

5 ANALISI ECONOMICA

5.1 Gli indicatori di convenienza

La valutazione della convenienza dell'investimento è stata condotta attraverso la determinazione di alcuni classici parametri economici come il VAN e il payback period mediante un criterio Discounted Cash Flow (DCF) basato sull'attualizzazione dei flussi di cassa. Una volta infatti che l'impianto è operativo, realizzerà annualmente dei ricavi R_k a fronte di determinati costi C_k e originando così un flusso di cassa annuo FC_k :

$$FC_k = R_k - C_k$$

I flussi di cassa annui si riportano utilizzando le regole della matematica finanziaria, all'anno di riferimento calcolandone il valore attuale attraverso il tasso di sconto r :

$$VA_K = \frac{FC_K}{(1+r)^K}$$

La somma dei valori attuali dei flussi di cassa fornisce il valore attuale netto (VAN) che è definito come il valore che si ottiene scontando al presente tutti i benefici netti futuri a un saggio predeterminato:

$$VAN = \sum_{k=0}^n \frac{FC_k}{(1+r)^k}$$

Dove FC_K è il flusso finanziario (positivo o negativo) al tempo K , r il saggio di interesse e di conseguenza $1/(1+r)^k$ rappresenta il tasso di attualizzazione.

Un investimento fondiario come quello oggetto di analisi presenta forti costi iniziali e costi annui di gestione pressoché fissi, mentre i benefici, una volta completate le opere, si realizzano con cadenza regolare e per un periodo limitato.

In ogni caso, a parte le modalità di computo del VAN, affinché un investimento risulti conveniente devono essere soddisfatte due condizioni:

- il VAN nella situazione "con investimento" al tasso di sconto prestabilito, deve essere superiore al VAN nella situazione esistente "senza investimento";
- il VAN dell'investimento deve essere superiore o almeno uguale al VAN di altri investimenti alternativi che abbiano le stesse finalità pur impiegando tecniche diverse.

Il calcolo del VAN richiede la scelta di un appropriato saggio di sconto dei benefici e dei costi. Tale scelta influenza fortemente i risultati dell'analisi dato che più elevato è il saggio

più contenuto risulta il VAN e viceversa. Inoltre il VAN risulta fortemente influenzato dalla cadenza dei benefici e dei costi, nonché dalla durata dell'investimento. Tanto più un valore è dilazionato nel tempo, tanto minore, al limite irrilevante, risulta il suo peso nella formazione del VAN. Da ciò si deduce che il criterio del VAN privilegia gli investimenti che più velocemente danno una risposta in termini di beneficio; questo aspetto penalizza, indubbiamente, gli investimenti come quelli fondiari che danno luogo a benefici molto protratti nel tempo.

Il saggio di sconto dev'essere un saggio reale e la sua determinazione segue sostanzialmente due criteri: quello delle alternative d'investimento (saggio d'interesse alternativo SA) e quello delle preferenze temporali (saggio di preferenza temporale SPT); l'uno e l'altro sono ovviamente influenzati dal saggio d'interesse dei mercati finanziari, ovvero il costo del denaro vigente o previsto nei mercati finanziari; il saggio di interesse alternativo in pratica corrisponde al saggio ritraibile da investimenti alternativi alla portata dell'imprenditore di analogo rischio e durata; il saggio di preferenza temporale corrisponde invece al saggio ritenuto soddisfacente per rinunciare ai consumi presenti in favore di quelli futuri.

La possibilità di scegliere saggi diversi può creare notevoli problemi dal punto di vista sia analitico che decisionale: un basso saggio rende ad esempio convenienti investimenti che non lo sono con saggi più elevati, inoltre può succedere che una graduatoria di convenienza fra investimenti alternativi con diversa cadenza temporale dei benefici e dei costi possa modificarsi impiegando saggi diversi.

Per le ragioni enunciate, nel caso di studio il saggio di sconto scelto è quello del 5,5%, in quanto ritenuto congruo se rapportato a forme di investimento alternative, di lunghezza simile e di pari rischio.

Il calcolo del periodo di ritorno dell'investimento (payback period) tende invece a valutare il grado di rischiosità di un investimento, in quanto misura il lasso di tempo entro cui gli incassi ottenibili riescono a reintegrare il capitale impiegato. Infatti l'impossibilità di un rapido reintegro del capitale investito può indurre, anche in presenza di confortanti previsioni di reddito nel tempo lungo, a desistere dall'attuazione del progetto. È chiaro che il payback period non misura l'altezza del rischio di un certo investimento, ma unicamente la durata di esposizione al rischio del capitale.

