

# POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale  
in Ingegneria Edile**

Tesi di Laurea Magistrale

Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica degli edifici – l'edificio  
residenziale monofamiliare



**Relatore**

prof. Enrico Fabrizio

**Correlatori**

prof. Marco Filippi

arch. Elisa Sirombo

**Candidato**

Andrea Campagnoli

**A.A. 2017 - 2018**

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
1.1 Il problema dell'acqua nel contesto dello sviluppo sostenibile	3
1.2 Risorse idriche e consumi a scala mondiale, europea, italiana	6
1.3 Politiche di contenimento dei consumi di acqua: Nazioni Unite, Europa, Italia	24
1.4 Il contenimento dei consumi di acqua nei Paesi con basse risorse idriche: il caso degli Emirati Arabi Uniti; il caso di Singapore	32
<b>2. APPROFONDIMENTI</b>	<b>45</b>
2.1 Il ciclo dell'acqua: captazione > potabilizzazione > distribuzione > raccolta acque reflue > depurazione > restituzione all'ambiente	45
2.2 I consumi idrici in Italia e la questione delle perdite	48
2.3 L'emergenza siccità nell'estate 2017	50
2.4 Le etichettature per la certificazione del consumo di acqua degli apparecchi sanitari: l'etichetta Water Label; Well 1.0 e 2.0; Wels, Watersense	53
2.5 La questione dei consumi di acqua nei protocolli di certificazione della costruzione sostenibile: Itaca, Leed, LBC, Breeam	73
<b>3. SOLUZIONI PROGETTUALI E TECNOLOGIE IN EDILIZIA</b>	<b>89</b>
3.1 Il ciclo dell'acqua in un edificio	89
3.2 Le tecnologie per ridurre i consumi di acqua potabile per usi interni	90
3.3 Le tecnologie per il recupero e il riutilizzo delle acque piovane	98
3.4 Le tecnologie per il recupero e il riutilizzo delle acque grigie	105
3.5 Le tecnologie per lo smaltimento dei liquami	107
3.6 Le tecnologie per il recupero e il riutilizzo delle acque nere	111
3.7 Le tecnologie per l'irrigazione delle aree verdi	114
3.8 Edifici a ciclo zero	116

<b>4. CASO DI STUDIO</b>	<b>121</b>
4.1 Descrizione del caso di studio	121
4.2 Configurazione di base	127
4.3 Soluzione A1: Edificio con apparecchi a risparmio idrico standard	129
4.4 Soluzione A2: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato	135
4.5 Soluzione B1: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato e recupero delle acque piovane per l'irrigazione	141
4.6 Soluzione B2: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato e recupero delle acque piovane per l'irrigazione e i WC	150
4.7 Soluzione C1: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato, recupero delle acque piovane e grigie per l'irrigazione e i WC	156
<b>5. DISCUSSIONE DEI RISULTATI</b>	<b>163</b>
5.1 Torino	164
5.2 Milano	166
5.3 Roma	168
5.4 Napoli	170
5.5 Palermo	172
5.6 Analisi complessiva	174
<b>6. CONCLUSIONI</b>	<b>175</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>178</b>
<b>8. ALLEGATI</b>	<b>185</b>

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Il problema dell'acqua nel contesto dello sviluppo sostenibile

A causa della forte crescita della popolazione, dell'ampia espansione delle aree urbanizzate e del grande aumento dell'industrializzazione, si è accresciuta costantemente la domanda di acqua dolce. La popolazione mondiale cresce mediamente di 80 milioni di persone ogni anno, probabilmente nel 2050 raggiungerà i 9,1 miliardi [1]; inoltre il prodotto interno lordo globale è aumentato mediamente del 3,5% all'anno dal 1960 al 2012 [2]. Secondo recenti stime delle Nazioni Unite, entro il 2030 il mondo dovrà fare fronte ad un deficit di risorse idriche del 40%. In particolare si parla di risorse idriche convenzionali di approvvigionamento quali: acque sotterranee di sorgente e di falda, acque superficiali da fiumi, torrenti e laghi [3]. Emerge così la necessità di operare un forte cambiamento del modo in cui questa risorsa viene utilizzata, gestita e condivisa. Si tratta prevalentemente di una crisi di Governance [4], legata alla capacità delle nazioni di garantire sia l'approvvigionamento, sia la qualità fisico-chimica dell'acqua e alla capacità di mitigare e gestire i problemi che potrebbero emergere da un improvviso aumento della domanda idrica [5]; piuttosto che di una crisi di disponibilità. Il rischio, in questo contesto, è che si creino sempre più conflitti dovuti all'assegnazione della risorsa idrica, in questo senso i cambiamenti climatici non fanno altro che peggiorare la situazione. Inoltre vi è un problema di scarsa diversificazione delle fonti di approvvigionamento, ad esempio le acque sotterranee sono fondamentali per almeno il 50% della popolazione mondiale [6] e rappresentano inoltre il 43% dell'acqua utilizzata per scopi irrigui [7]. Si è registrato altresì un aumento delle perdite economiche legate ai rischi dovuti all'acqua: inondazioni, siccità, tempeste hanno causato danni per oltre 1,3 trilioni di dollari americani negli ultimi 25 anni [8].

Anche l'inquinamento è capace di condizionare fortemente la disponibilità di acqua, per questo motivo, diventa un tema centrale la riduzione delle immissioni in ambiente di sostanze inquinanti.

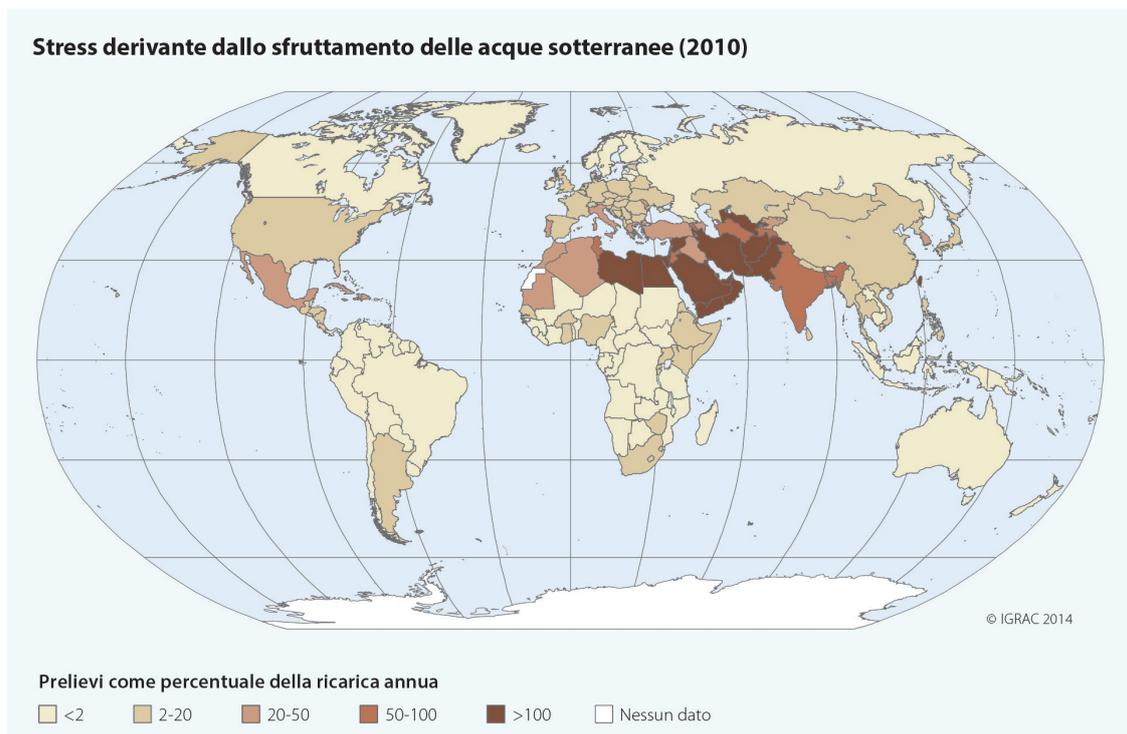


Fig.1 Sfruttamento acque sotterranee, UN Water, *L'acqua per un mondo sostenibile, fatti e cifre*, Rapporto delle nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche mondiali, 2015

A livello regionale il limite di prelievo per la sostenibilità ecologica dell'acqua è stato ampiamente superato da circa un terzo della popolazione, ma entro il 2030 si prevede che il limite sarà oltrepassato da oltre il 50% della popolazione mondiale [4].

L'acqua è legata in particolare a tre dimensioni che fanno parte dello sviluppo sostenibile: la povertà, lo sviluppo economico e la tutela degli ecosistemi.

### **Povertà**

Circa 1,2 miliardi di persone vivono in zone soggette a una scarsa presenza di acqua [9]. Inoltre vi è il problema dell'accesso limitato alle risorse idriche come risultato, non soltanto di pressioni economiche, ma anche di pressioni sociopolitiche e ambientali, di scarse capacità di governance, oltre alla mancanza di infrastrutture adeguate [10].

### **Sviluppo economico**

Sono necessarie infrastrutture "pesanti" e "leggere" o in altre parole interventi a differenti scale dimensionali a seconda delle reali esigenze, gestite e finanziate in modo corretto per mitigare il rischio di scarsità idrica e i disastri legati all'acqua. Per questo motivo servono investimenti pubblici e privati per realizzare le suddette

infrastrutture idriche, che nel lungo termine, potranno portare a guadagni economici annui considerevoli. Ad esempio ogni dollaro investito nella protezione dei bacini idrografici può permettere un risparmio tra i 7,5 e i 200 dollari in costi per nuove strutture di trattamento e filtrazione di acqua [11].

### ***Ecosistemi***

Un ecosistema sano garantisce servizi dall'enorme valore sociale come: il controllo delle inondazioni, la ricarica delle acque sotterranee, la stabilizzazione delle rive dei fiumi, la protezione dall'erosione, la purificazione delle acque, la conservazione della biodiversità e tanto altro. Per questo bisogna evitarne una pericolosa alterazione poiché una cattiva gestione della risorsa idrica potrebbe costituire un fattore scatenante.

In questa situazione si devono affrontare ogni giorno sfide nuove e sempre più complesse, oltre a quelle di cui si è in precedenza parlato, si ricordano anche: il problema dell'acqua in relazione ai servizi igienico sanitari, alla crescente domanda di cibo, alla produzione di energia, allo sviluppo industriale, all'adattamento al cambiamento e alla variabilità climatica.

Ci si chiede dunque quali possano essere le possibili risposte, alcune in particolare sono già in corso di attuazione, altre costituiranno il nostro futuro imminente. Un esempio in questo senso è l'attuazione dell'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile e i relativi 17 Obiettivi (UN Sustainable Development Goals), articolati in 169 target da raggiungere entro il 2030. Nello specifico di rilevante importanza è l'obiettivo n°6 riguardante l'acqua: "Acqua pulita e servizi igienico-sanitari"[12]. Altri esempi riguardano il raggiungimento e la promozione di nuove politiche di redistribuzione della risorsa idrica, l'obiettivo uguaglianza di genere e la raccolta di sempre più dati e informazioni da rendere disponibili a tutti.

## 1.2 Risorse idriche e consumi a scala mondiale, europea, italiana

### 1.2.1 Renewable internal freshwater resources per capita, World

A livello mondiale si registra un calo considerevole delle risorse idriche rinnovabili interne pro capite. Per rinnovabili si intende quelle con un tasso di rigenerabilità compatibile con la scala temporale umana, con interne si identificano quelle provenienti solo dall'area geografica considerata, infine pro capite si riferisce alle stime sulla popolazione mondiale elaborate dalla Banca Mondiale. Si parla mediamente di una flessione media di circa il 44%, come si può vedere nella Tab.1. Tutti i principali continenti sono in calo, ma il picco più impressionante si ha negli Emirati Arabi con una flessione del 99%. Questo dato è particolarmente impressionante, non solo per la percentuale, ma soprattutto per il valore numerico assoluto di appena 17 m<sup>3</sup>/Ab.y, estremamente distante dalla media di 5 919 m<sup>3</sup>/Ab.y ( 348 volte meno). Lo stesso trend negativo è seguito, allo stesso modo, dal continente africano, nello specifico l'Africa del nord (- 73%) e l'Africa del sud (- 78%). Registrano invece un calo molto inferiore Europa (- 16%) e Giappone (- 25%).

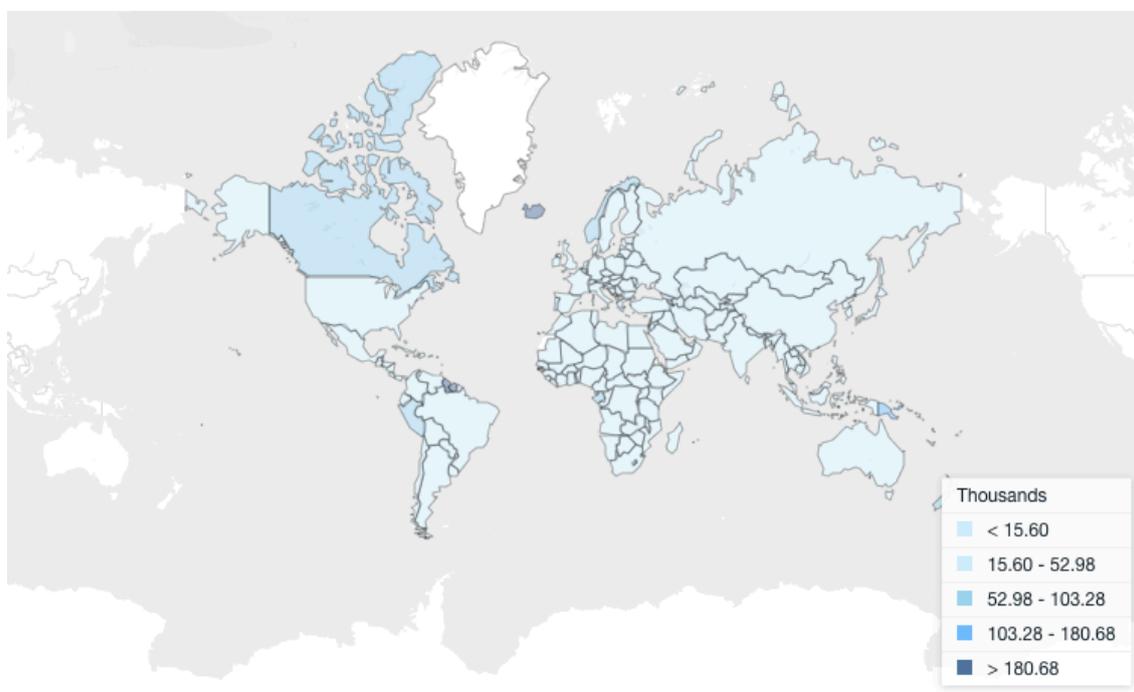


Fig.2 Renewable internal freshwater resources per capita, World, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

Paese	1967 [m <sup>3</sup> ]	2014 [m <sup>3</sup> ]	Osservazioni [%]
Mondo	13 395	5 919	- 44
Cina	4 225	2 062	- 51
Nord America	27 628	16 006	- 42
Sud America	59 607	22 232	- 63
India	3 091	1 118	- 64
Russia	nd	29 982	nd
Africa Nord	2 069	549	- 73
Africa Subsaariana	18 301	3 969	- 78
Unione Europea	3 526	2 961	- 16
Giappone	4 487	3 378	- 25
Australia	45 802	20 971	- 54
Emirati Arabi	1 334	17	- 99

Tab.1 Renewable internal freshwater resources per capita, World, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

\*nd, dato non disponibile

### 1.2.2 Renewable internal freshwater resources per capita, European Union

La Tab. 2 illustra l'andamento delle risorse idriche rinnovabili interne pro capite, nei paesi dell'Unione europea. Il dato generale medio mostra un calo delle risorse di acqua pari al 16%. Tutti gli stati presentano una flessione percentuale tranne la Bulgaria (+11%) e l'Ungheria (+2%). Si registra inoltre un picco negativo a Cipro (-50%). In Italia il calo si attesta attorno al 16%, esattamente in linea con l'Unione Europea. Inoltre è interessante notare la grande disuniformità con cui la risorsa è distribuita, vi sono infatti stati estremamente ricchi come la Finlandia (19 592 m<sup>3</sup>/Ab.y) e stati estremamente poveri come Malta (118 m<sup>3</sup>/Ab.y). Questa differenza significativa si potrebbe attribuire al diverso posizionamento geografico o al dissimile numero di abitanti, ma non sempre è così. Vi sono infatti paesi nord europei con risorse abbastanza limitate come Germania, Belgio e Danimarca. È evidente dunque la complessità della problematica e la necessità di analizzarne ogni particolare.



Fig.3 Renewable internal freshwater resources per capita, European Union, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

Paese	1967 [m <sup>3</sup> ]	2014 [m <sup>3</sup> ]	Osservazioni [%]
Unione Europea	3 526	2 961	- 16
Italia	3 587	3 002	- 16
Spagna	3 584	2 392	- 33
Portogallo	4 225	3 653	- 14
Grecia	6 865	5 325	- 22
Austria	7 714	6 439	- 17
Belgio	1 301	1 071	- 18
Bulgaria	2 621	2 907	+ 11
Cipro	1 350	677	- 50
Croazia	nd*	8 895	nd
Danimarca	1 291	1 063	- 18
Estonia	nd	9 669	nd
Finlandia	23 823	19 592	- 18
Francia	4 156	3 015	- 27
Germania	1 445	1 321	- 9
Irlanda	17 278	10 612	- 39
Lettonia	nd	8 469	nd
Lituania	nd	5 272	nd
Lussemburgo	3 118	1 798	- 42
Malta	156	118	- 24
Paesi Bassi	932	652	- 30
Polonia	1 768	1 410	- 20
Regno Unito	2 273	2 244	- 1
Repubblica Ceca	nd	1 249	nd
Romania	2 269	2 129	- 6
Slovacchia	nd	2 325	nd
Slovenia	nd	9 054	nd
Svezia	22 614	17 636	- 22
Ungheria	596	608	+ 2

Tab.2 Renewable internal freshwater resources per capita, European Union, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

\*nd, dato non disponibile

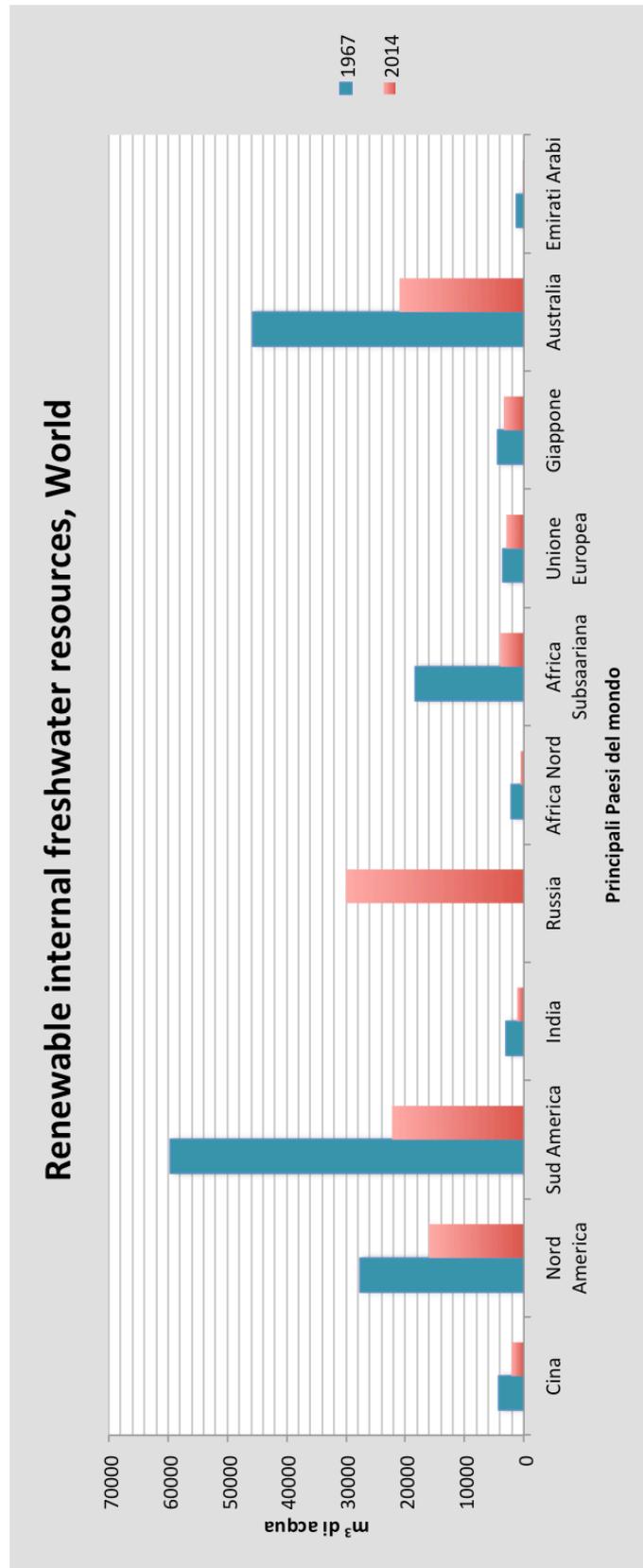


Fig.5 Istogramma Renewable internal freshwater resources per capita, World, rielaborato da The World Bank, [www.document]. Data (Accessed 15/01/2018)

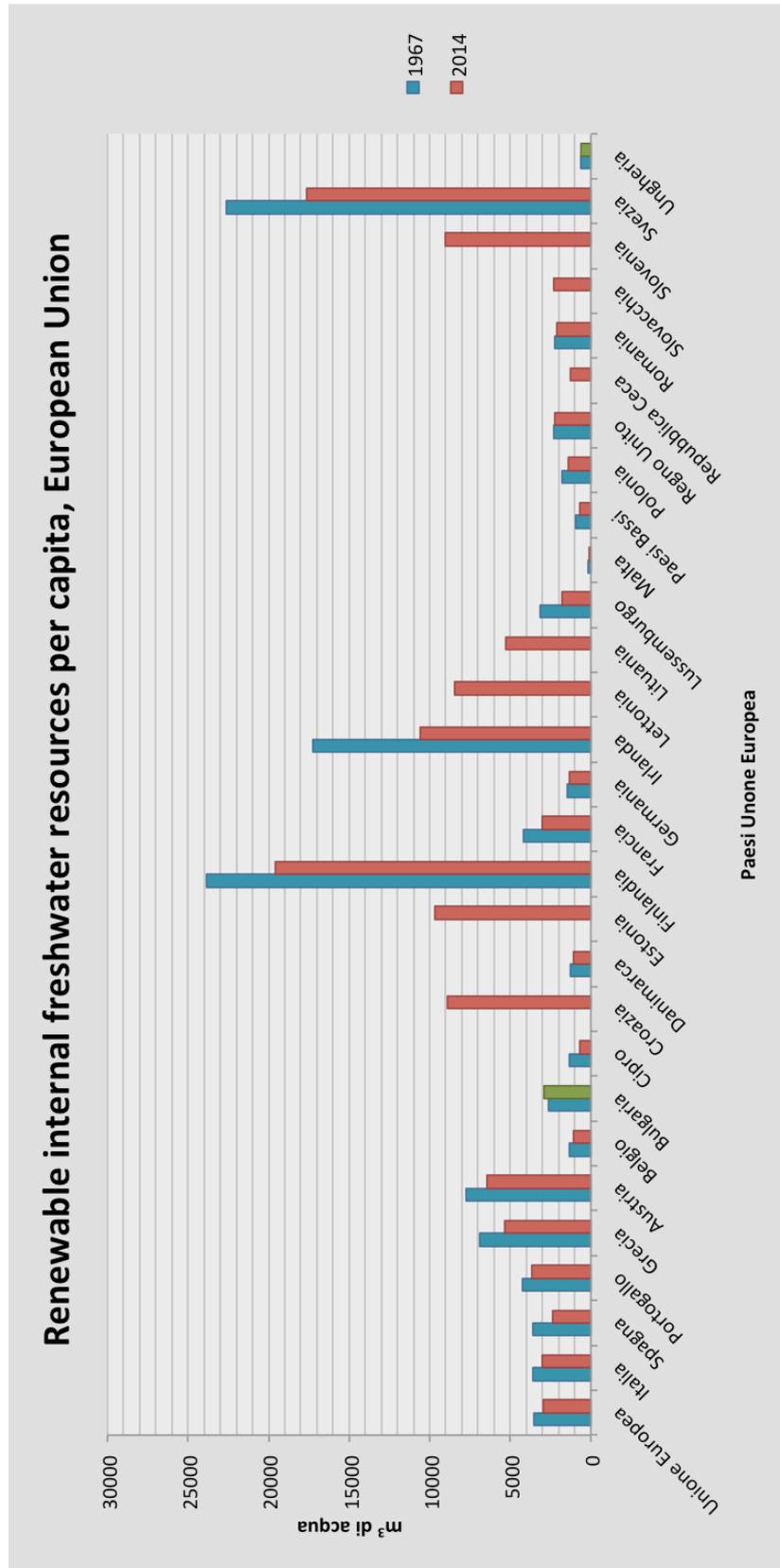


Fig.4 Istogramma Renewable internal freshwater resources per capita, Europe, rielaborato da The World Bank, [www document], Data (Accessed 15/01/2018)

### 1.2.3 Annual freshwater withdrawals, total (billion cubic meters), World

La Tab.3 mostra i consumi totali di acqua potabile delle principali nazioni mondiali. Il primato spetta all'India con il 19,1 %, seguita dalla Cina con il 15,2 % e dal Nord America al 13,2 %. È Interessante notare il confronto tra l'impatto dei paesi emergenti (India e Cina, complessivamente 34,3 %), sull'ammontare totale dei consumi di acqua e quello dei continenti "occidentali" ( Unione europea, Nord America complessivamente 19,4 %). Questo dato dimostra quanto sarà importante a livello mondiale la gestione dello sviluppo economico di questi paesi nell'ottica della sostenibilità ambientale e idrica.

Paese	2014	Osservazioni
	[m <sup>3</sup> ]	[%]
Cina	607,80	15,20
Nord America	524,40	13,20
Sud America	329,70	8,30
India	761,00	19,10
Russia	61,00	1,50
Africa Nord	321,00	8,10
Africa Subsaariana	124,40	3,10
Unione Europea	247,60	6,20
Giappone	81,50	2,00
Australia	19,80	0,50
Emirati Arabi	4,00	0,10
Others	903,50	22,70
World	3985,70	100,00

Tab.3 Annual freshwaetr withdrawals, total, World, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

### 1.2.4 Annual freshwater withdrawals, total (billion cubic meters), European Union

La Tab.4 contiene i consumi totali di acqua potabile dei paesi dell'Unione. Osservando i dati si può notare che l'Italia è il paese dell'Unione Europea con il consumo di acqua maggiore, in particolare 53,8 miliardi di metri cubi, il 21,7% dei consumi totali; a seguire si trovano la Spagna con il 15,1 % , la Germania con il 13,3 % e infine la Francia attorno al 12,2 % . Questo quadro in realtà non stupisce particolarmente, si tratta infatti delle nazioni con il maggiore sviluppo industriale europeo, tre delle quali sottoposte al clima del Bacino del Mediterraneo (con estati particolarmente siccitose). Nonostante ciò l'Italia si distingue con il primato negativo di maggiore consumatrice, staccando la seconda classificata, la Spagna, di ben sei punti percentuali.

Paese	2014	Osservazioni
	[10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> ]	[%]
Unione Europea	247,60	100,00
Italia	53,80	21,70
Spagna	37,35	15,10
Portogallo	9,20	3,70
Grecia	9,60	3,90
Austria	3,50	1,40
Belgio	6,00	2,40
Bulgaria	5,50	2,20
Cipro	0,30	0,10
Croazia	0,60	0,20
Danimarca	0,70	0,30
Estonia	1,70	0,70
Finlandia	6,60	2,70
Francia	30,23	12,20
Germania	33,04	13,30
Irlanda	0,80	0,30
Lettonia	0,20	0,10
Lituania	0,60	0,20
Lussemburgo	0,00	0,00
Malta	0,00	0,00
Paesi Bassi	10,70	4,30
Polonia	11,50	4,60
Regno Unito	8,20	3,30
Repubblica Ceca	1,60	0,60

Romania	6,40	2,60
Slovacchia	0,60	0,20
Slovenia	1,20	0,50
Svezia	2,70	1,10
Ungheria	5,10	2,10

Tab.4 Annual freshwater withdrawals, total, European Union, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

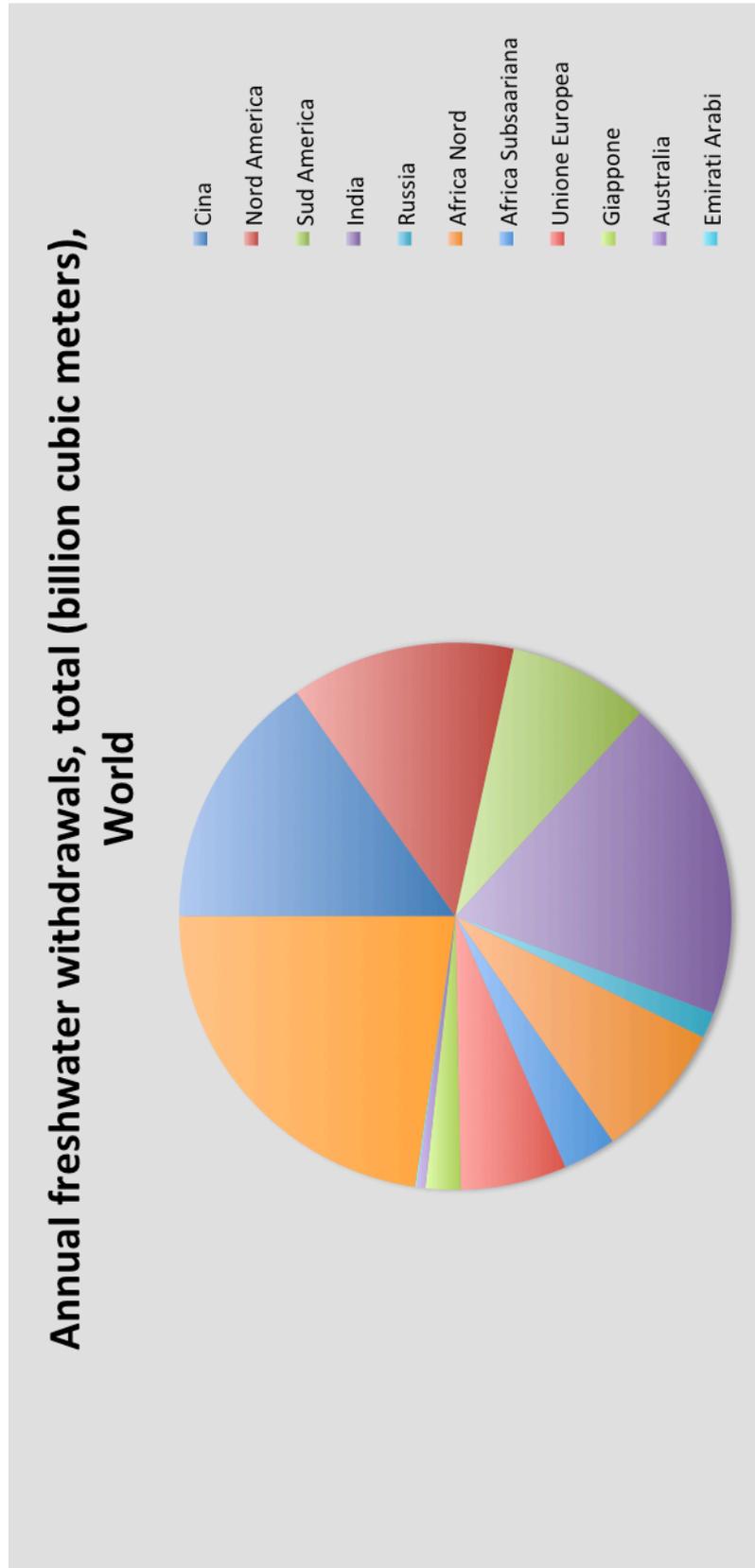


Fig.7 Annual freshwater withdrawals, total (billion cubic meters), World, rielaborato da The World Bank, [www.document]. Data (Accessed 15/01/2018)

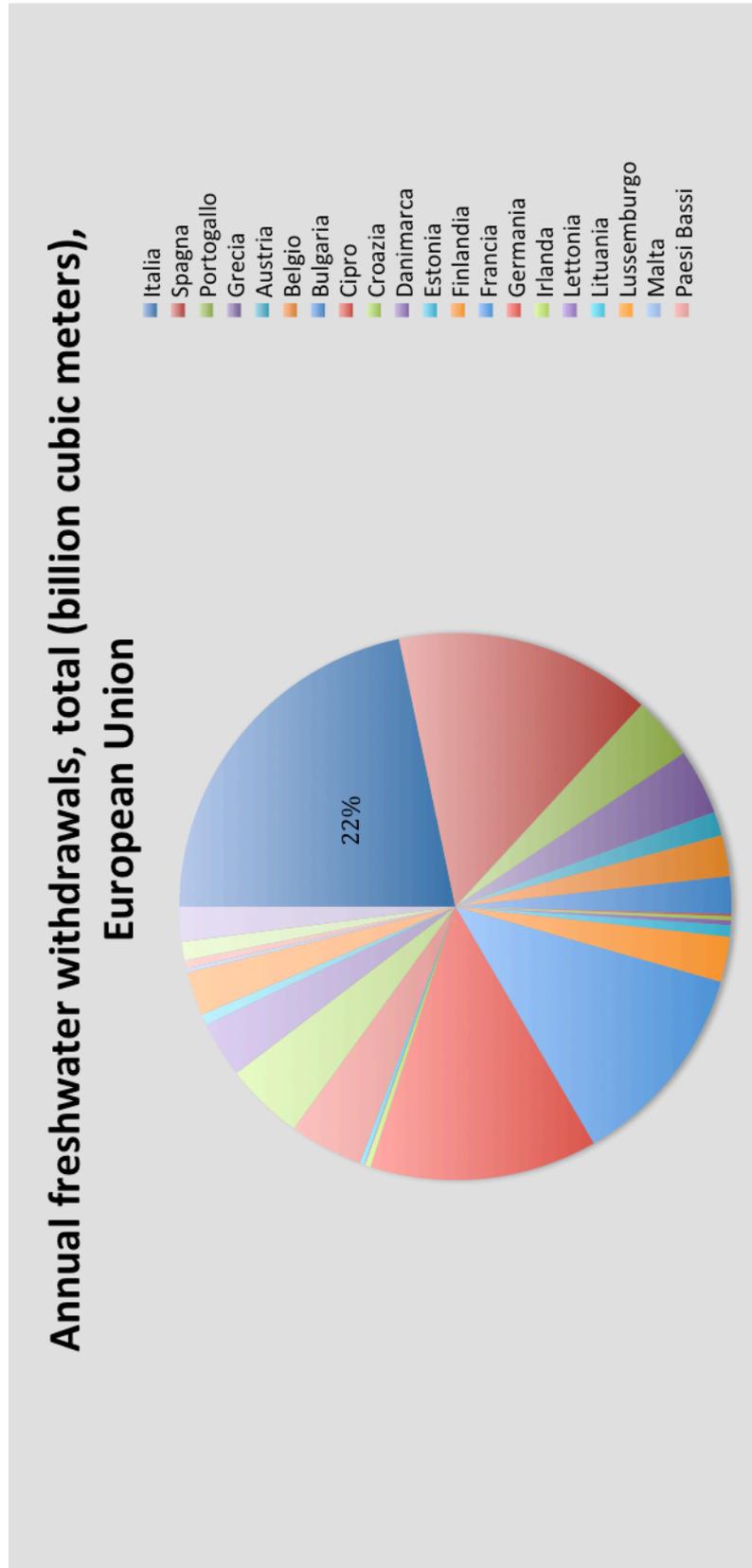


Fig.6 Annual freshwater withdrawals, total (billion cubic meters), European Union, rielaborato da The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

### 1.2.5 Annual freshwater withdrawals, domestic, Agriculture, Industry in European Union (% of total freshwater withdrawal)

La Tabella 5 mostra la distribuzione dei consumi di acqua potabile nell'Unione Europea, nelle tre principali categorie: consumi domestici, consumi agricoli, consumi industriali. In media il settore cui compete la percentuale maggiore è quello industriale, il dato relativo all'Unione è molto chiaro in questa direzione ( 51 % al settore industriale). Questo andamento non sembra valere per i paesi che si affacciano sul Mediterraneo, per essi il settore agricolo risulta preponderante ( Italia 44 %, Spagna 68 %, Portogallo 79 %, Grecia 88 %). Il settore domestico, tra i tre, appare quello che incide meno; in controtendenza vi sono però la Croazia, la Danimarca, l'Irlanda, la Lettonia, il Lussemburgo e il Regno Unito. Si tratta comunque di nazioni non particolarmente dedite al settore agricolo e solo parzialmente a quello industriale. Per questa categoria di dati si è scelto di non mostrare i dati alla scala mondiale, poiché sono parzialmente incompleti.

Paese	Domestici	Agricoltura	Industria
	[%]	[%]	[%]
Unione Europea	18	30	51
Italia	18	44	36
Spagna	14	68	18
Portogallo	11	79	13
Grecia	9	88	3
Austria	21	2	77
Belgio	12	1	88
Bulgaria	16	14	72
Cipro	33	66	2
Croazia	80	1	20
Danimarca	55	25	20
Estonia	3	0	96
Finlandia	6	1	82
Francia	18	10	71
Germania	14	1	83
Irlanda	83	15	7
Lettonia	64	15	21
Lituania	24	10	66
Lussemburgo	95	1	5
Malta	34	64	2

Paesi Bassi	11	1	88
Polonia	18	10	74
Regno Unito	71	13	14
Repubblica Ceca	38	3	61
Romania	15	18	67
Slovacchia	46	4	49
Slovenia	14	0	85
Svezia	38	4	58
Ungheria	14	6	79

Tab.5 Annual freshwater withdrawals, Domestic, Agriculture, Industry, (% of total freshwater withdrawals), The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

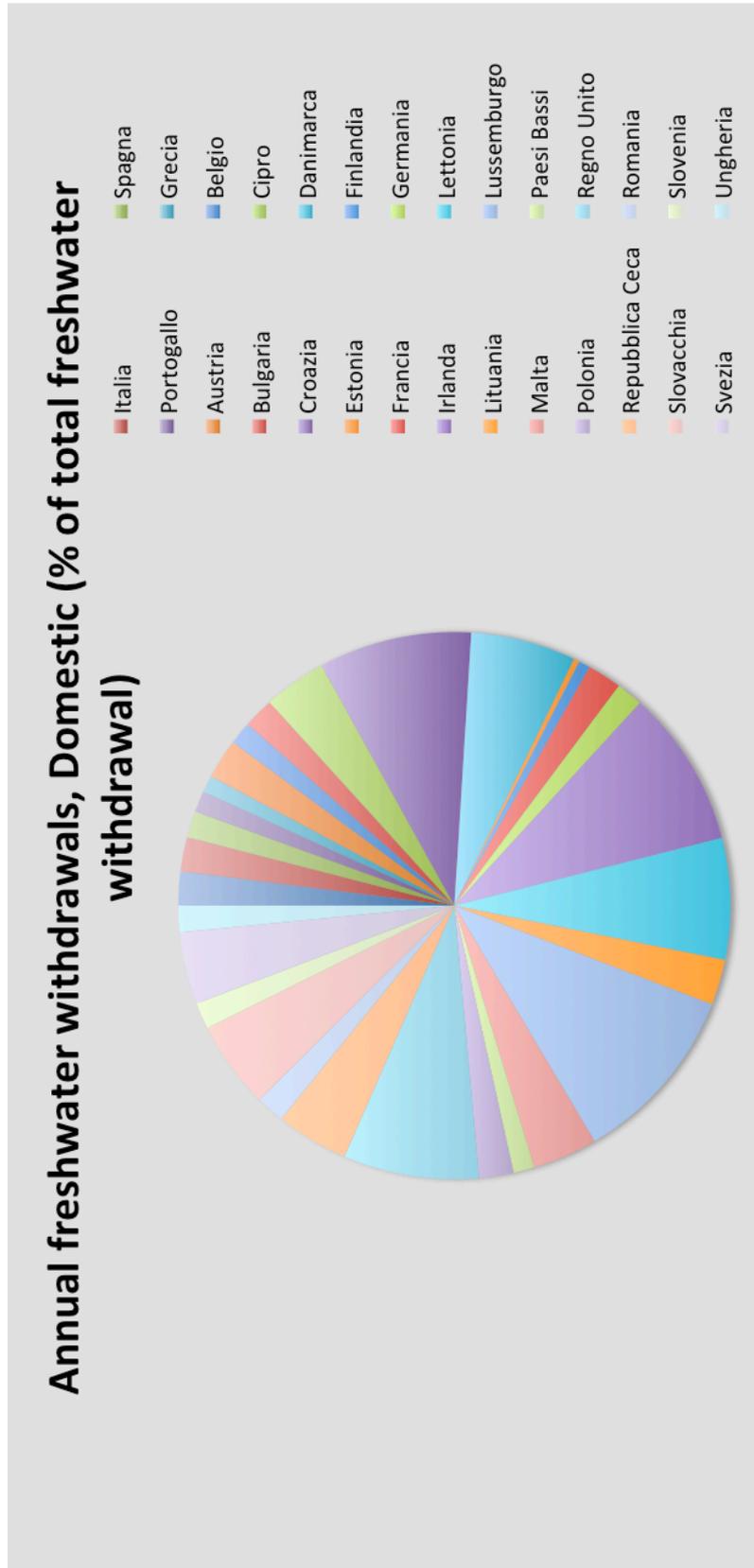


Fig.8 Annual freshwater withdrawals, Domestic (% of total freshwater withdrawal, rielaborato da The World Bank, [www.document]. Data (Accessed 15/01/2018)

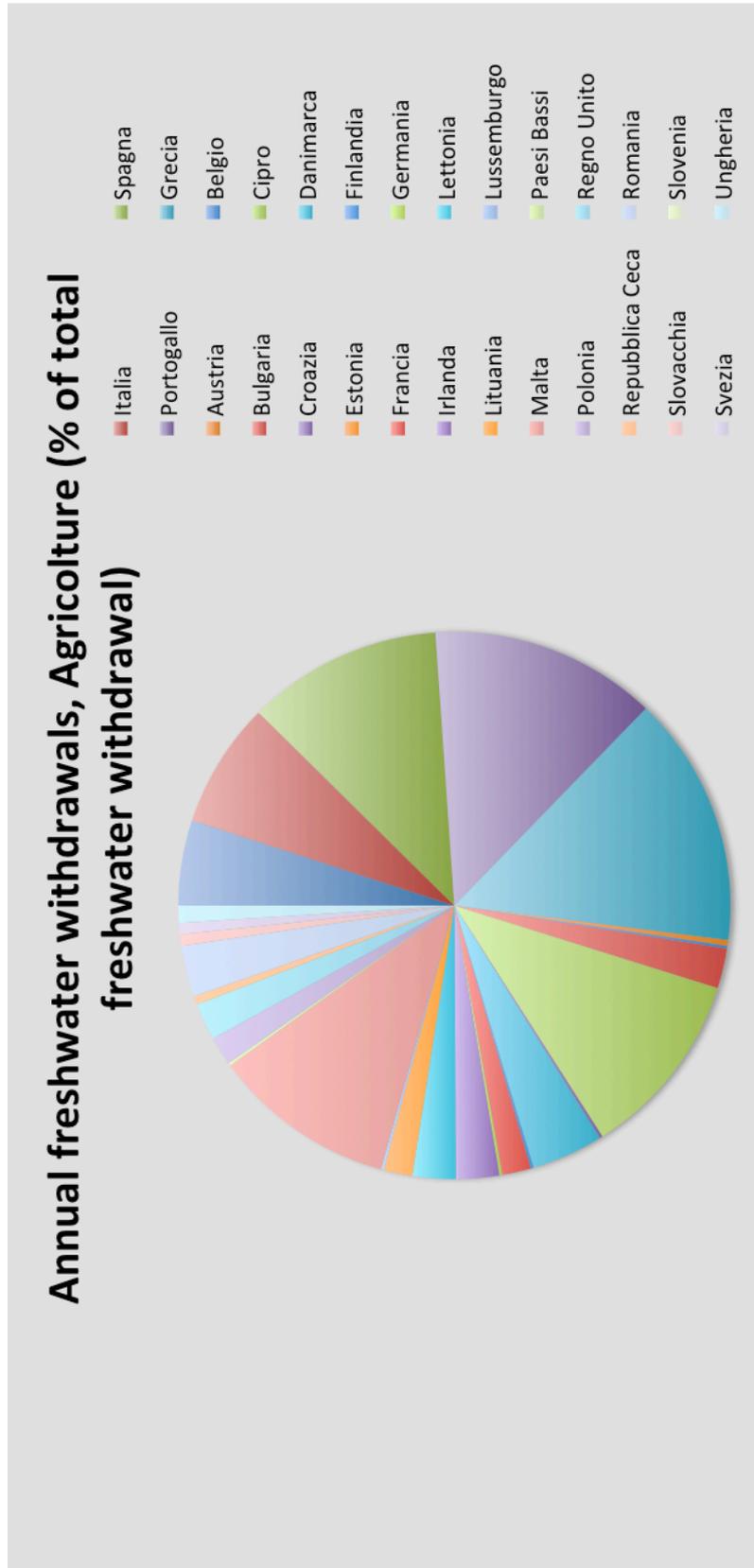


Fig.9 Annual freshwater withdrawals, Agriculture (% of total freshwater withdrawal, rielaborato da The World Bank, [www.document]. Data (Accessed 15/01/2018)

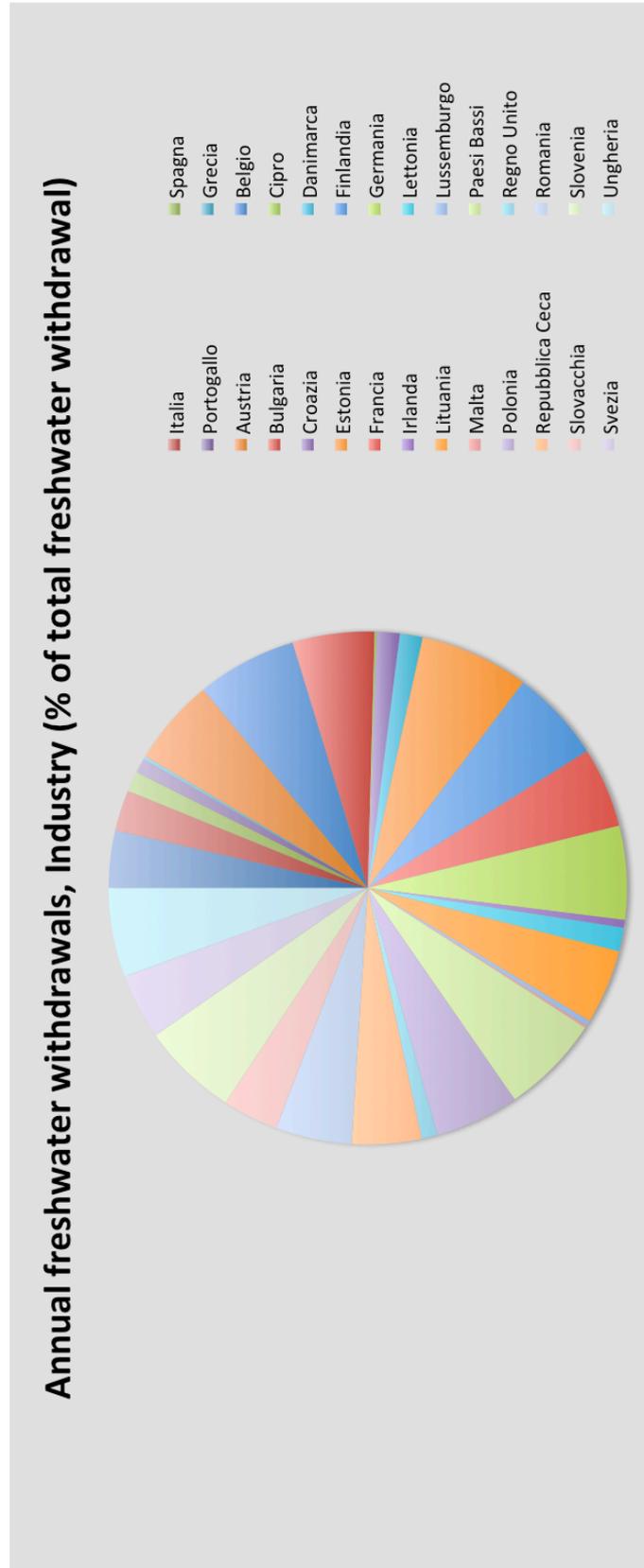


Fig.10 Annual freshwater withdrawals, Industrial (% of total freshwater withdrawal, rielaborato da The World Bank, [www.document]. Data (Accessed 15/01/2018)

### **1.2.6 Le Previsioni per il futuro**

Come si è potuto osservare dai dati mostrati nelle sezioni precedenti la risorsa idrica disponibile è in diminuzione. In particolare si è osservata una diminuzione considerevole per quanto riguarda i paesi dell'Unione Europea (-16%) e una diminuzione molto forte nei paesi dell'Africa Subsahariana (-78%) [14]. Se questo trend fosse confermato la situazione potrebbe non essere più sostenibile. Due sembrano essere le variabili fondamentali: l'aumento della popolazione e il cambiamento climatico.

Per quanto riguarda la prima variabile, uno studio pubblicato da Wires Water mostra il legame che esiste tra crescita della popolazione e consumo della risorsa idrica, mostrando due differenti ipotesi. La prima, detta "pessimistica", indica che a un aumento lineare della popolazione corrisponderà una diminuzione lineare delle risorse ambientali disponibili.

La seconda, detta "ottimistica", ipotizza che ad un aumento degli individui corrisponderebbe una maggiore capacità di coesione, che potrebbe portare ad una riduzione dei rischi ambientali e al miglioramento delle condizioni di vita. In definitiva la prima ipotesi sembra essere la più probabile, essa pone il superamento di un limite di sostenibilità idrica, oltre il quale l'acqua disponibile non sarebbe più sufficiente a soddisfare il fabbisogno, entro il 2050 [13]. Il problema è che la popolazione sta aumentando più velocemente rispetto a quanto stia crescendo la disponibilità di risorse idriche e questo squilibrio potrebbe portare inevitabilmente a situazioni di emergenza. Se questa tendenza verrà confermata sarà necessario diminuire l'uso di acqua in maniera sostanziale per evitare ripercussioni gravi.

Attualmente la popolazione si attesta attorno ai 7,2 miliardi di individui, nel 2050 probabilmente saremo 9,6 miliardi; continuando a ipotizzare cosa potrebbe accadere nel futuro, applicando questo tasso di crescita entro il 2100 potremmo addirittura toccare i 12 miliardi di individui [1]. Questa situazione, al momento, non è supportata da adeguate politiche e progetti per trovare soluzioni che consentano di risolvere i possibili scenari.

Per quanto riguarda il cambiamento climatico, i dati delle Nazioni Unite mostrano come la temperatura media globale sia aumentata dal 1880 ad oggi di circa 0,85°C. Questo aumento ha causato un innalzamento del livello del mare dal 1901 al 2010 di 19 cm dovuto alla fusione dei ghiacci. Dal 1979 ad oggi si è registrata una perdita di 1,07 milioni di chilometri quadrati di ghiaccio nel mondo. Riguardo a questa questione è necessario specificare che i due terzi delle acque dolci, sulla terra, si trovano sotto forma di ghiaccio (ghiacciai d'alta quota, calotte polari, dato USGS). Il ruolo dei ghiacciai è dunque molto importante, non solo perché costituiscono la gran parte delle acque dolci terrestri, ma perché svolgono il ruolo di "Buffer" (tamponi). Essi infatti erogano l'acqua che hanno accumulato negli anni precedenti, durante i periodi poco nevosi. Al contrario accumulano acqua durante i periodi molto nevosi. Al momento i ghiacciai sono in riduzione in tutto il mondo, questo a causa di un aumento di temperatura media globale di circa 1,5 °C [8], esistono solo poche eccezioni come quella della catena montuosa del Karacorum. Questa tendenza allo scioglimento dei ghiacci nel breve periodo porterà ad un aumento di acqua disponibile; nel lungo periodo invece si perderà il loro ruolo fondamentale di veri e propri compensatori.

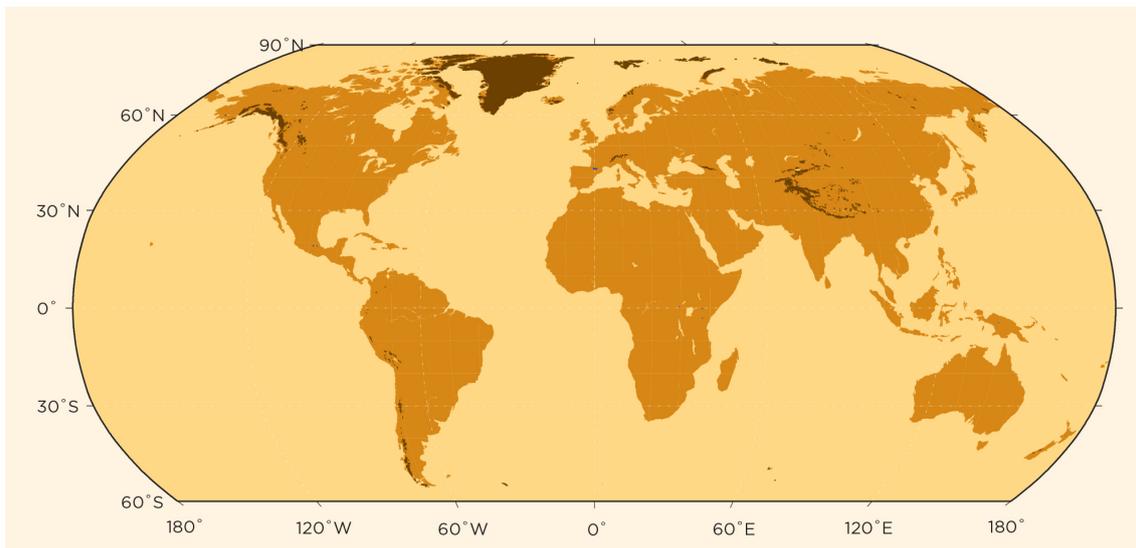


Fig.11 Global distribution of glaciers and Ice Sheets (Antartica esclusa), da Armstrong et al., national Snow and Ice Data center, 2005

### 1.3 Politiche di contenimento dei consumi di acqua: Nazioni Unite, Europa, Italia

I Governi, la società civile ed economica assieme con le Nazioni Unite hanno cominciato a mobilitare degli sforzi per raggiungere l'Agenda dello Sviluppo Sostenibile entro il 2030. L'Agenda prevede l'azione da parte di tutti i paesi membri al fine di migliorare la vita di tutti i popoli in modo universale.

In particolare l'1 gennaio 2016, i 17 obiettivi (detti UN GOALS) dell'Agenda per lo sviluppo sostenibile 2030 [12], entrarono ufficialmente in vigore, dopo essere stati adottati dai leader mondiali nel settembre del 2015 durante uno storico vertice delle Nazioni Unite. L'orizzonte che si vuole porre con quest' Agenda è quello di combattere tutte le forme di povertà, disuguaglianze e affrontare i cambiamenti climatici, assicurando che nessuno sia lasciato indietro.



Fig.12 Sustainable development goals, United Nations, 2016

Il tema dell'acqua viene affrontato principalmente nell'Obiettivo n°6, espressamente dedicato alle risorse idriche.

**Obiettivo 6**

“Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell’acqua e delle strutture igienico – sanitari” [12].



La carenza e la scarsità d’acqua, insieme a sistemi sanitari non adeguati, hanno un impatto negativo sulla sicurezza alimentare, sulla scelta dei mezzi di sostentamento e sulle opportunità di istruzione per le famiglie povere di tutto il mondo. L’obiettivo n°6 illustra la situazione attuale e punta al raggiungimento di una serie di obiettivi.

**Situazione attuale**

- . Dal 1990 ad oggi 2,6 miliardi di persone in più hanno avuto accesso a migliori risorse di acqua potabile, ma ancora 63 milioni di persone ne sono sprovviste
- . Almeno 1,8 miliardi di persone a livello globale utilizzano fonti di acqua potabile contaminate da escrementi
- . Tra il 1990 e il 2015, la proporzione di popolazione mondiale che utilizza migliori fonti di acqua potabile è salita dal 76 al 91%
- . Tuttavia, la scarsità d’acqua colpisce più del 40% della popolazione globale, una percentuale di cui si prevede un aumento. Oltre 1,7 miliardi di persone vivono in bacini fluviali dove l’utilizzo di acqua eccede la sua rigenerazione
- . 2,4 miliardi di persone non hanno accesso a servizi igienici di base come WC o latrine
- . Più dell’80% delle acque di scarico prodotte da attività umane è scaricato in fiumi o mari senza sistemi di depurazione
- . Ogni giorno, circa 1 000 bambini muoiono a causa di malattie diarroiche prevedibili legate all’acqua e all’igiene
- . L’energia idrica è la più importante e più utilizzata fonte di energia rinnovabile; nel 2011, essa ha rappresentato il 16% della produzione elettrica mondiale
- . Circa il 70% dell’acqua estratta dai fiumi, laghi e acquedotti è usata per l’irrigazione
- . Inondazioni e altre calamità legate all’acqua sono responsabili del 70% dei decessi dovuti a disastri naturali

## **Obiettivi**

6.1 Ottenere entro il 2030 l'accesso universale ed equo all'acqua potabile che sia sicura ed economica per tutti

6.2 Ottenere entro il 2030 l'accesso ad impianti sanitari e igienici adeguati ed equi per tutti e porre fine alla defecazione all'aperto, prestando particolare attenzione ai bisogni di donne e bambine e a chi si trova in situazioni di vulnerabilità

6.3 Migliorare entro il 2030 la qualità dell'acqua eliminando le discariche, riducendo l'inquinamento e il rilascio di prodotti chimici e scorie pericolose, dimezzando la quantità di acque reflue non trattate e aumentando considerevolmente il riciclaggio e il reimpiego sicuro a livello globale

6.4 Aumentare considerevolmente entro il 2030 l'efficienza nell'utilizzo dell'acqua in ogni settore e garantire approvvigionamenti e forniture sostenibili di acqua potabile, per affrontare la carenza idrica e ridurre in modo sostanzioso il numero di persone che ne subisce le conseguenze

6.5 Implementare entro il 2030 una gestione delle risorse idriche integrata a tutti i livelli, anche tramite la cooperazione transfrontaliera, in modo appropriato

6.6 Proteggere e risanare entro il 2030 gli ecosistemi legati all'acqua, comprese le montagne, le foreste, le paludi, i fiumi, le falde acquifere, i laghi

6.a Espandere entro il 2030 la cooperazione internazionale e il supporto per creare attività e programmi legati all'acqua e agli impianti

6.b Supportare e rafforzare la partecipazione delle comunità locali nel miglioramento della gestione dell'acqua e degli impianti igienici

A livello europeo, oltre agli UN GOALS sostenuti dai paesi membri, è presente, all'interno della Commissione Ambiente, una specifica commissione dedicata alle risorse idriche e alla scarsità di acqua (siccità). In particolare, il documento di riferimento emanato da tale commissione, è la "Comunicazione della Commissione al Parlamento europea e al Consiglio, Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione europea" del 18/07/2007 [14]. All'interno di quest'ultimo viene introdotto il problema della siccità e si sottolinea il fatto che esso sia un problema di carattere globale che riguarda anche la UE. In questo senso si pone l'accento sul periodo trascorso tra il 1976 e il 2006, il numero di zone colpite da siccità è aumentato di quasi il 20%. L'anno peggiore fu il 2003, con un interessamento di più di 100 milioni di persone e un terzo del territorio della UE, con un costo stimato di 8,7 miliardi di euro. Un altro importante aspetto presente all'interno del documento riguarda la distinzione tra il termine "siccità" e il termine "carenza idrica". Con "siccità" si intende una diminuzione temporanea della disponibilità di acqua, dovuta ad esempio a minori precipitazioni, mentre con "carenza idrica" si intende una domanda di acqua superiore alle risorse idriche sostenibili, ovvero quelle disponibili naturalmente senza alterare l'ecosistema da cui provengono. Il fenomeno della carenza idrica è in diffusione nell'UE e ad oggi interessa circa l'11% della popolazione e il 17% del territorio.

