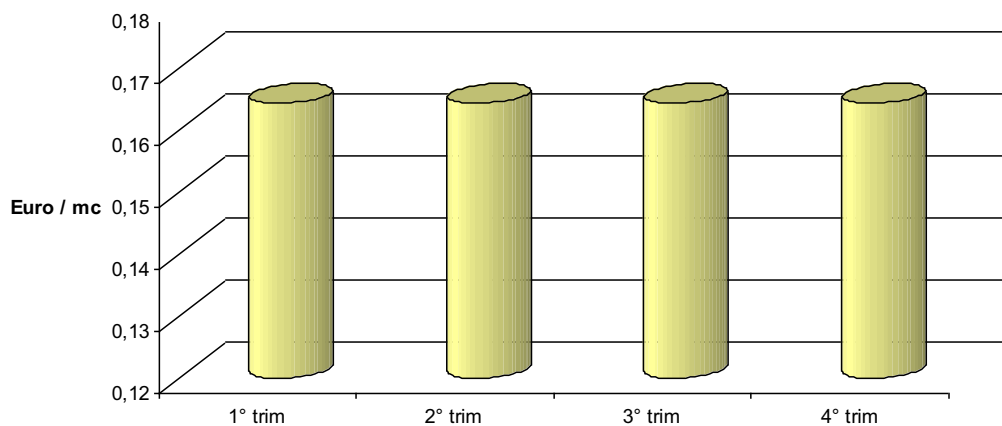
Nell'area di Padova e Abano Terme la tipologia dei clienti è caratterizzata da una maggiore incidenza dei consumi idrici di tipo produttivo.

Come risulta dalla figura II, questo comporta un maggiore appiattimento della tariffa media lungo l'arco dell'anno: non si nota, infatti, un picco in corrispondenza dei maggiori consumi domestici estivi.

È evidente, invece, nel primo trimestre una tariffa inferiore rispetto ai trimestri successivi; questo è dovuto al minor numero di giorni lavorativi tipico del primo trimestre dell'anno e ai minori consumi domestici del periodo invernale.

Visto l'elevato numero di utenze di Padova e Abano Terme c'è la necessità di distribuire l'attività di lettura dei contatori lungo tutto l'arco dell'anno (prevedendo comunque almeno due letture per ciascun utente), ciò comporta l'impossibilità di rilevare i picchi di consumo estivi e un conseguente appiattimento delle tariffe medie nei trimestri; questo è evidenziato anche da un'elevata tariffa media nel quarto trimestre, legata ad uno slittamento nella rilevazione dei picchi di consumo del terzo trimestre.

Fig. III: Tariffa trimestrale dell'acqua distribuita a terzi:



In figura III non si rileva alcuno scostamento tariffario tra i trimestri, poiché il prezzo dell'acqua venduta ad altri gestori del Servizio Idrico è costante indipendentemente dai volumi ceduti.

Considerazioni sul consumo e la distribuzione dell'acqua potabile

La domanda d'acqua per usi residenziali è spesso considerata rigida poiché determinata da usi necessari, che la renderebbero scarsamente reattiva a variazioni del prezzo. Inoltre, la stessa caratteristica di bene necessario può indurre a ritenere inaccettabile dal punto di vista equitativo l'applicazione di un prezzo di mercato (prezzo che riflette pienamente sia il costo di produzione sia la domanda da parte dei consumatori).

L'equità e l'efficienza, come già menzionato a pag. 6, sono soddisfatte dall'adozione di un sistema tariffario a scaglioni, che permette l'applicazione di un prezzo basso per consumi necessari e di un prezzo alto per quelli superiori alla soglia base.

Lo studio della funzione di domanda è utile per capire quale possa essere una soglia ragionevole, considerando le strutture abitative e il livello socioeconomico/demografico dell'utenza; in questo modo il prezzo funziona come meccanismo di controllo di consumi eccessivi.

Politiche per la riduzione dei consumi idrici

Nel corso degli ultimi decenni lo stile di vita dei paesi più ricchi ha determinato un crescente livello dei consumi, tra cui specificatamente l'aumento dei consumi delle risorse idriche.

L'acqua è sempre stata considerata un bene pubblico-meritorio e la sua gestione prevalentemente pubblica.

Tale gestione era caratterizzata da una continua espansione dell'offerta attraverso una capillare infrastrutturazione del territorio e bassi costi. Questo ha portato spesso a far pagare una cifra forfettaria, non legata ai livelli di consumo effettivo, favorendo usi eccessivi della risorsa idrica.

Inoltre, l'inquinamento e le condizioni di scarsità della risorsa idrica hanno determinato difficoltà di approvvigionamento anche in ambienti in precedenza non soggetti a questo problema. Le regioni mediterranee sono sempre state vincolate a situazioni di deficit idrici, ma negli anni recenti, difficoltà di approvvigionamento si sono verificate anche in zone progressivamente più a nord.

Negli anni '90 questi elementi hanno portato a una progressiva crescita d'interesse ed attenzione nei confronti dei problemi idrici.

I numerosi convegni (Dublino, 1993; Tokyo, 2000), che si sono succeduti per quasi un decennio, hanno individuato nella gestione pubblica e nel basso livello dei prezzi la causa dei problemi di gestione delle risorse idriche.

La soluzione propugnata da più parti era di far entrare i privati nella gestione dell'acqua e considerarla come un bene economico, facendo quindi pagare per l'acqua un prezzo pari ai suoi costi di produzione.

La legislazione italiana aveva già introdotto nel suo ordinamento questa nuova concezione con la Legge 36/94 (Legge Galli). Questa legge prevede che il livello tariffario sia tale da garantire l'efficienza, l'efficacia e l'economicità delle gestioni, pubbliche o private.

La crescente enfasi sul livello dei prezzi, accompagnato dalla progressiva privatizzazione del settore, ha portato alla diffusione di un movimento di opposizione, rispetto a tali politiche, che promuove la "ri-pubblicizzazione" delle risorse idriche, onde evitare che i prezzi eccessivamente elevati, determinino problemi di accesso alla risorsa da parte delle fasce economicamente più deboli della popolazione. Tali movimenti ripropongono l'acqua come "bene pubblico", accessibile a tutti.

Il prezzo dell'acqua in particolare in Italia è molto basso e questo induce consumi più elevati. Numerosi studi mostrano come, benché il valore dell'elasticità al prezzo sia bassa, l'aumento tariffario e soprattutto l'introduzione di sistemi tariffari a blocchi crescenti, conduce a una riduzione dei consumi.

È noto, allo stesso tempo, come sostituendo alcuni elementi infrastrutturali (rubinetti, sciacquoni ecc.) si possono ridurre i consumi in maniera rilevante.

Funzione domanda

Nella situazione in analisi, così come in molte altre realtà, i consumatori affrontano il medesimo problema di scelta del consumo ottimo, decidono quale quantità d'acqua consumare a fronte di un sistema tariffario a scaglioni crescenti.

Il vincolo di bilancio non è lineare, non è differenziabile e spesso presenta punti d'angolo. In questo caso le curve di domanda tradizionali non riescono a rappresentare il comportamento di un consumatore, anche perché non vi è un solo prezzo sulla base del quale i consumatori prendono le loro decisioni di spesa, bensì tanti quanti gli scaglioni di consumo.

Nei primi studi si è ipotizzato un vincolo di bilancio linearizzato e l'uso del prezzo medio, ma la letteratura moderna oltre alla variabile del prezzo marginale, inserisce altre variabili che tengono in considerazione la presenza degli scaglioni.

