



*Autorità di Bacino
dei Fiumi Liri - Garigliano e Volturno*

PROGETTAZIONE PRELIMINARE DELLE OPERE PRIORITARIE DA REALIZZARE PER LA RISOLUZIONE DELLE CRITICITÀ LEGATE ALL'USO E ALLA DISPONIBILITÀ DELLA RISORSA IDRICA NELLA PIANA DEL FUCINO – REGIONE ABRUZZO

CIG 4469094D06

CUP F84I10000170002



3.4.2

Proposte di intervento

Relazione tecnica-descrittiva degli interventi proposti

Scala

Raggruppamento Temporaneo di Imprese

Il progettista

Il responsabile del progetto

Capogruppo Mandataria

Mandanti



WATER AND NATURAL
RESOURCES
CONSULTANTS



BETA Studio srl

BETA Studio srl

Dott.ssa Marilena SEGATO

Ing. Massimo COCCATO



Via Guido Rossa, 29/A
35020 Ponte S. Nicolò
Padova - Italia
info@betastudio.it
www.betastudio.it
tel +390498961120
fax +390498961090

rev.	motivo	data	redatto	verificato	approvato
1	Aggiornamento	16.04.2014	ing. M. BALDACCI - dott.ssa M. SEGATO	dott.ssa M. SEGATO	ing. M. COCCATO
0	Prima emissione	17.12.2013	ing. M. BALDACCI - dott.M. SEGATO	dott.ssa M. SEGATO	ing. M. COCCATO

cod. el. 0760ST030402

file 0760ST030402_01.docm

Indice

	Pag.
Indice	I
Introduzione	VII
1. Area oggetto d'indagine	1
1.1 Inquadramento generale	1
1.2 Aspetti idrologici e idraulici	2
1.3 Aspetti geologici ed idrogeologici	3
2. Definizione degli interventi nel settore irriguo e del rischio idraulico	5
2.1 Rete di distribuzione	5
2.1.1 Considerazioni sugli impianti irrigui	9
2.2 Opere di accumulo e adduzione	10
2.2.1 Generalità e metodologie di indagine	10
2.2.2 Analisi del quantitativo d'acqua immagazzinabile e bilancio idrico	11
2.2.3 Analisi territoriale per l'individuazione della collocazione ottimale delle opere di immagazzinamento	19
2.2.4 Analisi energetica	28
3. Le alternative progettuali nel settore irriguo	29
3.1 IR01 - Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina	30
3.1.1 Descrizione dell'intervento	30
3.1.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	31
3.2 IR02 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto dei Marsi	32
3.2.1 Descrizione dell'intervento	32
3.2.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	32
3.3 IR03 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Amplero	33
3.3.1 Descrizione dell'intervento	33
3.3.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	34
3.4 IR04 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	34
3.4.1 Descrizione dell'intervento	34
3.4.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	35
3.5 IR05 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplero	36
3.5.1 Descrizione dell'intervento	36
3.5.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	37
3.6 IR06 - Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto	37
3.6.1 Descrizione dell'intervento	37
3.6.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	38
3.7 IR07 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	38
3.7.1 Descrizione dell'intervento	38
3.7.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	39
3.8 IR08 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)	40
3.8.1 Descrizione dell'intervento	40
3.8.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	40
3.9 IR09 - Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti	41
3.9.1 Descrizione dell'intervento	41
3.9.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	41
3.10 IR10 - Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti - con immissione delle risorse idriche nei canali	41
3.10.1 Descrizione dell'intervento	41
3.10.2 Soddifacimento degli obbiettivi ed osservazioni	42

3.11	IR11 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	42
3.11.1	Descrizione dell'intervento.....	42
3.11.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	43
3.12	Proposta intervento dei Comuni di Luco dei Marsi, Trasacco, Villavallelonga, Collelongo, Ortucchio, Lecce nei Marsi e Gioia dei Marsi.....	43
4.	Calcolo degli indicatori per gli interventi irrigui	45
4.1	Soddisfacimento del fabbisogno irriguo – Sf.....	45
4.2	Qualità dell'acqua distribuita – Q.....	45
4.3	Miglioramento delle pratiche agricole – Pa	46
4.4	Prelievo da falda acquifera – Pf.....	47
4.5	Tempo di realizzazione funzionale – T	48
4.6	Costo iniziale e difficoltà di finanziamento – C	49
4.7	Redditività - Valore Attuale Netto in 50 anni – VAN	60
4.8	Disturbo nella fase di cantiere - Dc.....	67
4.9	Impatto sociale – Iso.....	68
4.10	Impatto paesaggistico permanente – Ip	70
4.11	Impatto ambientale fluviale – Iaf.....	71
4.12	Impatto ambientale generale – Ia	71
4.13	Risultato dell'analisi multicriterio – matrice	73
5.	Le alternative progettuali per la riduzione del rischio idraulico.....	81
5.1	RI01 - Progetto per la costruzione di una cassa di espansione sul Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa verso Amplero.....	81
5.1.1	Descrizione dell'intervento.....	81
5.1.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	82
5.2	RI02 - Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	83
5.2.1	Descrizione dell'intervento.....	83
5.2.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	84
5.3	RI03 - Progetto per la costruzione di diverse casse d'espansione distribuite ai margini dei canali allacciati.	85
5.3.1	Descrizione dell'intervento.....	85
5.3.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	86
6.	Calcolo degli indicatori per gli interventi di mitigazione del rischio idraulico.....	87
6.1	Rischio Idraulico – Ri.....	87
6.2	Tempo di realizzazione funzionale – T	88
6.3	Costo iniziale e difficoltà di finanziamento – C	88
6.4	Disturbo in fase di cantiere – Dc.....	91
6.5	Impatto sociale – Iso.....	92
6.6	Impatto paesaggistico permanente – Ip	92
6.7	Impatto ambientale generale – Ia	93
6.8	Risultato dell'analisi multicriterio - matrice.....	94
7.	Interventi combinati.....	99
7.1	I00 - Opzione "0"	99
7.2	I01 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo	99
7.2.1	Descrizione dell'intervento.....	99
7.2.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	101
7.3	I02 - Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto	101
7.3.1	Descrizione dell'intervento.....	101
7.3.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	102
7.4	I03 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa	103
7.4.1	Descrizione dell'intervento.....	103
7.4.2	Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni	105
8.	Calcolo degli indicatori per gli interventi combinati.....	107
8.1	Rischio Idraulico – Ri.....	107
8.2	Soddisfacimento del fabbisogno irriguo – Sf.....	107
8.3	Qualità dell'acqua distribuita – Q.....	108
8.4	Miglioramento delle pratiche agricole – Pa	109
8.5	Prelievo da falda acquifera – Pf.....	110

8.6	Tempo di realizzazione funzionale – T	110
8.7	Costo iniziale e difficoltà di finanziamento – C.....	111
8.8	Redditività - Valore Attuale Netto in 50 anni – VAN.....	116
8.9	Disturbo in fase di cantiere – Dc.....	123
8.10	Impatto sociale – Iso	124
8.11	Impatto paesaggistico permanente – Ip.....	125
8.12	Impatto ambientale fluviale – laf	125
8.13	Impatto ambientale generale – la	126
8.14	Risultato dell'analisi multicriterio - matrice	127
9.	Conclusioni preliminari dell'analisi multicriterio	133
10.	Interventi nel settore della depurazione e acquedottistico	135
10.1	Depurazione e collettamento.....	135
10.1.1	DC_P01 - Riutilizzo delle acque reflue mediante la predisposizione del trattamento terziario nell'impianto di depurazione di Strada 36 a servizio del comune di Trasacco.....	136
10.1.2	DC_P02 - Riutilizzo delle acque reflue mediante l'adeguamento dell' impianto di depurazione di località Pozzillo in Comune di Avezzano	136
10.1.3	DC_P03 – Riutilizzo delle acque reflue mediante l'adeguamento del depuratore di Luco dei Marsi e il collettamento della frazione di Petogna al medesimo impianto	136
10.1.4	DC_P04 – Realizzazione di un nuovo impianto di depurazione a servizio di Borgo Ottomila.....	136
10.1.5	DC_P05 – Adeguamento dell'impianto di depurazione a servizio del comune di Ortona dei Marsi.....	137
10.1.6	DC_P06 - Riutilizzo delle acque reflue mediante l'adeguamento dell' impianto di depurazione di Pescina	137
10.2	Settore acquedottistico.....	137

Figure

	Pag.
Figura 1.1 – Inquadramento dell'area d'indagine.....	1
Figura 1.2 – Inquadramento della Piana del Fucino e del reticolo di canali drenanti.	3
Figura 2.1 – Rete di distribuzione primaria a maglie della Piana del Fucino, si possono notare in “blu” le condotte principali, mentre le zone colorate sono i comprensori in cui è già presente, in toto (rosso Avezzano) in parte (verde, Luco dei Marsi) una rete di distribuzione secondaria	7
Figura 2.2 – Comprensorio irriguo dell'Agro di Pescina.	9
Figura 2.3 - Andamento delle portate affluite rispetto a quelle defluite da un bacino d'invaso posto sul fiume Giovenco presso Pescina; nella situazione di stato futuro (S.F.), per l'anno idrologico di magra (AS)e con condizioni di irrigazione a pioggia (P1).	16
Figura 2.4 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Pescina nel caso di AM sfut – P1	18
Figura 2.5 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Pescina nel caso di AM sfut – P2	18
Figura 2.6 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Ortona nel caso di AM sfut – P1	19
Figura 2.7 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Ortona nel caso di AM sfut – P2	19
Figura 2.8 – Vista planimetrica della zona individuata per la realizzazione dello sbarramento sul Giovenco.....	20
Figura 2.9 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo della diga sul Giovenco in località Le Roscie	21
Figura 2.10 - Vista planimetrica della zona individuata per la realizzazione dell'invaso in derivazione dal fiume Giovenco presso Pescina	22
Figura 2.11 - Vista planimetrica d'insieme delle valli di Tristeri e di Amplero.....	23
Figura 2.12 - Fotografia della valle di Amplero, sul fondo è possibile notare il monte Ciocco Nacenzio che sovrasta la valle di Tristeri	23
Figura 2.13 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall' accumulo del serbatoio naturale di Amplero, in località Mandrelle.....	24
Figura 2.14 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo del serbatoio realizzato nella Conca di Tristeri.....	25
Figura 2.15 – Piana di Arciprete.....	26
Figura 2.16 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo del serbatoio realizzato nella Piana di Arciprete	27
Figura 2.17 – Vista planimetrica dell'area del Bacinetto, all'interno della Piana del Fucino.....	27
Figura 3.1 – Sezione indicativa media della vasca a San Benedetto di 10 300 000 m ³	32
Figura 3.2 – Sezione indicativa media della vasca nel Bacinetto di 10 300 000 m ³	37
Figura 4.1 – Risultato dell' indicatore Sf (Soddisfacimento del fabbisogno irriguo) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	46
Figura 4.2 – Risultato dell' indicatore Q (Qualità dell'acqua distribuita) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione pioggia e a goccia).....	46
Figura 4.3 – Risultato dell' indicatore Pa (Miglioramento delle pratiche agricole) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).....	47
Figura 4.4 – Risultato dell' indicatore Pf (Prelievo da falda acquifera) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).	47
Figura 4.5 – Risultato dell' indicatore Pf (Prelievo da falda acquifera) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	48
Figura 4.6 – Risultato dell' indicatore T (Tempo di realizzazione funzionale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia)....	49

Figura 4.7 – Risultato dell' indicatore C (Costo iniziale) nel caso di progetto P1 (irrigazione a Pioggia).	59
Figura 4.8 – Risultato dell' indicatore C (Costo iniziale) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	59
Figura 4.9 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)	63
Figura 4.10 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Goccia (P2).	65
Figura 4.11 – Risultato dell' indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).	66
Figura 4.12 – Risultato dell' indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	66
Figura 4.13 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).	67
Figura 4.14 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia)	68
Figura 4.15 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).	69
Figura 4.16 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	69
Figura 4.17 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).	70
Figura 4.18 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	70
Figura 4.19 – Risultato dell' indicatore Iaf (Impatto ambientale fluviale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	71
Figura 4.20 – Risultato dell' indicatore Ia (Impatto ambientale generale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	73
Figura 4.21 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)	76
Figura 4.22 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Goccia (P2)	79
Figura 4.23 – Classifica del risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)	80
Figura 4.24 – Classifica del risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Goccia (P2)	80
Figura 5.1 – Ubicazione invasi lungo il fiume Giovenco e derivazione del Fossato di Rosa verso la conca di Amplerò.	81
Figura 5.2 – Bacinetto; l'area campita definisce la porzione adibita a cassa di espansione	83
Figura 5.3 – Sezione indicativa del rilevato in progetto.	84
Figura 5.4 – Bacini di accumulo lungo i margini della Piana.	85
Figura 6.1 – Risultato dell' indicatore Ri (Rischio Idraulico).	88
Figura 6.2 – Risultato dell' indicatore T (Tempo di realizzazione funzionale).	89
Figura 6.3 – Risultato dell' indicatore C (Costo Iniziale degli Stralci)	91
Figura 6.4 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere)	91
Figura 6.5 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale)	93
Figura 6.6 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente)	93
Figura 6.7 – Risultato dell' indicatore Ia (Impatto ambientale generale).	94
Figura 6.8 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore del rischio idraulico.	96
Figura 6.9 – Classifica del risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore del rischio idraulico.	97
Figura 7.1 – Planimetria dell'intervento I01.	100
Figura 7.2 – Planimetria dell'intervento I02.	102
Figura 7.3 – Planimetria dell'intervento I03.	104
Figura 8.1 – Risultato dell' indicatore Ri (Rischio Idraulico) per gli interventi complessivi.	107
Figura 8.2 – Risultato dell' indicatore Sf (Soddisfacimento del fabbisogno irriguo) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	108
Figura 8.3 – Risultato dell' indicatore Q (Qualità dell'acqua distribuita) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione pioggia e a goccia).	109
Figura 8.4 – Risultato dell' indicatore Pa (Miglioramento delle pratiche agricole) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	109
Figura 8.5 – Risultato dell' indicatore Pf (Prelievo da falda acquifera) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	110
Figura 8.6 – Risultato dell' indicatore T (Tempo di realizzazione funzionale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	111
Figura 8.7 – Risultato dell' indicatore C (Costo di realizzazione) nel caso di progetto P1 (irrigazione a Pioggia).	116
Figura 8.8 – Risultato dell' indicatore C (Costo di realizzazione) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	116
Figura 8.9 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)	119
Figura 8.10 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Goccia (P2)	121
Figura 8.11 – Risultato dell' indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).	122
Figura 8.12 – Risultato dell' indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).	123
Figura 8.13 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere) nel caso di progetto P1e P2 (irrigazione a pioggia e goccia).	123
Figura 8.14 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e goccia).	124
Figura 8.15 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e goccia).	125
Figura 8.16 – Risultato dell' indicatore Iaf (Impatto ambientale fluviale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia)	126
Figura 8.17 – Risultato dell' indicatore Ia (Impatto ambientale generale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).	127
Figura 8.18 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a pioggia (P1).	130
Figura 8.19 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a goccia (P2).	131