Per risolvere queste problematiche il documento propone degli "Orientamenti strategici per interventi futuri" costituiti dai seguenti punti:

- . Fissare il giusto prezzo dell'acqua
- . Ripartire in modo più efficace l'acqua e i fondi destinati al settore idrico
  - Migliorare la pianificazione dell'uso del suolo
  - Finanziare l'efficienza idrica
- . Migliorare la gestione del rischio siccità
  - Mettere a punto piani di gestione del rischio siccità
  - Istituire un osservatorio e un sistema di allerta rapida sulla siccità
  - Migliorare ulteriormente l'utilizzazione del Fondo di solidarietà dell'Unione Europea e del Meccanismo europeo di protezione civile

- . Considerare la creazione di ulteriori infrastrutture per l’approvvigionamento idrico
- . Promuovere le tecnologie e le pratiche che consentono un uso efficiente dell’acqua
- . Favorire lo sviluppo di una cultura del risparmio idrico in Europa
- . Migliorare le conoscenze e la raccolta di dati
  - Creare un sistema di informazione europeo sulla carenza idrica e la siccità
  - Approfondire le prospettive in materia di ricerca e sviluppo tecnologica

L’Italia essendo uno dei paesi Membri delle Nazioni Unite ha accolto “L’agenda per lo sviluppo sostenibile” con i suoi 17 Obiettivi (UN GOALS), inoltre come paese membro della UE ha recepito i contenuti della Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo e al Consiglio del 18 Luglio del 2007. In particolare, in merito agli obiettivi delle Nazioni Unite, il Ministero dell’Ambiente italiano ha emanato un documento dal titolo: “Il posizionamento italiano rispetto ai 17 obiettivi per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite” del 4 Gennaio 2017 [15]. Esso analizza tutti i 17 obiettivi nei 169 target, punto per punto indicandone: titolo del target analizzato, inquadramento, risultati, conclusioni.

Si analizzano i punti rilevanti sul tema idrico:

<b>Target</b>	6.1
<b>Titolo</b>	Entro il 2030, garantire l’accesso universale ed equo all’acqua potabile sicura e alla portata di tutti
<b>Inquadramento</b>	
Si tratta di verificare la popolazione che utilizza servizi di fornitura di acqua potabile gestiti in modo sicuro. Per l’Italia sono disponibili i dati ISTAT sull’acqua immessa nelle reti comunali, i dati OCSE sulla popolazione che ha accesso all’acqua potabile, i dati nazionali sulle perdite della rete idrica.	
<b>Risultati</b>	
Nel 2012 il volume di acqua immesso nelle reti comunali registra un +2,6 % rispetto al 2008. Oltre il 95 % della popolazione ha accesso all’acqua potabile. Nell’estate 2011 il 9,3 % delle famiglie ha registrato irregolarità del servizio a causa di periodi siccitosi. Le perdite della rete idrica sono in aumento, +5,4 % nel 2012, con un valore assoluto pari al 37,4 %. Si è ben oltre il valore considerato sostenibile del 20 % ( secondo il D.P.C.M del 4 marzo 1996 “ Disposizioni in materia di risorse idriche”).	
<b>Conclusioni</b>	
Il target è realizzabile, ma è necessario migliorare la gestione del sistema idrico con un aumento dell’efficienza della rete distributiva.	

<b>Target</b>	6.3
<b>Titolo</b>	Entro il 2030, migliorare la qualità dell'acqua riducendo l'inquinamento, eliminando le pratiche di scarico non controllato e riducendo al minimo il rilascio di sostanze chimiche e materiali pericolosi, dimezzare la percentuale di acque reflue non trattate e aumentare sostanzialmente il riciclaggio e il riutilizzo sicuro
<b>Inquadramento</b>	
Si vuole migliorare la qualità dell'acqua riducendone l'inquinamento e dimezzare la proporzione delle acque non trattate incrementandone il riuso.	
<b>Risultati</b>	
<p>Nel 2011 l'89,9 % delle persone residenti nei Capoluoghi di Provincia erano servite da impianti di depurazione dei reflui urbani. Si notano comunque grandi disparità a livello territoriale.</p> <p>Secondo dati ISPRA, raggiungono lo stato ecologico buono ed elevato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>il 43 % dei corpi idrici fluviali</li> <li>il 20 % dei corpi idrici lacustri</li> <li>il 5 % dei corpi idrici di transizione (acque salmastre originate dal mescolamento tra acque costiere e acque dolci)</li> <li>il 55 % dei corpi idrici marino costieri</li> </ul>	
<b>Conclusioni</b>	
I dati sono abbastanza incoraggianti, il target sembra raggiungibile, per le aree urbane. Bisogna però migliorare assolutamente la qualità dell'acqua dei corpi idrici fluviali in particolare.	

<b>Target</b>	6.4
<b>Titolo</b>	Entro il 2030, aumentare notevolmente l'efficienza idrica in tutti i settori, assicurare prelievi e forniture di acqua che siano sostenibili allo scopo di far fronte alla scarsità di acqua e ridurre in modo considerevole il numero delle persone che soffrono di scarsità d'acqua
<b>Inquadramento</b>	
Si chiede l'incremento dell'efficienza nell'uso della risorsa idrica in tutti i settori.	
<b>Risultati</b>	
<p>Il riuso di acqua in Italia è praticato, ma ancora poco diffuso. Nel 2006 sono state riutilizzate l'8 % delle acque reflue, soprattutto per scopi irrigui (88 %). Questo risultato sembra legato a standard qualitativi troppo rigidi, per usi irrigui si richiedono infatti valori simili a quelli relativi all'acqua potabile.</p> <p>Per le acque potabili lo stress idrico, valutato sulla base del WEI (Water Exploitation Index", rapporto tra prelievo e disponibilità della risorsa idrica), nel 2012 rimane sotto la soglia del 20 %, esattamente al 10,5 %. Si tratta comunque di un valore medio che non tiene conto delle criticità territoriali (Sicilia 25,27 %, Appennino meridionale costiero 25,84 %)</p>	
<b>Conclusioni</b>	
L'Italia è potenzialmente molto ricca di acque, ma tale disponibilità non è omogenea nel territorio. Il riuso e l'efficienza dovrebbero essere incoraggiati.	

<b>Target</b>	6.a
<b>Titolo</b>	Entro il 2030, ampliare la cooperazione internazionale e la capacity-building per assistere i paesi in via di sviluppo nelle attività e programmi in materia di acqua e servizi igienico-sanitari, tra cui i sistemi di raccolta dell'acqua, la desalinizzazione, l'efficienza idrica, il trattamento delle acque reflue, le tecnologie per il riciclo e il riutilizzo
<b>Inquadramento</b>	
Si vuole rafforzare la cooperazione internazionale e la capacity-building per assistere i paesi in via di sviluppo nelle misure di tutela delle acque e nel campo dei servizi igienico-sanitari.	
<b>Risultati/Conclusioni</b>	
I dati relativi all'APS (aiuto pubblico allo sviluppo) italiano dedicato al settore idrico indicano che, dopo un significativo incremento tra il 2006 (54,5 dollari pro-capite) e il 2008 (163,41 dollari pro-capite), negli anni successivi al 2008 si è avuta una forte contrazione, fino ad arrivare al 2012 87,2 dollari pro-capite.	

Sono inoltre disponibili i dati appena pubblicati dal Cresme [16], relativi alle perdite delle reti idriche di alcuni Comuni italiani, dai più virtuosi ai più spreconi. Tra gli esempi più virtuosi delle grandi città si trova Milano con un 16% di perdite, Trento con il 22% e Bologna con il 26%. Tra le città più piccole vi sono invece Monza e Foggia a pari merito con un 11%, e Monza con il 12%. Per quanto riguarda i Comuni più spreconi si posiziona al primo posto Cagliari, con il 58% di perdite di acqua, seguita da Roma con il 47% e Firenze al 41%. Tra i Comuni più piccoli vi sono Frosinone, che si attesta al 73% di perdite, un valore veramente allarmante; poi Campobasso al 70% e Iglesias al 67%.

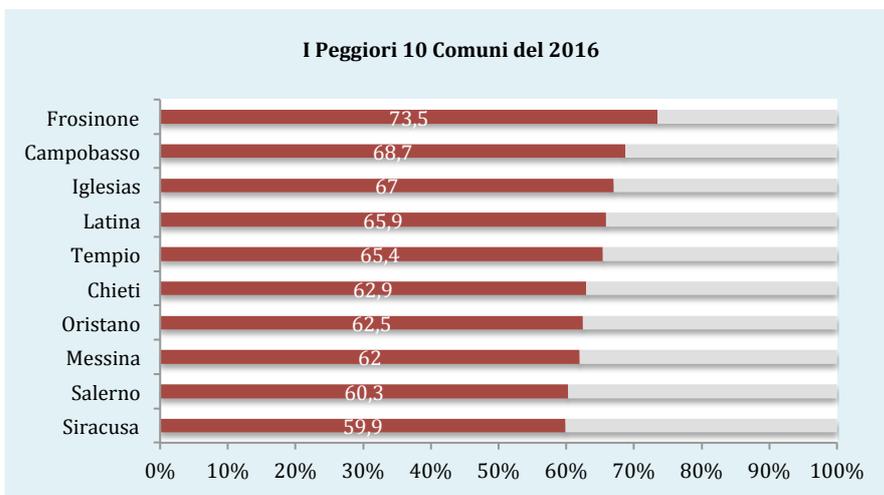


Fig.13 I peggiori 10 Comuni del 2016, dati Cresme, 2016

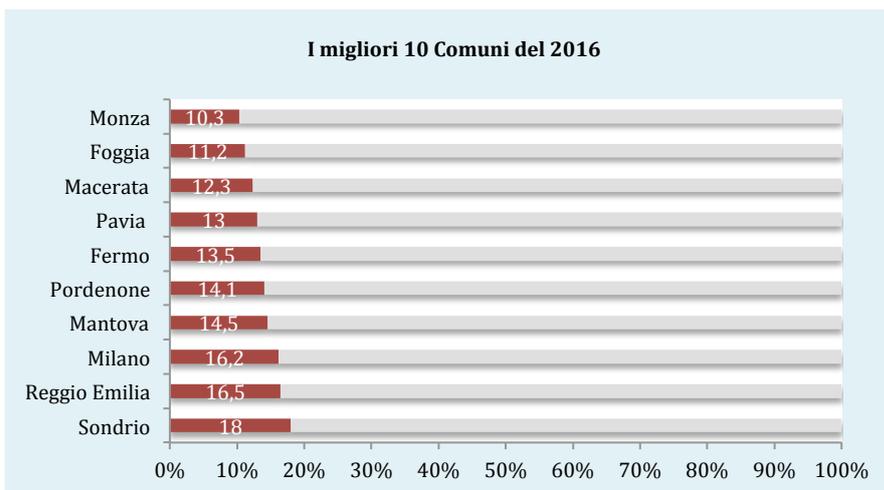


Fig.14 I migliori 10 Comuni del 2016, dati Cresme, 2016

## 1.4 Il contenimento dei consumi di acqua nei Paesi con basse risorse idriche: il caso degli Emirati Arabi Uniti; il caso di Singapore

La bassa disponibilità di risorsa idrica di per sé è un concetto troppo generico che ha bisogno di essere ben definito. Un paese è definito “water stressed” quando sono disponibili non più di 1 700 m<sup>3</sup> di acqua dolce pro-capite all’anno [17]. Se la situazione è ancora peggiore il paese può rientrare nella categoria “water scarcity” quando sono disponibili meno di 1 000 m<sup>3</sup> di acqua dolce pro-capite all’anno. Un’ ulteriore denominazione, ovvero “Absolute water scarcity” è riservata ai paesi dove sono disponibili meno di 500 m<sup>3</sup> pro-capite all’anno. Queste tre definizioni sono utili per classificare la situazione idrica dei paesi nel mondo in modo chiaro e comprensibile.

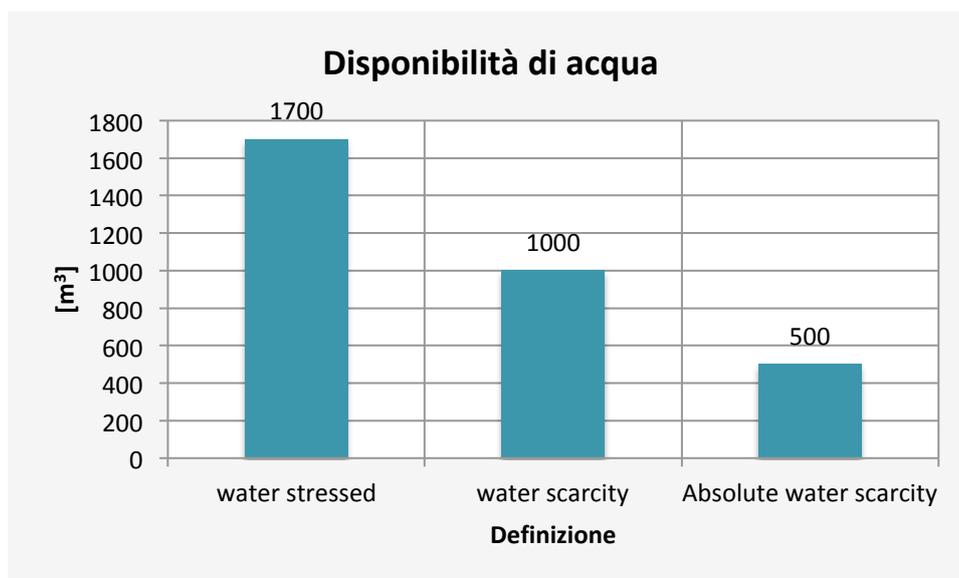


Fig.15 Disponibilità di acqua, Rielaborato da White, C.; Understanding water scarcity: definitions and measurements, Global Water forum , 2012

Nel mondo vi sono alcuni paesi che rientrano a pieno titolo nella categoria “Absolute water scarcity”, ad esempio Singapore e gli Emirati Arabi Uniti. Nel primo caso la Nazione ha già applicato politiche per il contenimento dei consumi con risvolti efficaci; nel secondo caso è in corso una fase di ricerca per proporre soluzioni sperimentali e innovative al problema della gestione delle risorse idriche.

Paese	Disponibilità idrica** [m <sup>3</sup> ]	Classificazione
Emirati Arabi Uniti	17	AWS*
Singapore	110	AWS

Tab.6 Disponibilità idrica e classificazione, Rielaborato da "Renewable internal freshwater resources per capita, World, The World Bank, [www document]. Data (Accessed 15/01/2018)

\*Absolute Water Scarcity

\*\* Renewable internal freshwater resources per capita

Dalla tabella si può notare la situazione estrema dei due Stati presi in considerazione; per questo motivo nei seguenti paragrafi verranno presi in esame in modo dettagliato.

### 1.4.1 Singapore

Singapore, come detto precedentemente, ha già cominciato ad applicare politiche di contenimento dei consumi idrici con ottimi risultati. Lo Stato si è infatti dotato di un organismo specifico che si occupa di questo tema, il “Water Supply Departement” [18]. Il rapido sviluppo industriale, economico e sociale ha portato la popolazione a crescere di 4,5 volte dal 1950 ad oggi e conseguentemente si è avuto un forte incremento di consumo di acqua. La strategia attuata per far fronte alla problematica può essere chiaramente schematizzata in Fig. 12, nei suoi 3 punti: pricing, mandatory, voluntary.

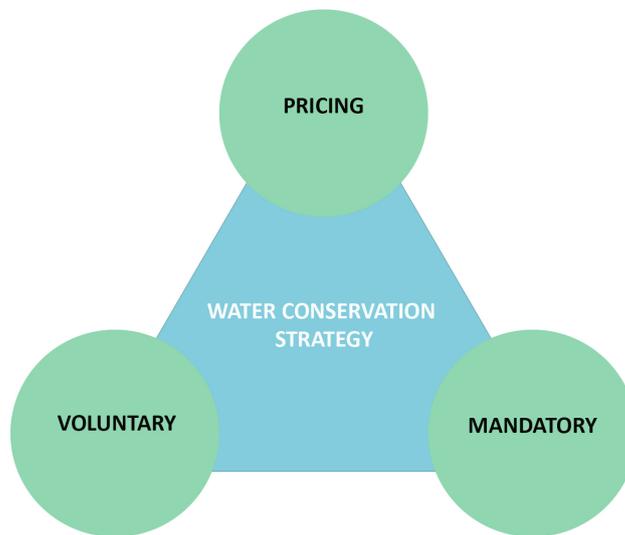


Fig.16 Water conservation strategy, Kiang, T.T.; Singapore's experience in water demand management Water supply departement , 2008

## Pricing

Il prezzo dell'acqua è un fattore determinante per incoraggiare i consumatori al risparmio. L'acqua deve essere trattata come un bene economico, valutabile non solo per i costi relativi alla distribuzione, ma tenendo conto anche delle modalità di approvvigionamento e della quantità disponibile. Per questo motivo, a partire dal 1997 a Singapore, ogni quattro anni vengono aggiornati i prezzi dell'acqua suddividendo le tariffe in: utenza domestica e utenza non domestica.

		In vigore dall' 1 luglio 2000	
Categoria	Fascia di consumo [m <sup>3</sup> /mth]	Tariffa [\$*]	WCT [%]
Domestica	1 - 40	117	30
	> 40	140	45
Non Domestica	-	117	30

Tab.7, Water tariff table, PUB 2008

\*\$ è riferito al Dollaro di Singapore, cambio con l'Euro a 1,59

Come si può vedere dalla Tab. 7 il prezzo dell'acqua, per gli utenti domestici è suddiviso in due fasce differenti a seconda del consumo rilevato. Gli utenti non domestici sono sottoposti allo stesso prezzo della tariffa base domestica.

### **Mandatory**

Sono state introdotte leggi nazionali che stabiliscono valori massimi di consumo di acqua a seconda dell'apparato utilizzato e della destinazione d'uso. In quanto norme di legge, in caso di mancato rispetto di tali limiti, si incorre in sanzioni pecuniarie e/o processi giudiziari. A partire dal 1983, fu introdotto l'obbligo di utilizzare apparecchiature per il risparmio di acqua in tutte le destinazioni d'uso non domestiche e nelle aree comuni di condomini e complessi residenziali di vario genere. Dal 1992 furono inoltre installati sistemi di cacciata per WC con una capacità massima di 4,5 litri (LCFCs) in tutti gli edifici pubblici. Dal 1997 l'installazione del sistema LCFCs fu obbligatorio per tutti gli edifici di nuova costruzione. Infine dal 2003 sono stati introdotti valori massimi di consumo per tutti gli edifici, comprese le utenze domestiche, con il chiaro obiettivo di ridurre ulteriormente i consumi di acqua.

Area di utilizzo	Portata massima [l/min]
Rubinetti/ Rubinetti elettronici	6
Rubinetti per lavanderie/cucine	8
Rubinetti doccia/ Rubinetti doccia elettronici	9
Altro	8

Tab.8, Mandatory maximum flow rates, PUB 2008

## ***Voluntary***

Si tratta di politiche di risparmio delle risorse idriche attuate in modo non obbligatorio e con finalità di sensibilizzazione della popolazione. In particolare a Singapore si parla di Iniziative 3P, ovvero “Public Education and Publicity Programme”.

### ***Campagne di risparmio dell’acqua e Programma pubblicitario***

Ogni mese L’Ente Nazionale per il risparmio di Acqua, il Water Supply Department, si preoccupa, anche in base alla disponibilità idrica, di informare la popolazione sulla situazione e di suggerire un uso consapevole della risorsa. Le informazioni vengono diramate secondo le seguenti modalità: Attraverso messaggi nei media, mediante materiale pubblicitario cartaceo, organizzando eventi, sul sito dell’ente PUB, Public Utilities Board, Singapore’s National Water Agency.

### ***Istruzione dei giovani***

A partire dalle scuole elementari i bambini vengono sensibilizzati al risparmio idrico secondo le seguenti modalità: Introducendo la tematica nei libri di testo, attraverso i centri di risparmio dell’acqua, organizzando seminari studiati per gli studenti, utilizzando materiale interattivo per passare il messaggio in modo divertente e interessante.

### ***Partner di 3P (Public Education and Publicity Programme)***

Le iniziative appena descritte hanno portato alla creazione di partnership consolidate con Agenzie Governative e varie Aziende, come la Singapore Hotel Association, la Singapore Plumbing Society e la Singapore Sanitary Wares Importers & Exporters Association. L’obiettivo di queste partnership è la consulenza e la promozione di eventi, seminari, conferenze che generino informazione a favore del risparmio di acqua.

### ***Programma Water Efficient Home***

Si tratta di un programma che venne introdotto nel 2003 e indirizzato ai singoli utenti privati domestici della rete idrica. L'obiettivo era quello di far risparmiare denaro sulle bollette dell'acqua. Furono distribuiti a questo proposito kit per il risparmio dell'acqua e furono realizzati eventi nei quali si dimostrava l'effettivo risparmio derivante dalla loro applicazione e le modalità di auto installazione.

### ***10 Litre Challenge***

Per incoraggiare la popolazione a prendere parte alla riduzione dei consumi idrici domestici, nel 2006 PUB (Public Utilities Board) promosse un'iniziativa chiamata "Gara dei 10 litri" per incoraggiare ogni abitante a risparmiare 10 litri di acqua ogni giorno. Per partecipare era sufficiente iscriversi ad un portale online contenente suggerimenti utili per raggiungere l'obiettivo.

### ***Gestione efficiente della rete idrica***

Già dal 1980, PUB (Public Utilities Board) è attivamente al lavoro sulla gestione efficiente della rete idrica di Singapore. Nello specifico il contenimento delle perdite è sempre stato l'obiettivo principale, da attuare tramite una corretta progettazione ed un appropriato utilizzo dei materiali. Questo metodo ha fatto sì che Singapore diventasse la città con le minore perdite del mondo, con un valore inferiore al 5 %.

### **1.4.2 Gli Emirati Arabi Uniti (UAE)**

Gli Emirati Arabi Uniti non hanno ancora intrapreso reali politiche di contenimento dei consumi idrici, a meno di singoli interventi privati, come la realizzazione di edifici particolarmente efficienti. È cominciato però un processo di ricerca di nuove strategie, che coinvolge l'Università di Abu Dhabi e il Governo per proporre nuovi sistemi di soluzioni per affrontare il problema. In particolare è stato varato a livello governativo un vero e proprio piano per la gestione delle acque: "Abu Dhabi water resources masterplan and the water resources management strategy for the emirate of abu dhabi 2014-2018" [19]; mentre a livello accademico è stato realizzato uno specifico studio dalla Khalifa University: "An investigation of the feasibility of proposed solutions for water sustainability and security in water-stressed environment"[20].

Come detto in precedenza, le risorse idriche, rinnovabili e interne di acqua dolce annue disponibili, per ogni persona, sono solamente pari a 17 m<sup>3</sup>. Questo dato è principalmente dovuto ai seguenti fattori [21] [22]:

- . Scarsità delle precipitazioni
- . Forte evapotraspirazione<sup>1</sup>
- . Forte aumento della popolazione
- . Scarsità di acque sotterranee naturali

Per fare fronte ad una così forte scarsità di acqua si è pensato a due sistemi di soluzioni comprendenti un certo numero di strategie specifiche [20]:

#### **Sistema 1: Incrementare l'efficienza nell'utilizzo dell'acqua**

- a. Campagne di conservazione dell'acqua*
- b. Prezzo strategico dell'acqua*
- c. Introduzione di protocolli per edifici sostenibili*
- d. Pratiche di irrigazione sostenibile*
- e. Riduzione strategica delle perdite*

---

<sup>1</sup> Evapotraspirazione: consiste nella quantità di acqua, nell'unità di tempo, che dal terreno passa nell'aria allo stato di vapore per effetto congiunto della traspirazione, attraverso le piante, e dell'evaporazione, direttamente dal terreno.

**Sistema 2: Consolidare e differenziare l'approvvigionamento e favorire lo stoccaggio**

- a. Desalinizzazione delle acque marine
- b. Aumento della capacità di accumulo artificiale e cloud seeding

**Sistema 1: Incrementare l'efficienza nell'utilizzo dell'acqua****a. Campagne di conservazione dell'acqua**

La popolazione, nella maggior parte dei casi non ha la consapevolezza del cattivo utilizzo che fa dell'acqua. Per questo motivo sono importanti campagne di sensibilizzazione per la conservazione dell'acqua, inoltre sarebbe necessario rendere pubblici e facilmente accessibili i dati sullo stato attuale e sulle previsioni future delle risorse idriche. Un esempio interessante in questo senso sono le campagne di sensibilizzazione per la Sanità, quella contro il fumo di sigaretta o quelle per favorire lo screening per la prevenzione di varie patologie [20].

**b. Prezzo strategico dell'acqua**

La domanda che si pone è quanto la variazione del prezzo di un bene possa influenzarne la domanda. Generalmente si hanno due possibilità:

- . Price Elastic: La domanda risulta molto influenzata dal prezzo
- . Inelastic Price: La domanda non è strettamente influenzata dal prezzo

La risorsa idrica fa parte della categoria dell'Inelastic Price, ciò non significa che non ci sia nessuna influenza del prezzo sulla domanda. La Riduzione della domanda di acqua conseguente ad un aumento del prezzo varia secondo la seguente relazione [23]:

$$R = 1 - (P_1/P_2)^\varepsilon$$

Dove:

R	Riduzione della domanda
P <sub>1</sub>	Prezzo iniziale
P <sub>2</sub>	Nuovo prezzo
ε	Elasticità del prezzo

Negli Emirati Arabi Uniti (UEA) con un aumento del 290% del prezzo è stata ottenuta una diminuzione della domanda del 28,8% [24]. È stata così misurata l'elasticità del prezzo:

$$\varepsilon = -28,8/290 = -0,1$$

Questo valore indica che la domanda di acqua è inelastica. Il risultato è comunque significativo per ottenere il fine di un minore consumo di acqua. È molto importante perciò attuare un giusto prezzo dell’acqua per poterne controllare il consumo. In questa direzione, ad esempio, nella città di Barcellona sono state realizzate fasce di pagamento differenziate a seconda del consumo del singolo utente. Ciò ha portato ad una riduzione dello stesso del 16,9% nel 75% dei casi oggetto di studio [25].

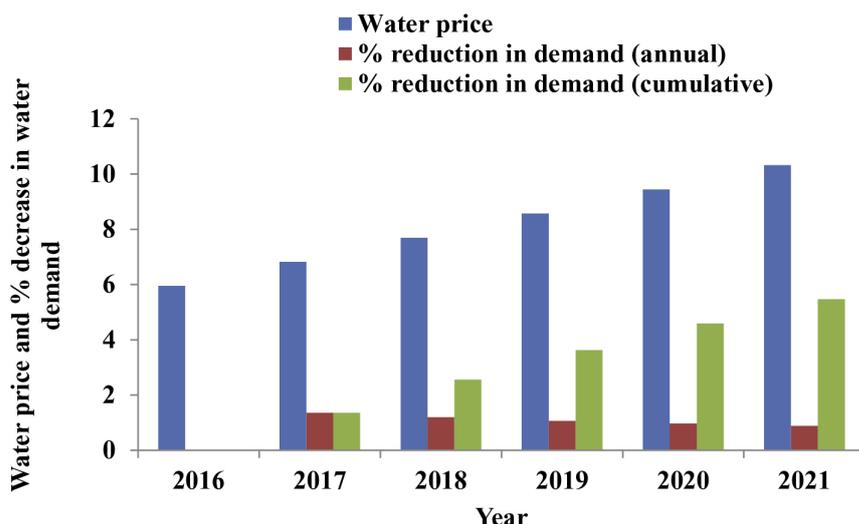


Fig.17 Water price and % decrease in water demand, Giwa, A.; Dindi, A; An investigation of te feasibility of porposed solutions for water sustainability and security and security in water-stressed environment, Khalifa University of Science and Technology , 2017

**c. Introduzione di protocolli per edifici sostenibili**

I protocolli per edifici sostenibili favoriscono certamente la riduzione dei consumi negli edifici, in particolare quando vengono applicati sia ai nuovi edifici, sia agli edifici esistenti (retrofit con efficientamento delle tecnologie per il risparmio di acqua). Nella seguente tabella è di facile comprensione il meccanismo che porta al risparmio, in particolare si tratta del protocollo dell’ETA [26]. Il risparmio complessivo è pari al 19,8%.

Apparecchi	Unità di misura	Tasso convenzionale	Uso convenzionale	Tasso Water sense	Uso atteso	Risparmio atteso
Cacciate WC	l/flush	6,70	38,19	4,75	27,08	11,12
Rubinetti	l/min	8,33	63,97	4,54	42,40	21,57
Docce	l/min	9,50	43,62	9,46	43,44	0,18
Lavastoviglie	l/min	13,4	0,27	13,4	0,27	0,00
Lavatrici	l/min	60	19,8	60	19,80	0,00
Totale			165,86		132,99	
Risparmio	19,8%					

Tab.9, Per capita estimation of savings from the use of water-efficient household fixtures, US EPA 2008

Entro il 2030 negli UAE ci si aspetta una crescita della domanda idrica domestica sino a 810 milioni di m<sup>3</sup> [20]. Mediante l'utilizzo di questi protocolli si potrebbe dunque raggiungere un risparmio di circa 160 milioni di m<sup>3</sup> l'anno.

#### ***d. Pratiche di irrigazione sostenibile***

Al momento per l'irrigazione vengono in gran parte utilizzate acque di falda. Negli UAE nel 2009 il 69% del prelievo derivava da questo genere di fonte, con questo tasso di prelievo essa andrà ad esaurirsi entro i prossimi 50 anni, non è infatti sufficiente il tempo per rigenerarsi [27]. Inoltre bisogna considerare l'effettivo vantaggio economico del prelievo di acque di falda. Negli UAE l'agricoltura incide per l'1% sul PIL, appare evidente che un prelievo così massivo di acqua di falda non trovi una giustificazione economica soddisfacente [28]. Risulta necessario quindi perseguire uno sviluppo agricolo sostenibile mediante nuove fonti di approvvigionamento. Ad esempio si potrebbero utilizzare le acque reflue trattate. L'obiettivo è la produzione entro il 2030 di 790 milioni di m<sup>3</sup> di acque reflue trattate, esse sarebbero sufficienti per coprire il fabbisogno totale per l'irrigazione in campo agricolo.

Un'altra pratica virtuosa per l'irrigazione è l'irrigazione a goccia, ovvero un metodo basato sulla lenta somministrazione di acqua alle piante. L'obiettivo è quello di minimizzare il quantitativo di acqua utilizzato, poiché si riduce il fenomeno dell'evapotraspirazione ed il drenaggio profondo.

Oltre all'irrigazione a goccia esistono approcci virtuosi relativi al progetto del verde, come lo Xeriscaping. Esso è un metodo di approccio alla gestione del terreno e del paesaggio che consente di risparmiare acqua; vengono infatti scelte piante con necessità di acqua appropriate al clima locale e incrementate le strategie di disposizione del terreno per evitare la perdita di acqua per evaporazione, filtrazione dilavamento ed erosione.

***e. Riduzione strategica delle perdite***

Per quanto riguarda le perdite nella rete di adduzione idrica negli UEA, attualmente si attestano al 17% (2009) [29]. Con sforzi sostenibili sarebbe possibile ridurle sino al 10%. I benefici che si potrebbero ottenere sono molteplici: recupero di acqua, recupero energia per il funzionamento delle pompe idrauliche, riduzione dei costi operativi, riduzione dei guasti. Un tasso di perdita pari al 17% è comunque un dato da considerare positivo, come è possibile dunque ottenere miglioramenti ulteriori? Attraverso il monitoraggio dei guasti e delle piccole perdite distribuite, utilizzando tecnologie adeguate. In tal senso si potrebbero impiegare speciali sensori chiamati “noise logger”. Essenzialmente sono sensori che rilevano il rumore delle condutture e riconoscono le perdite dal loro livello sonoro. Un altro metodo di monitoraggio delle perdite consiste nel controllo della pressione nelle condutture. La pressione troppo elevata è spesso causa di danni alla rete idrica; per ovviare a questo problema si potrebbero utilizzare pompe a velocità variabile e rilevatori di pressione sulla rete. L'impiego di queste moderne tecnologie ha un costo rilevante, ma la conseguente riduzione delle perdite compensa l'investimento rapidamente.

**Sistema 2: Consolidare e differenziare l'approvvigionamento e favorire lo stoccaggio**

Negli UEA si deve affrontare la questione delle risorse idriche allo stesso modo del problema delle risorse energetiche, bisognerebbe dunque parlare di diversificazione delle fonti di approvvigionamento.

***a. Desalinizzazione delle acque marine***

Attualmente viene utilizzato questo metodo nella quantità di 3,43 miliardi di m<sup>3</sup> all'anno. [30] Si tratta di una scelta necessaria nel contesto degli UAE, ma in generale sarebbe opportuno evitare di dipendere troppo da questa fonte di approvvigionamento. Un esempio in questo senso è riscontrabile negli eventi accaduti durante il 2008; a causa dell'“alga bloom” non fu possibile utilizzare l'acqua marina per la desalinizzazione. Questi eventi, seppur eccezionali, rendono evidente l'importanza di diversificare le fonti di approvvigionamento [31].

***b. Aumento della capacità di accumulo artificiale e cloud seeding***

Si tratta di un sistema da mettere in atto in caso di reale emergenza. Per emergenza si intende sostanzialmente: una capacità di desalinizzazione esaurita e acque sotterranee sufficienti per un solo giorno.

Consiste nell'iniezione di materiale solido (cristalli di sale) nelle nuvole per creare nuclei artificiali che inducono le precipitazioni. [32] È un sistema maggiormente efficace nelle regioni montuose, caratterizzate da una maggiore copertura nuvolosa.

Da studi USA emerge che l'utilizzo di questa tecnica abbia un rapporto costi-benefici di 1:179. [33] Vi sono però anche dei risvolti negativi, in particolare per l'ambiente. I sali che sono utilizzati potrebbero risultare nocivi. Per risolvere questo inconveniente esiste una pratica innovativa detta "Green cloud seeding", stesso principio, ma con l'utilizzo di sali non nocivi e rinnovabili.

## 2. APPROFONDIMENTI

### 2.1 Il ciclo dell'acqua: captazione > potabilizzazione > distribuzione > raccolta acque reflue > depurazione > restituzione all'ambiente

Nella Fig.18 è schematicamente descritto il ciclo artificiale delle acque, dall'approvvigionamento, sino alla restituzione nell'ambiente. Ogni passaggio risulta fondamentale per ottenere l'obiettivo di utilizzare le risorse idriche limitando il più possibile l'impatto sull'ambiente. Nello specifico i passaggi partono dall'origine, dalla captazione delle acque dalla fonte di approvvigionamento, poi si esegue la potabilizzazione delle acque, la distribuzione agli utenti finali, la raccolta dei reflui, la loro successiva depurazione e infine la reimmissione in natura.



Fig.18 Il ciclo artificiale delle acque, Rielaborato da Ciclo dell'acqua, una visione d'insieme, Gruppo Hera

Nei successivi paragrafi ogni passaggio verrà descritto in maniera più completa e approfondita al fine di comprendere meglio in cosa consiste il ciclo artificiale delle acque.

### **2.1.1 Captazione**



La captazione è il sistema con il quale si preleva acqua dalle fonti naturali che possono essere: acque superficiali, sorgenti, acque sotterranee e fonti non convenzionali. Esempi di fonti non convenzionali possono essere: le acque marine e il cloud seeding.

### **2.1.2 Potabilizzazione**



La potabilizzazione è l'insieme dei trattamenti fisici e chimici necessari a rendere l'acqua naturale idonea per il consumo umano. I principali trattamenti che vengono effettuati negli impianti di potabilizzazione sono: la sedimentazione, l'ossidazione, la chiariflocculazione, la filtrazione e la disinfezione.

### **2.1.3 Distribuzione**



La distribuzione è l'insieme di infrastrutture dedicate a portare le acque potabilizzate agli utenti finali, che siano domestici, industriali, agricoli ecc... In generale si parla di reti di distribuzione sotterranee, ovvero condotte poste in opera sotto il sedime stradale ( ad una profondità di circa un metro).

### **2.1.5 Raccolta acque reflue**



Le acque reflue sono acque di scarico che vengono trasportate dagli utenti che le producono, tramite la rete fognaria, al depuratore.

### **2.1.6 Depurazione**

Le acque che arrivano all'impianto di depurazione attraverso la rete fognaria sono ricche di sostanze inquinanti. Il processo di depurazione, attraverso una serie di fasi (grigliatura, disoleatura, ossidazione, sedimentazione, disinfezione) restituisce acque pulite al ciclo naturale.



### **2.1.7 Restituzione all'ambiente**

Dopo i processi di depurazione, le acque provenienti dalle reti fognarie vengono reimmesse nell'ambiente, in modo che la loro reimmissione non alteri gli ecosistemi naturali.



## 2.2 I consumi idrici in Italia e la questione delle perdite

Secondo dati ISTAT [34], in Italia, il volume medio di acqua, immesso nelle reti comunali di distribuzione è pari a 8,3 miliardi di metri cubi, ovvero 375 litri al giorno per abitante. La quantità di acqua erogata, per usi autorizzati, risulta invece pari a 220 litri al giorno per abitante. Per capire in cosa consista tale differenza si ritiene necessario definire i seguenti termini: acqua immessa, acqua erogata.

**Acqua immessa:** L'acqua immessa è quella che viene inserita all'interno della rete, è soggetta a perdite di distribuzione e usi non autorizzati.

**Acqua erogata:** L'acqua erogata è quella che viene effettivamente emessa dagli apparecchi nelle singole utenze, al netto delle perdite di distribuzione e degli usi non autorizzati.

Facendo una semplice sottrazione tra il valore di acqua immessa e il valore di acqua erogata si ottiene l'acqua dispersa, circa 155 litri al giorno per abitante. Queste dispersioni nel 2015 furono pari al 41,4% dell'acqua potabile immessa nelle reti di distribuzione, pari a 3,4 miliardi di metri cubi. Le perdite reali, al netto degli errori di misurazione e dei consumi non autorizzati furono pari al 38,3%. Si tratta comunque di 3,2 miliardi di metri cubi che, stimando un consumo medio di 80 m<sup>3</sup> l'anno per abitante, soddisferebbe le esigenze idriche per un anno di circa 40 milioni di persone [34].

Bisogna sottolineare infine anche un altro aspetto, le dispersioni non sono uniformi in tutte le regioni italiane, le maggiori criticità si riscontrano nelle isole e in alcune regioni del centro-sud.

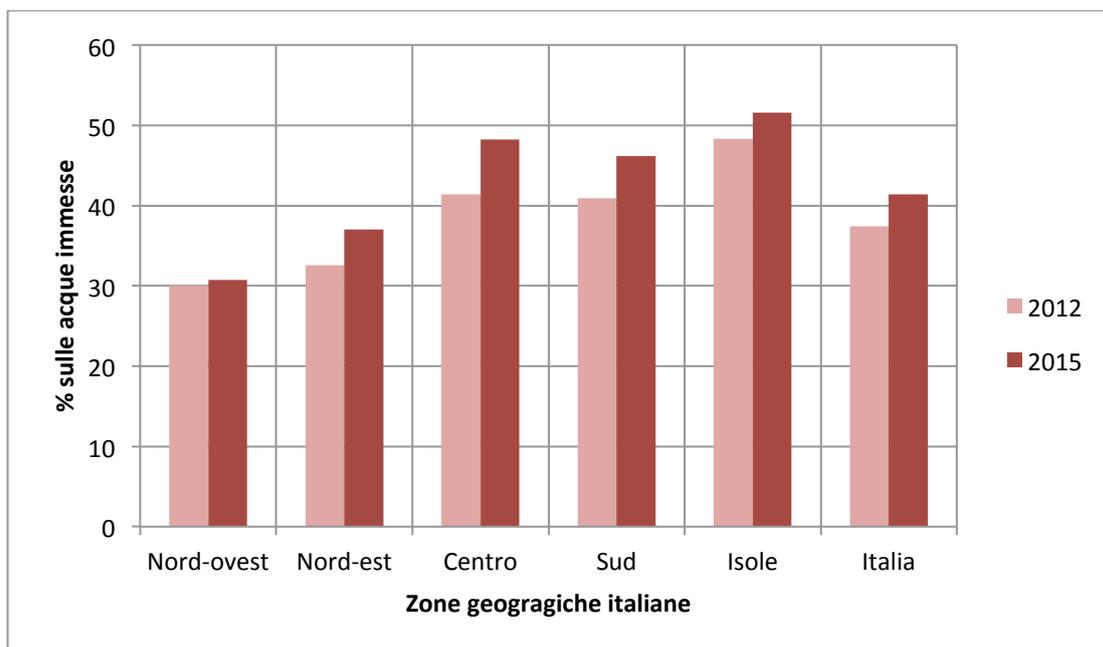


Fig.19 Perdite idriche totali nelle reti Comunali di distribuzione dell'acqua per uso potabile per ripartizione geografica, Rielaborato da Censimento delle acque per uso civile, Istat, 2015

### **2.3 L'emergenza siccità nell'estate 2017**

L'estate 2017 sarà certamente ricordata come una delle più calde e siccitose da quando si raccolgono i dati sul clima. Più in generale il 2017 sarà ricordato, nella sua globalità, come un anno con scarsissime precipitazioni. Per documentare questa situazione particolare si è deciso di raccogliere alcuni articoli di giornale, tra i più significativi, che denunciano l'allarme in cui ci si è trovati.

#### ***“L'allarme siccità, le piogge e i consumi d'acqua. La mappa italiana”.***

Il Sole 24 Ore, 23 giugno 2017 [35]

L'articolo mette in evidenza le criticità dell'estate 2017 nei seguenti punti:

Le temperature: In tutta europa le temperature sono canicolari, in particolare a Parigi si è raggiunto il primato del 47 con 37,6°C.

Fiumi: La portata del Po a Isola S. Antonio è 204 metri cubi al secondo, il 65% in meno del valore medio di giugno nel periodo 1995-2015.

Riserve idriche: In Piemonte le riserve disponibili nei bacini sono 233 milioni di metri cubi, il 60% della capacità massima teorica. In Sicilia si è avuto un calo delle riserve del 15% in un anno e mancano negli invasi oltre 75 milioni di metri cubi di acqua. In Emilia è piovuto il 50% in meno del solito, la falda acquifera è più bassa del solito e si trova 1,26 metri più in profondità. Lo stesso discorso vale per la pianura veneta.

Il sale: La povertà d'acqua dei fiumi e delle falde sotterranee lascia risalire nell'entroterra l'acqua salata del mare e i campi della pianura si stanno salando.

**“La Puglia usi i dissalatori e riduca gli sprechi d’acqua o sarà una steppa”**

La Repubblica di Bari, 28/09/17 [36]

Si tratta di un’intervista al Professor Massimiliano Fazzini, docente di rischio climatico all’Università di Camerino e Ferrara, riguardo alla difficile situazione pugliese, dove si è ridotta la pressione delle reti per compensare il calo degli invasi provocato dalla siccità. Fazzini affronta la tematica pugliese partendo da un dato di fatto: la Puglia da sempre è una delle regioni a minore piovosità in Italia, basti pensare che alcune zone del Salento ricevono al massimo 350 millimetri di pioggia all’anno. Nonostante ciò il periodo 2016-2017 è stato particolarmente severo e caratterizzato da una novità: l’irregolarità delle precipitazioni. Si hanno prevalentemente fenomeni brevi ed intensi in una zona molto limitata e questo nel futuro non farà che peggiorare. Per questo motivo è necessario ricorrere a nuove tecniche di approvvigionamento idrico, come la desalinizzazione delle acque marine, per aiutare per esempio il comparto dell’agricoltura. Il settore in questione “beve” il 70% di tutta l’acqua che arriva in Puglia. Inoltre andrebbe risolta la questione delle perdite dell’acquedotto.

**“Rubinetti a secco a Roma, ecco il cervellone di Acea per gestire l'emergenza acqua”**

La Repubblica di Roma, 31/08/17 [37]

Nell'articolo viene descritta la difficile situazione di Roma nell'estate 2017. Ad un certo punto la società di gestione delle acque di Roma (Acea) è stata costretta a lanciare un ultimatum: se con il rientro dalle vacanze la quantità di acqua presente nelle tubature sarà insufficiente a soddisfare il fabbisogno idrico si darà il via alla riduzione della pressione nelle condutture in 90 zone della città, con possibili difficoltà ai piani alti dei palazzi. Tali provvedimenti saranno necessari a causa della forte siccità, il 50% di precipitazioni in meno. Anche il Ministro dell'Ambiente Gian Luca Galletti è intervenuto sulla questione: "Se a Roma avessero seguito piccoli accorgimenti, come chiudere l'acqua mentre ci si fa la barba o non stare sotto la doccia ore, non saremmo arrivati a questi punti - ha spiegato - abbiamo la dispersione più alta d'Europa e allo stesso tempo il costo dell'acqua più basso d'Europa. L'acqua deve essere pubblica, ma la gestione può essere privata: dipende da chi la fa meglio. Ci vogliono società che riescano a fare investimenti e che non abbiano conflitto d'interessi con i Comuni". Inoltre si sottolinea la grave situazione negli ospedali della Capitale, essi infatti sono privi di sistemi alternativi di emergenza per la fornitura di acqua. Su questo tema è intervenuto anche il direttore generale del policlinico Gemelli, Enrico Zampedri: "Utilizzeremo cisterne e autobotti".

## **2.4 Le etichettature per la certificazione del consumo di acqua degli apparecchi sanitari: l'etichetta Water Label; Well 1.0 e 2.0; Wels, Watersense**

Per incentivare il risparmio idrico esistono etichette di certificazione degli apparecchi che utilizzano acqua; il metodo è molto simile a quello utilizzato per la certificazione energetica dei corpi illuminanti e degli elettrodomestici. Si tratta dunque di scale di classificazione che considerano vari parametri, non solo la portata idrica. Di seguito verranno descritte le principali etichette utilizzate nel mercato mondiale per il settore residenziale.

### **2.4.1 L'Etichetta Water Label**

Si tratta di un' etichetta volontaria e flessibile per la riduzione dei consumi di acqua. L'etichetta Water Label è promossa da associazioni europee quali: CEIR, Associazione europea dell'industria delle valvole e rubinetteria, FECS, Associazione europea dell'industria della Ceramica e dalla Water Label Company. L'obiettivo di questo sistema di classificazione è quello di stabilire delle portate di acqua standardizzate e conformi ai requisiti legali dei paesi membri dell'Unione Europea, per promuovere l'uso efficiente di acqua negli edifici sia pubblici, sia privati. Inoltre si pone l'impegno di raccogliere dati sui consumi e di informare i consumatori europei.

Su ogni prodotto che aderisce allo standard è chiaramente mostrato il volume di acqua consumato, in condizioni di installazione corrette (le modalità di corretta installazione sono indicate nelle istruzioni del prodotto).

Prodotti a cui si applica l'etichetta Water Label:

- . Rubinetti e miscelatori per bagno e cucina
- . Rubinetti e flessibili per doccia
- . Cacciate WC

### Come si legge l’etichetta?

L’etichetta Water Label nella sua prima versione classificava solo il criterio della portata, associando ad ogni valore un colore a seconda dell’efficienza. Il massimo ottenibile è il colore verde, corrispondente alla massima efficienza. Nell’ultimo aggiornamento del 2017 l’etichetta indica anche il consumo annuo per l’utilizzo di acqua calda e icone specifiche indicanti tecnologie caratterizzanti gli apparecchi.

#### Rubinetti/Docce

Criterio di valutazione					
Portata [l/min]	MAX 6	MAX 8	MAX 10	MAX 13	> 13

Tab.10a Portate idriche classificazione (rubinetti e docce), Rielaborato da European water label , CEIR

#### Cacciate WC

Criterio di valutazione					
Portata [l/min]	MAX 3,5	MAX 4,5	MAX 5,5	MAX 6	> 6 l/min

Tab.10b Portate idriche classificazione (cacciate WC), Rielaborato da European water label , CEIR

Il calcolo energetico viene effettuato secondo la seguente espressione:

$$E = M \times C_{S_{H2O}} \times \Delta T$$

Dove:

- E è l’energia [kWh]
- M è la massa [kg]
- $C_{S_{H2O}}$  è il calore specifico dell’acqua pari a  $1,162 \cdot 10^{-3}$  [kWh/kg . K]
- $\Delta T$  è la differenza di temperatura tra acqua fredda e acqua calda [K]

Il consumo di energia annuale è calcolato rispetto a questo utilizzo giornaliero:

Apparecchio	Durata evento [min]	Evento [n°]
Rubinetto lavabo e bidet	1	5
Rubinetto cucina	1	5
Doccia	7	1

Tab.11 Utilizzo giornaliero apparecchi idrici, Rielaborato da European water label , CEIR

Al valore calcolato corrisponde in etichetta un'icona energetica che deve essere indicata obbligatoriamente. Il consumo non viene però associato ad una classe energetica. Le icone specifiche indicanti le tecnologie caratterizzanti gli apparecchi sono le seguenti:

		
Sensor Operation	Time Flow	Cold Start Position
		
Temperature Control	Thermostatic	Water Break

Fig.20 Icone tecnologie apparecchi idrici, Rielaborato da European water label , CEIR

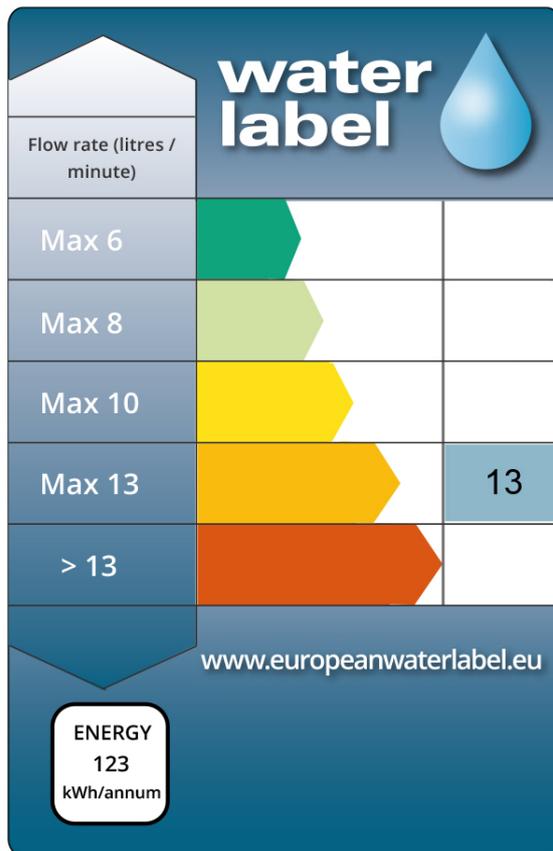


Fig.21 Etichetta Water Label, European water label , CEIR

### **2.4.2 L'etichetta WELL**

WELL è un sistema di classificazione promosso dallo “European sanitary valves industry”, EUnited, associazione europea dei costruttori di rubinetteria che:

- . Tiene conto del desiderio dei consumatori di avere maggiori informazioni riguardo ai prodotti che acquistano
- . Supporta il consumatore e lo educa sul consumo responsabile di energia e acqua
- . Non trascura l'aspetto del comfort

Il sistema WELL è basato sui seguenti concetti:

- . L'utente deve essere capace di individuare un immediato e attuale risparmio e miglioramento del comfort quando installa un sistema di adduzione di acqua
- . Il sistema di classificazione deve tenere conto degli standard internazionali
- . Il sistema di classificazione deve essere facile da comprendere

Di seguito verrà illustrato il primo sistema di certificazione WELL, risalente al 2016, quello che verrà denominato WELL 1.0. Successivamente verrà descritto il suo upgrade, uscito nell'Ottobre del 2017, che verrà chiamato WELL 2.0.

**WELL 1.0**

L'etichetta si divide in tre possibili categorie: home, public e upgrade; come precedentemente specificato verrà analizzata solo la parte home.

Nella parte home, dedicata cioè all'uso privato domestico, si pone principalmente l'attenzione sul comfort e sulla percezione personale di benessere.

Come si legge l'etichetta?

L'etichetta WELL certifica principalmente il consumo di energia per acqua calda sanitaria e altri criteri come: il consumo di acqua, la regolazione della temperatura, il programma di cacciata, l'igiene. Per il consumo di energia si assegna una lettera da A a F. Per gli altri criteri vengono assegnate al massimo due stelle; ad esempio l'etichetta home possiede due criteri, perciò si potranno avere al massimo quattro stelle.

**Settore HOME**

I criteri fondamentali per il settore HOME sono principalmente la portata e la temperatura dell'acqua. La durata d'impiego passa in secondo piano poiché il comfort è preponderante.

*Rubinetti HOME, consumo di energia*

La relazione di base è la seguente:

$$\Delta Q = c * m * \Delta T * 1/3600$$

Dove:

Q	è l'energia termica	[kWh/min]
c	è il calore specifico dell'acqua	[4182 kJ*K <sup>-1</sup> per l'acqua]
m	è la portata	[l/min]
$\Delta T = T_2 - T_1$	è la differenza tra la temperatura dell'acqua	[K]

Classe di efficienza	Consumo di energia [kWh/min]	Portata* [l/min]
A	≤ 0,20	≤ 6,0
B	> 0,20 ≤ 0,25	> 6,0 ≤ 7,5
C	> 0,25 ≤ 0,30	> 7,5 ≤ 9,0
D	> 0,30 ≤ 0,39	> 9,0 ≤ 12
E	> 0,39 ≤ 0,49	> 12 ≤ 15
F	> 0,49	> 15

Tab.12 Classe di efficienza rubinetti, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016  
\* calcolo effettuato alla pressione di 3,0 bar

### Rubinetti HOME, criteri

Forme costruttive	Portata	Temperatura
Rubinetteria monoleva	★/★★	★/★★
Rubinetteria a due maniglie	★/★★	-/--
Rubinetteria per acqua fredda	★/★★	-/★★

Tab.13 Forme costruttive rubinetti, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

### Rubinetti

Criterio di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità (portata)	Soluzione restrittiva dipendente dalla pressione > 6,0 l/min e ≤ 9,0 l/min	★
	Soluzione con regolazione della quantità, indipendente dalla pressione > 4,0 l/min e ≤ 6,0 l/min	★★
Temperatura	Impostazione della temperatura indipendente dalla portata	★
	Limitazione della temperatura e valvole per l'acqua fredda	★★

Tab.14 Valutazione rubinetti Home, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

### Rubinetti cucina

Criterio di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità (portata)	Soluzione restrittiva dipendente dalla pressione > 9,0 l/min e ≤ 12,0 l/min	★
	Soluzione con regolazione della quantità, indipendente dalla pressione > 6,0 l/min e ≤ 9,0 l/min	★★
Temperatura	Impostazione della temperatura indipendente dalla portata	★
	Limitazione della temperatura e valvole per l'acqua fredda	★★

Tab.15 Valutazione rubinetti cucina Home, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

*Docce HOME, consumo di energia*

La relazione di base è la seguente:

$$\Delta Q = c * m * \Delta T * 1/3600$$

Dove:

Q	è l'energia termica	[kWh/min]
c	è il calore specifico dell'acqua	[4182 kJ*K <sup>-1</sup> per l'acqua]
m	è la portata	[l/min]
$\Delta T = T_2 - T_1$	è la differenza tra la temperatura dell'acqua	[K]

Classe di efficienza	Consumo di energia [kWh/min]	Portata* [l/min]
A	≤ 0,49	≤ 15,0
B	> 0,49 ≤ 0,65	> 15 ≤ 20
C	> 0,65 ≤ 0,80	> 20 ≤ 25
D	> 0,80 ≤ 0,96	> 25 ≤ 30
E	> 0,96 ≤ 1,21	> 30 ≤ 38
F	> 1,21	> 38

Tab.16 Classe di efficienza docce, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016  
\* calcolo effettuato alla pressione di 3,0 bar

*Docce HOME, criteri*

Forme costruttive	Portata	Temperatura
Rubinetteria a sensore con funzione di on/off	★/★★	★/★★
Rubinetteria per acqua fredda	★/★★	-/★★
Rubinetteria con impostazione della temperatura dipendente dalla portata	★/★★	-/★★
Rubinetteria con limitazione della temperatura	★/★★	★/★★

Tab.17 Forme costruttive docce, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

Criterio di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità (portata)	Soluzione restrittiva dipendente dalla pressione > 9,0 l/min e ≤ 12,0 l/min	★
	Soluzione con regolazione della quantità, indipendente dalla pressione > 4,5 l/min e ≤ 9,0 l/min	★★
Temperatura	Impostazione della temperatura indipendente dalla portata	★
	Limitazione della temperatura e valvole per l'acqua fredda	★★

Tab.18 Valutazione docce Home, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

*Sistemi di sciacquo per WC HOME, criteri*

Criterio di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità/volume di cacciata	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) 6,0 l	★
	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) 5,0 l oppure 4,0 l	★★
Programma di cacciata	Cacciata indefinita con portata minima	★
	Cacciata con portata minima definita	★★

Tab.19 Valutazione sistemi di sciacquo per wc HOME, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

*Sistemi di sciacquo per orinatoi HOME, criteri*

Criterio di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità/volume di cacciata	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) ≤ 2,0 l/min	★
	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) ≤ 1,0 l/min	★★
Programma di cacciata	Installazione di un orinatoio oltre al WC	★
		★★
Igiene	Azionamento senza contatto	★

Tab.20 Valutazione sistemi di sciacquo per orinatoi HOME, Rielaborato da WELL classification scheme, 2016

## L'etichetta

Nell'etichetta, nella prima parte sono indicate le seguenti informazioni:

- . Il produttore
- . La categoria di prodotto
- . Tipo e modello
- . Numero di serie

Nella seconda parte è indicata la classe, nell'esempio in figura si può notare, nel caso di un numero massimo di 6 stelle, sono poste 6 lettere, dalla A alla F. La lettera A indica la massima efficienza (6 stelle), la lettera F la minima (1 stella). Infine nell'ultima parte sono indicati i criteri di attribuzione delle stelle. Nel caso in figura per le categorie Quantità, Temperatura, Tempo.

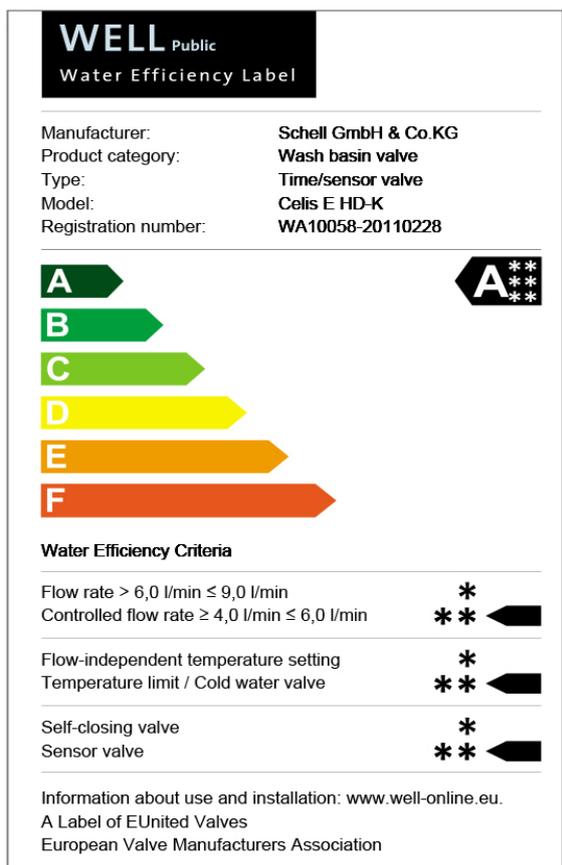


Fig.22 Etichetta WELL 1.0, WELL classification scheme, 2016

**WELL 2.0**

Questa certificazione differisce dalla precedente, in quanto la classificazione è doppia. La prima tiene conto dei parametri portata e temperatura mettendoli in relazione. La seconda certifica il comfort. Anche in questo caso la classificazione è pensata per due differenti categorie: HOME e PUBLIC. Come in precedenza verrà analizzato solo il settore HOME.

