



LIFE06/ENV/IT/255

**A.S.A.P.**

**Actions for Systemic Aquifer Protection**

*The ASAP project is partially funded by the European Union  
LIFE Programme*

**Analisi idraulica, modello della rete e  
zonizzazione del progetto. Rapporto tecnico**

*ASAP - Actions for Systemic Aquifer Protection -  
Implementation and demonstration of a Protocol to scale  
down groundwater vulnerability to pollution due to  
overexploitation - Task 3.1.*

**(Rev. 1b)**

Type of document:	Rapporto tecnico
Deliverable n°:	D3.1
Author(s):	Acque Ingegneria
URI:	<a href="http://www.klink.it/gate/asap/area-di-lavoro/executing/3-06_products/t3-opt-cut/t3-1-hydraulic-modelling-zoning/">http://www.klink.it/gate/asap/area-di-lavoro/executing/3-06_products/t3-opt-cut/t3-1-hydraulic-modelling-zoning/</a>



<http://www.klink.it/gate/asap>



Provincia di Pisa



# Confidential

Distribution allowed to the ASAP Project Participants  
and the European Commission

## (i) Ringraziamenti

Questo report è il risultato del lavoro del Team del Progetto ASAP.

Ringraziamo Acque Ingegneria che ha supportato il lavoro e contribuito alla creazione del documento finale.

Grazie infine a tutti coloro che hanno offerto il loro sostegno nel difficile compito di analizzare ogni questione e con pazienza ne hanno discusso per le connessioni delle loro attività col progetto ASAP

*Ing. Oberdan Cei*  
(o.cei@acqueingegneria.net)  
*Project manager*

## (ii) Sommario

1 ==> Analisi idraulica, modello della rete e zonizzazione del progetto. Rapporto tecnico.....	4
1.1 ==> Obiettivi.....	4
1.2 ==> Ambito.....	4
1.3 ==> Esecuzione e Responsabilità.....	4
2 ==> Introduzione.....	5
3 ==> Analisi idraulica e modellazione.....	6
1.1==>I modelli sviluppati.....	7
4 ==> Zonizzazione.....	9
5 ==> Allegati.....	15

## (iii) Scopo del documento

Lo scopo di questo documento è di descrivere le attività progettuali che hanno portato alla definizione dei modelli di simulazione delle reti idriche del distretto di Pontedera e delle ipotesi fatte in merito alla suddivisione, distribuzione e alla quantificazione della domanda idrica.

## (iv) Avvertenze

1. Controllate sempre la versione più recente sul portale di progetto di ASAP all'indirizzo che trovate nella prima pagina di copertina.

## **1 ==> ANALISI IDRAULICA, MODELLO DELLA RETE E ZONIZZAZIONE DEL PROGETTO. RAPPORTO TECNICO**

Questo rapporto è uno dei deliverable previsti dal Progetto ASAP incentrato sull'acquifero di Bientina (Pisa, IT). In particolare il Rapporto è in relazione alla *Task 3.- Messa a punto della rete idrica e abbassamento del prelievo di falda – Attività T3.1 – Modellazione idraulica e zonizzazione*. La task si pone l'obiettivo di definire la modellazione idraulica e la zonizzazione dell'area ASAP.

### **1.1 ==> OBIETTIVI**

L'obiettivo di questo Rapporto tecnico è di descrivere le attività progettuali che hanno portato alla definizione dei modelli di simulazione delle reti idriche del distretto di Pontedera e delle ipotesi fatte in merito alla suddivisione, distribuzione e alla quantificazione della domanda idrica.

### **1.2 ==> AMBITO**

La zona di pertinenza alla quale si riferisce il presente Report coincide con l'Area ASAP sulla quale si incentra il progetto e comprende il distretto idrico di Pontedera (Pisa, IT) e i Comuni di Santa Maria a Monte, Calcinaia, San Miniato, Pontedera (escluse aree metropolitane), Castelfranco, Bientina, Vicopisano, Santa Croce sull'Arno (escluse aree metropolitane), Cascina.

### **1.3 ==> ESECUZIONE E RESPONSABILITÀ**

Acque Ingegneria (ACQING) è responsabile della stesura del report e dell'analisi.