Figura 8.20 – Classifica del risultato dell’analisi multicriteri degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a Pioggia (P1) e a Goccia (P2)132

Tabelle

	Pag.
Tabella 2.I - Lunghezze dei tratti di condotta con diametri diversi nel caso di irrigazione a pioggia.	8
Tabella 2.II - Lunghezze dei tratti di condotta con diametri diversi nel caso di irrigazione a goccia.....	9
Tabella 2.III – Portate medie mensili per l’anno idrologico medio (AM) e scarso (AS) dei principali corpi idrici affluenti nella piana.....	11
Tabella 2.IV - Portate medie annue, detratto il DMV, del fiume Giovenco nelle sezioni considerate, per l’anno idrologico medio (AM) e di magra (AS).....	11
Tabella 2.V - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a pioggia.....	12
Tabella 2.VI - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a goccia.....	12
Tabella 2.VII - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico scarso considerando il sistema di irrigazione a pioggia.....	12
Tabella 2.VIII - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico scarso considerando il sistema di irrigazione a goccia.....	13
Tabella 2.IX – Calcolo del volume di riutilizzo delle acque reflue trattate nei depuratori di Trasacco e Avezzano.	14
Tabella 2.X - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a goccia e la disponibilità da riutilizzo dei reflui.....	14
Tabella 2.XI - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a pioggia e la disponibilità da riutilizzo dei reflui.....	14
Tabella 2.XII - Calcolo del volume d’acqua accumulabile per il fiume Giovenco presso Pescina nell’anno idrologico scarso ed in condizioni di irrigazione a pioggia.....	15
Tabella 2.XIII – Volume che è necessario accumulare per il soddisfacimento del fabbisogno irriguo e l’effettivo volume che è possibile accumulare nel periodo invernale per gli affluenti principali della piana, nello scenario futuro, per l’anno idrologico medio e scarso e nel caso di tecnica di irrigazione a pioggia.....	16
Tabella 2.XIV - Volume che è necessario accumulare per il soddisfacimento del fabbisogno irriguo e l’effettivo volume che è possibile accumulare nel periodo invernale per gli affluenti principali della piana, nello scenario futuro, per l’anno idrologico medio e scarso e nel caso di tecnica di irrigazione a goccia.....	17
Tabella 2.XV - Determinazione dei volumi idrici da prelevare dalle risorse sotterranee nel caso di serbatoio di accumulo con derivazione dal fiume Giovenco presso Pescina. Legenda: P1= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a pioggia; P2= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a goccia.....	17
Tabella 2.XVI – Determinazione dei Volumi idrici da prelevare dalle risorse sotterranee nel caso di serbatoio di accumulo con derivazione dal fiume Giovenco presso Ortona. Legenda: P1= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a pioggia; P2= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a goccia.....	17
Tabella 2.XVII - Caratteristiche plano-altimetriche della diga sul fiume Giovenco.....	20
Tabella 2.XVIII - Caratteristiche plano altimetriche dell’invaso di Ampero – Mandrelle.....	24
Tabella 2.XIX - Caratteristiche plano altimetriche dell’invaso della Conca di Tristeri.....	24
Tabella 2.XX - Caratteristiche plano altimetriche dell’invaso nella Piana di Arciprete.....	26
Tabella 3.I – Elenco degli interventi irrigui analizzati nell’ambito del presente studio attraverso l’analisi multicriterio.....	29
Tabella 3.II – Caratteristiche plano-altimetriche della diga sul fiume Giovenco.	30
Tabella 3.III - Quadro economico, escluso di IVA, della diga sul fiume Giovenco presso Le Roscie a monte di Ortona dei Marsi.....	31
Tabella 3.IV - Quadro economico, escluso di IVA, della diga da realizzare nella conca di Tristeri, della capacità di invaso di 9.500.000 m ³	35
Tabella 4.I – Valori del coefficiente “kas” per ogni singola proposta progettuale.....	45
Tabella 4.II – Elenco delle principali opere/azioni che compongono gli interventi di cui sono stati calcolati i costi.....	50
Tabella 4.III – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Pioggia (P1).....	51
Tabella 4.IV – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Goccia (P2).....	55
Tabella 4.V – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Pioggia (P1).....	62
Tabella 4.VI – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Goccia (P2).....	64
Tabella 4.VII – Coefficienti che compongono l’espressione dell’indicatore Impatto Sociale.	68
Tabella 4.VIII – Superfici che presentano vincoli ambientali e/o con pericolosità idrogeologica.....	72
Tabella 4.IX – Matrice degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Pioggia (P1).....	74
Tabella 4.X – Matrice degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Goccia (P2).....	77
Tabella 5.I – Elenco degli interventi di rischio idraulico analizzati.....	81
Tabella 5.II - Quadro economico, escluso di IVA, della diga sul fiume Giovenco presso Le Roscie a monte di Ortona dei Marsi.....	82
Tabella 5.III – Descrizione sommaria dei lavori e importo delle opere per la realizzazione del rilevato in progetto.	84
Tabella 6.I – Risultato del calcolo dell’indicatore Ri per le ipotesi di intervento e per lo stato di fatto.....	87
Tabella 6.II – Elenco delle principali opere/azioni che compongono gli interventi di cui sono stati calcolati i costi.....	89
Tabella 6.III – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi considerati per la riduzione del rischio idraulico.....	90

Tabella 6.IV – Coefficienti che compongono l’espressione dell’indicatore Impatto Sociale.	92
Tabella 6.V – Matrice degli interventi nel settore del rischio idraulico.	95
Tabella 7.I – Elenco degli interventi irrigui analizzati	99
Tabella 8.I – Valori del coefficiente “kas”	108
Tabella 8.II – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi complessivi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Pioggia (P1).....	113
Tabella 8.III – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi complessivi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Goccia (P2).....	114
Tabella 8.IV – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)	118
Tabella 8.V – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Goccia (P2)	120
Tabella 8.VI – Coefficienti che compongono l’espressione dell’indicatore Impatto Sociale.	124
Tabella 8.VII – Matrice degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a pioggia (P1).	128
Tabella 8.VIII – Matrice degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a goccia (P2).....	129

Introduzione

Premesso che con Nota prot./int. N. 450 in data 12.06.2013 il Responsabile del Procedimento ha autorizzato a procedere all'esecuzione anticipata del contratto, in data 19.06.2013 l'Autorità di Bacino Liri-Garigliano Volturno ha consegnato formalmente al Raggruppamento Temporaneo di Imprese BETA Studio s.r.l. – HR Wallingford Ltd le attività di servizi relative alla *“Progettazione preliminare delle opere prioritarie da realizzare per la risoluzione delle criticità legate all'uso e alla disponibilità della risorsa idrica nella piana del Fucino – Regione Abruzzo”*.

In data 1.10.2013 l'Autorità sopraccitata ha stipulato in forma pubblico/amministrativa il contratto rep.1033 con il Raggruppamento Temporaneo di Imprese BETA Studio s.r.l. – HR Wallingford Ltd per l'espletamento delle attività di servizio sopraccitate.

In particolare le attività che compongono il progetto sono suddivise nelle seguenti fasi principali:

- progettazione e implementazione di un percorso partecipato;
- studio idraulico di dettaglio della Piana del Fucino, che prevede la raccolta, l'analisi e l'elaborazione dei dati esistenti nonché l'acquisizione di nuovi dati anche per mezzo di rilievi in campo al fine di ricostruire le caratteristiche plano-altimetriche dei corsi d'acqua e dei manufatti presenti e l'implementazione di un modello di simulazione idraulica;
- aggiornamento dello Studio *“Piana del Fucino, Regione Abruzzo - programma di azioni strutturali e non strutturali connesse alla salvaguardia, uso e governo della risorsa idrica superficiale e sotterranea”*, realizzato nel 2007 dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno, relativamente alle componenti *“irrigazione”*, *“depurazione e collettamento”* e *“captazione e distribuzione idropotabile”*;
- progettazione preliminare degli interventi prioritari nel settore irriguo, nel settore della depurazione ed collettamento e nel settore della captazione e distribuzione potabile.

La presente relazione si riferisce alle attività condotte nell'ambito della definizione della proposte di intervento. Al Capitolo 1 è descritta l'area di indagine mentre il Capitolo 2, a partire dalle criticità evidenziate, definisce gli interventi necessari per il superamento delle medesime. Il Capitolo 3 illustra le diverse proposte progettuali nel settore irriguo che sono state sottoposte all'analisi multicriterio (Capitolo 4), lo stesso dicasi per gli interventi proposti per la risoluzione delle criticità idrauliche e gli interventi combinati, rispettivamente descritti al Capitolo 5 e al Capitolo 7, analizzati sulla base dell'analisi multicriterio rispettivamente ai Capitoli 6 e 8. Il Capitolo 9 riporta le conclusioni preliminari dell'analisi multicriterio. Infine il Capitolo 10 descrive gli interventi previsti nel settore della depurazione e idropotabile.

1. Area oggetto d'indagine

1.1 Inquadramento generale

Il territorio oggetto dello studio è quello della Piana endoreica del Fucino e dei rilievi montuosi che le fanno da coronamento. Il bacino idrografico del Fucino appartiene al bacino del Liri-Garigliano, mentre da un punto di vista amministrativo il territorio ricade interamente nella provincia dell'Aquila. Il bacino si presenta suddiviso in un'area pianeggiante compresa fra le quote 648 e i 700 m s.m.m. per una superficie che copre il 30% del totale del bacino ed in una zona montuosa perimetrale con picchi fino ai 2 500 m s.m.m. (Figura 1.1).

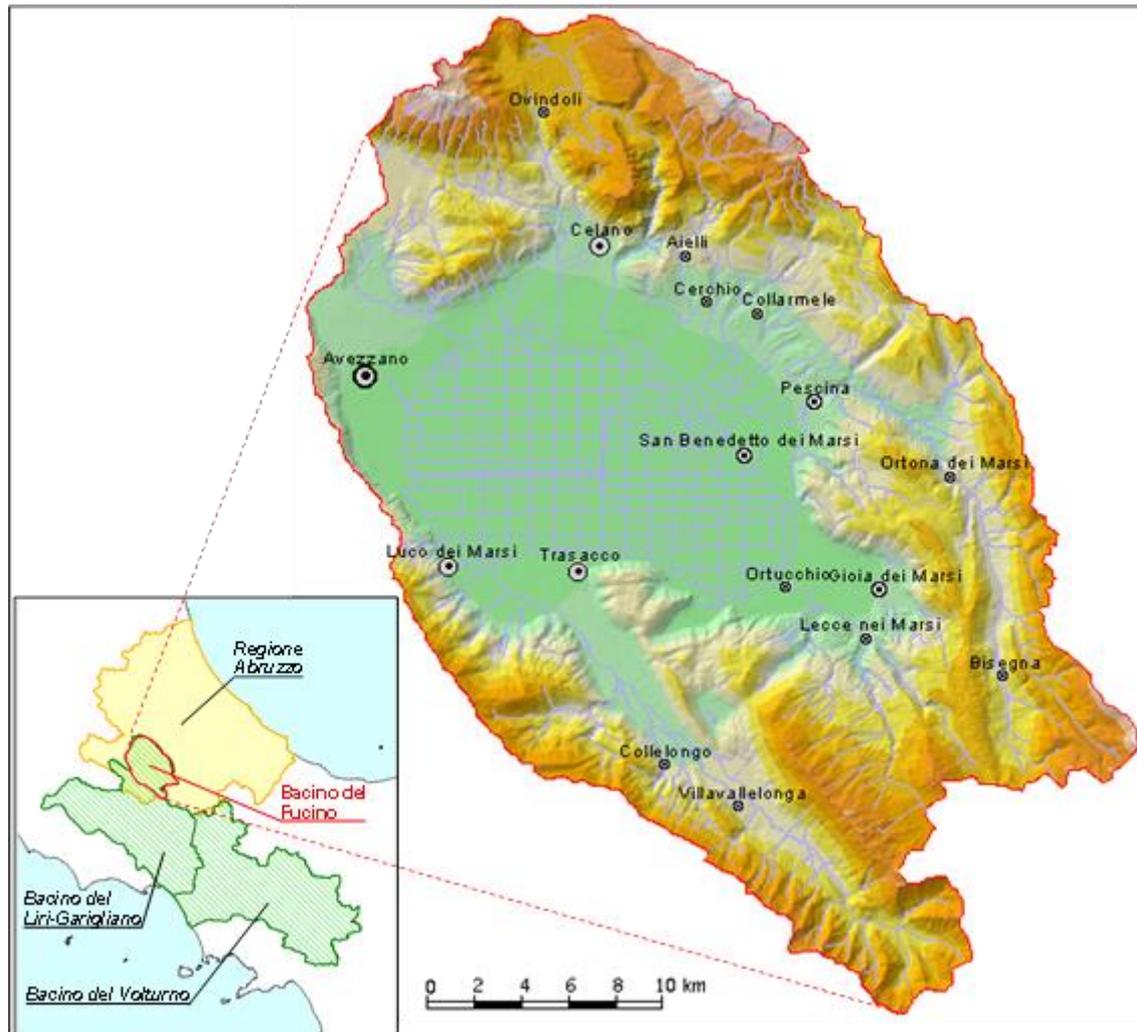


Figura 1.1 – Inquadramento dell'area d'indagine.