Recentemente si sono diffusi degli studi che stimano i modelli utilizzando metodologie di stima di funzioni di massima verosimiglianza. Hewitt e Hanemann (1995) sono stati i primi a introdurlo nell'analisi della domanda d'acqua per usi domestici.

Letteratura sulla stima della domanda d'acqua per uso domestico

La parte più ampia degli studi sulle determinanti della domanda d'acqua proviene da gruppi di ricerca di Università situate in nazioni caratterizzate da problemi di gestione idrica. In Europa, il primo lavoro di cui siamo a conoscenza è quello di Hansen (1996), sulla città di Copenhagen.

La letteratura sulla domanda d'acqua per usi civili è stata sintetizzata e analizzata in rassegne, dove si studiano le caratteristiche principali in termini metodologici e di scelta delle variabili: si veda, per esempio, Arbuès, Villanua ed Espineira (2002), Worthington e Hoffmann (2006), Klein et al. (2006).

L'analisi delle variabili

Una prima discussione sulla corretta specificazione del modello econometrico risale a Taylor (1975) e Nordin (1976), in seguito Hewitt e Hanemann (1995) hanno sviluppato ulteriori studi e approfondimenti.

Un altro problema è la scarsa variabilità temporale tariffaria e la presenza di una rilevante eterogeneità non osservabile tra le informazioni riguardanti città diverse.

Infine, potrebbe sussistere un problema di endogeneità nella scelta della tariffa stessa da parte del gestore, riconducibile alla disponibilità della risorsa idrica nella zona in cui esso opera (Olmstead et al., 2005).

L'utilizzo di tecniche econometriche diverse e le qualità dei dati utilizzati, hanno sicuramente influenzato le stime ottenute sull'elasticità della domanda rispetto al

prezzo dell'acqua. È importante tenere in considerazione che la prassi tra i gestori delle *utilities* italiane è quella di assumere che i consumatori non reagiscano per niente ai segnali di prezzo (come visto per Acegas-Aps, Acque Vicentine e CVS, infatti, si considera per il prossimo decennio che l'erogazione sia la stessa anche se la tariffa aumenta). Viceversa, la pressoché totalità dei lavori disponibili in letteratura, fornisce un valore di elasticità negativo e significativamente diverso da 0 (Arbues et al. 2003). Un secondo parametro d'interesse per l'analisi empirica è rappresentato dall'elasticità della domanda rispetto al reddito, Hewitt e Hanemann (1995) hanno condotto l'analisi sul singolo utente, Martínez-Espiñeira (2003) su dati aggregati e considerando i blocchi tariffari, Cavanagh et al. (2002) valutano la specificità delle abitudini di consumo tra diverse zone geografiche.

Un problema metodologico latente e non ancora risolto è confermato dalle stime di elasticità al reddito, che aumentano al crescere dell'elasticità rispetto al prezzo.

In Italia:

Mazzanti e Montini (2004, 2005) hanno analizzato un campione di comuni dell'Emilia Romagna, rilevando valori assai elevati sia per l'elasticità al prezzo, sia per l'elasticità al reddito.

Nosvelli e Musolesi (2005) lavorano invece sul trend temporale dei consumi nella città di Milano, fanno notare come le abitudini di consumo tendano a consolidarsi negli anni e soprattutto in tempi recenti, non appaiano molto sensibili rispetto a variazioni di prezzo e reddito.

I consumi idrici dell'area padovana

Analisi delle determinanti dei consumi idrici dell'area padovana

In questo capitolo analizzerò i consumi idrici dell'area Padovana servendoci di dati attendibili ricavati da diverse fonti. La maggior parte dei dati è stata raccolta dagli archivi di Acegas-Aps, altri dati sono stati ricavati dall'ARPAV e altri ancora dall'ISTAT. Il periodo di riferimento dei dati utilizzati va da Gennaio 2004 a Dicembre 2010. Considerando che l'area del Piovese è stata acquisita da Acegas-Aps nel corso del 2007, i dati che sono di sua pertinenza sono stati esclusi dall'analisi. Dopo un considerevole lavoro di ricerca e depurazione dei dati, ho creato un database riguardante i dati della variabile dipendente (consumo idrico in metri cubi) e le presunte variabili esplicative (tariffa, andamento del PIL nazionale, andamento della produzione industriale nazionale, temperatura locale, precipitazioni locali).

La variabile *consumo idrico* oltre che nel totale è stata riportata in due diverse ripartizioni: per uso (domestico, altri usi, allevamento, pubblico) e per periodicità (per periodicità si intende la frequenza annua delle letture dei contatori, e può essere mensile, bimensile, semestrale; le letture mensili sono effettuate sui contatori connessi alle attività industriali e alberghi di Abano Terme, le letture

bimensili sono effettuate sulle attività industriali e alberghi di Padova, infine le letture semestrali sono effettuate sulle utenze domestiche).

La variabile tariffa è stata riportata nella tabella finale come la differenza percentuale dalla tariffa dell'anno precedente.

La variabile PIL come differenza percentuale dal PIL dell'anno precedente.

La variabile produzione industriale invece è stata considerata come differenza percentuale dalla produzione industriale del 2005 (anno di riferimento).

La variabile temperatura è stata da me creata come la somma giornaliera dei gradi sopra i 25°C. La creazione di questa variabile ha preso spunto da una variabile che interessa la divisione gas, la quale misura i “gradi freddo giornalieri”, consiste nel misurare i gradi giornalieri sotto una determinata soglia che è 18°C o 20°C.

La variabile precipitazioni è stata riportata in due varianti, una riferita ai millimetri di pioggia e una riferita al numero di giorni piovosi.

Dall'analisi preliminare dei dati raccolti ed elaborati è emerso che questi non erano sufficienti per una sperimentazione ottimale.

Analisi della serie temporale dei volumi immessi nella rete Padovana

Alcune definizioni principali:

Acqua addotta: Ammontare complessivo di acqua potabile introdotta nelle condotte di adduzione in un determinato periodo.

Acqua immessa: Acqua effettivamente immessa nella rete di distribuzione al netto delle perdite negli impianti di adduzione.

Acqua erogata: Acqua effettivamente erogata alle utenze, al netto della quantità persa nella rete di distribuzione (perdite globali e di misura).

Poiché in questo lavoro il mio fine è studiare il consumo storico della “materia prima Acqua”, ho scelto di analizzare una serie temporale dell’acqua immessa.