**Settore HOME**

Le variabili fondamentali per il settore HOME sono principalmente la portata e la temperatura dell'acqua. La durata d'impiego passa in secondo piano poiché il comfort è preponderante.

*Rubinetti HOME, Consumo di energia*

La relazione di base è la seguente:

$$\Delta Q = c * m * \Delta T * 1/3600$$

Dove:

Q	è l'energia termica	[kWh/min]
c	è il calore specifico dell'acqua l'acqua]	[4182 kJ*K <sup>-1</sup> per
m	è la portata	[l/min]
$\Delta T = T_2 - T_1$	è la differenza tra la temperatura dell'acqua	[K]

Classe di efficienza	Consumo di energia [kWh/min]	Portata* [l/min]
A	≤ 0,20	≤ 6,0
B	> 0,20 ≤ 0,25	> 6,0 ≤ 7,5
C	> 0,25 ≤ 0,30	> 7,5 ≤ 9,0
D	> 0,30 ≤ 0,39	> 9,0 ≤ 12
E	> 0,39 ≤ 0,49	> 12 ≤ 15
F	> 0,49	> 15

Tab.21 Classe di efficienza rubinetti, Rielaborato da WELL classification scheme, 2017

\* calcolo effettuato alla pressione di 3,0 bar

*Rubinetti HOME, Comfort*

Critero di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Classe di rumore	Classe 1	★★
	Classe 2	★
Temperatura	Impostazione della temperatura indipendente dalla portata	★
	Limitazione della temperatura e valvole per l'acqua fredda	★★

Tab.22 Valutazione rubinetti Home, Rielaborato da WELL classification scheme, 2017

**L'etichetta**

Come si può notare l'etichetta si compone di differenti parti:

- . Dati di fabbricazione
- . Classificazione consumo di energia
- . Classificazione comfort
- . Portata d'acqua dichiarata
- . Specifiche di classificazione del comfort

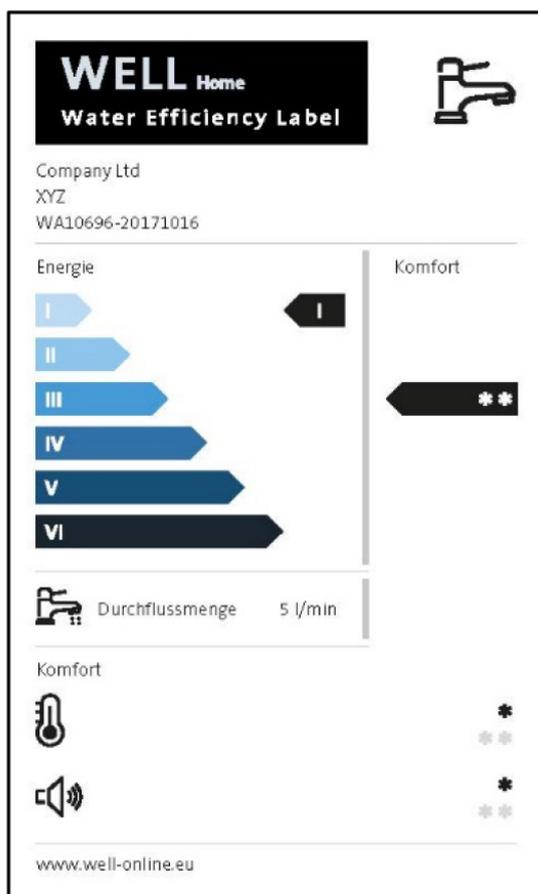


Fig.23 Etichetta WELL 2.0, WELL classification scheme, 2017

*Docce HOME, Consumo di energia*

La relazione di base è la seguente:

$$\Delta Q = c * m * \Delta T * 1/3600$$

Dove:

Q	è l'energia termica	[kWh/min]
c	è il calore specifico dell'acqua l'acqua]	[4182 kJ*K <sup>-1</sup> per
m	è la portata	[l/min]
$\Delta T = T_2 - T_1$	è la differenza tra la temperatura dell'acqua	[K]

Classe di efficienza	Consumo di energia [kWh/min]	Portata* [l/min]
A	≤ 0,49	≤ 15,0
B	> 0,49 ≤ 0,65	> 15 ≤ 20
C	> 0,65 ≤ 0,80	> 20 ≤ 25
D	> 0,80 ≤ 0,96	> 25 ≤ 30
E	> 0,96 ≤ 1,21	> 30 ≤ 38
F	> 1,21	> 38

Tab.23 Classe di efficienza docce, Rielaborato da WELL classification scheme, 2017  
\* calcolo effettuato alla pressione di 3,0 bar

*Docce HOME, Comfort*

Criterio di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Classe di rumore	Classe 1	★★
	Classe 2	★
Temperatura	Limitazione della temperatura	★
	Regolazione termostatica	★★

Tab.24 Valutazione rubinetti Home, Rielaborato da WELL classification scheme, 2017

**L'etichetta**



Fig.24 Etichetta WELL 2.0, WELL classification scheme, 2017

**Sistemi di sciacquo per orinatoi HOME**

Critero di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità/volume di cacciata	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) ≤ 2,0 l/min	★
	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) ≤ 1,0 l/min	★★
Programma di cacciata	Controllo individuale	★
Igiene	Azionamento senza contatto	★

Tab.25 Valutazione sistemi di sciacquo per orinatoi HOME, Rielaborato da WELL classification scheme, 2017

### L'etichetta

Come si può notare in questo caso viene non viene valutato il consumo di energia, viene infatti utilizzata solamente acqua fredda.

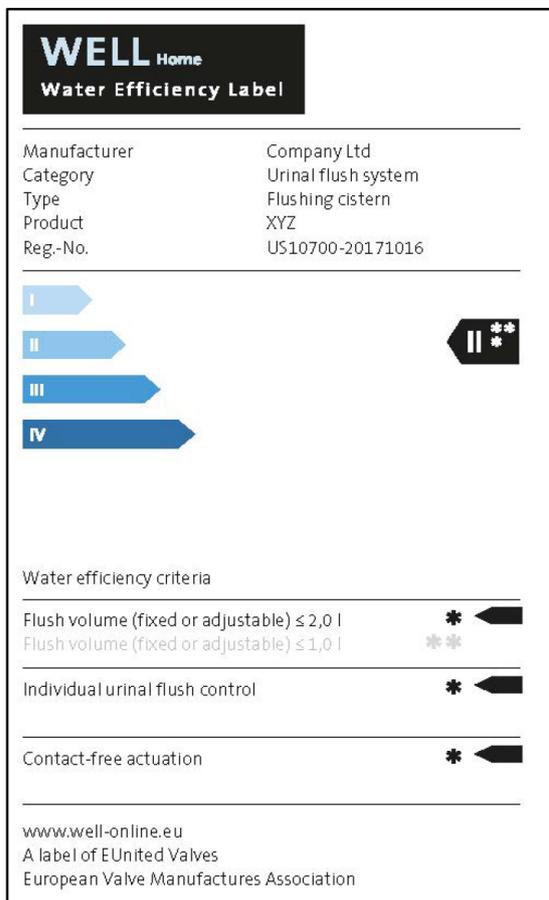


Fig.25 Etichetta WELL 2.0, WELL classification scheme, 2017

### Sistemi di cacciata per WC HOME

Critero di valutazione	Realizzazione con	Valutazione
Quantità/volume di cacciata	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) 6,0 l	★
	Quantità di cacciata (fissa o regolabile) 5,0 l oppure 4,0 l	★★
Programma di cacciata	Cacciata indefinita con portata minima	★
	Cacciata con portata minima definita	★★

Tab.26 Valutazione sistemi di sciacquo per wc HOME, Rielaborato da WELL classification scheme, 2017

**L'etichetta**

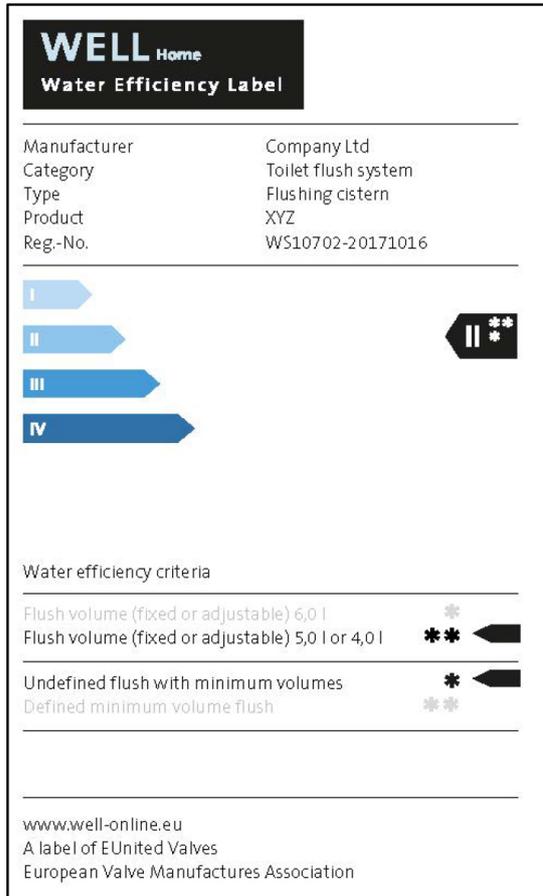


Fig.26 Etichetta WELL 2.0, WELL classification scheme, 2017

### **2.4.3 L'etichetta WELS (Water Efficiency Labelling Scheme)**

L'etichetta WELS è promossa dall'Agenzia Internazionale dell'acqua di Singapore, PUB (Public Utilities Board). Nello specifico l'Agenzia opera sotto la supervisione del Ministero dell'Ambiente e delle Risorse Idriche. La certificazione risulta obbligatoria per i seguenti prodotti:

. Rubinetti, miscelatori, sistemi di cacciata per i WC, sistemi di cacciata per urinatoi. Per questi prodotti si possono ottenere al massimo tre tick che corrispondono alla massima efficienza.

. Lavatrici, per questo prodotto si possono ottenere al massimo quattro tick che corrispondono alla massima efficienza.

La certificazione risulta volontaria per i seguenti prodotti:

. Erogatori per docce, per questo prodotto si possono ottenere al massimo tre tick che corrispondono alla massima efficienza.

L'etichetta risulta essere unica per le tre differenti categorie individuate: home, work, school.

Come si legge l'etichetta?

L'etichetta WELS misura solo un criterio e ad esso associa dei ticks. Il massimo ottenibile, come detto, è tre tick per tutte le categorie di prodotti ad eccezione delle lavatrici, per esse sono previsti quattro tick.

La massima efficienza è indicata da 3 tick oppure quattro a seconda del prodotto.

**Settore HOME**

L'unica variabile misurata è la portata di acqua.

**Rubinetti da doccia**

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓
Quantità (portata)	>7 fino a 9 l/min	>5 fino a 7 l/min	5 l/min o inferiore
Risparmio	11%	33%	44%

Tab.27 Valutazione portata docce, Rielaborato da PUB Singapore's National Water Agency

**Rubinetti**

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓
Quantità (portata)	>4 fino a 6 l/min	>2 fino a 4 l/min	2 l/min o inferiore
Risparmio	17%	50%	67%

Tab.28 Valutazione portata rubinetti, Rielaborato da PUB Singapore's National Water Agency

**Rubinetti cucina**

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓
Quantità (portata)	>6 fino a 8 l/min	>4 fino a 6 l/min	4 l/min o inferiore
Risparmio	13%	38%	50%

Tab.29 Valutazione portata rubinetti cucina, Rielaborato da PUB Singapore's National Water Agency

**Sistemi di sciacquo per WC HOME**

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓
Quantità (portata)	Doppio tasto	Doppio tasto	Doppio tasto
	>4 fino a 4,5 l scarico completo	>3,5 fino a 4 l scarico completo	3,5 l o inferiore scarico completo
	>2,5 fino a 3 l scarico ridotto	>2,5 fino a 3 l scarico ridotto	2,5 l o inferiore scarico ridotto
Risparmio	NA	12%	18%

Tab.30 Valutazione portata sistemi di sciacquo per wc, Rielaborato da PUB Singapore's National Water Agency

**Sistemi di cacciata per orinatoi HOME**

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓
Quantità (portata)	>1 fino a 1,5 l/min	>0,5 fino a 1 l/min	0,5 l/min o inferiore
Risparmio	NA	40%	60%

Tab.31 Valutazione portata sistemi di sciacquo per orinatoi, Rielaborato da PUB Singapore's National Water Agency

### Lavatrici

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓✓
Quantità (portata)	NA	>9 fino a 12 l/kg	>6 fino a 9 l/kg	6l/kg o inferiore
Risparmio	NA	NA	29%	43%

Tab.32 Valutazione consumi idrici lavatrici, Rielaborato da PUB Singapore’s National Water Agency

### Soffioni doccia

Criterio di valutazione	✓	✓✓	✓✓✓
Quantità (portata)	>7 fino a 9 l/min	>5 fino a 7 l/min	5 l/min o inferiore
Risparmio	11%	33%	44%

Tab.33 Valutazione consumi idrici soffioni doccia, Rielaborato da PUB Singapore’s National Water Agency

### L’etichetta

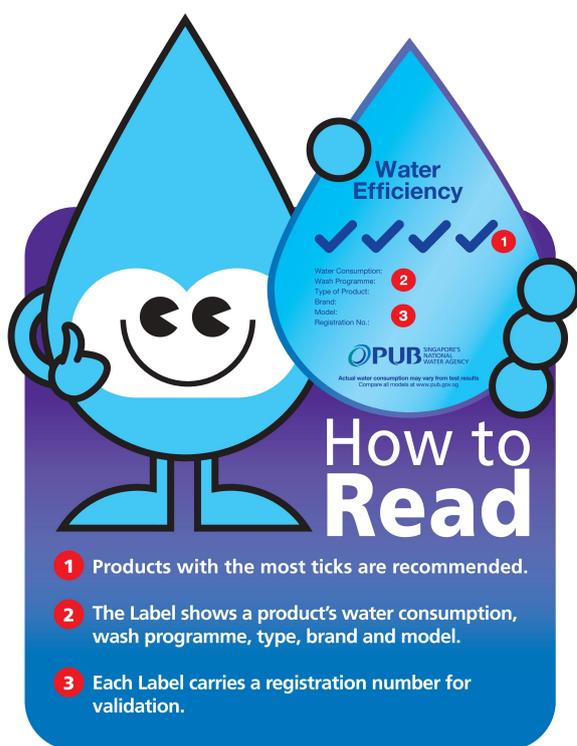


Fig.27 Etichetta WELS, PUB Singapore’s National Water Agency

### 2.4.4 L'etichetta Watersense

L'etichetta Watersense è stata sviluppata dall'EPA (U.S. Environmental Protection Agency) e contiene i criteri di efficienza idrica per gli edifici di nuova costruzione. Si può applicare alle seguenti tipologie di unità edilizia:

- Case unifamiliari
- Unità immobiliari in edifici con più appartamenti

Lo scopo è ridurre i consumi di acqua interni ed esterni negli edifici di nuova costruzione, per ridurre le spese dovute alle bollette idriche e più in generale per incoraggiare il riutilizzo di acque reflue. L'obiettivo che il Water Sense Label si pone è una riduzione del consumo di acqua del 20%, per gli edifici di nuova costruzione.

Criteri:

1. Uso di acqua interno
2. Uso di acqua esterno
3. Homeowner education

Verranno di seguito analizzate le specifiche tecniche dedicate all'uso di acqua interno:

- . Perdite: Non devono essere presenti perdite provenienti da alcun apparecchio che utilizzi acqua. La verifica verrà effettuata a livello visivo e con un test di pressione (pressure-loss test)
- . Pressione di esercizio: Si fa riferimento ad un valore massimo di 414 kPa
- . Lavastoviglie e lavatrice devono sottostare ai requisiti ENERGY STAR

Apparecchio	Portata MAX [l/min]	Portata MIN [l/min]	Pressione [kPa]
Rubinetti	5,7	3	414/138
Rubinetti cucina	8,3	-	-
Cacciate WC	4,8	-	-
Doccia	7,6	-	140-310-550±7

Tab.34 Portate massime consentite, Rielaborato da Watersense US EPA

***L'etichetta***

A differenza delle altre etichette non riporta delle scale di valutazione, bensì un marchio che certifica il rispetto degli standard precedentemente descritti.



Fig.28 Etichetta Watersense, Watersense US EPA

## 2.5 La questione dei consumi di acqua nei protocolli di certificazione della costruzione sostenibile: Itaca, Leed, LBC, Breeam

I protocolli per la certificazione della sostenibilità ambientale, rivolti agli edifici, si occupano ovviamente del tema della gestione delle risorse idriche e lo fanno con modalità anche molto diverse tra loro. Per il caso di studio analizzato nel Cap.4 si è deciso di fare riferimento al Protocollo LEED V4 HOMES.

### 2.5.1 Protocollo Itaca



Il Protocollo Itaca stima il livello di sostenibilità ambientale di un edificio residenziale misurando la sua prestazione rispetto a 49 criteri suddivisi in 18 categorie a loro volta aggregate in 5 aree di valutazione: qualità del sito, consumo di risorse, carichi ambientali, qualità ambientale indoor, qualità del servizio. Per ogni criterio l'edificio riceve un punteggio che può variare da -1 a +5, assegnato confrontando l'indicatore calcolato con i valori della scala di prestazione (benchmark). Lo zero deve considerarsi come la pratica costruttiva corrente, nel rispetto delle leggi e regolamenti vigenti.

Punteggio	Definizione
-1	Rappresenta una prestazione inferiore allo standard e alla pratica corrente
0	Rappresenta la prestazione minima accettabile definita da leggi o regolamenti vigenti, o, in caso non vi siano regolamenti di riferimento, rappresenta la pratica corrente
1	Rappresenta un lieve miglioramento della prestazione rispetto ai regolamenti vigenti e alla pratica corrente
2	Rappresenta un moderato miglioramento della prestazione rispetto ai regolamenti vigenti e alla pratica corrente
3	Rappresenta un significativo miglioramento della prestazione rispetto ai regolamenti vigenti e alla pratica comune. È da considerarsi come la migliore pratica corrente
4	Rappresenta un moderato incremento della migliore pratica corrente
5	Rappresenta una prestazione considerevolmente avanzata rispetto alla migliore pratica corrente, di carattere sperimentale

Tab.35 Scala di punteggio, Rielaborato da UNI/PdR 13.1:2015

**Criterion B.5.2: “Acqua potabile per usi indoor”**

Esso fa parte della categoria “Acqua potabile” e a sua volta dell’area “Consumo di risorse”. La scala di prestazione è la seguente:

Scala di prestazione	%	Punti
NEGATIVO	-	-1
SUFFICIENTE	0	0
BUONO	30	3
OTTIMO	50	5

Tab.36 Scala di prestazione criterio B.5.2, Rielaborato da UNI/PdR 13.1:2015

Il metodo di calcolo da seguire è il seguente:

- . Calcolo del volume di acqua potabile (A) necessario per soddisfare il fabbisogno idrico per usi indoor, destinazione d’uso residenziale, pari a 120 litri a persona al giorno
- . Calcolare il volume di acqua potabile risparmiata (B), considerando:
  - il risparmio dovuto a strategie tecnologiche
- . Calcolare il rapporto tra il volume di acqua potabile risparmiato e quello necessario per soddisfare il fabbisogno idrico per usi indoor:  $B/A \times 100$
- . Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio

**Criterion B.5.1: “Acqua potabile per irrigazione”**

Esso fa parte della categoria “Acqua potabile” e a sua volta dell’area “Consumo di risorse”. La scala di prestazione è la seguente:

Scala di prestazione	%	Punti
NEGATIVO	-	-1
SUFFICIENTE	0	0
BUONO	60	3
OTTIMO	100	5

Tab.37 Scala di prestazione criterio B.5.1, Rielaborato da UNI/PdR 13.1:2015

Il metodo di calcolo da seguire è il seguente:

- . Calcolare il fabbisogno di riferimento base (A) per irrigazione considerando un volume d'acqua a metro quadro di area irrigata pari a  $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^2$  annui.
- . Calcolare la quantità effettiva di acqua potabile annua risparmiata per l'irrigazione delle aree verdi di pertinenza (B), considerando: il fabbisogno effettivo d'acqua delle specie vegetali piantumate, il contributo derivante dall'eventuale impiego di acqua non potabile
- . Calcolare il rapporto tra il volume di acqua potabile risparmiato e quello necessario per soddisfare il fabbisogno di acqua per irrigazione:  $B/A \times 100$
- . Confrontare il valore calcolato con i benchmark della scala di prestazione e attribuire il punteggio

**Criterio C.4.1: “Acque grigie inviate in fognatura”**

Esso fa parte della categoria “Acque reflue” e a sua volta dell'area “Carichi ambientali”.

La scala di prestazione è la seguente:

Scala di prestazione	%	Punti
NEGATIVO	-	-1
SUFFICIENTE	0	0
BUONO	60	3
OTTIMO	100	5

Tab.38 Scala di prestazione criterio C.4.1, Rielaborato da UNI/PdR 13.1:2015

Il metodo di calcolo da seguire è il seguente:

- . Calcolare il volume standard di acque grigie potenzialmente immesse in fognatura (A) calcolate come refluo corrispondente al fabbisogno idrico per usi indoor (esclusi i WC), destinazione d'uso residenziale, pari a 90 litri abitante al giorno.
- . Per la stima degli abitanti usare la seguente formula:

$$ab = \frac{S_u}{25}$$

Dove:

ab è il numero stimato di abitanti per l'edificio di progetto [-]

$S_u$  è la superficie utile dell'edificio [m]

Cod.	Ambito	Peso	Cod.	Area	Peso	Cod.	Categoria	Peso della categoria	Cod.	Criterio	Peso del criterio	Peso sul totale
Q <sub>E</sub>	Qualità dell'edificio	90%	A	Qualità del sito	5%							
			B	Consumo di risorse	45%	B.5	Acqua potabile	17,6%	B.5.1	Acqua potabile per irrigazione	50%	3,5%
									B.5.2	Acqua potabile per usi indoor	50%	3,5%
			C	Carichi ambientali	20%	C.4	Acque reflue	36%	C.4.1	Acque grigie inviate in fognatura	50%	3,25%
									C.4.3	Permeabilità del suolo	50%	3,25%
Q <sub>V</sub>	Qualità della localizzazione	10%	D	Qualità ambientale indoor	20%							
			E	Qualità del servizio	10%							

Tab.39 Il peso di aree, categorie e criteri, Rielaborato da UNI/PdR 13.1:2015

### 2.5.2 Protocollo Leed



Si tratta di un protocollo promosso dall'ente GBC (Green Building Council) al fine di sviluppare e proporre prodotti ed edifici sostenibili di alto profilo e di successo, inoltre è un sistema volontario, basato sul consenso dei soci e guidato dal mercato. È organizzato in cinque categorie ambientali: Sostenibilità del sito, Gestione delle acque, Energia e atmosfera, Materiali e risorse, Qualità ambientale interna. Oltre a queste cinque sono presenti anche: Innovazione nella progettazione e Priorità regionale. Ogni categoria è ulteriormente suddivisa in crediti e ognuno di essi vale almeno un punto, esistono poi prerequisiti obbligatori. Il punteggio finale è 100 a cui possono essere sommati altri 10 punti (dati dalle categorie Innovazione nella progettazione e Priorità regionale).

La categoria d'interesse, per l'analisi in questione è: "Gestione delle acque". Essa contiene, in principio, un prerequisito obbligatorio e inoltre due crediti da 7 e 5 punti. Si parla quindi di un range di punteggio variabile tra 4 e 12 punti. Sul totale 12max/110 corrispondente al 10,9%.

#### **Prerequisito obbligatorio: "Riduzione del consumo di acqua potabile ad uso domestico"**

Finalità: Ridurre la domanda di acqua all'interno degli edifici attraverso l'impiego di soluzioni tecnologiche efficienti.

Requisiti: Ottenere un risparmio idrico del 10% rispetto ad un edificio di riferimento, secondo la seguente tabella.

Apparecchiature installate nella parte residenziale	Valori di riferimento
WC	6,0 litri per flusso
Rubinetti lavabo	9,0 litri al minuto a 3 bar
Lavelli cucina	
Rubinetti bidet	
Docce	10,0 litri al minuto a 3 bar

Tab.40 Valori di riferimento – LEED baseline, Rielaborato da GBC HOME V2, 2017

Non si tiene conto di:

Lavatrici, lavastoviglie, cucine commerciali, produttori di ghiaccio.

**Credito 1: “Riduzione di acqua potabile ad uso domestico”.**

Finalità: Minimizzare la domanda di acqua all’interno degli edifici attraverso l’impiego di tecnologie efficienti e/o sistemi di captazione, accumulo e trattamento di acqua meteorica e/o acque grigie per usi domestici.

Requisiti: Vi sono due opzioni percorribili e verranno descritte di seguito.

**Opzione 1.1 , Riduzione dei consumi, max 4 punti**

Si riducono i consumi idrici rispetto all’edificio di riferimento precedente. Il punteggio è variabile a seconda della percentuale ottenuta.

Riduzione percentuale	Punti
20%	2
30%	3
40%	4

Tab.41 Riduzione dei consumi , Rielaborato da GBC HOME V2, 2017

**Opzione 1.2, Strategie per il risparmio, il recupero e il riuso di acqua, max 7 punti**

Riduzione dei consumi come nell’opzione 1 e adottare sistemi per il recupero e riuso che consentano una riduzione complessiva del consumo di acqua del 50%. Questo tipo di acqua può essere usata per le cacciate dei WC.

**Credito 2, 2-5 punti: “Gestione efficiente dell’acqua a scopo irriguo”**

Finalità: Limitare o evitare l’impiego di acqua potabile, di superficie o del sottosuolo per l’irrigazione delle aree a verde.

Requisiti: Il credito si applica solo se la superficie delle aree a verde è almeno il 20% delle aree esterne.

**Opzione 2.1, Riduzione attraverso pratiche di progettazione del paesaggio efficienti, 2-3 punti**

Progettare l'area verde con piante native o adattate per la regione. Punti assegnati mediante tabella.

Area piante native o adattate	Punteggio
> 50%	2
> 75%	3

Tab.42 Il progetto delle aree verdi, Rielaborato da GBC HOME V2, 2017

Inoltre / oppure:

**Opzione 2.2, Riduzione dei consumi di acqua potabile per scopi irrigui, 2 punti**

Riduzione del consumo di acqua per scopi irrigui rispetto al valore calcolato come base nel periodo centrale dell'estate. Vedi tabella per il punteggio.

Riduzione consumo di acqua potabile	Punteggio
> 50%	2

Tab.43 Riduzione consumi di acqua potabile per scopi irrigui, Rielaborato da GBC HOME V2, 2017

La riduzione si può effettuare con qualsiasi combinazione dei seguenti punti d'intervento:

- presenza di specie di piante, densità e fattore climatico
- efficienza del sistema d'irrigazione
- utilizzo di acqua piovana raccolta mediante appositi sistemi
- utilizzo di acque di rifiuto riciclate e depurate
- utilizzo delle acque trattate e convogliate da sistemi pubblici per utilizzi non potabili

**Opzione 2.3, Progettazione efficiente e nessun utilizzo di acqua a scopi irrigui, 5 punti**

Conseguire quanto richiesto al punto opzione 1 e adottare una combinazione di pratiche agronomiche mirate alla riduzione dei consumi di acqua per irrigare. Inoltre lo sfruttamento delle acque meteoriche da parte di particolari tipologie vegetative che non necessitano di sistemi d'irrigazione permanenti. Si consente un'irrigazione iniziale e temporanea per la stabilizzazione delle piante per la durata massima di un anno.

**Esempio di applicazione del protocollo**

<b>Progetto</b>		Farmhouse	
<b>Tipologia</b>		Edificio monofamiliare	
<b>Luogo</b>		Boulder, CO, United States	
<b>Architetto</b>		nd	
<b>Certificazione</b>	LEED	<b>Tipologia</b>	Platinum

**Descrizione**

Il progetto consiste nella reinterpretazione in chiave moderna dell'archetipo della tipica costruzione rurale americana. Si è partiti da un vecchio edificio, demolito e ricostruito, tenendo conto di alti standard di sostenibilità ambientale e in particolare di risparmio idrico. La fattoria è infatti dotata di un ampio orto per la produzione di prodotti agricoli che necessita di grandi quantità di acqua per essere irrigato. Per questo motivo l'edificio è dotato di un sistema di raccolta e riutilizzo delle acque piovane per scopo irriguo. Inoltre all'interno della fattoria sono stati installati solamente apparecchi a basso consumo idrico certificati EPA Watersense, mentre all'esterno si sono applicate soluzioni di xeriscaping.

**Sistemi utilizzati**

Raccolta e trattamento acqua piovana per l'irrigazione dell'orto

Xeriscaping

Apparecchi a risparmio idrico certificati EPA Watersense

### **2.5.3 Protocollo Life Building Challenge**



Il Life Building Challenge è un protocollo di certificazione promosso dall'International Living Future Institute, un'organizzazione non governativa che ha come obiettivo il raggiungimento di un forte cambiamento globale nella direzione della sostenibilità.

È strutturato in sette macro aree dette "Petals" (place, water, energy, health – happiness, materials, equity, beauty), a loro volta suddivise in venti obblighi detti "Imperatives". La certificazione può avvenire in tre modalità differenti:

- Living Certification
- Petal Certification
- Net Zero Energy Certification

#### ***Living Certification***

Si ottiene rispondendo a tutti e venti gli imperativi relativi alla tipologia di edificio in questione.

#### ***Petal Certification***

Si ottiene rispondendo almeno tre dei sette Petali, uno dei quali deve essere Acqua, Energia, Materiali. È una certificazione parziale e meno restrittiva, in quanto è possibile scegliere i Petali, non vi è l'obbligo di soddisfarli tutti.

#### ***Net Zero Energy Certification***

Si tratta di una certificazione basata sulla struttura del Living Building Challenge, ma viene richiesto di rispondere solo a quattro imperativi: 01, Limit to Growth; 06, Net Positive Energy (ridotta al 100%\*); 19, Beauty + Spirit; 20, Inspiration + Education.

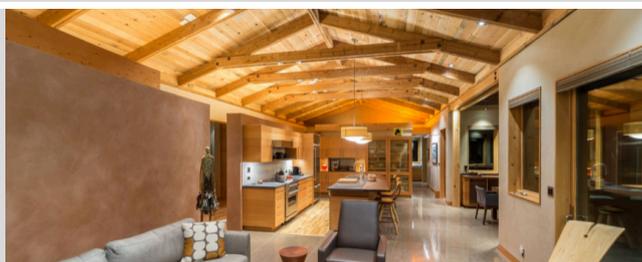
Nella sua versione completa, Living Building Challenge, è un protocollo molto rigido in quanto tutti e venti gli imperativi devono essere soddisfatti per ottenere la certificazione. In questo senso, quelli riguardanti l'acqua pesano al 100% sul totale. Tutti sono egualmente importanti e obbligatori. Inoltre vi è un periodo di monitoraggio di circa un anno per la verifica dei risultati.

***Imperativo 05: Net Positive water***

Il progetto di utilizzo e rilascio di acqua deve lavorare in armonia con il naturale flusso di acqua del luogo e delle sue vicinanze. Il 100% dell'acqua del progetto deve essere presa da: acqua dovuta a precipitazioni, altri sistemi naturali a ciclo chiuso e con acque di riciclo. Queste ultime purificate senza l'utilizzo di prodotti chimici. Tutti i reflui devono essere trattati in loco e gestiti per il loro riutilizzo fino a che è possibile. I reflui rimanenti possono essere rilasciati in siti adiacenti sotto determinate condizioni. In determinati casi è concesso l'allaccio a reti di acqua potabile, se richiesto dai regolamenti vigenti.

**Esempio di applicazione del protocollo**

Progetto		Residence Victoria	
Tipologia		Edificio plurifamiliare	
Luogo		Victoria, BC, Canada	
Architetto		Ann e Gord baird	
Certificazione	LBC	Tipologia	Petal

**Descrizione**

I cinque edifici che compongono il residence sono situati in una zona molto arida, circa 300 mm annui. Per questo motivo è stato deciso di effettuare la certificazione “Petal” scegliendo l’imperativo “Net positive water”. In particolare vi è un sistema di raccolta e trattamento delle acque piovane, che le rende potabili grazie ad un sistema di sedimentazione, microfiltrazione e debatterizzazione mediante raggi UV. Inoltre vengono anche raccolte le acque grigie per far fronte alle necessità d’irrigazione delle aree verdi. Infine, l’elemento di grande innovazione del progetto, risiede nell’installazione di un particolare sistema di compostaggio degli scarichi dei wc, detto “Phoenix system”. Si tratta di un sistema che funziona con wc sottovuoto (a bassissimo consumo idrico, circa 1 l/f) e con wc senza acqua; è infatti dotato di un evaporatore per l’allontanamento dell’acqua e la formazione del compost.

**Sistemi utilizzati**

Raccolta e trattamento acqua piovana per uso potabile

Raccolta e trattamento acque grigie per irrigazione

Phoenix system per il compostaggio degli scarichi

Wc sottovuoto e wc senza acqua

### 2.5.4 Protocollo BREEAM



Il Breeam (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), pubblicato per la prima volta da Bre (Building Research Establishment) nel 1990, è uno dei primi sistemi di certificazione della sostenibilità ambientale degli edifici. In particolare nella sua versione più aggiornata, l'International New Construction 2016 si pone come obiettivo principale la mitigazione dell'impatto del ciclo di vita degli edifici sull'ambiente. La suddivisione delle tematiche oggetto di certificazione avviene tramite differenti sezioni ambientali a loro volta distribuite in temi di valutazione. Le sezioni ambientali sono le seguenti: gestione, salute e benessere, energia, trasporti, acqua, materiali, rifiuti, uso del suolo ed ecologia, inquinamento, innovazione. Per quanto riguarda la sezione ambientale d'interesse, ovvero "acqua", essa è suddivisa in quattro temi di valutazione: consumo di acqua, monitoraggio dell'acqua, contenimento delle perdite idriche, apparecchi idrici efficienti. La valutazione complessiva del progetto è fatta su sei differenti livelli di classificazione:

Livello	% punteggio
Outstanding	≥ 85
Excellent	≥ 70
Very good	≥ 55
Good	≥ 45
Pass	≥ 30
Unclassified	< 30

Tab.44 Scala di valutazione degli edifici, Rielaborato da Breeam International New Construction, 2016

L'acqua pesa sul totale del punteggio ottenibile il 6,36%.

**Wat 01, consumo di acqua (max 5 crediti)**

Nella Tab.43 sono elencate le percentuali di risparmio idrico ottenibili rispetto a un consumo standard di riferimento e a differenti zone climatiche.

Crediti	% risparmio		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
1	12,5%	12,5%	12,5%
2	25%	25%	25%
3	40%	35%	35%
4	50%	45%	40%
5	55%	55%	50%
Exemplary	65%	65%	60%

Tab.45 Wat 01 consumo di acqua, Rielaborato da Breeam International New Construction, 2016

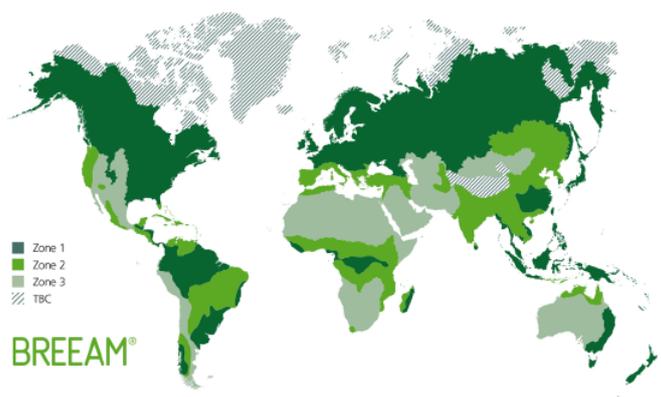


Fig.29 Zone climatiche mondiali, Breeam International New Construction, 2016

Il consumo di base può invece essere calcolato sulla base della Tab.44 di seguito.

Componente	Livello di performance						
	Base	1	2	3	4	5	UM
wc	6	5	4,5	4	3,75	3	l/f
Rubinetti	12	9	7,5	4,5	3,75	3	l/min
Doccia	14	10	8	6	4	3,5	l/min
Vasca	200	180	160	140	120	100	l
Orinatoio	10	8	4	2	1	0	l/h
Recupero acque grigie/meteoriche	0	0	0	0	25%	50%	% riciclata
rubinetto cucina	12	10	7,5	5	5	5	l/min
Lavastoviglie	17	13	13	12	11	10	l/ciclo
Lavabiancheria	90	60	50	40	35	30	l/uso

Tab.46 Consumi di base e livelli di performance, Rielaborato da Breeam International New Construction, 2016

***Wat 02, monitoraggio dell' acqua (max 1 credito)***

Nell'edificio devono essere installati contatori per il monitoraggio dei consumi e, per le aree verdi o altre aree dell'edificio, devono essere previsti dei sub-contatori, nel caso in cui contribuiscano al 10% dei consumi totali. Inoltre tali strumenti di misura devono essere connessi ad un appropriato sistema di gestione dei consumi.

***Wat 03, contenimento delle perdite idriche (max 3 crediti)***

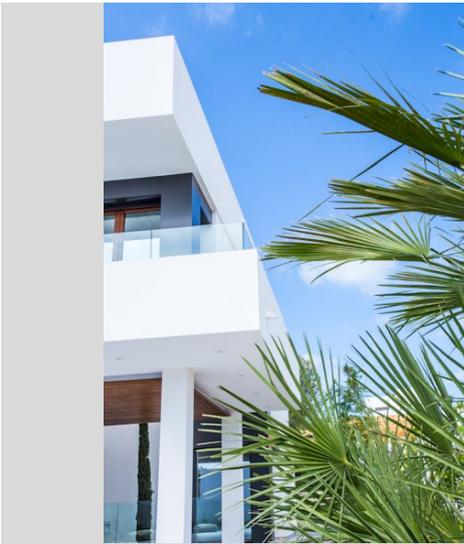
Deve essere previsto un sistema di rilevamento delle perdite idriche per l'edificio.

***Wat 04, apparecchi idrici efficienti (max 1 credito)***

Deve essere dimostrato che le scelte tecnologiche effettuate per ridurre i consumi idrici siano efficienti rispetto alle pratiche standard.

**Esempio di applicazione del protocollo**

<b>Progetto</b>		Villa Moraira	
<b>Tipologia</b>		Edificio monofamiliare	
<b>Luogo</b>		Alicante, Spagna	
<b>Architetto</b>		Amalur Arquitectos	
<b>Certificazione</b>	BREEAM	<b>Livello</b>	Excellent

**Descrizione**

L'utilizzo di acqua è stato fortemente limitato attraverso l'utilizzo di apparecchi a basso consumo, sistemi di sciacquo a doppio tasto, lavastoviglie e lavabiancheria a basso impatto idrico. Inoltre è presente un sistema di gestione dei consumi connesso al contatore dell'edificio che consente di tenere sotto controllo eventuali perdite (anche molto basse). È presente anche un sistema per la raccolta e il trattamento delle acque grigie da 21 000 litri, esse verranno riutilizzate per le cacciate dei wc e per l'irrigazione delle aree verdi. Infine la progettazione del verde è stata pensata con specie autoctone che non richiedono particolare utilizzo di acqua.

**Sistemi utilizzati**

Apparecchi a basso consumo idrico

Elettrodomestici a basso consumo idrico

Monitoraggio dei consumi

Raccolta e trattamento acque grigie per wc e irrigazione

Xeriscaping

### 2.5.5 Il peso dei criteri riguardanti l'acqua nei protocolli di certificazione

Nei protocolli di certificazione che sono appena stati analizzati il tema dell'acqua assume un differente peso sulla valutazione complessiva dell'edificio. Osservando i dati contenuti nelle tabelle x,y,z si può notare che il protocollo con dà maggiore risalto alle risorse idriche è il Living Building Challenge, poiché l'acqua pesa il 100%, come tutti gli altri criteri; non esiste infatti un punteggio, sono tutti necessari per avere la certificazione. Per quello che riguarda i protocolli che attribuiscono un punteggio, il protocollo Itaca dà all'acqua un peso pari a circa il 13,5%, il protocollo Leed circa il 10,9% e infine il protocollo Breeam circa il 6,4%.

Protocollo	Peso tema dell'acqua
LBC	100%*
Itaca	13,5%
Leed	10,9%
Breeam	6,36%

Tab.47 Confronto tra protocolli della sostenibilità ambientale, il peso dei criteri sull'acqua, Rielaborato da Breeam International New Construction, 2016

\*non viene attribuito un punteggio, tutti i criteri sono fondamentali

### 3. SOLUZIONI PROGETTUALI E TECNOLOGIE IN EDILIZIA

#### 3.1 Il ciclo dell'acqua in un edificio

Nella Fig.30 è schematicamente descritto il ciclo artificiale delle acque in un edificio tipo, dall'approvvigionamento, sino alla restituzione nell'ambiente. Ogni passaggio è fondamentale per ottenere l'obiettivo dell'utilizzo delle risorse idriche in modo limitato e scarsamente impattante sull'ambiente naturale. Nello specifico i passaggi sono i seguenti: la captazione dalla rete pubblica (acquedotto), l'utilizzazione da parte degli abitanti mediante gli apparecchi idrici (lavabo, bidet, doccia... ecc), la raccolta delle acque grigie e nere e infine la loro immissione che può avvenire nella rete fognaria pubblica, in fossa biologica o in acque di superficie.

1. Captazione dall'acquedotto
2. Utilizzazione
3. Raccolta acque grigie e nere
4. Rete fognaria, acque grigie
5. Rete fognaria acque nere

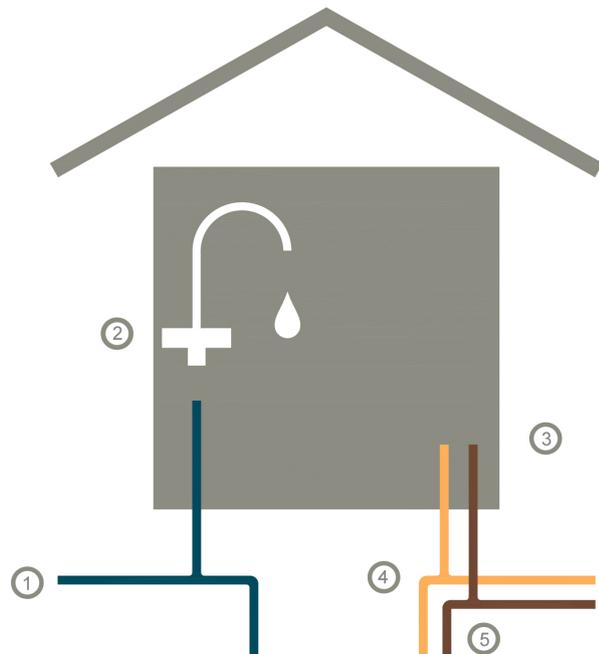


Fig.30 Il ciclo dell'acqua nell'edificio

Quello descritto in figura rappresenta, come detto, il ciclo delle acque in un edificio tipo, esistono infatti molteplici configurazioni differenti, proprio per garantire un maggiore risparmio idrico. Di seguito verranno descritte le soluzioni tecnologiche atte al raggiungimento di questo obiettivo, partendo dai sistemi di risparmio sugli apparecchi idrici, fino ad arrivare ai sistemi di recupero delle acque grigie e nere.

## 3.2 Le tecnologie per ridurre i consumi di acqua potabile per usi interni

### 3.2.1 Riduttori di portata

Sono valvole riduttrici di portata che possono essere applicate ad apparecchi esistenti, poiché sono dotate di una ghiera che ne permette l'installazione (rubinetti lavabo, bidet, docce ecc.). Ne esistono di diverse tipologie, in base alla riduzione della portata e in base all'attacco.



Fig.31 Riduttore di portata

#### Esempi di risparmio

Tipologia	Portata [l/min]	Risparmio* [%]
Riduttore standard	5,7	37
Riduttore A	3,8	58
Riduttore B	1,9	79
Riduttore C	1,33	85

Tab.48 Esempi di risparmio idrico, Grohe listino 2018

\*Calcolato rispetto alla portata standard senza riduttore di 9 l/min

### 3.2.2 Miscelatore con riduttore di portata

Si tratta di un apparecchio per l'erogazione di acqua calda e fredda miscelate, adatto a lavabo e bidet, con riduttore di portata. Il riduttore è essenzialmente un rompigitto, che arricchisce l'acqua di aria riducendo la portata complessiva senza compromettere il confort. Ne esistono varie tipologie che garantiscono una riduzione della portata differente anche a seconda dell'applicazione: miscelatore cucina, miscelatore lavabo bagno, miscelatore bidet. Per gli esempi di risparmio fare riferimento alla Tab.48.



Fig.32 Miscelatore con riduttore di portata integrato

### **3.2.3 Doccetta con miscelazione aria-acqua**

Nella doccia l'aria viene aspirata per effetto Venturi e miscelata così all'acqua. Come risultato si ottengono gocce più ampie, leggere e morbide. Il consumo d'acqua è identico, ma il comfort è maggiore. In definitiva si ottiene un aumento del comfort senza aumentare il consumo di acqua.



Fig.33 Doccetta con miscelatore aria-acqua integrato

### **3.2.4 Limitatore di portata per la doccia**

Si tratta di un limitatore di portata inserito all'imbocco della doccia che combinato con la miscelazione di aria dà come risultato lo stesso comfort e un minore consumo. Dal punto di vista costruttivo è il medesimo strumento utilizzato per ridurre la portata nei miscelatori, ma invece di essere posto all'uscita dell'apparecchio è posto all'ingresso.



Fig.34 Doccetta con limitatore di portata integrato

### Esempi di risparmio

Tipologia	Portata [l/min]	Risparmio* [%]
Riduttore standard	9,5	27
Riduttore A	5,7	56

Tab.49 Esempi di risparmio idrico, Grohe listino 2018

\*Calcolato rispetto alla portata standard senza riduttore di 13 l/min

### 3.2.5 Sistemi di risciacquo a doppio tasto

Sono sistemi di cacciata per i wc che danno la possibilità di scegliere tra due opzioni: sciacquo grande e sciacquo piccolo. Inoltre possono essere dotati di valvola di regolazione interna per limitare ulteriormente la portata dei due sciacqui. È bene sottolineare che, in caso di portate basse, sia opportuno optare per vasi adeguati. In questo senso sarebbe bene optare per i vasi senza brida di risciacquo (bordo di risciacquo), poiché favoriscono una pulizia migliore anche con portate limitate.

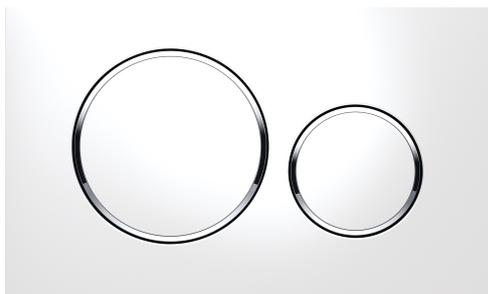


Fig.35 Sistema di sciacquo a doppio tasto

### Esempi di risparmio

Tipologia	Volume grande [l/f]	Volume piccolo [l/f]	Risparmio* [%]
Doppio tasto standard	7,5	4	42
Doppio tasto A	6	3	56
Doppio tasto B	4,5	3	61

Tab.50 Esempi di risparmio idrico, Grohe listino 2018

\*Calcolato rispetto allo scarico mono tasto senza riduzioni 9 l/f, il calcolo è riferito alla media tra uno sciacquo con volume grande e due sciacqui con volume piccolo

### 3.2.6 Sistemi sanitari sottovuoto per wc

I sistemi sanitari sottovuoto sono impianti di scarico dei reflui provenienti dai wc che operano in assenza di aria, non funzionano dunque a gravità come i sistemi tradizionali. Per consentire il funzionamento di questi sistemi è necessario che i wc siano dotati di una pompa di scarico e che l'impianto sia dotato di una pompa del vuoto. I principali vantaggi di questo tipo di tecnologia sono i seguenti: non sono necessarie pendenze di scarico, possono essere installate meno colonne di scarico, le sezioni delle tubazioni sono inferiori a quelle dei sistemi a gravità, non vi sono problemi di odore, è garantito un elevato livello di igiene, il consumo di acqua per ogni scarico è di appena un litro.

#### WC sottovuoto

Come precedentemente indicato i wc sottovuoto sono particolari apparecchi dotati di pompa di scarico. Nello specifico si descrive di seguito il funzionamento: Lo scarico viene azionato manualmente dal pulsante a parete (fase 1), quando esso è premuto e rilasciato; la valvola di scarico si apre per circa 4 secondi e il contenuto della tazza è aspirato assieme a circa un litro di acqua (fase 2, la quantità dipende dai wc installati); dopo lo scarico un po' di acqua rimane nella tazza (fase 3).

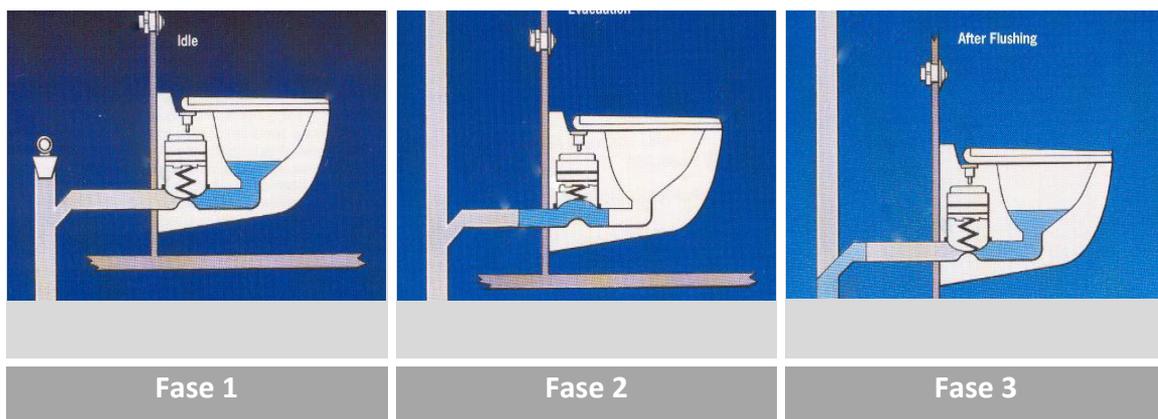


Fig.36 Fasi di funzionamento WC sottovuoto, Rielaborato da Impianti sanitari sottovuoto, Pozzoli Depurazione S.r.l.

### 3.2.7 WC a secco tradizionali

I WC così detti “a secco” o “waterless” sono apparecchi sanitari differenti da quelli tradizionali poiché non utilizzano acqua e non sono collegati al sistema fognario pubblico. Essi possono essere di varie tipologie: collegati ad unità di compostaggio esterna (solitamente posta al di sotto dell’edificio e connessa ad una colonna di ventilazione), con l’unità di compostaggio integrata (posta sotto al wc e connessa ad una colonna di ventilazione). Per quanto riguarda l’aspetto del vaso, esso è esattamente come quelli tradizionali, ma non è dotato di un sistema di scarico con serbatoio di acqua; per garantire l’igiene dell’apparecchio può essere installata una doccetta ausiliare. Il funzionamento dei wc a secco collegati ad un’unità di compostaggio verrà descritta nel presente capitolo 3 al paragrafo 3.4.4, poiché appartiene alle tecnologie per il recupero e riutilizzo delle acque nere; il funzionamento con unità di compostaggio integrata verrà di seguito descritto:

Il sistema per funzionare necessita di essere collegato alla rete elettrica, necessaria per alimentare il ventilatore e la resistenza elettrica aggiuntiva; inoltre deve essere collegato ad una colonna di ventilazione connessa all’esterno.

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Utilizzo del wc</b>	<b>Ingresso dei residui</b>	<b>Miscelazione</b>
Gli utenti utilizzano il wc e chiudono il coperchio	I residui si trovano in una camera di raccolta	I residui vengono miscelati e sminuzzati tramite azione meccanica e trasportati in una camera posta in alto
<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Ossigenazione</b>	<b>Evaporazione liquidi</b>	<b>Prodotti finali</b>
i residui vengono in contatto con l’ossigeno insufflato dal ventilatore per velocizzare i processi di decomposizione e l’evaporazione dei liquidi	Un galleggiante è posto internamente per rilevare un eccesso di liquidi; in tal caso si attiva una resistenza elettrica aggiuntiva che, aggiungendo calore, velocizza l’evaporazione	Il prodotto finale, ovvero il compost viene raccolto in un serbatoio posto al di sotto del wc. Una volta a settimana deve essere svuotato

Tab.51 Funzionamento WC a secco tradizionali con unità di compostaggio integrata, Rielaborato da Sistema Biolet

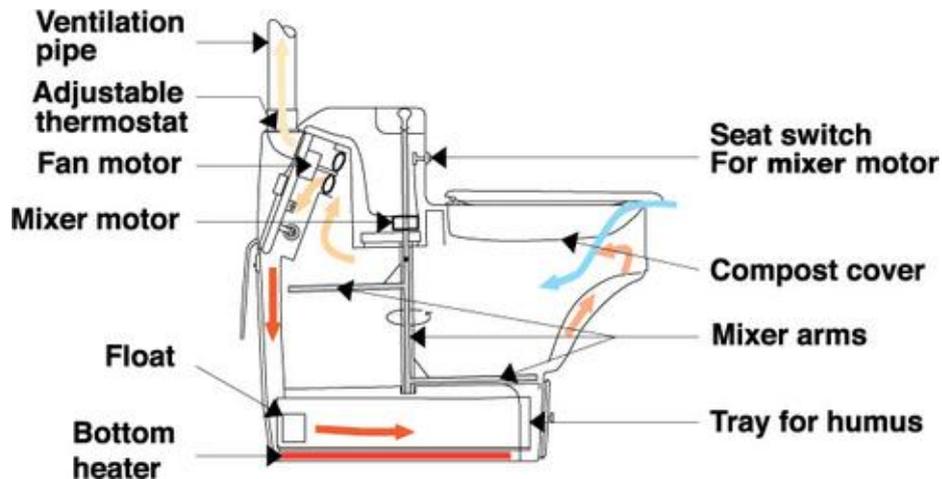


Fig.37 Schema di funzionamento, Sistema Biolet

### 3.2.8 WC a secco nuove tecnologie

La ricerca scientifica, nel campo della ricerca di nuove strategie per garantire a tutte le persone l'accesso a servizi igienici sostenibili, ha fatto grandi passi avanti. In questo senso un esempio molto interessante è quello messo in atto dalla "Bill & Melinda Gates Foundation", con l'innovativa proposta in risposta alla "Reinvent the Toilet Challenge", proposta nel 2011 dal Water, Sanitation & Hygiene (UNICEF). L'obiettivo richiesto era creare un wc con i seguenti requisiti:

Rimozione sicura dei germi dalle feci umane da smaltire e recupero di acqua, energia e sostanze nutritive

Nessun consumo di acqua ed energia e nessuna connessione alla fognatura pubblica

Costo di gestione inferiore a US\$ 0,5 centesimi al giorno

Migliorare le condizioni igieniche in contesti urbani di povertà

Essere un prodotto innovativo che gli utenti vogliono utilizzare, sia nelle Nazioni in via di sviluppo, sia in quelle già sviluppate

Il progetto proposto si chiama "The Nano Membrane Toilet" [50] ed è in sperimentazione dal 2012 presso l'Università di Cranfield, dopo che ha vinto lo step 2 della "Reinvent the Toilet Challenge".

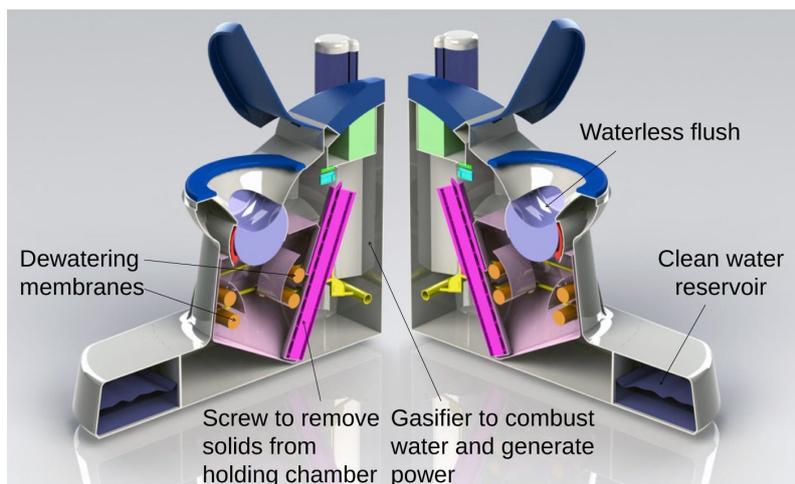


Fig.38 Schema di funzionamento, The Nano Membrane Toilet

Il funzionamento del sistema è brevemente descritto nella Tab.52

1 Utilizzo del wc	2 Ingresso nel serbatoio integrato	3 Separazione liquidi/solidi
Gli utenti utilizzano il wc e chiudono il coperchio	Il contenitore di raccolta ruota di 270° e deposita i residui al di sotto. Nel mentre un raschietto ne pulisce la superficie	La parte solida dei residui si deposita sul fondo, la parte liquida risale in superficie
4 Trasformazione dei liquidi	5 Trasformazione dei solidi	6 Prodotti finali
I liquidi, grazie a membrane a transizione vetrosa costituite da fibre cave, vengono condensati e riportati alla fase liquida. Questo processo elimina gli odori e i patogeni, producendo acqua riutilizzabile	Una vite di Archimede trasporta i residui solidi in un gassificatore che li converte in ceneri ed energia. L'energia è utilizzata per il processo in cui operano le membrane cave, e per il funzionamento della vite di Archimede	Alla fine del processo, complessivamente

Tab.52 Funzionamento WC a secco, The Nano Membrane Toilet

### 3.2.9 Sistemi di rilevamento delle perdite

Si tratta di sistemi elettronici utili per rilevare problematiche e consumi dell'impianto idrico, in particolare rilevano eventuali perdite nelle tubature (anche di piccolissima entità); controllano la temperatura, la pressione e il flusso dell'acqua; monitorano il consumo idrico. Tutto ciò può essere gestito direttamente dal proprio PC tramite un software dedicato o in alternativa con applicazione scaricabile sullo smartphone. L'installazione è molto semplice, il dispositivo viene posto a monte dell'impianto idrico dopo il contatore. Non si tratta comunque di dispositivi che portano ad un risparmio idrico diretto, ma solamente di strumenti di controllo che evitano eventuali dispersioni e aiutano a monitorare i consumi.



Fig.39 Sistema di rilevamento perdite e consumi idrici, Grohe listino 2018

### 3.2.10 Sistemi di misurazione dei consumi

Le nuove tecnologie presenti in commercio propongono sistemi di misurazione dei consumi idrici sempre più avanzati. Un esempio degno di nota sono i contatori idrici elettronici; essi gestiscono reti idriche intelligenti e sono connessi via radio. Oltre a fornire agli utenti informazioni utili sui propri consumi (allo stesso modo dei sistemi di rilevamento delle perdite), possono essere molto utili per raccogliere dati a livello di consumi idrici globali e quindi concorrere ad un implementazione del sistema idrico pubblico.