La Piana del Fucino è un'ampia depressione tettonica, che si apre all'interno dell'area abruzzese, tra il gruppo del Velino-Sirente a nord-ovest ed i monti del Parco Nazionale d'Abruzzo a sud-est, determinata da un complesso sistema di faglie, seguenti direttrici diverse, probabilmente non contemporanee l'una all'altra.

La Conca, nella quale affluiscono il Fiume Giovenco ed altri corsi d'acqua minori con caratteristiche torrentizie, è priva di emissari naturali, ed in passato era sede di un lago con superficie di circa 160 km². Negli anni compresi tra il 41 ed il 52 d.C. l'imperatore Claudio, al fine di recuperare i terreni del bacino lacustre all'agricoltura, fece realizzare una galleria lunga 5 647 m per scaricare le acque del lago nel limitrofo bacino del Fiume Liri. Dopo alcuni

secoli, almeno sino al VI sec. d.C., il funzionamento della galleria decrebbe progressivamente tanto che a poco a poco si ripristinò l'antica superficie lacustre.

Soltanto nella metà del XIX sec., per opera di Alessandro Torlonia, venne realizzato un nuovo collettore artificiale lungo circa 6 300 m e posto ad una quota più bassa del precedente; tale collettore, in grado di far evacuare portate di circa 40 m³/s, rese possibile la bonifica integrale del lago Fucino. Nel 1942 fu realizzato un terzo emissario, avente percorso diverso dai primi due, con lunghezza pari a 6 250 m e portata di circa 20 m³/s.

Gli impianti colturali della Piana, inizialmente diretti essenzialmente verso mais, grano e barbabietole, videro progressivamente ridurre, soprattutto dopo la riforma ed il riordino fondiario del 1954, le quote di superficie loro destinate a vantaggio di altri impianti decisamente più redditizi, di tipo orticolo. Questa nuova tendenza, notevolmente accentuata negli ultimi anni, comporta un notevole fabbisogno idrico, visto l'idroesigenza di tali colture soprattutto se si considera che, in virtù del clima favorevole presente nella piana, è possibile ottenere due/tre raccolti annui. Per garantire le disponibilità idriche necessarie sono stati realizzati, essenzialmente dall'allora ARSSA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo dei Servizi Agricoli, Ente soppresso con L.R. n. 29 del 11.08.2011), numerosi pozzi, generalmente perforati nelle strutture carbonatiche circostanti la Piana, ricche di acque sotterranee. I pozzi più importanti vengono attualmente utilizzati direttamente dal Consorzio di Bonifica Ovest, che è subentrato all'ARSSA nella gestione (L.R. n. 42 del 10.08.2012), con lo scopo di mantenere attivo il deflusso idrico nei canali dai quali attingono direttamente gli agricoltori per le esigenze irrigue.

Oltre al prelievo idrico per attività agricole, (circa 14 milioni di m³, periodo da maggio a settembre) vengono prelevati dagli acquiferi che coronano la Piana cospicui volumi d'acqua anche a scopo idropotabile (11 milioni di m³/anno) e industriale (6 milioni di m³/anno).

1.2 Aspetti idrologici e idraulici

Il bacino del Fucino è situato in un'area dell'Appennino Centrale, equidistante dal Tirreno e dall'Adriatico, e viene interessato da un clima che si può classificare come sublitoraneo-appenninico. Tale clima è caratterizzato da una piovosità intensa durante tutto l'inverno, con massimi di precipitazione nei mesi di novembre e dicembre a carattere nevoso in genere sopra i 1500 m; durante l'estate si ha una quasi completa mancanza di precipitazioni in pianura e rari e brevi fenomeni temporaleschi sulle pendici montane. La piovosità maggiore si registra nelle zone montane ed in prevalenza su quelle a Sud del bacino stesso. I valori minimi si registrano nella Piana (50% del valore medio). Tale distribuzione delle precipitazioni è la conseguenza di una circolazione delle perturbazioni che è prevalentemente in senso orario: in generale la propagazione della perturbazione segue il bacino del Liri fin sopra Avezzano, devia verso Est incontrando i massicci dei monti Velino, Magnola e Sirente, si espande successivamente sulla Piana per raddensarsi sui monti a sud del bacino, ove definitivamente si estingue con la massima intensità.

La temperatura media annua nel bacino si aggira sui 12°C; le temperature minime sono mediamente intorno ai -3°C, le massime intorno ai 27°C.

I corsi d'acqua drenanti i rilievi posti a corona della Piana del Fucino confluiscono nei due Canali Allacciati (settentrionale e meridionale) e costituiscono le "Acque Alte". Queste a loro volta si immettono nel Canale Collettore (Canale Torlonia). A tale collettore giungono anche le "acque medie", ossia quelle circolanti nei fossi della Piana, all'interno della cintura costituita dai Canali Allacciati. Le "acque basse" si raccolgono nel Bacinetto, da cui vengono sollevate tramite un impianto idrovoro e convogliate nel Canale Collettore. Il Canale Collettore, che convoglia tutte le acque all'Incile dove hanno origine i due emissari in galleria, è formato da tre canali paralleli, di cui i due estremi raccolgono le acque provenienti da nord e da sud (Figura 1.2).

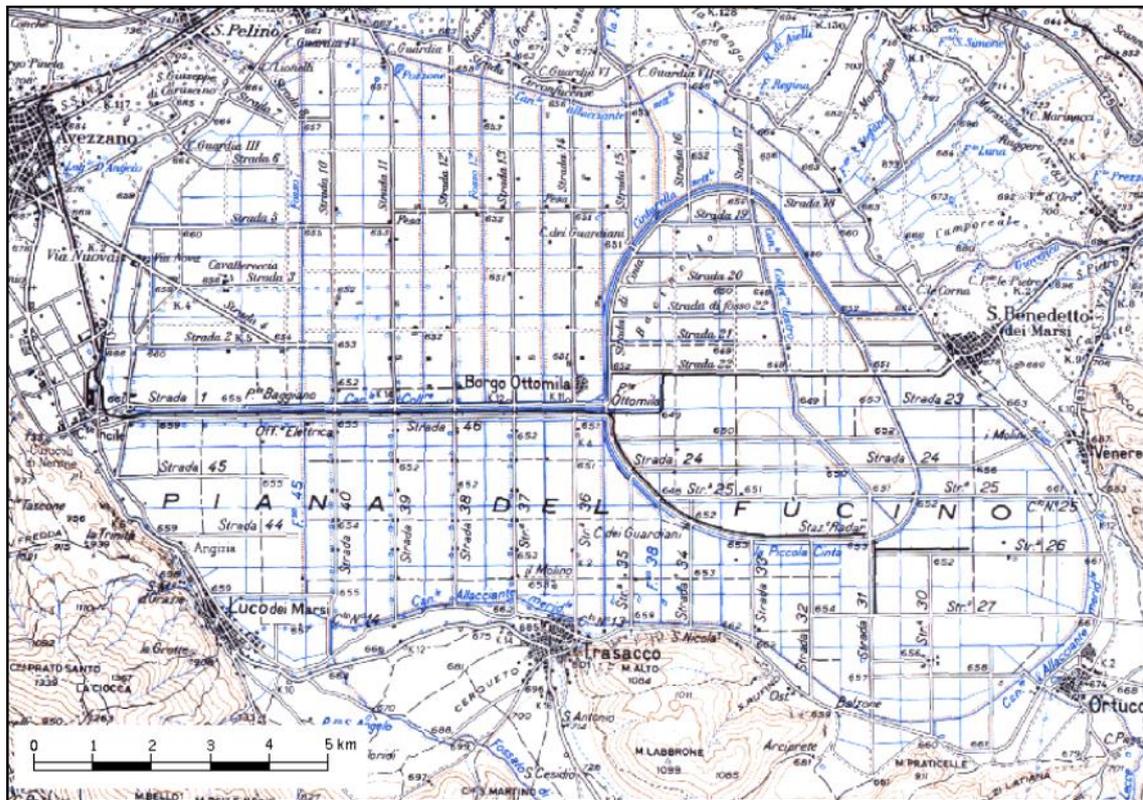


Figura 1.2 – Inquadramento della Piana del Fucino e del reticolo di canali drenanti.

Dei corsi d'acqua naturali che si immettono nella Piana del Fucino solamente il fiume Giovenco risulta avere portate estive non nulle. Tali corsi d'acqua sono (in senso orario, a partire da nord): il Rio S. Potito, il Torrente La Foce, il Rio di Aielli, il fiume Giovenco, il Rio di Lecce, il Fossato di Rosa.

Come già accennato al paragrafo precedente la portata dei canali della Piana Fucino è fornita non solo dai contributi dei corsi d'acqua immissari ma dai copiosi apporti di acque sorgentizie erogate dalle emergenze poste in diversi settori della Piana e al bordo della stessa, nonché dalle portate prelevate dai pozzi ad uso irriguo e sversate nei canali stessi.

1.3 Aspetti geologici ed idrogeologici

Il bacino del Fucino si estende per circa 900 km² nell'Appennino laziale-abruzzese ed è morfologicamente dominato dalla omonima vasta Piana alluvionale, ampia oltre 200 km². Questa depressione, la cui origine è connessa agli intensi fenomeni tettonici sin- e post-orogenetici, è circondata da rilievi carbonatici meso-cenozoici, fratturati e carsificati anche molto intensamente, delimitati da linee tettoniche compressive e disgiuntive, che determinano il ribassamento dei carbonati circostanti sotto i depositi recenti della Piana (Burri et al., 2002).

La Piana nei corso dei millenni ha subito un rapido riempimento da parte di sedimenti alluvionali detritici e lacustri, il cui spessore risulta attualmente di diverse centinaia di metri e tale da superare in alcuni settori i 1000 m (Giraudi, 1994). Ai margini della Piana, il contatto tra i depositi carbonatici e quelli alluvionali recenti è reso complesso dall'interdigitazione dei sedimenti detritici di versante con i depositi fluvio-lacustri.

La situazione idrogeologica è altrettanto complessa: gli acquiferi regionali carbonatici vengono drenati alla loro base da sorgenti di portata elevata, ma interagiscono anche con le falde alluvionali e con il sistema idrografico superficiale (Boni et al., 1986; Celico, 1983).

Come conseguenza, la portata dei canali artificiali è costituita non solo da acque superficiali, ma anche e soprattutto dai copiosi apporti di acque sorgive erogate da emergenze poste in prevalenza sul bordo della Piana,

con portate abbastanza regolari anche in periodo arido. Le principali sorgenti sono alimentate dalle dorsali carbonatiche circostanti e sono ubicate in prevalenza sul bordo sud-orientale del Fucino (gruppo Trasacco, gruppo Ortucchio; gruppo Venere, di portata media complessiva indicata in letteratura pari a $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ circa) e nel settore settentrionale (paludi di Celano, zona Tre Monti, ciascuna con portate variabili da 0.1 a $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$).

Parte delle acque sotterranee ricevute dalla Piana vengono drenate direttamente nell'alveo dei diversi canali artificiali (sorgenti lineari), con portate stimate in passato nell'ordine di qualche m^3/s . La disponibilità idrica totale relativa alle acque sorgive negli anni '70 corrispondeva a circa $6 \text{ m}^3/\text{s}$. La Piana costituirebbe, dunque, un'unità idrogeologica a se stante, caratterizzata da alternanze di sedimenti detritico-alluvionali (ghiaie, sabbie, ed argille, la cui permeabilità risulta estremamente variabile in funzione della granulometria).