## 2 ==> INTRODUZIONE

A seguito delle evidenze emerse nell'Analisi del rischio, i partner di progetto hanno deciso di anticipare la task (e gli esiti relativi alla modellazione e zonizzazione) avviandola agli inizi di maggio anziché alla fine di luglio. La ragione principale della scelta è stata dovuta all'emergenza idrica già contestualizzata nell'analisi e qui richiamata.

Il mese di aprile 2007 è stato infatti caratterizzato da condizioni di sensibile deficit idrologico.

La situazione di carenza idrica è stata poi ufficialmente richiamata nella legge n° 29 del 21 maggio 2007 emanata dalla Regione Toscana, che ha posto una risoluzione allo stato di emergenza “nei territori con la necessità di misure di carattere straordinario ed urgente finalizzate a governare in modo unitario e maggiormente incisivo l'utilizzo delle scarse risorse idriche disponibili per i diversi usi...”.

A fronte dell'emergenza il capofila Acque Spa, gestore del servizio idrico dell'ATO, ha ritenuto opportuno anticipare di fatto la partenza delle sub-task relative alla Task 3 per evitare di incorrere in ritardi non recuperabili e nel contempo nell'interesse di continuare a fornire il miglior servizio possibile all'utenza.

In un contesto simile, l'apporto delle attività di ASAP si è fra l'altro rivelato fondamentale per alleggerire la crisi.

D'altro canto all'interno dello stesso progetto presentato alla Commissione, i partner avevano richiamato alcuni assunti relativi proprio ai pericoli potenzialmente derivanti da un cambiamento nelle medie delle precipitazioni.

### 3 ==> ANALISI IDRAULICA E MODELLAZIONE

L'analisi della rete e la modellazione è stata condotta su una porzione di rete pari a 970 km che esclude le aree metropolitane di Pontedera e Santa Croce sull'Arno (che complessivamente ammontano a 28 km di rete).

Gli elementi territoriali di sfondo che sono stati considerati sono quelli derivanti dall'utilizzo della cartografia regionale (1:10.000 della Regione Toscana) e in prossimità di centri abitati della versione 1:2000 e nei formati SHP o DWG.

Ai fini della distribuzione della domanda idrica l'elemento determinante è risultato essere la reale dell'edificio che è stato utilizzato per la georeferenziazione.

La realizzazione del modello idraulico di ASAP comporta il passaggio attraverso fasi successive di acquisizione ed analisi dei dati cartografici in formato SHAPE file e dwg e dei dati di misura di portata e pressione ricavabili, i primi da telecontrollo o da misura diretta, ed i secondi effettuati esclusivamente sulla rete.

La prima fase consiste nell'individuazione degli elementi di disconnessione idraulica, quali i serbatoi, e di immissione di portata che consentono di delimitare le varie zone ed i singoli settori, definendo al contorno le condizioni che generano il carico idraulico.

La rete idrica acquisita in formato SHAPE file dal GIS aziendale (Smallword), viene elaborata per quanto riguarda i parametri fisici delle condotte necessari alla simulazione, scabrezza e diametro interno, e corretta da eventuali punti di disconnessione.

Successivamente, mediante opportuni software in ambiente Arcview, partendo dai valori delle quote cartografiche, viene creato un modello digitale del terreno (DTM – Digital Terrain Model), con il quale si assegna la quota geodetica ai nodi della rete.

L'attribuzione della domanda è preceduta da un'analisi socio-economica del territorio in modo da stimare il consumo idrico dovuto alla presenza di attività industriali o agricole e l'incidenza di questo sul consumo totale.

In funzione della tipologia del tessuto produttivo caratteristico dell'area ASAP, all'utenza industriale è attribuito un valore del consumo variabile tra il 15 e il 20% del consumo complessivo, che viene definito attraverso la zonizzazione (cfr. oltre).

Nei modelli idraulici di ASAP, dove le caratteristiche della rete lo hanno reso possibile, si è cercato di distinguere le aree prettamente industriali da quelle residenziali attribuendo diagrammi di domanda distinti.

La fase di valutazione della domanda, come anticipato sopra, comporta l'elaborazione del dato georeferenziato relativo agli edifici. Ad ogni edificio viene assegnata una domanda base proporzionale al rapporto tra la propria superficie e quella complessiva di tutti gli edifici appartenenti alla medesima categoria serviti dalla rete idrica da modellare. La scelta di proporzionare la domanda in funzione della superficie implica indirettamente che l'altezza degli edifici sia pressoché costante. Questa scelta progettuale è dovuta principalmente all'impossibilità di avere il dato georeferenziato dell'utenza (contatore) e del relativo consumo. E' bene sottolineare comunque che tale scelta è confermata anche dalle misure in campo.