Fig.40 Sistema di rilevamento perdite e consumi idrici, Grohe listino 2018

### 3.3 Le tecnologie per il recupero e il riutilizzo delle acque piovane

#### 3.3.1 Quadro normativo, requisiti di qualità e modalità di riuso

Per disciplinare il riutilizzo delle acque reflue in Italia è presente una normativa specifica: Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, Dlgs 2 maggio 2006 [63]. Si tratta di un regolamento diretto ad impianti esterni rispetto al luogo in cui vengono prodotte le acque reflue; nonostante ciò è comunque interessante analizzarlo per avere un'idea di requisiti e modalità di riuso. La norma disciplina le destinazioni d'uso e i relativi requisiti di qualità, al fine di tutelare qualitativamente e quantitativamente le risorse idriche, limitando il prelievo di acque superficiali e sotterranee, riducendo l'impatto degli scarichi sui corpi idrici recettori e favorendo il risparmio idrico tramite l'utilizzo multiplo delle acque reflue. In particolare il riutilizzo deve avvenire in condizioni di sicurezza ambientale, evitando l'alterazione degli ecosistemi, nonché rischi igienico-sanitari per la popolazione esposta.

#### Definizioni

<b>Recupero</b>	Riqualificazione di un'acqua reflua, mediante adeguato trattamento depurativo, al fine di renderla adatta alla distribuzione per specifici riutilizzi
<b>Impianto di recupero</b>	Le strutture destinate al trattamento depurativo, incluse le eventuali strutture di equalizzazione e di stoccaggio delle acque reflue recuperate presenti all'interno dell'impianto, prima dell'immissione nella rete di distribuzione delle acque reflue recuperate
<b>Rete di distribuzione</b>	Le strutture destinate all'erogazione delle acque reflue recuperate, incluse le eventuali strutture per la loro equalizzazione, l'ulteriore trattamento e lo stoccaggio
<b>Riutilizzo</b>	Impiego di acqua reflua recuperata di determinata qualità per specifica destinazione d'uso, per mezzo di una rete di distribuzione, in parziale o totale sostituzione di acqua superficiale o sotterranea

Tab. 53 Definizioni, Rielaborato da Dlgs 2 maggio 2006

**Destinazioni d'uso ammissibili**

<b>Irriguo</b>	Per l'irrigazione di colture destinate sia alla produzione di alimenti per il consumo umano ed animale sia ai fini non alimentari, nonché per l'irrigazione di aree destinate al verde o ad attività ricreative o sportive
<b>Civile</b>	Per il lavaggio delle strade nei centri urbani; per l'alimentazione dei sistemi di riscaldamento o raffreddamento; per l'alimentazione delle reti duali di adduzione, separate da quelle delle acque potabili, con esclusione dell'utilizzazione diretta di tale acqua negli edifici ad uso civile, ad eccezione degli impianti di scarico nei servizi igienici
<b>Industriale</b>	Come acqua antincendio, di processo, di lavaggio e per i cicli termici dei processi industriali, con l'esclusione degli usi che comportano un contatto tra le acque reflue recuperate e gli alimenti o i prodotti farmaceutici e cosmetici

Tab. 54 Destinazioni d'uso ammissibili, Rielaborato da Dlgs 2 maggio 2006

**Requisiti di qualità**

Si rimanda alla tabella Allegato A

**Modalità di riutilizzo**

Il riutilizzo irriguo di acque reflue recuperate deve essere realizzato con modalità che assicurino il risparmio idrico e non può comunque superare il fabbisogno delle colture e delle aree verdi, anche in relazione al metodo di distribuzione impiegato. Si rimanda comunque al DM 19 aprile 1999, n°86.

**3.3.2 Quadro normativo, dimensionamento**

In Italia esiste dal 2012 una normativa dedicata agli impianti di raccolta e utilizzo dell'acqua piovana, ovvero la UNI/TS 11445 [64]: "Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano, progettazione, installazione e manutenzione". Nella norma sono contenuti i requisiti generali per la progettazione, la realizzazione, l'esercizio e la manutenzione, degli impianti destinati al recupero dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano, in ambito residenziale e similare; viene esplicitamente sottolineato che la rete di distribuzione di queste acque deve essere assolutamente separata dalla rete di distribuzione dell'acqua destinata al

consumo umano. Infine è specificato che l'acqua raccolta può essere utilizzata per l'irrigazione dei giardini, lo scarico dei WC, gli impianti di lavaggio delle superfici di pertinenza, e altri usi non potabili consentiti dalla legislazione vigente.

### **Definizioni**

Acqua non potabile	Acqua piovana per usi diversi dal consumo umano
Ambito residenziale o simile	<i>Edifici destinati ad uso abitativo ed anche sedi di studi professionali, circoli, esercizi pubblici integrati in edifici residenziali</i>
Impianti per la raccolta di acqua piovana	Insieme delle tubazioni di raccolta dell'acqua piovana, convoglianti l'acqua al sistema di accumulo, del sistema di accumulo e delle tubazioni di distribuzione dell'acqua piovana sino ai punti di erogazione consentiti. Fanno parte dell'insieme tutti i componenti necessari al suo corretto funzionamento, quali pompe, dispositivi antiriflusso, filtri, ecc...
Sistemi di accumulo dell'acqua piovana	Sistemi di accumulo non permeabili all'acqua, ispezionabili, singoli o modulari, interrati o fuori terra, la cui funzione è immagazzinare l'acqua piovana convogliata dalle tubazioni di raccolta
Tubazioni di distribuzione dell'acqua piovana	Tubazioni che convogliano l'acqua piovana dal sistema di accumulo sino ai punti di erogazione
Tubazioni di raccolta dell'acqua piovana	Tubazioni che, dalla superficie di captazione, convogliano l'acqua piovana raccolta sino al sistema di accumulo

Tab. 55 Definizioni, Rielaborato da UNI/TS 11445

### **Metodo di calcolo semplificato**

Si tratta di una procedura semplificata adottabile, per esempio, nel caso di abitazioni mono e bifamiliari. Per effettuare il calcolo sono necessari i seguenti parametri: il regime pluviometrico, le superfici di captazione, il coefficiente di afflusso, l'afflusso meteorico, la richiesta di acqua ad uso domestico diverso dal consumo umano, il volume utile del sistema di accumulo, il volume ottimale del sistema di accumulo. Di seguito nella Tab.56 verranno descritti i sopracitati parametri e verrà indicata la procedura per la loro determinazione.

<p>Regime pluviometrico</p> <p>P</p>	<p>È la stima della precipitazione media annua del sito in esame, espressa in millimetri. La serie di dati utilizzata dovrebbe essere almeno trentennale.</p>										
<p>Superficie di captazione</p> <p>A</p>	<p>La superficie di captazione, nel caso di coperture inclinate, corrisponde alla proiezione orizzontale dell'area dell'edificio, comprese le sporgenze della copertura.</p>										
<p>Coefficiente di afflusso</p> <p><math>\varphi</math></p>	<p>È il rapporto tra l'afflusso meteorico e la precipitazione. In funzione della tipologia di superficie di captazione assume valori diversi.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tipologia di copertura</th> <th style="text-align: center;"><math>\varphi</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Copertura impermeabile a falda</td> <td style="text-align: center;">0,8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Copertura impermeabile piana</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Copertura permeabile</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Superficie impermeabile a terra</td> <td style="text-align: center;">0,7</td> </tr> </tbody> </table>	Tipologia di copertura	$\varphi$	Copertura impermeabile a falda	0,8	Copertura impermeabile piana	0,7	Copertura permeabile	0,5	Superficie impermeabile a terra	0,7
Tipologia di copertura	$\varphi$										
Copertura impermeabile a falda	0,8										
Copertura impermeabile piana	0,7										
Copertura permeabile	0,5										
Superficie impermeabile a terra	0,7										
<p>Afflusso meteorico</p> <p>Q</p>	<p style="text-align: center;"><math>Q = \varphi \times P \times A</math></p> <p>L'unità di misura è espressa in litri.</p>										
<p>Richiesta di acqua ad uso domestico diverso dal consumo umano</p> <p>R</p>	<p style="text-align: center;"><math>R = n \times r \times 365</math></p> <p>Dove:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">n</td> <td style="text-align: center;">è il numero di abitanti</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">r</td> <td style="text-align: center;">è la richiesta giornaliera pro-capite espressa in l/giorno per abitante</td> </tr> </table> <p>La richiesta giornaliera di acqua r può essere calcolata a partire dai valori di portata degli apparecchi idrici installati, oppure seguendo l'appendice A.2 della presente normativa.</p>	n	è il numero di abitanti	r	è la richiesta giornaliera pro-capite espressa in l/giorno per abitante						
n	è il numero di abitanti										
r	è la richiesta giornaliera pro-capite espressa in l/giorno per abitante										
<p>Volume utile del sistema di accumulo</p> <p><math>V_U</math></p>	<p>Per il calcolo del volume utile si deve confrontare la richiesta di acqua con l'afflusso meteorico annuale.</p> <p style="text-align: center;"><math>V_U = \min (Q \text{ o } R) \times 0,06</math></p> <p>Si moltiplica per 0,06 poiché la quota del 6% consente di compensare la variabilità dell'afflusso meteorico e consentire quindi il completo soddisfacimento della domanda per periodi con assenza di precipitazioni di durata massima pari a 21 giorni.</p>										
<p>Volume ottimale del sistema di accumulo</p> <p><math>V_O</math></p>	<p>Per rendere più efficiente il sistema, tenendo in considerazione anche variazioni pluviometriche estreme, si calcola un volume ottimale.</p> <p style="text-align: center;"><math>V_O = V_U \times 1,5</math></p>										

Tab. 56 Metodo di calcolo semplificato, Rielaborato da UNI/TS 11445

### 3.3.3 Impianti a filtrazione meccanica

Il sistema di raccolta e riuso è costituito dai seguenti elementi: una vasca di accumulo, un filtro a cestello, un filtro multi-stadio, una valvola di non ritorno, una valvola di troppo pieno sifonata, una pompa autoadescante, una centralina di comando e un pozzetto d'ispezione.

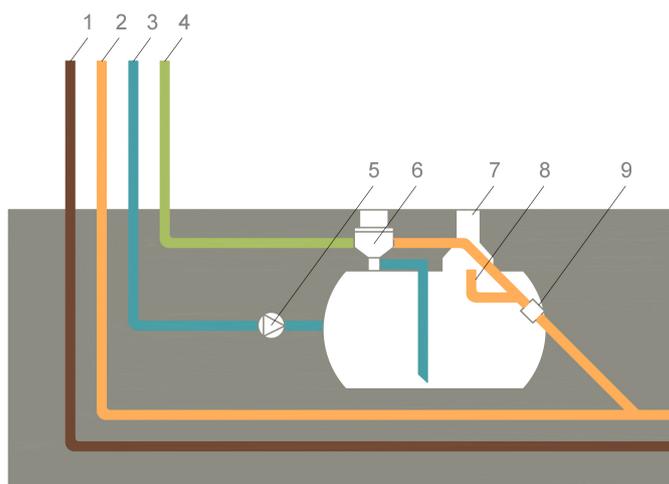


Fig.41 Schema impianto a filtrazione meccanica

1	Rete fognaria, acque nere	7	Pozzetto d'ispezione
2	Rete fognaria, acque grigie	8	Valvola di troppo pieno sifonata
3	Adduzione acqua recuperata		Acque piovane
4	Arrivo acque meteoriche		Acque di recupero
5	Pompa autoadescante		Acque grigie
6	Filtro a cestello e multistadio		Acque nere

#### Componenti del sistema

##### Vasca di accumulo

La vasca di accumulo può essere collocata all'interno dell'edificio, fuori terra oppure può essere interrata. Inoltre deve essere dotata di un chiusino stagno che ne consenta le operazioni di manutenzione e di un troppo pieno che consenta l'evacuazione di acque in eccesso nella rete fognaria. È infine necessario che sia presente una valvola di non ritorno sifonata per evitare l'eventuale contaminazione delle acque stoccate.

#### *Filtro a cestello*

Costituisce il primo sistema di filtrazione presente all'ingresso della vasca di accumulo ed è in grado di trattenere materiale grossolano (foglie, residui vari..). Può essere realizzato in vari materiali, ma comunemente è in PVC; inoltre deve essere estraibile per consentire le operazioni di pulizia

#### *Filtro multi-stadio*

È un filtro autopulente con un grado di filtrazione nell'ordine delle decine di micron e un trattamento finale ai carboni attivi in grado di rimuovere odori e colori che l'acqua piovana assume nel percorso fino alla vasca di accumulo. Solitamente è un filtro contenuto all'interno di un unico contenitore compatto e resistente.

#### *Valvola di non ritorno*

La valvola di non ritorno è un dispositivo necessario per evitare la contaminazione delle acque accumulate nel serbatoio. È costituita da una saracinesca con chiusura automatica che evita un eventuale reflusso di acque provenienti dalla rete fognaria.

#### *Valvola di troppo pieno sifonata*

La valvola di troppo pieno è un dispositivo che serve a fare defluire acque in eccesso nella vasca di accumulo. È dotata inoltre di un sifone per evitare la risalita di odori dalla rete fognaria.

#### *Pompa autoadescante*

Si tratta di una pompa, di una determinata prevalenza, tipicamente realizzata in acciaio inox e dotata di un quadro elettrico di comando.

#### *Centralina di comando*

Il sistema è dotato di una centralina elettronica che controlla la distribuzione dell'acqua di recupero. Ad esempio, se nel serbatoio non è presente acqua sufficiente, il sistema commuta l'aspirazione sulla rete idrica per fornire l'adeguato flusso idrico. È inoltre dotata tipicamente di un sensore di livello del serbatoio di accumulo.

## ***Fasi di trattamento***

### *Filtrazione*

La filtrazione consiste nel passaggio dell'acqua in un primo filtro grossolano e , in seguito, in un filtro fine, prima della conduzione dell'acqua nel sistema di accumulo. Questo processo avviene attraverso un sistema di filtri a maglia, generalmente autopulenti e che comunque non necessitano di una particolare manutenzione. Il filtro deve comunque garantire sempre un'efficienza minima del 90% ed essere scelto in base alle portate da convogliare, alle capacità di depurazione e al luogo d'installazione.

### *Vasca di accumulo*

Le acque piovane provenienti dalla superficie di captazione e successivamente filtrate vengono raccolte in una vasca dove sedimenteranno.

### *Sedimentazione*

L'acqua piovana contiene sostanze solide a granulometria fine, indipendentemente dal fatto che abbia subito processi di filtrazione. Allo scopo di eliminare queste sostanze si deve garantire la sedimentazione all'interno dei sistemi di accumulo, in questo senso è bene rispettare i seguenti accorgimenti:

La tubazione di raccolta non deve ostacolare il processo di sedimentazione facendo fluire l'acqua troppo velocemente e il sedimento accumulato sul fondo della vasca di raccolta non deve essere redistribuito

Per impedire l'immissione di sedimenti all'interno del sistema di distribuzione domestica, l'alimentazione del sistema di accumulo deve essere provvista di idonee soluzioni, dipendenti dal sistema di accumulo prescelto. Si possono utilizzare stabilizzatori di flusso nel caso di serbatoio singolo mono compartimento, oppure immissione a diffusione superficiale nel caso di serbatoi con sistemi modulari con camera di sedimentazione separata

Il prelievo dell'acqua deve essere effettuato in modo tale da: evitare che sostanze solide vengano risucchiate, garantire una bassa velocità di aspirazione, prevenire correnti di disturbo, privilegiare il settore in cui il processo di sedimentazione si possa ritenere concluso

### **3.4 Le tecnologie per Il recupero e il riutilizzo delle acque grigie**

#### ***3.4.1 Impianti ad ultrafiltrazione***

Gli impianti a ultrafiltrazione hanno l'obiettivo di separare una fase dispersa, costituita da particelle solide, da una fase continua, ovvero il fluido in questione. La sospensione viene dunque inviata contro una membrana filtrante, sfruttando una differenza di pressione detta pressione transmembrana, per ottenere il passaggio del fluido; a valle della membrana il fluido viene raccolto e prende il nome di filtrato o permeato. Allo stesso modo il filtrato viene fatto passare per una serie di altre membrane che assieme concorrono a portare a termine il processo di separazione, in particolare riescono a trattenere colloidali, batteri e virus. Durante il ciclo di funzionamento le membrane vengono periodicamente sottoposte a lavaggio, per mantenerne intatte le caratteristiche.

#### ***Componenti del sistema***

Il sistema di raccolta e riuso è costituito dai seguenti elementi: bacino di carico con valvola di troppo pieno sifonata, sistema di pre-filtrazione, sistema di ultrafiltrazione, vasca di accumulo con valvola di non ritorno, valvola di troppo pieno sifonata, pompa autoadescante, centralina di comando e pozzetto d'ispezione. Volendo la vasca di accumulo può essere la stessa del sistema di raccolta delle acque meteoriche.

#### ***Fasi di trattamento***

Bacino di carico: le acque grigie provenienti dagli scarichi vengono raccolte in una vasca in attesa di essere trattate.

Pre-filtrazione: le acque provenienti dal bacino di carico vengono sottoposte ad una prima filtrazione per trattenere capelli e altri materiali grossolani.

Ultra-filtrazione: per mezzo di una pompa a bassa pressione il refluo attraversa la membrana che, operando la separazione fra fase dispersa e fase continua, effettua la depurazione garantendo acque in uscita prive di sostanze inquinanti.

Stoccaggio e riutilizzo: le acque in uscita dal sistema di ultra-filtrazione vengono stoccate in una vasca, che può essere anche la stessa utilizzata per la raccolta delle

acque meteoriche, per essere riutilizzate per le cassette dei wc, per l'irrigazione del giardino e per la pulizia dell'edificio (non per uso potabile).

### **3.4.2 Impianti con disinfezione a ozono**

L'ozono, tra tutti gli agenti disinfettanti che è possibile utilizzare per la disinfezione dell'acqua, è quello che presenta il maggiore potere di ossidazione. Grazie a questa importante proprietà, agisce in modo efficace contro i batteri e i virus eliminandoli o disattivandone l'azione. L'ozono è quindi in grado di migliorare molto la qualità dell'acqua, estraendo tra l'altro le cloroammine che si formano dalla reazione tra composti organici e il cloro. Inoltre l'ozono si decompone durante l'impiego formando ossigeno naturale. L'ozono non è acquistabile in commercio, ma si può produrre a partire da apparecchi chiamati ozonizzatori, che convertono l'ossigeno presente nell'aria in ozono, tramite scariche elettriche. Un impianto che utilizza tale sistema di disinfezione necessita anche di un miscelatore acqua-ozono al fine di favorire un adeguato tempo di contatto con i reflui da trattare.

#### **Componenti del sistema**

Il sistema di raccolta e riuso è costituito dai seguenti elementi: un elemento di pre-filtrazione, uno di bio-filtrazione, un debatterizzatore e un bacino di stoccaggio (può essere lo stesso del sistema di raccolta delle acque meteoriche, se presente).

#### **Fasi di trattamento**

**Prefiltrazione:** le acque grigie in arrivo vengono fatte passare attraverso un filtro per allontanare elementi grossolani come capelli e altri materiali.

**Bio-filtrazione:** le acque pre-filtrate vengono fatte passare in un apposito comparto, all'interno del quale sono installati strati filtranti, composti da ghiaia, zeolite, carbone attivo. In questo modo i reflui subiscono una depurazione di tipo fisico.

**Debatterizzazione:** l'ozono in questa fase viene dosato in opportune concentrazioni all'interno di una vasca di accumulo e di contatto; il risultato è un'acqua sanificata utilizzabile per le cacciate dei wc, per l'irrigazione o per la pulizia dell'edificio. L'uso potabile non è consentito.

### 3.5 Le tecnologie per lo smaltimento dei liquami

In questo paragrafo verranno considerate le principali tecniche per lo smaltimento dei liquami o acque nere nell'ambiente al fine di limitarne l'impatto sugli ecosistemi naturali. In particolare verranno trattati: impianti con filtri percolatori aerobici e anaerobici, impianti a fanghi attivi, impianti con sub-irrigazione e fitodepurazione.

#### 3.5.1 Impianti con filtri percolatori aerobici e anaerobici

Sono impianti che vengono utilizzati per trattare scarichi di origine civile che non recapitano in pubblica fognatura. La depurazione è di tipo biologico e si basa sull'azione depurativa esercitata dalla flora batterica che si sviluppa in corpi di riempimento ad elevata superficie specifica di cui sono riempiti i manufatti. Si possono avere microrganismi di tipo aerobico o anaerobico, di conseguenza esistono due tipi di impianto a filtro percolatore, anaerobico e aerobico. Questi impianti possono essere corredati da pre-trattamenti che consentono di migliorarne l'efficienza di funzionamento e di depurazione, in funzione delle caratteristiche dello scarico e del tipo di recapito finale.



Fig.42 Filtro percolatore aerobico, Sistemi per il recupero e trattamento di acque, manuale tecnico ISEA

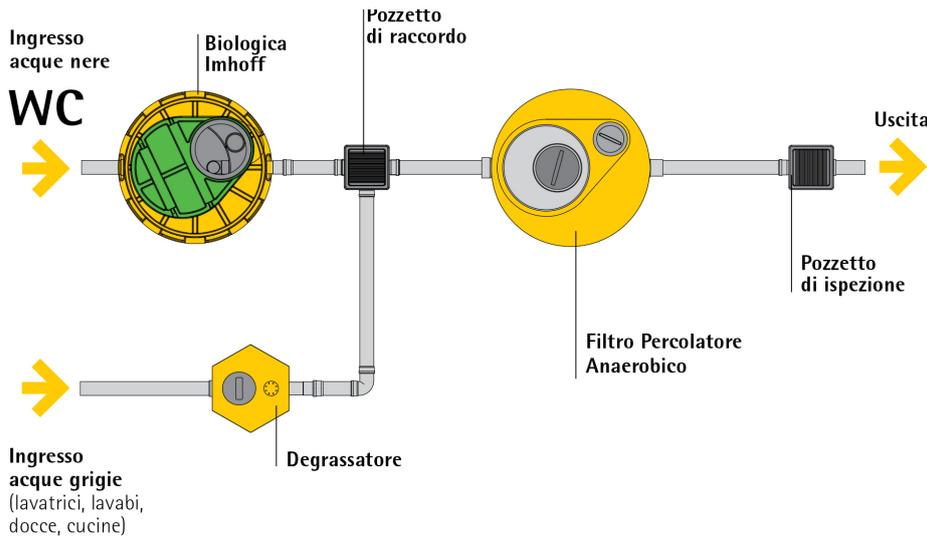


Fig.43 Esempio di configurazione impiantistica, Sistemi per il recupero e trattamento di acque, manuale tecnico ISEA

### 3.5.2 Impianti a fanghi attivi

Gli impianti a fanghi attivi o ad ossidazione totale vengono utilizzati, allo stesso modo dei filtri percolatori, per scarichi civili che non recapitano in pubblica fognatura. Il processo depurativo è biologico ed è basato sull'azione di batteri aerobici. I manufatti sono costituiti da una zona di ossidazione, all'interno della quale viene diffusa l'aria necessaria alla sopravvivenza dei batteri, e da una zona di sedimentazione, dove gli aggregati di fango più grandi si separano dal flusso idrico in uscita. Questi impianti possono essere corredati da pre e/o post trattamenti per migliorarne l'efficienza di depurazione complessiva.



Fig.44 Impianto a fanghi attivi, Sistemi per il recupero e trattamento di acque, manuale tecnico ISEA

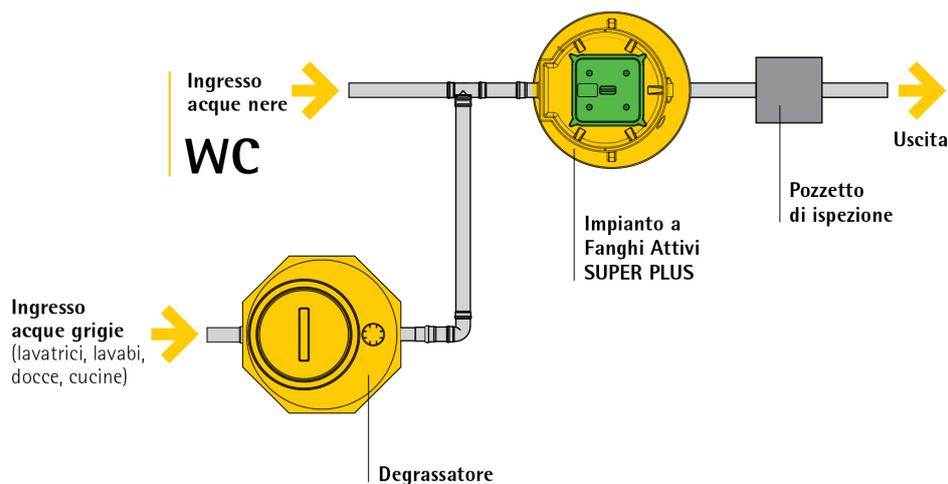


Fig.45 Esempio di configurazione impiantistica, Sistemi per il recupero e trattamento di acque, manuale tecnico ISEA

### 3.5.3 Impianti con sub-irrigazione e fitodepurazione

Anche gli impianti con sub-irrigazione e fitodepurazione vengono utilizzati per trattare scarichi civili che non recapitano in pubblica fognatura. I reflui in ingresso vengono distribuiti all'interno di vassoi, ciascuno contenente un numero adeguato di piante. La depurazione sfrutta la capacità di evapotraspirazione del terreno, sia in modo diretto, sia tramite piante, con l'assorbimento degli elementi organici dagli apparati radicali delle piante stesse. Le uniche acque in uscita dal sistema sono quelle piovane, che si hanno in corrispondenza di eventi meteorici; queste acque, comunque considerate diluite in modo sufficiente, possono essere allontanate tramite una tubazione di troppo pieno o riportate a monte tramite una stazione di ricircolo, garantendo così la completa assenza di scarico. Anche in questo caso possono essere opportuni pre-trattamenti per migliorare l'efficienza di depurazione complessiva.



Fig.46 Impianto con sub-irrigazione e fitodepurazione, Sistemi per il recupero e trattamento di acque, manuale tecnico ISEA

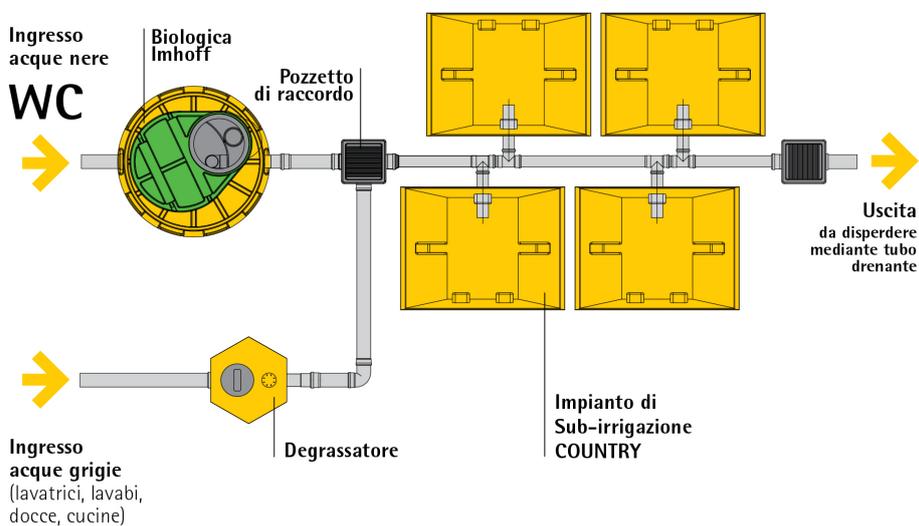


Fig.47 Esempio di configurazione impiantistica, Sistemi per il recupero e trattamento di acque, manuale tecnico ISEA

### **3.6 Le tecnologie per Il recupero e il riutilizzo delle acque nere**

Per il riutilizzo delle acque nere è necessaria una combinazione di processi di trattamento molto più complessi di quelli che sono stati trattati fino ad ora per il trattamento delle acque meteoriche e grigie. Di seguito sono riportati tutti i trattamenti necessari in sequenza:

- . Sedimentazione primaria, fossa biologica Imhoff o degrassatore
- . Ossidazione biologica, impianto a fanghi attivi con ricircolo fanghi
- . Debatterizzazione, bacino di contatto per disinfezione ed accumulo per filtrazione in pressione su letto misto quarzite/carboni attivi

#### **3.6.1 Sedimentazione primaria**

Le acque grigie devono essere pretrattate con l'obiettivo di separare i grassi, ovvero di rimuovere tutte le sostanze con peso specifico inferiore a quello del refluo. L'abbattimento dei grassi infatti è necessario poiché essi possono produrre svariati inconvenienti nelle fasi di trattamento successive. Lo strumento utile al fine appena descritto è il degrassatore, ovvero una vasca di calma in cui avviene la separazione per risalita o flottazione delle sostanze a peso specifico inferiore a quello dell'acqua e una prima sedimentazione di una parte dei solidi sospesi, che si depositano sul fondo della vasca. Le acque nere devono essere invece pretrattate tramite l'utilizzo di fosse biologiche Imhoff. All'interno di esse sono presenti due comparti: uno superiore di sedimentazione e uno inferiore di accumulo e digestione anaerobica dei fanghi sedimentati. I solidi sospesi sedimentabili, bloccati nel comparto di sedimentazione, precipitano, attraverso il passaggio di comunicazione tra le due zone, nel sottostante comparto di accumulo e digestione, dove le sostanze organiche subiscono la fermentazione anaerobica, con conseguente stabilizzazione dei fanghi prodotti.

#### **3.6.2 Ossidazione biologica**

I fanghi in uscita dalla fossa biologica Imhoff vengono ulteriormente trattati mediante impianti a fanghi attivi o ad ossidazione totale. Mediante questi impianti si ottiene un processo depurativo di tipo biologico, basato sull'azione dei batteri aerobici, che si nutrono della sostanza organica contenuta nei liquami in ingresso. Nello specifico gli

impianti a fanghi attivi sono divisi in una zona di ossidazione, all'interno della quale viene diffusa l'aria necessaria alla sopravvivenza dei batteri e in una zona di sedimentazione, dove gli aggregati di fango più grandi si separano dal flusso idrico in uscita. Successivamente a quest'ultima fase di sedimentazione, i fanghi residui vengono ricircolati per subire nuovamente il processo di ossidazione.

### **3.6.3 Deatterizzazione**

L'ultimo processo, ovvero la deatterizzazione avviene all'interno di un impianto dove avvengono tre fasi distinte: la disinfezione, la filtrazione in pressione, la deatterizzazione finale. La prima fase, la disinfezione, avviene in un bacino di contatto dove viene dosata una soluzione disinfettante (ipoclorito di sodio), al fine di garantire la rimozione di eventuali patogeni ancora presenti nelle acque di scarico. Il dosaggio della soluzione disinfettante avviene mediante una pompa dosatrice a membrana che preleva l'ipoclorito da un serbatoio di stoccaggio per immetterlo all'interno del compartimento. La seconda fase, la filtrazione in pressione, avviene all'interno di un contenitore cilindrico in acciaio zincato all'interno del quale sono posizionati, disposti a strati successivi, i letti filtranti in carbone attivo e quarzite. L'acqua in ingresso viene alimentata in pressione (3-4 bar) all'interno del filtro, allo scopo di vincere la resistenza opposta dal letto filtrante. Così si ottimizza la sua resa di filtrazione e, allo stesso modo, la rimozione di solidi sospesi presenti nell'acqua. Infine la terza fase, la deatterizzazione finale con raggi UV, di cui si è precedentemente parlato nel contesto degli impianti per il riuso delle acque meteoriche.

### 3.6.4 Sistemi di scarico per wc con compostaggio

Il sistema di compostaggio per i residui organici umani prodotti dai wc è essenzialmente costituito da un serbatoio di raccolta dove avviene una decomposizione aerobica e produzione di compost naturale. Le tipologie di wc compatibili con il sistema sono le seguenti: wc a secco (senza utilizzo di acqua), wc sottovuoto, wc a gravità tradizionali con limitato utilizzo di acqua. Per quanto riguarda i wc a secco, è necessario installarli sull'asse verticale in cui è posizionato il serbatoio di raccolta. Il processo di funzionamento è descritto nel seguente schema:

<b>1</b> Utilizzo del wc	<b>2</b> Ingresso nel serbatoio	<b>3</b> Ossigenazione
Gli utenti utilizzano il wc a secco, sottovuoto o tradizionale	I residui vengono convogliati nel serbatoio	Tramite un ventilatore è garantita la corretta ventilazione tramite una colonna di sfiato terminante in copertura
<b>4</b> Movimentazione meccanica	<b>5</b> Separazione dei liquidi	<b>6</b> Compostaggio
Tramite un sistema a rebbi i residui vengono movimentati a intervalli regolari per garantire la massima ossigenazione	Sul fondo del serbatoio i liquidi precipitati, in caso di eccesso, vengono separati dai residui solidi; altrimenti vengono reimmessi nella massa da compostare	Alla fine del processo di decomposizione si ottiene un prodotto detto "compost", di volume fino al 90% inferiore a quello di partenza. Il serbatoio deve essere svuotato una volta all'anno

Tab. 57 Schema di funzionamento sistema di WC con compostaggio, Rielaborato da Phoenix System

### **3.7 Le tecnologie per l'irrigazione delle aree verdi**

L'irrigazione delle aree verdi costituisce una quota fondamentale nel bilancio dei consumi idrici delle abitazioni monofamiliari, può pesare infatti dal 20% al 50% del fabbisogno complessivo [38]. Per questa ragione si prediligono impianti di irrigazione automatici, rispetto alla classica modalità, spesso utilizzata dagli utenti, di irrigazione a mano utilizzando tubi di gomma. Gli impianti automatici, quando configurati correttamente, consentono una corretta distribuzione dell'acqua e un apporto sufficiente con il minimo sforzo da parte dell'utente. Tra le tipologie d'irrigatori maggiormente diffusi vi sono: gli irrigatori dinamici, quelli statici e infine la micro-irrigazione.

#### ***3.7.1 Irrigatori dinamici***

Gli irrigatori dinamici o a turbina fanno uscire un getto d'acqua unico da una testa rotante. Vengono principalmente utilizzati per irrigare i prati, per questa ragione trovano grande applicazione nei campi sportivi (calcio, golf). In generale hanno gittate a partire dai 6 metri, fino ad arrivare anche a 30 metri. Inoltre esistono specifiche tecnologie per questo tipo di irrigatori, che hanno l'obiettivo di consumare un minor quantitativo di acqua; ad esempio attraverso la precipitazione uniforme e proporzionale del getto, che assicura una distribuzione uniforme del getto sull'area interessata; oppure attraverso l'utilizzo di un basso tasso di precipitazione (portata inferiore) si evita il ruscellamento dell'acqua. Infine esistono bocchigli speciali per avere gocce più grandi ed evitare che si abbiano dispersioni al di fuori dell'arco di lavoro.

#### ***3.7.2 Irrigatori statici***

Gli irrigatori statici a scomparsa si sollevano ad un'altezza compresa tra i 5 e i 15 cm da terra per irrigare zone erbose e fino a 30 cm per aiuole con piante più alte. Allo stesso modo degli irrigatori dinamici, gli irrigatori statici possono avere differenti archi di lavoro per assicurare una corretta distribuzione dell'acqua. Anche in questo caso esistono accortezze tecniche atte al risparmio idrico; ad esempio la regolazione della pressione per evitare l'atomizzazione (nebbia di gocce sottili che viene facilmente dispersa dal vento) e avere gocce più grandi. Inoltre esistono dispositivi integrati per

evitare che l'acqua dreni dall'irrigatore che si trova nel punto più basso dell'impianto, evitando l'impaludimento, l'erosione e il ruscellamento. Anche in questo caso esistono irrigatori statici a basso tasso di precipitazione, per una distribuzione di acqua inferiore nell'unità di tempo.

### **3.7.3 Microirrigazione**

L'irrigazione a goccia, detta anche microirrigazione, utilizza tubi e gocciolatori per fornire acqua a bassa portata direttamente sul terreno al di sopra dell'apparato radicale della pianta. Attraverso la gravità e l'azione capillare, l'acqua filtra lentamente nelle radici della pianta, riducendo la perdita d'acqua per evaporazione sulla superficie. Spesso risulta un metodo molto efficiente per l'irrigazione di alberi, arbusti, aiuole o siepi. Questa tecnologia, laddove sia appropriata, porta a un risparmio idrico dal 30 al 50% maggiore rispetto ai sistemi d'irrigazione tradizionale.

### **3.7.4 Altre tecnologie per favorire il risparmio idrico**

Esistono tuttavia ulteriori accorgimenti tecnologici per risparmiare acqua, un esempio sono i sensori di pioggia. Essi rilevano un livello preimpostato di precipitazione che spegne il sistema durante un evento piovoso e lo riaccende a sensore asciutto. I sensori devono essere posizionati lontano dal verde, in zone aperte come il tetto dell'abitazione. Esistono anche sensori di umidità, da posizionare all'interno dell'area verde per misurare l'umidità del terreno ed evitare un eccesso di acqua. Ne esistono due tipi: a tensiometri, costituiti da un tubo sigillato, riempito di acqua con punta ceramica porosa; e a blocchi di gesso. Entrambi misurano la resistenza elettrica, che aumenta quando il terreno si asciuga.

### 3.8 Edifici a ciclo zero

Un edificio a ciclo zero è progettato e realizzato per raggiungere i seguenti obiettivi:

Minimizzare il consumo totale di acqua
Massimizzare le fonti alternative di acqua
Minimizzare lo scarico di acque reflue negli edifici
Favorire il ritorno dell'acqua in uscita dall'edificio alla fonte di approvvigionamento originale

L'edificio a ciclo zero è un sistema idricamente neutro, in cui la somma delle acque provenienti da fonti alternative e di ritorno alla fonte di approvvigionamento originale, è uguale all'acqua complessivamente consumata. L'obiettivo del bilancio zero di acqua è preservare la quantità e la qualità delle fonti naturali di acqua evitandone il deterioramento e l'esaurimento, mediante l'utilizzo di fonti alternative e misure di massima efficienza.

Per verificare che un edificio risponda ai criteri appena messi in evidenza è necessario applicare a esso la seguente equazione:

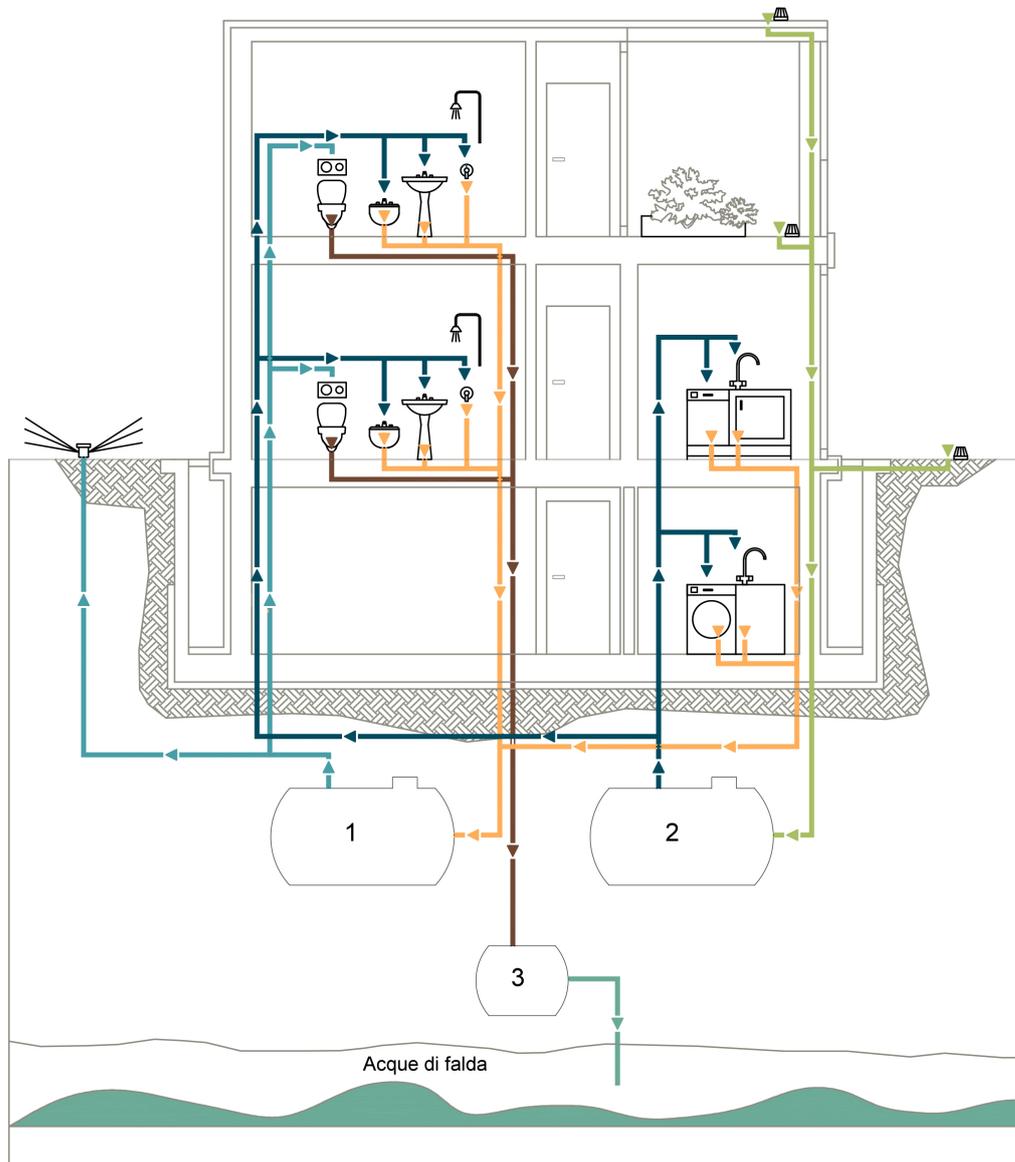
$$Usa di acqua da fonti alternative + Acque di ritorno = Usa di acqua totale$$

Dove:

- . Uso di acqua da fonti alternative      è la somma delle acque utilizzate, provenienti da fonti sostenibili (non potabili) nel corso di un anno.
- . Acque di ritorno      è la somma di acque raccolte all'uscita dell'edificio, che vengono riportate alla fonte originale nel corso di un anno
- . Uso di acqua totale      è la somma delle acque consumate e provenienti da tutte le fonti (potabili e non potabili) durante il corso di un anno

### 3.8.1 Scenario 1: L'edificio a ciclo zero ideale

L'edificio a ciclo zero ideale usa fonti di acqua alternative in loco per sopperire all'intero fabbisogno dell'edificio. Tutte le acque reflue in uscita dall'edificio sono trattate in loco e ritornano alla fonte originale di approvvigionamento.



	Acque potabili		Acque di falda
	Acque grigie		1
	Acque nere		2
	Acque meteoriche		3
	Acque recuperate		

Fig. 48 Schema edificio a ciclo zero ideale

**Bilancio delle acque**

Categoria	Sottocategoria	Valore* [m <sup>3</sup> /y]
Acqua potabile di rete	-	0
Acqua immessa in fognatura	Acque grigie espulse	0
	Acque nere espulse	0
Acqua da fonti alternative	Acque meteoriche recuperate	131,40
	Acque grigie recuperate	131,40
Acque di ritorno	Acque reimmesse nel ciclo naturale	10,95
Uso totale di acqua		273,75

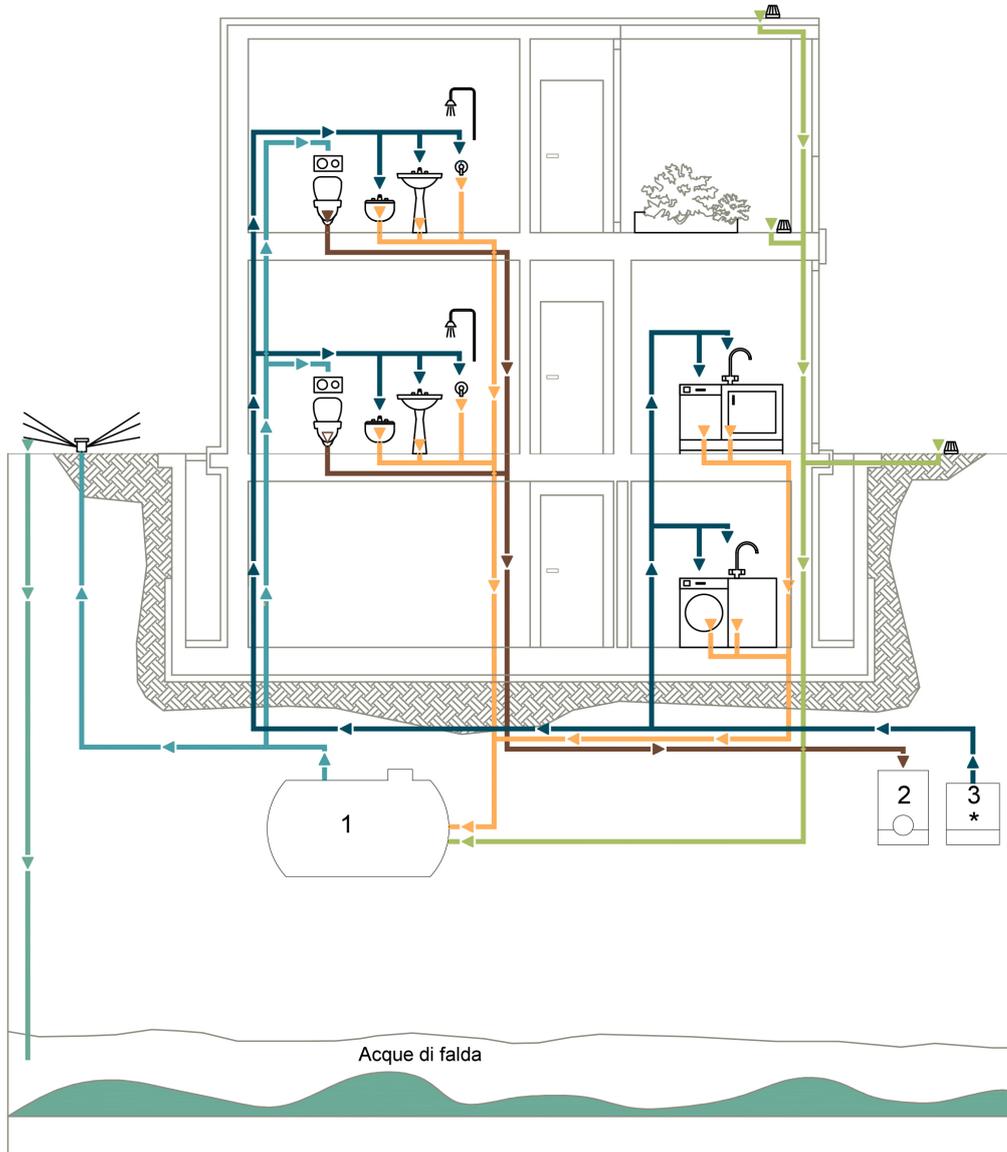
Tab. 58 Bilancio delle acque, Rielaborato da Net Zero Water Building Strategies, Federal Energy Management Programme

\* Valori calcolati per una famiglia di 4 persone, con consumo di acqua di 30 l/Ab.d per gli sciacqui dei wc e 90 l/ab.d per altri usi.

Come si può osservare dalla Tab.58, l'edificio dello scenario 1 non preleva acqua potabile dalla rete pubblica e non immette acqua nella rete fognaria, è completamente indipendente. L'acqua potabile viene garantita dal trattamento delle acque meteoriche, mentre l'acqua per le cacciate dei wc e per l'irrigazione è garantita dal trattamento delle acque grigie. Infine le acque nere sono depurate e reimmesse nell'ambiente naturale. Il bilancio complessivo risulta dunque chiuso, tutte le acque utilizzate sono equilibrate dalle acque provenienti da fonti alternative e da quelle reimmesse nel ciclo naturale. Naturalmente si tratta di uno scenario molto teorico, ad esempio non sono previsti sistemi di captazione alternativa di acqua potabile nel caso in cui le acque meteoriche non fossero sufficienti, inoltre il riutilizzo delle acque meteoriche per il consumo umano in paesi come l'Italia non è consentito. Per questi motivi di seguito verrà analizzato un secondo scenario, che risulta sicuramente di più facile applicazione.

### 3.8.2 Scenario 2: L'edificio a ciclo zero convenzionale

L'edificio a ciclo zero convenzionale bilancia il prelievo di acqua potabile dalla rete con l'utilizzo di acqua da fonti alternative e con le acque di ritorno garantite dalla permeabilità delle aree verdi.



	Acque potabili		Acque di falda
	Acque grigie	<b>1</b>	Trattamento e accumulo acque grigie
	Acque nere	<b>2</b>	Rete fognaria pubblica
	Acque meteoriche	<b>3</b>	Rete idrica pubblica
	Acque recuperate		

Fig. 49 Schema edificio a ciclo zero convenzionale

**Bilancio delle acque**

Categoria	Sottocategoria	Valore* [m <sup>3</sup> /y]
Acqua potabile di rete	-	131,40
Acqua immessa in fognatura	Acque grigie espulse	0
	Acque nere espulse	10,95
Acqua da fonti alternative	acque meteoriche recuperate	50
	acque grigie recuperate	131,40
Acque di ritorno	acque reimmesse nel ciclo naturale	131,40
Uso totale di acqua		312,80

Tab. 59 Bilancio delle acque, Rielaborato da Net Zero Water Building Strategies, Federal Energy Management Programme

\* Valori calcolati per una famiglia di 4 persone, con consumo di acqua di 30 l/Ab.d per gli sciacqui dei wc e 90 l/ab.d per altri usi.

Come si può osservare dalla Tab.59, l'edificio dello scenario 2, al contrario di quello dello scenario 1, preleva acqua potabile dalla rete pubblica e immette acqua nella rete fognaria, non è quindi completamente indipendente. L'acqua potabile viene garantita dalla rete pubblica, mentre l'acqua per le cacciate dei wc e per l'irrigazione è garantita dal trattamento delle acque grigie. Infine le acque nere sono immesse nella rete fognaria pubblica. Il bilancio complessivo risulta dunque in equilibrio, le acque totali utilizzate sono compensate dalle acque provenienti da fonti alternative e da quelle reimmesse nel ciclo naturale. Naturalmente non si tratta di ciclo chiuso, ma solo di un ciclo bilanciato. Questo scenario è molto più realistico del precedente, anche in relazione alla normativa italiana sul riutilizzo delle acque. Chiaramente i due scenari appena descritti sono solamente due esempi delle molteplici combinazioni che possono essere progettate al fine di ottenere un ciclo chiuso oppure bilanciato.

## 4. CASO DI STUDIO

### 4.1 Descrizione del caso di studio

#### 4.1.1 Inquadramento generale

Come caso di studio si è scelto il progetto preliminare di un edificio monofamiliare. Esso verrà sottoposto ad una serie di simulazioni progettuali, ipotizzando cinque differenti posizioni geografiche: Torino, Milano, Roma, Napoli, Palermo. Per ogni simulazione si valuteranno: consumi e costi idrici, punteggio LEED ottenuto, costi di realizzazione e manutenzione, rientro dell'investimento.

#### 4.1.2 Gli ambienti

L'edificio è costituito da due piani fuori terra (altezza complessiva 6,30 m), il piano terreno si trova alla quota +0 m, il piano primo alla quota + 3,20 m; e da un piano interrato che si trova a quota - 2,80 m, come la strada di accesso. Nel piano interrato vi è: un locale tecnico ( A ) dedicato agli impianti di climatizzazione, un locale tecnico (B) dedicato agli impianti idrici di adduzione, scarico e trattamento acque, una lavanderia, una cantina e infine un'autorimessa. Al piano terreno invece si trovano: un servizio igienico, uno studio, una camera da letto matrimoniale, la cucina e il soggiorno a doppio volume. Al piano primo sono posti: un servizio igienico, due camere da letto singole e una terrazza. Infine è presente un'area di manovra lastricata per l'accesso all'autorimessa, un'area verde a prato e una superficie lastricata.

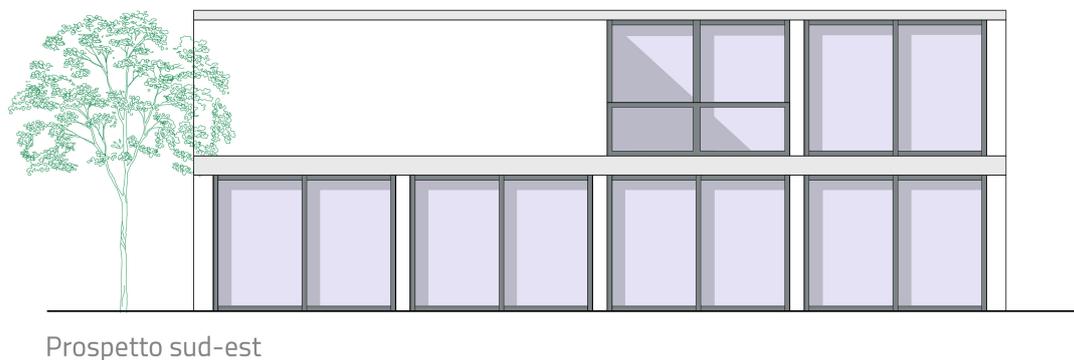


Fig.50 Prospetto caso di studio, fuoriscalda

### 4.1.3 Superfici

Nella Tab.58 sono indicate tutte le superfici suddivise per piano e per ambiente. Sono state calcolate: la superficie utile, la superficie accessoria (comprendente interrato, vano scala e terrazza) e le altre superfici rimanenti fuori dal computo (aree verdi, aree di manovra scoperte).

Piano	Superficie	Ambiente	Superficie
Interrato	119,71	Locale tecnico A	6,04
		Locale tecnico B	18,80
		Lavanderia	9,00
		Cantina	7,80
		Corridoio	8,50
		Autorimessa	63,57
		vano scala	6,00
<b>Superficie accessoria</b>		<b>30,58*</b>	
Terreno	116,79	Servizio	7,12
		Cucina	10,08
		Studio	10,30
		Camera	17,44
		Disimpegno	6,33
		Soggiorno	65,52
Primo	42,54	Servizio	8,88
		Camera A	12,28
		Camera B	12,73
		Disimpegno	8,65
<b>Superficie utile</b>		<b>159,33</b>	
Altro	432,63	Area esterna	118,75
		Area verde	200,00
		Terrazza P1	10,87
		Copertura	113,88
<b>Altre superfici</b>		<b>432,63</b>	

Tab.58 Resoconto delle superfici, caso di studio

\* Nel calcolo è compresa anche la terrazza del P1

Per le piante del piano interrato, terreno e primo, le sezioni e i prospetti si rimanda all'Allegato B.

#### 4.1.4 L'impianto idrico, gli apparecchi idrici

Nella Tab.60 sono elencati tutti gli apparecchi idrici presenti nell'edificio, suddivisi per piano e per ambiente. Nell'elenco sono indicati anche gli elettrodomestici che utilizzano acqua; è bene sottolineare che essi vengono considerati nel bilancio idrico dell'edificio, ma sono esclusi dall'attribuzione del punteggio LEED (il protocollo li esclude dal calcolo). Per identificare il consumo di tali apparecchi, all'interno del bilancio idrico, si è fatto ricorso ad un'indagine di mercato contenuta nell'Allegato C.

Si ricorda, per completezza, che la certificazione energetica italiana classifica l'efficienza energetica degli elettrodomestici, ma il consumo idrico annuale è solo dichiarato e non classificato. Sarebbe disponibile il sistema americano di certificazione, ovvero l'Energy Star, promosso dall'EPA, ma gli elettrodomestici in commercio in Italia non sono sottoposti a questo tipo di valutazione. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'Allegato D.

Piano	Ambiente	Apparecchi idrici
Interrato	Lavanderia	Lavabo
		Lavabiancheria
	Autorimessa	Lavabo
Terreno	Servizio	Lavabo
		Bidet
		WC
		Doccia
	Cucina	Lavabo
		Lavastoviglie
Primo	Servizio	Lavabo
		Bidet
		WC
		Doccia
Altro	Area verde	Irrigatori
	Terrazza P1	Rubinetti

Tab.60 Resoconto degli apparecchi idrici, caso di studio

#### **4.1.5 L'impianto idrico, il sistema di distribuzione delle acque potabili**

L'impianto idrico di distribuzione delle acque potabili è composto dai seguenti elementi: contatore di allaccio alla rete idrica pubblica (acquedotto), collettore di collegamento (collega il contatore esterno al locale tecnico dedicato agli impianti idrici, posto nell'interrato), due colonne di adduzione (posizionate in corrispondenza del locale tecnico dedicato agli impianti idrici), derivazioni interne principali (collegano la colonna di adduzione ai collettori), collettori idrici di distribuzione, derivazioni secondarie agli apparecchi idrici. Si considera compresa in questo impianto anche la derivazione a servizio degli apparecchi per l'irrigazione delle aree verdi esterne. Per il sistema di distribuzione appena descritto non sono stati effettuati dimensionamenti, poiché non rilevanti per gli obiettivi del presente elaborato.

#### **4.1.6 L'impianto idrico, il sistema di scarico delle acque usate**

L'impianto idrico di scarico delle acque usate è anzitutto suddiviso in: rete di scarico delle acque grigie e rete di scarico delle acque nere (questa suddivisione è stata prevista per favorire pretrattamenti idrici di diverso tipo prima dell'immissione in fognatura pubblica); rete di scarico delle acque piovane (si ipotizza infatti che la fognatura pubblica sia di tipo separativo, con rete dedicata alle acque piovane, fognatura bianca). Inoltre si tratta di una configurazione di impianto detto a "ventilazione primaria"[58], non trattandosi di un edificio particolarmente sviluppato in altezza, le colonne di scarico svolgono allo stesso tempo la funzione di colonne di ventilazione; per questo motivo è previsto uno sfiato direttamente in copertura (innalzato per almeno 30 cm). Per il sistema di scarico appena descritto non sono stati effettuati dimensionamenti, poiché non rilevanti per gli obiettivi del presente elaborato, ma è stato realizzato uno schema impiantistico in Fig.51.