Infine, le acque effettivamente affluite sul territorio della Piana vanno ad alimentare in prevalenza il reticolo idrografico e solo in minima parte penetrano nel suolo, con possibilità di raggiungere la falda idrica alluvionale, a causa della limitata permeabilità dei sedimenti presenti sulla superficie. È ipotizzabile quindi che la falda idrica della Piana venga alimentata prevalentemente da travasi sotterranei provenienti dagli acquiferi carsici circostanti.

2. Definizione degli interventi nel settore irriguo e del rischio idraulico

A partire dalle criticità evidenziate nello stato attuale sia nel settore irriguo sia nell'ambito del rischio idraulico e dall'analisi degli interventi proposti dagli Enti competenti nel corso degli anni, sono state definite ed analizzate diverse ipotesi di intervento. Le alternative di intervento sono state comparate tra loro mediante il metodo di analisi a multicriterio descritto nell'Elaborato 3.4.1 *"Relazione metodologica dell'analisi multicriterio"*.

È opportuno precisare che i risultati dell'analisi multicriterio saranno, nell'ambito del percorso di partecipazione, ampiamente discussi e condivisi con i diversi portatori d'interesse che sono stati già direttamente coinvolti nelle fasi di elaborazione dell'analisi stessa al fine di individuare la soluzione progettuale ritenuta la più adeguata a risolvere le criticità presenti all'interno della Piana del Fucino.

Prima di descrivere nel dettaglio le diverse ipotesi progettuali (Capitolo 3 e seguenti), in questo Capitolo vengono riportate le valutazioni oggettive, e adeguatamente quantificate, effettuate a supporto della definizione degli interventi proposti.

2.1 Rete di distribuzione

La Piana del Fucino, ovvero il territorio delimitato dalla strada Circofucense, possiede una superficie agricola di circa 13400 ha, dei quali circa 10800 ha costituiscono la SAU netta irrigabile. Nell'Elaborato 3.3 *"Relazione di sintesi delle criticità presenti"* sono state espone le criticità relative alla pratica irrigua ed agricola del territorio in esame. Le problematiche riscontrate riguardano:

- il non soddisfacimento del fabbisogno idrico delle colture, a causa sia della limitata disponibilità di risorsa idrica sia alle elevate perdite dovute al sistema di adduzione (reticolo di canali in terra) e alle poco efficienti tecniche irrigue (prelievo diretto dai canali da parte degli agricoltori e distribuzione per aspersione mediante impianti mobili);
- la non uniforme disponibilità di risorsa idrica nella Piana, con zone più favorite poste nei pressi delle sorgenti e dei pozzi e zone più sfavorite che ciclicamente rimangono senz'acqua;
- la gestione dell'intero 'sistema' irriguo, caratterizzato dall'assenza di coordinamento e dalla mancanza di pianificazione e regolamentazione negli usi irrigui da parte delle utenze;
- gli elevati consumi energetici dovuti da un lato al funzionamento dei campi pozzi a scopo irriguo e dall'altro l'alimentazione dei trattori cui sono collegati gli impianti mobili di sollevamento;
- la scarsa qualità della risorsa impiegata che si riflette sulla qualità del prodotto agricolo finale;
- l'utilizzo prevalente di risorsa pregiata.

La soluzione di tali criticità deve necessariamente prevedere la distribuzione della risorsa mediante rete in pressione e la revisione delle fonti di approvvigionamento.

Per la definizione del quadro di interventi di progetto, si deve innanzitutto tener conto della conformazione del territorio e dell'attuale organizzazione degli appezzamenti agricoli.

Il comprensorio irriguo della Piana è pressoché pianeggiante e suddiviso in porzioni di terreno regolari e di forma quadrangolare: il lato misura 500 m per un superficie risultante di 25 ha. Dal punto di vista planimetrico, si rileva l'alternanza di strade e fossi numerali, distanziati di 500 m, che delimitano gli spazi di terreno coltivati. Nel senso ortogonale rispetto alle strade di servizio si sviluppano delle vie secondarie (carrarecce) di accesso ai fondi da parte

dei singoli agricoltori. La suddivisione degli appezzamenti all'interno delle stesse porzioni di 25 ha, prevede campi di forma rettangolare e superficie pari ad 1 ha con lati rispettivamente di 250 e 40 m. Come detto, i singoli agricoltori provvedono a prelevare l'acqua dalla rete di canali e alla distribuzione mediante tubazioni mobili e sistemi a pioggia ad ali mobili.

Gli interventi proposti ed in fase di attuazione da parte degli Enti competenti riguardano il riefficientamento delle reti in pressione esistenti e l'estensione della rete di distribuzione in pressione all'intero territorio della Piana del Fucino. In tale quadro rientrano quindi gli interventi:

- IR02 *“Progetto per la costruzione di un impianto di irrigazione in comprensorio dei comuni di Avezzano e Celano – Progetto Esecutivo”;*
- IR03 *“Progetto per la costruzione delle ‘Vasche di Accumulo ed impianti irrigui nella Piana del Fucino’ – 2°Lotto – Progetto Preliminare”;*
- IR05 *“Lavori di completamento dell'impianto irriguo del Fucino – sub comprensorio di Ortucchio”*
- IR06 *“Ristrutturazione dell'impianto irriguo di Luco dei Marsi”.*

La rappresentazione planimetrica delle zone della Piana interessate da tali interventi è riportata nell'Elaborato 3.1.4 *“Raccolta dati – Carta degli interventi previsti dagli Enti competenti”* da cui si può vedere che tali interventi coprono l'intera Piana del Fucino.

In particolare, l'intervento IR02 prevede la realizzazione di una rete di distribuzione in pressione nei territori dei Comuni di Avezzano e Celano con approvvigionamento autonomo dall'esistente campo pozzi di Bussi. La realizzazione dell'intervento, che comprende anche la costruzione di un serbatoio di compenso e la posa delle condotte di adduzione, consentirà l'irrigazione mediante il sistema per aspersione a media pressione. La superficie interessata dal progetto è di circa 2000 ha; l'importo complessivo dei lavori è pari a € 8.351.625. Attualmente il progetto risulta realizzato.

Mediante l'intervento IR05, di cui una porzione risulta già realizzata per un importo di € 1.949.677,46 , si sta realizzando una rete di distribuzione in pressione per il sub-comprensorio irriguo della Piana ricadente nel Comune di Ortucchio. Attualmente risulta in fase di progettazione anche il completamento del sistema irriguo per una superficie di circa 1400 ha (importo dei lavori € 16.015.260,23).

L'intervento IR06, prevede invece il riefficientamento della rete irrigua del comprensorio di Luco dei Marsi (1700 ha circa di superficie irrigua totale), costruita negli anni '60 ad opera dell'Ente Fucino ed ora in stato di disuso. Il progetto consiste nella sostituzione delle condotte in cemento-amianto con tubazioni in PVC e nel ripristino del sistema di approvvigionamento da acque di falda mediante due pozzi ubicati in località Strada 33, lungo la strada Circofucense. Nell'ambito dello stesso lavoro, rientrano la posa della nuova condotta di adduzione in acciaio dal campo pozzi alla stazione di sollevamento di Strada 39 e l'installazione delle attrezzature di emungimento e di rilancio. L'importo dei lavori è pari a € 1.647.284,34.

L'intervento IR03 interessa invece la maggior parte della superficie della Piana del Fucino, ovvero quella non inclusa dai precedenti progetti. L'intervento prevede l'estensione della rete in pressione anche per la rimanente porzione della Piana, non coperta attualmente dal servizio. L'approvvigionamento idrico ipotizzato si basa sui campi pozzi esistenti (Trasacco, Lecce nei Marsi, Bussi-Celano e Venere), dai quali la risorsa idrica verrà trasferita in serbatoi di compenso giornalieri. Alle serbatoi sono collegati dei piezometri necessari a fornire le pressioni di esercizio al sistema, e da questi si originano le condotte di adduzione e di distribuzione della rete, fino agli idranti di consegna all'utente finale. La modalità di irrigazione prevista è il sistema a pioggia, anche se l'intervento

prevede già la possibilità di riconversione al sistema a goccia, essendo la quota delle vasche sufficiente (senza piezometri) a fornire le modeste pressioni di esercizio richieste da tale metodo irriguo. L'apparato gestionale prevede l'adozione di un sistema irriguo a pioggia e turnato, ed inoltre vi è la messa in opera di un sistema di telecontrollo di tutte le componenti degli impianti. L'importo totale delle opere è pari a € 86.048.316,00.

Il quadro degli interventi previsti ed in corso di realizzazione da parte degli Enti competenti, risponde a pieno alla necessità evidenziata dal presente studio di prevedere la distribuzione della risorsa irrigua mediante una rete in pressione.

Nell'ambito del presente studio sono però state analizzate diverse possibilità di alimentazione della rete (oltre che da falda anche mediante l'accumulo delle acque superficiali in appositi invasi). L'ipotesi di approvvigionare il sistema con acque immagazzinate in appositi invasi presuppone la verifica della compatibilità dei sistemi di distribuzione esistenti ed in progetto.

Per tale motivo sono state condotte delle simulazioni preliminari con il modello InfoWorks WS che hanno condotto alla proposta di una rete di distribuzione primaria per tutta la piana composta da un'adduttrice che segue perimetralmente il corso della strada Circonfucense ed una serie di maglie di distribuzione che si connettono alla rete secondaria. La rete secondaria è già presente nei comprensori di Luco, Ortucchio e Avezzano/Celano.

In Figura 2.1, è riportata la rete di distribuzione primaria in "blu", si possono inoltre notare i comprensori in cui è già presente una rete di distribuzione secondaria che dovrà essere connessa con la rete magliata primaria evidenziata dalle linee blu.

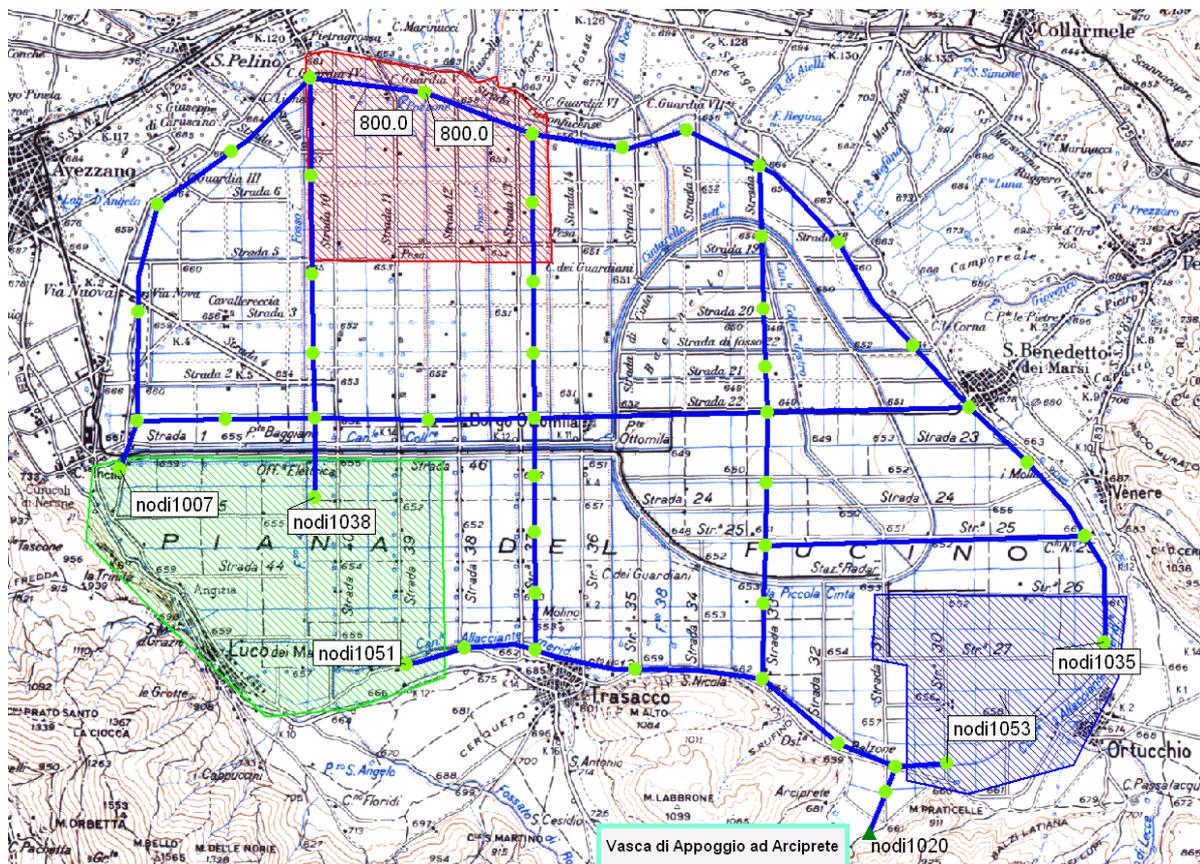


Figura 2.1 – Rete di distribuzione primaria a maglie della Piana del Fucino, si possono notare in "blu" le condotte principali, mentre le zone colorate sono i comprensori in cui è già presente, in toto (rosso Avezzano) in parte (verde, Luco dei Marsi) una rete di distribuzione secondaria

La progettazione della rete di distribuzione sarà affrontata nelle successive attività oggetto dell'appalto; ai fini dell'aggiornamento del presente studio è stato eseguito un dimensionamento di massima della rete per due tipologie di distribuzione irrigua di progetto:

- progetto 1 (P1): a pioggia (aspersione);
- progetto 2 (P2): a goccia.