Da notare che nella valutazione della domanda base non è stato seguito un criterio univoco in quanto in alcuni casi essa è stata normalizzata mentre in altri rappresenta il reale consumo. Nel primo caso il valore medio giornaliero introdotto nel pattern è uguale a 1 e viene introdotto un coefficiente moltiplicativo pari alla media giornaliera. Nel secondo caso, invece, il valore medio giornaliero introdotto nel pattern è pari alla portata media giornaliera e il coefficiente

moltiplicativo è pari a 1.

Mediante una procedura di assegnazione per posizione, la domanda caratteristica dell'edificio viene assegnata al nodo della rete idrica di distribuzione posto nelle immediate vicinanze secondo un criterio di distanza stabilito precedentemente (considerando solo edifici fino a 300 m. dalle condotte).

Assegnata la domanda, l'utilizzo di GISred, estensione di Arcview, permette l'esportazione della rete in formato .imp leggibile tramite il programma Epanet 2.0.

La fase successiva consiste nell'assegnazione dei pattern ai nodi che per quanto sopra detto possono servire utenze di caratteristiche diverse. Il pattern, rappresenta nel periodo temporale esaminato, generalmente 24 ore, l'andamento del consumo idrico reale comprensivo delle eventuali perdite secondo il modello demand driven. Il time-step assunto è generalmente di 5 minuti. Per la costruzione dei singoli pattern ci si avvale dei dati ricavati dalla zonizzazione che si basa principalmente su misure dirette effettuate mediante strumenti portatili (PT878) e in alcuni casi integrando i valori misurati con quelli del telecontrollo aziendale.

Per valutare la corrispondenza tra il modello creato e la rete reale si utilizza la funzione calibration data di Epanet che permette di confrontare l'andamento temporale della pressione (o della portata) misurata in un punto caratteristico della rete con l'output fornito dal programma nello stesso nodo.

## 1.1==>I MODELLI SVILUPPATI

Per il progetto ASAP è stato sviluppato **un unico modello** che include i pozzi isolati, i campi pozzi, i sistemi di sollevamento, le condotte di adduzione principali fino ai serbatoi di testa delle reti di distribuzione.

<i>Modello Sistema di captazione e adduzione principale</i>		
<i>Comune</i>	<i>Modello di Rete</i>	<i>Zone di captazione</i>
Tutti i 9 Comuni dell'Area ASAP	Modello Cerbaie	Campo Pozzi Cascina Ovest, Campo Pozzi Centrale 1 e 2 Bientina, Campo Pozzi Fontine Tavolaia, Campo Pozzi Montecalvoli e Paduletta, Campo Pozzi Collettore nord e Collettore sud di Villa Maiolfi, Campo Pozzi Orentan, Pozzo Sant'Agata e Pozzi Castelfranco 2

Successivamente a partire dai serbatoi di testa delle reti di distribuzione sono stati sviluppati i singoli modelli delle reti.

Complessivamente sono stati realizzati **11 modelli di simulazione** che coprono l'intera rete idrica di distribuzione del distretto di Pontedera.

<i>Modelli reti di distribuzione</i>			
	<i>Comune</i>	<i>Modello di Rete</i>	<i>Settore</i>
1	Bientina	Modello Bientina 1	Quattro Strade Santa Colomba
2	Bientina	Modello Bientina 2	Bientina Capoluogo
3	Calcinaia	Modello Calcinaia	Fornacette, Calcinaia Capoluogo, Incanto, Calcinaia Zona Industriale
4	Cascina	Modello Cascina	Pettori-Musigliano, Cascina centro-Navacchio
5	Castelfranco di Sotto	Modello Castelfranco 1	Castelfranco Capoluogo
6	Castelfranco di Sotto	Modello Castelfranco 2	Galleno
7	Pontedera	Modello Pontedera	Pontedera Capoluogo
8	San Miniato	Modello San Miniato	Ponte a Elsa, San Donato, Poggio, Ponte a Egola
9	Santa Croce Sull'Arno	Modello Santa Croce	Santa Croce Capoluogo
10	Santa Maria a Monte	Modello Santa Maria a Monte	Zona industriale Cardeto, San Donato 5 Case Montecalvoli, Santa Maria a Monte Capoluogo, Cerretti
11	Vicopisano	Modello Vicopisano	Zona Industriale Noce, San Giovanni Vicopisano, Uliveto Caprona, Il Tinto