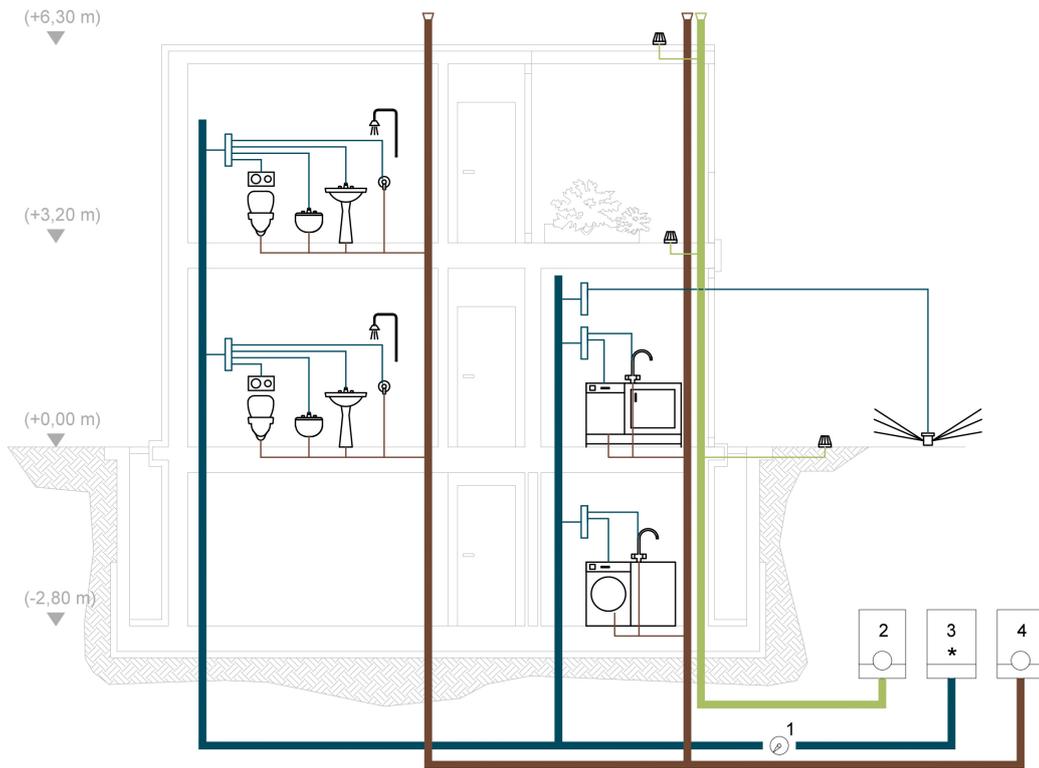


FIG.51 Schema impianti idrici di base, caso di studio

1	Contatore idrico	Acque piovane
2	Rete fognaria acque bianche	Acque potabili
3	Rete idrica pubblica	Acque nere
4	Rete fognaria acque nere	

#### 4.1.7 Simulazioni di progetto

Per l'edificio in questione saranno descritte le seguenti soluzioni progettuali, applicate alle 5 localizzazioni geografiche. Nel seguente schema sono presenti le specifiche generali di ciascuna soluzione.

Caso	Descrizione	Localizzazioni considerate
<b>A1</b>	. Apparecchi idrici a risparmio standard . Irrigazione dinamica a rotazione	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>A2</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>B1</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia . Recupero acque piovane per irrigazione	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>B2</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia . Recupero acque piovane per irrigazione e WC	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>C1</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia . Recupero acque piovane e grigie per irrigazione e WC	PA

Tab. 61 Casi di studio esaminati

## 4.2 Configurazione di base

Per procedere alle simulazioni progettuali e attribuire i punteggi LEED è necessario partire da una configurazione di base (Baseline) per i consumi indoor e outdoor, sulla quale valutare i risparmi. Per quanto la configurazione indoor, il consumo di base è calcolato sull'intero anno; nella configurazione outdoor invece, il consumo di base è calcolato sul mese di picco d'irrigazione (il mese con maggiore richiesta idrica).

APPARECCHI IDRICI IMPIEGATI		
Ambiente	Apparecchio idrico	Quantità
Autorimessa	Rubinetto lavabo	1
Cucina	Rubinetto lavabo	1
Cucina	Lavastoviglie*	1
Bagno	Rubinetto lavabo	2
Bagno	Rubinetto bidet	2
Bagno	Soffione doccia	2
Giardino	Irrigazione	1
Lavanderia	Lavabo	1
Lavanderia	Lavabiancheria*	1

Tab.62 Elenco apparecchi idrici impiegati

\*Apparecchi idrici non considerati nel calcolo del LEED Baseline

### 4.2.1 Calcolo consumi idrici di riferimento

Nella Tab.64 è descritto il calcolo dei consumi giornalieri e annuali di acqua indoor, comprensivi di elettrodomestici (lavabiancheria e lavastoviglie) e il valore LEED Baseline (esclude gli elettrodomestici), per il caso di studio (sono stati considerati 4 abitanti) e per singolo abitante. Per effettuare il calcolo sono state utilizzate le durate medie di utilizzo degli apparecchi idrici presenti nel Protocollo LEED. Di seguito nella Tab.62 sono elencati gli apparecchi idrici oggetto di calcolo: scarico WC, rubinetti per cucina, rubinetti per lavabo, docce; con i relativi tempi di utilizzo. Per i consumi outdoor si è proceduto con il metodo di calcolo Watersense Water Budget Approach (EPA), basato sui valori di precipitazione ed evapotraspirazione nel mese di picco d'irrigazione (per il calcolo dei crediti LEED) e per tutti i mesi dell'anno. Il Metodo di calcolo è spiegato dettagliatamente nell'Allegato E.

Apparecchio idrico	Uso	UM*
WC	5	f/d
Rubinetti cucina	4	min/d . Ab
Rubinetti	5	min/d . Ab
Docce	8	min/s . Ab

Tab.63 Tempi di utilizzo, Rielaborato da LEED V4 HOMES, 2017

\* Legenda unità di misura: f – flush, d – day, s – second, min – minute, Ab – abitante, y – year

CONSUMI IDRICI INDOOR						
Durate utilizzo e portate		LEED V4 HOMES				
Apparecchio idrico	Uso	UM*	Portata	UM*	Consumo	UM*
WC	5,00	f/d . Ab	6,00	l/f	30,00	l/d
Cucina	4,00	min/d . Ab	8,30	l/min	33,20	l/d
Rubinetti	5,00	min/d . Ab	8,30	l/min	41,50	l/d
Docce	8,00	min/s . Ab	9,50	l/min	76,00	l/d
Lavabiancheria	0,21	C/d	46,00	l/C	9,66	l/d
Lavastoviglie	0,25	C/d	11,20	l/C	2,80	l/d
Consumo giornaliero per abitante					193,16	l/d.Ab
Consumo giornaliero**					772,64	l/d
Consumo annuale per abitante					70 503,40	l/y.Ab
Consumo annuale**					282 013,60	l/y
Consumo annuale					282,01	m <sup>3</sup> /y
LEED BASELINE Indoor***					263,82	m <sup>3</sup> /y

Tab.64 Consumi idrici indoor

\* Legenda unità di misura: f – flush, d – day, s – second, min – minute, Ab – abitante, y – year, C – cycle

\*\* Riferito a 4 abitanti

\*\*\* Esclude gli elettrodomestici

CONSUMI IDRICI OUTDOOR					
Tipo di piante	Baseline	Tipo irrigazione	Baseline		
Localizzazione	Mese di picco	Domanda [mm]	Evapotraspirazione [mm]	Baseline [l]	Consumo annuo [l]
Torino	Luglio	64,00	126,00	25 172,00	136 598,00
Milano	Luglio	59,00	129,00	25 730,00	144 160,00
Roma	Luglio	148,00	164,00	32 736,00	200 736,00
Napoli	Luglio	127,00	145,00	29 078,00	189 848,00
Palermo	Luglio	175,00	177,00	35 464,00	264 758,00

Tab.65 Consumi idrici outdoor, Watersense Water Budget Approach (EPA)

### **4.3 Soluzione A1: Edificio con apparecchi a risparmio idrico standard**

#### **4.3.1 Descrizione**

Nella soluzione A1, l'edificio, rispetto alle condizioni di base (Baseline), è dotato di apparecchi idrici con tecnologie per ridurre i consumi idrici. I rubinetti e le docce sono dotati di riduttori di portata che garantiscono un minore utilizzo di acqua a parità di comfort, mentre i sistemi di sciacquo dei WC sono a doppio tasto con quantità di scarico limitata. Gli elettrodomestici (lavabiancheria e lavastoviglie) sono a basso consumo idrico, identificati come detto al Paragrafo 4.1.4 e il sistema d'irrigazione è costituito da semplici irrigatori dinamici a rotazione.

Si deve inoltre sottolineare che, sono stati scelti prodotti "standard" sia dal punto di vista del design, sia per quanto riguarda i materiali utilizzati; questo è importante per favorire eventuali confronti con altri prodotti.

#### **4.3.2 Apparecchi idrici impiegati**

Nella Tab.66 sono elencati tutti gli apparecchi idrici impiegati nel caso di studio, suddivisi per piano, ambiente e con specifica indicazione di portata. Le specifiche tecniche sono disponibili nell'Allegato F per gli apparecchi idrici sanitari indoor, nell'Allegato G per quelli outdoor (irrigazione). Inoltre nella Tab.66 si sono applicate le quattro etichette per la certificazione del consumo di acqua degli apparecchi idrici di cui si è trattato nel Capitolo 2. Grazie al loro utilizzo è possibile comprendere, in modo più chiaro ed esemplificativo, le performance di ogni apparecchio considerato.

Piano	Ambiente	Apparecchi idrici	Portate
Interrato	Lavanderia	Lavabo	5,70
		Lavabiancheria*	-
	Autorimessa	Lavabo	5,70
Terreno	Servizio	Lavabo	5,70
		Bidet	5,70
		WC	3,00 – 6,00
		Doccia	9,00
	Cucina	Lavabo	5,70
		Lavastoviglie*	-
Primo	Servizio	Lavabo	5,70
		Bidet	5,70
		WC	3,00 - 6,00
		Doccia	9,00
Altro	Area verde	Irrigatori dinamici	-
	Terrazza P1	Rubinetto	-

Tab.66 Apparecchi idrici scelti e relative portate, caso di studio

\*Apparecchi idrici non considerati nel calcolo

Apparecchio	Portata	WL	WELL	WELS	EPA
Rubinetto lavabo	5,70	A	A	✓ / ✓✓✓✓	OK
Rubinetto bidet	5,70	A	A	✓ / ✓✓✓✓	OK
Rubinetto cucina	5,70	A	A	✓✓ / ✓✓✓✓	OK
Doccia	9,00	C	A	✓ / ✓✓✓✓	NO
Rubinetto autorimessa	5,70	A	A	✓ / ✓✓✓✓	OK
Sciacquo WC	3,00-6,00	B	*** / ****	✓ / ✓✓✓✓	OK

Tab.67 Certificazione degli apparecchi idrici

### 4.3.3 Computo metrico estimativo

Di seguito nella Tab.68 sono elencati tutti gli apparecchi idrici utilizzati con relativi prezzi e quantità con l'obiettivo di stimare un costo complessivo degli stessi per il caso di studio.

Prodotto	Tipologia	Portata [l/min]	Marchio	Codice	Prezzo* [€]	Quantità
Eurostyle	rubinetto lavabo	5,70	Grohe	33558003A	129,00	2
Eurostyle	rubinetto bidet	5,70	Grohe	33565003A	129,00	2
Eurostyle	doccia leva	-	Grohe	33635003B	120,50	2
Rainshower classic	doccia set	9,00	Grohe	28770001B	225,00	2
Eurosmart	rubinetto cucina	5,70	Grohe	33202002A	136,50	1
Eurostyle	rubinetto autorimessa	5,70	Grohe	23569003B	190,50	1
Rapid SL	sciacquo wc	3,00-6,00	Grohe	38528001A	246,00	2
Skate cosmopolitan	piastra doppio tasto	-	Grohe	38732SHO	47,50	2
Rubinetto ¾"	rubinetto giardino	-	Reevo	33821655	9,35	2
Rotoroll Automatic	Avvolgitubo automatico 20mt.	-	Claber	8990	111,90	1
Idrospray 2000	Irrigatore a rotazione	18,00	Claber	8675	18,90	2
Precision	Irrigatore a pistola	-	Claber	9561	24,50	1
Totale					2 313,90	20

Tab.68 Computo metrico apparecchi idrici scelti, caso di studio

\* Prezzi da catalogo Grohe 2018

#### 4.3.4 Calcolo consumi idrici

Nella Tab.70 è descritto il calcolo dei consumi giornalieri e annuali di acqua, complessivi per il caso di studio (sono stati considerati 4 abitanti) e per singolo abitante. Per effettuare il calcolo sono state utilizzate le durate medie di utilizzo degli apparecchi idrici presenti nel Protocollo LEED V4 HOMES. Di seguito nella Tab.69 sono elencati gli apparecchi idrici oggetto di calcolo: scarico WC, rubinetti per cucina, rubinetti per lavabo, docce; con i relativi tempi di utilizzo.

Apparecchio idrico	Uso	UM*
WC	5	f/d
Rubinetti cucina	4	min/d . Ab
Rubinetti	5	min/d . Ab
Docce	8	min/s . Ab

Tab.69 Tempi di utilizzo, Rielaborato da LEED V4 HOMES, 2017

\* Legenda unità di misura: f – flush, d – day, s – second, min – minute, Ab – abitante, y – year

CONSUMI IDRICI INDOOR						
Durate utilizzo e portate	LEED V4 HOMES					
Apparecchi idrici	Grohe Ecojoy					
Apparecchio idrico	Uso	UM	Portata	UM	Consumo	UM
WC	5,00	f/d . Ab	4,00	L/f	20,00	l/d
Cucina	4,00	min/d . Ab	5,70	L/min	22,80	l/d
Rubinetti	5,00	min/d . Ab	5,70	L/min	28,50	l/d
Docce	8,00	min/s . Ab	9,00	L/min	72,00	l/d
Lavabiancheria	0,21	c/d	46,00	l/c	9,66	l/d
Lavastoviglie	0,25	c/d	11,20	l/c	2,80	l/d
<b>Consumo giornaliero pro-capite</b>					155,76	l/d.Ab
<b>Consumo annuale pro-capite</b>					56 852,40	l/y.Ab
<b>Consumo annuale totale</b>					227 409,60	l/y
<b>Risparmio rispetto a LEED Baseline</b>					14,20	%
<b>CREDITI LEED</b>					0/7	-

Tab.70 Consumi idrici indoor

\* Legenda unità di misura: f – flush, d – day, s – second, min – minute, Ab – abitante, y – year

\*\* Riferito a 4 abitanti

CONSUMI IDRICI OUTDOOR								
Tipo di piante	Prato	Tipo irrigazione	Statica a goccia					
Localizzazione	Mese di picco	Domanda [mm]	ETO [mm]	Baseline [l]	A1 [l]	Risparmio [%]	Consumo annuo [l]	Crediti LEED
Torino	Luglio	64,00	126,00	25 172,00	17 190,00	31,70	64 409,00	0/5
Milano	Luglio	59,00	129,00	25 730,00	17 062,00	33,70	65 396,00	0/5
Roma	Luglio	148,00	164,00	32 736,00	26 945,00	17,70	122 557,00	0/5
Napoli	Luglio	127,00	145,00	29 078,00	23 609,00	18,80	112 458,00	0/5
Palermo	Luglio	175,00	177,00	35 464,00	30 254,00	14,70	193 692,00	0/5

Tab.71 Consumi idrici outdoor, Watersense Water Budget Approach (EPA)

CONSUMI IDRICI TOTALI				
Localizzazione	Indoor [l/y]	Outdoor [l/y]	Totale [l/y]	Crediti LEED
Torino	227 409,60	64 409,00	291 819,03	0/12
Milano	227 409,60	65 396,00	292 806,46	0/12
Roma	227 409,60	122 557,00	349 967,03	0/12
Napoli	227 409,60	112 458,00	339 868,46	0/12
Palermo	227 409,60	193 692,00	421 102,17	0/12

Tab.72 Consumi idrici totali

Da quanto si può vedere nella Tab.72, i crediti LEED, relativi al consumo di acqua, ottenuti in tutte e cinque le localizzazioni sono pari a 0/12. Questo valore corrisponde circa ad un livello LEED non classificabile, poiché sotto la soglia minima per ottenere la certificazione. Risulta comunque soddisfatto il prerequisito relativo al consumo di acqua (risparmio del 10% rispetto al Baseline).

### 4.3.5 Costi idrici annuali

Tenuto conto dei consumi idrici annuali descritti nella Tab.73, sono stati calcolati i relativi costi idrici, tenendo conto delle cinque differenti localizzazioni geografiche di cui è stato detto in precedenza. Per il dettaglio sulle tariffe si rimanda all'allegato H.

Ubicazione	Consumo [m <sup>3</sup> ]	Quota fissa totale [€]	Quota fissa [€]	Tariffa idrica [€]	Tariffa reflui [€]	Tariffa depurazione [€]	Totale [€]
Torino	272,89	15,43		2,0384	0,2561	0,6828	884,26
Milano	273,88		0,499447	0,291409	0,139257	0,357169	435,82
Roma	331,04	40,9425		1,3205	0,2148	0,6195	1 272,55
Napoli	320,94	10,843053		1,86058	0,116225	0,310423	788,20
Palermo	402,18	28		1,712602	0,165449	0,441198	1 184,94

Tab.73 Costi idrici nelle cinque localizzazioni selezionate, caso di studio

## **4.4 Soluzione A2: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato**

### **4.4.1 Descrizione**

Nella soluzione A2, il caso di studio, rispetto alla soluzione A1, è dotato di apparecchi idrici che consentono un maggiore risparmio di acqua. I rubinetti e le docce sono dotati di riduttori di portata con migliori performance, che garantiscono un utilizzo di acqua ancora inferiore a parità di comfort, mentre i sistemi di sciacquo dei WC sono sempre a doppio tasto, ma con quantità di scarico ulteriormente limitata. Gli elettrodomestici ( lavabiancheria e lavastoviglie) sono, come per il caso A1, a basso consumo idrico, identificati come detto al Paragrafo 4.1.4 e il sistema d'irrigazione è costituito da un sistema a micro-irrigatori statici controllati da una centralina dotata di sensore di pioggia.

I prodotti scelti hanno sempre caratteristiche standard per quello che riguarda il design e i materiali utilizzati.

### **4.4.2 Apparecchi idrici impiegati**

Nella Tab.74 sono elencati tutti gli apparecchi idrici impiegati nel caso di studio, suddivisi per piano, ambiente, con specifica indicazione di portata e risparmio conseguito rispetto al caso A1. Nell'Allegato F sono disponibili le specifiche tecniche degli apparecchi idrici sanitari indoor, mentre nell'Allegato G quelle degli apparecchi idrici outdoor. Inoltre nella Tab.75, come per il caso A1, si sono applicate le quattro etichette per la certificazione del consumo di acqua degli apparecchi idrici di cui si è trattato nel Capitolo 2.

Piano	Ambiente	Apparecchi idrici	Portate	Risparmio**
Interrato	Lavanderia	Lavabo	3,80	- 35,00 %
		Lavabiancheria*	-	
	Autorimessa	Lavabo	3,80	- 35,00 %
Terreno	Servizio	Lavabo	3,80	- 35,00 %
		Bidet	3,80	- 35,00 %
		WC	3,00 – 4,50	- 12,50 %
		Doccia	5,70	- 37,00 %
	Cucina	Lavabo	3,80	- 35,00 %
		Lavastoviglie*	-	- 12,50 %
Primo	Servizio	Lavabo	3,80	- 35,00 %
		Bidet	3,80	- 35,00 %
		WC	3,00 – 4,50	
		Doccia	5,70	- 37,00 %
Altro	Area verde	Irrigatori statici	-	
	Terrazza P1	Rubinetto	-	

Tab.74 Apparecchi idrici scelti e relative portate, caso di studio

\*Apparecchi idrici non considerati nel calcolo

\*\*Risparmio rispetto al caso A1

Apparecchio	Portata	WL	WELL	WELS	EPA
Rubinetto lavabo	3,80	A	A	✓✓/✓✓✓	OK
Rubinetto bidet	3,80	A	A	✓✓/✓✓✓	OK
Rubinetto cucina	3,80	A	A	✓✓✓/✓✓✓	OK
Doccia	5,70	A	A	✓✓/✓✓✓	OK
Rubinetto autorimessa	3,80	A	A	✓✓/✓✓✓	OK
Sciacquo WC	3,00-4,50	A	****/****	✓✓✓/✓✓✓	OK

Tab.75 Certificazione degli apparecchi idrici

### 4.4.3 Computo metrico estimativo

Di seguito nella Tab.76 sono elencati tutti gli apparecchi idrici utilizzati con relativi prezzi e quantità con l'obiettivo di stimare un costo complessivo degli stessi per il caso di studio. In questo caso, al costo degli apparecchi relativi al caso A1, bisogna solamente aggiungere il costo dei riduttori di portata a maggiore performance.

Prodotto	Tipologia	Consumo	Marchio	Codice	Prezzo*	Quantità
Eurostyle	rubinetto lavabo	5,70	Grohe	33558003A	129,00	2
Accessori	set risparmio idrico	3,80	Grohe	48189000	16,00	2
Eurostyle	rubinetto bidet	5,70	Grohe	33565003A	129,00	2
Accessori	set risparmio idrico	3,80	Grohe	48189000	16,00	2
Eurostyle	doccia leva	nd	Grohe	33635003B	120,50	2
Rainshower classic	doccia set	9,00	Grohe	28770001B	225,00 + 20,00	2
Accessori	set risparmio idrico	5,70	Grohe	45933000	17,00	2
Eurosmart	cucina	5,70	Grohe	33202002A	136,50 + 20,00	1
Accessori	set risparmio idrico	3,80	Grohe	48189000	16,00	1
Eurostyle	autorimessa	5,70	Grohe	23569003B	190,50 + 20,00	1
Accessori	set risparmio idrico	3,80	Grohe	48189000	16,00	1
Rapid SL	wc	3,0-4,50	Grohe	38528001A	246,00	2
Aquadue Duplo	Programmatore 2 vie	33,00	Claber	8410	99,00	1
Anello stringitubo	tubi da 1/2	-	Claber	91096	6,00	30
Valvola drenaggio	tubi da 1/2	-	Claber	90920	5,60	2
Rain sensor	Sensore pioggia	-	Claber	90915	26,00	1
Raccordo autom.	tubi da 1/2	-	Claber	91009	3,00	2
Raccordo angolo	tubi da 1/2	-	Claber	91081	1,80	3
Tubo collettore	irrigaz. A goccia 50m	-	Claber	90366	22,00	1
Raccordo prolunga	tubi da 1/2	-	Claber	91076	3,00	1
Raccordo 3 vie	tubi da 1/2	-	Claber	91071	3,30	4
Microirrigatore	360° - 2"	4,50	Claber	90210	13,50	2
Microirrigatore	180° - 2"	4,50	Claber	90220	13,50	2
Microirrigatore	90° - 2"	4,50	Claber	90230	13,50	4
Gomito filetto	1/2" (15-21mm)	-	Claber	91082	2,00	4
Tre vie filetto	1/2" (15-21mm)	-	Claber	91072	1,80	4
<b>Totale</b>					<b>2 559,90</b>	<b>81</b>

Tab.76 Computo metrico apparecchi idrici scelti, caso di studio  
\*Prezzi da catalogo Grohe e Claber

#### 4.4.4 Calcolo consumi idrici

Nella Tab.77 è descritto il calcolo dei consumi giornalieri e annuali di acqua, complessivi per il caso di studio (sono stati considerati 4 abitanti) e per singolo abitante. Per effettuare il calcolo sono state utilizzate le durate medie di utilizzo degli apparecchi idrici presenti nel Protocollo LEED, come nel caso A1.

CONSUMI IDRICI INDOOR						
Durate utilizzo e portate	LEED V4 HOMES					
Apparecchi idrici	ECOJOY +					
Apparecchio idrico	Uso	UM*	Portata	UM*	Consumo**	UM*
WC	5,00	f/d	3,50	L/f	17,50	l/d
Cucina	4,00	min/d	3,80	L/min	15,20	l/d
Rubinetti	5,00	min/d	3,80	L/min	19,00	l/d
Docce	8,00	min/s	5,70	L/min	45,60	l/d
Lavabiancheria	0,21	c/d	46,00	l/c	9,66	l/d
Lavastoviglie	0,25	c/d	11,20	l/c	2,80	l/d
Consumo giornaliero per abitante					109,76	l/d.Ab
Consumo annuale per abitante					40 062,40	l/y.Ab
Consumo annuale					160 249,60	l/y
Risparmio rispetto a LEED Baseline					41,74	%
CREDITI LEED					4/7	-

Tab.77 Consumi idrici indoor

\* Legenda unità di misura: f – flush, d – day, s – second, min – minute, Ab – abitante, y – year

\*\* Riferito a 4 abitanti

CONSUMI IDRICI OUTDOOR								
Tipo di piante	Prato	Tipo irrigazione	Statica a goccia					
Localizzazione	Mese di picco	Domanda [mm]	ET0 [mm]	Baseline [l]	A1 [l]	Risparmio [%]	Consumo annuo [l]	Crediti LEED
Torino	Luglio	64,00	126,00	25 172,00	13 370,00	46,90	50 096,22	0/5
Milano	Luglio	59,00	129,00	25 730,00	13 271,00	48,40	50 864,22	0/5
Roma	Luglio	148,00	164,00	32 736,00	20 957,00	36,00	95 322,44	0/5
Napoli	Luglio	127,00	145,00	29 078,00	18 363,00	36,80	87 468,00	0/5
Palermo	Luglio	175,00	177,00	35 464,00	23 531,00	33,60	150 649,78	0/5

Tab.78 Consumi idrici outdoor, Watersense Water Budget Approach (EPA)

CONSUMI IDRICI TOTALI				
Localizzazione	Indoor [l/y]	Outdoor [l/y]	Totale [l/y]	Crediti LEED
Torino	160 249,60	50 096,00	210,34	4/12
Milano	160 249,60	50 864,00	211,11	4/12
Roma	160 249,60	95 322,00	255,57	4/12
Napoli	160 249,60	87 468,00	247,72	4/12
Palermo	160 249,60	150 649,00	310,90	4/12

Tab.79 Consumi idrici totali

Da quanto si può vedere nella Tab.79, i crediti LEED, relativi al consumo di acqua, ottenuti in tutte e cinque le localizzazioni sono pari a 4/12. Questo valore corrisponde circa ad un livello LEED BASE.



#### 4.4.5 Costi idrici annuali

Tenuto conto dei consumi idrici annuali descritti nella Tab.80, sono stati calcolati i relativi costi idrici, tenendo conto delle cinque differenti localizzazioni geografiche di cui è stato detto in precedenza. Per il dettaglio sulle tariffe si rimanda all'Allegato H.

Ubicazione	Consumo [m <sup>3</sup> ]	Quota fissa totale [€]	Quota fissa [€]	Tariffa idrica [€]	Tariffa reflui [€]	Tariffa depurazione [€]	Totale [€]
Torino	210,34	15,43		1,1991	0,2561	0,6828	465,15
Milano	211,11		0,499447	0,291409	0,139257	0,357169	271,26
Roma	255,57	40,9425		1,3205	0,2148	0,6195	591,65
Napoli	247,72	10,843053		1,86058	0,116225	0,310423	577,43
Palermo	310,90	28		2,140752	0,165449	0,441198	882,16

Tab.80 Costi idrici annuali

#### 4.4.6 Rientro dell'investimento

Nella seguente Tab.81 si confronteranno i due investimenti nel caso A1 e A2 e si valuterà il tempo di ritorno della differenza tra i due; questo tenendo conto del risparmio economico dovuto alla diminuzione dei consumi idrici (causata dall'installazione dei riduttori di portata).

Ubicazione	Investimento $\Delta$ [€]	Costi idrici A1 [€/y]	Costi idrici A2 [€/y]	Risparmio [€/y]	Ammortamento [mesi]
Torino	246,00	884,26	465,15	419,11	7
Milano	246,00	435,82	271,26	164,56	18
Roma	246,00	1272,55	591,65	680,90	4
Napoli	246,00	788,20	577,43	210,77	14
Palermo	246,00	1184,94	882,16	302,78	10

Tab.81 Rientro dell'investimento

Come si può notare l'investimento, nelle cinque differenti localizzazioni, rientra in un intervallo temporale che va da un minimo di 4 mesi ad un massimo di 18 mesi. Nella discussione dei risultati, Capitolo 5, verranno analizzati questi dati.

## 4.5 Soluzione B1: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato e recupero delle acque piovane per l'irrigazione

### 4.5.1 Descrizione

La soluzione B1 è basata sulla soluzione A2, alla quale è aggiunto un sistema di recupero delle acque meteoriche per uso irriguo. Per evitare di appesantire la trattazione non verranno elencate nuovamente tutte le dotazioni della soluzione A2, ma verranno riassunte di seguito.

Tipologia di apparecchi idrici indoor	A risparmio idrico elevato
Tipologia di apparecchi idrici outdoor	Sistema statico con microirrigatori

Tab.82 Apparecchi idrici

CONSUMI IDRICI TOTALI				
Localizzazione	Indoor [l/y]	Outdoor [l/y]	Totale [l/y]	Crediti LEED
Torino	160 249,60	50 096,00	210,34	4/12
Milano	160 249,60	50 864,00	211,11	4/12
Roma	160 249,60	95 322,00	255,57	4/12
Napoli	160 249,60	87 468,00	247,72	4/12
Palermo	160 249,60	150 649,00	310,90	4/12

Tab.83 Consumi idrici totali

### 4.5.2 Il sistema di raccolta delle acque meteoriche

Si è scelto un sistema di raccolta delle acque piovane, per uso irriguo, dotato di serbatoio di accumulo in polietilene, tubazione di by-pass per troppo pieno in PVC, filtro a cestello estraibile per grigliatura in PVC, tubo di aspirazione con valvola di fondo, centralina elettronica con elettropompa per la distribuzione dell'acqua e valvola a tre vie integrata per il controllo automatico. La scheda tecnica è disponibile nell'Allegato I. Il funzionamento del sistema è stato precedentemente descritto all'interno del Capitolo 3.

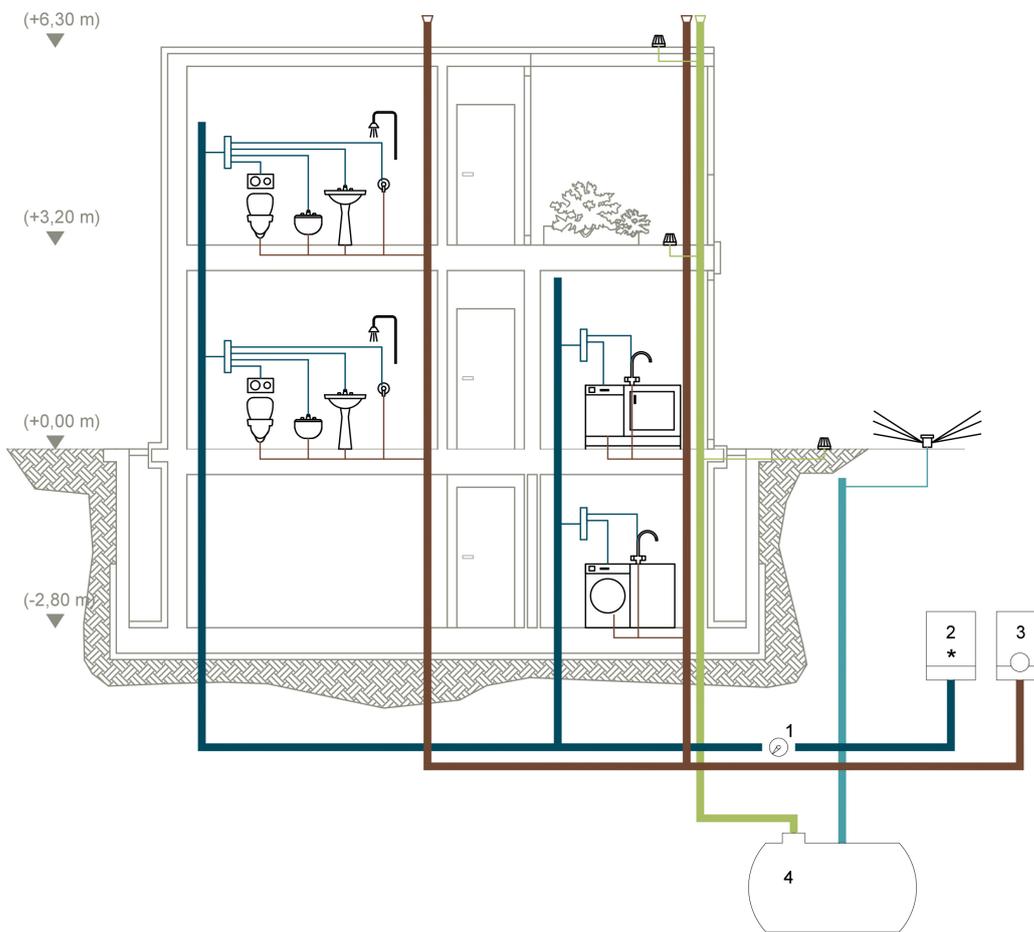


Fig.52 Schema impianti idrici di base, caso di studio

1	Contatore idrico	Acque piovane
2	Rete idrica pubblica	Acque potabili
3	Rete fognaria acque nere	Acque recuperate
4	Serbatoio acque piovane	Acque nere

### 4.5.3 Dimensionamento

Per dimensionare la vasca di accumulo si è seguita la procedura indicata nella UNI/TS 11445, descritta in precedenza nel Capitolo 3.

La stima di 300 litri /m<sup>2</sup> annui per l'irrigazione, indicata in tale normativa, è tuttavia un valore molto generico, che non tiene conto di alcune variabili, in primis la localizzazione geografica dell'impianto; tale valore è stato pertanto sostituito con il fabbisogno idrico LWR, calcolato come specificato nell'Allegato Ea.

Localizzazione	P [mm]	A [m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [-]	Q [l]	R [l]	V <sub>u</sub> [l]	V <sub>o</sub> [l]	Volume [l]
Torino	805	200	0,7	112 742,00	50 096,00	3 006,00	4 509,00	5 000,00
Milano	905	200	0,7	126 696,00	50 864,00	3 052,00	4 578,00	5 000,00
Roma	710	200	0,7	115 768,00	95 322,00	5 719,00	8 579,00	9 000,00
Napoli	772	200	0,7	108 038,00	87 468,00	5 248,00	7 872,00	8 000,00
Palermo	465	200	0,7	65 156,00	150 650,00	3 909,00	5 864,00	6 000,00

Tab.84 Dimensionamento vasca di accumulo acque meteoriche

Come si può notare dalla Tab.84, il dimensionamento è legato alla richiesta d'acqua (R), quando il regime pluviometrico è sufficiente a coprire il fabbisogno (Torino e Milano), mentre è legato al regime pluviometrico (Q, ovvero LWR), quando la richiesta d'acqua è superiore a esso.

Il problema è però stimare quanta acqua venga effettivamente risparmiata, per valutare un costo idrico. A questo scopo si è realizzato uno specifico metodo di calcolo, la cui descrizione è contenuta nell'Allegato Eb, con il quale nell'Allegato L si è valutato questo risparmio atteso mediante opportune analisi. Di seguito è presente la Tab.85 che riassume i risultati ottenuti.

Localizzazione	R <sub>a</sub> [l]	LWR [l]	R <sub>e</sub> [l]	R <sub>e</sub> [%]	Volume* [l]
Torino	112 742,00	50 096,22	50 096,22	100	5 000,00
Milano	126 695,00	50 864,22	50 864,22	100	5 000,00
Roma	99 372,00	95 322,44	53 006,44	56	10 000,00
Napoli	108 038,00	87 468,00	51 317,53	59	10 000,00
Palermo	65 156,00	150 649,78	61 968,44	41	6 000,00

Tab.85 Valutazione del risparmio idrico reale  
\*volumi uniformati alle taglie disponibili nel prezzario

Come si può notare i risultati di Roma, Napoli e Palermo indicano l'impossibilità di coprire tutto il fabbisogno idrico per l'irrigazione (LWR) con le sole acque piovane (tenendo conto dei volumi delle vasche di accumulo calcolati con la UNI/TS 11445). Una possibile soluzione è quella di aumentare il volume dei serbatoi, ma ciò costituisce un importante incremento del costo del sistema, a fronte di un beneficio non sostanziale. Infatti, durante i mesi senza irrigazione si registra un aumento del volume d'acqua accumulato pari all'incremento di volume del serbatoio, ma tale volume d'acqua viene esaurito completamente durante il primo mese d'irrigazione, senza ripercussioni positive sui mesi successivi e di conseguenza sul bilancio idrico totale. Pertanto, non potendo in alcuni casi raggiungere un risparmio del 100%, se non ipotizzando l'uso di serbatoi di dimensioni troppo elevate, si è deciso di porre una soglia di risparmio minimo accettabile, pari ad almeno il 50% del fabbisogno (LWR). Per questi motivi il caso di Palermo non risulta conveniente.

#### 4.5.4 Computo metrico estimativo

Di seguito nella Tab.86 sono elencati gli impianti di recupero delle acque con relativi prezzi e quantità con l'obiettivo di stimare un costo complessivo degli stessi per il caso di studio.

TORINO, MILANO					
Sezione	Codice	Descrizione	Volume [l]	Prezzo* [€]	Quantità
03	03.P20.A05.025	Serbatoio di accumulo per acqua piovana in polietilene, rinforzato da nervature, da interrare, pedonabile	5 000	1 854,75	1
03	03.P20.A07.005	Filtro per acqua piovana da installare in condotte di scolo all'aperto. In polietilene, maglia filtrante mm 0,2, per superfici di raccolta acqua piovana fino a m <sup>2</sup> 300		341,43	1
03	03.P20.A08.005	Filtri per acqua piovana da interrare, con chiusino di compensazione continua altezza e livello e piastra di copertura. In polietilene, maglia filtrante mm 0,2, per superfici di raccolta acqua piovana fino a m <sup>2</sup> 300		428,91	1
03	03.P20.A09.005	Unità di pompaggio con pompa centrifuga e centralina di comando, alimentazione integrativa automatica ad acqua potabile, raccordo troppo pieno con chiusino, pressostato, manometro e protezione contro il funzionamento a secco. Completa di materiale di fissaggio e di raccordo. Portata max m <sup>3</sup> /h 4, prevalenza da m 15 a m 40, dispositivo di comando con interruttore a galleggiante		1 764,48	1
Totale				4 389,57	4

Tab.86 Computo metrico estimativo, Torino e Milano, voci da Prezziario Piemonte 2018

ROMA, NAPOLI					
Sezione	Codice	Descrizione	Volume [l]	Prezzo* [€]	Quantità
03	03.P20.A05.035	Serbatoio di accumulo per acqua piovana in polietilene, rinforzato da nervature, da interrare, pedonabile	10 000	3 676,79	1
03	03.P20.A07.005	Filtro per acqua piovana da installare in condotte di scolo all'aperto. In polietilene, maglia filtrante mm 0,2, per superfici di raccolta acqua piovana fino a m <sup>2</sup> 300	-	341,43	1
03	03.P20.A08.005	Filtri per acqua piovana da interrare, con chiusino di compensazione continua altezza e livello e piastra di copertura. In polietilene, maglia filtrante mm 0,2, per superfici di raccolta acqua piovana fino a m <sup>2</sup> 300	-	428,91	1
03	03.P20.A09.005	Unità di pompaggio con pompa centrifuga e centralina di comando, alimentazione integrativa automatica ad acqua potabile, raccordo troppo pieno con chiusino, pressostato, manometro e protezione contro il funzionamento a secco. Completa di materiale di fissaggio e di raccordo. Portata max m <sup>3</sup> /h 4, prevalenza da m 15 a m 40, dispositivo di comando con interruttore a galleggiante	-	1 764,48	1
Totale				6 211,61	4

Tab.87 Computo metrico estimativo, Roma e Napoli, voci da Prezziario Piemonte 2018

PALERMO					
Sezione	Codice	Descrizione	Volume [l]	Prezzo* [€]	Quantità
03	03.P20.A05.030	Serbatoio di accumulo per acqua piovana in polietilene, rinforzato da nervature, da interrare, pedonabile	6 000	2 297,87	1
03	03.P20.A07.005	Filtro per acqua piovana da installare in condotte di scolo all'aperto. In polietilene, maglia filtrante mm 0,2, per superfici di raccolta acqua piovana fino a m <sup>2</sup> 300	-	341,43	1
03	03.P20.A08.005	Filtri per acqua piovana da interrare, con chiusino di compensazione continua altezza e livello e piastra di copertura. In polietilene, maglia filtrante mm 0,2, per superfici di raccolta acqua piovana fino a m <sup>2</sup> 300	-	428,91	1
03	03.P20.A09.005	Unità di pompaggio con pompa centrifuga e centralina di comando, alimentazione integrativa automatica ad acqua potabile, raccordo troppo pieno con chiusino, pressostato, manometro e protezione contro il funzionamento a secco. Completa di materiale di fissaggio e di raccordo. Portata max m <sup>3</sup> /h 4, prevalenza da m 15 a m 40, dispositivo di comando con interruttore a galleggiante	-	1 764,48	1
Totale				4 832,69	4

Tab.88 Computo metrico estimativo, Palermo, voci da Prezziario Piemonte 2018

#### 4.5.5 Costi di manutenzione

Nella Tab.89 sono elencati i costi di manutenzione previsti per un periodo di venti anni (ipotetico tempo di vita utile dell'impianto), tenendo conto delle indicazioni della UNI/TS 11445.

INTERVENTO A CADENZA DECENNALE M1				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
Nolo autobotte speciale idrodinamica per svuotamento e lavaggio serbatoio acqua piovana	€/H	1	90,00	90,00
Nolo furgone speciale attrezzato per interventi in spazi confinati	€/H	1	75,00	75,00
Manodopera specializzata operatore preposto	€/H	1	30,00	30,00
Preparazione mezzi/personale	€/CAD	1	195,00	195,00
Trasporto C/O impianto autorizzato CER 200304	€/CAD	1	115,00	
				505,00

Tab.89 Costi di manutenzione decennale M1

INTERVENTO A CADENZA ANNUALE M2				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
Manodopera operatore preposto	€/H	1	30,00	30,00
Preparazione mezzi/personale	€/CAD	1	95,00	95,00
				125,00

Tab.90 Costi di manutenzione annuale M2

TOTALE MANUTENZIONE				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
M1	€/CAD	2	505,00	1 010,00
M2	€/CAD	18	125,00	2 250,00
				3 260,00

Tab.91 Costi di manutenzione totale

#### 4.5.6 Calcolo consumi idrici

I consumi idrici indoor nel caso oggetto di studio sono i medesimi del Caso A2. Per quanto riguarda i consumi idrici outdoor, sono illustrati nella Tab.92. Seguono nella Tab.93 i consumi idrici totali.

CONSUMI IDRICI OUTDOOR							
Tipo di piante	Prato		Tipo irrigazione	Statica a goccia			
Localizzazione	Picco	Domanda [mm]	ET0 [mm]	Baseline [l]	B1 [l]	Risparmio [%]	Consumo annuo [l]
Torino	Luglio	64,46	126	25 172,00	0	100	0
Milano	Luglio	58,77	129	25 730,00	0	100	0
Roma	Luglio	148,08	164	32 736,00	18 773,33	42,65	46 316,00
Napoli	Luglio	126,99	145	29 078,00	15 787,11	45,71	40 150,22
Palermo	Luglio	175,32	177	35 464,00	23 251,55	34,44	88 681,33

Tab.92 Consumi idrici outdoor, Watersense Water Budget Approach (EPA)

Localizzazione	Indoor [l/y]	Outdoor [l/y]	Totale [l/y]	Acqua recuperata [l]	Totale [l]	Crediti LEED
Torino	160 249,60	50 096,00	210 345,60	50 096,22	160 249,38	6/12
Milano	160 249,60	50 864,00	211 113,60	50 864,22	160 249,38	6/12
Roma	160 249,60	95 322,00	255 571,60	53 006,44	202 565,16	6/12
Napoli	160 249,60	87 468,00	247 717,60	51 317,53	196 400,07	6/12
Palermo	160 249,60	150 649,00	310 898,60	61 968,44	248 930,16	6/12

Tab.93 Consumi idrici totali e valutazione LEED V4 HOMES

Da quanto si può vedere nella Tab.93, i crediti LEED, relativi al consumo di acqua, ottenuti in tutte e cinque le localizzazioni sono pari a 6/12. Questo valore corrisponde circa ad un livello LEED Argento.



#### 4.5.7 Costi idrici annuali

Tenuto conto dei consumi idrici annuali descritti nella Tab.94, sono stati calcolati i relativi costi idrici, tenendo conto delle cinque differenti localizzazioni geografiche di cui è stato detto in precedenza. Per il dettaglio sulle tariffe si rimanda all'allegato H.

Ubicazione	Consumo [l]	Quota fissa totale [€]	Quota fissa [€]	Tariffa idrica [€]	Tariffa reflui [€]	Tariffa depurazione [€]	Totale [€]
Torino	160,25	15,43		1,1991	0,2561	0,6828	358,04
Milano	160,25		0,499447	0,291409	0,139257	0,357169	206,29
Roma	202,57	40,9425		1,3205	0,2148	0,6195	477,43
Napoli	196,40	10,843053		1,86058	0,116225	0,310423	460,05
Palermo	248,93	28		1,712602	0,165449	0,441198	605,33

Tab.94 Costi idrici annuali

#### 4.5.8 Rientro dell'investimento

Nella seguente Tab.95 si confronteranno i due investimenti nel caso A2 e B1 e si valuterà il tempo di ritorno della differenza tra i due (senza considerare le spese di manutenzione); questo tenendo conto del risparmio economico dovuto alla diminuzione dei consumi idrici (causata dall'installazione del sistema di raccolta delle acque piovane).

Ubicazione	Investimento Δ [€]	Costi idrici A2 [€/y]	Costi idrici B1 [€/y]	Risparmio [€/y]	Ammortamento [anni]
Torino	7 895,57	884,26	358,04	526,22	15,00
Milano	7 895,57	435,82	206,29	229,54	34,40
Roma	9 717,61	1272,55	477,43	795,12	12,22
Napoli	9 717,61	788,20	460,05	328,14	29,61
Palermo	8 338,69	1184,94	605,33	579,60	14,39

Tab.95 Rientro dell'investimento, manutenzione inclusa

Come si può notare l'investimento, nelle cinque differenti localizzazioni, ha tempi di ammortamento che partono da un periodo minimo di 12 anni nel caso di Roma, fino ad un massimo di ben 34 anni nel caso di Milano.

## 4.6 Soluzione B2: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato e recupero delle acque piovane per l'irrigazione e i WC

### 4.6.1 Descrizione

La soluzione B2 è basata sulla soluzione B1, ma il sistema di recupero delle acque piovane viene utilizzato non solo per l'irrigazione, ma anche per le cacciate dei WC.

### 4.6.2 Il sistema di raccolta delle acque meteoriche

Si è scelto un sistema di raccolta delle acque piovane, per uso irriguo e domestico (WC e lavatrice), dotato di serbatoio di accumulo in polietilene, tubazione di by-pass per troppo pieno in PVC, filtro a cestello estraibile per grigliatura in PVC, tubo di aspirazione con valvola di fondo, centralina elettronica con elettropompa per la distribuzione dell'acqua e valvola a tre vie integrata per il controllo automatico, filtro multi-stadio. La scheda tecnica è disponibile nell'Allegato M. Il funzionamento del sistema è stato descritto in precedenza all'interno del Capitolo 3.

### 4.6.3 Dimensionamento

Per dimensionare la vasca di accumulo si è seguita la procedura indicata nella UNI/TS 11445, come per il baso B1. L'unica differenza riguarda il calcolo della richiesta di acqua, in questo caso infatti si aggiungono i consumi derivanti dalle cacciate dei WC.

Localizzazione	P [mm]	A [m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [-]	Q [l]	R [l]	V <sub>U</sub> [l]	V <sub>O</sub> [l]	Volume [l]
Torino	805	200	0,7	112 742,00	56 484,00	3 389,00	5 083,00	6 000,00
Milano	905	200	0,7	126 696,00	57 252,00	3 435,00	5 153,00	6 000,00
Roma	710	200	0,7	115 768,00	101 710,00	6 102,00	9 154,00	12 500,00
Napoli	772	200	0,7	108 038,00	93 855,50	5 631,00	8 447,00	9 000,00
Palermo	465	200	0,7	65 156,00	160 563,00	3 909,00	5 864,00	6 000,00

Tab.96 Dimensionamento vasche di accumulo acque meteoriche

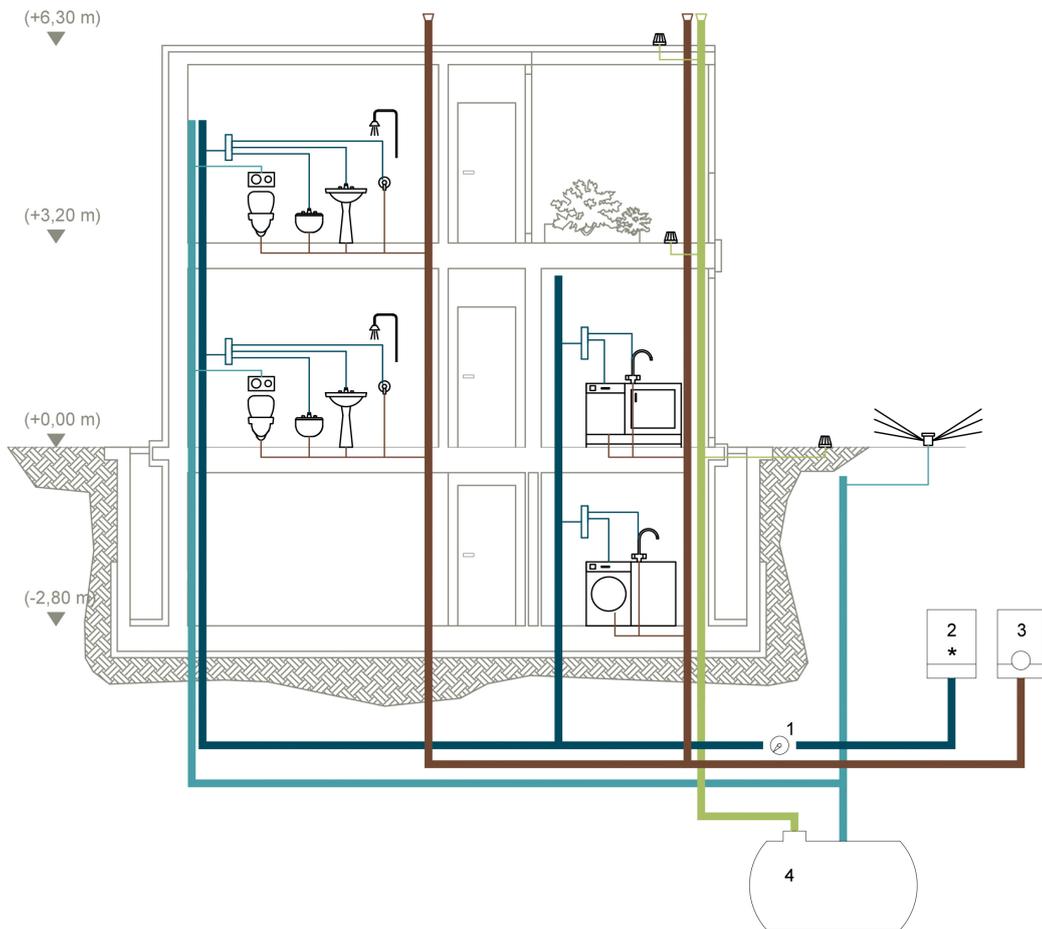


Fig.53 Schema impianti idrici di base, caso di studio

1	Contatore idrico	Acque piovane
2	Rete idrica pubblica	Acque potabili
3	Rete fognaria acque nere	Acque recuperate
4	Serbatoio acque piovane	Acque nere

Nella Tab.97 sono specificate invece le percentuali di acqua recuperata rispetto al fabbisogno totale. Anche in questa simulazione (come nel caso B1) il caso di Palermo

Localizzazione	R <sub>a</sub> [l]	LWR+WC [l]	R <sub>e</sub> [l]	R <sub>e</sub> [%]	Volume* [l]
Torino	112 742,00	56 484,00	56 484,00	100	6 000,00
Milano	126 695,00	57 252,00	57 252,00	100	6 000,00
Roma	99 372,00	101 710,00	58 836,00	58	12 500,00
Napoli	108 038,00	93 855,50	53 855,00	57	9 000,00
Palermo	65 156,00	160 563,00	63 578,00	40	6 000,00

Tab.97 Valutazione del risparmio idrico reale

\*volumi uniformati alle taglie disponibili nel prezzario

#### 4.6.4 Computo metrico estimativo

In questo caso non si è fatto riferimento al Prezziario del Piemonte, poiché esso non contiene i sistemi di recupero e trattamento acque in questione, ovvero con trattamento multi-stadio per uso WC. Si è dunque utilizzato un prodotto commerciale di un'azienda che opera nel settore. Nelle tabelle che seguono sono contenuti i computi metrici estimativi specifici di ogni localizzazione (differiscono per volume del serbatoio).

TORINO, MILANO, PALERMO						
Prodotto	Tipologia	Volume [l]	Marchio	Codice	Prezzo* [€]	Quantità
Riusa	Impianto automatico per uso irriguo e domestico (solo WC)	6 000,00	Isea	IS05052	6 790,00	1
Totale					6 790,00	1

Tab.98 Computo metrico estimativo Torino, Milano e Palermo

ROMA						
Prodotto	Tipologia	Volume [l]	Marchio	Codice	Prezzo* [€]	Quantità
Riusa	Impianto automatico per uso irriguo e domestico (solo WC)	12 5 000,00	Isea	IS05054	9 120,00	1
Totale					9 120,00	1

Tab.99 Computo metrico estimativo Roma

NAPOLI						
Prodotto	Tipologia	Volume [l]	Marchio	Codice	Prezzo* [€]	Quantità
Riusa	Impianto automatico per uso irriguo e domestico (solo WC)	9 000,00	Isea	IS05062	8 000,00	1
Totale					8 000,00	1

Tab.100 Computo metrico estimativo Torino, Milano e Palermo

#### 4.6.5 Costi di manutenzione

I costi di manutenzione sono gli stessi del Caso B1, seguono nella Tab.101

TOTALE MANUTENZIONE				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
M1	€/CAD	2	505,00	1 010,00
M2	€/CAD	18	125,00	2 250,00
Totale				3 260,00

Tab.101 Costi totale di manutenzione

#### 4.6.6 Calcolo consumi idrici

Nella Tab.102 è descritto il calcolo dei consumi giornalieri e annuali di acqua, complessivi per il caso di studio (sono stati considerati 4 abitanti) e per singolo abitante. Per effettuare il calcolo sono state utilizzate le durate medie di utilizzo degli apparecchi idrici presenti nel Protocollo LEED, come nel caso A1.

Localizzazione	Indoor [l/y]	Outdoor [l/y]	Totale [l/y]	Acqua recuperata [l]	Totale [l]	Crediti LEED
Torino	134 699,60	50 096,00	184 795,60	56 484,00	128 311,60	9/12
Milano	134 699,60	50 864,00	185 563,60	57 252,00	128 311,60	9/12
Roma	134 699,60	95 322,00	230 021,60	58 836,00	171 185,60	9/12
Napoli	134 699,60	87 468,00	222 167,60	53 855,00	168 312,60	9/12
Palermo	134 699,60	150 649,00	285 348,60	63 578,00	221 770,60	9/12

Tab.102 Consumi idrici totali e valutazione LEED V4 HOMES

Da quanto si può vedere nella Tab.102, i crediti LEED, relativi al consumo di acqua, ottenuti in tutte e cinque le localizzazioni sono pari a 9/12. Questo valore corrisponde circa ad un livello LEED Platino.



#### 4.6.7 Costi idrici annuali

Tenuto conto dei consumi idrici annuali, sono stati calcolati i relativi costi idrici, tenendo conto delle cinque differenti localizzazioni geografiche di cui è stato detto in precedenza. Per il dettaglio sulle tariffe si rimanda all'allegato H.

Ubicazione	Consumo [l]	Quota fissa totale [€]	Quota fissa [€]	Tariffa idrica [€]	Tariffa reflui [€]	Tariffa depurazione [€]	Totale [€]
Torino	116,33	15,43		0,9224	0,2561	0,6828	254,26
Milano	116,33		0,499447	0,291409	0,139257	0,357169	165,17
Roma	159,20	40,9425		0,7457	0,2148	0,6195	311,42
Napoli	156,33	10,843053		1,86058	0,116225	0,310423	395,81
Palermo	209,79	28		1,712602	0,165449	0,441198	542,34

Tab.103 Costi idrici annuali

#### 4.6.8 Rientro dell'investimento

Nella seguente Tab.104 si confronteranno i due investimenti nel caso A2 e B2 e si valuterà il tempo di ritorno della differenza tra i due (senza considerare le spese di manutenzione); questo tenendo conto del risparmio economico dovuto alla diminuzione dei consumi idrici (causata dall'installazione del sistema di raccolta delle acque piovane).

Ubicazione	Investimento Δ [€]	Costi idrici A2 [€/y]	Costi idrici B2 [€/y]	Risparmio [€/y]	Ammortamento [anni]
Torino	10 296,00	884,26	254,26	630,00	16,34
Milano	10 296,00	435,82	165,17	270,65	38,04
Roma	12 626,00	1 272,55	311,42	961,13	13,14
Napoli	11 506,00	788,20	395,81	392,39	29,32
Palermo	10 296,00	1 184,94	542,34	642,59	16,02

Tab.104 Rientro dell'investimento, manutenzione inclusa

Come si può notare l'investimento, nelle cinque differenti localizzazioni, ha tempi di ammortamento elevati, si parla infatti di un periodo minimo di 13 anni nel caso di Roma, fino ad un massimo di ben 38 anni nel caso di Milano.

## **4.7 Soluzione C1: Edificio con apparecchi a risparmio idrico elevato, recupero delle acque piovane e grigie per l'irrigazione e i WC**

### **4.7.1 Descrizione**

La soluzione C è basata sulla soluzione B2, ma oltre al sistema di recupero delle acque piovane è presente anche un sistema di raccolta delle acque grigie, entrambe finalizzati al riutilizzo per l'irrigazione e le cacciate dei WC. Questa soluzione verrà applicata solamente al caso di Palermo, esso è infatti il più gravoso dal punto di vista della richiesta di acqua.

### **4.7.2 Il sistema di raccolta delle acque grigie**

Il sistema di raccolta delle acque piovane scelto è lo stesso del caso B2, mentre quello per la raccolta delle acque grigie è della tipologia con membrane ad ultrafiltrazione. Il serbatoio di accumulo utilizzato per la raccolta delle acque grigie è quello delle acque meteoriche. La scheda tecnica del sistema di trattamento delle acque grigie è disponibile nell'Allegato N. Il funzionamento del sistema è stato descritto in precedenza all'interno del Capitolo 3.

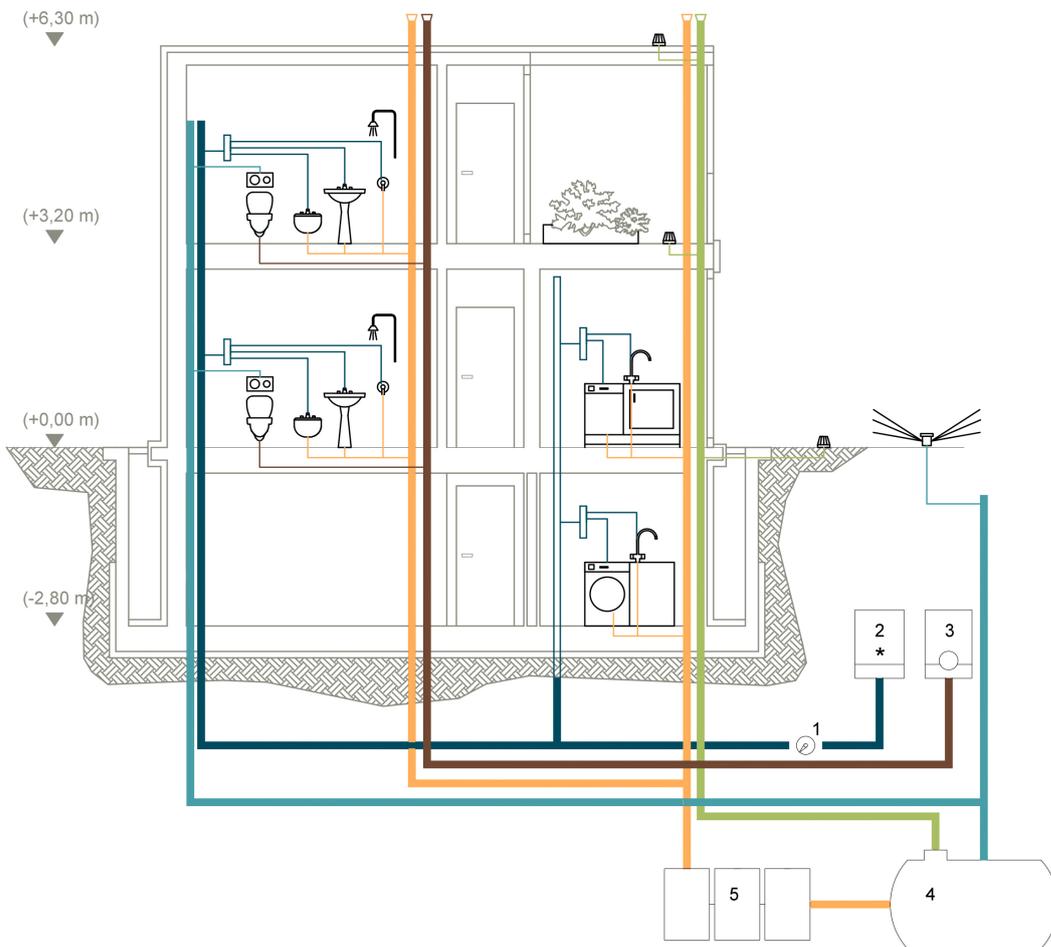


Fig.54 Schema impianti idrici di base, caso di studio

1	Contatore idrico	Acque piovane
2	Rete idrica pubblica	Acque potabili
3	Rete fognaria acque nere	Acque recuperate
4	Serbatoio acque piovane	Acque nere
5	Sistema trattamento acque grigie	Acque grigie

### 4.7.3 Dimensionamento

In questo caso i dimensionamenti da effettuare sono due:

- a. Vasca di accumulo acque grigie e nere
- b. Sistema di trattamento acque grigie

a. Per dimensionare la vasca di accumulo si è seguita la procedura indicata nella UNI/TS 11445, come per il baso B2. L'unica differenza riguarda il calcolo dell'acqua disponibile, in questo caso infatti alle acque piovane si aggiungono le acque grigie.

