



CARBON FOOTPRINT

“Servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile”

REV. 2

DATA: 27/06/2011

REV.	DATA	REDATTA	VERIFICATA	APPROVATA	DESCRIZIONE
2	27/06/2011				Aggiornamento dati 2010
1	24/01/2011				Prima emissione
0	14/01/2011				Documento interno





INDICE

1.1	ASPETTI GENERALI	4
1.1.1	PREMESSA	4
2.1	AGGIORNAMENTO NORMATIVO	5
3.1	QUANTIFICAZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT	6
3.1.1	OBIETTIVO DELLO STUDIO	6
3.1.2	CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO	6
4.1.	ANALISI D'INVENTARIO DEL CICLO DI VITA	9
4.1.1.	GENERALITÀ	9
4.2.	CAPTAZIONE ACQUA	9
4.2.1.	PRELIEVO DELL'ACQUA	9
4.2.2.	ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POZZI/SORGENTI	10
4.2.3.	ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POTABILIZZATORI/DISSALATORI	10
4.3.	TRATTAMENTO ACQUA	11
4.3.1	POTABILIZZAZIONE ACQUA	11
4.3.2	DISSALAZIONE ACQUA	14
4.4.	ADDUZIONE ACQUA	17
4.4.1	ACQUEDOTTI	17
4.4.2	FUNZIONAMENTO, MANUTENZIONE, INFRASTRUTTURE	18
4.5.	RISULTATI DELL'INVENTARIO	20
5.1	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA	24
5.1.1	CATEGORIE D'IMPATTO	24
	Cambiamenti Climatici (GWP): emissione di gas serra	24
	Distruzione della fascia di ozono stratosferico (ODP): emissione di gas lesivi per l'ozono	24
	Formazione di Ossidanti Fotochimici (POCP)	25
	Acidificazione (AP)	25
	Eutrofizzazione (EP)	25
5.1.2	CARBON FOOTPRINT CICLO DI VITA	26
5.1.3	CONTRIBUTO POTABILIZZATORI	28
5.1.4	CONTRIBUTO DISSALATORI	29
5.1.5	CONTRIBUTO ACQUEDOTTI	31
6.1	CONCLUSIONI	33



1.1 ASPETTI GENERALI

1.1.1 PREMESSA

La Società Siciliacque S.p.A. ha deciso nel corso dell'anno 2010 di predisporre uno studio di "Carbon Footprint (CF)" come metodologia per l'identificazione e la quantificazione degli emissioni di gas serra del "Servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile". Lo studio è aggiornato annualmente tramite la raccolta dei dati e delle informazioni necessarie a quantificare la Carbon Footprint.

Il presente studio è stato aggiornato con i dati raccolti durante l'anno 2010.

Lo studio è stato realizzato da docenti universitari del CE.Si.S.P. (Centro Interuniversitario per lo sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti).

La Carbon Footprint del servizio in oggetto è stata quantificata, ove non diversamente specificato nel seguito, in conformità a quanto previsto dalla norma **ISO/CD 14067-1 Carbon footprint of products - Part 1: Quantification**.

Lo studio LCA, necessario per quantificare la CF, è stato condotto in accordo con le norme **ISO 14040** e **ISO 14044** seguendo le indicazioni del documento Product Category Rules (PCR - UN CPC code 6921 "Water distribution through mains, except steam and hot water") sviluppato all'interno dell'International EPD® system (www.environdec.com), un'applicazione della norma **ISO 14025**.

SOCIETÀ	
Siciliacque S.p.A.	Sede Legale e Operativa: Via G. di Marzo, 35 - 90145 - PALERMO (PA) Tel: (+39) 091 280.81 Fax: (+39) 091 280.859 E-mail: siciliacque@siciliacquespa.it Web: www.siciliacquespa.it
GRUPPO DI LAVORO STUDIO CF	
Prof. Ing. Adriana Del Borghi Dott.ssa Michela Gallo Ing. Carlo Strazza	Tel: (+39) 010 353.2918 Fax: (+39) 010 353.2586
CE.Si.S.P. - Centro Interuniversitario per lo sviluppo della Sostenibilità dei Prodotti	E-mail: cesisp@cesisp.unige.it Web: www.cesisp.unige.it



2.1 AGGIORNAMENTO NORMATIVO

Al momento della redazione del presente documento, lo standard di riferimento utilizzato, ovvero la ISO/CD 14067-1 Carbon footprint of products, si trova nel seguente stato di approvazione:

ISO/CD 14067

Carbon footprint of products

General information

Number of Pages:

Edition: 1	ICS: 13.020.40
Status: Under development	Stage: 30.20 (2011-03-22)
TC/SC: TC 207/SC 7	

Lo stadio 30.20 corrisponde al *Committee stage*, ed in particolare a: *Committee draft (CD) registered and CD study/ballot initiated*.



3.1 QUANTIFICAZIONE DELLA CARBON FOOTPRINT

La quantificazione della carbon footprint è stata effettuata in accordo con la norma internazionale ISO/CD 14067 "Carbon Footprint of Products", utilizzando la norma ISO 14040 come base metodologica per lo studio.

3.1.1 OBIETTIVO DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è quello di valutare le emissioni di gas serra totali (GHG) associabili al ciclo di vita del **servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile**.

3.1.2 CAMPO DI APPLICAZIONE DELLO STUDIO

Funzioni e unità funzionale

Funzione del sistema che si vuole studiare è il servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile nella rete afferente a Siciliacque S.p.A..

L'unità funzionale è rappresentata da 1 m³ di acqua addotta

Ove non diversamente specificato, i dati raccolti si riferiscono all'anno **2010**.

Nella figure seguenti sono riportati i principali acquedotti ed impianti in Sicilia.