Le due metodologie di irrigazione si distinguono per le portate di dimensionamento e per la pressione minima di esercizio. Sia per l'irrigazione a goccia che a pioggia è risultato idoneo collocare il bacino di appoggio a quota 700 m. Tale soluzione comporta il mantenimento delle pressioni in rete adeguate anche nel caso di irrigazione ad aspersione (pioggia) anche nelle condizioni di richiesta irrigua eccezionali (mese di massimo consumo dell'anno idrologico critico).

Si è ipotizzato di utilizzare una rete magliata che ha il vantaggio di distribuire meglio la pressione e diminuire i diametri necessari per il passaggio della portata in quanto più tubi possono contribuire al trasporto della portata sulla rete. La rete a maglie garantisce inoltre un buon livello di continuità di servizio anche quando un lato di una maglia fosse interrotto o chiuso.

La rete nella sua configurazione ha una lunghezza complessiva pari a **79 km** (si contano solo le condotte principali, **4 km** di questi 79 sono già esistenti) e viene posata nella piana a quote variabili tra i 663 e 648 m s.m.m.

Irrigazione a pioggia (progetto P1): la rete è costituita da sei classi di diametri nominali variabili tra i 500 e i 1800 mm con le lunghezze complessive indicate in Tabella 2.I.

Tabella 2.I - Lunghezze dei tratti di condotta con diametri diversi nel caso di irrigazione a pioggia.

Diametro	Lunghezze (Km)
500	23,1
600	5,8
800	31,3
1200	12,0
1500	3,8
1800	3,9
Totale	79,7

Questa rete risulta adeguata a distribuire le portate mantenendo una pressione residua in rete sempre superiore ai 30 m, quindi sufficiente per garantire l'irrigazione ad aspersione (pioggia) con ala piovana.

Irrigazione a goccia (progetto P2): la rete è costituita da sei classi di diametri nominali variabili tra i 375 e i 1500 mm con le lunghezze complessive indicate in Tabella 2.II.

Questa rete risulta adeguata a distribuire le portate mantenendo una pressione residua in rete sempre superiore ai 15 m, quindi sufficiente per irrigazioni a goccia o comunque a basse pressioni. Quest'analisi, in pratica, è molto simile a quella precedente ma si accetta pressione in rete inferiore e quindi anche una perdita di carico superiore nel sistema di trasporto ottenuta riducendone i diametri.

Per quel che riguarda invece l'Agro di Pescina, situato nella fascia esterna rispetto alla Piana del Fucino, (Figura 2.2) non si riscontrano particolari criticità legate al soddisfacimento della domanda, dal momento che l'approvvigionamento idrico avviene direttamente dal fiume Giovenco.

Le acque derivate dal corso d'acqua vengono inviate ad una vasca di recente realizzazione della capacità di 63 000 m³, dalla quale si diparte la rete di distribuzione in pressione.

Tabella 2.II - Lunghezze dei tratti di condotta con diametri diversi nel caso di irrigazione a goccia

Diametro	Lunghezze (Km)
375	14,6
500	9,1
600	27,9
800	10,8
1000	5,9
1200	7,7
1500	3,9
Totale	79,7

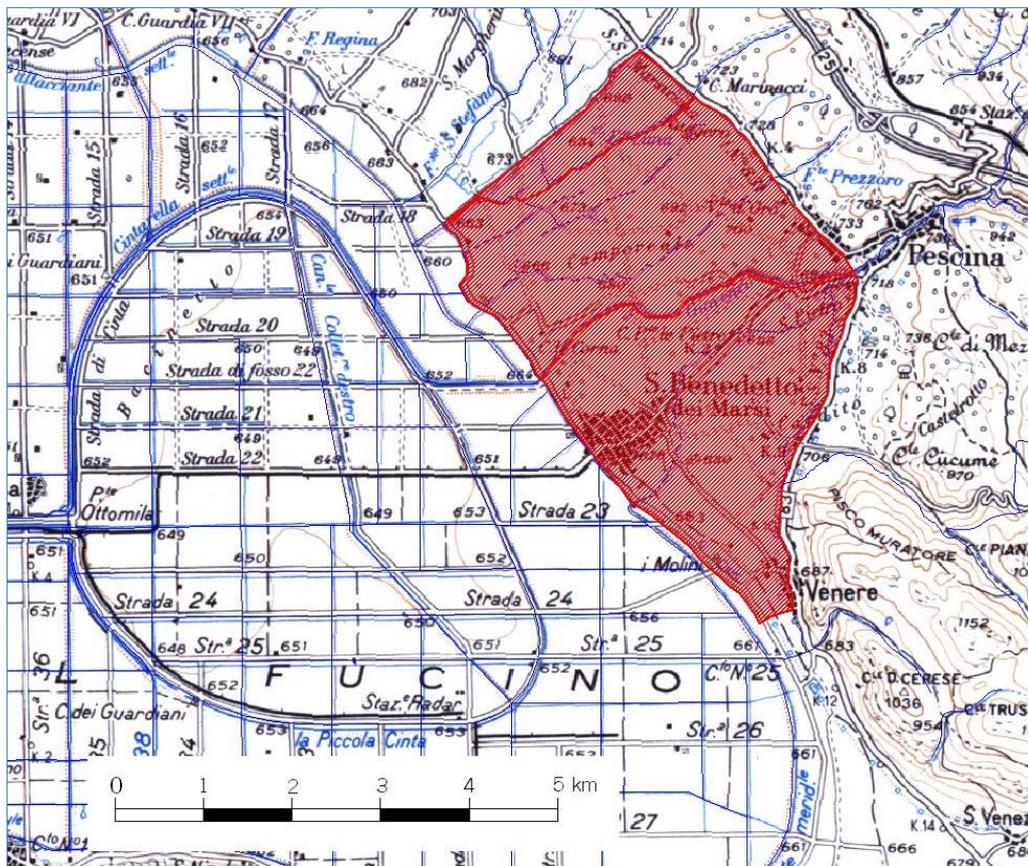


Figura 2.2 – Comprensorio irriguo dell'Agro di Pescara.

Piuttosto le criticità presenti riguardano la rete in pressione, in quanto presenta una situazione di scarsa efficienza dovuta allo stato di conservazione delle condotte e delle opere stesse dell'impianto. L'irrigazione delle colture avviene mediante il sistema per aspersione.

Per questo comprensorio esiste un progetto (codice IR07, vedi nell'Elaborato 3.1.4 "Raccolta dati – Carta degli interventi previsti dagli Enti competenti") avviato dal Consorzio di Bonifica Ovest per il riefficientamento della rete irrigua mediante la sostituzione delle condotte in cemento-amianto con condotte in PVC; l'importo del progetto è pari a € 1.712.054,62.

2.1.1 Considerazioni sugli impianti irrigui

A quanto illustrato in precedenza occorre aggiungere alcune valutazioni sugli impianti di irrigazione. Nel caso di

progetto P2 (irrigazione a goccia) occorre prevedere la sostituzione degli impianti di irrigazione che attualmente sono utilizzati dagli agricoltori. A questa considerazione occorre comunque aggiungere che:

- alcuni agricoltori nel Fucino hanno già adottato sistemi di irrigazione a goccia e quindi sono dotati di impianti irrigui adeguati per tale pratica;
- la rete di distribuzione irrigua proposta nell'intervento P2 consente la versatilità di utilizzo, poiché, distribuendo le risorse idriche a bassa pressione (1÷2 bar), consente sia di irrigare con impianti che funzionano direttamente a queste pressioni (goccia e microirrigatori a pioggia) sia di pompare alla pressione desiderata di irrigazione per l'irrigazione a pioggia. Ovviamente la pratica che prevede il pompaggio comporta maggiori oneri energetici per gli agricoltori.

A seguito di queste considerazioni risulta difficile valutare l'evoluzione delle tecniche di irrigazione nella piana del Fucino. Quello che occorre in ogni modo considerare è che l'adozione dell'intervento P2 comporta un costo di investimento aggiuntivo per l'adozione di impianti di irrigazione a goccia per tutti gli agricoltori della Piana del Fucino.

2.2 Opere di accumulo e adduzione

2.2.1 Generalità e metodologie di indagine

La variabilità della quantità d'acqua richiesta per soddisfare i fabbisogni irrigui è evidentemente diversa da quella naturale dei corsi d'acqua, il deflusso non utilizzato assume così spesso valori assai elevati. Il grado di utilizzazione dei deflussi naturali cresce se si provvede alla loro regolazione a mezzo di serbatoi che trattengono ed accumulano gli afflussi quando la portata naturale supera quella richiesta dalle utilizzazioni e, invece, erogano il volume precedentemente trattenuto nei momenti in cui la situazione è inversa.

Se l'invaso è determinato da condizioni naturali si considera un lago naturale, se l'invaso è indotto da uno sbarramento artificiale appartiene alla categoria dei laghi o serbatoi artificiali.

Gli invasi costituiscono anche uno dei mezzi di difesa dalle inondazioni; essi infatti possono trattenere gli eccessi dei deflussi non appena le portate naturali raggiungono il limite di inizio di danni a valle e restituiscono quando le portate stesse sono discese al disotto di tale limite.

Inoltre un serbatoio può costituire una consistente fonte di energia data dallo sfruttamento a fini idroelettrici della differenza di carico idraulico che si viene a creare fra la quota di questo ed un punto più a valle.

Per tutte le alternative progettuali analizzate in questa fase si è eseguito il confronto ritenendo più idonea la fornitura di una pressione minima (4-5 bar), adottando la soluzione col bacino di appoggio a 700 m s.m.m., ciò non pregiudica i risultati del confronto anche perché, l'ipotesi di adottare una rete di distribuzione a basse pressioni, consente di massimizzare il beneficio energetico dal punto di vista dello sfruttamento idroelettrico e di ridurre le spese delle condotte rispetto ad una rete caricata con pressioni più elevate. Alcuni vantaggi dell'adozione di un sistema di distribuzione a basse pressioni sono:

- permettere l'indipendenza irrigua di ogni singolo agricoltore, in quanto questo sistema, consente sia di utilizzare direttamente la risorsa idrica alla pressione con cui viene fornita adottando un sistema di irrigazione per esempio a goccia, sia di poter ripompare la risorsa nella rete irrigua alla pressione di erogazione desiderata;
- minori vincoli impiantistici, in quanto ogni agricoltore può realizzare la rete di irrigazione secondo la metodologia più appropriata per la sua coltivazione.
- riduzione dei rischi dati da sovrappressioni, in quanto, adottando un sistema a basse pressioni, si riduce il rischio delle oscillazioni di pressione in rete derivanti dal variare dei prelievi nell'arco della giornata e dell'anno che

possono causare danni consistenti agli impianti di irrigazione.

La scelta dell'ipotesi progettuale è stata condotta comparando (analisi costi-benefici) diverse ipotesi progettuali precedentemente definite attraverso:

- l'analisi dei quantitativi d'acqua immagazzinabili mediante l'accumulo di acque superficiali e sotterranee sulla base delle loro caratteristiche idrologiche;
- l'analisi territoriale per l'individuazione della collocazione ottimale delle opere di immagazzinamento;
- l'analisi energetica.

Tali analisi sono descritte nei successivi paragrafi.

2.2.2 Analisi del quantitativo d'acqua immagazzinabile e bilancio idrico

Le analisi sono state eseguite a scala temporale mensile per gli affluenti che possono comportare deflussi significativi ai fini del soddisfacimento dei fabbisogni irrigui del Fucino. I corsi d'acqua considerati sono il Fiume Giovenco, il Fossato la Rosa ed il Rio S. Potito. Per quanto riguarda la disponibilità del fiume Giovenco sono state detratte, alle portate medie mensili indicate in Tabella 2.III, il deflusso minimo vitale di 0,2 m³/s a Pescina e di 0,17 m³/s ad Ortona.

Tabella 2.III – Portate medie mensili per l'anno idrologico medio (AM) e scarso (AS) dei principali corpi idrici affluenti nella piana

Mese	Portata media mensile [m ³ /s]							
	Fiume Giovenco ad Ortona		Fiume Giovenco a Pescina		F.to La Rosa a Villavalle.		Rio S.Potito a Bussi	
	AM	AS	AM	AS	AM	AS	AM	AS
gen	1,2	0,72	1,5	0,9	0,39	0,18	0,12	0,04
feb	1,22	0,72	1,52	0,92	1,03	0,2	0,14	0,04
mar	1,68	0,75	2,02	0,94	2,39	0,21	0,27	0,07
apr	1,26	0,73	1,53	0,91	0,33	0,17	0,34	0,08
mag	1,25	0,71	1,47	0,85	0,23	0,12	0,2	0,06
giu	1,11	0,67	1,27	0,79	0,13	0,07	0,2	0,08
lug	1,02	0,64	1,15	0,74	0,08	0,08	0,17	0,07
ago	0,95	0,61	1,05	0,69	0,05	0,05	0,11	0,04
set	0,81	0,55	0,9	0,62	0,03	0,03	0,07	0,02
ott	0,68	0,48	0,78	0,57	0,05	0,05	0,11	0,07
nov	0,59	0,55	0,72	0,65	0,62	0,05	0,15	0,07
dic	0,94	0,53	1,16	0,63	1,51	0,1	0,12	0,05

Le portate medie annue del fiume Giovenco, dopo aver sottratto il Deflusso Minimo Vitale, sono riportate nella Tabella 2.IV.