Localizzazione	P [mm]	A [m <sup>2</sup> ]	$\varphi$ [-]	Q [l]	Grey [l]	TOTALE [l]
Palermo	465,00	200	0,7	65 156,00	104 524,00	169 680,00

R [l]	V <sub>u</sub> [l]	V <sub>o</sub> [l]	Volume [l]
157 037,00	9 422,00	14 133,00	16 000,00

Tab.105 Dimensionamento vasca di accumulo acque meteoriche e grigie

b. Il dimensionamento del sistema di trattamento delle acque grigie è basato sulla quantità di acqua che viene trattata in un giorno. Si procede dunque alla stima delle acque grigie provenienti da lavandini, docce e bidet. Nella Tab.106 è illustrato il calcolo, per 4 persone, da cui si evince la necessità di un sistema che riesca a trattare almeno 319,2 litri/giorno.

Apparecchio	Acque grigie pro-capite* [l/d . Ab]	Acque grigie totali [l/d]
Rubinetti	15,20	60,80
Cucina	19,00	76,00
Docce	45,60	182,40
TOTALE		319,20

Tab.106 Stima acque grigie totali giornaliere  
\* si considerano 4 abitanti

Nella Tab.107 sono specificate invece le percentuali di acqua recuperata rispetto al fabbisogno totale, i calcoli sono contenuti nell'Allegato L.

Localizzazione	R <sub>a</sub> [l]	grey [l]	LWR+WC [l]	R <sub>e</sub> [l]	R <sub>e</sub> [%]	Volume* [l]
Palermo	65 156,00	29 127,00	157 037,00	92 763,00	59	16 000,00

Tab.107 Recupero reale di acqua

#### 4.7.4 Computo metrico estimativo

In questo caso, come nel precedente Caso B2, non si è fatto riferimento al Prezziario del Piemonte, poiché esso non contiene i sistemi di recupero e trattamento acque grigie per irrigazione e WC. Si sono dunque utilizzati prodotti commerciali di aziende che operano nel settore.

TORINO, MILANO, PALERMO						
Prodotto	Tipologia	Volume [l]	Marchio	Codice	Prezzo* [€]	Quantità
Riusa	Impianto automatico per uso irriguo e domestico (solo WC)	16 000,00	Isea	IS05052	13 360,00	1
Eco Gray	Impianto automatico per il trattamento delle acque grigie	500,00	Maji-Eco	393_18°. B	11 950,00	1
Totale					25 310,00	1

Tab.108 Computo metrico estimativo

#### 4.7.5 Costi di manutenzione

I costi di manutenzione sono gli stessi del Caso B2, per quello che riguarda il sistema di raccolta delle acque piovane, mentre si aggiungono ulteriori costi per la pulizia del sistema per il trattamento delle acque grigie, seguono nella Tab.109.

INTERVENTO A CADENZA DECENNALE M1				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
Nolo autobotte speciale idrodinamica per svuotamento e lavaggio serbatoio acqua piovana	€/H	1	90,00	90,00
Nolo furgone speciale attrezzato per interventi in spazi confinati	€/H	1	75,00	75,00
Manodopera specializzata operatore preposto	€/H	2	30,00	60,00
Preparazione mezzi/personale	€/CAD	1	195,00	195,00
Trasporto C/O impianto autorizzato CER 200304	€/CAD	1	115,00	
				535,00

Tab.109 Costi di manutenzione decennali M1

INTERVENTO A CADENZA ANNUALE M2				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
Manodopera operatore preposto	€/H	2	30,00	60,00
Preparazione mezzi/personale	€/CAD	1	95,00	95,00
				155,00

Tab.110 Costi di manutenzione annuali M2

TOTALE MANUTENZIONE				
Descrizione servizio	UM	Quantità	Prezzo	Importo
M1	€/CAD	2	535,00	1070,00
M2	€/CAD	18	125,00	2 250,00
				3 320,00

Tab.111 Costi di manutenzione totali

#### 4.7.6 Calcolo consumi idrici

Nella Tab.112 è descritto il calcolo dei consumi giornalieri e annuali di acqua, complessivi per il caso di studio (sono stati considerati 4 abitanti) e per singolo abitante. Per effettuare il calcolo sono state utilizzate le durate medie di utilizzo degli apparecchi idrici presenti nel Protocollo LEED, come nel caso A1.

Localizzazione	Indoor [l/y]	Outdoor [l/y]	Totale [l/y]	Acqua recuperata [l]	Totale [l]	Crediti LEED
Palermo	134 699,60	150 649,00	285 348,60	92 673,92	192 674,68	9/12

Tab.112 Consumi idrici totali e valutazione LEED V4 HOMES

Da quanto si può vedere nella Tab.112, i crediti LEED, relativi al consumo di acqua, ottenuti in tutte e cinque le localizzazioni sono pari a 9/12. Questo valore corrisponde circa ad un livello LEED Platino.



#### 4.7.7 Costi idrici annuali

Tenuto conto dei consumi idrici annuali descritti nella Tab.113, sono stati calcolati i relativi costi idrici, tenendo conto delle cinque differenti localizzazioni geografiche di cui è stato detto in precedenza. Per il dettaglio sulle tariffe si rimanda all'allegato H.

Ubicazione	Consumo [L]	Quota fissa totale [€]	Quota fissa [€]	Tariffa idrica [€]	Tariffa reflui [€]	Tariffa depurazione [€]	Totale [€]
Palermo	209,79	28		1,712602	0,165449	0,441198	542,34

Tab.113 Costi idrici annuali

#### 4.7.8 Rientro dell'investimento

Nella seguente Tab.114 si confronteranno i due investimenti nel caso A2 e B2 e si valuterà il tempo di ritorno della differenza tra i due (senza considerare le spese di manutenzione); questo tenendo conto del risparmio economico dovuto alla diminuzione dei consumi idrici (causata dall'installazione del sistema di raccolta delle acque piovane).

Ubicazione	Investimento Δ [€]	Costi idrici A1 [€/y]	Costi idrici A2 [€/y]	Risparmio [€/y]	Ammortamento [anni]
Palermo	28 870,00	1 184,94	392,37	792,57	36

Tab.114 Rientro dell'investimento, manutenzione esclusa

Come si può notare l'investimento, a Palermo, ha tempi di ammortamento molto elevati, si parla infatti di un periodo di 36 anni.



## 5. DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Nel presente capitolo verranno discussi i risultati ottenuti nel capitolo 4, relativi a cinque casi di studio esaminati:

Caso	Descrizione	Localizzazioni considerate
<b>A1</b>	. Apparecchi idrici a risparmio standard . Irrigazione dinamica a rotazione	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>A2</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>B1</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia . Recupero acque piovane per irrigazione	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>B2</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia . Recupero acque piovane per irrigazione e WC	TO,MI,ROMA,NA,PA
<b>C1</b>	. Apparecchi idrici a risparmio elevato . Irrigazione statica a goccia . Recupero acque piovane e grigie per irrigazione e WC	PA

Tab. 115 Casi di studio esaminati

In particolare, per ogni simulazione, si confronteranno i seguenti parametri, relativamente alle cinque localizzazioni geografiche:

Consumi idrici indoor	Consumi idrici outdoor	Consumi idrici totali
% di acqua recuperata	Crediti LEED ottenuti	Costo idrico totale-
Costo apparecchi idrici	Costo manutenzione	Rientro dell'investimento

Le valutazioni di carattere economico sono state elaborate a partire dal caso A1, considerato come caso base, i punteggi LEED attesi sono stati calcolati invece a partire dal caso detto "Baseline".

## **5.1 Torino**

Nella Tab.116 si possono notare i parametri precedentemente citati messi a confronto, nei differenti casi A1,A2,B1,B2. Il caso migliore dal punto di vista dei consumi e dei costi idrici è il B2, ovvero quello con recupero acque piovane per irrigazione e WC. Esso risulta positivo anche dal punto di vista dei crediti LEED ottenibili con il 100% di acque recuperate rispetto al fabbisogno (per irrigazione e WC). Dal punto di vista economico risulta accettabile poiché il recupero dell'investimento (10 296,00 €) avviene entro 16,3 anni (risparmiando 630,00 € annui). Ipotizzando un tempo di vita utile dell'impianto di almeno 20 anni sembra una soluzione conveniente.

Soluzione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /Y]	Costo idrico totale [€]	Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Crediti LEED
A1	227,41	64,41	0	291,82	884,26	2 313,90	0	0

Soluzione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /Y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /Y]	Costo idrico totale [€]	Risparmio ** [€]
A2	160,25	50,10	50,10	0	210,35	465,15	419,11
B1	160,25	50,10	50,10	100	160,25	358,04	526,22
B2	134,70	50,10	50,10	100	128,31	254,26	630

Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione*** [€]	Delta [€]	Rientro investimento [anni]	Crediti LEED
2 559,90	0	246,00	0,6	4
6 949,47	2 360,00	7 895,57	15,0	6
9 349,00	2 360,00	10296,00	16,3	8

Tab.116 Casi a confronto, Torino  
 \* con sistemi di raccolta acque, rispetto al fabbisogno  
 \*\* calcolato rispetto al caso A1  
 \*\*\* calcolato su un tempo di vita utile di 20 anni

## 5.2 Milano

Nella Tab.117 si possono notare i parametri precedentemente citati messi confronto, nei differenti casi A1,A2,B1,B2. Il caso migliore dal punto di vista dei consumi e dei costi idrici è il B2, ovvero quello con recupero acque piovane per irrigazione e WC. Esso risulta positivo anche dal punto di vista dei crediti LEED ottenibili con il 100% di acque recuperate rispetto al fabbisogno (per irrigazione e WC). Al contrario dal punto di vista economico non risulta accettabile poiché il recupero dell'investimento ( 10 296,00 €) avviene entro 38 anni. Ipotizzando un tempo di vita utile dell'impianto di almeno 20 anni non si riesce a recuperare l'investimento. Allo stesso modo anche il caso B1 non riesce a recuperare il costo dell'investimento ( 7985,57,00 €), poiché ci vorrebbero 34,4 anni contro i circa 20 di tempo di vita utile atteso. Questo risultato effettivamente deludente dipende principalmente dalle tariffe idriche vigenti nella città di Milano (Allegato C), esse non consentono infatti di avere un risparmio economico sufficiente a sostenere gli investimenti necessari a recuperare acqua. Lo stesso sistema, nella città di Torino risulta conveniente, all'interno di una configurazione di consumi idrici confrontabili.

Risulta comunque conveniente applicare il caso A2, ovvero l'utilizzo di apparecchi idrici a risparmio idrico elevato, poiché il tempo di rientro dell'investimento è molto rapido, appena 1,5 anni, a causa della differenza d'investimento esigua ( 246,00 €) rispetto al caso di base A1.

Soluzione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /Y]	Costo idrico totale [€]	Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Crediti LEED
A1	227,41	65,40	0	292,81	435,82	2 313,90	0	0

Soluzione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /Y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /Y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /Y]	Costo idrico totale [€]	Risparmio** [€]
A2	160,25	50,86	0	211,11	271,76	164,56
B1	160,25	50,86	100	160,25	206,29	229,54
B2	134,70	50,86	100	128,31	165,17	270,65

Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Delta [€]	Rientro investimento [anni]	Crediti LEED
2 559,90	0	246,00	1,5	4
6 949,47	2 360,00	7 985,57	34,4	6
9 349,00	2 360,00	10 296,00	38,0	8

Tab.117 Casi a confronto, Milano  
 \*con sistemi di raccolta acque, rispetto al fabbisogno  
 \*\* calcolato rispetto al caso A1

### 5.3 Roma

Nella Tab.118 si possono notare i parametri precedentemente citati messi confronto, nei differenti casi A1,A2,B1,B2. Il caso migliore dal punto di vista dei consumi e dei costi idrici è il B2, ovvero quello con recupero acque piovane per irrigazione e WC. Esso risulta positivo anche dal punto di vista dei crediti LEED ottenibili con il 57,8% di acque recuperate rispetto al fabbisogno (per irrigazione e WC). Dal punto di vista economico risulta accettabile poiché il recupero dell'investimento ( 12 626,00 €) avviene entro 13,1 anni ( risparmiando 961,13 € annui). Ipotizzando un tempo di vita utile dell'impianto di almeno 20 anni sembra una soluzione conveniente, anche migliore di quella di Torino. Questo risultato molto positivo deriva principalmente da un consumo idrico maggiore rispetto alla localizzazione di Torino (vi sono perciò margini di miglioramento più ampi) e da tariffe idriche (Allegato C) che premiano maggiormente il risparmio di acqua.

Soluzione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /y]	Costo idrico totale [€]	Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Crediti LEED
A1	227,41	122,56	0	349,97	1 272,55	2 313,90	0	0

Soluzione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /y]	Costo idrico totale [€]	Risparmio ** [€]	Crediti LEED
A2	160,25	95,32	0	255,57	591,65	680,90	4
B1	160,25	95,32	51,4	202,57	477,43	795,12	6
B2	134,70	95,32	57,8	171,19	311,42	961,13	8

Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Delta [€]	Rientro investimento [ann]	Crediti LEED
2 559,90	0	246,00	0,4	4
8 771,51	2 360,00	9 717,61	12,2	6
9 349,00	2 360,00	12 626,00	13,1	8

Tab.118 Casi a confronto, Roma  
\* con sistemi di raccolta acque, rispetto al fabbisogno  
\*\* calcolato rispetto al caso A1

## 5.4 Napoli

Nella Tab.119 si possono notare i parametri precedentemente citati messi confronto, nei differenti casi A1,A2,B1,B2. Il caso migliore dal punto di vista dei consumi e dei costi idrici è il B2, ovvero quello con recupero acque piovane per irrigazione e WC. Esso risulta positivo anche dal punto di vista dei crediti LEED ottenibili con il 100% di acque recuperate rispetto al fabbisogno (per irrigazione e WC). Dal punto di vista economico, al contrario, non risulta conveniente poiché il recupero dell'investimento ( 11 506,00 €) avviene in 29,3 anni. Ipotizzando un tempo di vita utile dell'impianto di almeno 20 anni non si riesce a recuperare l'investimento. Allo stesso modo anche nel caso B1 non si recupera l'investimento ( 9717,61,00 €), poiché ci vorrebbero 29,6 anni contro i circa 20 di tempo di vita utile atteso. Questo risultato insoddisfacente dipende principalmente dalle tariffe idriche vigenti nella città di Napoli, esse consentono infatti di avere un risparmio economico insufficiente a sostenere gli investimenti necessari a recuperare acqua. Lo stesso sistema, nella città di Roma è conveniente, all'interno di una configurazione di consumi idrici addirittura maggiori.

Risulta comunque conveniente applicare il caso A2, ovvero l'utilizzo di apparecchi idrici a risparmio idrico elevato, poiché il tempo di rientro dell'investimento ( 246,00 €) è molto rapido, appena 1,5 anni, a causa della differenza d'investimento esigua rispetto al caso di base A1.

Localizzazione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /y]	Costo idrico totale [€]	Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Crediti LEED
A1	227,41	112,46	0	339,87	788,20	2 313,90	0	0

Localizzazione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /y]	Costo idrico totale [€]	Risparmio ** [€]
A2	160,25	87,47	0	247,72	577,43	210,77
B1	160,25	87,47	54,1	196,40	460,05	328,14
B2	134,70	87,47	57,4	168,31	395,81	392,39

Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Delta [€]	Rientro investimento [anni]	Crediti LEED
2 559,90	0	246,00	1,2	4
8 771,51	2 360,00	9 717,61	29,6	6
10559,90	2 360,00	11 506,00	29,3	8

Tab.119 Casi a confronto, Napoli  
 \* con sistemi di raccolta acque, rispetto al fabbisogno  
 \*\* calcolato rispetto al caso A1

## 5.5 Palermo

Per la localizzazione di Palermo è presente anche il caso C1, si è voluto infatti valutare anche un sistema di recupero delle acque grigie combinato con quello per le acque piovane. Nella Tab.120 si possono notare i parametri precedentemente citati messi confronto, nei differenti casi A1,A2,B1,B2 e C1. Il caso migliore dal punto di vista dei consumi e dei costi idrici è il C1, ovvero quello con recupero acque piovane e grigie per irrigazione e WC. Esso risulta positivo anche dal punto di vista dei crediti LEED ottenibili con il 59% di acque recuperate rispetto al fabbisogno (per irrigazione e WC). Dal punto di vista economico, al contrario, non risulta accettabile poiché il recupero dell'investimento (28 870,00 €) avviene entro 36,4 anni. Ipotizzando un tempo di vita utile dell'impianto di almeno 20 anni è una soluzione non conveniente. Questo risultato decisamente negativo deriva principalmente da un costo dell'impianto molto alto, rispetto agli altri casi. Si parla infatti di ben 27 869,90 € contro i 9 349,90 € del caso B2, più del doppio a fronte di una differenza di recupero idrico del 18,5%.

Per questo motivo il caso B2 risulta più conveniente, l'investimento (10 296,00 €) viene infatti recuperato in 16 anni.

In generale sembra che i sistemi di recupero delle acque grigie siano più convenienti con volumi di acqua maggiori, ad esempio in edifici multifamiliari o commerciali, anche a causa dei notevoli costi di realizzazione.

Localizzazione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /y]	Costo idrico totale [€]	Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Crediti LEED
A1	227,41	193,69	0	421,10	1184,94	2 313,90	0	0

Localizzazione	Consumi idrici indoor [m <sup>3</sup> /y]	Consumi idrici outdoor [m <sup>3</sup> /y]	acqua recuperata* [%]	Consumi idrici totali [m <sup>3</sup> /y]	Costo idrico totale [€]	Risparmio ** [€]
A2	160,25	150,65	0	310,90	882,16	302,78
B1	160,25	150,65	41	248,93	605,33	579,60
B2	134,70	150,65	40,5	221,77	542,34	642,59
C1	134,70	150,65	59	192,67	392,37	792,57

Costo apparecchi idrici [€]	Costo manutenzione [€]	Delta [€]	Rientro investimento [anni]	Crediti LEED
2 559,90	0	246,00	0,8	4
7 392,59	2 360,00	8 338,69	14,4	6
9349,90	2 360,00	10 296,00	16,0	8
25 310,00	3 320,00	28 870,00	36,4	9

Tab.120 Casi a confronto, Palermo  
\*non sistemi di raccolta acqua piovana al fabbricato

## **5.6 Analisi complessiva**

Come si è potuto osservare, per ogni localizzazione è risultato conveniente applicare almeno il caso A2, ovvero l'installazione di apparecchi idrici ad elevato risparmio di acqua. A Roma e a Palermo è applicabile il caso B2 (impianto per il recupero delle acque piovane per l'irrigazione e i WC), preferibile rispetto al caso B1 (impianto per il recupero delle acque piovane per l'irrigazione), poiché vi è poca differenza in termini d'investimento e una grande differenza di risparmio idrico. Infine l'unico caso sviluppato di impianto per il recupero delle acque grigie, C1 a Palermo, ha messo in evidenza la scarsa convenienza di tale sistema per gli edifici monofamiliari.

## 6. CONCLUSIONI

L'acqua è determinante nel contesto dello sviluppo sostenibile, essa ne influenza infatti i tre aspetti principali: la società, l'economia e l'ambiente.

A livello sociale il problema più grave riguarda l'accesso limitato alle risorse idriche in alcuni paesi e i conseguenti effetti, come la povertà e le disuguaglianze; a livello economico la necessità di mitigare il rischio di scarsità idrica e i disastri legati all'acqua; mentre dal punto di vista ambientale la protezione degli ecosistemi.

Per far fronte alle possibili problematiche derivanti dalla cattiva gestione delle risorse idriche è necessario attuare nuove strategie efficaci capaci di dare risposte in tempi ragionevoli, a partire dalla scala mondiale fino ai singoli stati.

Su questa linea, a scala mondiale si posiziona l'Agenda Globale per lo Sviluppo Sostenibile, nei suoi 17 obiettivi, da raggiungere entro il 2030. Nello specifico l'obiettivo n°6 "Clear Water and Sanitation", di cui si è parlato in precedenza.

A livello europeo, è presente la comunicazione della Commissione al Parlamento europeo e al Consiglio, "Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione europea", riguardante il crescente problema della siccità in Europa. Essa fornisce inoltre una serie di punti chiave, di risposte per affrontare la situazione, riguardanti il prezzo dell'acqua, la pianificazione dell'uso del suolo, il finanziamento dell'efficienza idrica, la gestione del rischio siccità, la creazione di nuove infrastrutture idriche. Inoltre si pone l'accento in modo particolare sullo sviluppo della cultura del risparmio idrico, sulla conoscenza dei dati di consumo e quindi sulla consapevolezza dei cittadini.

In Italia il Ministero dell'Ambiente ha analizzato il posizionamento italiano rispetto ai target dell'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile, individuando cose fatte e cose da fare. Quello che emerge pone particolare attenzione al grave problema delle dispersioni della rete idrica italiana, arrivate a superare il 70% in alcuni comuni italiani.

In questo contesto estremamente complesso, il presente elaborato aveva l'obiettivo di mettere in luce le strategie che possono essere individuate all'interno degli edifici e nello specifico gli edifici monofamiliari, con il fine di ridurre l'impatto idrico complessivo. Si è parlato dunque di apparecchi idrici efficienti, di sistemi di certificazione ed etichettatura idrica, di impianti per il recupero delle acque e

dell'individuazione di un metodo per valutare i risparmi idrici attesi e la fattibilità economica degli investimenti atti al risparmio idrico. La conclusione alla quale si è giunti è che l'individuazione di strategie progettuali per il contenimento dei consumi idrici dipende fortemente dal tipo di edificio oggetto di studio e soprattutto dalla sua localizzazione geografica, non solo per questioni legate al clima, ma anche per le differenti tariffe idriche vigenti. Di conseguenza dipende anche dalla fattibilità economica degli interventi, tenendo conto anche della manutenzione necessaria per il corretto funzionamento dei sistemi considerati. Riguardo a quest'ultimo punto si sono ottenuti risultati particolarmente degni di nota. Si è notato che un sistema di recupero delle acque piovane per usi irrigui e WC, con consumi idrici dell'edificio confrontabili, fosse conveniente in una città (Torino), ma non in un'altra (Milano). Risultati simili sono stati ottenuti anche nelle altre localizzazioni e il motivo è di facile comprensione, alcune modalità di tariffazione idrica non premiano sufficientemente il risparmio idrico. Un altro risultato interessante riguarda l'analisi dell'applicazione di un sistema di recupero delle acque grigie, ovvero una tecnologia che consente il riutilizzo delle acque provenienti dagli scarichi dei lavandini (docce, bidet) mediante l'azione di membrane di ultrafiltrazione, nella localizzazione oggetto di studio con il maggiore impatto idrico (Palermo). Si è infatti riscontrata la non convenienza di tale soluzione, dovuta principalmente al costo troppo elevato dell'impianto a fronte di un risparmio idrico insufficiente a coprire l'investimento.

Tali risultati sono certamente limitati al solo caso di edificio monofamiliare, ma appaiono comunque rilevanti per proporre ulteriori analisi riguardanti altre tipologie edilizie. Ad pare interessante analizzare gli edifici residenziali plurifamiliari, per valutare sul piano dei costi e del rapporto costi/benefici, i sistemi di recupero delle acque grigie. In questa tipologia di edificio infatti viene prodotto un grande quantitativo di acque grigie e non sono disponibili molte acque piovane, a causa di una limitata superficie di copertura. Inoltre potrebbero essere analizzati edifici che richiedono un utilizzo particolarmente elevato di acqua, come gli impianti sportivi o gli orti e le serre urbane. Queste ulteriori simulazioni potrebbero fornire un'importante guida alla progettazione idrica sostenibile degli edifici.

Infine si vuole porre l'attenzione su un contributo molto innovativo, che potrebbe essere applicato in futuro nelle città italiane per favorire il risparmio di acqua o

semplicemente essere utilizzato come spunto per studiare nuove tariffe idriche utili a premiare i consumatori virtuosi. Si tratta di una start up che ha lanciato un progetto chiamato “Aquashares”, in Sonoma Valley [71]. Esso è definibile come un “mercato dell’acqua”, uno spazio virtuale online in cui ogni utente può guadagnare e commerciare crediti chiamati Aquashares. Ad un campione volontario di 300 cittadini è stato assegnato un AquaMark (valutazione del consumo idrico), basato su un algoritmo che tiene conto dell’utilizzo storico di acqua e del clima, per valutare il consumo idrico di base. A partire da quest’ultimo, ogni giorno si è valutato un guadagno (se si è consumato meno dell’AquaMark) o una perdita (se si è consumato di più dell’AquaMark). Alla fine l’utente ha la possibilità di vendere i suoi crediti Aquashares (entro certi limiti), di cederli in beneficenza, oppure di conservarli. Questo è un esempio evidente di come sia possibile creare nuove fonti idriche senza costruire nuove infrastrutture, ma partendo da ciò che è disponibile e cercando di ottimizzarlo al massimo.

Quella del contenimento dei consumi idrici è una sfida difficile, che come detto abbraccia un complesso di elementi sociali, economici, ambientali e proprio per questo deve essere affrontata con grande determinazione. Progettare edifici a impatto idrico ridotto, favorire nuove modalità nel mercato dell’acqua sono risposte possibili, ma necessitano entrambe della volontà degli individui, che deriva dalla consapevolezza di quanto sia importante la tutela dell’ambiente per le generazioni presenti e per quelle che verranno.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Franek, A., Koncagul, E., Connor, R., Hunziker, D., *L'acqua per un mondo sostenibile, fatti e cifre*, Rapporto 2015 delle Nazioni Unite sullo sviluppo delle risorse idriche mondiali, UN water, 2015
- [2] World Economics, 2014
- [3] D.Lgs 11 maggio 1999, n°152, *Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole (2) (3) (4)*
- [4] Schnurr, M., *Global water governance: Managing complexity on a global scale*, World Water Assessment Programme (WWAP), 2006
- [5] *Water, a shared responsibility*, World Water Development Report 2, The United Nations, 2006
- [6] *Managing Water under Uncertainty and Risk, Knowledge Base and Facing the Challenges*, The United Nations World Water Development Report 4, The United Nations Educational, 2012
- [7] Raut, S., Sarma, K.S.S., Das, D.K., *Study of irrigation and crop water requirements and growth of two Rabi crops grown in a semi arid region using agrometeorology and remote sensing*, Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 2006
- [8] Hein, M., *The Annual Report*, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 2012
- [9] *Coping with water scarcity in agriculture: a global framework for action in a changing climate*, United Nations Water/FAO, 2007
- [10] David, M., *Water for food, Water for life*, Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture, 2007
- [11] Sanctuary, M., Tropp, H., *Making water a part of Economic Development*, Stockholm International Water Institute, 2005
- [12] UNRIC, Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite, *Obiettivo 6: Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie*, [WWW Document]. Data (Accessed 13/03/2018)

- [13] Parolari, A.J., Katul, G.G., Porporato, A., *The Doomsday Equation and 50 years beyond: new perspectives on the human-water system*, Wires Water, 2015
- [14] Commissione delle Comunità Europee, *Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo e al Consiglio, Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione europea*, 18/07/2007
- [15] Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare, *Il posizionamento italiano rispetto ai 17 Obiettivi per lo Sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite*, Versione 3.0, 04/01/2017
- [16] Aoi, S., *Rete idrica sempre più colabrodo, bisogna investire 25 miliardi*, La Repubblica, 26 marzo 2018
- [17] White, C., *Understanding water scarcity: definitions and measurements*, Glob. Water forum 9-11, 2012
- [18] Kiang, T.T., *Singapore's experience in Water Demand Management*, Water Supply Departement (PUB), 2008
- [19] Government of Abu Dhabi, *The Water Resources management Strategy for the Emirate of Abu Dhabi 2014-2018*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2014
- [20] Giwa, A., Dindi, A., *An investigation of the feasibility of proposed solutions for water sustainability and security in water-stressed environment*, Khalifa University of Science and Technology , 2017
- [21] Gonzalez, R., Ouarda, T., Marpu, P., Allam, M., Eltahir, E., Pearson, S., *Water budget analysis in arid regions, application to the United Arab Emirates*, Water 8, 415, 2016
- [22] Murad, A.A., Al Nuaimi, H., Al Hammadi, M., *Comprehensive assesment of water resources in the United Arab Emirates (UAE)*, Water resour. Manag.21, 1449-1463, 2007
- [23] Walski, T.M., Richards, W.G., McCall, D.J., Deb, A.K., Morgan, J.M., *Calculating effectiveness of water conservation measures*, J. Environ, Eng. 111, 209-221, 1985
- [24] Abu Qdais, H.A., Al Nassay, H.I., *Effect of pricing policy on water conservation: a case study*, Water Policy 3, 207-214, 2001
- [25] Mayers, C., *The Water Conservation: a Method Approach* 19, 1996
- [26] United States Environment Protection Agency (US EPA), *Water-efficient Single-family New Home Specification Supporting Statement*, 2008

- [27] Shanin, S., Salem, M., *The challenges of water scarcity and the future of food security in the United Arab Emirates (UAE)*, Nat. Resour. Conserv 3, 1-6, 2015
- [28] The World Bank, *Agriculture, value added (% of GDP)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)
- [29] Pitman, K., McDonnell, R., Dawoud, M., *Abu Dhabi Water Resources Master Plan*, Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2009
- [30] Global Water Intelligence, *Regions and Countries: UAE*, Desaldata, 2015
- [31] Berkday, A., *Environmental approach and influence of red tide to desalination process in the Middle East region*, Int. J. Chem, Environ. Eng.2, 2011
- [32] Dessens, J., Sanchez, J.L., Berthet, C., Hermida, L., Merino, A., *Hail prevention by ground-based silver iodide generators: results of historical and modern field projects*, Atmos, Res, 170, 98-111, 2016
- [33] Griffith, D., Yorty, D., Beall, S., Flanagan, T., *Feasibility/design Study for a winter Cloud Seeding Program in the Lake Lopez and Salinas Reservoir Drainages*, California, San Luis Obispo County flood Control and Water Conservation District, California, 2017
- [34] ISTAT, *Censimento delle acque per uso civile*, Statistiche Report Istat, 2017
- [35] Giliberto, J., *L'allarme siccità, le piogge e consumi d'acqua. La mappa italiana*, Il Sole 24 Ore, 23/06/2017
- [36] Cassano, A., *Il climatologo Fazzini: "La Puglia usi i dissalatori e riduca gli sprechi d'acqua o sarà una steppa"*, La Repubblica di bari, 28/09/2017
- [37] Mari, L., *Rubinetti a secco a Roma, ecco il "cervellone" Acea per gestire l'emergenza acqua*, La Repubblica di Roma, 31/08/2017
- [38] American Water Works Association, *Landscaping and Xeriscape*, Consumer Water Center, Conservation Resources
- [39] The World Bank, *Annual freshwater withdrawals, total (billion cubic meters)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)
- [40] The World Bank, *Annual freshwater withdrawals, domestic (% of total freshwater)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)
- [41] The World Bank, *Annual freshwater withdrawals, agriculture (% of total freshwater)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)

- [42] The World Bank, *Annual freshwater withdrawals, industry (% of total freshwater)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)
- [43] The World Bank, *Renewable internal freshwater resources per capita (cubic meters)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)
- [44] The World Bank, *Renewable internal freshwater resources total (billion cubic meters)*, [WWW Document]. Data (Accessed 15/01/2018)
- [45] UNRIC, Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite, *Obiettivo 13: Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico*, [WWW Document]. Data (Accessed 13/03/2018)
- [46] *European water label*, CEI-Associazione europea dell'industria delle valvole e rubinetteria, [WWW Document]. Data (Accessed 13/03/2018)
- [47] *Raccolta dati e infrastrutture, metering all'avanguardia*, Sensus Xylem Water Solutions Italia, 2017
- [48] Onabanjo, T., Kolios, A., Patchigolla, K., Wagland, S., Fidalgo, B., Jurado, N., Hanak, D., Manovic, V., Parker, A., McAdam, E., Williams, L., Tyrrel, S., Cartmell, E., *An experimental investigation of the combustion performance of human faeces*, Cranfield University UK, 2016
- [49] Hanak, D., Manovic, V., Parker, A., McAdam, E., Williams, L., Tyrrel, S., *Faecal-wood biomass co-combustion and ash composition analysis*, Offshore Renewable Energy Engineering Centre, Cranfield University UK, 2017
- [50] Cruddas, P.H., Parker, A., Gormley, A., *User perceptions and practical considerations for implementation of advanced sanitation technologies: a case study of the Nano Membrane Toilet from Kumasi*, Ghana, 39<sup>th</sup> WEDC International Conference, Kumasi, Ghana, 2016
- [51] Allen, R., Pereira, L., Raes, D., Smith, M., *Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements*, FAO Irrigation and drainage paper 56, 1998
- [52] *The Water Resources Management Strategy for the Emirate of Abu Dhabi*, Government of Abu Dhabi
- [53] Watson, S., *Consuming water smartly: the significance of sociocultural differences to water-saving initiatives*, Local Environment Journal, volume 22, 2017

[54] Wezel, A., Casagrande, M., Celette, F., Vian, J.F., Ferrer, A., Peigné, J., *Agroecological practices for sustainable agriculture. A review*, Departement of Agroecology and Environment, ISARA Lyon, 2013

[55] Harou, J.J., Garrone, P., Rizzoli, A.E., Maziotis, A., Castelletti, A., Fraternali, P., Novak, J., Wissmann-Alves, R., Ceschi, P.A., *Smart Metering, Water Pricing and Social Media to Stimulate Residential Water Efficiency: Opportunities for the SmartH2O Project*, 16th Conference on Water Distribution System Analysis, WSDA, 2014

[56] *Wastewater, the Untapped Resource*, The United Nations World Water Development Report, 2017

#### Aziende

[57] *Sistemi per il trattamento e recupero acque*, Manuale tecnico ISEA, 2017

[58] *Listino prezzi Grohe*, Grohe, 2018

[59] *Impianti sanitari sottovuoto*, Pozzoli depurazione, 2017

[60] *Phoenix Composting toilet, residential models*, ACS, Advanced composting systems, [WWW Document]. Data (Accessed 10/03/2018)

[61] *Waterless toilet solutions*, Biolet, [WWW Document]. Data (Accessed 10/03/2018)

[62] *Dry composting toilet*, Ekolet, [WWW Document]. Data (Accessed 10/03/2018)

#### Normativa

[63] Decreto 2 maggio 2006, *Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio. Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, ai sensi dell'articolo 99, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152*

[64] UNI/TS 11445, *Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano, progettazione, installazione e manutenzione, maggio 2012*

[65] UNI EN 12056-2, *Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici, impianti per acque reflue, progettazione e calcolo, 30/09/2001*

#### Protocolli di certificazione

[66] UNI/PdR 13.1:2015, *Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità, Edifici Residenziali*

[67] UNI/PdR 13.1:2015, *Sostenibilità ambientale nelle costruzioni – Strumenti operativi per la valutazione della sostenibilità, Inquadramento generale e principi metodologici*

[68] *LEED V4 HOMES*, US GBC, versione V4, 2017

[69] *BREEAM International New Construction, Technical manual*, Bre UK, versione 2.0, 2016

[70] *Living Building Challenge 3.1*, International Living Future Institute and Cascadia Green Building Council, versione 3.1, 2016

[71] Workman, J., *The evolution, and innovation, of an urban water trading system, Provisional summary report assessment, a pilot demonstration project to establish a prototype online water savings marketplace*, California Water Foundation and Sonoma Country Water District, 2017



## **8. ALLEGATI**

- A Requisiti di qualità delle acque reflue
- B Caso di studio: piante, prospetti e sezioni
- C Determinazione del valore di consumo idrico, elettrodomestici sul mercato italiano
- D Le etichette idriche degli elettrodomestici, sistema Italia e Usa a confronto
- E<sub>a</sub> Metodo di calcolo, Watersense Water Budget Approach
- E<sub>b</sub> Metodo di calcolo, acqua meteorica effettivamente recuperata
- F Schede tecniche apparecchi idrici indoor
- G Schede tecniche apparecchi idrici outdoor
- H Le tariffe idriche nelle 5 localizzazioni: Torino, Milano, Roma, Napoli, Palermo
- I Schede tecniche sistema di recupero acque meteoriche
- L<sub>a</sub> Simulazioni di calcolo, risparmio idrico effettivo vasche di accumulo, soluzione B1
- L<sub>b</sub> Simulazioni di calcolo, risparmio idrico effettivo vasche di accumulo, soluzione B2
- L<sub>c</sub> Simulazioni di calcolo, risparmio idrico effettivo vasche di accumulo, soluzione C1
- M Schede tecniche sistema di recupero acque meteoriche
- N Schede tecniche sistema di recupero acque grigie

# ALLEGATO A

REQUISITI DI QUALITÀ DELLE ACQUE REFLUE

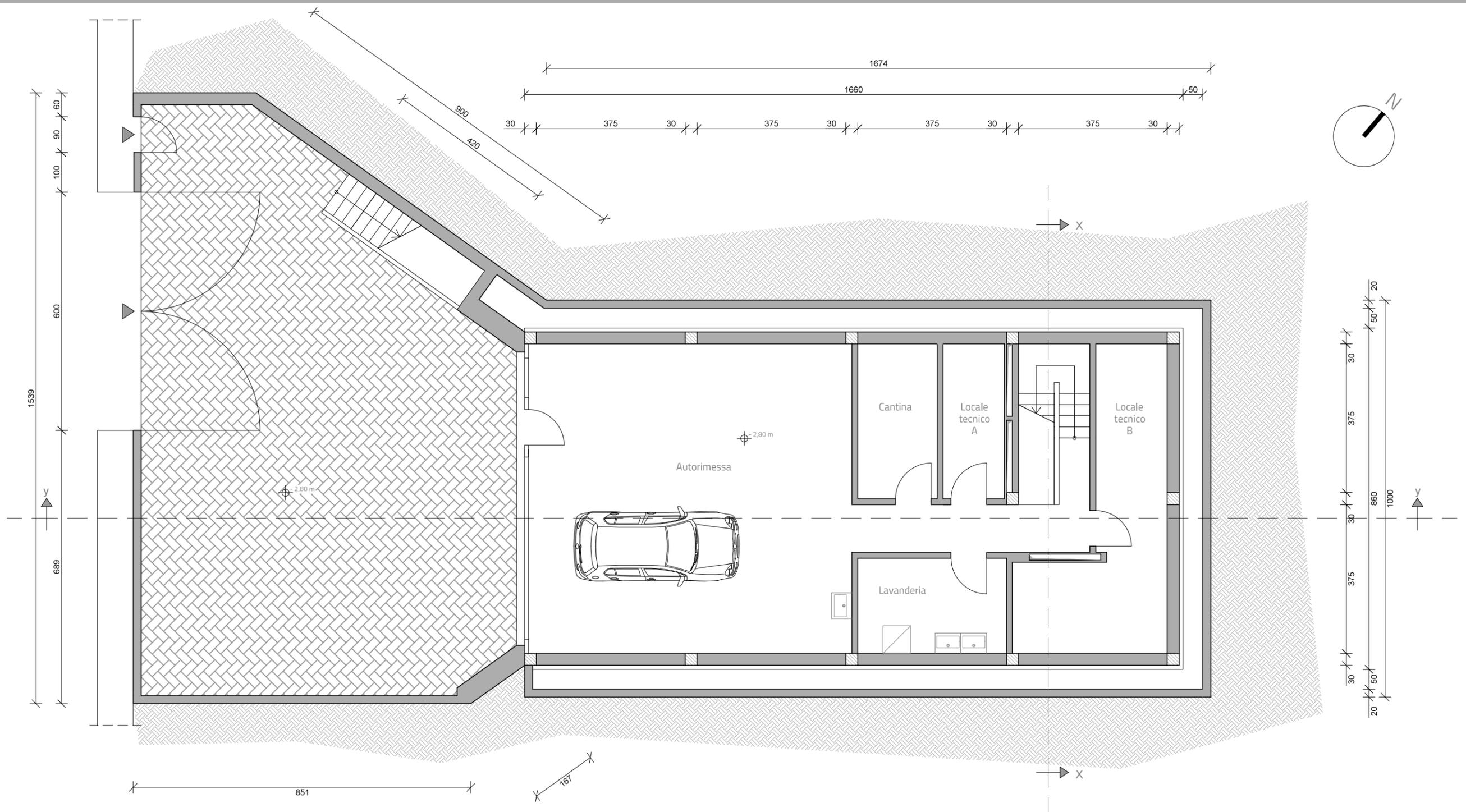
Il seguente allegato contiene i requisiti di qualità necessari per le acque reflue, contenuti all'interno del Decreto 2 maggio 2006 "Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue. I parametri sono suddivisi in: chimico-fisici e microbiologici.

<b>Parametri chimico-fisici</b>	<b>Parametro</b>	<b>UM</b>	<b>Valore limite</b>
	pH		6-9,5
	SAR		10
	Materiali grossolani		Assenti
	Solidi sospesi totali	mg/l	10
	BOD <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	20
	COD	mgO <sub>2</sub> /l	100
	Fosforo totale	mgP/l	2
	Azoto totale	mgN/l	15
	Azoto ammoniacale	mgNH <sub>4</sub> /l	2
	Conducibilità elettrica	μS/cm	3 000
	Alluminio	mg/l	1
	Arsenico	mg/l	0,02
	Bario	mg/l	10
	Berillio	mg/l	0,1
	Boro	mg/l	1,0
	Cadmio	mg/l	0,0005
	Cobalto	mg/l	0,05
	Cromo totale	mg/l	0,1
	Cromo VI	mg/l	0,005
	Ferro	mg/l	2
	Manganese	mg/l	0,2
	Mercurio	mg/l	0,001
	Nichel	mg/l	0,2
	Piombo	mg/l	0,1
	Rame	mg/l	1
	Selenio	mg/l	0,01
	Stagno	mg/l	3
	Tallio	mg/l	0,001
	Vanadio	mg/l	0,1
	Zinco	mg/l	0,5
	Cianuri totali	mg/l	0,05
	Solfuri	mgH <sub>2</sub> S/l	0,5
	Solfiti	mgSO <sub>3</sub> /l	0,5
	Solfati	mgSO <sub>4</sub> /l	500

	Cloro attivo	mg/l	0,2
	Cloruri	mgCl/l	250
	Fluoruri	mgF/l	1,5
	Grassi e oli animali/vegetali	mg/l	10
	Oli minerali	mg/l	0,05
	Fenoli totali	mg/l	0,1
	Pentaclorofenolo	mg/l	0,003
	Aldeidi totali	mg/l	0,5
	Tetracloroetilene, tricloroetilene	mg/l	0,01
	Solventi clorurati totali	mg/l	0,04
	Triometani	mg/l	0,03
	Solventi organici aromatici totali	mg/l	0,01
	Benzene	mg/l	0,001
	Benzo(a)pirene	mg/l	0,00001
	Solventi organici azotati totali	mg/l	0,01
	Tensioattivi totali	mg/l	0,5
	Pesticidi clorurati		0,0001
	Pesticidi fosforati	mg/l	0,0001
	Altri pesticidi totali	mg/l	0,05
<b>Parametri microbiologici</b>	Escherichia coli	UFC/100ml	10%
	Salmonella		assente

# ALLEGATO B

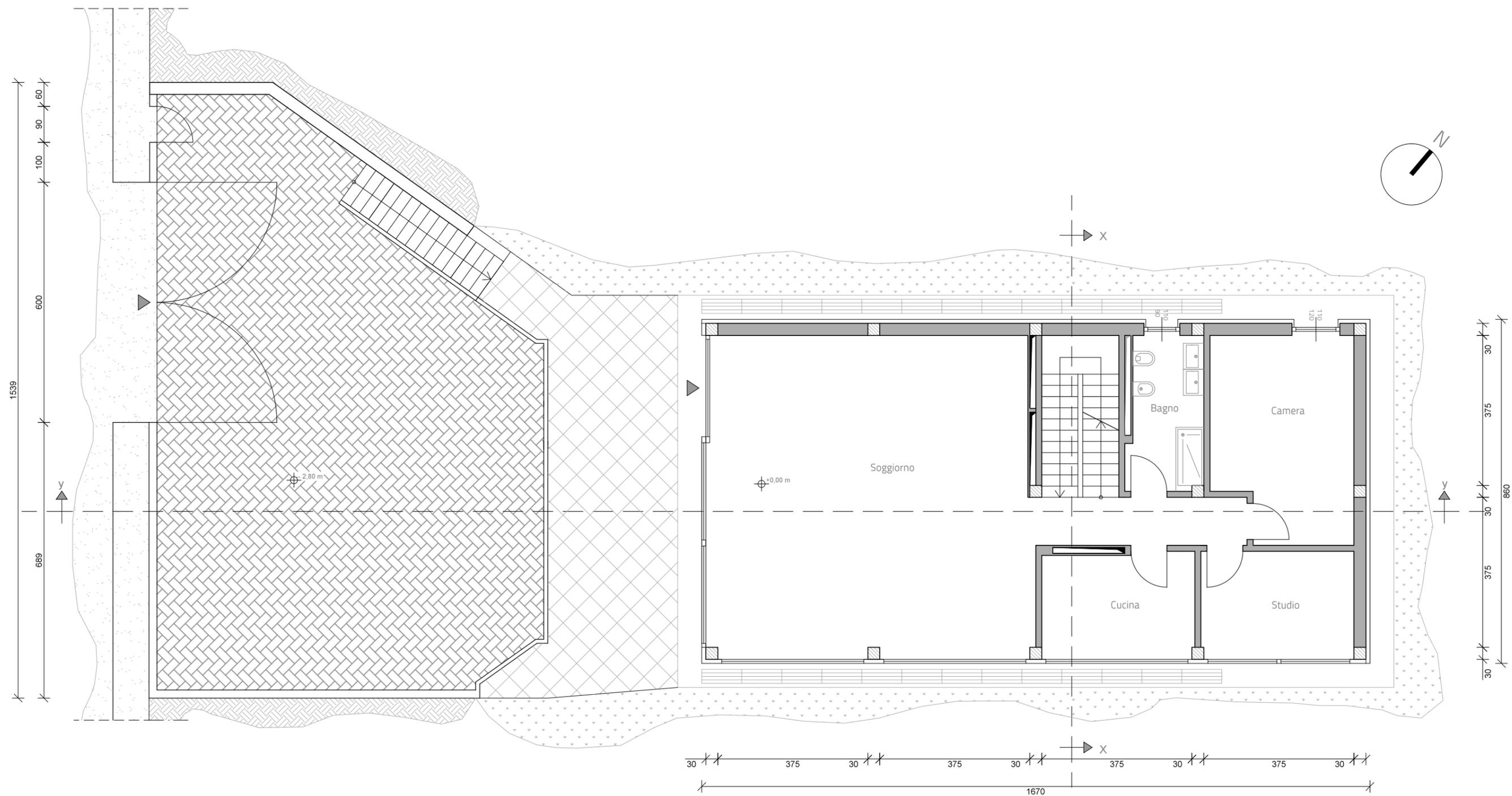
CASO DI STUDIO: PIANTE, PROSPETTI E SEZIONI



Tesi di laurea magistrale : "Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica negli edifici - l'edificio residenziale monofamiliare"  
 Politecnico di Torino - Corso di laurea magistrale in ingegneria edile

Candidato: Andrea Campagnoli  
 Relatore : Prof. Enrico Fabrizio  
 Correlatori: Prof. Marco Filippi  
 Arch. Elisa Sirombo

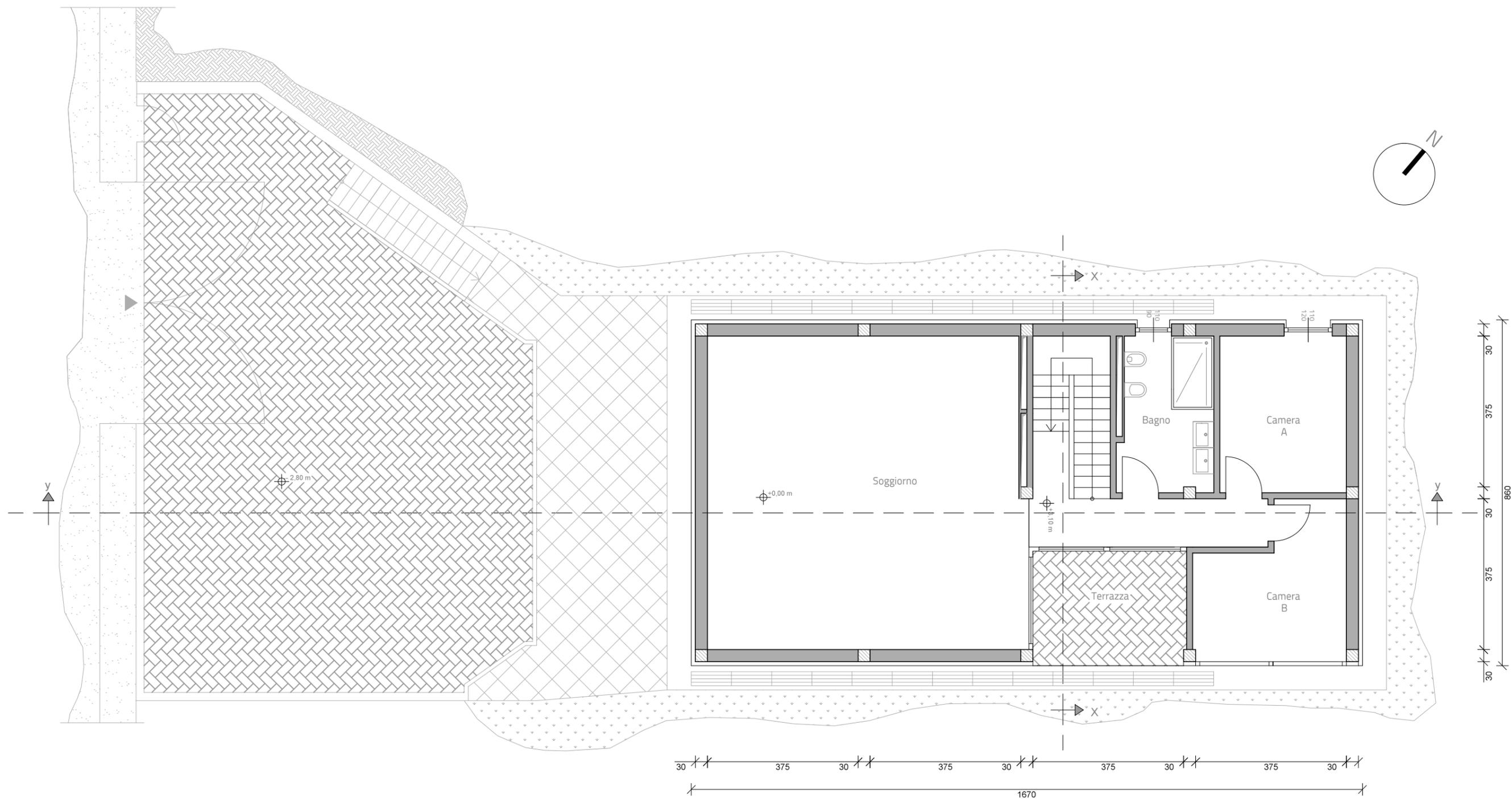
Oggetto: Pianta piano interrato  
 Scala: 1:100  
**TAVOLA 1**



Tesi di laurea magistrale : "Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica negli edifici - l'edificio residenziale monofamiliare"  
 Politecnico di Torino - Corso di laurea magistrale in ingegneria edile

Candidato: Andrea Campagnoli  
 Relatore : Prof. Enrico Fabrizio  
 Correlatori: Prof. Marco Filippi  
 Arch. Elisa Sirombo

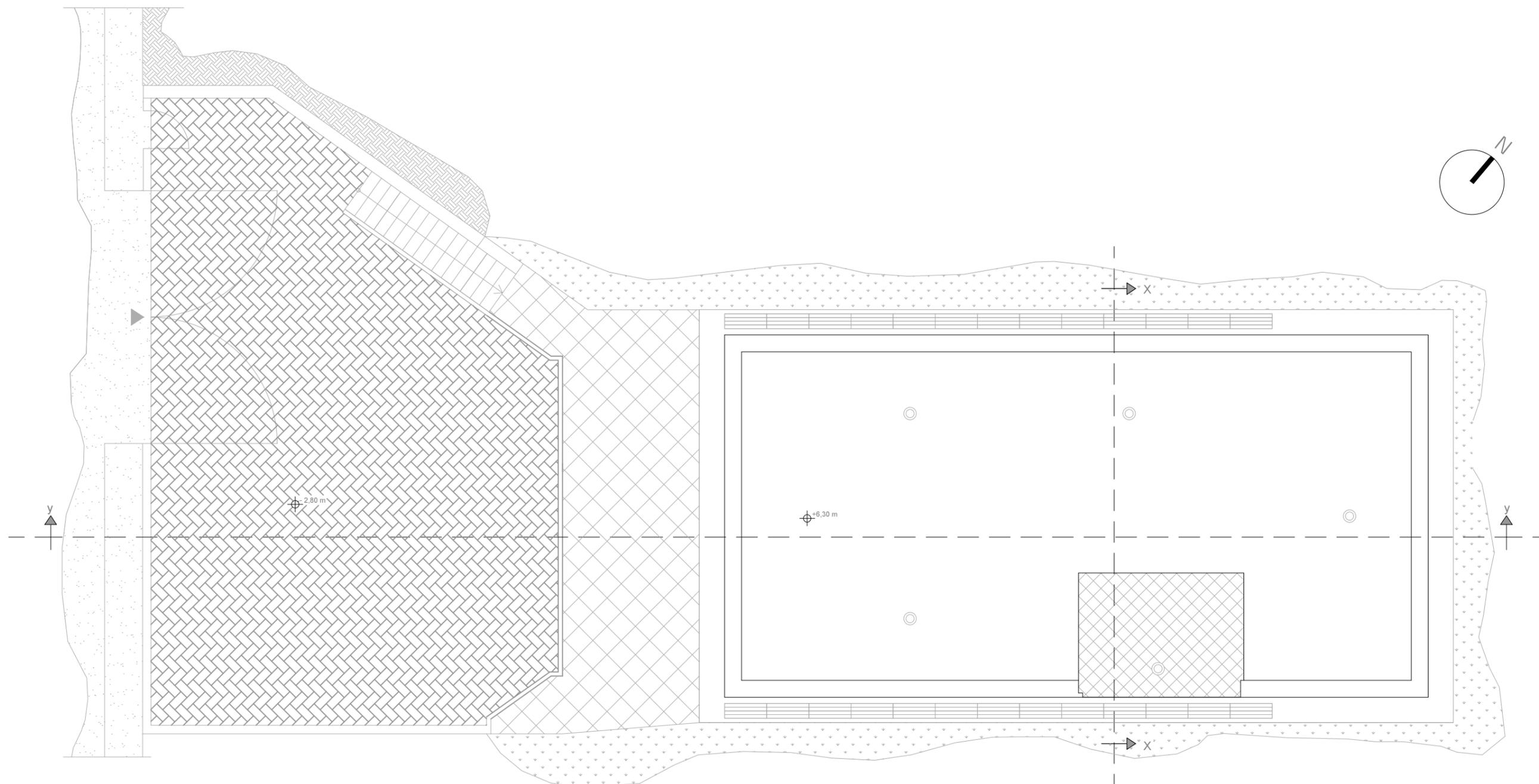
Oggetto: Pianta piano terreno  
 Scala: 1:100  
**TAVOLA 2**



Tesi di laurea magistrale : "Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica negli edifici - l'edificio residenziale monofamiliare"  
 Politecnico di Torino - Corso di laurea magistrale in ingegneria edile

Candidato: Andrea Campagnoli  
 Relatore : Prof. Enrico Fabrizio  
 Correlatori: Prof. Marco Filippi  
 Arch. Elisa Sirombo

Oggetto: Pianta piano primo  
 Scala: 1:100  
**TAVOLA 3**



Tesi di laurea magistrale : "Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica negli edifici - l'edificio residenziale monofamiliare"  
Politecnico di Torino - Corso di laurea magistrale in ingegneria edile

Candidato: Andrea Campagnoli  
Relatore : Prof. Enrico Fabrizio  
Correlatori: Prof. Marco Filippi  
Arch. Elisa Sirombo

Oggetto: Pianta copertura  
Scala: 1:100

**TAVOLA 4**



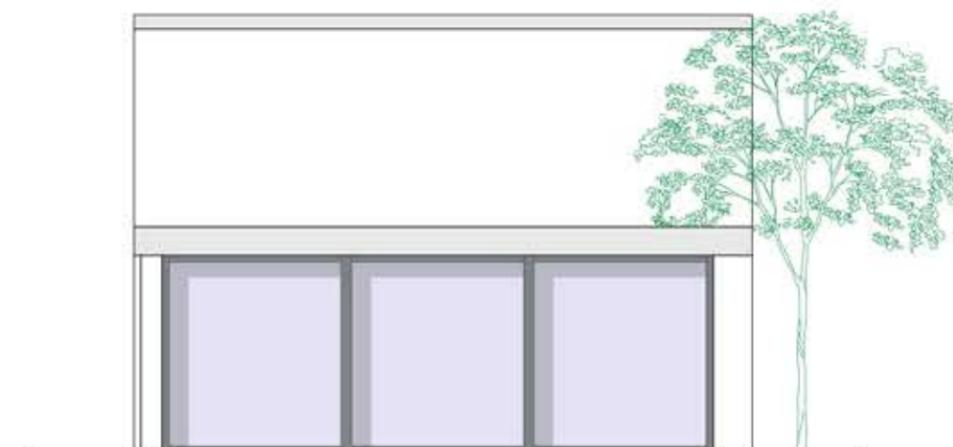
Prospetto sud-est



Prospetto nord-est



Prospetto nord-ovest



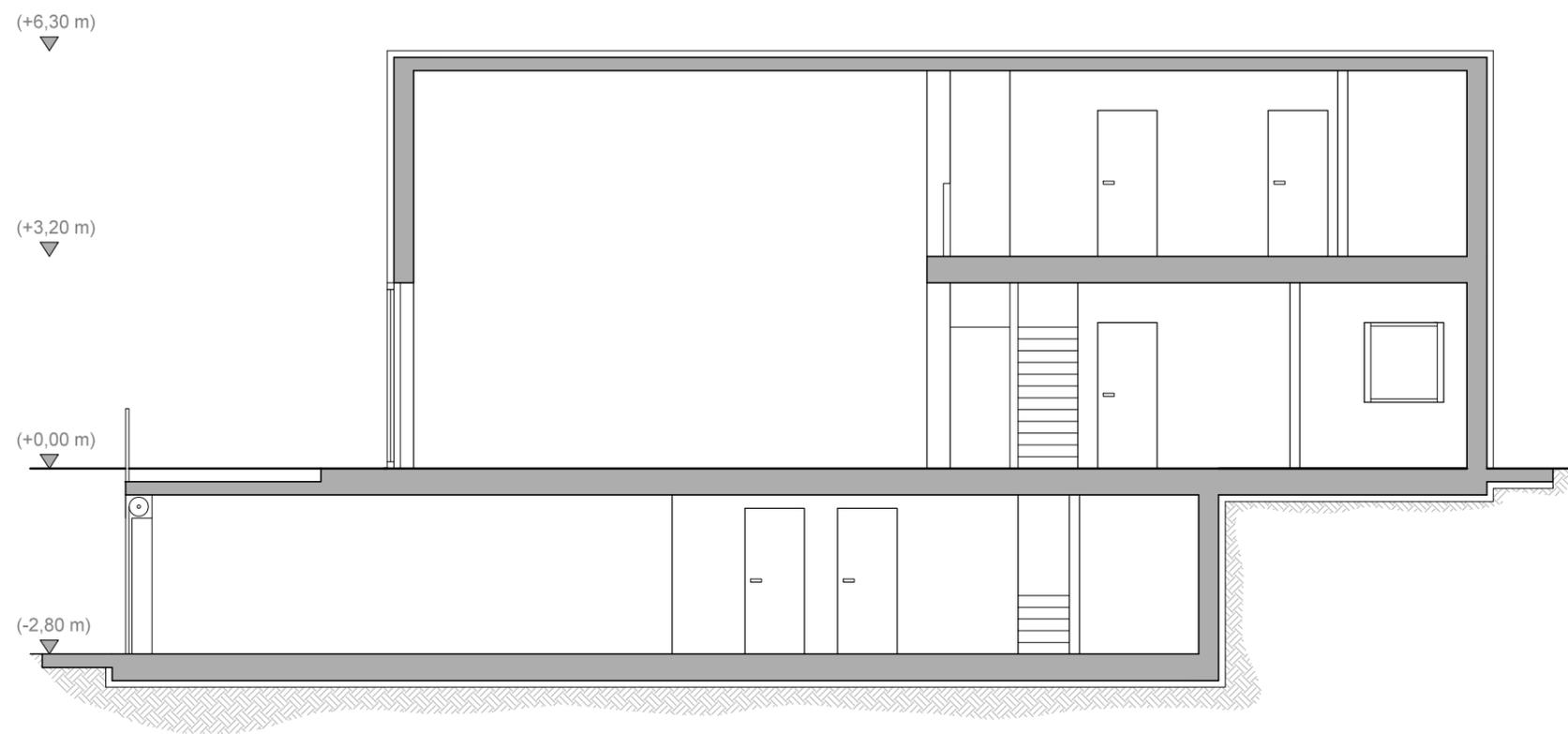
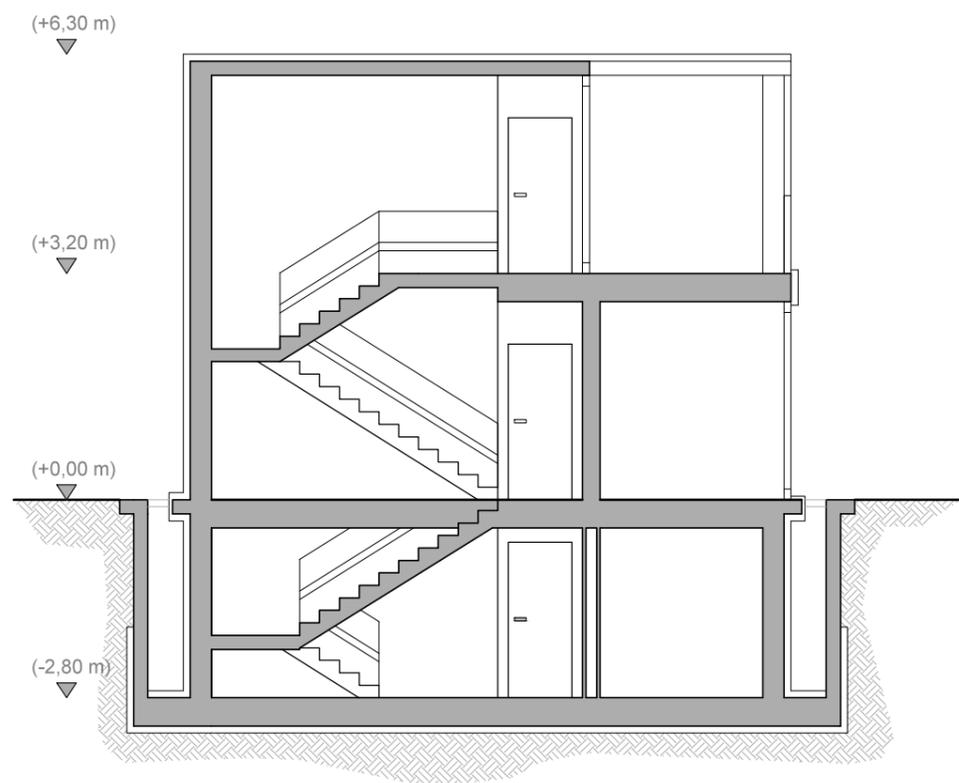
Prospetto sud-ovest

Tesi di laurea magistrale : "Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica negli edifici - l'edificio residenziale monofamiliare"  
Politecnico di Torino - Corso di laurea magistrale in ingegneria edile

Candidato: Andrea Campagnoli  
Relatore : Prof. Enrico Fabrizio  
Correlatori: Prof. Marco Filippi  
Arch. Elisa Sirombo

Oggetto: Prospetti  
Scala: 1:100

**TAVOLA 5**



Tesi di laurea magistrale : "Soluzioni progettuali per la sostenibilità idrica negli edifici - l'edificio residenziale monofamiliare"  
Politecnico di Torino - Corso di laurea magistrale in ingegneria edile

Candidato: Andrea Campagnoli  
Relatore : Prof. Enrico Fabrizio  
Correlatori: Prof. Marco Filippi  
Arch. Elisa Sirombo

Oggetto: Sezioni  
Scala: 1:100  
**TAVOLA 6**

# **ALLEGATO C**

**DETERMINAZIONE DEL VALORE DI CONSUMO IDRICO  
ELETTRODOMESTICI SUL MERCATO ITALIANO**

L'allegato in questione affronta il problema della determinazione del valore di consumo di acqua degli elettrodomestici che la utilizzano, ovvero lavabiancheria e lavastoviglie. In Italia l'Etichetta Energetica dichiara il consumo idrico annuo (basato su 220 cicli di utilizzo), ma tale dato non influisce sulla classificazione, perciò classe A+++ significa solo massima efficienza energetica. Per questo motivo si è deciso di fare un'indagine del mercato italiano, consultando il listino online di uno dei principali rivenditori di elettrodomestici (Mediaworld), per valutare il consumo medio annuo degli elettrodomestici che utilizzano acqua, in classe A+++. Successivamente si è calcolato il valore medio annuo, per poi ricavare il valore per ogni ciclo di lavaggio.