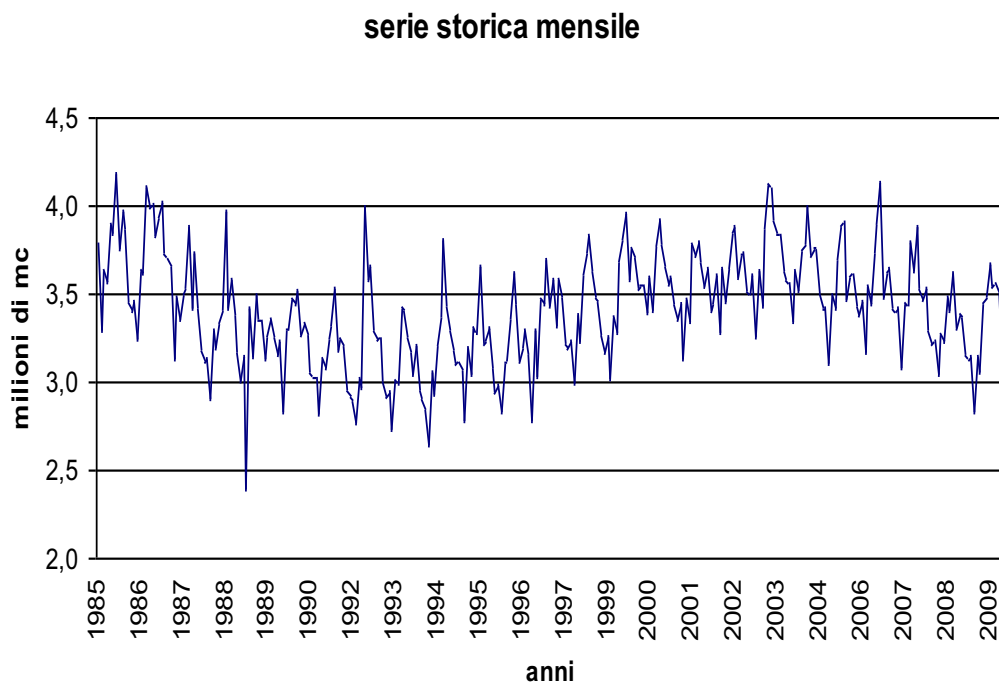
La miglior serie temporale che soddisferebbe il mio scopo di analizzare il consumo storico dell’acqua come materia prima, sarebbe, ovviamente, quella riguardante l’acqua addotta, ma non ho a disposizione dati adeguati in merito.

Ho deciso di non studiare una serie storica relativa all’acqua erogata, perché il volume erogato oltre a non considerare le perdite negli impianti di adduzione, non considera nemmeno le perdite di rete, che nel corso degli anni hanno avuto importanti variazioni.

I dati presi in considerazione per l’analisi sono, quindi, quelli riguardanti la serie storica mensile relativa ai metri cubi d’acqua immessi in rete nel territorio

padovano nel periodo 1 gennaio 1985 - 31 dicembre 2009, in totale 300 osservazioni.

Figura a): **Metri cubi d'acqua immessa in rete nel padovano**



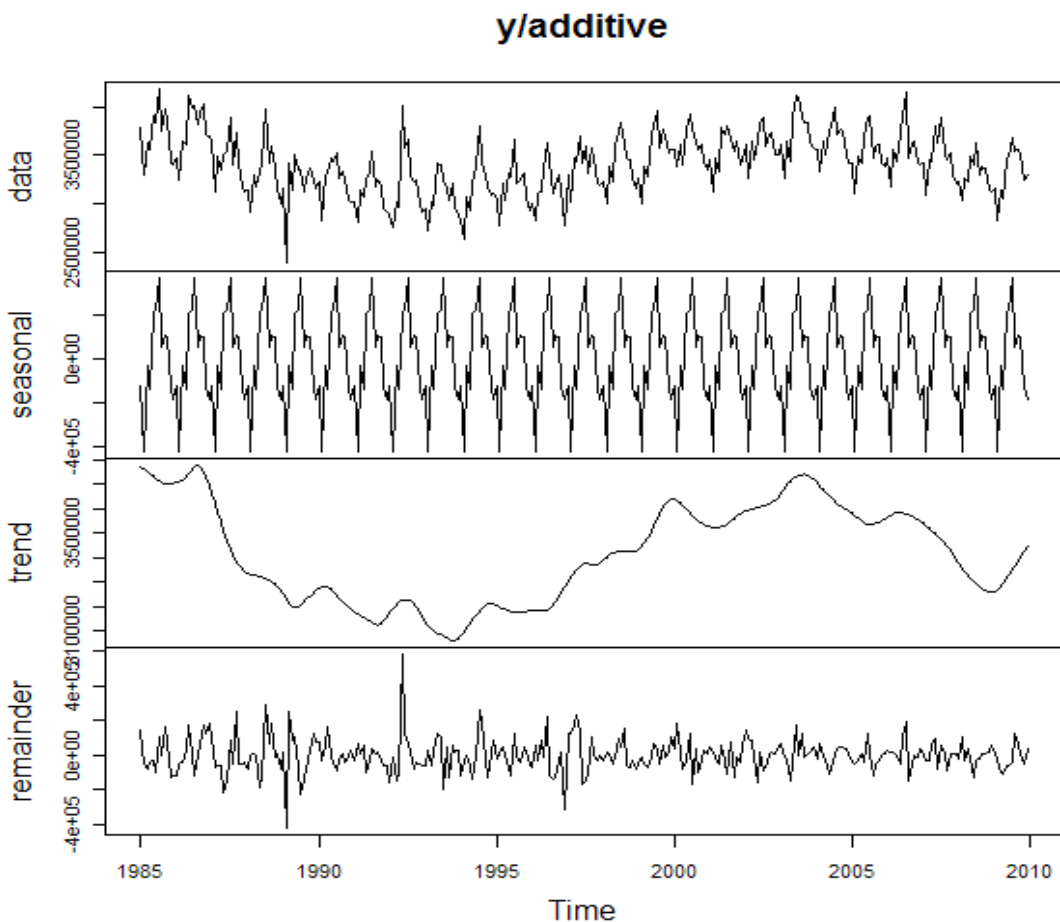
La figura a) riporta il grafico della serie da cui è possibile osservare la presenza di una forte componente stagionale e un ciclo-trend variabile, che sembra avere un andamento inizialmente decrescente (dalla fine degli anni ottanta), quindi crescente (dalla fine anni novanta), per poi tornare a decrescere nuovamente in quest'ultimo decennio. I valori relativi ai mesi febbraio '89 e maggio '92 sembrerebbero essere leggermente anomali rispetto agli altri.

Per effettuare le analisi che seguono ho utilizzato il programma statistico Gretl e il programma R e, in particolare, la libreria “ast” (sviluppato da G. Masarotto, <http://sirio.stat.unipd.it/>) che integra "ts", la libreria standard di R dedicata alle serie storiche.

Alcuni semplici statistiche descrittive relative alla serie in questione sono le seguenti: *Media* = 3.413.797

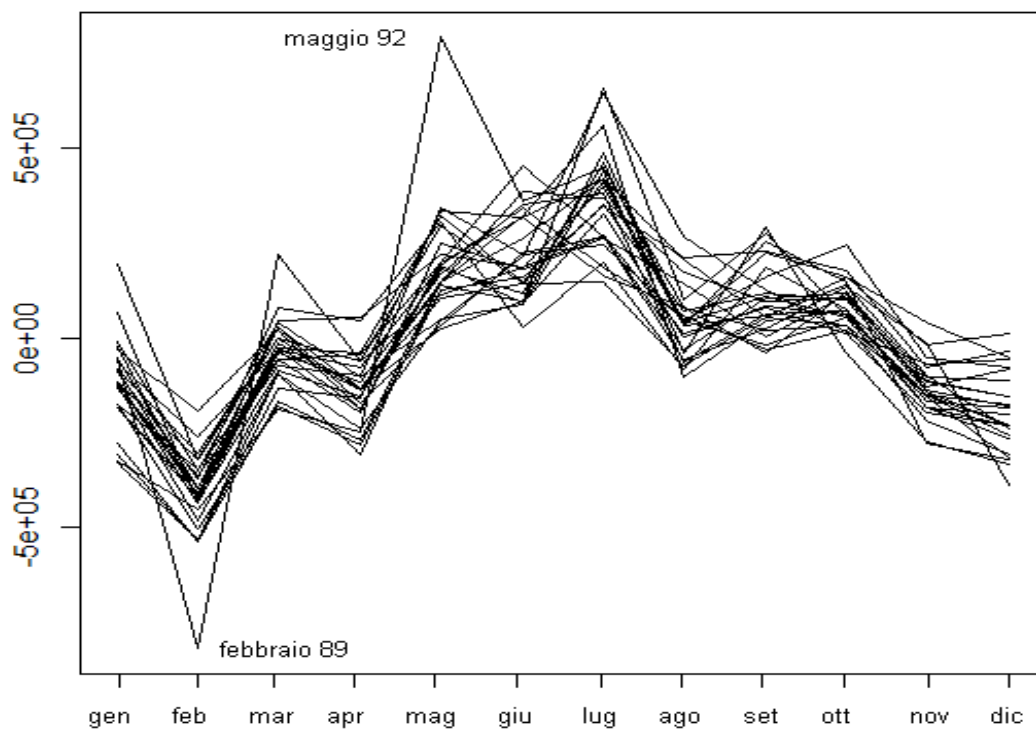
Range = [2384800 ; 4185258] → [Febbraio 1989 ; Luglio 1985]