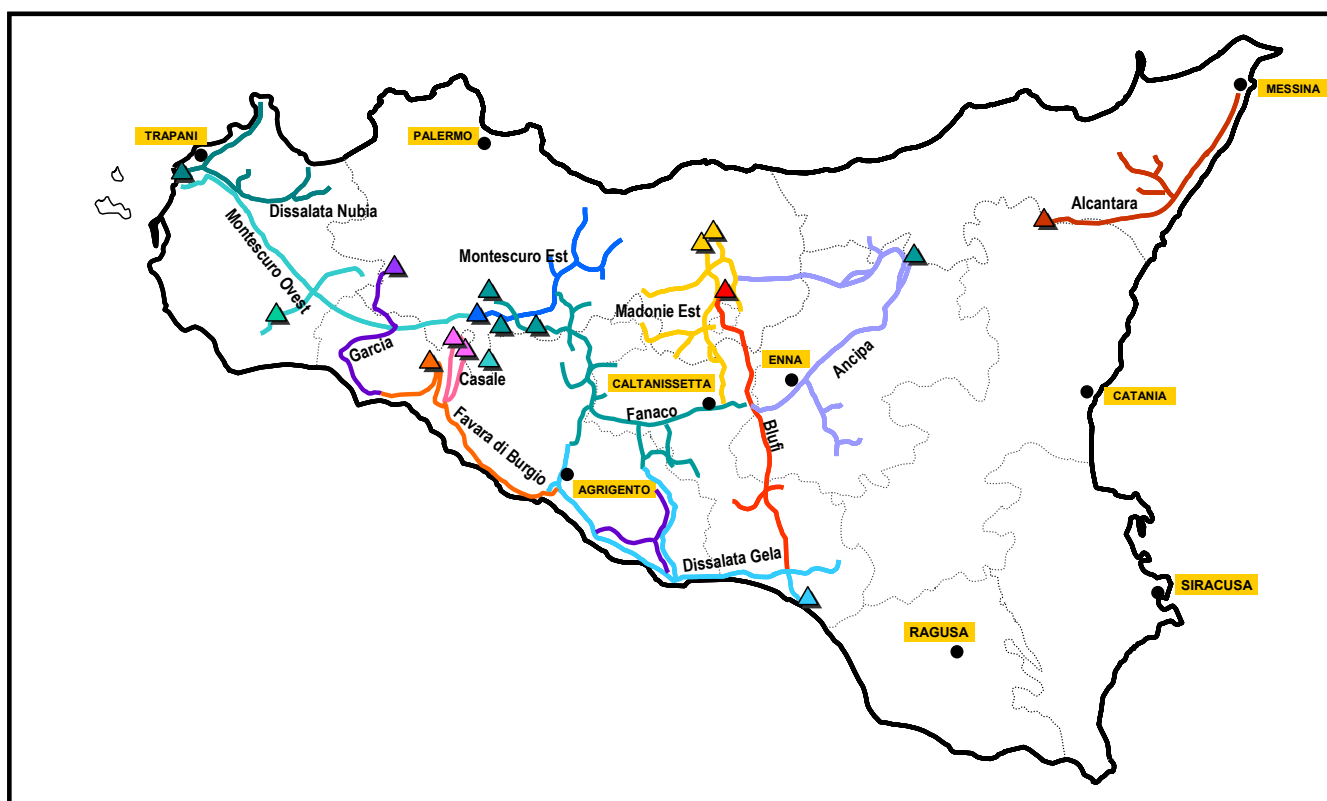


Figura 1 – Sistema degli acquedotti in Sicilia

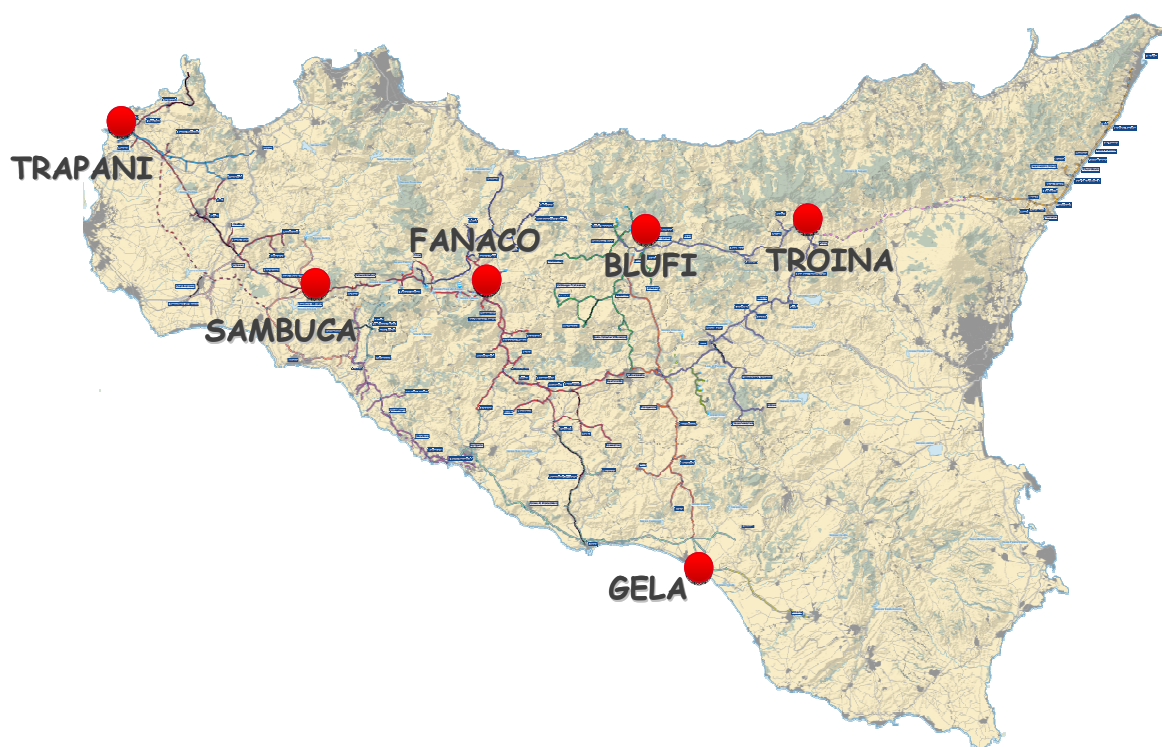


Figura 2 – Principali impianti gestiti da Siciliacque

Confini del sistema

I confini del sistema sono definiti in accordo alla bozza di PCR in corso di sviluppo all'interno dell'International EPD® System e sono rappresentati nella figura seguente.

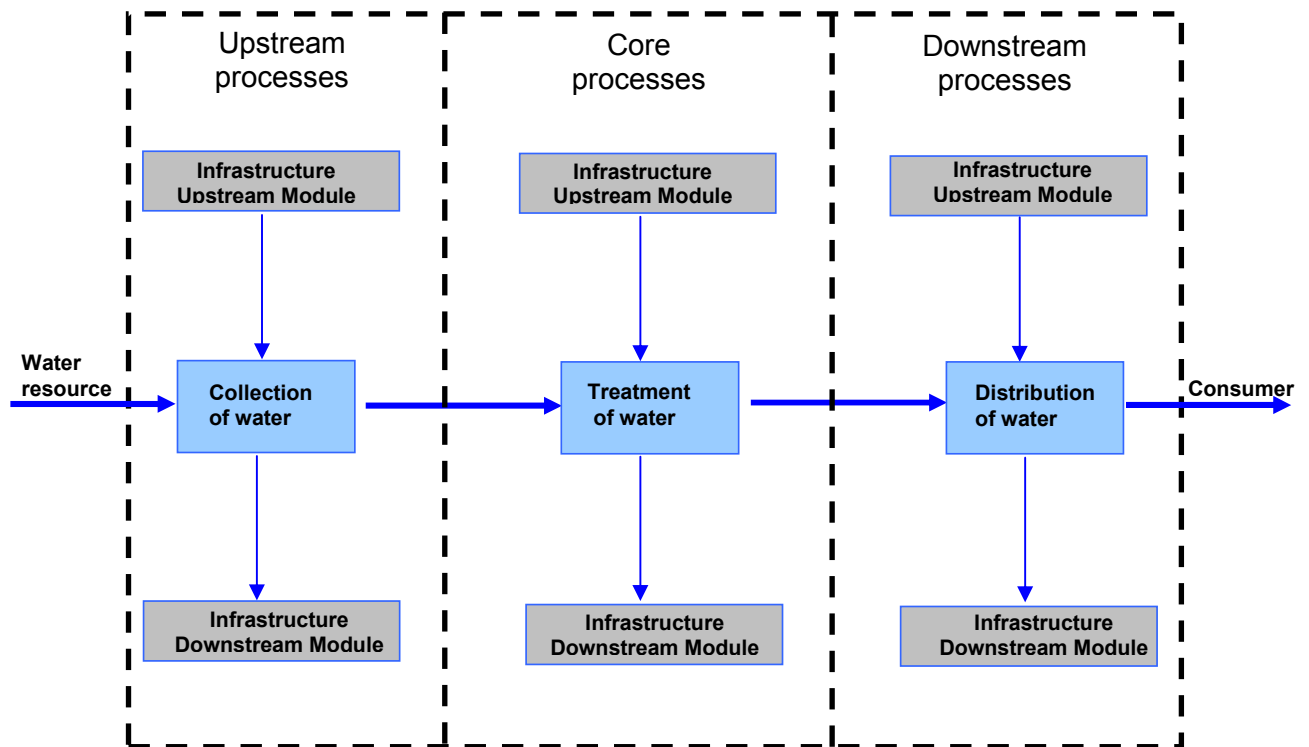


Figura 3 – Confini del sistema (Fonte: draft version PCR - UN CPC code 6921 "Water distribution through mains, except steam and hot water")

Nel presente studio, i confini del sistema considerati comprendono le seguenti fasi del ciclo di vita:

1. CAPTAZIONE ACQUA (Up-stream processes)

- Acquisizione dell'acqua da pozzi/sorgenti
- Acquisizione dell'acqua da invasi/fiumi
- Acquisizione dell'acqua di mare

2. TRATTAMENTO ACQUA (Core processes)

- Potabilizzazione acqua
- Dissalazione acqua

3. ADDUZIONE ACQUA (Down-stream processes)

- Perdite associate all'adduzione di acqua attraverso gli acquedotti.
- Funzionamento, manutenzione ed infrastrutture della rete di adduzione.



4.1. ANALISI D'INVENTARIO DEL CICLO DI VITA

4.1.1. GENERALITÀ

L'analisi d'inventario comprende la **raccolta dei dati** ed i **procedimenti di calcolo** che consentono di quantificare i flussi in entrata ed in uscita dal sistema.

4.2. CAPTAZIONE ACQUA

4.2.1. PRELIEVO DELL'ACQUA

Nel seguito sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2010.

Acqua prelevata totale 2010 88.668.578 m³

	m ³	%
Acqua da potabilizzatori	42.202.013	47,60
Acqua da dissalatori	11.002.792	12,41
Acqua da pozzi/sorgenti	35.463.773	40,00

Tabella 1 – Suddivisione prelievi tra potabilizzatori/dissalatori e pozzi/sorgenti

Nello studio di CF, tutti i dati raccolti devono essere riferiti al m³ di acqua addotta. Nel seguito sono riportati i dati relativi al 2010.

Acqua addotta totale 2010 75.260.357 m³

ACQUA ADDOTTA (1m³) 1,1782 Acqua immessa in rete (1m³)

ACQUA IMMESSA IN RETE

	m ³	%
Acqua da potabilizzatori	35.820.339	47,60
Acqua da dissalatori	9.338.980	12,41
Acqua da pozzi/sorgenti	30.101.038	40,00
		100%

Tabella 2 – Suddivisione acqua addotta tra potabilizzatori/dissalatori e pozzi/sorgenti

La suddivisione dell'acqua prelevata tra potabilizzatori, dissalatori e pozzi/sorgenti è stata ricavata ripartendo le perdite (date dal rapporto tra l'acqua addotta e prelevata totale nell'anno) percentualmente sull'acqua da potabilizzatori, da dissalatori e da pozzi/sorgenti.



4.2.2. ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POZZI/SORGENTI

Relativamente a questa fase, i dati raccolti si riferiscono al consumo elettrico delle pompe per il prelievo dell'acqua (**35.463.773 m³**). I dati 2010 sono riassunti nella tabella seguente.