Parametri di ricerca lavabiancheria (58 campioni)		
Carico	Classe energetica	Prezzo
8 kg	A+++	qualsiasi

Parametri di ricerca lavastoviglie (20 campioni)		
Coperti	Classe energetica	Prezzo
13	A+++	qualsiasi

LAVABIANCHERIA					
Marchio	Modello	Carico [kg]	Classe	Prezzo [€]	Consumo acqua* [l]
Beko	WTX81031W	8	A+++	349	10559
Beko	WTX81232W	8	A+++	349	10559
Hotpoint	AQ83L09IT	8	A+++	549	11660
Hotpoint	RSF803SIT	8	A+++	419	11594
Candy	CSS128T3-01	8	A+++	399	9850
Beko	WTY81233WI	8	A+++	369	10559
Ignis	647131	8	A+++	319,99	11000
Whirlpool	FWF81283WIT	8	A+++	479	11650
Indesit	EWD81252WITM	8	A+++	339,99	11870
Hoover	HL1482D3-01	8	A+++	419	9850
Electrolux	RWF1489E0W	8	A+++	349	9999
Smeg	LBW810IT	8	A+++	439,99	10224
Beko	WCY81233PTLC	8	A+++	349	11000
Electrolux	EW6F482Y	8	A+++	419,99	9999
Candy	GVS138DWC3-01	8	A+++	369,99	9850
Beko	WTV8633XW0	8	A+++	379,99	10560

## ALLEGATO C

Bosh	WAN20068IT	8	A+++	499	9900
Hotpoint	AQ86F29IT	8	A+++	599	11310
Bosh	WAK20168IT	8	A+++	409,99	11220
Electrolux	EWF1286D0W	8	A+++	416,99	9999
Smeg	WHT812LIT	8	A+++	419,99	9900
Hotpoint	RPG825JSIT	8	A+++	438,99	11400
Samsung	WWW85J5255FW	8	A+++	599	8100
Hoover	DW0A58AHC3-30	8	A+++	499	9850
LG	F4J5TN3W	8	A+++	599	10700
Samsung	WW85J5255FW	8	A+++	599	8100
Hoover	DW0A58AHC3-30	8	A+++	499	9850
Hoover	DW0A4438AHC7-01	8	A+++	699	8550
Smeg	WHT812EIT-1	8	A+++	449,99	11000
Smeg	WHT812LSIT	8	A+++	459,99	9900
Siemens	WM10K228IT	8	A+++	469,99	11220
Siemens	WM12N248IT	8	A+++	549,9	9900
Samsung	WW80K6414QW	8	A+++	799	8100
Bosh	WAT24478IT	8	A+++	549	9680
Candy	GVS44138TWHC/2	8	A+++	499	10500
Electrolux	EW6F38MW	8	A+++	599	9999
Electrolux	EWF1287ST	8	A+++	519,99	10990
Candy	GVF4138TWHC/2-01	8	A+++	519,99	10500
Bosh	WAT2043811	8	A+++	539,99	9680
LG	F4J7TN1W	8	A+++	549	8900
Bosh	WAT24638IT	8	A+++	685	9900
Samsung	WW80J5455MW	8	A+++	579	8100
Bosh	WAT28438II	8	A+++	589,99	9680
Samsung	WW80K5210VW	8	A+++	699	8100
Bosh	WUQ28478IT	8	A+++	749	9680
Electrolux	EW6F382W	8	A+++	599,99	9999
Siemens	WM14T458IT	8	A+++	599,99	9680
Bosh	WAW24748IT	8	A+++	999	9900
Bosh	WAT243H8II	8	A+++	699	9680
AEG	L7FEE842	8	A+++	899	10999
AEG	L7FBE841	8	A+++	929	10999
Siemens	WM14T74BIT	8	A+++	769,99	9900
AEG	L6FBGB41	8	A+++	799	9999
Samsung	WW80M6420PW/ET	8	A+++	999	8100
Miele	WDD030	8	A+++	999	10120

ALLEGATO C

AEG	L8FEE845X	8	A+++	999,99	10999
Miele	WWE860TD	8	A+++	1249	10120
Miele	WMG820WPS	8	A+++	1699	9900
CONSUMO MEDIO ANNUO					10 100
CONSUMO PER OGNI CICLO DI LAVAGGIO					45,9

LAVASTOVIGLIE					
Marchio	Modello	Coperti [n°]	Classe	Prezzo [€]	Consumo acqua* [l]
Smeg	LVS432BIT	13	A+++	549,99	2380
Electrolux	ESF5545LOW	13	A+++	513	2775
Electrolux	ESF55455LOX	13	A+++	563	2775
Smeg	LVS432XIT	13	A+++	532	2380
Smeg	LVS432NIT	13	A+++	586	2380
AEG	FFB53610ZM	13	A+++	633	2775
Electrolux	ESF7636R0X	13	A+++	749	2940
Bosh	SMS68II00E	13	A+++	629,99	2660
Smeg	LVS532XIN	13	A+++	639	2380
AEG	FFB53610ZW	13	A+++	649	2775
Siemens	SN258W02IE	13	A+++	689,99	2660
Smeg	LVS43STXIN	13	A+++	849,99	2380
Smeg	LVS533XIN	13	A+++	899	1820
Smeg	ST2FABRD	13	A+++	899,99	2380
Bosh	SMS88TI36E	13	A+++	899,99	2100
Smeg	ST2FABPK	13	A+++	1099	2380
Smeg	ST2FABBL	13	A+++	1199	2380
Smeg	LVFABLI	13	A+++	1068	2380
Smeg	LVFABRD	13	A+++	1099	2380
Smeg	ST2FABCR	13	A+++	1199	2380
CONSUMO MEDIO ANNUO					2473
CONSUMO PER OGNI CICLO DI LAVAGGIO					11,24

# **ALLEGATO D**

**LE ETICHETTE IDRICHE DEGLI ELETTRODOMESTICI  
SISTEMA ITALIA E USA A CONFRONTO**

L'allegato in questione affronta il problema della classificazione dei consumi idrici degli elettrodomestici. In particolare vengono messi a confronto il sistema italiano (promosso dall'Unione Europea) con quello Statunitense (promosso dall' US EPA).

### ***Il sistema italiano***

Nelle etichette energetiche degli elettrodomestici che utilizzano acqua viene indicato il consumo ponderato annuo espresso in l/y. Il metodo di calcolo differisce a seconda della categoria di elettrodomestico.

#### *Lavastoviglie*

$$AW_c = W_t \times 280$$

Dove:

$AW_c$  è il consumo annuo di acqua [l/y]

$W_t$  è il consumo di acqua per il ciclo standard di lavaggio [l]

#### *Lavabiancheria*

$$AW_c = W_t \times 220$$

Dove:

$AW_c$  è il consumo annuo ponderato di acqua [l/y]

$W_t$  è il consumo di acqua ponderato

220 è il numero totale di cicli di lavaggio standard per anno

Il consumo ponderato è calcolato con la seguente forma:

$$W_t = \left( 3 \times W_{t,60} + 2 \times W_{t,60,1/2} + 2 \times W_{t,40,1/2} \right) / 7$$

Dove:

$W_{t,60}$  consumo di acqua del programma standard a pieno carico per tessuti di cotone a 60°C

$W_{t,60,1/2}$  consumo di acqua del programma a carico parziale per tessuti di cotone a 60°C

$W_{t,40,1/2}$  consumo di acqua del programma a carico parziale per tessuti di cotone a 40°C

Come si può notare i consumi vengono di fatto dichiarati, ma non classificati. Segue l'etichetta di esempio:



**Il sistema Americano****Lavastoviglie**

Equipment	Capacity	Current Criteria
Standard	> 8 place settings + six serving pieces	≤ 270 kWh/year ≤ 3,5 gallons/cycle
Compact	< 8 place settings + six serving pieces	≤ 203 kWh/year ≤ 3,10 gallons/cycle

**Lavabiancheria**

$$IWF = \frac{Q_A}{C}$$

Dove:

$Q_A$  consumo di acqua ponderato per ciclo, considerando tutti i cicli di lavaggio

$C$  capacità di carico

Product type	Current Criteria
ENERGY STAR Residential Clothes Washers, Front-loading (> 2.5 cu-ft)	IWF ≤ 3,2
ENERGY STAR Residential Clothes Washers, Top-loading (> 2.5 cu-ft)	IWF ≤ 4,3
ENERGY STAR Residential Clothes Washers (≤ 2.5 cu-ft)	IWF ≤ 4,2

In questo caso la presenza dell'etichetta certifica direttamente il rispetto del requisito di consumo idrico indicato nella Tab.X. Segue l'etichetta:



# **ALLEGATO E<sub>a</sub>**

**METODO DI CALCOLO**

**WATERSENSE WATER BUDGET APPROACH**

Nel seguente allegato è spiegato il metodo di calcolo “WaterSense Water Budget Approach”, utilizzabile per valutare i fabbisogni idrici outdoor, al fine dell’ottenimento dei crediti LEED. È stato dunque realizzato un foglio di calcolo basato su tale metodo, che sia capace di stimare il fabbisogno idrico per tutti i mesi dell’anno, basandosi sui valori di precipitazione ed evapotraspirazione. A titolo di esempio nella seguente tabella è illustrato il foglio di calcolo realizzato con Excel.

MESE	A [m <sup>2</sup> ]	Ra,mm [mm]	Ra [l]	ET <sub>o</sub> ,d [mm]	ET <sub>o</sub> [mm]	Δ [mm]	Baseline [l]	KI [-]	DUIq [%]	LWR [l]
Gennaio	200	38,3	5362	1,87	8,68	29,62	1736	0,6	70	0
Febbraio	200	49,3	6902	2,33	15,68	33,62	3136	0,6	70	0
Marzo	200	64,5	9030	2,8	39,06	25,44	7812	0,6	70	2088,857143
Aprile	200	90,6	12684	3,48	63,9	26,7	12780	0,6	70	4482,857143
Maggio	200	102,4	14336	4,23	89,9	12,5	17980	0,6	70	8097,142857
Giugno	200	83,3	11662	5,06	106,5	-23,2	21300	0,6	70	12307,14286
Luglio	200	61,4	8596	5,72	125,86	-64,46	25172	0,6	70	17190,28571
Agosto	200	69	9660	5,64	101,06	-32,06	20212	0,6	70	12396
Settembre	200	65,2	9128	4,5	66,9	-1,7	13380	0,6	70	6811,428571
Ottobre	200	78,5	10990	3,22	38,75	39,75	7750	0,6	70	1035,714286
Novembre	200	64,5	9030	2,51	17,4	47,1	3480	0,6	70	0
Dicembre	200	38,3	5362	2,07	9,3	29	1860	0,6	70	0

Foglio di calcolo per LWR, Rielaborato da “WaterSense Water budget Approach”

### **Descrizione del metodo di calcolo**

Per eseguire il calcolo è necessario introdurre due equazioni fondamentali:

Equazione 1, Baseline

Questa equazione serve come punto di riferimento a partire dal quale è possibile effettuare una valutazione del consumo idrico.

$$\text{Baseline} = ET_0 \times A$$

Dove

ET<sub>0</sub> è il valore di evapotraspirazione locale [mm/mese]

A è l’area da irrigare [m<sup>2</sup>]

## Equazione 2, Landscape Water Requirement (LWR)

Si tratta del fabbisogno di acqua necessario per irrigare l'area verde considerata, al netto delle precipitazioni.

$$LWR_H = \frac{1}{DU_{LQ}} \times [(ET_0 \times K_L) - R_a] \times A$$

Dove

$LWR_H$  è il fabbisogno di acqua della zona idrica [l]

$DU_{LQ}$  è il coefficiente di uniformità di distribuzione e dipende dal tipo d'irrigazione

Irrigation Type	$DU_{(LQ)}$ [%]
Drip (standard)	70
Drip (press comp)	90
Fixed spray	65
Micro spray	70
Rotor	70
No irrigation	N/A

Il fattore  $DU_{(LQ)}$ , Rielaborato da "WaterSense Water budget Approach"

$ET_0$  è il valore di evapotraspirazione locale [mm/mese]

$K_L$  è il coefficiente del paesaggio e dipende dal tipo di piante scelte

Plant Type or Landscape Feature	$K_L$		
	Low	Medium	High
Trees	0,2	0,5	0,9
Shrubs	0,2	0,5	0,7
Groundcover	0,2	0,5	0,7
Turfgrass	0,6	0,7	0,8

Il fattore  $K_L$ , Rielaborato da "WaterSense Water budget Approach"

**Schema esplicativo**

<b>Area verde</b> <b>A</b>	è l'area da irrigare espressa in metri quadrati
<b>Precipitazione</b> <b>R<sub>a, mm</sub></b>	Contiene il dato relativo alle precipitazioni del mese considerato, espresso in millimetri
<b>Precipitazione</b> <b>R<sub>a</sub></b>	Contiene il dato relativo alle precipitazioni del mese considerato, espresso in litri
<b>Evapotraspirazione giornaliera</b> <b>ET<sub>0, daily</sub></b>	Contiene il dato di evapotraspirazione giornaliero del mese considerato, espresso in millimetri
<b>Evapotraspirazione</b> <b>ET<sub>0</sub></b>	Contiene il dato di evapotraspirazione del mese considerato, espresso in millimetri
<b>Bilancio dati meteorologici</b> <b>Δ</b>	è la differenza tra il valore di evapotraspirazione e il valore di precipitazione del mese considerato $\Delta = R_a - ET_0$
<b>Consumo di base</b> <b>Baseline</b>	è il prodotto tra il valore di evapotraspirazione del mese considerato e l'area verde da irrigare $Baseline = ET_0 \times A$
<b>Coefficiente del paesaggio</b> <b>K<sub>L</sub></b>	è un coefficiente adimensionale che dipende dal tipo di piante utilizzate
<b>Coefficiente uniformità di distribuzione</b> <b>DU<sub>LQ</sub></b>	è un coefficiente adimensionale che dipenda dal tipo di irrigazione utilizzato
<b>Richiesta di acqua per la zona idrica</b> <b>LWR</b>	è la quantità di acqua necessaria per l'irrigazione dell'area verde considerata, espressa in litri e riferita al mese considerato $LWR_H = \frac{1}{DU_{LQ}} \times [(ET_0 \times K_L) - R_a] \times A$

Schema esplicativo

# **ALLEGATO E<sub>b</sub>**

**METODO DI CALCOLO**

**ACQUA METEORICA EFFETTIVAMENTE RECUPERATA**

Nel seguente Allegato è spiegato il metodo di calcolo utilizzato per valutare l'effettivo risparmio di acqua dei sistemi di recupero acque. Nella seguente tabella è presente il foglio di calcolo di esempio, nel quale sono presenti: il bilancio d'irrigazione ( $\Delta_{irr}$ ), l'accumulo teorico del serbatoio ( $C_{th}$ ), l'accumulo reale del serbatoio ( $C_r$ ) e il risparmio reale di acqua ( $R_e$ ). Inoltre è indicato il risparmio reale rispetto al fabbisogno LWR, espresso anche in termini percentuali.

MESE	LWR [l]	$\Delta_{irr}$ [l]	$C_{th}$ [l]	$C_r$ [l]	$R_e$ [l]
Gennaio	0	5362	5362	6000	0
Febbraio	0	6902	12264	6000	0
Marzo	2088,857143	6941,142857	19205,14286	6000	2088,857143
Aprile	4482,857143	8201,142857	27406,28571	6000	4482,857143
Maggio	8097,142857	6238,857143	33645,14286	6000	8097,142857
Giugno	12307,14286	-645,1428571	33000	5354,857143	12307,14286
Luglio	17190,28571	-8594,285714	24405,71429	0	13950,85714
Agosto	12396	-2736	21669,71429	0	9660
Settembre	6811,428571	2316,571429	23986,28571	2316,571429	6811,428571
Ottobre	1035,714286	9954,285714	33940,57143	6000	1035,714286
Novembre	0	9030	42970,57143	6000	0
Dicembre	0	5362	48332,57143	6000	0
LWR TOTALE [l]		$R_e$ TOTALE [l]		RISPARMIO [%]	
64 409		58 434		90,7	

Foglio di calcolo per valutazione del risparmio idrico

**Schema esplicativo**

<p>Bilancio irrigazione <math>\Delta_{irr}</math></p>	<p>è la differenza tra la precipitazione e la richiesta di acqua per la zona idrica considerata</p>
<p>Accumulo teorico serbatoio <math>C_{TH}</math></p>	<p>è la quantità di acqua che viene accumulata, alla fine del mese considerato, nel serbatoio. Si calcola come somma tra la quantità accumulata il mese precedente e il bilancio d'irrigazione del mese considerato. Il primo valore da inserire nel primo mese (gennaio) è imposto e pari alla precipitazione <math>R_a</math> del medesimo mese. È un accumulo teorico poiché non tiene conto della taglia del serbatoio</p> $C_{TH} = C_{TH,last} + \Delta_{irr}$
<p>Accumulo reale serbatoio <math>C_R</math></p>	<p>è la quantità di acqua che viene accumulata, alla fine del mese considerato, nel serbatoio. Si calcola come somma tra la quantità accumulata il mese precedente e il bilancio d'irrigazione del mese considerato. Il primo valore da inserire nel primo mese (gennaio) è imposto e pari alla precipitazione <math>R_a</math> del medesimo mese. È un accumulo reale poiché si tiene conto della taglia del serbatoio, dunque devono essere applicate le seguenti correzioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Se <math>C_{TH} &gt; V</math> si scrive <math>V</math></li> <li>. Se <math>C_{TH} &lt; 0</math> si scrive <math>0</math></li> <li>. Se <math>0 &lt; C_{TH} &lt; V</math> si scrive il valore ottenuto</li> </ul>
<p>Acqua recuperata <math>R_E</math></p>	<p>è la quantità di acqua che viene effettivamente utilizzata, dopo essere stata recuperata. Si calcola attraverso il seguente procedimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Se <math>C_R &gt; 0</math> scrivo LWR</li> <li>. Se <math>C_R = 0</math> scrivo <math>r_a + C_R</math> del mese precedente</li> </ul>

Schema esplicativo

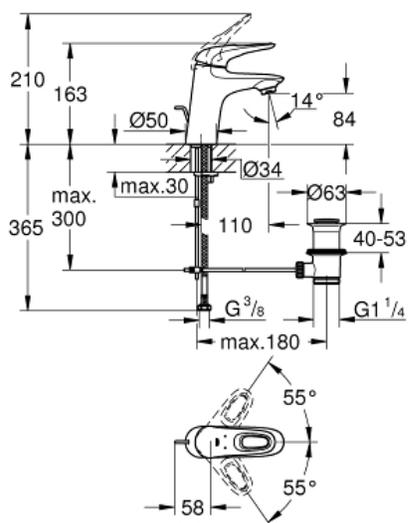
# ALLEGATO F

SCHEDE TECNICHE APPARECCHI IDRICI INDOOR

EUROSTYLE NEW  
Miscelatore monocomando per  
lavabo Taglia S  
MODEL # 33558003

Pure Freude  
an Wasser

GROHE



**Product Description:**

**EUROSTYLE NEW**  
Miscelatore monocomando  
per lavabo  
Taglia S

**Standard Specification:**

leva aperta  
cartuccia a dischi ceramici da 35 mm con tecnologia GROHE  
SilkMove  
dotato di serie di limitatore di portata regolabile  
dotato di serie di limitatore di temperatura  
mousseur con tecnologia GROHE EcoJoy (portata limitata a  
5,7 l/min)  
sistema di installazione GROHE QuickFix  
scarico a saltarello 1 1/4"

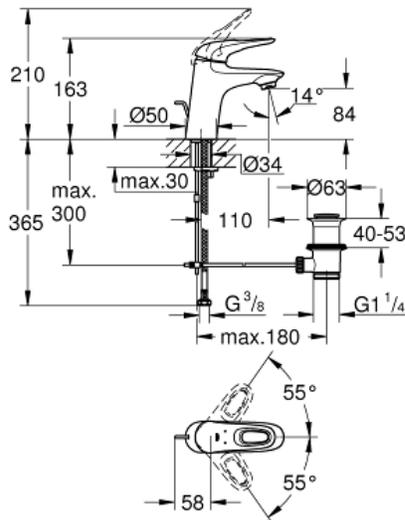
**Color:**

□ 33558003 cromo

**EUROSTYLE NEW**  
Miscelatore monocomando per  
lavabo Taglia S  
MODEL # 33558003

*Pure Freude  
an Wasser*

**GROHE**  
WAVE



**Product Description:**  
**EUROSTYLE NEW**  
Miscelatore monocomando  
per lavabo  
Taglia S

**Standard Specification:**  
leva aperta  
cartuccia a dischi ceramici da 35 mm con tecnologia GROHE SilkMove  
dotato di serie di limitatore di portata regolabile  
dotato di serie di limitatore di temperatura  
mousseur con tecnologia GROHE EcoJoy (portata limitata a 5,7 l/min)  
sistema di installazione GROHE QuickFix  
scarico a saltarello 1 1/4"

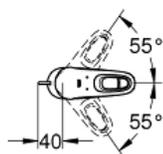
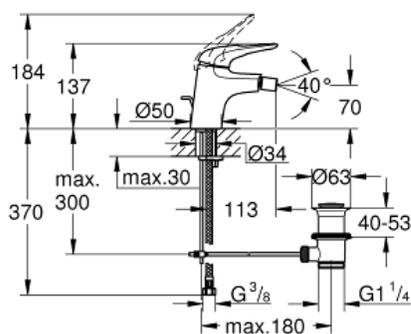
**Color:**  
□ 33558003 cromo

EUROSTYLE NEW  
Miscelatore monocomando per  
bidet Taglia S

MODEL # 33565003

Pure Freude  
an Wasser

GROHE



**Product Description:**

**EUROSTYLE NEW**

Miscelatore monocomando  
per bidet  
Taglia S

**Standard Specification:**

leva aperta

cartuccia a dischi ceramici da 35 mm con tecnologia GROHE  
SilkMove

dotato di serie di limitatore di portata regolabile

dotato di serie di limitatore di temperatura

mousseur con tecnologia GROHE EcoJoy (portata limitata a  
5,7 l/min)

sistema di installazione GROHE QuickFix

con raccordo a sfera orientabile

scarico a saltarello 1 1/4"

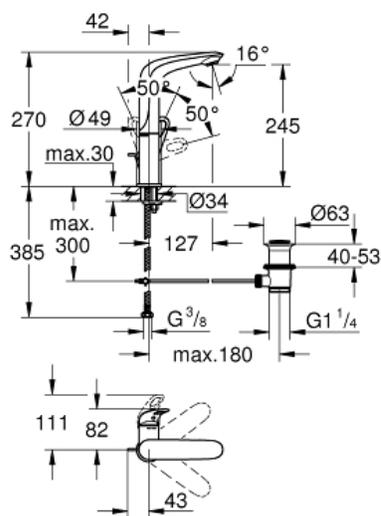
**Color:**

□ 33565003 cromo

EUROSTYLE NEW  
Miscelatore monocomando per  
lavabo Taglia L  
MODEL # 23569003

Pure Freude  
an Wasser

GROHE



**Product Description:**

**EUROSTYLE NEW**

Miscelatore monocomando

per lavabo

Taglia L

**Standard Specification:**

leva aperta

cartuccia a dischi ceramici da 28 mm con tecnologia GROHE SilkMove

dotato di serie di limitatore di temperatura

mousseur con tecnologia GROHE EcoJoy (portata limitata a 5,7 l/min)

sistema di installazione GROHE QuickFix

bocca girevole

angolo di rotazione 360°

scarico a saltarello 1 1/4"

**Color:**

□ 23569003 cromo

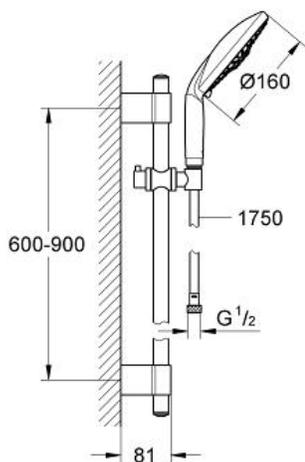
# RAINSHOWER CLASSIC 160

Set asta doccia a 4 getti

MODEL # 28770001

Pure Freude  
an Wasser

**GROHE**



### Product Description:

**RAINSHOWER CLASSIC 160**

**Set asta doccia a 4 getti**

### Standard Specification:

manopola doccia Classic (28 765)

asta doccia 900 mm (28 819)

con supporti a parete in metallo

flessibile Silverflex da 1750 mm (art. 28 388)

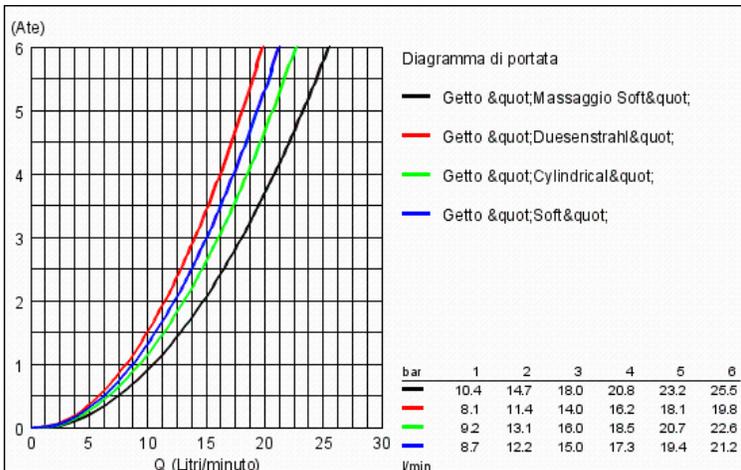
sistema di installazione GROHE QuickFix Plus,

con distanza tra i supporti regolabile per adattamento a fori esistenti

sistema antitorsione del flessibile Twistfree

### Color:

□ 28770001 cromo



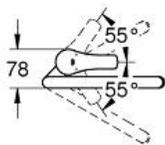
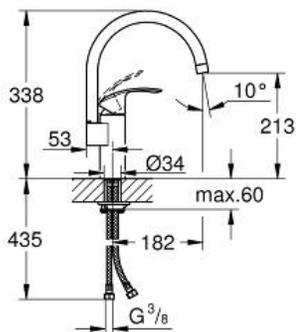
# EUROSMART

## Miscelatore monocomando per lavello

MODEL # 33202002

Pure Freude  
an Wasser

**GROHE**



### Product Description:

#### EUROSMART

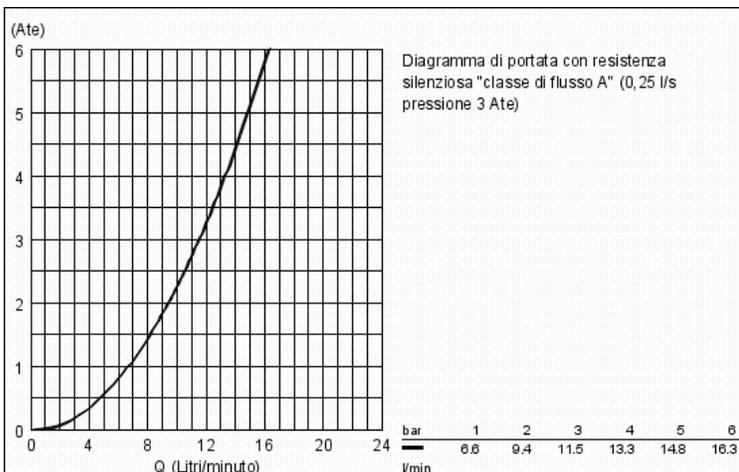
Miscelatore monocomando  
per lavello

### Standard Specification:

bocca alta  
cartuccia a dischi ceramici da 35 mm con tecnologia GROHE SilkMove  
con limitatore di temperatura integrato  
dotato di serie di limitatore di portata regolabile  
bocca girevole  
angolo di rotazione selezionabile tra: 0° / 150° / 360°

### Color:

□ 33202002 cromo

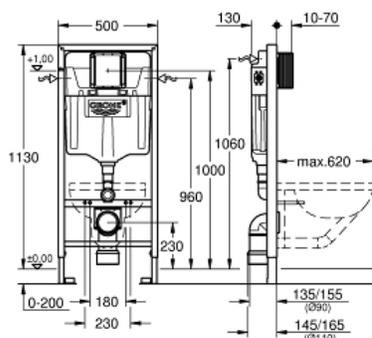


# Rapid SL Modulo per vaso sospeso

MODEL # 38528001

Pure Freude  
an Wasser

**GROHE**



## Product Description:

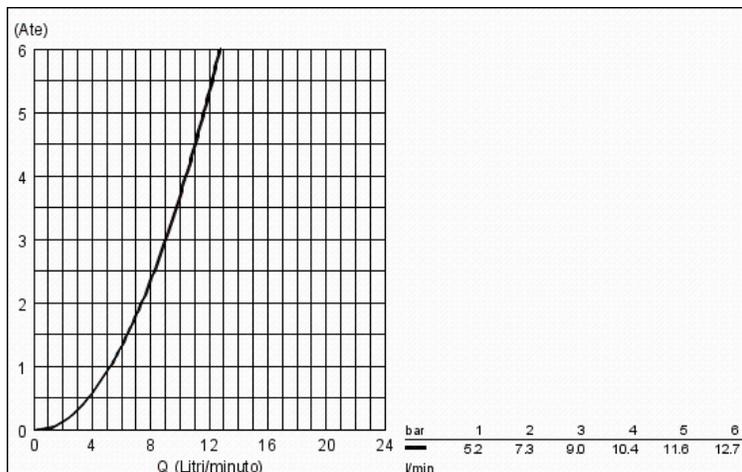
### Rapid SL Modulo per vaso sospeso

#### Standard Specification:

Solido, modulo per vaso sospeso  
altezza di installazione 1,13 m  
installazione a parete e pareti divisorie  
telaio in acciaio zincato autoportante  
per rivestimenti a secco con pannelli di cartongesso  
con raccordi fissi  
regolazione semplice, possibilità di blocco  
materiali di fissaggio  
approvato TÜV  
2 perni di fissaggio del vaso  
distanza dei dadi di fissaggio 180/230 mm  
curva di scarico Ø 90 mm  
profondità regolabile  
riduzione Ø 90/110 mm  
set di raccordo di entrata e di uscita  
cassetta di sciacquo GD 2, 6 - 9 l  
regolazione di fabbrica 6 l. e 3 l.  
valvola di scarico AV1 con 3 tipi di azionamento:  
dual flush, start/stop e un solo sciacquo  
ingresso acqua da sinistra/destra o dal retro  
bassa rumorosità (l gruppo d'insonorizzazione)  
isolamento anticondensa  
raccordo ad angolo da 1/2" con flessibile di collegamento  
installazione senza attrezzi della dima di ispezione  
per installazione piastre di azionamento verticale e orizzontale  
senza accessori per installazione a parete

#### Color:

□ 38528001



# Wasserspar-Set

Artikel 48189000

Pure Freude  
an Wasser

**GROHE**



## Produktbeschreibung:

### Wasserspar-Set

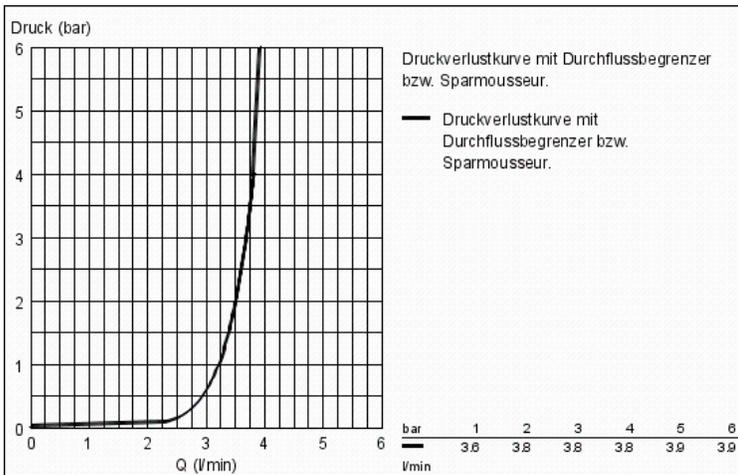
#### Spezifikation:

##### Durchfluss 3,8 l/min

bestehend aus zwei Anschluss-Adaptoren inkl. Durchflussbegrenzer sowie einem Mousseureinsatz passend für M22/24 Mousseure Anschlussmaß G 3/8"

#### Farbe:

□ 48189000 chrom



# **ALLEGATO G**

**SCHEDE TECNICHE APPARECCHI IDRICI OUTDOOR**

## PRECISION

Irrigatore a pistola

Model # 9561

**claber**  
www.claber.com

9561



Descrizione del prodotto:

PRECISION

Irrigatore a pistola

Standard specification:

Sistema di aggancio rapido entrata Quick-Click System

Regolazione getto, concentrato, diffuso

Flusso regolabile

Regolazione, apertura e chiusura

Descrizione:

Lancia a pistola con nuova impugnatura anatomica gommata e comodo meccanismo anteriore a pulsante per l'apertura e la chiusura del flusso. Manopola posteriore per regolare la portata dell'acqua. Cappuccio ricoperto in gomma con funzione antiurto. Getto regolabile a piacere, da tutto chiuso (concentrato) a tutto aperto (diffuso a ventaglio).

**ROTOROLL AUTOMATIC 20 M**  
Avvolgitubo automatico  
Model # 8990

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

**ROTOROLL AUTOMATIC 20 M**  
Avvolgitubo automatico

Standard specification:

Diametro filetto entrata 3/4"

Diametro tubo 1/2"

Regolazione, apertura e chiusura

Lunghezza tubo 20m (Ø 1/2")

Avvolgimento automatico

Descrizione:

Avvolgitubo con riavvolgimento automatico con esclusivo meccanismo Soft Block® System per un utilizzo sicuro. Pronto all'uso con 20 m di tubo speciale indeformabile con superficie anti-attrito per un avvolgimento perfetto senza intoppi e rotture. Costruito con materiali resistenti agli urti e ai raggi solari per garantire la massima durata nel tempo. Il supporto a muro in resina rinforzata con perno in alluminio inossidabile permette una rotazione di 180° dell'avvolgitubo nella direzione di utilizzo per un tubo sempre dritto e senza strozzature. Dotato di prolunga (2 m) e presa 3/4" per collegamento al rubinetto, raccordi automatici e lancia a spruzzo. Completo di viti e tasselli per il montaggio a parete.

**IDROSPRAY 2000**  
Irrigatore rotante  
Model # 8675

**claber**  
[www.claber.com](http://www.claber.com)



Descrizione del prodotto:

**IDROSPRAY 2000**  
Irrigatore rotante

Standard specification:

Sistema di aggancio rapido entrata Quick-Click System

Flusso regolabile

Tipo irrigazione, rotante

Area massima irrigabile 177 m<sup>2</sup>

Lunghezza massima getto 15 m

Portata 18 l/min

Descrizione:

Irrigatore rotante a due braccia costruito interamente in ABS. La speciale forma arrotondata ne permette il facile trascinamento sul prato. Ugelli a getti sfalsati a ventaglio per una regolare precipitazione e magnifici giochi d'acqua. Ugelli orientabili per ottimizzare il rendimento anche a bassa pressione. Bagna aree circolari con pioggia leggera.

**AQUADUE DUPLO EVOLUTION**

Programmatore a due vie

Model # 8410


  
www.claber.com


Descrizione del prodotto:

**AQUADUE DUPLO EVOLUTION**

Programmatore a due vie

Standard specification:

Diametro filetto entrata 3/4"

Sistema di aggancio rapido entrata Quick-Click System

Pressione 5 bar

Uscite 2

Programmi 3 per linea

Frequenza irrigazione 3 al giorno o 1 a settimana

Portata 33 l/min

Durata irrigazione da 00:01' a 23:59'

Sensore pioggia con filo

Descrizione:

Programmatore automatico a due vie. Effettua fino a tre irrigazioni al giorno per ciascuna linea. Ha solo tre tasti per programmare con facilità. Il display di grande formato comunica chiaramente con simboli e numeri tutte le informazioni necessarie. Tempi di irrigazione da un minuto a 23 ore e 59 minuti. Programmazione settimanale con esclusione dei singoli giorni. Permette di visualizzare i programmi inseriti e di effettuare cancellazioni. Funzione manuale implementabile da 15 e 60 min. Impostazione del giorno corrente. Dotato di filtro lavabile. Funziona con una batteria alcalina da 9 V sufficiente per l'intera stagione (indicatore digitale dello stato di carica). Parte elettronica resistente alla pioggia e all'umidità. Collegabile con il sensore di pioggia Rain Sensor, per un'irrigazione assolutamente senza sprechi. Pressione di esercizio da 0,2 a 12 bar. Controllato e testato al 100%.

**ANELLO STRINGITUBO**

Model # 91096



Descrizione del prodotto:

**ANELLO STRINGITUBO**

Standard specification:

Diametro TUBO 1/2"

Descrizione:

Si utilizza quando nel tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm) la pressione dell'acqua è superiore a 1,5 bar.

## VALVOLA DI DRENAGGIO

Model # 90920

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

VALVOLA DI DRENAGGIO

Standard specification:

Diametro TUBO 1/2"

Descrizione:

Per lo svuotamento automatico delle tubazioni del circuito. Utilissima per zone con inverni freddi. Con attacco per tubi da 1/2" (13 - 16 mm). Blister da 1 pezzo.

**RAIN SENSOR**  
Sensore di pioggia  
Model # 90915

**claber**  
[www.claber.com](http://www.claber.com)



Descrizione del prodotto:

**RAIN SENSOR**  
Sensore di pioggia

Standard specification:  
Dotato di staffa orientabile

Descrizione:

Installabile in tutti gli impianti di irrigazione evita inutili sprechi d'acqua sospendendo la partenza degli irrigatori in caso di pioggia. Il sensore si collega al comune delle elettrovalvole (tensione 24 v). Quando il galleggiante interno raggiunge un livello pari a 5 millimetri di pioggia per metro quadro si interrompe il funzionamento dell'impianto. All'evaporazione dell'acqua nel sensore, viene automaticamente ripristinata l'irrigazione programmata. Rain Sensor si installa all'aperto in luoghi esposti alla pioggia grazie all'apposita staffa in acciaio inox inclusa nella confezione

## RACCORDO AUTOMATICO

Model # 91009

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

RACCORDO AUTOMATICO

Standard specification:

Sistema di aggancio rapido entrata Quick-Click System  
Diametro TUBO 1/2"

Descrizione:

Si usa per collegare il tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm) alla presa con attacco rapido montata sul rubinetto.

**RACCORDO AD ANGOLO**

Model # 91081



Descrizione del prodotto:

**RACCORDO AD ANGOLO**

Standard specification:

Diametro TUBO 1/2"

Descrizione:

Permette di raccordare due spezzoni di tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm). Blister da 2 pezzi

## TUBO COLLETTORE 50 M

Model # 90366

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

TUBO COLLETTORE 50 M

Standard specification:

Diametro TUBO 1/2"

Lunghezza tubo 50 m

Descrizione:

Tubo in polietilene da 1/2" (13 - 16 mm) per la linea principale. Flessibile, antialghe, resiste alle basse temperature e ai raggi del sole.

## RACCORDO DI PROLUNGA

Model # 91076

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

RACCORDO DI PROLUNGA

Standard specification:

Diametro TUBO 1/2"

Descrizione:

Permette di raccordare due spezzoni di tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm). Blister da 4 pezzi.

**RACCORDO A TRE VIE**

Model # 91071

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

RACCORDO A TRE VIE

Standard specification:

Diametro TUBO 1/2"

Descrizione:

Permette di raccordare tre spezzoni di tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm). Blister da 2 pezzi.

## MICROIRRIGATORE

Microirrigatore 360° - 180° - 90°

Model # 90210

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

### MICROIRRIGATORE

Standard specification:

Diametro filetto entrata 1/2"

Flusso regolabile

Area massima irrigabile 64 m<sup>2</sup>

Lunghezza massima getto r4,5 m

Portata 4,5 l/min

Angolo d'irrigazione 360°, 180°, 90°

Escursione da terra 2"

Descrizione:

Microirrigatore a scomparsa a basso consumo d'acqua. Ideale per irrigare orti e piccoli giardini anche a basse pressioni. Meccanismo con ingranaggi in resina acetilica. Vite di regolazione della gittata in acciaio inox. Bagna con una pioggia finissima un'area circolare di 360°. Si collega al tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm) con il raccordo a tre vie filetto 1/2" (15 - 21 mm) cod. 91072.

**GOMITO FILETTO**

½" (15-21 mm)

Model # 91082

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

**GOMITO FILETTO**

½" (15-21 mm)

Standard specification:

Diametro tubo ½"

Diametro filetto entrata ½"

Descrizione:

Serve per il collegamento fine linea dei microirrigatori a scomparsa Colibri® (cod. 90210 - 90220 - 90230) con il tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm). Blister da due pezzi.

**3 VIE FILETTO**  
½" (15-21 mm)  
Model # 91072

**claber**  
www.claber.com



Descrizione del prodotto:

**3 VIE FILETTO**  
½" (15-21 mm)

Standard specification:  
Diametro tubo ½"  
Diametro filetto entrata ½"

Descrizione:

Serve per il collegamento in serie dei microirrigatori a scomparsa Colibri® (cod.90210 - 90220 - 90230) con il tubo collettore da 1/2" (13 - 16 mm). Blister da due pezzi.

# **ALLEGATO H**

LE TARIFFE IDRICHE NELLE 5 LOCALIZZAZIONI  
TORINO, MILANO, ROMA, NAPOLI, PALERMO

L'allegato in questione descrive le tariffe idriche vigenti nelle 5 localizzazioni oggetto di studio: Torino, Milano, Roma, Napoli e Palermo. Di seguito per ogni localizzazione verrà brevemente descritto il sistema di tariffazione e verranno illustrate le tariffe nello specifico.

### **Torino**

Il sistema di tariffazione di Torino è strutturato su due tipologie di quote: le quote fisse, indipendenti dai consumi e le quote variabili, dipendenti da cinque fasce di consumo. Sia le quote fisse, sia le quote variabili riguardano i seguenti servizi: acquedotto, fognatura e depurazione.

QUOTE FISSE UTENZA DOMESTICA (fino a 18 000 m <sup>3</sup> )	
Servizio	Costo* [€/anno]
Acquedotto	8,64
Fognatura	1,85
Depurazione	4,94
Totale quota fissa	15,43

Quote fisse, Autorità d'ambito torinese, 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

FASCE DI CONSUMO			
Servizio	Fascia	Ampiezza fascia* [m <sup>3</sup> /y]	Costo tariffa piena** [€/anno]
Acquedotto	T <sub>a</sub>	0 - 85	0,3689
	T <sub>b</sub>	85 - 125	0,9224
	T1	152 - 228	1,1991
	T2	228 - 304	2,0384
	T3	> 304	2,9558
Fognatura	T <sub>f</sub>	tutti	0,2561
Depurazione	T <sub>d</sub>	tutti	0,6828

Fasce di consumo, Autorità d'ambito torinese, 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

\*\* si è analizzata solamente la tariffa piena, senza riduzioni

**Milano**

Il sistema di tariffazione di Milano è strutturato su due tipologie di quote: le quote fisse, dipendenti da quattro fasce di consumo e le quote variabili, dipendenti da tre fasce di consumo. Le quote fisse riguardano il solo servizio di acquedotto, mentre le quote variabili riguardano anche i servizi di fognatura e depurazione.

QUOTE FISSE UTENZA DOMESTICA			
Servizio	Fascia	Ampiezza fascia* [m <sup>3</sup> /d]	Costo tariffa piena** [€/anno]
Acquedotto	1° scaglione	0 – 100	0,299669
	2° scaglione	101 – 500	0,499447
	3° scaglione	501 – 1 500	1,331859
	4° scaglione	> 1 500	2,663718

Quote fisse, Servizio idrico integrato della città di Milano 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

\*\* si è analizzata solamente la tariffa piena, senza riduzioni

FASCE DI CONSUMO			
Servizio	Fascia	Ampiezza fascia* [m <sup>3</sup> /y]	Costo tariffa piena** [€/anno]
Acquedotto	1° scaglione	0 – 0,350	0,141836
	2° scaglione	0,351 – 0,750	0,291409
	3° scaglione	> 0,750	0,492558
Fognatura	-	tutti	0,139257
Depurazione	-	tutti	0,357169

Fasce di consumo, Servizio idrico integrato della città di Milano 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

\*\* si è analizzata solamente la tariffa piena, senza riduzioni

**Roma**

Il sistema di tariffazione di Roma è strutturato su due tipologie di quote: le quote fisse, indipendenti dai consumi e le quote variabili, dipendenti da cinque fasce di consumo. Sia le quote fisse, sia le quote variabili riguardano i seguenti servizi: acquedotto, fognatura e depurazione.

QUOTE FISSE UTENZA DOMESTICA	
Servizio	Costo* [€/anno]
Acquedotto	19,3385600
Fognatura	5,452500
Depurazione	16,104400
Totale quota fissa	40,89546

Quote fisse, ATO 2 Lazio Centrale Roma 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

FASCE DI CONSUMO			
Servizio	Fascia	Ampiezza fascia* [m <sup>3</sup> /y]	Costo tariffa piena** [€/anno]
Acquedotto	agevolata	0 - 92	0,231400
	base	92 - 184	0,745700
	1° eccedenza	184 - 276	1,320500
	2° eccedenza	276 - 368	2,684900
	3° eccedenza	> 368	5,260800
Fognatura	T <sub>f</sub>	tutti	0,214800
Depurazione	T <sub>d</sub>	tutti	0,619500

Fasce di consumo, ATO 2 Lazio Centrale Roma 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

\*\* si è analizzata solamente la tariffa piena, senza riduzioni

**Napoli**

Il sistema di tariffazione di Napoli è strutturato su due tipologie di quote: la quota fissa unica e indipendente dai consumi, e le quote variabili che dipendono da cinque fasce di consumo. La quota fissa è unica, le quote variabili riguardano i seguenti servizi: acquedotto, fognatura e depurazione.

QUOTE FISSE UTENZA DOMESTICA	
Servizio	Costo* [€/anno]
Quota unica	10,843053

Quote fisse, ABC Napoli 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

FASCE DI CONSUMO			
Servizio	Fascia	Ampiezza fascia* [m <sup>3</sup> /y]	Costo tariffa piena** [€/anno]
Acquedotto	agevolata	0 - 23	0,581879
	base	24 - 46	1,003321
	1° eccedenza	47 - 69	1,165355
	2° eccedenza	70 - 92	1,563650
	3° eccedenza	> 93	1,860580
Fognatura	T <sub>f</sub>	tutti	0,116225
Depurazione	T <sub>d</sub>	tutti	0,310423

Fasce di consumo, ABC Napoli 2018

\* riferita ad una singola unità abitativa

\*\* si è analizzata solamente la tariffa piena, senza riduzioni

**Palermo**

Il sistema di tariffazione di Palermo è strutturato su due tipologie di quote: la quota fissa unica e indipendente dai consumi, e le quote variabili che dipendono da cinque fasce di consumo. La quota fissa è unica, le quote variabili riguardano i seguenti servizi: acquedotto, fognatura e depurazione.

QUOTE FISSE UTENZA DOMESTICA	
Servizio	Costo* [€/anno]
Quota unica	28,00

Quote fisse, SOGEA Palermo 2018  
\* riferita ad una singola unità abitativa

FASCE DI CONSUMO			
Servizio	Fascia	Ampiezza fascia* [m <sup>3</sup> /y]	Costo tariffa piena** [€/anno]
Acquedotto	agevolata	0 - 88	0,342520
	base	88 - 140	0,856301
	1° eccedenza	140 - 200	1,284451
	2° eccedenza	200 - 260	1,712602
	3° eccedenza	> 260	2,140752
Fognatura	T <sub>f</sub>	tutti	0,165449
Depurazione	T <sub>d</sub>	tutti	0,441198

Fasce di consumo, SOGEA Palermo 2018  
\* riferita ad una singola unità abitativa  
\*\* si è analizzata solamente la tariffa piena, senza riduzioni

# ALLEGATO I

SCHEDA TECNICHE SISTEMA DI RECUPERO ACQUE  
METEORICHE

**IRRIGA PLUS**

Impianto automatico per il recupero e riutilizzo delle acque piovane per uso irriguo

**REDI**

Descrizione del prodotto:

**IRRIGA PLUS**

Impianto automatico per il recupero e riutilizzo delle acque piovane per uso irriguo

**Componenti:**

Serbatoio di accumulo in polietilene di forma cilindrica

Tubazione di by-pass per troppo pieno

Filtro a cestello estraibile per grigliatura

Tubo di aspirazione con valvola di fondo

Centralina elettronica con elettropompa per la distribuzione dell'acqua

valvola a tre vie integrata per il controllo automatico

**Applicazione:**

Le acque in uscita dall'impianto possono essere riutilizzate per l'irrigazione di aree verdi, il lavaggio di veicoli, la pulizia di aree cortilizie. È escluso l'uso potabile, per l'igiene personale, per il lavaggio o l'irrigazione di colture destinate al consumo fresco.

**INFORMAZIONI TECNICHE**

COD.	ARTICOLO	Volume	Larghezza	Lunghezza	Altezza	Coperchi
5001-P	Irriga Plus	3 500	186	186	212	300
5002-P	Irriga Plus	6 000	186	258	212	300
5004-P	Irriga Plus	12 500	214	347	228	500x500
5005-P	Irriga Plus	16 000	214	494	228	2x(500x500)
5006-P	Irriga Plus	21 000	214	696	228	3x(500x500)
5007-P	Irriga Plus	26 000	214	798	228	4x(500x500)
5008-P	Irriga Plus	31 000	214	950	228	5x(500x500)
5009-P	Irriga Plus	36 000	214	1 102	228	6x(500x500)
5010-P	Irriga Plus	41 000	214	1 254	228	7x(500x500)

# **ALLEGATO La**

**SIMULAZIONI DI CALCOLO  
RISPARMIO IDRICO EFFETTIVO VASCHE DI ACCUMULO  
SOLUZIONE B1**

Nel presente Allegato sono contenute le simulazioni di calcolo riguardanti il dimensionamento delle vasche di accumulo delle acque meteoriche nelle cinque localizzazioni geografiche oggetto di studio, per il Caso B1: Torino, Milano, Roma, Napoli, Palermo. In particolare, per ogni localizzazione, si procederà secondo il seguente schema:

- confronto tra precipitazioni  $R_a$  e fabbisogno idrico LWR annuali
- confronto tra precipitazioni  $R_a$  e fabbisogno idrico LWR mensili
- verifica, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445, di quanta acqua viene effettivamente risparmiata in un anno, rispetto al fabbisogno per irrigazione LWR

### **Torino**

#### **Confronto tra $R_a$ e LWR annuali**

Nella Fig.L1 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR$ , questo significa che teoricamente le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico per l'irrigazione LWR.

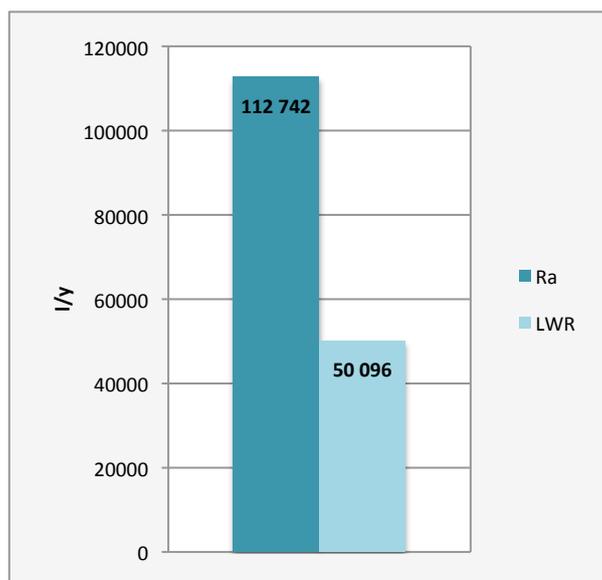


Fig.L1 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali

### Confronto tra $R_a$ e LWR mensili

Nella Fig.L2 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in una parte del mese di giugno, in tutto il mese di luglio e in una parte del mese di agosto. Risulta dunque evidente che una modellazione di tipo annuale non sia sufficiente a comprendere al meglio cosa effettivamente accada; al contrario un'analisi mese per mese appare più adeguata. Nella Fig.L2, l'area indicata in rosso evidenzia un periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti.