Il periodo di ritorno è espresso in anni e si ottiene dalla formula:

$$\text{Tempo di ritorno} = \frac{\text{Investimento iniziale}}{\text{Benefici netti}}$$

Nei paragrafi seguenti, al fine di calcolare il VAN e il payback period, si è provveduto ad effettuare in dettaglio:

- Valutazioni economiche sulle SRF,
- Valutazioni economiche sull'impianto di fertirrigazione.

5.2 Valutazioni economiche sulle SRF

5.2.1 Voci di costo

Il percorso seguito per effettuare l'analisi economica delle differenti colture energetiche prevede, per prima cosa, la stesura di tutte le fasi del processo produttivo, dall'impianto alla raccolta, nonché del ripristino del terreno a fine ciclo. Le varie operazioni colturali sono un riferimento tecnico su cui sono stati stimati i costi di coltivazione e raccolta della biomassa. Essendo un'analisi di carattere generale, chiunque voglia intraprendere questo tipo di percorso, deve adattare il modello alle proprie esigenze, nonché ai propri mezzi a disposizione, per poter determinare con maggiore accuratezza i costi di produzione della biomassa e quindi valutare la sostenibilità dell'iniziativa. È possibile infatti che un imprenditore abbia già dei fattori della produzione che gli consentono di contenere i costi.

Essendo la coltivazione di SRF una vera e propria pratica agronomica, considerando un ciclo di vita dell'impianto di 12 anni con una densità pari a 1.600 piante/ha e ceduzioni biennali, le operazioni colturali risultano essere:

- Aratura e affinatura del terreno;
- Acquisto talee;
- Trapianto;
- Diserbo chimico pre-impianto per il controllo della vegetazione spontanea;
- Erpicatura interfila una sola volta l'anno, condotta solo negli anni in cui non si esegue la cippatura al fine di limitare fenomeni di competizione;
- Cippatura biennale;
- Diciocatura a fine ciclo produttivo (dodicesimo anno).

Per quanto riguarda le concimazioni della coltura esse non vengono considerate tra le voci di costo in quanto è prevista la fertirrigazione con acque reflue trattate in maniera semplificata

già ricche di sostanze nutritive e sostanza organica necessarie per una buona riuscita dell'impianto e per aumentarne le produttività.

L'utilizzo dei reflui pretrattati per l'irrigazione di impianti di SRF implica la realizzazione di un impianto di irrigazione capace di garantire la dispersione delle acque su tutta la superficie interessata. Nei casi in cui l'acqua fosse abbondante può essere utilizzato il metodo per scorrimento superficiale, mentre nei casi in cui si volesse concentrare tale risorsa si può utilizzare un semplice impianto di irrigazione a goccia. L'utilizzo del primo metodo è consigliato in terreni pianeggianti, mentre il secondo è utilizzabile anche in terreni acclivi. Impianti di irrigazione per aspersione sopra chioma sono sconsigliati sia per l'eccessivo costo che per i risvolti negativi sulla salute delle piante; sarebbe alto, infatti, il rischio di malattie fogliari (ruggini). L'impianto comunque più efficace risulta essere quello a goccia sia per evitare sprechi eccessivi essendo l'acqua subito disponibile all'apparato radicale sia per ridurre il quantitativo di acqua persa per evaporazione soprattutto in climi caldi come quelli tipici della regione Basilicata.

Tenendo conto anche del beneficio fondiario, le voci di costo delle varie operazioni colturali, ricavate da indagini condotte precedentemente sulle realtà locali (Di Santo, 2012) e confronti bibliografici (Bergante S. e Facciotto G, 2006), sono riportati in Tabella 5-1.