Utenze	Consumo elettrico	
POZZI – Utenze maggiori	kWh	
Pozzi C.da "Moio Alcantara"	230.352	
Sollevamento Pozzi Favara	2.091.902	
Pozzo Callisi	999.239	
Sollevamento Pozzi Feudotto	955.033	
Sollevamento Pozzi Feudotto	1.527.260	
Sollevamento Pozzi Giardinello	939.290	
Sollevamento Sorgenti Liste e S.Andrea	4.710.926	
	11.454.002	
POZZI – Utenze minori	kWh	kWh/m³ trattati
C.da Staglio - pozzi 7 e 8 [216816]	52.281	
C.da Staglio - pozzo 12 [216760]	0	
C.da Staglio - pozzo 9 (bt)	0	
C.da Staglio - pozzo 10 (bt) [934232712]	78.383	
C.da Staglio - pozzo 11 (bt) [642 966 600]	45.599	
C.da Staglio - Centrale [216776]	35.691	
Sollevamento Pozzi Favara (Monoraria bt)	786.057	
Pozzo Avola 2	353.555	
	1.351.566	
Totale pozzi	12.805.568	0,361

Tabella 3 – Consumi relativi al prelievo di acqua da pozzi/sorgenti

4.2.3. ACQUISIZIONE DELL'ACQUA DA POTABILIZZATORI/DISSALATORI

Relativamente a questa fase, i dati raccolti si riferiscono al consumo elettrico delle pompe per il prelievo dell'acqua dagli invasi/fiumi e dal mare. I dati 2010 sono compresi in quelli relativi al funzionamento degli impianti e riassunti nei paragrafi seguenti.



4.3. TRATTAMENTO ACQUA

4.3.1 POTABILIZZAZIONE ACQUA

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2010, i consumi elettrici e di reagenti e la produzione di rifiuti, suddivisi tra i vari potabilizzatori.

Potabilizzatore	Acqua prelevata	(solo potabizz.) m ³	Acqua in uscita	Ripartizione % potabilizzatori (sull'uscita)
	m ³		m ³	
TROINA (invaso ANCIPA)	17.694.000	17.694.000	16.986.240 ¹	38,03
BLUFI (Fiume Imera merid.)	0	0	0	-
FANACO - Piano Amata	16.076.405 ²	11.968.313	15.847.879	35,48
SAMBUCA (invaso Garcia)	8.357.407	8.357.407	7.822.970 ³	17,51
GELA (invasi Ragoletto e Disueri)	4.182.293	4.182.293	4.014.093	8,99
	46.310.105	42.202.013	44.671.182	100,00%

Tabella 4 – Suddivisione prelievi tra i potabilizzatori

	Consumi elettrici		
	kWh	kWh/m ³ trattati	MJ/m ³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	3.895.138	0,2201	0,7925
BLUFI	238.676	-	-
FANACO	1.205.950	0,1008	0,3627
SAMBUCA	13.618.779	1,6443	5,9197
GELA	535.647	0,1281	0,4611
	17.189.415		

Tabella 5 – Consumi elettrici suddivisi tra i potabilizzatori

¹ Stimato in base alle perdite 2010 (4%)

² Comprende Pozzi e Sorgenti

³ MOW + GAR (Totale in uscita)



	Ipoclorito		Policloruro	
	kg	kg/m³ trattati	kg	kg/m³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	89.305	0,0050	595.603	0,0337
BLUFI	0	-	0	-
FANACO	109.044	0,0091	476.350	0,0398
SAMBUCA	58.528	0,0071	148.559	0,0179
GELA	28.074	0,0067	119.406	0,0286
	285.315		1.340.369	
	Acido Solforico		PurateTM	
	kg	kg/m³ trattati	kg	kg/m³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	29.935	0,0017	25.183	0,0014
BLUFI	0	0,0000	0	0,0000
FANACO	58.207	0,0049	43.990	0,0037
SAMBUCA	42.671	0,0052	25.350	0,0031
GELA	0	0,0000	0	0,0000
	130.813		94.523	
	Clorito di Sodio		Acido Cloridrico	
	kg	kg/m³ trattati	kg	kg/m³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	50.101	0,0028	38.426	0,0022
BLUFI	0	-	0	-
FANACO	0	0,0000	0	0,0000
SAMBUCA	5.797	0,0007	3.843	0,0005
GELA	51.263	0,0123	50.887	0,0122
	107.261		93.256	
	Permanganato		Carbone	
	kg	kg/m³ trattati	kg	kg/m³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	0	0,00000	0	0,00000
BLUFI	0	0,00000	0	0,00000
FANACO	3.026	0,00025	0	0,00000
SAMBUCA	0	0,00000	11.520	0,00138
GELA	250	0,00006	50	0,00001
	3.276		11.570	
	Polielettrolita			
	kg	kg/m³ trattati		
TROINA (invaso ANCIPA)	775	0,00000		
BLUFI	0	0,00000		
FANACO	0	0,00025		
SAMBUCA	300	0,00000		
GELA	1.250	0,00006		
	2.325			

Tabella 6 – Consumi di reagenti suddivisi tra i potabilizzatori



	Fanghi prodotti	
	kg	kg/m³ trattati
TROINA (invaso ANCIPA)	328.940	0,0186
BLUFI	0	-
FANACO	126.800	0,0106
SAMBUCA	17.940	0,0022
GELA	183.360	0,0438
	669.040	

Tabella 7 – Produzione di rifiuti suddivisi tra i potabilizzatori



4.3.2 DISSALAZIONE ACQUA

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2010, i consumi elettrici e di reagenti e la produzione di rifiuti, suddivisi tra i vari dissalatori.

Solo la gestione del dissalatore di **Trapani** è in carico a Siciliacque, per cui solo per questo impianto sono stati utilizzati dati aggiornati relativi al 2010.

Per i dissalatori di **Gela** e **Porto Empedocle** si sono utilizzati dati specifici relativi al 2008 oppure stime: tali dati sono stati riferiti al m³ trattato, in modo da poter tenere conto del fatto che nel 2010 i quantitativi trattati sono diminuiti in maniera significativa rispetto al 2008.

Dissalatore	Acqua prelevata		% dissalatori
	m ³		
TRAPANI	8.307.801		75,51
GELA	2.142.679 ⁴		19,47
PORTO EMPEDOCLE	552.312		5,02
	11.002.792		100,00%

Tabella 8 – Suddivisione prelievi tra i dissalatori

Dissalatore	Consumi elettrici		kWh/m ³ trattati	MJ/m ³ trattati
	m ³	kWh		
TRAPANI (MED-Multi Effect Distillation) 2010	8.307.801	32.151.190	3,8700	13,9320

Tabella 9 – Consumi elettrici suddivisi tra i dissalatori

Dissalatore	Consumi Metano		Nm ³ /m ³ trattati	MJ/m ³ trattati
	m ³	Nm ³		
TRAPANI 2010	8.307.801	51.508.366	6,2000	205,4924
GELA	7.334.729	58.185.716	7,9329	262,9278
Osmosi Inversa 2008	0	0		
V Modulo (Multiflash) 2008	7.334.729	58.185.716 ⁵		
MSF (Multi Stage Flash)	0	0		
PORTO EMPEDOCLE	n.d.	n.d.		

Tabella 10 – Consumi di metano suddivisi tra i dissalatori

⁴ TOTALE moduli VMOD BIS + OI + MSF

⁵ Ricavati i consumi di metano dal costo dell'impianto di Trapani



Dissalatore	Chemicals	
TRAPANI 2010	kg	
Belgard Ev 2005		85.387
Nalco 131 S		6.907
Carbonato di Sodio		293.785
Anidride Carbonica		1.017.735
Acido Demi HCl		7.518
Soda Demi		22.462
Deox Sg. Ex Nalco BWT 15		1.725
Control Po Ex Nalco BWT 18		3.930
Calce Idrata		79.945
Olio Lubrificante		211.788
Grasso		937
Celkard 435		274
Sokalan PI 16		7.975
Hydrex 9209		5.255
GELA	m³	kg
Osmosi Inversa 2008	2.404.880	
Acido Solforico		143.300
Cloruro Ferrico		103.240
Sodio Metabilsolfito		473.133
Hypersperse MD 220		59.180
V Modulo (Multiflash) 2008	4.929.849	
Acido Solforico		1.675.757 ⁶
PORTO EMPEDOCLE	m³	kg
MVC (Mechanical Vapor Compression)		
n.d.		n.d.

Tabella 11 – Consumi di reagenti suddivisi tra i dissalatori

⁶ Ricavati i consumi di H₂SO₄ dal costo dell'O.I.