## 4 ==> ZONIZZAZIONE

Le misure propedeutiche alla zonizzazione sono state effettuate sulla base di uno schema rappresentativo delle linee di processo funzionale del sistema dell'acquedotto, dai pozzi fino alle reti di distribuzione, suddividendo per ogni Comune, a livello schematico, i distretti e i settori di interesse. Sono stati installati i primi misuratori di pressione/portata nei punti strategici: uscite dei serbatoi, sezioni terminali di rete, nodi principali ecc.

Il campionamento è stato effettuato cercando di monitorare un giorno di alto e un giorno di basso consumo. Constatato che il giorno di maggiore domanda è risultato essere il sabato si è cercato di concentrare le misure il fine settimana riuscendo ad effettuare 60 misurazioni di portata la cui elaborazione ha portato a definire 26 zone di consumo per ognuna delle quali sono stati calcolati i valori caratteristici.

Il campionamento ha avuto come obiettivo principale quello di individuare la portata istantanea di settore determinando una scelta obbligata dei punti di misura e quello di realizzare delle misure di pressione nei punti sensibili necessarie per la taratura dei modelli.

Per la determinazione del bilancio idrico istantaneo si sono presi in considerazione i punti di immissione di portata nel sistema rappresentati dalle uscite dei serbatoi verso la rete di distribuzione o in alcuni casi da condotte principali. Le reti infatti sono servite da serbatoi pensili o da serbatoi seminterrati e solo in pochi casi l'alimentazione avviene tramite collegamenti strutturali con altri sistemi (presa San Piero Bientina, presa La Catena San Miniato).

La rete dei misuratori di portata e delle pressioni non ha alterato in nessun caso l'equilibrio attuale dei flussi. Infatti, essendo i misuratori utilizzati ad ultrasuoni, con una tecnologia non invasiva è stato possibile effettuare l'installazione e la misura senza interruzioni del servizio.

In questa prima fase non essendo previsti interventi strutturali ci si è limitati a effettuare le misure sulle carpenterie metalliche esistenti, preferendo la misura su elementi in acciaio inox dove il diametro interno è un parametro noto, oppure su attraversamenti fluviali o all'interno di pozzetti di ispezione, dove era possibile operare direttamente sulla condotta.

Con la zonizzazione è stato possibile acquisire i dati necessari alla determinazione dei bilanci istantanei dei settori ASAP (riportati nella tabella della pagina seguente).

La zonizzazione ha interessato solo quelle porzioni di rete dove esiste collegamento alle utenze (reti di distribuzione), mentre non sono stati tenuti in considerazione quei tratti di condotte principali dove non vi sono allacciamenti.

Ai fini della suddivisione delle zone è stata identificata una parte di rete, definita "Adduzione", geometricamente delimitata ma alla quale non è associato nessun consumo.

I dati di portata necessari alla formulazione dei bilanci sono stati qualificati eliminando le incongruenze delle misure legate alla mancanza di energia per brevi periodi oppure legati a manovre note che vengono fatte sulla rete per motivi di gestione (p.es. scarichi, chiusure parziali).

Ciò ha permesso di garantire continuità al valore della portata. Procedendo alle somme algebriche dei valori delle misure dei punti di alimentazione che concorrono a formare il valore del consumo istantaneo, si sono determinati i valori caratteristici per tutti i settori misurati calcolando:

- 1) il valore minimo notturno inteso come la media calcolata nel periodo che va dalle 03.00 alle 5.00

- 2) il valore medio giornaliero (calcolato dalle ore 00.00 alle ore 24.00)
- 3) il valore massimo giornaliero
- 4) il pattern orario necessario per la fase di modellazione idraulica

Per ognuno di questi consumi la collocazione temporale è definita da giorno, mese, anno della misura.