Tabella 5-1 Costi di un impianto di SRF con densità di 1600 piante/ha, ceduzioni biennali e ciclo di 12 anni (€/ha)

Anno	Aratura	Affinatura	Acquisto talee	Trapianto	Diserbo chimico	Erpicatura interfila	Cippatura	Dicioccatura	Beneficio fondiario	Impianto irrigazione	Totale costi
1	140	70	688	688	100	150	-	-	300	2000	4.136
2	-	-	-	-	-	-	400	-	300	-	700
3	-	-	-	-	100	150	-	-	300	-	550
4	-	-	-	-	-	-	400	-	300	-	700
5	-	-	-	-	100	150	-	-	300	-	550
6	-	-	-	-	-	-	400	-	300	-	700
7	-	-	-	-	100	150	-	-	300	-	550
8	-	-	-	-	-	-	400	-	300	-	700
9	-	-	-	-	100	150	-	-	300	-	550
10	-	-	-	-	-	-	400	-	300	-	700
11	-	-	-	-	100	150	-	-	300	-	550
12	-	-	-	-	-	-	400	300	300	-	1.000

5.2.2 Ricavi

Nel paragrafo precedente il trasporto del prodotto ottenuto ai siti di stoccaggio e utilizzo, non è stato considerato nelle voci di costo del processo produttivo; per un'analisi dettagliata bisognerebbe identificare sul territorio tali siti e valutare le distanze tra questi ultimi e i terreni di produzione della biomassa.

Si prevede dunque che la fase finale del processo produttivo sia la vendita della biomassa tal quale (alla raccolta) a bordo campo.

Per calcolare dunque i ricavi derivanti dalla vendita del prodotto è necessario conoscere le produzioni per ettaro di SRF. In questo caso di studio le produttività non si sono desunte facendo ricorso ad indagini bibliografiche ma sono state stimate considerando le necessità idriche delle specie per produrre un chilogrammo di sostanza secca, attraverso la formula:

$$kg\ s.s./ha = \frac{\text{disponibilità idrica (litri/ha)}}{\text{necessità idrica specie (litri/kg s.s.)}} \quad (\text{Eq. 5})$$

La disponibilità idrica è data da:

$$\text{disponibilità idrica} = \text{piogge utili (Pu)} + \text{irrigazione} \quad (\text{Eq. 6})$$

dove per piogge utili si intende il quantitativo di pioggia realmente disponibile per una coltura al netto delle perdite di evaporazione e di ruscellamento. Per poterle calcolare si è fatto ricorso alla Metodo USDA del Dipartimento Agricoltura degli Stati Uniti dove:

$$Pu = fc [1,253 \times P^{0,824} - 2,935] \times 10^{(0,001 ET)} \quad (\text{Eq. 7})$$

Con:

- fc: fattore di correzione dipendente dalla riserva idrica utilizzabile (valore 1 per la condizione pedologica standard)
- P: valore delle precipitazioni totali mensili (mm)
- ET: rappresenta l'evapotraspirazione totale mensile (mm)

Avendo a disposizione le mappe delle precipitazioni (P) e dell'evapotraspirazione (ET) mensili, è stato dunque possibile attraverso l'equazione realizzare delle nuove mappe relative alla Pu mensile, così da avere per ognuno dei 6.664 ettari di SRF sul territorio regionale l'esatto quantitativo di pioggia utile che la coltura potrà utilizzare per la crescita.

Sommando tale dato al quantitativo di acqua dato mensilmente attraverso l'irrigazione pari a 350 m³/ha, e considerando l'intero periodo vegetativo delle diverse specie pari a:

- 9 mesi per l'eucalipto (marzo-novembre),
- 7 mesi per il pioppo (aprile-ottobre),
- 8 mesi per la robinia (aprile-novembre),

è stato possibile calcolare la disponibilità idrica puntuale per ogni ettaro di SRF idoneo.

Considerando poi le necessità idriche per le specie di:

- 300 l/kg s.s. per Eucalipto,
- 350 l/kg s.s. per Pioppo,
- 430 l/kg s.s. per Robinia,

attraverso l'equazione 6 sono state stimate le produttività annue ad ettaro per le diverse specie che sono risultate differenti, essendo differenti sul territorio le precipitazioni, il periodo vegetativo di ogni specie per l'irrigazione e le necessità idriche di ogni specie.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori minimi, medi e massimi delle produttività annue stimate in tonnellate di sostanza secca e in tonnellate di sostanza fresca, considerando la vendita del cippato a bordo campo (assumendo un contenuto di umidità pari al 50%).