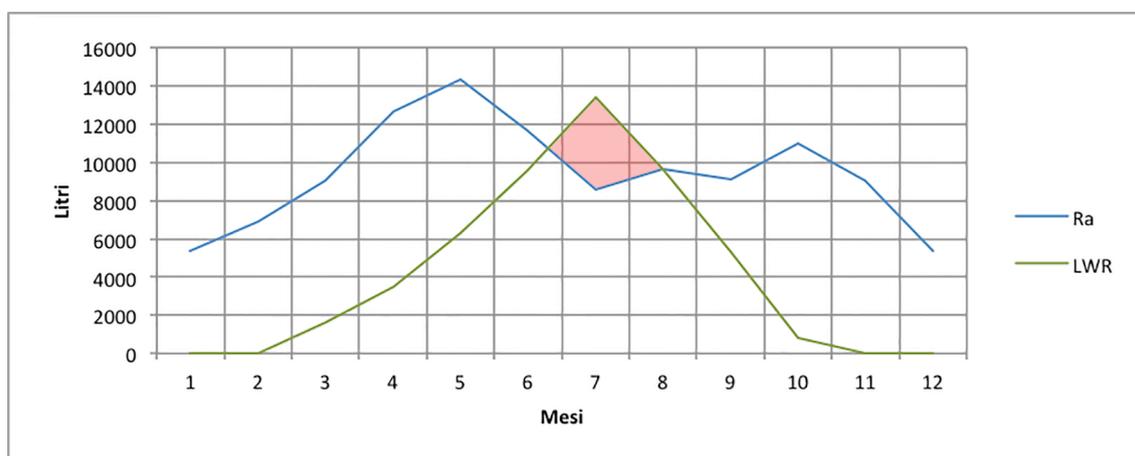


Fig.L2 Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili

**Verifica risparmio effettivo ( 6 000 l)**

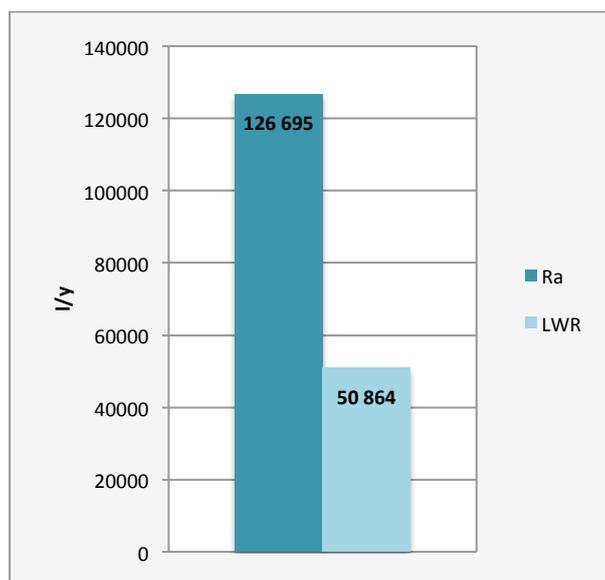
Come si può notare nella Tab.L1, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 100% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque sufficienti a coprire il periodo critico giugno-agosto. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese risultano infatti sempre maggiori di zero (la vasca non rimane mai vuota).

MESE	LWR [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	0	5362	5362	6000	0
Febbraio	0	6902	12264	6000	0
Marzo	1624,666667	7405,333333	19669,333333	6000	1624,666667
Aprile	3486,666667	9197,333333	28866,666667	6000	3486,666667
Maggio	6297,777778	8038,222222	36904,88889	6000	6297,777778
Giugno	9572,222222	2089,777778	38994,66667	6000	9572,222222
Luglio	13370,22222	-4774,222222	34220,44444	1225,777778	13370,22222
Agosto	9641,333333	18,66666667	34239,11111	1244,444444	9641,333333
Settembre	5297,777778	3830,222222	38069,33333	5074,666667	5297,777778
Ottobre	805,5555556	10184,44444	48253,77778	6000	805,5555556
Novembre	0	9030	57283,77778	6000	0
Dicembre	0	5362	62645,77778	6000	0
<b>LWR TOT</b> [l]		<b>Re TOT</b> [l]		<b>RISPARMIO</b> [%]	
50096,22222		50096,22222		100	

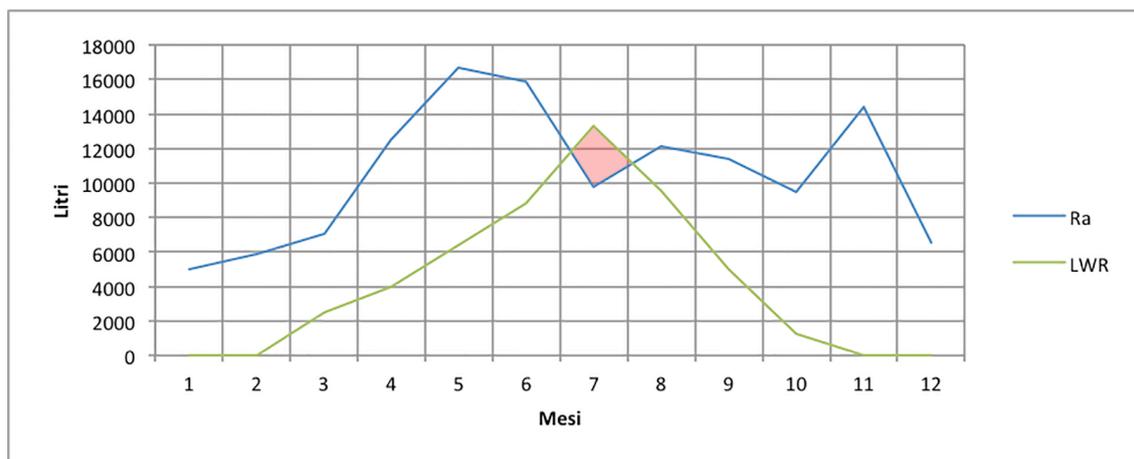
Tab.L1 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Milano****Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**

Nella Fig.L3 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR$ , come nel caso di Torino. Allo stesso modo risulta che le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico per l'irrigazione LWR.

Fig.L3 Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili**Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili**

Nella Fig.L4 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in buona parte del mese di luglio e nella primissima frazione del mese di agosto. Nella Fig.L4, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Rispetto al caso di Torino, a Milano il periodo "critico" è inferiore e dunque si attende un risultato in linea con il precedente.

Fig.L4 Confronto tra R<sub>a</sub> e LWR annuali

### Verifica risparmio effettivo ( 6 000 l)

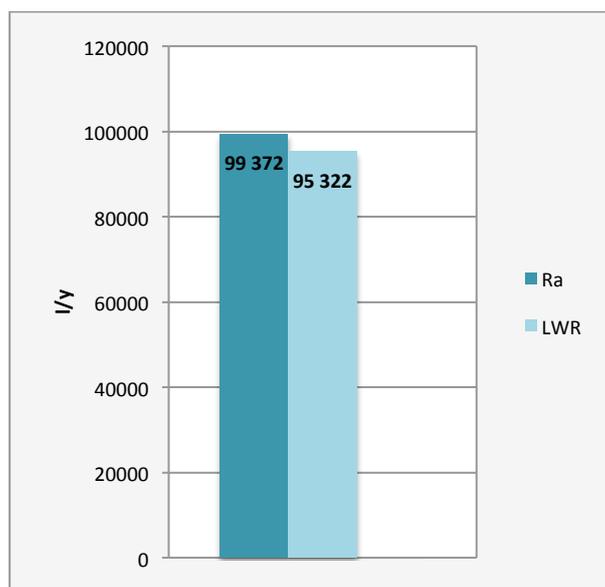
Come si può notare nella Tab.L2, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 100% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque sufficienti a coprire il periodo critico luglio-agosto. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti sempre maggiori di zero (la vasca non rimane mai vuota).

MESE	LWR [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	0	4970	4970	6 000	0
Febbraio	0	5 867,40	10 837,40	6 000	0
Marzo	2 536,44	4 508,35	15 345,75	6 000	2 536,44
Aprile	3 993,88	8 520,71	23 866,46	6 000	3 993,88
Maggio	6 396,66	10 294,13	34 160,6	6 000	6 396,66
Giugno	8 822,22	7 048,17	41 208,77	6 000	8 822,22
Luglio	13 271,11	-3 487,91	37 720,86	2 512,08	13 271,11
Agosto	9 583,44	2 513,95	40 234,82	5 026,04	9 583,44
Settembre	4 993,33	6 413,86	46 648,68	6 000	4 993,33
Ottobre	1 267,11	8 247,28	54 895,97	6 000	1 267,11
Novembre	0	14 373,80	69 269,77	6 000	0
Dicembre	0	6 561,80	75 831,57	6 000	0
<b>LWR TOT [l]</b>	<b>50 864,22</b>				
		<b>Re TOT [l]</b>	<b>50 864,22</b>		
				<b>RISPARMIO [%]</b>	<b>100</b>

Tab.L2 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Roma****Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**

Nella Fig.L5 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR$ , ma i valori sono molto vicini rispetto ai casi di Torino e Milano. Comunque risulta che le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico per l'irrigazione LWR.

Fig.L5 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili**

Nella Fig.L6 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in parte del mese di aprile, in tutto maggio, giugno, luglio, agosto e in quasi tutto il mese di settembre. Nella Fig.L6, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Rispetto al caso di Torino e Milano il periodo "critico" è nettamente maggiore, si attende perciò un risultato differente.

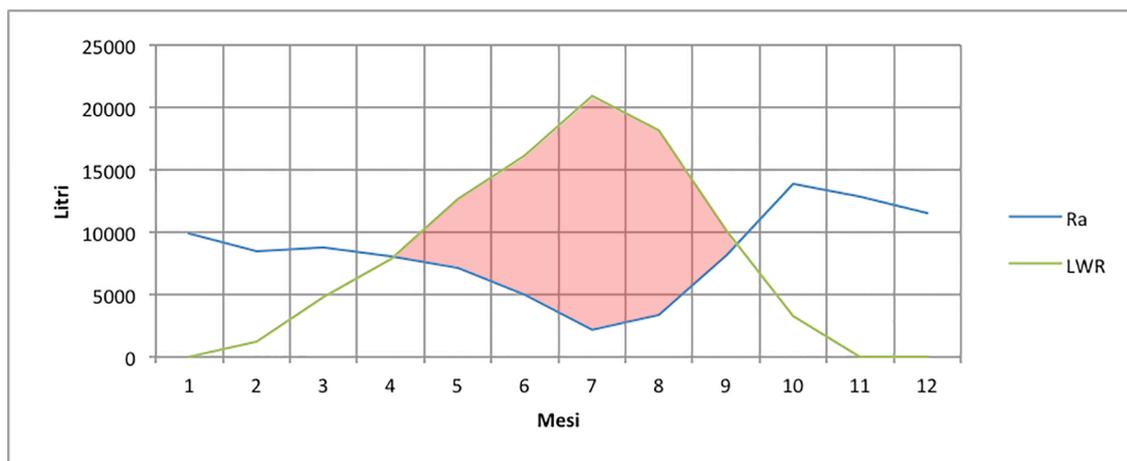


Fig.L6 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 9 000 l )

Come si può notare nella Tab.L3, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 54% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico aprile-settembre. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo giugno-settembre (la vasca rimane vuota).

MESE	LWR [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	10	9 860	9 860	9 000	10
Febbraio	1 262,66	7 221,33	17 081,33	9 000	1 262,66
Marzo	4 772,22	4 033,77	21 115,11	9 000	4 772,22
Aprile	7 891,11	144,88	21 260	9 000	7 891,11
Maggio	12 708	-5 568	15 692	3 432	12 708
Giugno	16 176,66	-11 178,66	4 513,33	0	8 430
Luglio	20 957,33	-18 773,33	-14 260	0	2 184
Agosto	18 217,33	-14 857,33	-29 117,33	0	3 360
Settembre	10 086,66	-1 938,66	-31 056	0	8 148
Ottobre	3 240,44	10 675,55	-20 380,44	9 000	3 240,44
Novembre	0	12 866	-7 514,44	9 000	0
Dicembre	0	11 564	4 049,55	9 000	0
<b>LWR TOT [l]</b>	<b>95 322,44</b>		<b>Re TOT [l]</b>	<b>51 996,44</b>	<b>RISPARMIO [%]</b>
					<b>54</b>

Tab.L3 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

## Napoli

### Confronto tra $R_a$ e LWR annuali

Nella Fig.L7 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR$ , ma i valori sono abbastanza vicini rispetto ai casi di Torino e Milano, ma vi è un margine più ampio rispetto a Roma. Comunque risulta che le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico per l'irrigazione LWR.

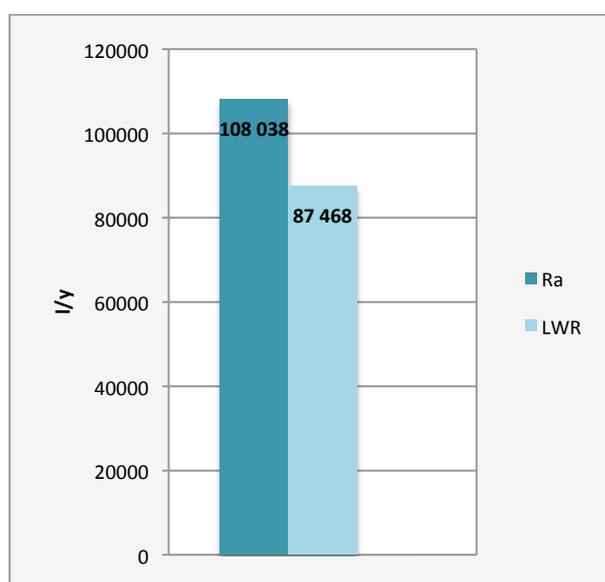


Fig.L7 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali

### Confronto tra $R_a$ e LWR mensili

Nella Fig.L8 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in parte del mese di aprile, in tutto maggio, giugno, luglio, agosto e in quasi tutto il mese di settembre. Nella Fig.L8, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Rispetto al caso di Torino e Milano il periodo "critico" è nettamente maggiore, come a Roma; si attende perciò un risultato in linea con quello di Roma.

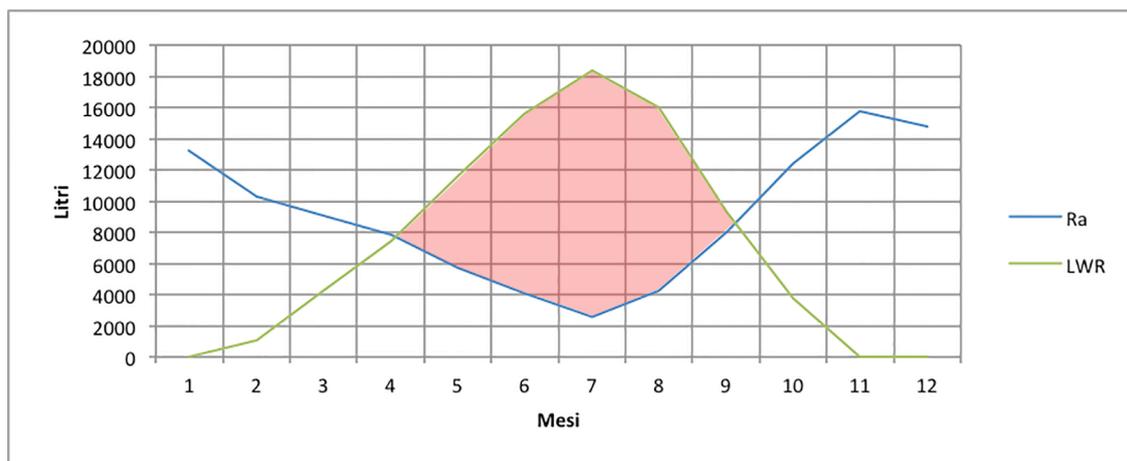


Fig.L8 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 9 000 l )

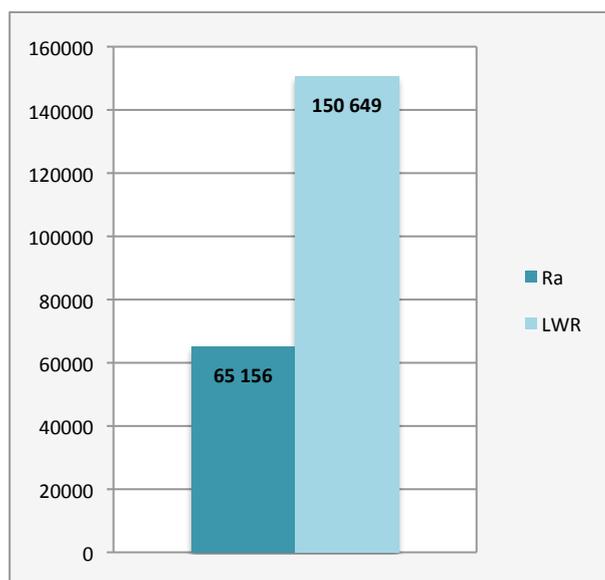
Come si può notare nella Tab.L4, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 57% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico aprile-settembre. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo giugno-settembre (la vasca rimane vuota). Come si attendeva il caso è simile a quello riguardante la Roma.

MESE	LWR [l]	Δirr [l]	C <sub>th</sub> [l]	C <sub>r</sub> [l]	Re [l]
Gennaio	0,00	13 230,00	13 230,00	9 000,00	0,00
Febbraio	1 111,56	9 164,44	22 394,44	9 000,00	1 111,56
Marzo	4 270,00	4 760,00	27 154,44	9 000,00	4 270,00
Aprile	7 460,00	352,00	27 506,44	9 000,00	7 460,00
Maggio	11 615,78	-5 889,78	21 616,67	3 110,22	11 615,78
Giugno	15 561,11	-11 431,11	10 185,56	0,00	7 240,22
Luglio	18 363,11	-15 787,11	-5 601,56	0,00	2 576,00
Agosto	16 043,11	-11 787,11	-17 388,67	0,00	4 256,00
Settembre	9 291,11	-1 255,11	-18 643,78	0,00	8 036,00
Ottobre	3 752,22	8 665,78	-9 978,00	8 665,78	3 752,22
Novembre	0,00	15 736,00	5 758,00	9 000,00	0,00
Dicembre	0,00	14 812,00	20 570,00	9 000,00	0,00
<b>LWR TOT [l]</b>	<b>87 468</b>				
<b>Re TOT [l]</b>			<b>50 317,53</b>		
				<b>RISPARMIO [%]</b>	<b>57</b>

Tab.L4 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Palermo****Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**

Nella Fig.L9 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a < LWR$  e la differenza è più che doppia. Le precipitazioni non sono dunque sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico per l'irrigazione LWR.

Fig.L9 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili**

Nella Fig.L10 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in parte del mese di febbraio, in tutto marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre e nella metà del mese di ottobre. Nella Fig.M10, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Tra tutti i casi analizzati, quello in questione ha il periodo critico maggiore, per questo motivo si attende un risultato ancora inferiore rispetto a Roma.

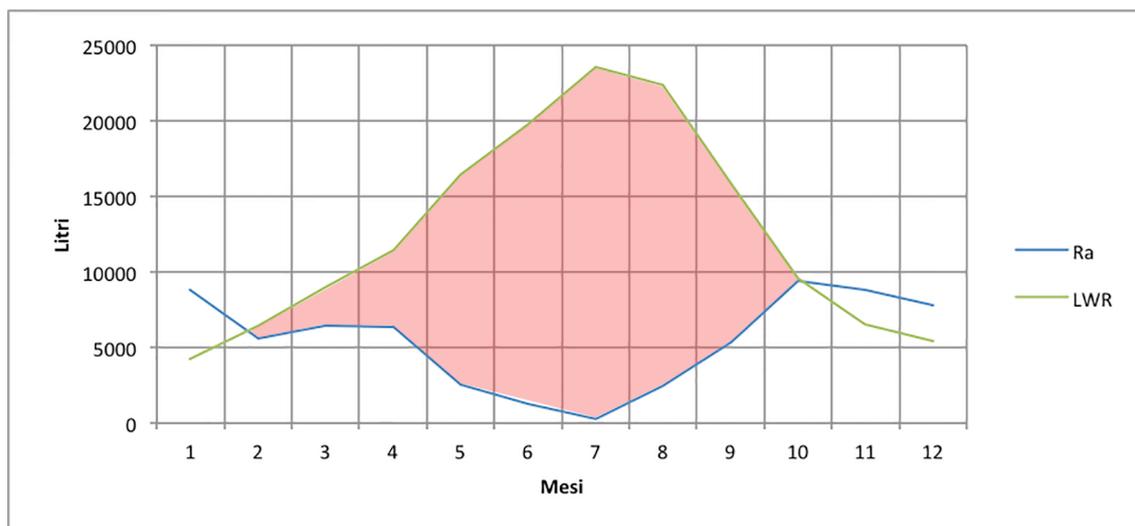


Fig.L10 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 6 000 l)

Come si può notare nella Tab.L5, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 30% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico febbraio-ottobre. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo aprile-ottobre (la vasca rimane vuota).

MESE	LWR [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	4 234,89	4 571,11	4 571,11	6 000,00	0,00
Febbraio	6 476,44	-876,44	3 694,67	5 123,56	6 476,44
Marzo	9 017,78	-2 577,78	1 116,89	2 545,78	9 017,78
Aprile	11 408,89	-5 080,89	-3 964,00	0,00	8 873,78
Maggio	16 461,78	-13 885,78	-17 849,78	0,00	2 576,00
Giugno	19 745,56	-18 499,56	-36 349,33	0,00	1 246,00
Luglio	23 531,56	-23 251,56	-59 600,89	0,00	280,00
Agosto	22 339,78	-19 889,78	-79 490,67	0,00	2 450,00
Settembre	15 872,22	-10 510,22	-90 000,89	0,00	5 362,00
Ottobre	9 559,33	-109,33	-90 110,22	0,00	9 450,00
Novembre	6 545,56	2 260,44	-87849,78	2 260,44	6 545,56
Dicembre	5 456,00	2 356,00	-85 493,78	4 616,44	5 456,00
<b>LWR TOT [l]</b>	<b>150 649,78</b>		<b>Re TOT [l]</b>	<b>45 732,00</b>	<b>RISPARMIO [%]</b>
					<b>30</b>

Tab.L5 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Conclusioni**

I risultati delle verifiche effettuate nelle cinque localizzazioni oggetto di studio vengono di seguito riassunte:

Localizzazione	R <sub>a</sub> [l]	LWR [l]	R <sub>e</sub> [l]	% R <sub>e</sub> [%]	Volume [l]
Torino	112 742,00	50096,22	50096,22	100	6 000
Milano	126 695,00	50 864,22	50 864,22	100	6 000
Roma	99 372,00	95 322,44	51 996,44	54	9 000
Napoli	108 038,00	87 468,00	50 317,53	57	9 000
Palermo	65 156,00	150 649,78	45 732,00	30	6 000

Tab.L6 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo riepilogo

# **ALLEGATO L<sub>b</sub>**

**SIMULAZIONI DI CALCOLO  
RISPARMIO IDRICO EFFETTIVO VASCHE DI ACCUMULO  
SOLUZIONE B2**

Nel presente Allegato sono contenute le simulazioni di calcolo riguardanti il dimensionamento delle vasche di accumulo delle acque meteoriche nelle cinque localizzazioni geografiche oggetto di studio, per il Caso B2: Torino, Milano, Roma, Napoli, Palermo. In particolare, per ogni localizzazione, si procederà secondo il seguente schema:

- confronto tra precipitazioni  $R_a$  e fabbisogno idrico LWR + WC annuali
- confronto tra precipitazioni  $R_a$  e fabbisogno idrico LWR + WC mensili
- verifica, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445, di quanta acqua viene effettivamente risparmiata in un anno, rispetto al fabbisogno per irrigazione LWR e cacciate dei WC

### **Torino**

#### **Confronto tra $R_a$ e LWR annuali**

Nella Fig.L11 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR$ , questo significa che teoricamente le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico: per l'irrigazione LWR e per i WC.

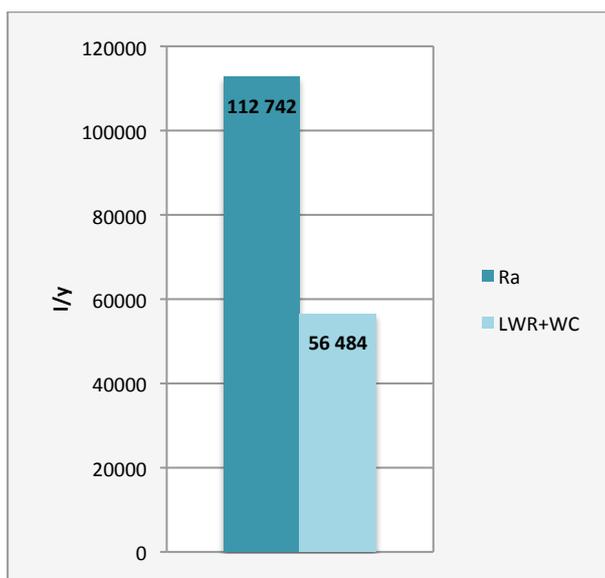


Fig.L11 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali

### Confronto tra $R_a$ e LWR+WC mensili

Nella Fig.L12 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR + WC$  in una parte del mese di giugno, in tutto il mese di luglio e in una parte del mese di agosto. Risulta dunque evidente che una modellazione di tipo annuale non sia sufficiente a comprendere al meglio cosa effettivamente accada; al contrario un'analisi mese per mese appare più adeguata. Nella Fig.L12, l'area indicata in rosso evidenzia un periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti.

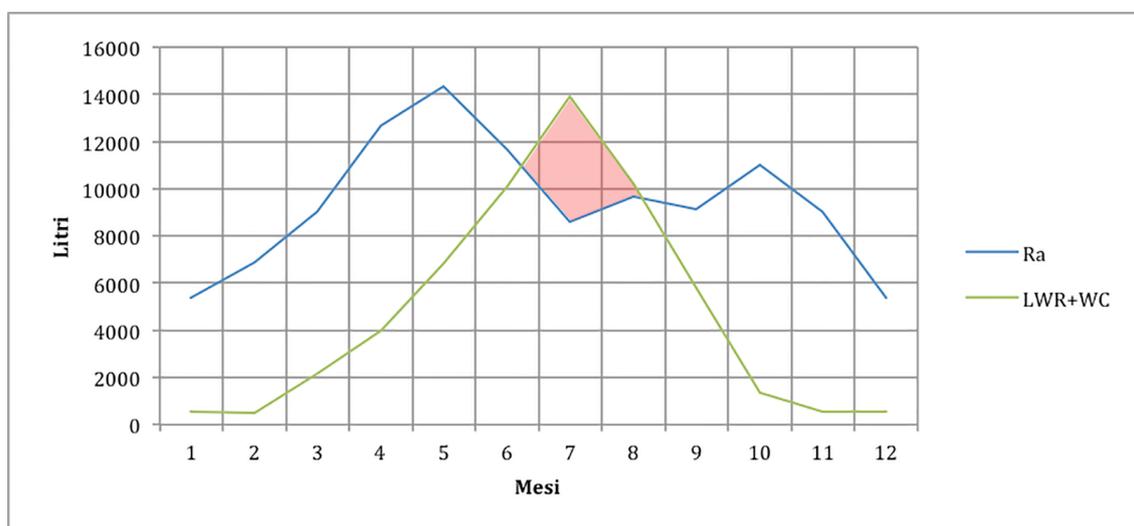


Fig.L12 Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili

**Verifica risparmio effettivo ( 6 000 l)**

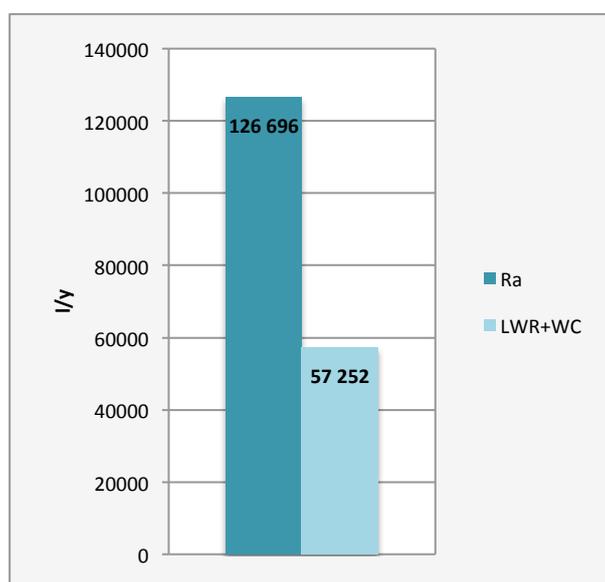
Come si può notare nella Tab.L7, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 100% del LWR + WC; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque sufficienti a coprire il periodo critico giugno-agosto. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese risultano infatti sempre maggiori di zero (la vasca non rimane mai vuota).

MESE	LWR [l]	WC [l]	TOTALE [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	0	542,50	542,50	4819,50	4819,50	6000,00	542,50
Febbraio	0	490,00	490,00	6412,00	11231,50	6000,00	490,00
Marzo	1624,67	542,50	2167,17	6862,83	18094,33	6000,00	2167,17
Aprile	3486,67	525,00	4011,67	8672,33	26766,67	6000,00	4011,67
Maggio	6297,78	542,50	6840,28	7495,72	34262,39	6000,00	6840,28
Giugno	9572,22	525,00	10097,22	1564,78	35827,17	6000,00	10097,22
Luglio	13370,22	542,50	13912,72	-5316,72	30510,44	683,28	13912,72
Agosto	9641,33	542,50	10183,83	-523,83	29986,61	159,44	10183,83
Settembre	5297,78	525,00	5822,78	3305,22	33291,83	3464,67	5822,78
Ottobre	805,56	542,50	1348,06	9641,94	42933,78	6000,00	1348,06
Novembre	0,00	525,00	525,00	8505,00	51438,78	6000,00	525,00
Dicembre	0,00	542,50	542,50	4819,50	56258,28	6000,00	542,50
LWR+WC TOT [l]				Re TOT [l]		RISPARMIO [%]	
56 483,72				56 483,72		100	

Tab.L7 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Milano****Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**

Nella Fig.L13 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR + WC$ , come nel caso di Torino. Allo stesso modo risulta che le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico: per l'irrigazione LWR e per le cacciate dei WC.

Fig.L13 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili**

Nella Fig.L14 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR + WC$  in buona parte del mese di luglio e nella primissima frazione del mese di agosto. Nella Fig.L14 , l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Rispetto al caso di Torino, a Milano il periodo "critico" è inferiore e dunque si attende un risultato in linea con il precedente.

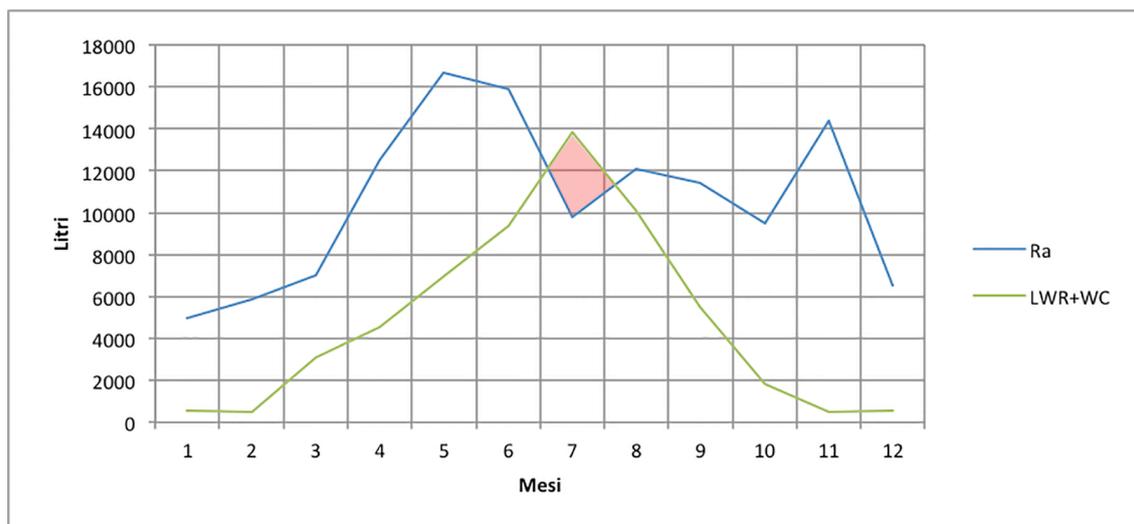


Fig.L14 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 6 000 l)

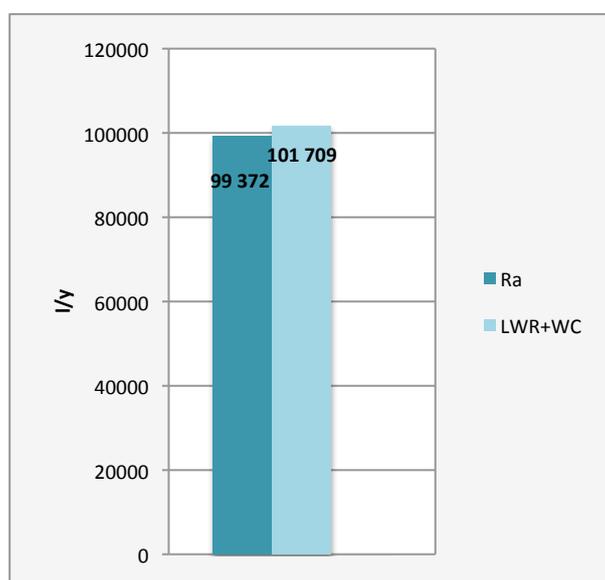
Come si può notare nella Tab.L8, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 100% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque sufficienti a coprire il periodo critico luglio-agosto. Ciò si può vedere nella colonna Cr, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti sempre maggiori di zero (la vasca non rimane mai vuota).

MESE	LWR [l]	WC [l]	TOTALE [l]	$\Delta$ irr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	0,00	542,50	542,50	4427,50	4427,50	6000,00	542,50
Febbraio	0,00	490,00	490,00	5377,40	9804,90	6000,00	490,00
Marzo	2536,44	542,50	3078,94	3965,86	13770,76	6000,00	3078,94
Aprile	3993,89	525,00	4518,89	7995,71	21766,47	6000,00	4518,89
Maggio	6396,67	542,50	6939,17	9751,63	31518,10	6000,00	6939,17
Giugno	8822,22	525,00	9347,22	6523,18	38041,28	6000,00	9347,22
Luglio	13271,11	542,50	13813,61	-4030,41	34010,87	1969,59	13813,61
Agosto	9583,44	542,50	10125,94	1971,46	35982,32	3941,04	10125,94
Settembre	4993,33	525,00	5518,33	5888,87	41871,19	6000,00	5518,33
Ottobre	1267,11	542,50	1809,61	7704,79	49575,98	6000,00	1809,61
Novembre	0,00	525,00	525,00	13848,80	63424,78	6000,00	525,00
Dicembre	0,00	542,50	542,50	6019,30	69444,08	6000,00	542,50
LWR+WC TOT [l]				Re TOT [l]		RISPARMIO [%]	
57 251,72				57 251,72		100	

Tab.L8 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Roma****Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**

Nella Fig.L15 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a < LWR$ , anche se i valori sono molto vicini tra loro. Nonostante ciò le precipitazioni non sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico: per l'irrigazione LWR e per le cacciate dei WC.

Fig.L15 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali**Confronto tra  $R_a$  e LWR mensili**

Nella Fig.L16 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in parte del mese di aprile, in tutto maggio, giugno, luglio, agosto e in quasi tutto il mese di settembre. Nella Fig.L16, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Rispetto al caso di Torino e Milano il periodo "critico" è nettamente maggiore, si attende perciò un risultato differente.

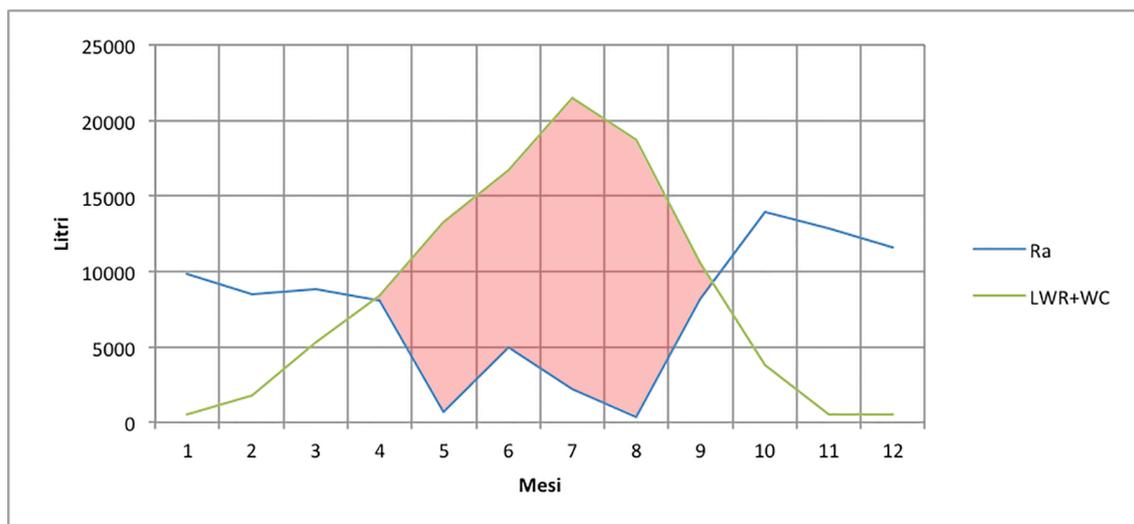


Fig.L16 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 12 500 l)

Come si può notare nella Tab.L9, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 58% del LWR + WC; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico aprile-settembre. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo giugno-settembre (la vasca rimane vuota).

MESE	LWR [l]	WC [l]	TOTALE [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	10,00	542,50	552,50	9317,50	9317,50	12500,00	552,50
Febbraio	1262,67	490,00	1752,67	6731,33	16048,83	12500,00	1752,67
Marzo	4772,22	542,50	5314,72	3491,28	19540,11	12500,00	5314,72
Aprile	7891,11	525,00	8416,11	-380,11	19160,00	12119,89	8416,11
Maggio	12708,00	542,50	13250,50	-6110,50	13049,50	6009,39	13250,50
Giugno	16176,67	525,00	16701,67	-11703,67	1345,83	0,00	11007,39
Luglio	20957,33	542,50	21499,83	-19315,83	-17970,00	0,00	2184,00
Agosto	18217,33	542,50	18759,83	-15399,83	-33369,83	0,00	3360,00
Settembre	10086,67	525,00	10611,67	-2463,67	-35833,50	0,00	8148,00
Ottobre	3240,44	542,50	3782,94	10133,06	-25700,44	10133,06	3782,94
Novembre	0,00	525,00	525,00	12341,00	-13359,44	12500,00	525,00
Dicembre	0,00	542,50	542,50	11021,50	-2337,94	12500,00	542,50
LWR+WC TOT [l]				Re TOT [l]		RISPARMIO [%]	
101 709,94				58 836,33		58	

Tab.L9 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

## Napoli

### Confronto tra $R_a$ e LWR annuali

Nella Fig.L17 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a > LWR$ , ma i valori sono abbastanza vicini rispetto ai casi di Torino e Milano. Comunque risulta che le precipitazioni sono sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico: per l'irrigazione LWR e per le cacciate dei WC.

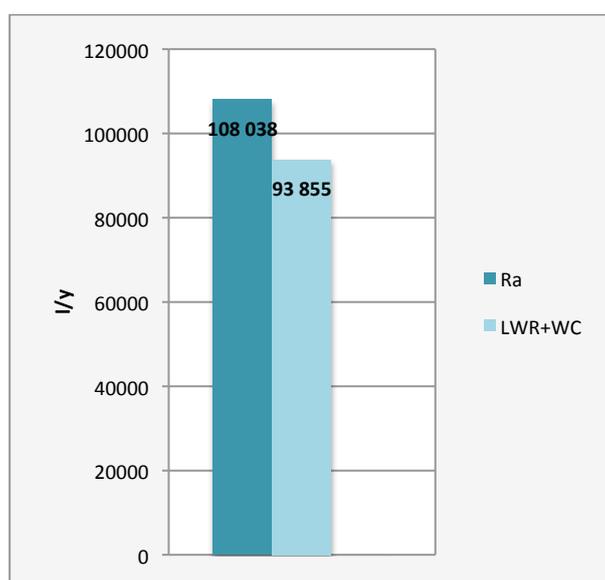


Fig.L17 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali

### Confronto tra $R_a$ e LWR mensili

Nella Fig.L18 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in parte del mese di aprile, in tutto maggio, giugno, luglio, agosto e in quasi tutto il mese di settembre. Nella Fig.L18, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Rispetto al caso di Torino e Milano il periodo "critico" è nettamente maggiore, come a Roma; si attende perciò un risultato in linea con quello di Roma.

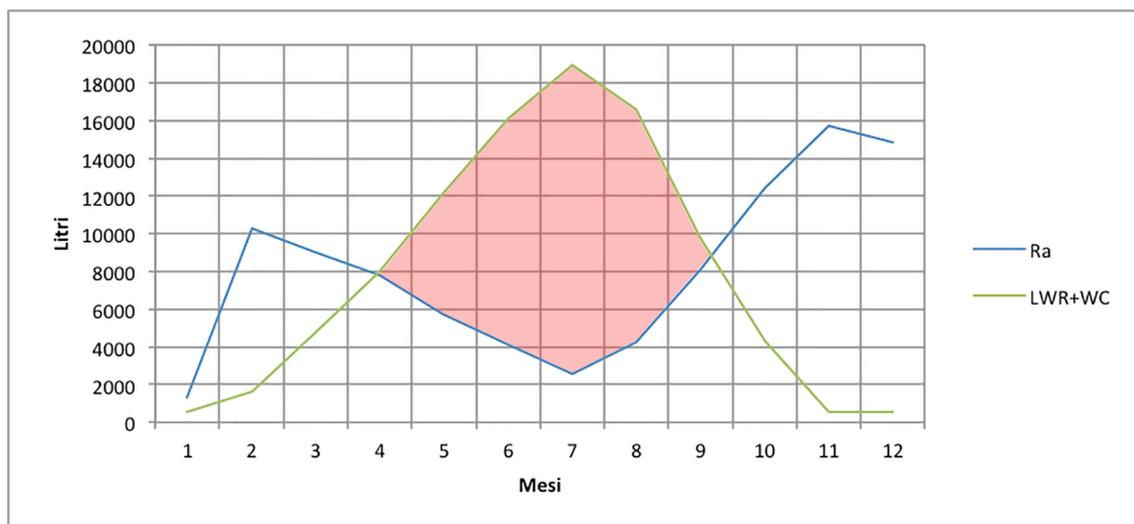


Fig.L18 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 9 000 l )

Come si può notare nella Tab.L10, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 57% del LWR + WC; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico aprile-settembre. Ciò si può vedere nella colonna Cr, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo giugno-settembre (la vasca rimane vuota). Come si attendeva il caso è simile a quello riguardante Roma.

MESE	LWR [l]	WC [l]	TOTALE [l]	$\Delta$ irr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	0,00	542,50	542,50	12687,50	12687,50	9000,00	542,50
Febbraio	1111,56	490,00	1601,56	8674,44	21361,94	9000,00	1601,56
Marzo	4270,00	542,50	4812,50	4217,50	25579,44	9000,00	4812,50
Aprile	7460,00	525,00	7985,00	-173,00	25406,44	8827,00	7985,00
Maggio	11615,78	542,50	12158,28	-6432,28	18974,17	2394,72	12158,28
Giugno	15561,11	525,00	16086,11	-11956,11	7018,06	0,00	6524,72
Luglio	18363,11	542,50	18905,61	-16329,61	-9311,56	0,00	2576,00
Agosto	16043,11	542,50	16585,61	-12329,61	-21641,17	0,00	4256,00
Settembre	9291,11	525,00	9816,11	-1780,11	-23421,28	0,00	8036,00
Ottobre	3752,22	542,50	4294,72	8123,28	-15298,00	8123,28	4294,72
Novembre	0,00	525,00	525,00	15211,00	-87,00	9000,00	525,00
Dicembre	0,00	542,50	542,50	14269,50	14182,50	9000,00	542,50
LWR+WC TOT [l]				Re TOT [l]		RISPARMIO [%]	
93 855,50				53 854,78		57	

Tab.L10 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

## Palermo

### Confronto tra $R_a$ e LWR annuali

Nella Fig.L19 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a < LWR$  e la differenza è più che doppia. Le precipitazioni non sono dunque sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico: per l'irrigazione LWR e per le cacciate dei WC.

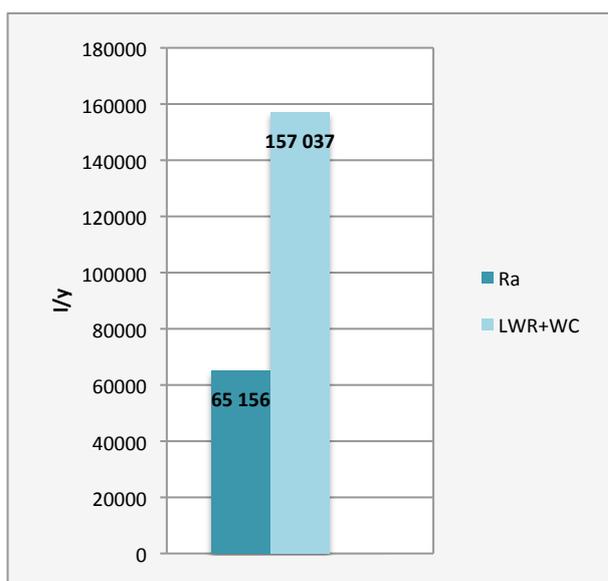


Fig.L19 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali

### Confronto tra $R_a$ e LWR mensili

Nella Fig.L20 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a < LWR$  in parte del mese di febbraio, in tutto marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre e nella metà del mese di ottobre. Nella Fig.L20, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Tra tutti i casi analizzati, quello in questione ha il periodo critico maggiore, per questo motivo si attende un risultato ancora inferiore rispetto a Roma.

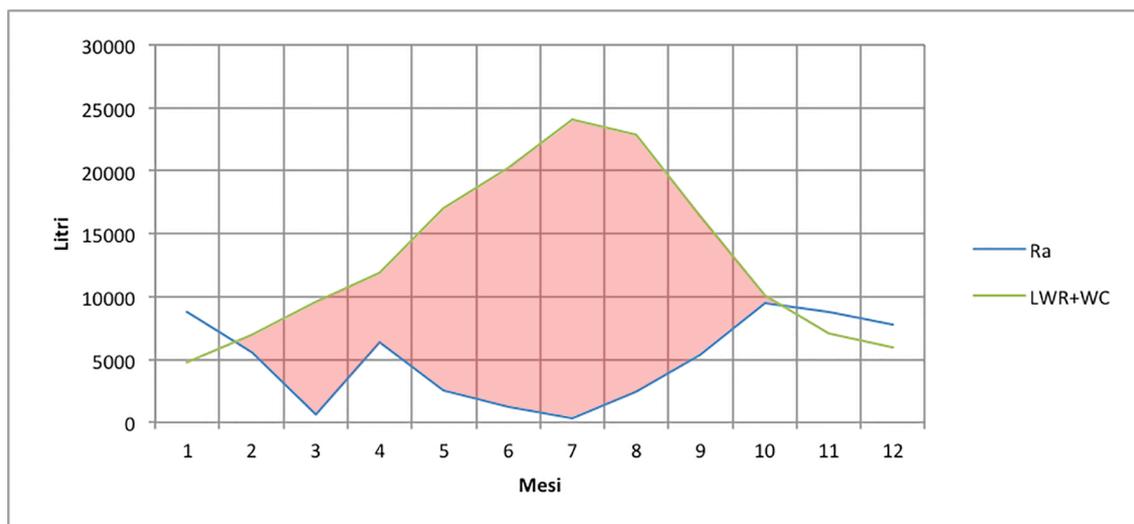


Fig.L20 Confronto tra Ra e LWR mensili

### Verifica risparmio effettivo ( 6 000 l )

Come si può notare nella Tab.L11, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 40% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico febbraio-ottobre. Ciò si può vedere nella colonna C<sub>r</sub>, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo aprile-ottobre (la vasca rimane vuota).

MESE	LWR [l]	WC [l]	TOTALE [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	4234,89	542,50	4777,39	4028,61	4028,61	6000,00	4777,39
Febbraio	6476,44	490,00	6966,44	-1366,44	2662,17	4633,56	6966,44
Marzo	9017,78	542,50	9560,28	-3120,28	-458,11	1513,28	9560,28
Aprile	11408,89	525,00	11933,89	-5605,89	-6064,00	0,00	7841,28
Maggio	16461,78	542,50	17004,28	-14428,28	-20492,28	0,00	2576,00
Giugno	19745,56	525,00	20270,56	-19024,56	-39516,83	0,00	1246,00
Luglio	23531,56	542,50	24074,06	-23794,06	-63310,89	0,00	280,00
Agosto	22339,78	542,50	22882,28	-20432,28	-83743,17	0,00	2450,00
Settembre	15872,22	525,00	16397,22	-11035,22	-94778,39	0,00	5362,00
Ottobre	9559,33	542,50	10101,83	-651,83	-95430,22	0,00	9450,00
Novembre	6545,56	525,00	7070,56	1735,44	-93694,78	1735,44	7070,56
Dicembre	5456,00	542,50	5998,50	1813,50	-91881,28	3548,94	5998,50
LWR+WC TOT [l]				Re TOT [l]		RISPARMIO [%]	
157 037,28				63 578,44		40	

Tab.L11 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo

**Conclusioni**

I risultati delle verifiche effettuate nelle cinque localizzazioni oggetto di studio vengono di seguito riassunte:

Localizzazione	R <sub>a</sub> [l]	LWR [l]	R <sub>e</sub> [l]	% R <sub>e</sub> [%]	Volume [l]
Torino	112 742,00	56 483,72	56 483,72	100	6 000
Milano	126 695,00	57 251,72	57 251,72	100	6 000
Roma	99 372,00	101 709,94	58 836,33	58	12 500
Napoli	108 038,00	93 855,50	53 854,78	57	9 000
Palermo	65 156,00	157 037,28	63 578,44	40	6 000

Tab.L12 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo riepilogo

# **ALLEGATO L<sub>c</sub>**

**SIMULAZIONI DI CALCOLO  
RISPARMIO IDRICO EFFETTIVO VASCHE DI ACCUMULO  
SOLUZIONE C1**

## Palermo

### Confronto tra $R_a + Grey$ e LWR annuali

Nella Fig.L21 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ) sommato alle acque grigie recuperate (grey), nell'arco di un anno. Quello che emerge è che  $R_a + grey < LWR + WC$  e la differenza è ampia, ma non doppia come nel Caso B2. Le precipitazioni e le acque grigie sommate non sono comunque sufficienti a coprire l'intero fabbisogno idrico: per l'irrigazione LWR e per le cacciate dei WC.

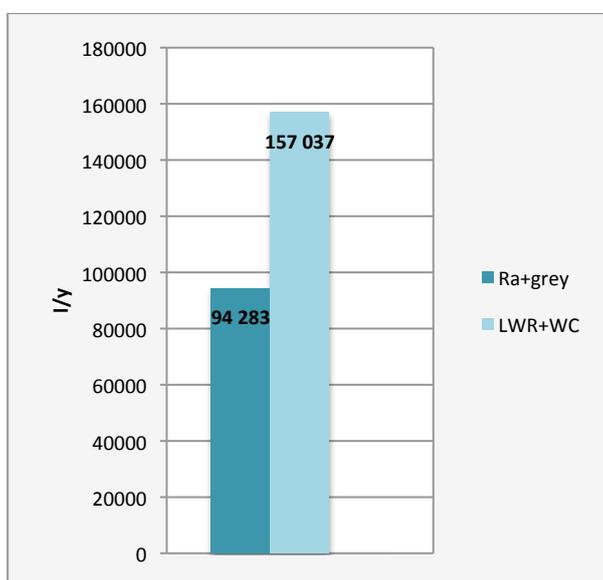


Fig.L21 Confronto tra  $R_a$  e LWR annuali

### Confronto tra $R_a$ e LWR mensili

Nella Fig.L22 si può vedere il valore di fabbisogno idrico (LWR + WC) a confronto con il valore di precipitazione ( $R_a$ ) sommato alle acque grigie recuperate (grey), mese per mese, nell'arco di un anno. Ciò che emerge è che  $R_a + grey < LWR + WC$  in quasi tutto marzo, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, circa un terzo del mese di ottobre e in un ulteriore periodo tra fine ottobre e inizio dicembre. Nella Fig.L22, l'area indicata in rosso evidenzia il periodo "critico" e rappresenta la quantità di acqua mancante per raggiungere il fabbisogno: tale quantità dovrà essere bilanciata dall'accumulo derivante dai mesi precedenti. Questo caso rispetto al B2 mostra un

periodo critico inferiore di più di un mese e un risparmio idrico maggiore di circa il 19%.

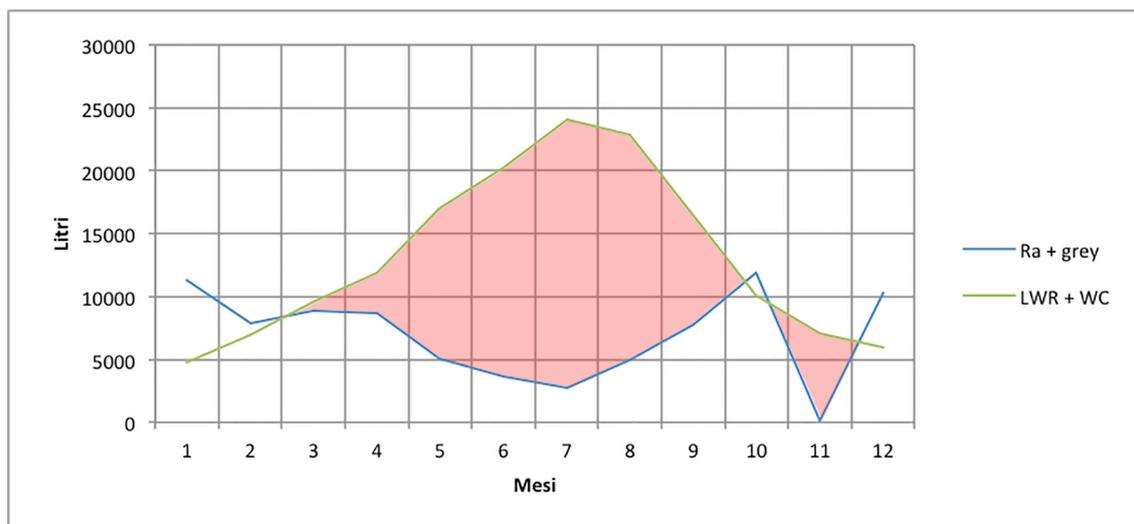


Fig.L22 Confronto tra Ra e LWR annuali

### Verifica risparmio effettivo (1 6 000 l)

Come si può notare nella Tab.L13, utilizzando il volume calcolato con la UNI/TS 11445 si recupera il 59% del LWR; gli accumuli dei mesi precedenti risultano dunque insufficienti a coprire il periodo critico marzo-ottobre. Ciò si può vedere nella colonna Cr, gli accumuli alla fine del mese, risultano infatti pari a zero nel periodo marzo-ottobre (la vasca rimane vuota).

MESE	LWR [l]	WC [l]	TOTALE [l]	Δirr [l]	Cth [l]	Cr [l]	Re [l]
Gennaio	4234,89	542,50	4777,39	6502,41	6502,41	16000,00	4777,39
Febbraio	6476,44	490,00	6966,44	867,96	7370,37	16000,00	6966,44
Marzo	9017,78	542,50	9560,28	-646,48	6723,89	15353,52	9560,28
Aprile	11408,89	525,00	11933,89	-3211,89	3512,00	12141,63	11933,89
Maggio	16461,78	542,50	17004,28	-11954,48	-8442,48	187,16	17004,28
Giugno	19745,56	525,00	20270,56	-16630,56	-25073,03	0,00	3827,16
Luglio	23531,56	542,50	24074,06	-21320,26	-46393,29	0,00	2753,80
Agosto	22339,78	542,50	22882,28	-17958,48	-64351,77	0,00	4923,80
Settembre	15872,22	525,00	16397,22	-8641,22	-72992,99	0,00	7756,00
Ottobre	9559,33	542,50	10101,83	1821,97	-71171,02	1821,97	10101,83
Novembre	6545,56	525,00	7070,56	4129,44	-67041,58	5951,41	7070,56
Dicembre	5456,00	542,50	5998,50	4287,30	-62754,28	10238,71	5998,50
LWR+WC TOT [l]				Re + grey TOT [l]		RISPARMIO [%]	
157 037,28				92 673,92		59	

Tab.L13 Risparmio idrico effettivo vasche di accumulo riepilogo

# ALLEGATO M

SCHEDE TECNICHE SISTEMA DI RECUPERO ACQUE  
METEORICHE

**RIUSA**

Impianto automatico per il recupero e riutilizzo delle acque piovane per uso irriguo + WC

**REDI**

Descrizione del prodotto:

**RIUSA**

Impianto automatico per il recupero e riutilizzo delle acque piovane per uso irriguo + WC

**Componenti:**

Serbatoio di accumulo in polietilene di forma cilindrica

Tubazione di by-pass per troppo pieno

Filtro a cestello estraibile per grigliatura

Tubo di aspirazione con valvola di fondo

Centralina elettronica con elettropompa per la distribuzione dell'acqua

Valvola a tre vie integrata per il controllo automatico

Filtro multi-stadio

**Applicazione:**

Le acque in uscita dall'impianto possono essere riutilizzate per le cassette dei WC, l'irrigazione di aree verdi, il lavaggio di veicoli, la pulizia di aree cortilizie. È escluso l'uso potabile, per l'igiene personale, per il lavaggio o l'irrigazione di colture destinate al consumo fresco.

**INFORMAZIONI TECNICHE**

COD.	ARTICOLO	Volume	Larghezza	Lunghezza	Altezza	Coperchi
5051	Irriga Plus	3 500	186	186	212	300
5052	Irriga Plus	6 000	186	258	212	300
5054	Irriga Plus	12 500	214	347	228	500x500
5055	Irriga Plus	16 000	214	494	228	2x(500x500)
5056	Irriga Plus	21 000	214	696	228	3x(500x500)
5057	Irriga Plus	26 000	214	798	228	4x(500x500)
5058	Irriga Plus	31 000	214	950	228	5x(500x500)
5059	Irriga Plus	36 000	214	1 102	228	6x(500x500)
5060	Irriga Plus	41 000	214	1 254	228	7x(500x500)

# **ALLEGATO N**

**SCHEDE TECNICHE SISTEMA DI RECUPERO ACQUE GRIGIE**

**MAJI-ECO GRAY**

Impianto automatico per il recupero e riutilizzo delle acque GRIGIE per uso irriguo + WC



Descrizione del prodotto:

**MAJI-ECO GRAY**

Impianto automatico per il recupero e riutilizzo delle acque grigie per uso irriguo + WC

**Componenti:**

Vasca di sedimentazione e areazione acque grigie con troppo-pieno in scarico, valvola di scarico e kit collegamenti

Vasca di filtraggio con sistema di insufflaggio aria, filtro a membrana, pompa di spinta filtraggio, cavi e collegamenti

Vasca acqua trattata con reintegro acqua potabile e connessione alle stazioni di pompaggio

Unità di controllo completa di staffa in acciaio inox, compressore, centralina di gestione impianto e connessioni elettriche

**Applicazione:**

Le acque in uscita dall'impianto possono essere riutilizzate per le cassette dei WC, l'irrigazione di aree verdi, il lavaggio di veicoli, la pulizia di aree cortilizie. È escluso l'uso potabile, per l'igiene personale, per il lavaggio o l'irrigazione di colture destinate al consumo fresco.

INFORMAZIONI TECNICHE						
COD.	ARTICOLO	Volume	Larghezza	Lunghezza	Altezza	Coperchi
393_18A.B	Maji-Eco Gray	500	-	335	167	-