Fig. b): **Stagionalità, trend-ciclo e residui**



La figura b) riporta la scomposizione della serie nelle sue componenti stagionale, trend-ciclo e residui. In particolare il grafico riporta in “data” la serie originale, in “seasonal” la stima della componente stagionale che mostra un andamento piuttosto regolare e che sembra mantenere un andamento simile alla serie originale, (quindi posso dire che c’è stagionalità additiva), in “trend” il livello di fondo della serie, che non sembra essere lineare, anzi è molto variabile nel tempo, con i suoi massimi negli anni 1985-1987, i suoi minimi nel 1993-1994, si nota poi la fase di decrescita dal 1987 al 1994 e poi crescita fino al 2004 quando sembra che riprenda a calare. In “remainder” sono riportati i residui che evidenziano come valori anomali i mesi di febbraio 1989 e di maggio 1992.

Fig. c): **Profilo stagionale**



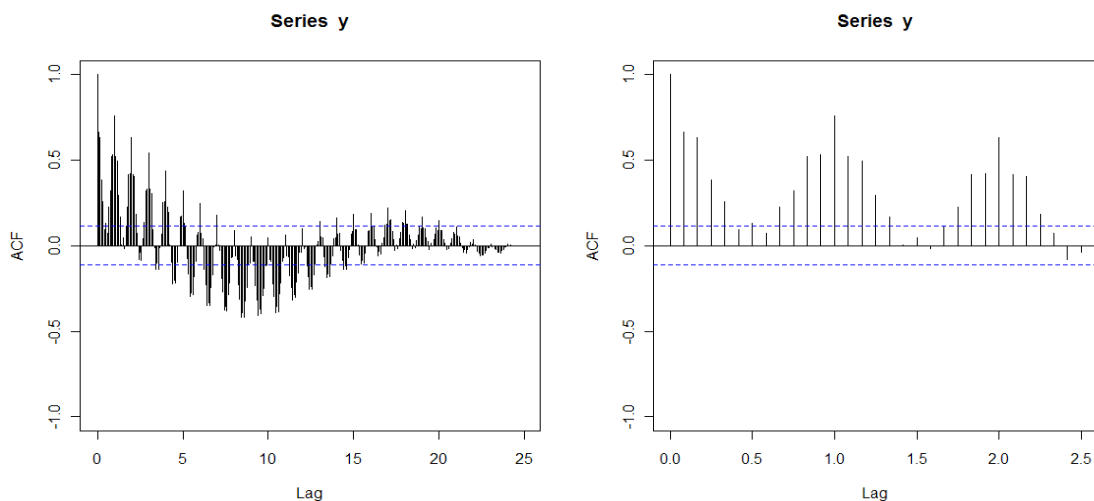
La figura c) riporta il grafico relativo al profilo stagionale della serie che esprime i valori osservati in ogni mese, rapportati alla media di ogni singolo anno; ogni anno ha la sua media, che varia nel tempo.

Nel grafico di figura c) la componente stagionale viene calcolata prendendo come riferimento la media dell'anno che sta considerando; è evidente il picco stagionale che si verifica nei mesi più caldi, particolarmente intorno al mese di luglio, è ancora più evidente che febbraio è il mese con minor volumi immessi in rete (oltre ad essere un mese molto freddo bisogna considerare che febbraio è il mese con meno giorni).

Cerchiamo, a questo punto, di identificare un modello di tipo ARIMA.

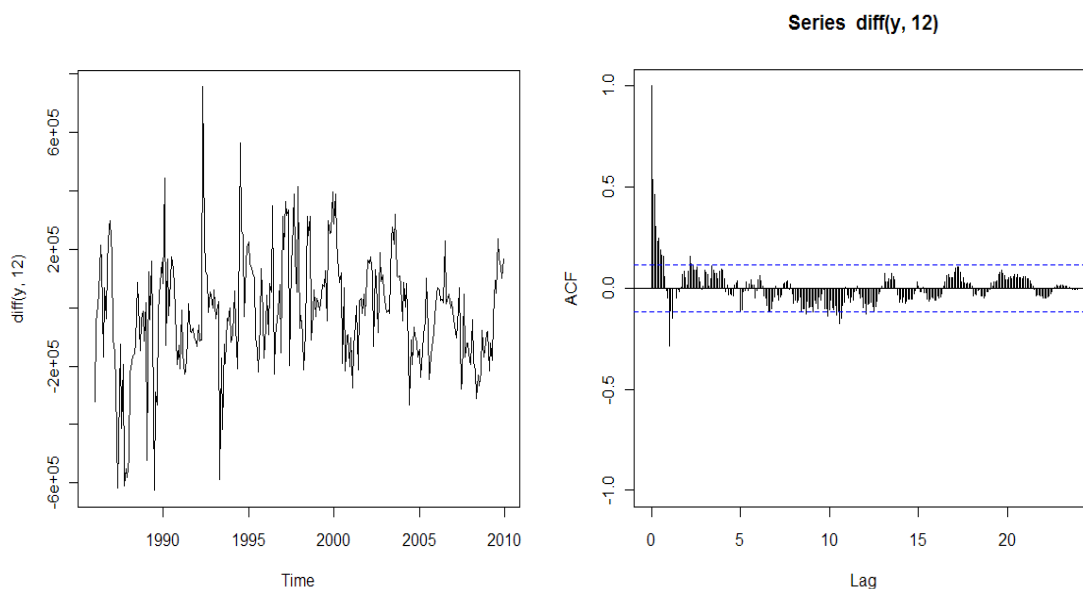
A questo scopo, osserviamo la funzione di autocorrelazione empirica della serie qui di seguito riportata nella figura d).

Fig. d): Correlazione dei dati



La figura d) riporta la funzione di autocorrelazione della serie rispettivamente per tutte le 300 osservazioni (25 anni) e per le prime 30 osservazioni (2,5 anni); emerge una probabile non stazionarietà stagionale, per tanto provo a differenziare stagionalmente la serie e riporto i grafici in figura e).