Tabella 2.IV - Portate medie annue, detratto il DMV, del fiume Giovenco nelle sezioni considerate, per l'anno idrologico medio (AM) e di magra (AS)

Scenario idrologico	Fiume Giovenco - portata media annua [m ³ /s]	
	Ortona	Pescina
AM - anno medio	0,89	1,06
AS - anno di magra	0,57	0,47

I fabbisogni irrigui considerati nelle successive valutazioni sono riportati di seguito e si riferiscono ai fabbisogni da soddisfare nello scenario futuro (intendendo con questo i fabbisogni determinati sulla base delle previsioni future delle tipologie colturali) per l'anno idrologico medio (Tabella 2.V e Tabella 2.VI) e scarso (Tabella 2.VII e Tabella 2.VIII), considerando il sistema di irrigazione a pioggia o a goccia.

Tabella 2.V - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a pioggia

	Fabbisogno irriguo lordo per comprensorio [l/s]											Fabbisogno totale (Mm ³)
	Avezzano	Celano,Cerchio, Aielli	Celano,Cerchio, Aielli (Bacinetto)	Pescina S.Benedetto	Pescina S.Benedetto (Bacinetto)	Ortucchio	Trasacco	Luco	Agro di Pescina_lun05	Agro di Pescina_mar05	Agro di Pescina_ven05	
gen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
feb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
apr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mag	124	127	32	45	71	76	85	87	5	22	27	1,88
giu	249	255	64	91	142	152	170	174	11	44	55	3,64
lug	295	453	114	182	285	195	218	188	18	74	92	5,66
ago	497	509	128	113	177	303	339	347	22	88	110	7,05
set	293	304	76	58	90	164	224	236	8	33	42	3,96
ott	12	21	5	6	10	8	14	17	0	1	1	0,26
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
dic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Mm ³ /anno	3,81	4,33	1,09	1,28	2,01	2,33	2,72	2,72	0,17	0,68	0,85	22,46

Tabella 2.VI - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a goccia

	Fabbisogno irriguo lordo per comprensorio [l/s]											Fabbisogno totale (Mm ³)
	Avezzano	Celano,Cerchio, Aielli	Celano,Cerchio, Aielli (Bacinetto)	Pescina S.Benedetto	Pescina S.Benedetto (Bacinetto)	Ortucchio	Trasacco	Luco	Agro di Pescina_lun05	Agro di Pescina_mar05	Agro di Pescina_ven05	
gen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
feb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
apr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mag	110	113	28	40	63	67	75	77	5	19	24	1,67
giu	221	226	57	81	127	135	151	154	10	39	49	3,24
lug	263	403	101	161	253	174	194	167	16	65	82	5,04
ago	442	453	114	100	157	270	301	309	19	78	97	6,27
set	260	270	68	51	80	146	199	210	7	30	37	3,52
ott	11	19	5	5	8	7	13	15	0	1	1	0,23
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
dic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Mm ³ /anno	3,39	3,85	0,97	1,14	1,78	2,07	2,42	2,42	0,15	0,60	0,75	19,96

Tabella 2.VII - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico scarso considerando il sistema di irrigazione a pioggia

	Fabbisogno irriguo lordo per comprensorio [l/s]											Fabbisogno totale (Mm ³)
	Avezzano	Celano,Cerchio, Aielli	Celano,Cerchio, Aielli (Bacinetto)	Pescina S.Benedetto	Pescina S.Benedetto (Bacinetto)	Ortucchio	Trasacco	Luco	Agro di Pescina_lun05	Agro di Pescina_mar05	Agro di Pescina_ven05	
gen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00

	Fabbisogno irriguo lordo per comprensorio [l/s]											Fabbisogno totale (Mm ³)
	Avezzano	Celano, Cerchio, Aielli	Celano, Cerchio, Aielli (Bacinetto)	Pescina S. Benedetto	Pescina S. Benedetto (Bacinetto)	Ortucchio	Trasacco	Luco	Agro di Pescina_lun05	Agro di Pescina_mar05	Agro di Pescina_ven05	
feb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
apr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mag	143	151	38	57	89	86	97	100	6	25	32	2,21
giu	285	302	76	114	178	173	193	200	13	51	63	4,27
lug	428	604	152	227	356	272	314	275	23	91	114	7,65
ago	570	579	146	127	198	346	387	400	25	102	127	8,05
set	369	379	95	70	110	205	280	298	11	43	54	4,96
ott	25	43	11	12	20	17	30	36	0	2	2	0,53
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
dic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Mm ³ /anno	4,72	5,33	1,34	1,57	2,47	2,85	3,37	3,39	0,20	0,81	1,02	27,67

Tabella 2.VIII - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico scarso considerando il sistema di irrigazione a goccia

	Fabbisogno irriguo lordo per comprensorio [l/s]											Fabbisogno totale (Mm ³)
	Avezzano	Celano, Cerchio, Aielli	Celano, Cerchio, Aielli (Bacinetto)	Pescina S. Benedetto	Pescina S. Benedetto (Bacinetto)	Ortucchio	Trasacco	Luco	Agro di Pescina_lun05	Agro di Pescina_mar05	Agro di Pescina_ven05	
gen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
feb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
apr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
mag	127	134	34	50	79	77	86	89	6	23	28	1,96
giu	254	268	67	101	158	154	172	178	11	45	56	3,80
lug	380	537	135	202	316	242	279	244	20	81	102	6,80
ago	507	515	129	112	176	308	344	356	23	90	113	7,16
set	328	337	85	62	98	182	249	265	10	38	48	4,41
ott	22	38	10	11	17	15	26	32	0	2	2	0,47
nov	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
dic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Mm ³ /anno	4,19	4,74	1,19	1,40	2,19	2,53	3,00	3,02	0,18	0,72	0,90	24,60

Evidentemente il sistema ad irrigazione a goccia comporta un maggior risparmio idrico e quindi un minor fabbisogno agricolo lordo necessario, sia nello scenario di anno medio che scarso.

Oltre agli apporti dei corpi idrici superficiali è stato considerato anche il **riutilizzo** delle acque reflue trattate dai depuratori principali della Piana, Trasacco ed Avezzano. In particolare, il calcolo è stato effettuato considerando il “carico in ingresso potenziale”, ovvero considerando che tutti i depuratori non presentino deficit depurativo (Tabella 2.IX).

Inoltre, è stata considerata una dotazione giornaliera pari a 150 l/AE per tutti i depuratori considerati, fatta eccezione per il nuovo depuratore consortile di Avezzano per il quale si è considerata una dotazione giornaliera di 239 l/AE.

Tabella 2.IX – Calcolo del volume di riutilizzo delle acque reflue trattate nei depuratori di Trasacco e Avezzano.

Comune	Nome Impianto	Portata media giornaliera calcolata in base al carico in ingresso potenziale (l/s)*	Volume annuo calcolata in base al carico in ingresso potenziale[m ³ /anno]	Gestore	Capacità di progetto [AE]	Carico in ingresso potenziale [AE]
Trasacco	Strada 36	13.44	423 765.0	CAM	7 000	7 740
Trasacco	Strada 38	1.28	40 515.0	CAM	1 000	740
Avezzano	Castelnuovo	0.47	14 782.5	CAM	1 500	270
Avezzano	Paterno	8.37	264 059.3	CAM	2 000	4 823
Avezzano	Pozzillo	92.24	2 909 031.8	CAM	35 000	53 133
Avezzano	Borgo Via Nuova	110.65	3 489 400.0	CNIA	46278	40000
TOTALE			7 141 553,0			

Nella Tabella 2.X e Tabella 2.XI viene riportato il fabbisogno irriguo dell'anno idrologico medio complessivo della Piana (per il sistema a goccia e a pioggia) ed il volume disponibile derivante da riutilizzo e quindi utilizzabile a scopo irriguo nei mesi estivi.

Tabella 2.X - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a goccia e la disponibilità da riutilizzo dei reflui

Mese	Fabbisogno irriguo [milioni di m ³]	Disponibilità da RIUTILIZZO [milioni di m ³]	Fabbisogno al netto del RIUTILIZZO [milioni di m ³]
Gennaio	0,00	0,61	0,00
Febbraio	0,00	0,55	0,00
Marzo	0,00	0,61	0,00
Aprile	0,00	0,59	0,00
Maggio	1,67	0,61	1,07
Giugno	3,24	0,59	2,65
Luglio	5,04	0,61	4,43
Agosto	6,27	0,61	5,66
Settembre	3,52	0,59	2,93
Ottobre	0,23	0,61	0,00
Novembre	0,00	0,59	0,00
Dicembre	0,00	0,61	0,00
TOTALE	19,96	7,14	16,74

Tabella 2.XI - Fabbisogno irriguo per l'anno idrologico medio considerando il sistema di irrigazione a pioggia e la disponibilità da riutilizzo dei reflui

Mese	Fabbisogno irriguo [milioni di m ³]	Disponibilità da RIUTILIZZO [milioni di m ³]	Fabbisogno al netto del RIUTILIZZO [milioni di m ³]
Gennaio	0,00	0,61	0,00
Febbraio	0,00	0,55	0,00
Marzo	0,00	0,61	0,00
Aprile	0,00	0,59	0,00
Maggio	1,88	0,61	1,28
Giugno	3,64	0,59	3,05
Luglio	5,66	0,61	5,06
Agosto	7,05	0,61	6,44

Mese	Fabbisogno irriguo [milioni di m ³]	Disponibilità da RIUTILIZZO [milioni di m ³]	Fabbisogno al netto del RIUTILIZZO [milioni di m ³]
Settembre	3,96	0,59	3,37
Ottobre	0,26	0,61	0,00
Novembre	0,00	0,59	0,00
Dicembre	0,00	0,61	0,00
	22,46	7,14	19,21

Si considera di immettere il volume derivante dal riutilizzo direttamente nella rete di distribuzione mediante il collegamento degli scarichi dei due depuratori principali. È così possibile definire quello che sarà il volume idrico effettivamente utilizzabile a scopo irriguo derivante dagli scarichi dei processi depurativi.

Il quantitativo d'acqua eccedente quello immediatamente utilizzato per l'irrigazione potrebbe essere eventualmente accumulato in dei bacini stagionali. Ai fini del presente studio non viene considerata questa possibilità in quanto in prima istanza si privilegia accumulare nel periodo invernale risorse idriche derivanti da acque superficiali il cui costo di produzione non dipende dagli oneri energetici per l'immissione nella rete irrigua.

Il volume d'acqua effettivamente riutilizzabile dai reflui di depurazione sia nel caso di irrigazione a goccia che ha pioggia è di 3,25 Mm³ all'anno.

Sottraendo alle portate medie mensili di ogni corso d'acqua il corrispondente Deflusso Minimo Vitale (DMV) si ottengono gli afflussi medi mensili all'ipotetico serbatoio. Sottraendo al fabbisogno irriguo mensile al netto del riutilizzo l'afflusso così calcolato è possibile ricavare il quantitativo d'acqua che è necessario immagazzinare per raggiungere il completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo.

Nella Tabella 2.XII e nella Figura 2.3 è riportato il risultato del calcolo per quanto riguarda il fiume Giovenco a Pescina nello stato futuro dell'anno idrologico scarso ed in condizioni di irrigazione a goccia. Come si vede dalla figura il valore dei deflussi teorici cumulati nell'arco dell'anno (cioè i fabbisogni) superano gli afflussi idrologici per cui esiste un deficit tra domanda e disponibilità idrica.

Tabella 2.XII - Calcolo del volume d'acqua accumulabile per il fiume Giovenco presso Pescina nell'anno idrologico scarso ed in condizioni di irrigazione a pioggia

	Fiume Giovenco a Pescina [m ³ /s]	DMV (m ³ /s)	Afflussi mensili [m ³ /s]	Afflussi mensili [Mm ³]	Fabbisogno irriguo mensile al netto del riutilizzo da reflui [Mm ³]	Deficit [Mm ³]
gen	0,90	0,20	0,70	1,87	0,00	0,00
feb	0,92	0,20	0,72	1,73	0,00	0,00
mar	0,94	0,20	0,74	1,99	0,00	0,00
apr	0,91	0,20	0,71	1,84	0,00	0,00
mag	0,85	0,20	0,65	1,75	1,60	0,00
giu	0,79	0,20	0,59	1,52	3,68	2,16
lug	0,74	0,20	0,54	1,43	7,04	5,61
ago	0,69	0,20	0,49	1,31	7,45	6,14
set	0,62	0,20	0,42	1,10	4,38	3,28
ott	0,57	0,20	0,37	0,99	0,00	0,00
nov	0,65	0,20	0,45	1,17	0,00	0,00
dic	0,63	0,20	0,43	1,16	0,00	0,00
Somma	-	-		17,87	24,15	17,19

Dall'analisi delle portate (Tabella 2.XIII e Tabella 2.XIV) risulta impossibile considerare un contributo significativo, al soddisfacimento dei fabbisogni agricoli del Fucino, fornito dal Rio S.Potito; il regime idrico del Fossato La Rosa risulta invece interessante ma non sufficiente per soddisfare le esigenze irrigue, ciò è dovuto principalmente alle scarse portate che caratterizzano il suo regime estivo.