TRAPANI	Rifiuti prodotti	
	kg	
Soluzione acquosa di lavaggio e acque madri	279	
Imballaggi contaminati da sostanze pericolose	735	
Olio minerale esausto	998	
Rifiuti la cui raccolta e smaltimento prevedono precauzioni	2,1	
Contenitori vuoti in metallo (Fusti)	3	
Piastrine di Batterieologico	-	
Sostanze Chimiche di Laboratorio	885	
Guanti Sporchi	5	
Manufatti in gomma	436	
Rottami Ferrosi	5600	
Fanghi da fosse settiche (200304)	13000	
Rottami in plastica	200	
Imballaggi in plastica (150102)	2070	
Plastica (200139)	300	
Carbonato di sodio (060314)	2435	
(?) Resine ioniche esaurite (190905)	4310	
Adesivi e sigillanti di scarto contenenti sostanze pericolose (080409)	350	kg/m³ trattati
Neon e tubi fluorescenti (200121)	50	
	31.658	0,00381

Tabella 12 – Rifiuti prodotti nel dissalatore di Trapani



4.4. ADDUZIONE ACQUA

4.4.1 ACQUEDOTTI

Nel seguito sono riportati i dati relativi al prelievo totale 2010 suddivisi per acquedotto.

Acquedotto	Acqua prelevata m ³	Fonte	Acqua addotta m ³	%
ALCANTARA	3.453.581	pozzi/sorgenti	3.189.826	4,24%
ANCIPA	17.694.000	potabilizzatori/invasi	7.701.174	10,23%
BLUFI	0	potabilizzatori/invasi	2.970.846	3,95%
MADONIE EST	5.499.356	pozzi/sorgenti	4.316.864	5,74%
FANACO - MADONIE OVEST	11.968.313	potabilizzatori/invasi	12.221.959	16,24%
	4.108.092	pozzi/sorgenti		
MONTESCURO EST	5.065.813	pozzi/sorgenti	2.739.345	3,64%
MONTESCURO OVEST	4.741.223	pozzi/sorgenti	6.628.354	8,81%
DISSALATA DA NUBIA	8.307.801	dissalatore TRAPANI	8.500.979	11,30%
	189.740	pozzi/sorgenti		
DISSALATA GELA ARAGONA	4.182.293	potabilizzatori/invasi	9.011.543	11,97%
	2.142.679	dissalatore GELA		
FAVARA DI BURGIO	552.312	dissalatore PORTO EMP.	10.335.042	13,73%
	7.493.868	pozzi/sorgenti		
GARCIA	8.357.407	potabilizzatori/invasi	1.776.037	2,36%
	1.713.564	pozzi/sorgenti		
CASALE	1.768.188	pozzi/sorgenti	1.415.714	1,88%
VITTORIA-GELA	1.430.348	pozzi/sorgenti	3.152.673	4,19%
	88.668.578		73.960.357	
Totale Utenze rete esterna			1.300.000	
	88.668.578		75.260.357	

Tabella 13 – Suddivisione prelievi tra gli acquedotti

Relativamente al 2010, quindi l'acqua addotta è pari a **1,1782 m³** della quantità di acqua immessa in rete.



4.4.2 FUNZIONAMENTO, MANUTENZIONE, INFRASTRUTTURE

Relativamente al funzionamento, i dati raccolti si riferiscono al consumo elettrico delle pompe per il pompaggio e sollevamento dell'acqua. I dati 2010 sono riassunti nella tabella seguente.

ACQUEDOTTI+POZZI	kWh	kWh/m ³ addotti
Alcantara	878.749	0,2755
Ancipa	770.737	0,1001
Blufi	1.897.521	0,6387
Madonie Est	22.508	0,0052
Fanaco	16.303.209	1,3339
Montescuro Est	3.371.711	1,2308
Montescuro Ovest	8.409.289	1,2687
Nubia	468.647	0,0551
Favara	1.087.808	0,1207
Casale	12.584.026	1,2176
Dissalata Gela Aragona	0	0,0000
Garcia	999.239	0,7058
Vittoria Gela	3.247.596	1,0301
	50.041.040	0,6649

Tabella 14 – Consumi relativi al pompaggio e sollevamento dell'acqua negli acquedotti (incluse le pompe)

Dettaglio	kWh	kWh/m ³ addotti
Acquedotti + pozzi	50.041.040	0,6649
Acquedotti	37.235.472	0,4948
Pozzi	12.805.568	

Tabella 15 – Suddivisione consumi relativi al pompaggio e sollevamento dell'acqua negli acquedotti

Relativamente alla manutenzione, i dati raccolti si riferiscono ai viaggi effettuati dai mezzi (automobili) lungo gli impianti gestiti da Siciliacque.

	km	km/m ³
km percorsi	1.978.654	0,0263

Tabella 16 – km percorsi dai mezzi per le operazioni di manutenzione



Relativamente alle infrastrutture, il materiale utilizzato per le tubazioni si può ricavare dalla lunghezza degli acquedotti riassunto in tabella.

ACQUEDOTTI	km
Alcantara	68
Ancipa	221
Blufi	121
Madonie Est	159
Fanaco	284
Montescuro Est	109
Montescuro Ovest	256
Nubia	83
Favara	168
Casale	168
Dissalata Gela Aragona	47
Garcia	31
Vittoria Gela	28
TOTALE	1.743

Tabella 17 – Lunghezza acquedotti

Riferendo il consumo di materiale utilizzato per le infrastrutture all'unità funzionale, ovvero a tutta l'acqua addotta nella vita degli impianti interessati, tale valore diventa però trascurabile.



4.5. RISULTATI DELL'INVENTARIO

I risultati di un Inventario sono normalmente presentati in sei principali categorie di parametri:

1. materie prime;
2. combustibili primari;
3. feedstock;
4. rifiuti solidi;
5. emissioni gassose;
6. emissioni liquide.

Risultati energetici

Obiettivo principale dell'analisi energetica è quello di stabilire il carico energetico connesso ad un processo produttivo o alla fornitura di un servizio: in linea di principio questo carico comprende un numero elevato di voci, ma nella pratica comune basta prenderne in considerazione un numero limitato, che dipende sostanzialmente dall'obiettivo specifico dell'analisi.

I contributi più rilevanti al carico energetico complessivo sono dati dall'**energia diretta** e dall'**energia indiretta**: la prima rappresenta la quota di energia consumata per il funzionamento del processo (definita dalla letteratura anglosassone "delivered energy" o "energy content of fuel"), mentre la seconda comprende l'energia necessaria per produrre e trasportare l'energia e i materiali utilizzati nel processo medesimo.

Per quanto riguarda l'energia indiretta, è da sottolineare il contributo fondamentale dovuto all'energia di produzione e trasporto dei combustibili utilizzati direttamente nel processo indagato: questa quota è definita come "production and delivery energy" e la sua contabilizzazione rappresenta una delle parti peculiari dell'analisi LCA.

Dal punto di vista operativo, per la determinazione delle quote di energia diretta ed indiretta di un sistema produttivo si utilizza il criterio base dell'analisi dei processi, che consiste essenzialmente nel dividere la produzione in due fasi: la prima comprendente l'ottenimento delle materie prime (cioè i materiali e l'energia) che devono essere utilizzate dal sistema produttivo ed il loro trasporto; l'altra, la trasformazione di queste nel prodotto desiderato.

Risulta perciò corretto considerare come consumo diretto di materiali e di energia quello relativo all'attività oggetto dello studio (e a questo proposito si parla anche di "energia di funzionamento" oppure "energia di processo"), mentre sarà consumo indiretto quello relativo a tutto ciò che a monte o parallelamente all'attività considerata consente la realizzazione della stessa (corrispondentemente, si parla allora di "energia di impianto").



Oltre all'energia diretta ed indiretta esiste poi un'altra quota importante di energia (**energia feedstock**) legata al processo in esame, quella contenuta nei materiali, potenzialmente combustibili, che sono utilizzati come tali e non come combustibili: un tipico esempio è quello dei prodotti organici utilizzati nell'industria petrolchimica.

Questa quota, chiamata feedstock, è definita come il contenuto energetico dei materiali input che in linea di principio può essere eventualmente recuperato dai prodotti in uscita (ad esempio bruciando i prodotti, come avviene quando si tratta di plastica o di carta).

Il tenere separate la quota di energia spesa come combustibile del processo e quella contenuta nei materiali solo potenzialmente combustibili è importante proprio perché, mentre la prima è irreversibilmente consumata, la seconda è ancora potenzialmente disponibile alla fine della vita utile del prodotto.

Con feedstock si intende di solito il potenziale calorifico dei materiali input del sistema, facendo convenzionalmente riferimento al loro potere calorifico superiore.

Riassumendo, è possibile allora dire che il consumo di energia globale relativo ad un sistema produttivo o di servizi è dato dalla somma dei contributi di tutte le quote rilevanti di energia di ogni singola operazione, ovvero:

- energia diretta
- energia indiretta
- energia feedstock.

In altre parole, il consumo globale di energia di un sistema produttivo corrisponde all'energia complessiva che occorre "estrarre" dalla terra per poter disporre di quella unità di bene economico.

Tale quota viene detta "**gross energy requirement**" (GER), che può anche essere definita come l'energia che complessivamente deve essere resa disponibile in condizioni normali dalle risorse energetiche allo stato naturale e consumata dal sistema in modo tale da mantenere lo stesso sistema in produzione.