Fig. e): Serie differenziata e funzione di autocorrelazione empirica



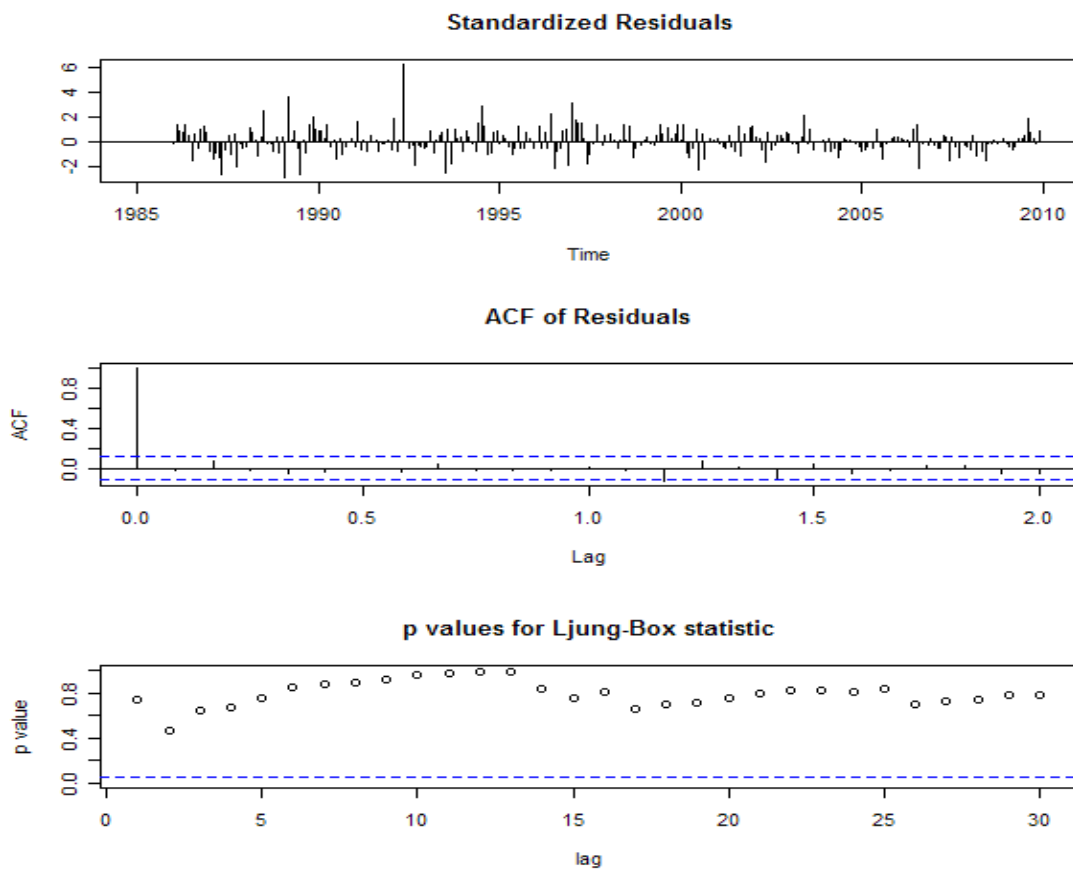
Dopo diversi tentativi, aiutandomi oltre che con i vari criteri di informazione automatica (AIC, BIC, ...) anche con il criterio della varianza, sono giunto ad identificare per la serie in questione un modello SARIMA (1, 1, 1) x (0, 1, 1)₁₂.

Riporto i risultati della stima nella tabella f).

Tab. f): Stima dei parametri del modello SARIMA (1, 1, 1) x (0, 1, 1)₁₂

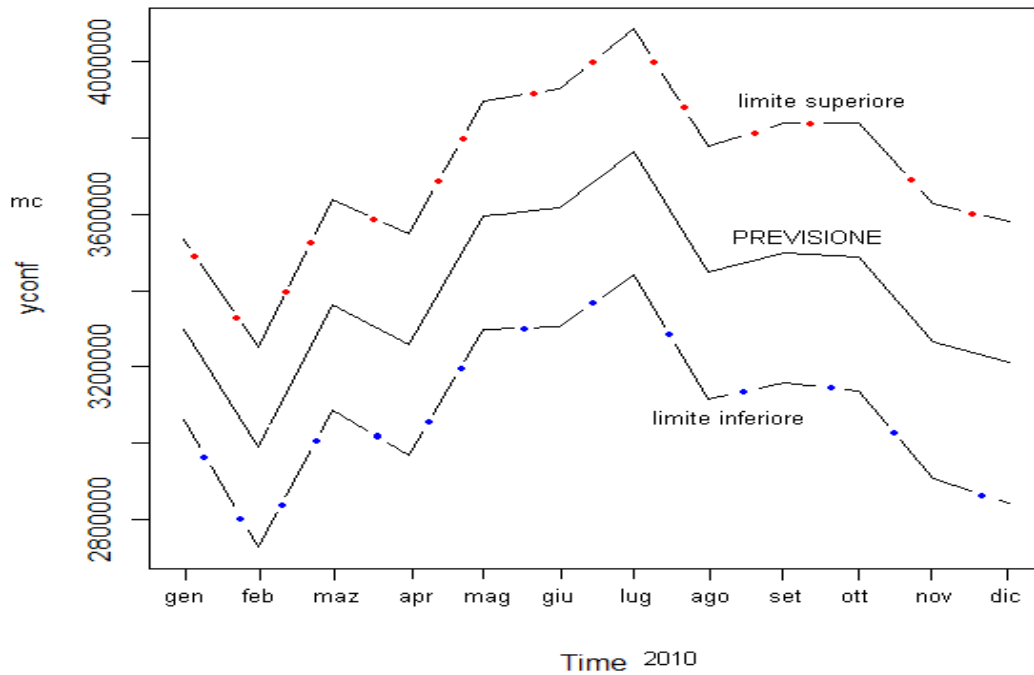
	ar1	ma1	sma1
	0.2003	-0.7255	-0.9565
s.e.	0.1050	0.0785	0.0881

Fig. g) Residui standardizzati



I grafici in figura g) sembrano verificare l'ipotesi che il modello stimato si adatti bene ai nostri dati e possiamo quindi utilizzarlo a scopi previsionali.