È evidente che il corso d'acqua più idoneo allo scopo di accumulo di risorse idriche superficiali sia il fiume Giovenco, risulta comunque impossibile il completo soddisfacimento del fabbisogno per l'anno idrologico scarso poiché il volume accumulabile è inferiore a quello necessario, sia per irrigazione a pioggia che a goccia.

Il volume di dimensionamento dei serbatoi è stato, quindi, determinato ritenendo idoneo accumulare tutto l'apporto disponibile nell'anno idrologico scarso (TR = 10anni) dato dal fiume Giovenco. Questa ipotesi prevede l'integrazione del fabbisogno non soddisfatto dalle acque superficiali per mezzo dello sfruttamento delle risorse sotterranee.

Regolazione invaso di Pescina - S.F - AS - P1

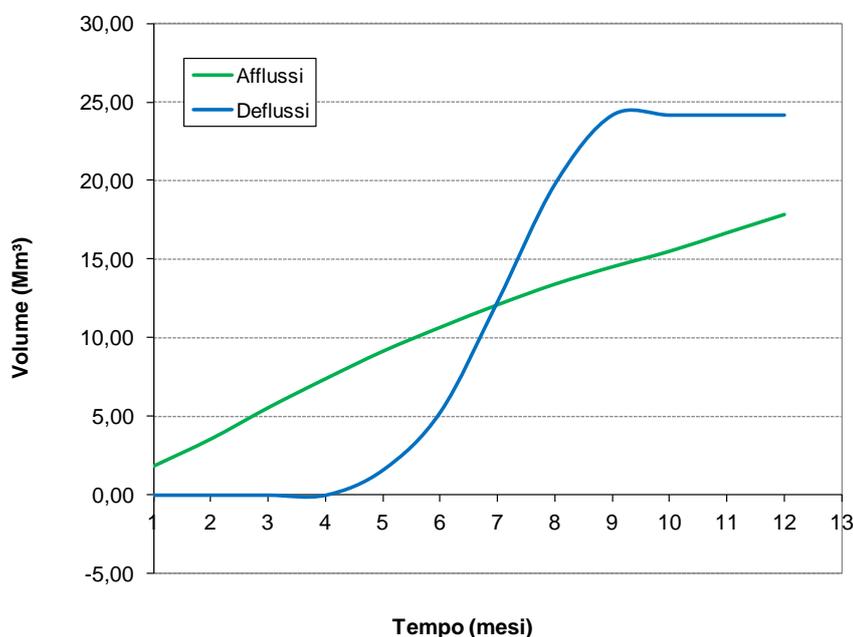


Figura 2.3 - Andamento delle portate affluite rispetto a quelle defluite da un bacino d'invaso posto sul fiume Giovenco presso Pescina; nella situazione di stato futuro (S.F.), per l'anno idrologico di magra (AS) e con condizioni di irrigazione a pioggia (P1).

Tabella 2.XIII – Volume che è necessario accumulare per il soddisfacimento del fabbisogno irriguo e l'effettivo volume che è possibile accumulare nel periodo invernale per gli affluenti principali della piana, nello scenario futuro, per l'anno idrologico medio e scarso e nel caso di tecnica di irrigazione a pioggia

Affluente	Sezione di chiusura considerata	Volume di invaso necessario per il completo soddisfacimento del fabbisogno agricolo - AM [milioni di m ³]	Volume di invaso necessario per il completo soddisfacimento del fabbisogno agricolo - AS [milioni di m ³]	Volume accumulabile nel periodo invernale - AM [milioni di m ³]	Volume accumulabile nel periodo invernale - AS [milioni di m ³]
Fiume Giovenco	Ortona	9,77	18,39	17,69	7,49
Fiume Giovenco	Pescina	8,51	17,19	22,61	10,3
Fossato La Rosa	Villavallelonga	17,83	23,21	16,43	2,36
Rio S.Potito	Bussi	17,19	23,44	2,97	0,91

Tabella 2.XIV - Volume che è necessario accumulare per il soddisfacimento del fabbisogno irriguo e l'effettivo volume che è possibile accumulare nel periodo invernale per gli affluenti principali della piana, nello scenario futuro, per l'anno idrologico medio e scarso e nel caso di tecnica di irrigazione a goccia

Affluente	Sezione di chiusura considerata	Volume di invaso necessario per il completo soddisfacimento del fabbisogno agricolo - AM	Volume di invaso necessario per il completo soddisfacimento del fabbisogno agricolo - AS	Volume accumulabile nel periodo invernale - AM	Volume accumulabile nel periodo invernale - AS
		[milioni di m ³]	[milioni di m ³]	[milioni di m ³]	[milioni di m ³]
Fiume	Ortona	7,51	15,37	17,90	7,55
Giovenco	Pescina	6,26	14,41	22,82	10,30
Fossato La Rosa	Villavallelonga	15,36	20,20	16,43	2,36
Rio S.Potito	Bussi	14,72	20,43	2,97	0,91

Questa ipotesi iniziale deriva dall'evidente impossibilità di soddisfare l'intero fabbisogno agricolo per mezzo del solo utilizzo delle acque superficiali, in considerazione dello scenario futuro e per le condizioni critiche di anno idrologico scarso.

Lo studio degli afflussi e deflussi di un ipotetico serbatoio di accumulo la cui derivazione, o sezione di chiusura, è posta presso Pescina oppure a valle di Ortona, consente di determinare il fabbisogno agricolo non soddisfatto dal deflusso naturale del corso d'acqua e quindi il volume idrico che è necessario prelevare da falda per il suo completo soddisfacimento. In Tabella 2.XV e Tabella 2.XVI sono riassunti i volumi d'acqua totali annui necessari per soddisfare i fabbisogni agricoli, il fabbisogno idrico non soddisfatto dalle risorse idriche fluenti e che quindi è necessario invasare, il volume di dimensionamento del serbatoio nella sezione fluviale considerata (calcolato sulla base del volume invasabile nell'anno di magra) e il volume d'acqua che è necessario prelevare dalle falde idriche per il completo soddisfacimento del fabbisogno.

Tabella 2.XV - Determinazione dei volumi idrici da prelevare dalle risorse sotterranee nel caso di serbatoio di accumulo con derivazione dal fiume Giovenco presso Pescina. Legenda: P1= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a pioggia; P2= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a goccia

Scenario idrologico e delle coltivazioni praticate	Volume idrico necessario per soddisfare il fabbisogno agricolo totale annuo [Mm ³]		Volume idrico derivante da riutilizzo dei reflui [Mm ³]		Volume idrico che è necessario invasare [Mm ³]		Volume di dimensionamento serbatoio [Mm ³]	Volume idrico derivante dalle falde [Mm ³]	
	P 1 (1)	P 2 (2)	P 1 (1)	P 2 (2)	P 1 (1)	P 2 (2)		P 1 (1)	P 2 (2)
AM sfut (anno medio, colture future)	22,46	19,96	3,25	3,25	8,51	6,26	10,3	0	0
AS sfut (anno di magra, colture future)	27,67	24,6	3,25	3,25	17,04	14,02	10,3	6,74	3,72

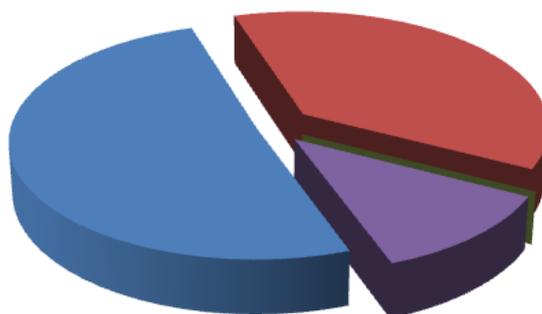
Tabella 2.XVI – Determinazione dei Volumi idrici da prelevare dalle risorse sotterranee nel caso di serbatoio di accumulo con derivazione dal fiume Giovenco presso Ortona. Legenda: P1= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a pioggia; P2= rete di distribuzione in pressione - irrigazione a goccia

Scenario idrologico e delle coltivazioni praticate	Volume idrico necessario per soddisfare il fabbisogno agricolo totale annuo [Mm ³]		Volume idrico derivante da riutilizzo dei reflui [Mm ³]		Volume idrico che è necessario invasare [Mm ³]		Volume di dimensionamento serbatoio [Mm ³]	Volume idrico derivante dalle falde [Mm ³]	
	P 1 (1)	P 2 (2)	P 1 (1)	P 2 (2)	P 1 (1)	P 2 (2)		P 1 (1)	P 2 (2)
AMsfut (anno medio, colture future)	22,46	19,96	3,25	3,25	9,77	7,51	7,5	2,27	0

Scenario idrologico e delle coltivazioni praticate	Volume idrico necessario per soddisfare il fabbisogno agricolo totale annuo [Mm ³]		Volume idrico derivante da riutilizzo dei reflui [Mm ³]		Volume idrico che è necessario invasare [Mm ³]		Volume di dimensionamento serbatoio [Mm ³]	Volume idrico derivante dalle falde [Mm ³]	
	P 1 (1)	P 2 (2)	P 1 (1)	P 2 (2)	P 1 (1)	P 2 (2)		P 1 (1)	P 2 (2)
AS sfut (anno di magra, colture future)	27,67	24,6	3,25	3,25	18,39	15,36	7,5	10,89	7,86

Nelle figure seguenti (Figura 2.4; Figura 2.5; Figura 2.6; Figura 2.7) sono riportati, per i diversi scenari di progetto, i volumi idrici derivanti dall'immissione diretta in rete delle acque superficiali, i volumi idrici invasati ed i volumi idrici derivanti dalle risorse idriche sotterranee.

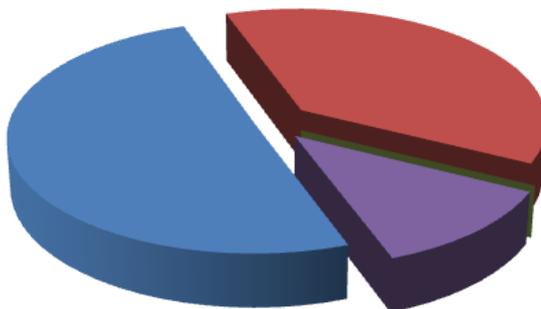
AM sfut (anno medio, colture future) - P1 (pioggia)



- Volume idrico derivante dall'immissione diretta in rete delle acque superficiali [13,95 Mm³ - 51%]
- Volume idrico invasato [10,30 Mm³ - 37%]
- Volume idrico derivante dalle falde [0,00 Mm³ - 0%]
- Volume idrico derivante dal riutilizzo dei reflui [3,25 Mm³ - 12%]

Figura 2.4 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Pescina nel caso di AM sfut – P1

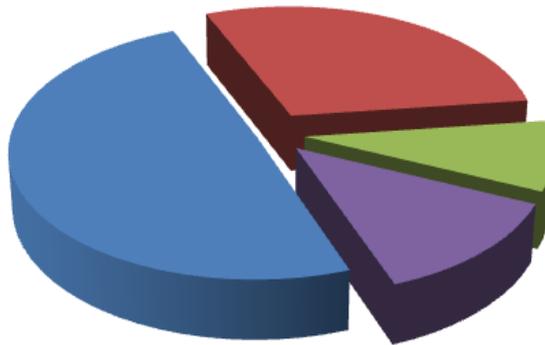
AM sfut (anno medio, colture future) - P2 (goccia) - Pescina



- Volume idrico derivante dall'immissione diretta in rete delle acque superficiali [13,7 Mm³ - 50%]
- Volume idrico invasato [10,30 Mm³ - 38%]
- Volume idrico derivante dalle falde [0,00 Mm³ - 0%]
- Volume idrico derivante dal riutilizzo dei reflui [3,25 Mm³ - 12%]

Figura 2.5 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Pescina nel caso di AM sfut – P2

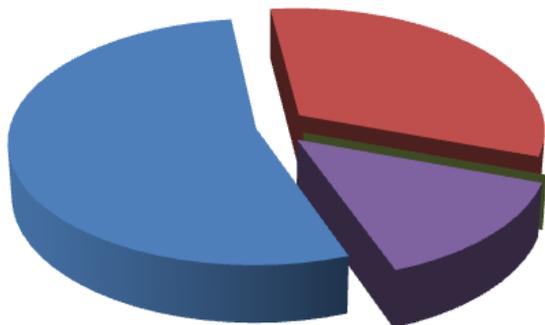
AM sfut (anno medio, colture future) - P1 (pioggia)



- Volume idrico derivante dall'immissione diretta in rete delle acque superficiali [12,69 Mm³ - 54%]
- Volume idrico invasato [7,50 Mm³ - 32%]
- Volume idrico derivante dalle falde [2,27 Mm³ - 9%]
- Volume idrico derivante dal riutilizzo dei reflui [3,25 Mm³ - 14%]

Figura 2.6 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Ortona nel caso di AM sfut – P1

AM sfut (anno medio, colture future) - P2 (goccia) - Ortona



- Volume idrico derivante dall'immissione diretta in rete delle acque superficiali [12,45 Mm³ - 54%]
- Volume idrico invasato [7,50 Mm³ - 32%]
- Volume idrico derivante dalle falde [0,00 Mm³ - 0%]
- Volume idrico derivante dal riutilizzo dei reflui [3,25 Mm³ - 14%]

Figura 2.7 – Bilancio idrico con punto di prelievo dal fiume Giovenco presso Ortona nel caso di AM sfut – P2

Sulla base di queste considerazioni sono state eseguite le relative analisi costi/benefici riportate nei paragrafi successivi.