Per quanto riguarda i soli **RISULTATI ENERGETICI** è possibile quindi operare la seguente suddivisione dell'**energia cumulativa**:

- energia direttamente consumata ("fuel use"): è la quota di energia ricevuta dall'operatore finale. È indipendente dalla nazione (e cioè dal mix energetico di riferimento) ed è direttamente correlata al tipo di tecnologia utilizzata nei vari processi produttivi.
- energia feedstock: rappresenta il contenuto energetico dei materiali usati come tali e non come combustibili dal processo produttivo in analisi.



- energia dei trasporti ("transport"): raggruppa i consumi di energia associati alle operazioni di trasporto coinvolte nel sistema indagato.
- energia di produzione ("fuel production"): rappresenta infine l'energia che viene utilizzata dalle industrie produttrici dei combustibili per l'estrazione dei combustibili primari dalla terra, il loro trattamento e il loro recapito presso il consumatore nonché per la produzione dell'energia feedstock. Dipende dal mix energetico della nazione considerata.

I **vettori energetici** sono suddivisi in tre categorie principali: energia elettrica, combustibili derivati da petrolio e altri combustibili.

Il *vettore elettrico* costituisce il primo gruppo ed è tenuto separato per le spiccate caratteristiche di bassa efficienza e di dipendenza dal mix energetico nazionale.

Nella categoria dei *combustibili derivati da petrolio* ("oil fuels", nella letteratura anglosassone) si raggruppano tutti i combustibili derivanti direttamente dall'olio greggio, mentre nella categoria degli *"altri combustibili"* ("other fuels") si raggruppano i combustibili solidi (carbone, coke), il gas naturale e i combustibili biologici.

Il passo successivo è quello di identificare quantitativamente le risorse energetiche primarie che hanno contribuito alla formazione del valore totale di energia cumulata.

La stessa gross energy viene quindi ulteriormente suddivisa nei combustibili primari (primary fuels) che hanno permesso il funzionamento del sistema indagato (coal, oil, gas, nuclear, ecc.). Inoltre viene riportato il consumo di materiali (raw materials) che contiene le quantità di tutte le materie prime consumate. Oltre a tale consumo, viene riportato quello dell'acqua (water usage), anch'esso riferito ai diversi contributi (public supply, river/canal, sea, well, ecc.).

Sulla base del potere calorifico superiore è infine possibile ottenere le quantità in massa dei combustibili primari effettivamente consumate per ottenere il prodotto considerato.



Risultati ambientali

Per quanto riguarda i **RISULTATI AMBIENTALI**, è bene ribadire a questo punto l'importanza di una corretta e completa quantificazione dei rilasci nell'ambiente.

I risultati di un Inventario restituiscono i valori di impatto relativi al sistema analizzato e la precisione sarà tanto più elevata quanto il modello analogico del sistema e la contabilizzazione dei rilasci nell'ambiente avrà rappresentato la realtà in esame nella maniera più fedele possibile.

Come nel caso dell'energia, le **emissioni** vengono classificate a seconda del processo che le ha generate: con emissioni "*dirette*" intenderemo quelle imputabili al processo in esame, mentre con "*indirette*" quelle relative ai processi a monte, che hanno consentito lo svolgersi dell'operazione in esame (come la produzione dei vettori energetici utilizzati nel processo, i trasporti, ecc.).

Anche per i risultati di carattere ambientale è possibile identificare i diversi contributi alle emissioni complessive, dovuti a:

- produzione e trasporto dell'energia utilizzata nel processo;
- trasporti coinvolti nel ciclo di vita analizzato;
- singolo processo indagato;
- utilizzo di combustibili durante il processo;
- biomasse per le emissioni in aria.

Ai fini della carbon footprint, gli unici risultati considerati sono quelli ambientali ed in particolare le **emissioni di gas serra** valutate lungo il ciclo di vita.

5.1 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO DEL CICLO DI VITA

5.1.1 CATEGORIE D'IMPATTO

Dopo aver effettuato l'Analisi dell'Inventario, è necessario imputare i consumi e le emissioni ottenuti in questa fase a specifiche categorie di impatto riferibili ad effetti ambientali conosciuti (**classificazione**), e nel quantificare, con opportuni metodi di **caratterizzazione**, l'entità del contributo complessivo che il processo arreca agli effetti considerati.

Le categorie d'impatto considerate per i potenziali impatti ambientali sono le seguenti:

- **GWP:** Global Warming Potential (Cambiamenti climatici)
- **ODP:** Ozone Depletion Potential (Distruzione della fascia di ozono stratosferico)
- **POCP:** Photochemical Ozone Creation Potential (Formazione di ossidanti fotochimici)
- **AP:** Acidification Potential (Acidificazione)
- **EP:** Eutrophication Potential (Eutrofizzazione)

Cambiamenti Climatici (GWP): emissione di gas serra

L'anidride carbonica rappresenta il principale gas serra di origine antropica.

Gli altri gas che contribuiscono all'effetto serra sono il metano (CH₄), il protossido di azoto (N₂O), i cloro-fluoro-carburi (CFC) ed gli idro-cloro-fluoro-carburi (HCFC).

Il GWP (Global Warming Potential) di una sostanza è dato dal rapporto tra il contributo all'assorbimento della radiazione calda che viene fornito dal rilascio istantaneo di 1 kg di tale sostanza e quello fornito dall'emissione di 1 kg di CO₂.

Tali contributi sono valutati per un periodo di 100 anni di permanenza dei gas nell'atmosfera.

Distruzione della fascia di ozono stratosferico (ODP): emissione di gas lesivi per l'ozono

Le sostanze che contribuiscono all'assottigliamento della fascia di ozono stratosferico sono principalmente CFC e HCFC prodotti dall'attività antropica.

Il potenziale di riduzione dell'ozono ODP (Ozone Depletion Potential) di una singola sostanza viene definito come il rapporto tra il numero di reazioni di rottura della molecola di ozono in uno stato di equilibrio conseguente all'emissione nell'atmosfera di una data quantità di sostanza durante un anno di tempo ed il corrispondente numero di reazioni di rottura provocato, nelle stesse condizioni, da un'eguale quantità di CFC-11.



Formazione di Ossidanti Fotochimici (POCP)

L'immissione in atmosfera di idrocarburi incombusti e di ossidi di azoto deriva in primo luogo dalla combustione del petrolio e dei suoi derivati. Questi composti, in presenza di radiazione solare, reagiscono formando ozono (fenomeno di Smog Fotochimico).

Attraverso i potenziali di formazione di ozono fotochimico POCP (Photochemical Ozone Creation Potentials), si impiegano fattori di standardizzazione che riportano ai kg di etilene equivalenti.

Acidificazione (AP)

L'emissione di determinati composti nell'ambiente, soprattutto derivanti dalla combustione di combustibili fossili, provoca l'abbassamento del pH (di laghi, foreste, suoli agricoli) con pesanti e gravi conseguenze sugli organismi viventi.

Le emissioni potenzialmente acide (SO_2 , NO_x , ecc.) sono aggregate, per questo impatto, in base alla loro tendenza a formare ioni H^+ per poi determinare il potenziale complessivo esprimendolo in termini di sostanze acidificanti.

La sostanza di riferimento è SO_2 ed il coefficiente di peso prende il nome di potenziale di acidificazione (AP, Acidification Potential).

Eutrofizzazione (EP)

La crescita degli organismi viventi è naturalmente limitata dall'apporto di sostanze nutrienti essenziali quali l'azoto e il fosforo. Un rilascio di tali sostanze nell'ambiente può ridurre questa limitazione a causa di un abbassamento della concentrazione di ossigeno dovuta all'aumento dell'attività biologica. L'uso agricolo di fertilizzanti e gli scarichi industriali e urbani, in genere ricchi in azoto e fosforo, sono le fonti principali di eutrofizzazione.

Questo indicatore valuta l'effetto di eutrofizzazione, ovvero l'aumento della concentrazione delle sostanze nutritive in ambienti acquatici. Le sostanze che concorrono al fenomeno dell'eutrofizzazione sono i composti a base di fosforo e di azoto.

La sostanza di riferimento è PO_4^{3-} ed il coefficiente di peso prende il nome di potenziale di eutrofizzazione (EP, Eutrophication Potential).

Ai fini della carbon footprint, la valutazione dell'impatto viene effettuata solo sul **GWP**.

I fattori di caratterizzazione utilizzati sono quelli pubblicati da: IPCC (Intergovernmental Panel on Climatic Change), Climate Change 2001: the Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge UK.

5.1.2 CARBON FOOTPRINT CICLO DI VITA

Considerando tutte le attività legate al ciclo di vita del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile, ovvero considerando anche i dissalatori non gestiti direttamente da Siciliacque, la carbon footprint complessiva del 2010 può essere quantificata circa in **2,8 kg CO₂eq/m³ addotto**, rispetto al valore del 2009 pari a 3,4 kg CO₂eq/m³ addotto.

Le emissioni di CO₂ del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile sono quindi diminuite di circa il 20% dal 2009 al 2010.

Considerando solo le attività gestite da Siciliacque, ovvero non includendo nello studio i dissalatori di Gela e Porto Empedocle, gli impatti complessivi scendono a **2,217 kg CO₂eq/m³**.