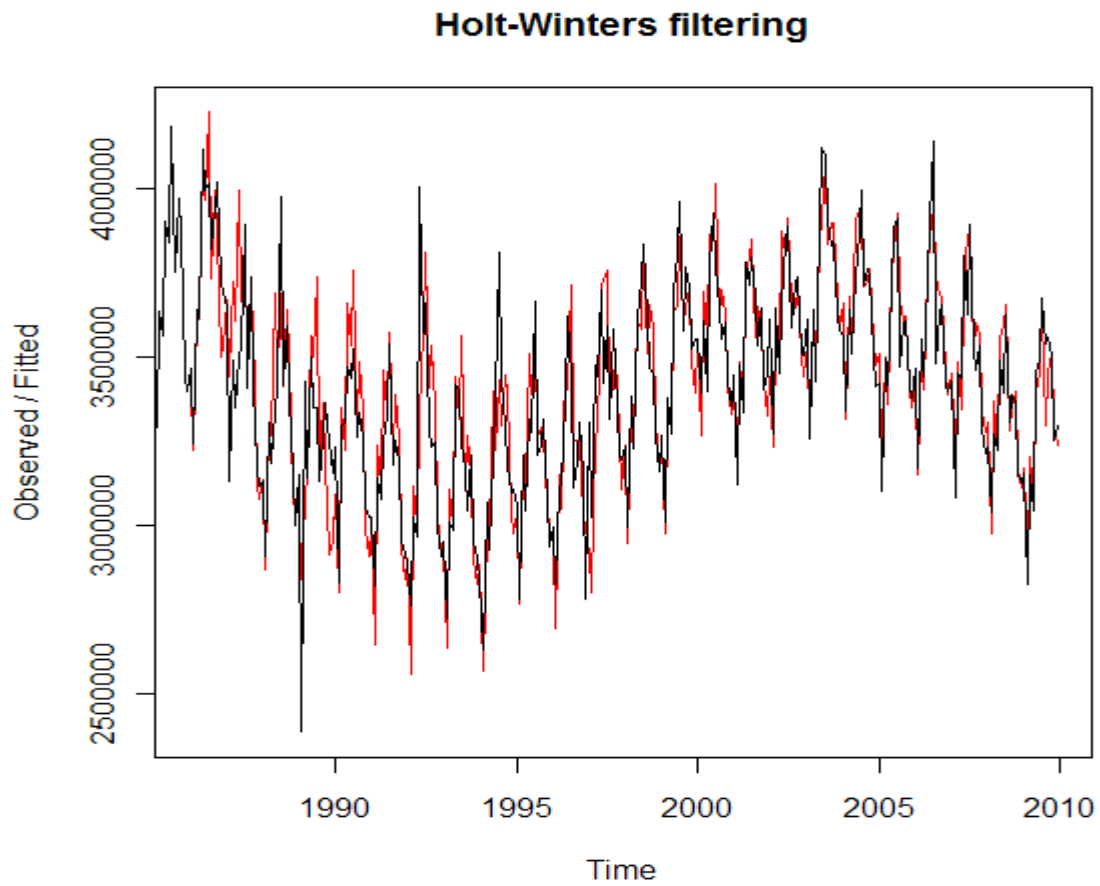
Fig. h): Previsioni per il modello SARIMA



La figura h) riporta le previsioni ottenute col modello SARIMA $(1, 1, 1) \times (0,1,1)_{12}$ per il periodo del 2010.

Utilizzo ora il metodo del **lisciamento esponenziale** e in particolare il metodo di Holt-Winters, per cercare un modello alternativo al modello SARIMA.

Fig. i) **Valori effettivi in relazione ai valori stimati dal modello**



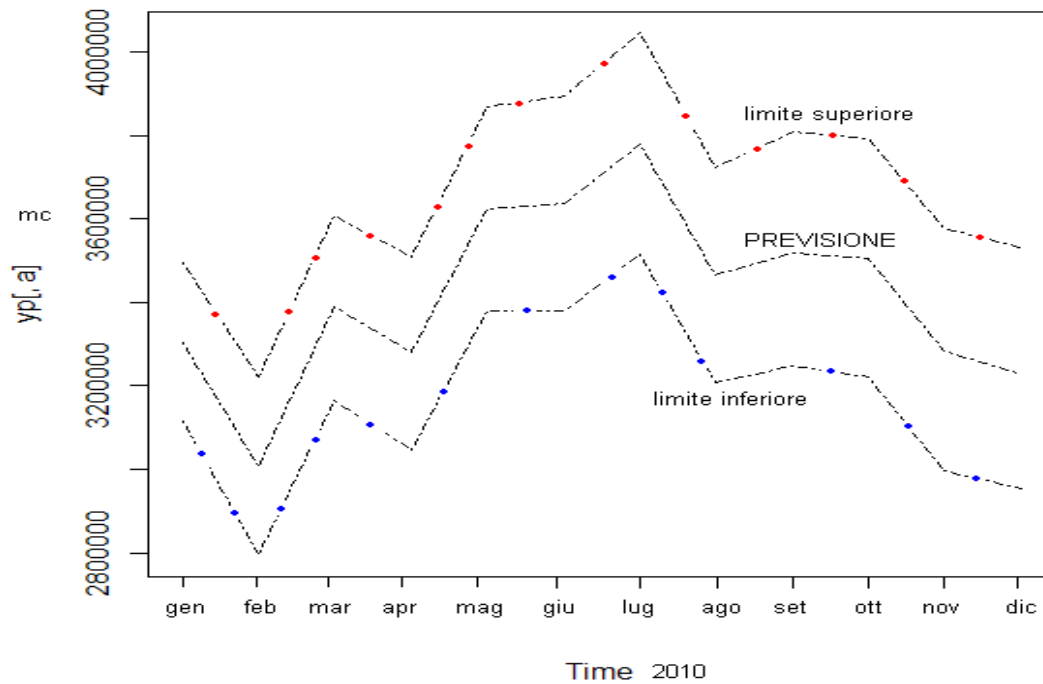
Tab. 1): **Smoothing parameters**

alpha: 0.386676
beta : 0.002877393
gamma: 0.2555095

Nella tabella 1) sono stati riportati i parametri di lisciamiento.

Dopo aver verificato i residui standardizzati possiamo passare alla previsione.

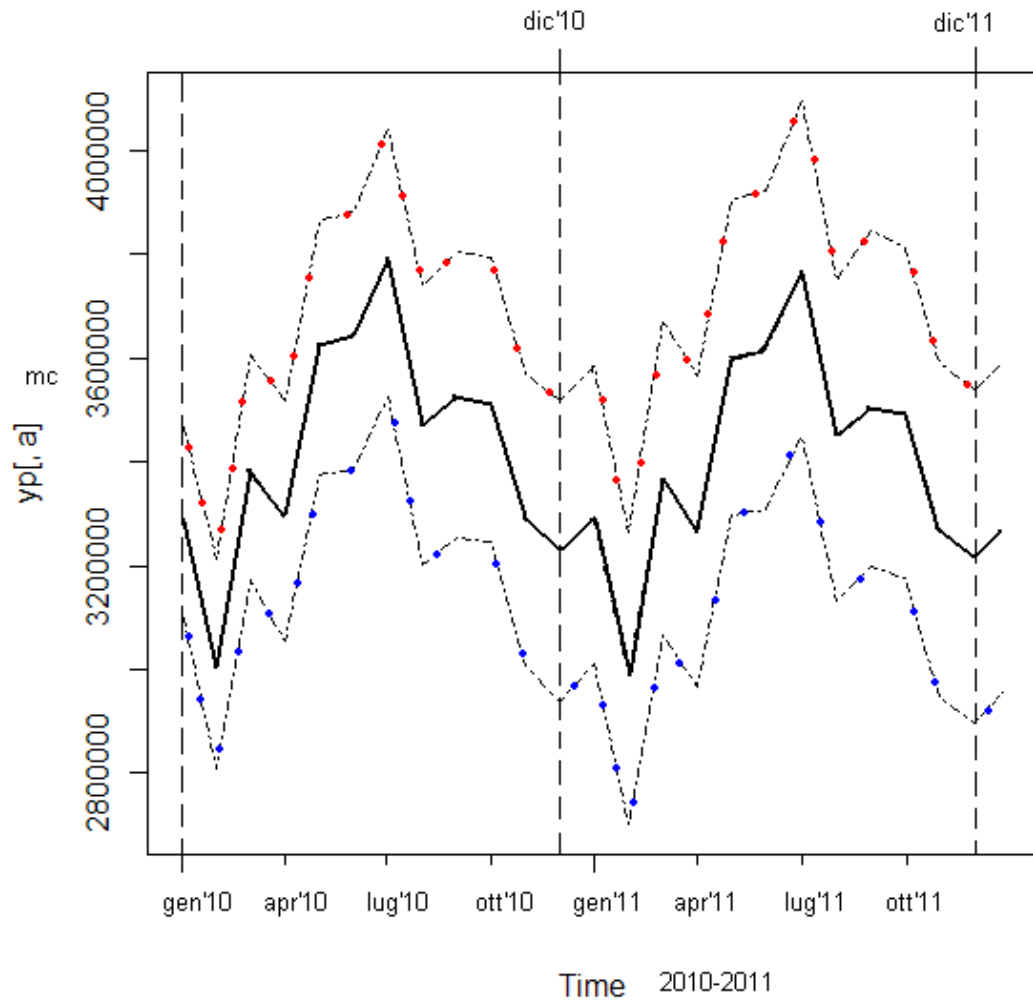
Fig. m) Previsioni per il modello “lisciamento esponenziale”



In figura m) riportiamo i valori previsti con il modello con “Holt-Winters” sempre per l’anno 2010, cosicché possiamo paragonarli a quelli previsti in precedenza con il modello SARIMA in figura h).