Tabella 5-2 Produttività ettaro annue stimate per l'eucalipto

<i>Produttività</i>	Tonnellate di sostanza secca	Tonnellate di sostanza fresca
<i>Minima</i>	8,4	16,8
<i>Media</i>	19,4	38,8
<i>Massima</i>	30,1	60,2

Tabella 5-3 Produttività ettaro annue stimate per il pioppo

<i>Produttività</i>	Tonnellate di sostanza secca	Tonnellate di sostanza fresca
<i>Minima</i>	5,6	11,2
<i>Media</i>	13,48	26,96
<i>Massima</i>	19,38	38,76

Tabella 5-4 Produttività ettaro annue stimate per la robinia

<i>Produttività</i>	Tonnellate di sostanza secca	Tonnellate di sostanza fresca
<i>Minima</i>	5,2	10,4
<i>Media</i>	12,8	25,6
<i>Massima</i>	18,3	36,6

Risulta evidente come, essendo differenti le produttività ad ettaro, differente sarà il ricavo della vendita del cippato considerando un prezzo di mercato di 55 € per tonnellata di sostanza fresca.

I ricavi ad ettaro al momento del taglio (ogni due anni) oscilleranno dunque da un minimo di 572 € nella peggiore delle ipotesi (produzioni annue di 5,2 tonnellate di sostanza fresca), ad un massimo di 6.622 € considerando una produzione di 60,2 tonnellate di sostanza secca ad ettaro all'anno.

5.3 Valutazioni economiche sull'impianto di fertirrigazione

Il mercato per la biomassa da energia è attualmente in crescita in Europa e anche in altre parti del mondo, ma esistono differenze significative tra i vari mercati locali. Perciò, è importante per gli operatori delle SRF stabilire dei buoni contatti con il mercato della biomassa ed anche stabilire dei contratti a lungo termine con gli acquirenti della biomassa prodotta.

Un'ulteriore opportunità di guadagno dagli impianti di SRF potrebbero derivare dall'utilizzazione delle acque reflue e l'utilizzo di fanghi. Infatti, così facendo i costi verrebbero ridotti e la produzione di biomassa aumentata, con rese per ettaro maggiori. Si andrebbe a risparmiare sui concimi chimici tradizionali e sui costi a carico degli enti gestori dell'impianto per il trattamento delle acque. Infatti costi per il trattamento tradizionale delle acque reflue sono molto variabili, ma nella maggior parte dei casi sono circa 10 volte superiori per chilogrammo di N rispetto al costo che l'agricoltore pagherebbe per comprare una quantità simile di concimi inorganici (BIOPROS Project – SRP Guidelines, 2008). Di conseguenza, è importante per l'agricoltore negoziare con le autorità preposte al trattamento delle acque reflue il ruolo esatto che egli giocherà nel processo di trattamento e il livello di remunerazione che riceverà per il servizio erogato. Inoltre una distanza ridotta tra la piantagione e l'impianto di trattamento ridurrà i costi in termini di realizzazione della condotta di adduzione. Di seguito sono riportati i costi di un impianto di depurazione tipo (Tabella 5-5) e gli eventuali costi (Tabella 5-6) e benefici (Tabella 5-7) derivanti dalla realizzazione di un impianto di fertirrigazione per SRF.

Tabella 5-5 Costi di trattamento acque reflue di un impianto di depurazione tipo (Abitanti equivalenti = 10.000)

	Unità di misura.	Valore
Acqua trattata in un anno	(m ³ /anno)	700.000
Totale costi di trattamento convenzionale	(€/anno)	250.000

Tabella 5-6 Costi di realizzazione di impianto di fertirrigazione

<i>Apparecchiature ed opere</i>	Unità di misura	Valore
Condotta di adduzione	€/km	200.000
Vasca di raccolta	€	50.000
Pompe e filtri	€	50.000

Tabella 5-7 Benefici derivanti dall'adozione di un sistema di depurazione parziale

	Unità di misura	Valore
Costi recuperati (rimozione della sostanza organica al 50%)	€/anno	100.000
Valore commerciale della sostanza organica utilizzata per la fertilizzazione	€/anno	30.000

Se da un lato la realizzazione di una condotta di adduzione e di vasche di raccolta, con l'installazione di pompe e filtri, sono un investimento iniziale oneroso, giustificato solo da una buona riuscita di un impianto di SRF il più vicino possibile al depuratore, dall'altro ci sono benefici derivanti dall'adozione di un sistema parziale di depurazione (Tabella 5-7) che si traducono in un risparmio economico di $0,19 \text{ €/m}^3$ di acqua reflua utilizzata per la fertirrigazione che potrebbe andare a favore dell'imprenditore.