Il dettaglio ed il contributo delle varie componenti, sono riassunti nella tabella e figura seguenti.

	kg CO ₂ eq/m ³
TOTALE	2,821
Acqua immessa in rete	2,319
Potabilizzatori	0,205
Dissalatori	2,089
Pozzi/Sorgenti	0,024
Perdite	0,413
Acquedotti/Manutenzione	0,089

Tabella 18 – CF del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile

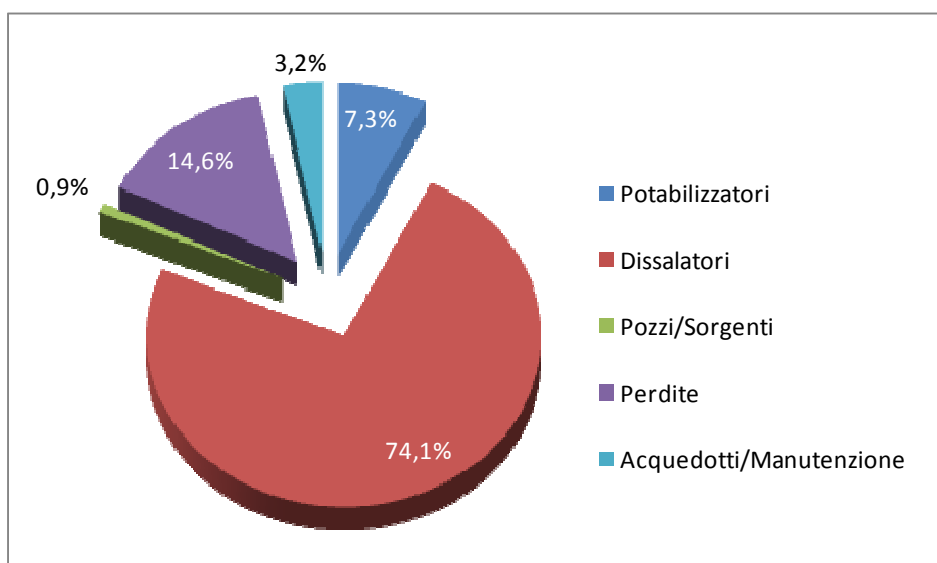


Figura 4 – Contributo % delle varie componenti (2010)

In questo caso l'analisi è stata effettuata differenziando gli impatti per impianto.

Dai risultati precedenti, si evince che la maggior parte degli impatti è da imputarsi agli impianti di dissalazione (74%). I potabilizzatori hanno un impatto sul totale limitato (7,3% - nel 2009 era il 6,1%), mentre un contributo minimo è legato al consumo di energia per il pompaggio dell'acqua negli acquedotti e per il prelievo da pozzi e sorgenti. Il 15% degli impatti è invece dovuto alle perdite, che causano il prelievo ed il trattamento di un ulteriore 17% di acqua.

Nella figura seguente è riportato il confronto della CF suddivisa per impianti tra il 2009 ed il 2010. L'impatto di potabilizzatori e pozzi/sorgenti rimane pressoché costante, mentre quello dei dissalatori diminuisce di circa $0,5 \text{ kgCO}_2/\text{m}^3$.

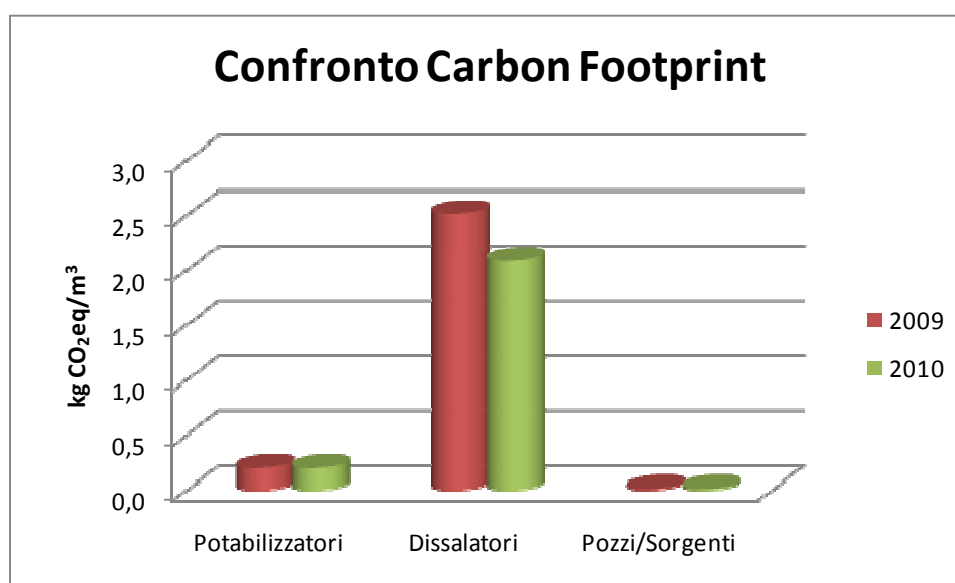


Figura 5 – Confronto Carbon Footprint 2009-2010

5.1.3 CONTRIBUTO POTABILIZZATORI

Analizzando i POTABILIZZATORI, l'impatto totale si distribuisce tra i vari impianti come rappresentato nella figura seguente.

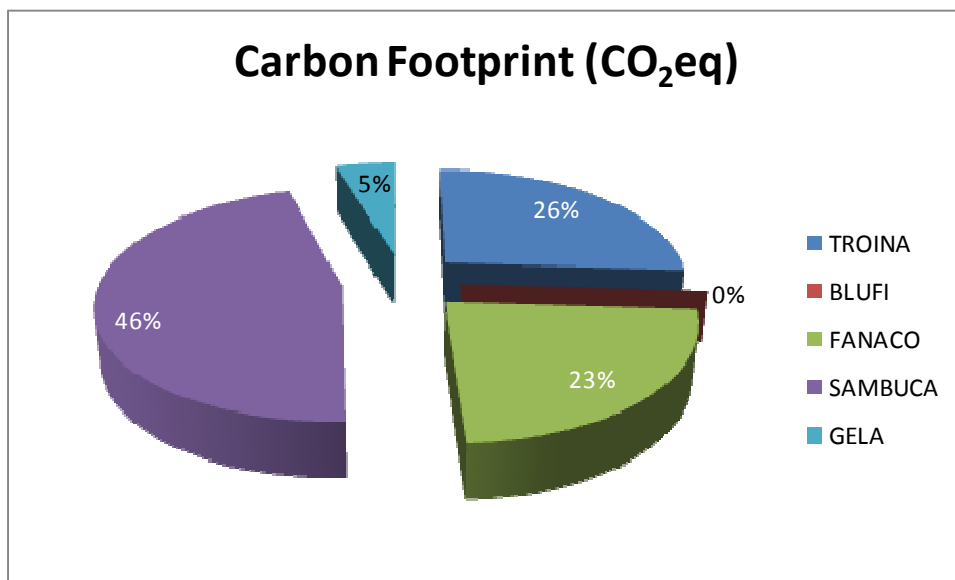


Figura 6 – Contributo % dei vari potabilizzatori

Anche nel 2010, gli impianti che danno il maggior contributo alla CF sono Sambuca, Fanaco e Troina. Analizzando invece le prestazioni specifiche di ogni singolo impianto per m³ di acqua trattata, si rileva che l'impianto di Sambuca presenta un impatto in termini di emissioni di CO₂ triplo rispetto agli altri potabilizzatori.

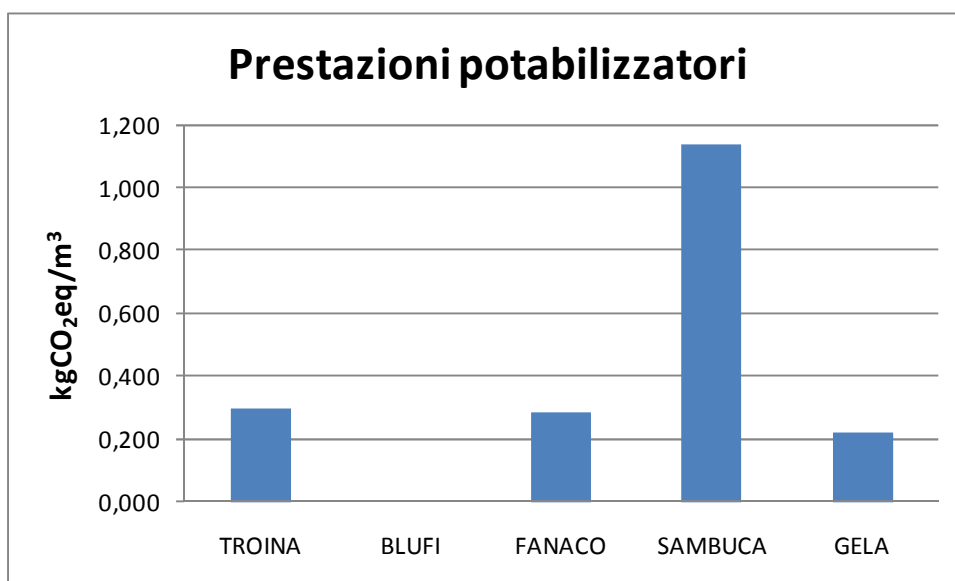


Figura 7 – Prestazioni specifiche dei singoli potabilizzatori

Nella figura seguente è riportato il confronto della CF dei potabilizzatori tra il 2009 ed il 2010. L'impatto dei vari potabilizzatori rimane pressoché costante, tranne per Sambuca dove la CF diminuisce di circa il 10%. Blufi nel 2010 non è stato in funzione.