La previsione con il modello SARIMA e la previsione con il modello Holt-Winters nel breve periodo sono visibilmente molto simili, infatti non si riesce a distinguere graficamente alcuna differenza tra le due previsioni.

Fig. m): **Previsione con modello esponenziale per due anni (I.C. al 95%)**



Se si osserva attentamente il grafico riportato in figura m), si può notare che la previsione dei mc d'acqua immessi per il 2011 è leggermente inferiore rispetto a quella per il 2010.

Si nota chiaramente che nella previsione per il 2011 la distanza tra il limite superiore e inferiore aumenta rispetto a quella per la previsione del 2010;

intuitivamente “più una previsione è effettuata a lungo termine meno precisa può essere”.

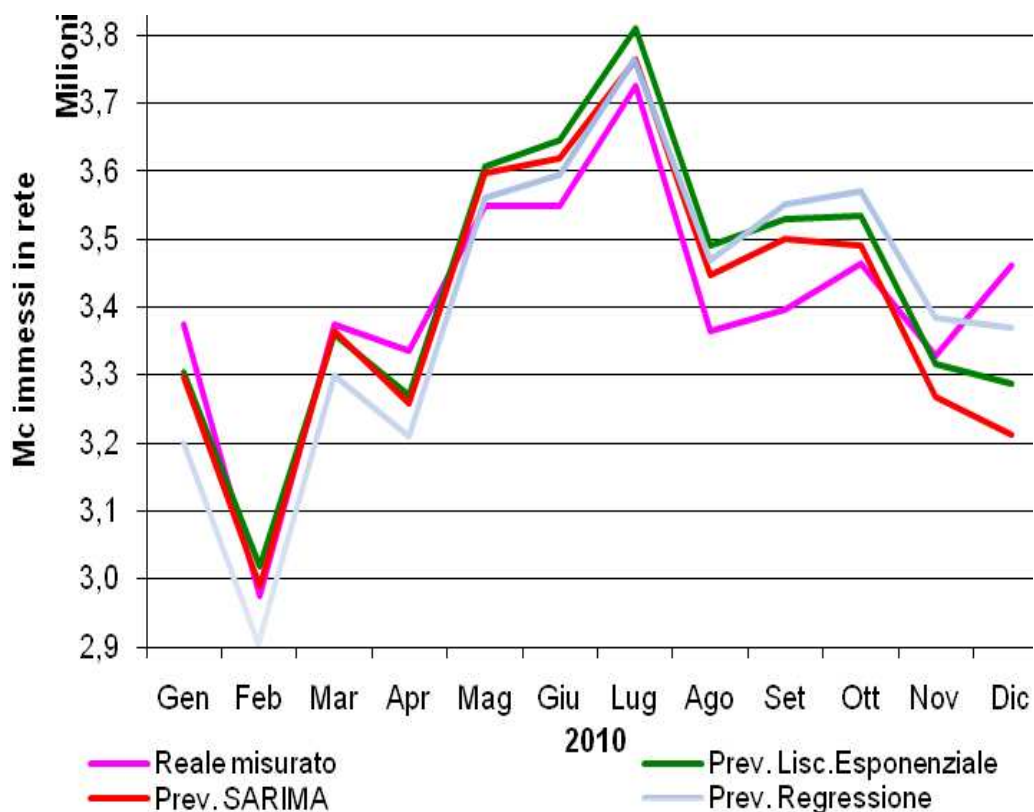
L'ultimo modello che considero, è un modello di regressione, in cui la variabile esplicativa dipende da un trend temporale e da variabili *dummy* in grado di tener conto della stagionalità.

Per ottenere le stime, ho utilizzato il software Gretl. Le previsioni ottenute con tale modello sono, quindi, messe a confronto con quelle derivanti dal modello SARIMA e Holt-Winters già illustrati.

Per confrontare questi tre modelli sono stati recuperati i valori reali effettivamente misurati nel 2010 relativi ai volumi d'acqua immessi in rete nel padovano e sono stati confrontati con quelli previsti nei tre differenti modelli.

Andiamo quindi ad analizzare le previsioni mensili per il 2010 dei tre modelli stimati, paragonandole ai valori mensili realmente misurati nel 2010.

Fig. o): Grafico dei valori reali misurati a confronto con i valori previsti



Tab. p): Confronto tra i valori previsti nei tre modelli e i valori reali misurati

Holt-Winters		SARIMA		OLS	
errore annuo	-274.037	errore annuo	92.565	errore annuo	24.828
errore mensile medio	-22.836	errore mensile medio	7.714	errore mensile medio	2.069
errore quadratico medio	8.282.304.665	errore quadratico medio	8.723.660.163	errore quadratico medio	9.691.227.329
errore assoluto medio	78.717	errore assoluto medio	71.343	errore assoluto medio	87.148

Dai risultati ottenuti e riportati nella tabella p) posso trarre delle conclusioni sulla bontà dei tre modelli stimati a valle del confronto tra la previsione effettuata per il 2010 e i valori effettivi nel 2010.

Considero buoni tutti e tre i modelli.

L'errore annuo (e quindi anche l'errore medio mensile visto che è l'errore annuo diviso 12) premia il modello OLS che si distanzia dai valori realmente misurati solamente di 24.828 mc d'acqua, su un totale di circa 40 milioni di mc che annualmente vengono immessi in rete. Nella previsione con lisciamiento esponenziale, che è la previsione con l'errore annuo e quindi mensile peggiore tra i tre modelli, si riscontra un errore mensile di soli -22.836 mc su un volume medio mensile di circa 3 milioni e mezzo di mc d'acqua.

Osservando l'errore quadratico medio (EQM) è migliore la previsione con il modello lisciamiento esponenziale, seguito poi dal modello SARIMA.