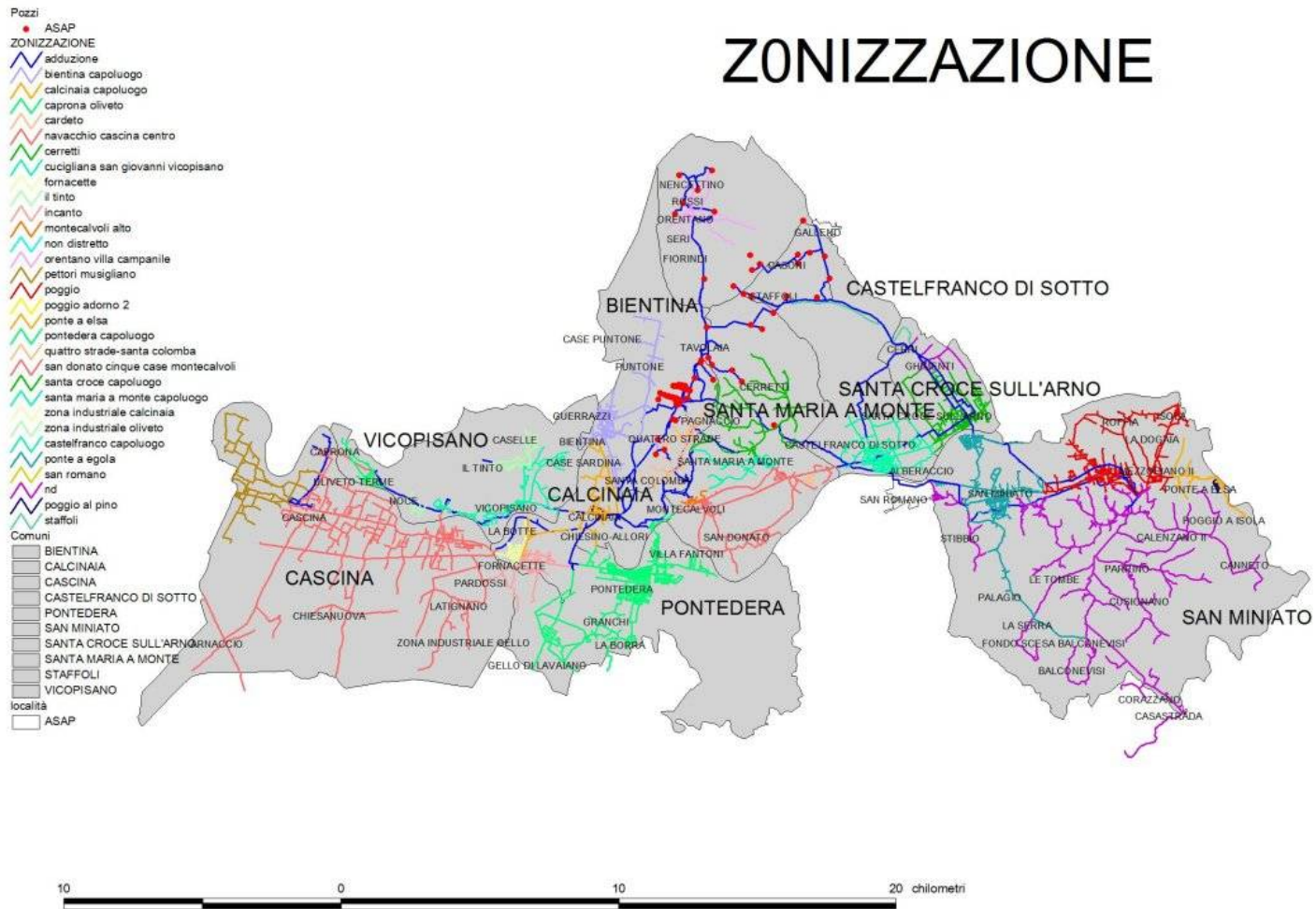
	<i>Comune</i>	<i>Settore</i>	<i>File pattern</i>	<i>Data misura (gg/mm/aaaa)</i>	<i>Valore minimo notturno (l/s)</i>	<i>Valore medio giornaliero (l/s)</i>	<i>Valore max (l/s)</i>
1	Bientina*	Quattro Strade Santa Colomba	Santa colomba	14/07/07	7.97	9.40	10.85
1	Bientina	Bientina Capoluogo	Bientina	14/07/07	17.19	27.35	36.43
2	Calcinaia**	Fornacette	zanobini	05/10/07	5.74	8.27	13.00
2	Calcinaia	Incanto	incanto	05/10/07	8.84	16.30	24.15
2	Calcinaia	Calcinaia Capoluogo	Calcinaia centro	05/10/07	15.53	21.84	28.33
3	Cascina	Pettori-Musigliano	Pettori	10/07/07	5.66	19.88	30.98
3	Cascina	Cascina centro-Navacchio	Cascina centro	10/07/07	67.52	107.10	143.41
4	Castelfranco di Sotto	Galleno	galleno	21/03/07	0.52	1.41	2.76
4	Castelfranco di Sotto	Castelfranco Capoluogo	castelfranco	23/11/07	22.80	33.59	44.35
4	Castelfranco di Sotto	Orentano Villa Campanile	orentano	15/06/07	7.43	12.38	17.52
5	Pontedera	Pontedera Capoluogo	pontedera	09/07/07	44.62	82.21	109.26
6	San Miniato***	Ponte a Elsa	Ponte a elsa	31/07/07	1.29	2.58	4.88
6	San Miniato	Poggio	Poggio	19/01/07	19.93	30.50	39.43
6	San Miniato	Ponte a Egola	Ponte a Egola	01/02/07	28.81	33.86	40.24
6	San Miniato	Autoclave/Ponte a Elsa	Poggio al Pino	22/02/08	0.40	1.02	2.40
7	Santa Croce Sull'Arno****	Staffoli	staffoli	04/01/07	2.46	4.81	8.61
7	Santa Croce Sull'Arno	Santa Croce Capoluogo	capoluogo	15/05/07	23.85	39.94	58.96
8	Santa Maria a Monte	Zona industriale Cardeto	cardeto	09/07/07	1.42	2.29	3.94
8	Santa Maria a Monte	S.Donato - cinque case- Montecalvoli sud usciana	Montecalvoli sud	09/07/07	2.78	5.97	8.71
8	Santa Maria a Monte	Montecalvoli nord usciana	Montecalvoli nord	09/07/07	1.38	3.07	5.30
8	Santa Maria a Monte	Ponticelli	Ponticelli	09/07/07	1.40	3.84	6.83
8	Santa Maria a Monte	Cerretti	Cerretti	09/07/07	5.37	11.89	20.82
9	Vicopisano	Zona Industriale Noce	Industriale Noce	08/02/08	1.98	2.29	4.25