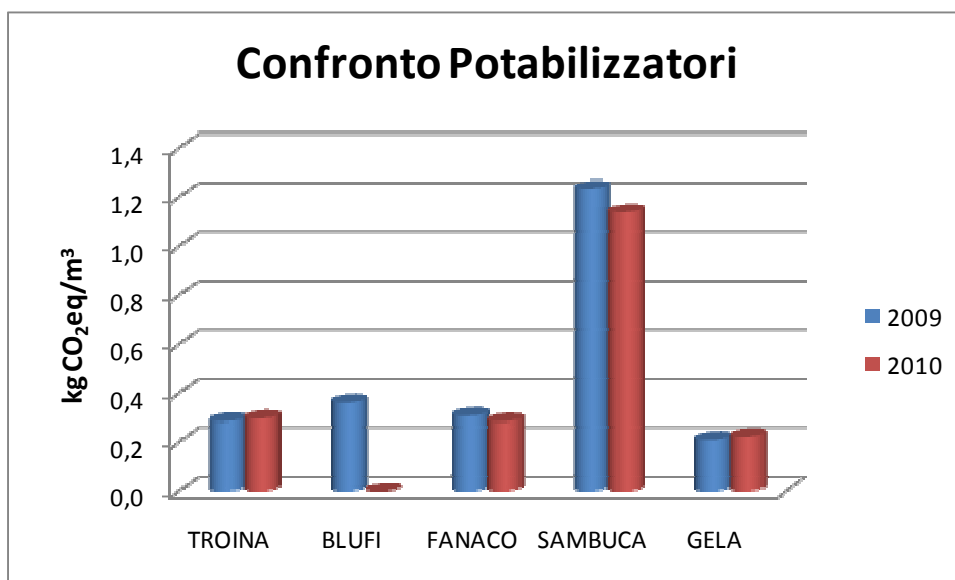


Figura 8 – Confronto Potabilizzatori 2009-2010

5.1.4 CONTRIBUTO DISSALATORI

Analizzando i DISSALATORI, l'impatto si distribuisce tra i vari impianti come rappresentato nella figura seguente. L'impianto di Porto Empedocle non è stato incluso nello studio.

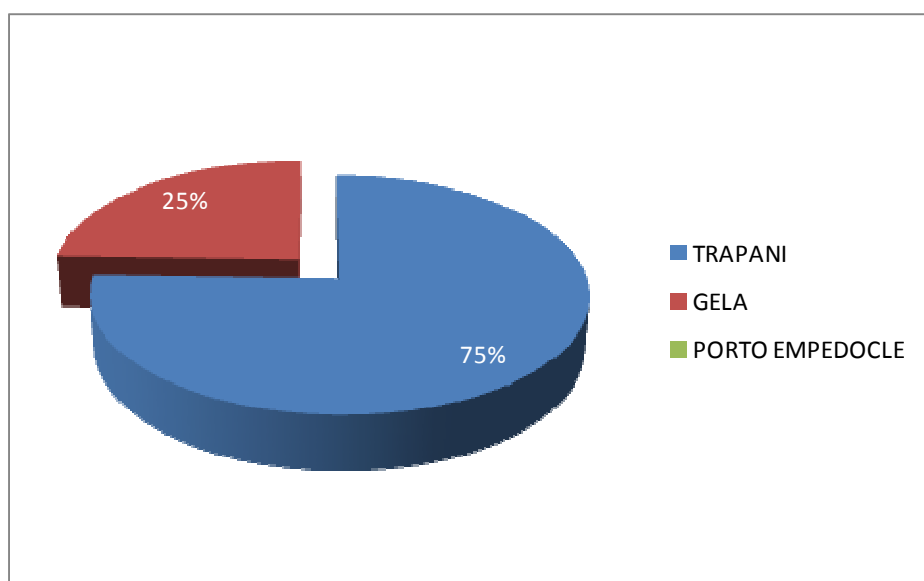


Figura 9 – Contributo % dei vari dissalatori

L'impianto che dà il maggior contributo alla CF è quello di Trapani che però, a livello di prestazioni specifiche per m³ di acqua trattata, ha un impatto inferiore del 25% rispetto a quello di Gela.

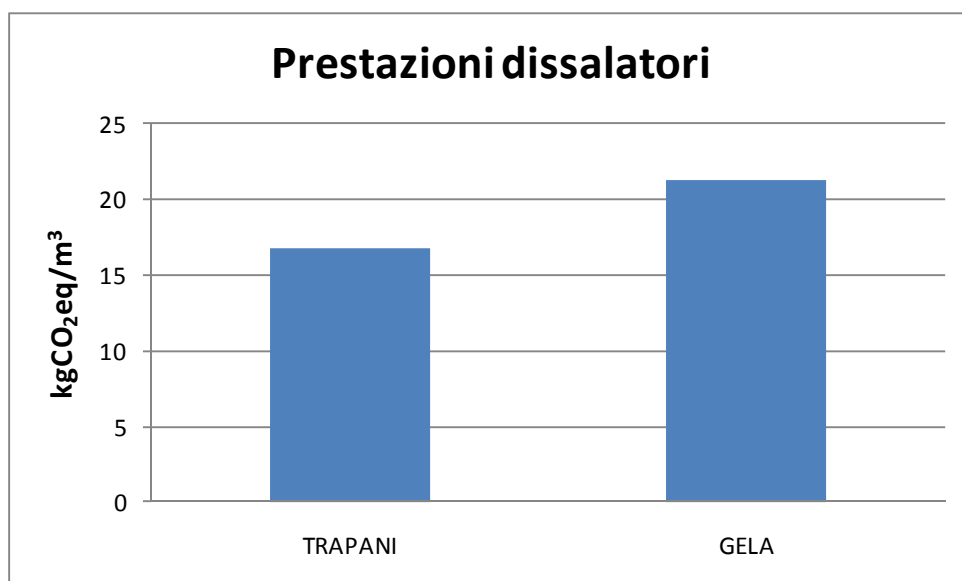


Figura 10 – Prestazioni specifiche dei singoli dissalatori

Nella figura seguente è riportato il confronto della CF dei dissalatori tra il 2009 ed il 2010. L'impatto di Trapani, unico impianto per cui si dispone dei dati 2009 e 2010, diminuisce di circa il 10%.

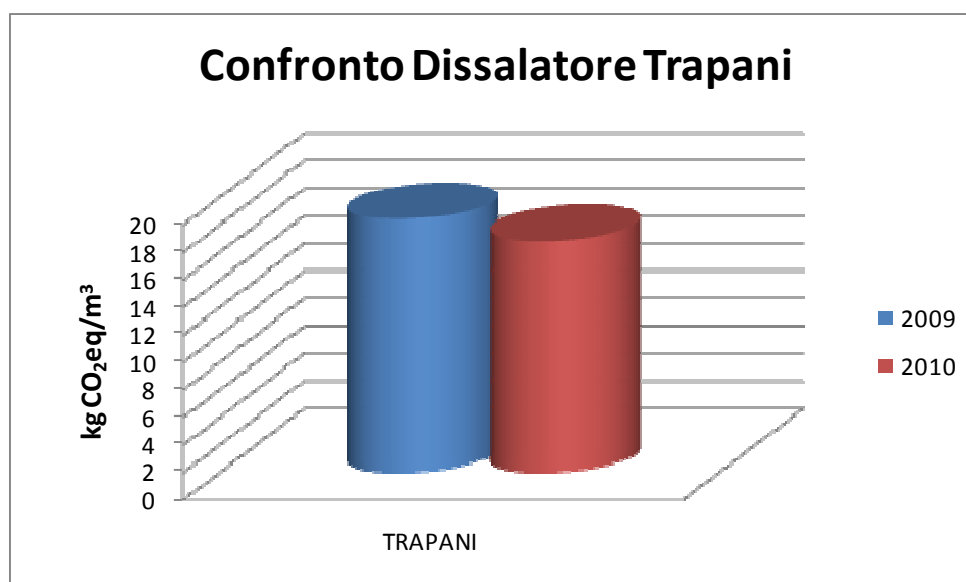


Figura 11 – Confronto Dissalatore Trapani 2009-2010

5.1.5 CONTRIBUTO ACQUEDOTTI

Analizzando gli ACQUEDOTTI, l'impatto del pompaggio dell'acqua (inclusi anche i pozzi) si distribuisce percentualmente tra i vari impianti come rappresentato nella figura seguente.