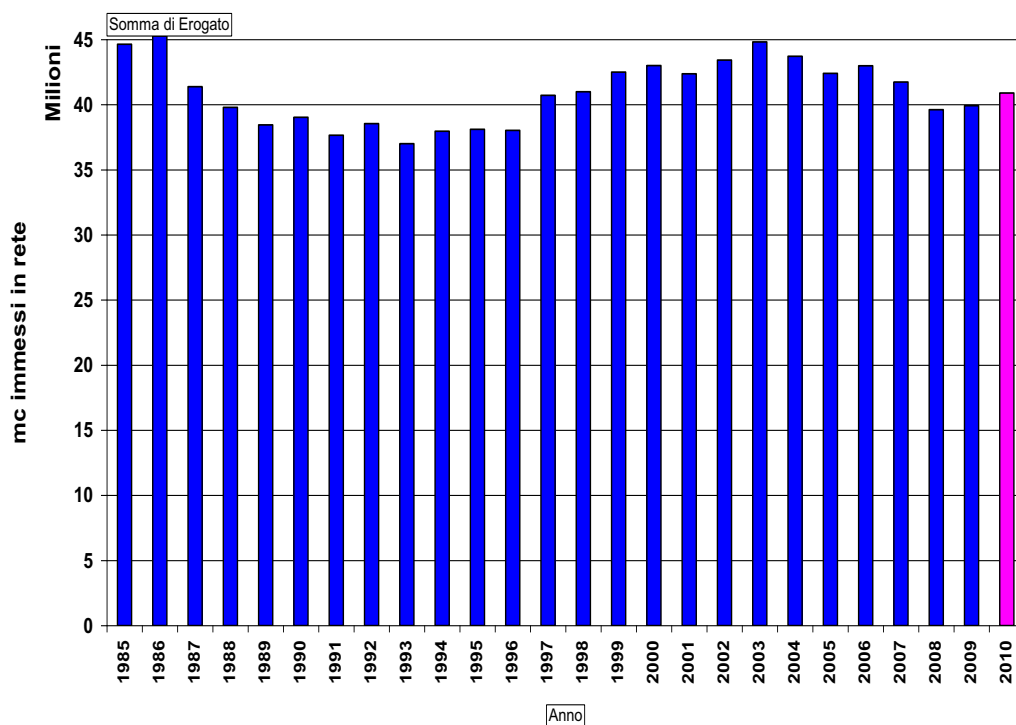
Guardando invece l'errore assoluto medio (EAM) bisogna premiare il modello SARIMA come il migliore tra i tre modelli.

Grazie ai risultati riportati nella tab. p) concludo dicendo che se dovessi scegliere un modello per una previsione annuale sceglierei di usare il modello OLS, mentre se dovessi effettuare una previsione mensile preferirei usare o il modello SARIMA o quello Holt-Winters.

Conclusioni

Riporto il grafico in figura q) dell'andamento annuale della serie storica sui volumi immessi in rete, aggiornato dei dati riferiti al 2010.

Fig. q): Volumi annui immessi in rete nel padovano



Prevedere a lungo termine e con precisione i consumi idrici del padovano non è possibile visto gli imprevedibili cambiamenti che possono accadere nel territorio, nella legislazione e nella situazione globale che riguarda la materia prima acqua.

Possibili importanti variazioni riguardanti lo *status* dell'acqua in Italia potrebbero verificarsi già a breve termine. Di grande rilevanza, infatti, sarà il risultato dell'imminente referendum sulla privatizzazione dell'acqua (Giugno 2011), che potrebbe apportare significativi cambiamenti nel sistema tariffario e quindi nei consumi idrici italiani.

Anche l'avvento delle reti duali potrebbe condizionare il consumo idrico futuro.

Una rete duale prevede di differenziare le reti di distribuzione delle acque all'interno di un'abitazione, cioè di riservare un sistema di tubature per utilizzare le acque meteoriche (piovane) e grigie (scarichi di lavabi, docce, vasche da bagno, lavatrici) per usi compatibili, al fine di risparmiare le risorse idriche per usi esclusivamente potabili e d'igiene personale.

Gli usi compatibili comprendono l'annaffiatura delle aree verdi, il lavaggio delle aree pavimentate e dell'auto, usi tecnologici relativi, ad esempio, i sistemi di climatizzazione, l'alimentazione delle cassette di scarico dei W.C.

Questa strada verso il risparmio idrico non è semplice e immediata da seguire, sperimentazioni e progetti per la sua fattibilità sono ancora in corso e costituisce una piccola ma efficace rivoluzione; è auspicabile che diventi a breve la norma per le case di nuova costruzione.

BIBLIOGRAFIA

Di Fonzo T., Lisi F (2005), “Serie storiche economiche, analisi statistiche e applicazioni”, *Roma, Carocci*.

Masarotto G., “Appunti, lucidi delle lezioni e libreria ast del corso di: Analisi delle serie temporali”, facoltà di scienze statistiche di Padova.

Arbués F., García-Valiñas M.A. e Martínez-Espiñeira R. (2003), “Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review”, *Journal of Socio-Economics*.

Cavanagh, S. M., Hanemann, W. Michael and R.N. Stavins, (2002). Muffled price signals: household water demand under increasing-block prices. June. FEEM

Hewitt J. A. e Hanemann. W. M. (1995) “A discrete/continuous choice model of demand under block rate pricing”, *Land Economics* 7, 173-192.

Hansen, L.G., (1996), Water and Energy Price Impacts on Residential Water Demand in Copenhagen, *Land Economics*, vol. 72, n.1, pp.66-79.

Hoffman M., Worthington A.C., Higgs H. (2006). Urban water demand with fixed volumetric charging in a large municipality: the case of Brisbane, Australia.

J.D Cryer e K. Chan (2008) Time series analysis with applications in R, seconda edizione, Springer.

Klein B., Kenney D., Lowrey J., Goemans C., (2006). Factors influencing residential water demand: a review of literature. Working Draft. University of Colorado.

Martínez-Espiñeira R. (2003), "Estimating Water Demand under Increasing Block Tariffs Using Aggregate Data and Proportions of Users per Block", *Environmental and Resource Economics* 26(1), 5-23.

Mazzanti M. e Montini A. (2005), "The Determinants of Residential Water Demand. Empirical evidence for a panel of Italian municipalities" W.P. FEEM

Nordin J. A. (1976) "A Proposed Modification of Taylor's Demand Analysis: Comment", *Bell Journal of Economics*, 7(2), 719-721.

Nosvelli M. e Musolesi A. (2005), *Water Consumption and Long-Run Urban Development: The Case of Milan*, W.P. FEEM n. 109.2005, Venezia.

Olmstead, S. M., Hanemann W. M., Stavins R. N. (2005). Do consumers react to the shape of supply? water demand under heterogeneous.

SITI CONSULTATI

www.acegas-aps.it;

www.atobacchiglione.it;

www.istat.it;

www.arpa.veneto.it Ringrazio l'ARPAV centro meteorologico di Teolo per la gentile messa a disposizione dei dati sulle precipitazioni giornaliere dal 1 gennaio 2004 al 31 dicembre 2010 (stazione di Legnaro).

<http://sirio.stat.unipd.it/> Libreria "ast". Sviluppato da G. Masarotto.

PROGRAMMI STATISTICI UTILIZZATI

Gretl: Version 1.7.1 build date 12/25/2007 <http://gretl.sourceforge.net/>

Rgui: Version 2.9.1 (2009-06-26) R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il Dott. Pietro Golin per avermi fornito materiale e consigli per questa relazione finale, per avermi accompagnato in questo stage lungo con grande professionalità e attenzione.

Ringrazio la Prof.ssa Luisa Bisaglia per la cortesia dimostrata nella modifica del piano di studio e per avermi seguito con disponibilità nella stesura di questa tesi.

Ringrazio il Dott. Cesare Pillon per l'opportunità che mi ha dato di svolgere lo stage universitario in questa importante azienda.

Ringrazio il Dott. Gabriele Dall'Agata per avermi aiutato nella preparazione di alcuni esami e per avermi insegnato a giocare a carte.

Un grazie a Marco Serafin per il materiale e l'aiuto che mi ha dato per questa tesi.

Un grande grazie finale alla mia meravigliosa Serena.