Contratti vantaggiosi per l'imprenditore in SRF andrebbero stipulati dunque con i fornitori delle acque reflue, ed è importante che egli conosca le alternative che il produttore di reflui ha per smaltire questo residuo. Se le alternative sono più costose dell'applicazione in SRF, esiste la possibilità di ottenere buoni profitti con l'utilizzo dei fanghi in campo, con benefici sia per il produttore di fanghi sia per l'agricoltore. Tali altri contratti dovrebbero assicurare l'agricoltore contro i rischi, come la morte di una parte della piantagione, la chiusura dell'impianto per il trattamento dei reflui, la riduzione del periodo contrattuale e così via; è importante anche che il contratto stabilisca quale partner è responsabile per i diversi costi, come per esempio le analisi di costo, i costi di investimento e di mantenimento. Sarà anche utile che il contratto chiarisca che cosa succederà nel caso in cui dovesse cambiare la qualità e la quantità delle acque reflue.

Oltre ai benefici economici, un impianto di biomassa potrebbe apportare benefici ambientali e sociali a vantaggio dell'intera comunità locale: riduzione delle spese per il trattamento delle acque reflue che gravano sulla comunità, mitigazione dell'impatto visivo ed

ecologico degli impianti di depurazione mascherati dagli impianti di SRF, nuovi posti di lavoro, presidio territoriale rurale, recupero di aree abbandonate, ecc.

5.4 Valutazioni economiche su SRF fertirrigate

Da quanto emerso nel paragrafo precedente, la realizzazione di una condotta di adduzione, di una vasca di raccolta e l'installazione di pompe e filtri comporta delle spese enormi. La presenza di tali soluzioni tecniche sarebbe giustificata dal punto di vista economico da brevi distanze e da ottime produttività.

Vanno dunque analizzati nell'insieme tutte le voci di costo e ricavo inerenti ad un impianto di SRF fertirrigato finora descritte nei paragrafi precedenti, schematizzate in:

COSTI		RICAVI
<i>FISSI</i>	<i>VARIABILI</i>	<i>VARIABILI</i>
<i>Impianto SRF</i>	<i>Condotta di adduzione</i> <i>Vasca di raccolta</i> <i>Pompe e filtri</i>	<i>Vendita cippato</i> <i>Costi recuperati da depurazione parziale</i> <i>Costi recuperati dall'utilizzo di sostanza organica per la fertilizzazione</i>

L'analisi economica è stata condotta con enorme dettaglio rapportando tutte le voci di costo e di ricavo ad ettaro di superficie.

Avendo infatti un database contenente le informazioni per ciascuno dei 6.664 ettari di SRF relativi alla area d'influenza del depuratore e alla macroarea di pertinenza con le relative distanze di quest'ultime dai depuratori stessi, abbiamo così calcolato:

- il costo ad ettaro della condotta relativo alle 233 macroaree, ottenuto moltiplicando il costo unitario di 200 €/m per la distanza tra il depuratore e la macroarea e dividendo poi tale valore per la superficie racchiusa da quest'ultima;
- il costo rapportato all'ettaro della vasca di raccolta (compresi pompe e filtri) necessario a ciascuna condotta, è stato ottenuto dividendo il costo totale della struttura (100.000 €) per la superficie di ciascuna macroarea;
- il costo ad ettaro per un impianto di SRF con 1.600 piante/ha (vedi Tabella 5-1);
- il ricavo ad ettaro ottenuto dalla vendita del cippato, calcolato moltiplicando le produttività di ogni singolo ettaro per il prezzo (55€/tonnellata di sostanza fresca);

- gli introiti ad ettaro derivanti dall'utilizzo delle acque reflue ottenuti moltiplicando il beneficio economico dell'utilizzo (0,19 €/m³) per i metri cubi di acqua utilizzati per l'irrigazione.