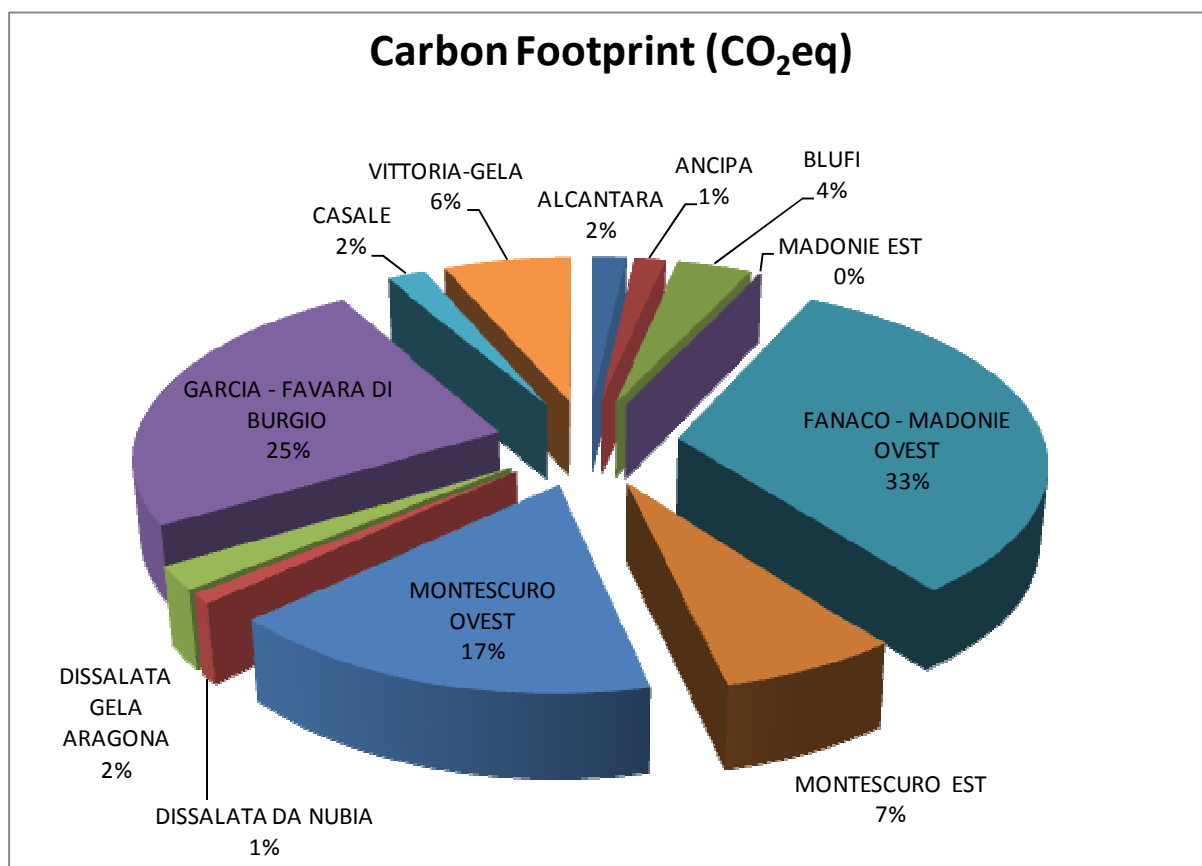


Figura 12 – Contributo % dei vari acquedotti

Come nel 2009, gli impianti che danno il maggior contributo alla CF sono quelli di Fanaco-Madonie Ovest, Garcia-Favara di Burgio, Montescuro Ovest.

A livello di prestazioni specifiche per m³ di acqua trattata, tali impianti hanno un impatto confrontabile (circa 0,2 kgCO₂eq/m³ acqua). L'acquedotto che nel 2009 presentava l'impatto maggiore (Vittoria-Gela), pari a 0,2 kgCO₂eq/m³ acqua, si è allineato agli altri acquedotti.

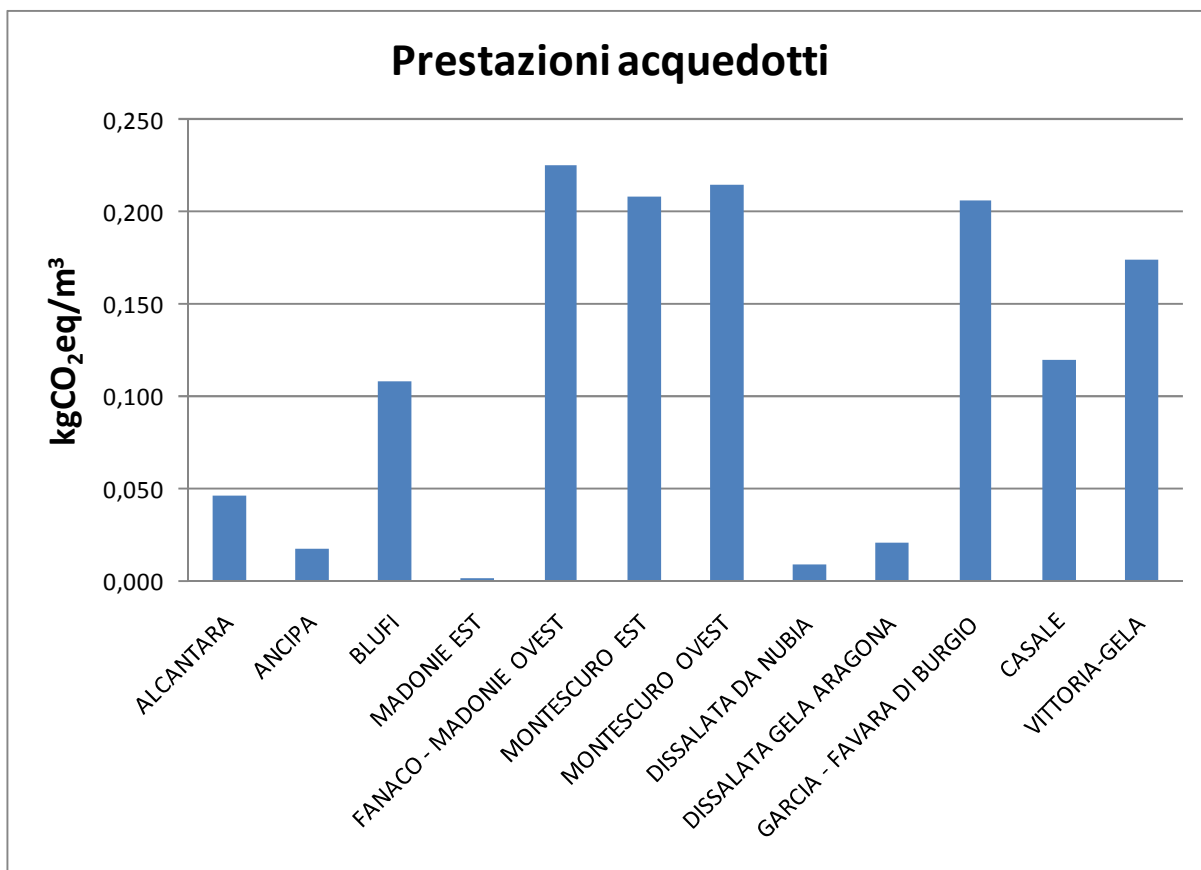


Figura 13 – Prestazioni specifiche dei singoli acquedotti

6.1 CONCLUSIONI

Dai risultati dello studio condotto utilizzando i dati del 2010, l'impatto in termini di CO₂ equivalente (GWP) emessa lungo tutto il ciclo di vita del servizio di captazione ed adduzione di acqua potabile in Sicilia (Carbon Footprint) è risultata essere pari a: **2,8 kg CO₂eq/m³ addotto**.

Da un confronto con il 2009 **l'impatto globale scende del 20%**.

Considerando solo le attività gestite da Siciliacque gli impatti del servizio scendono a **2,217 kgCO₂eq/m³**, rispetto al valore del 2009 pari a 2,474 kg CO₂eq/m³ addotto.

Nella tabella seguente è riportato il confronto con altri studi effettuati nello stesso settore.

Distribuzione di acqua	kg CO ₂ eq/m ³	Fonte	Rif.
Acqua da sorgente	0,06	Comune di Lizzano in Belvedere (www.comune.lizzano.bo.it)	ISO 14025
Acqua potabile (solo da potabilizzatori)	1,04	Studio condotto in Sudafrica (Friedrich E. et al, 2009)	ISO 14040
Acqua potabile (studio corrente)	2,82	Carbon Footprint Siciliacque 2010	ISO 14067
Acqua minerale in bottiglia di PET (1,5 l)	180	Cerelia S.r.l. (www.acquacerelia.com)	ISO 14025
Acqua minerale in bottiglia di vetro (1 l)	600	Cerelia S.r.l. (www.acquacerelia.com)	ISO 14025

Tabella 19 – Confronto studi

Da tale confronto si evince come la carbon footprint della captazione ed adduzione di acqua potabile, e quindi l'impatto dell'acqua addotta in Sicilia, sia superiore a quello dell'acqua da sorgente e nettamente più basso rispetto all'acqua in bottiglia.

Il risultato è confrontabile con lo studio condotto in Sudafrica, che però include solamente la captazione, la potabilizzazione e la distribuzione dell'acqua.