	Comune	Settore	File pattern	Data misura (gg/mm/aaaa)	Valore minimo notturno (l/s)	Valore medio giornaliero (l/s)	Valore max (l/s)
9	Vicopisano	San Giovanni Vicopisano	San Giovanni Vicopisano	08/02/08	10.79	18.31	23.92
9	Vicopisano	Uliveto Caprona	Uloiveto caprona	08/02/08	6.40	8.57	11.35
9	Vicopisano	Il Tinto	tinto	08/02/08	2.39	3.95	6.56

Tab. 1: Zonizzazione distretto ASAP

- \*Su Bientina erano state effettuate le prime misure campione ad aprile 2007; nella tabella sono riportate sia queste, sia quelle più recenti disponibili al momento della revisione del report
- \*\* Su Calcinaia erano state effettuate le prime misure campione a gennaio e a luglio 2007; nella tabella sono riportate sia queste, sia quelle più recenti disponibili al momento della revisione del report
- \*\*\* Su San Miniato erano state state effettuate le prime misure campione a gennaio/febbraio 2007; nella tabella sono riportate sia queste, sia quelle più recenti disponibili al momento della revisione del report
- \*\*\*\* Su Santa Croce erano state effettuate le prime misure campione a gennaio 2007; nella tabella sono riportate sia queste, sia quelle più recenti disponibili al momento della revisione del report

# ZONIZZAZIONE



**5 ==> ALLEGATI**

- File relativi ai 9 Comuni dell'area ASAP con i dati relativi a:
  - caratterizzazione dei consumi
  - pattern per la modellizzazione idraulica

Analisi idraulica, modello della rete e zonizzazione del progetto. Rapporto tecnico Acque Ingegneria Srl 2008-08-22 12.04.21

---

**This document is available on the Internet at**

**<http://www.klink.it/asap>**