Considerando tutte le voci annuali così ottenute, per l'intero ciclo di vita dell'impianto, è stata valutata la convenienza economica di ciascun ettaro di SRF attraverso il VAN (utilizzando un saggio di sconto del 5,5 %); per ciascun ettaro di SRF è stato inoltre calcolato il Pay Back Period che risulta essere in media di 5 anni. I risultati mostrano:

- 5.421 ha su 6.664 ha totali investiti a SRF a VAN positivo potenzialmente fertirrigabili, con:

VAN	€/ha
Min	192,25
Medio	7.822,76
Max	23.032,29

- 78 macroaree su 233 individuate a VAN positivo, con:

VAN	€	Superficie (ha)
Min	7.807,00	5,0
Medio	543.146,45	69,5
Max	4.696.225,02	509,0

- 69 aree di influenza dei depuratori a VAN positivo rispetto alle 94 unità individuate, con:

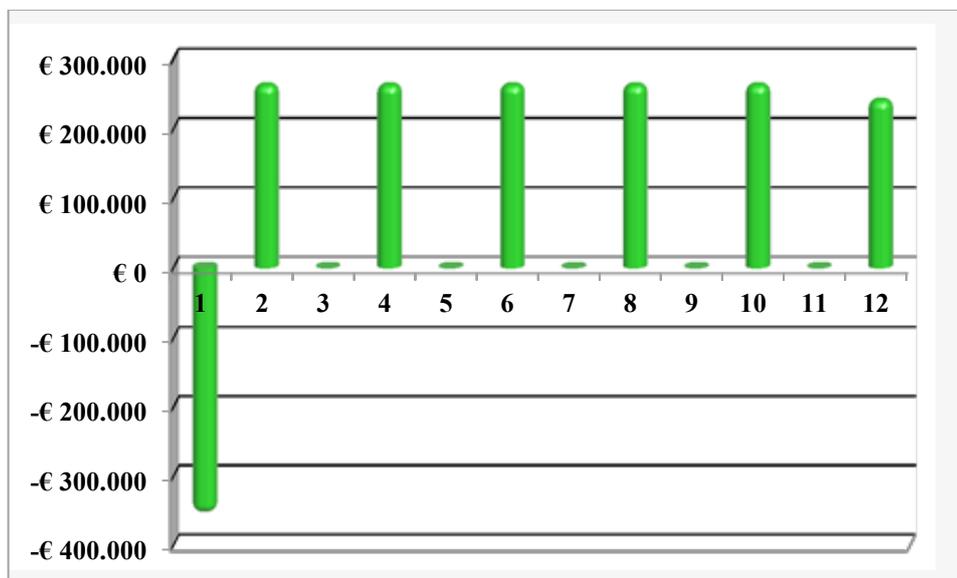
VAN	€	Ettari serviti
Min	19.420,57	5,0
Medio	613.991,60	78,5
Max	5.433.102,00	757,0

A titolo di esempio si riporta il grafico del Cash Flow di un impianto tipo di SRF caratterizzato da:

- un ciclo di 12 anni a ceduzione biennale,
- densità d'impianto pari a 1.600 piante/ha,

- estensione totale dell'area pari a 74 ha posta a 300 m dal depuratore,
- produttività media di 33,85 tonnellate di sostanza fresca ettaro all'anno,
- un VAN di 758.093 euro,
- un tempo di ritorno dell'investimento di 3,5 anni.

Figura 5-1 Cash-flow di un impianto di SRF fertirrigato di 74 ha di superficie



Gli elevati costi iniziali, come è possibile notare dal grafico, sono rappresentati principalmente dalla realizzazione dell'impianto di fertirrigazione e dalla realizzazione della condotta di adduzione che risulta dipendente dalla distanza dei terreni da irrigare dal depuratore. Ciò incide notevolmente sul valore del VAN nonché sul calcolo del tempo di ritorno dell'investimento che è risultato essere mediamente di 5 anni ma con oscillazioni variabili proprio in funzione dei costi iniziali, ed in particolare del costo della condotta.

Dall'analisi effettuata è emerso che risultano utilizzabili 69 depuratori per una superficie irrigabile totale pari a 5.421 ha di SRF (corrispondenti a 78 aree) con un VAN complessivo stimato (calcolato su un periodo di 12 anni) pari a 42.365.423 euro.

La localizzazione degli impianti di SRF e dei depuratori è riportata nell'allegato cartografico; di seguito invece si riporta una mappa degli impianti di depurazione e relativo VAN derivante dal loro utilizzo.

Figura 5-2 Mappa dei depuratori e relativo VAN delle superfici servibili