2.2.3 Analisi territoriale per l'individuazione della collocazione ottimale delle opere di immagazzinamento

Per la costituzione dei serbatoi artificiali conviene, sotto il profilo economico utilizzare delle varici vallive ampie e a debolissima pendenza longitudinale, terminanti a valle con una "stretta" morfologica, cioè con sezioni di piccole larghezze.

Occorre che le conche prescelte quali sedi di serbatoi siano impermeabili nella misura per cui le perdite d'acqua che vi si possono verificare siano compatibili con le finalità funzionali dell'opera.

In particolare, la perdita di beneficio conseguente alla perdita d'acqua dal serbatoio è grosso modo proporzionale al volume della perdita stessa nella utilizzazione irrigua; inoltre nel caso di produzione di energia elettrica è proporzionale al prodotto di tale volume per il salto alimentato dal serbatoio.

Da ciò deriva la necessità di rendere impermeabili le superfici del fondo degli invasi che eventualmente dovessero presentare caratteristiche non soddisfacenti da questo punto di vista.

Le indagini eseguite sulla capacità di accumulo realizzabile a seguito di una eventuale opera di sbarramento eseguita a monte di Bussi nella valle del Rio S. Potito, determinano che a fronte di un'opera di sbarramento alta 71 m e di lunghezza del coronamento di circa 250 m ne consegue un accumulo massimo di circa 1,6 Mm³. Questa ulteriore considerazione permette di scartare in via definitiva l'ipotesi di realizzare accumuli consistenti in queste località.

Le indagini eseguite nella valle del fiume Giovenco hanno portato all'individuazione, come possibile zona dove realizzare uno sbarramento, la località Le Roscie a monte di Ortona dei Marsi. In Figura 2.8 viene riportata la planimetria dell'area individuata per la costruzione dell'invaso.

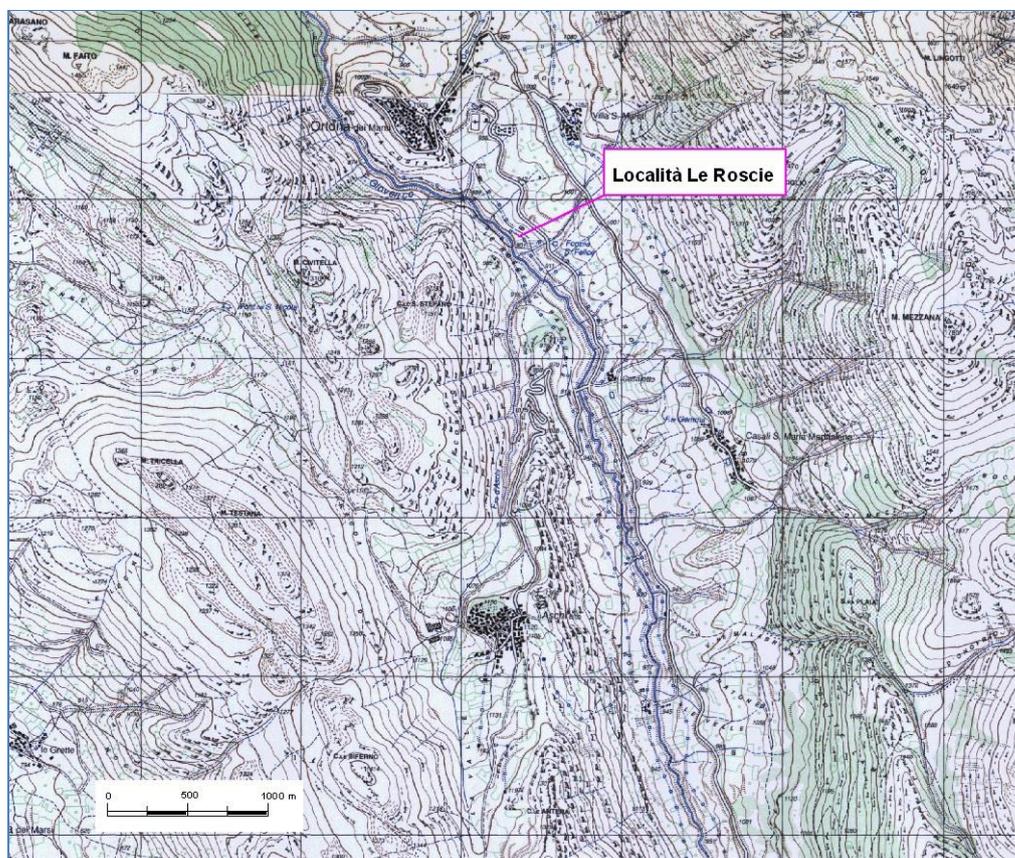


Figura 2.8 – Vista planimetrica della zona individuata per la realizzazione dello sbarramento sul Giovenco

Le caratteristiche plano-altimetriche del sito scelto per la realizzazione di questa diga, sono riportate nella Tabella 2.XVII ed in Figura 2.9.

Tabella 2.XVII - Caratteristiche plano-altimetriche della diga sul fiume Giovenco

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
903	3	0,01	0,0088

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
906	6	0,07	0,032
910	10	0,26	0,058
925	25	2,8	0,33
930	30	4,8	0,47
935	35	7,5	0,62
945	45	15,2	0,99
950	50	20,6	1,34
955	55	27,2	1,71

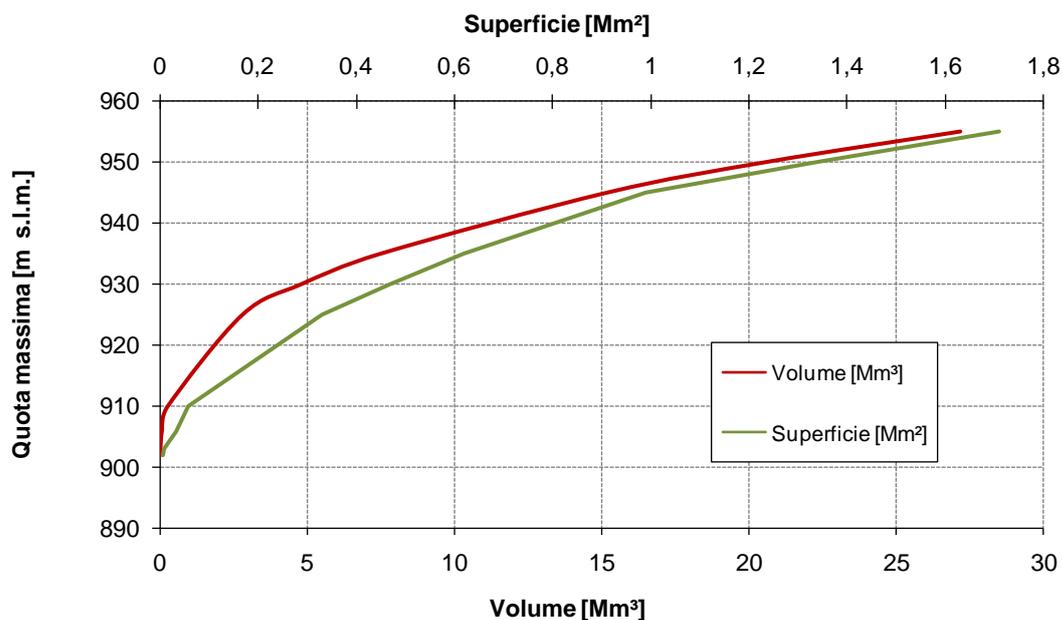


Figura 2.9 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo della diga sul Giovenco in località Le Roscie

La quota minima dell'invaso è a circa 900 m s.m.m., la conformazione del sito permette di realizzare una diga in calcestruzzo armato con queste caratteristiche:

- quota di fondo: 900 m s.m.m.;
- altezza massima della diga (franchi inclusi): 55 m;
- lunghezza massima coronamento: 300 m;
- volume invasabile: 27.2 milioni di m³.

Il volume massimo accumulabile, come descritto nel paragrafo 2.2.2, risulta sovradimensionato rispetto alle potenzialità idrologiche del sito. Si è quindi ipotizzato di realizzare uno sbarramento con le seguenti caratteristiche:

- quota adduttrice: 900 m s.m.m.;
- altezza massima della diga (franchi inclusi): 34 m;
- lunghezza massima coronamento: 200 m;
- volume invasabile: 7.3 milioni di m³.

Un'altra area ove sarebbe possibile la realizzazione di un serbatoio che possa accumulare le acque del Giovenco è stata individuata in una zona limitrofa alla Conca del Fucino.

Si tratta di una località ubicata tra i Comuni di San Benedetto dei Marsi e Pescina (Figura 2.10), relativamente pianeggiante e con terreni poco produttivi. La stessa zona è stata individuata anche nel corso dello studio di fattibilità condotto dall'ARSSA: "Vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco e impianti irrigui nella conca del Fucino".

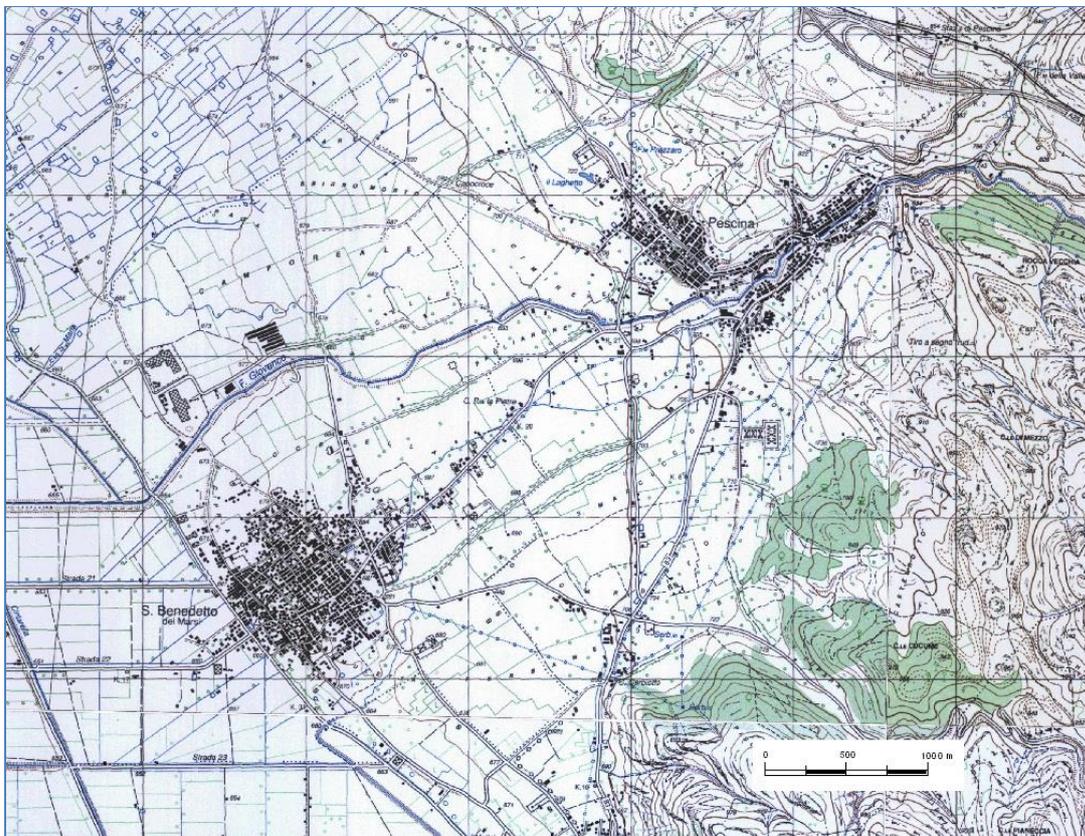


Figura 2.10 - Vista planimetrica della zona individuata per la realizzazione dell'invaso in derivazione dal fiume Giovenco presso Pescina

Gli studi geomorfologici condotti nell'area montuosa compresa tra il Fucino e Vallelonga, hanno messo in evidenza l'esistenza delle profonde conche chiuse di Amplero e di Tristeri adiacenti alla porzione più elevata di due valli nettamente decapitate (Figura 2.11 e Figura 2.12).

La conformazione generale e la presenza di una serie di faglie distensive che avrebbero agito nel corso del Quaternario, concorrono ad indicare che le conche di Amplero e di Tristeri rappresentano le testate di valli abbassate da movimenti tettonici. Queste depressioni sono drenate da circuiti carsici, che non hanno impedito l'instaurarsi di specchi d'acqua di cui sono testimoni i sedimenti di facies lacustre-palustre che ne riempiono il fondo. Nella porzione meridionale della Conca di Amplero è visibile un inghiottitoio.

Indubbiamente queste depressioni naturali costituiscono un possibile accumulo strategico di risorse idriche in quanto per la loro conformazione consentono l'immagazzinamento di consistenti volumi d'acqua senza l'ausilio o quasi di sbarramenti artificiali. Nell'ambito di questo studio si prevede la realizzazione di sistemi di impermeabilizzazione per frenare il naturale drenaggio sotterraneo, ulteriori e approfonditi studi dovranno essere eseguiti per valutarne la possibilità di sfruttamento. Lo studio di fattibilità dovrà considerare i possibili impatti con i SIC (Siti di Importanza Comunitaria) in cui tali aree ricadono.

L'utilizzo di questi serbatoi era stato ipotizzato agli inizi degli anni '80: un progetto elaborato dall'ARSSA prevedeva l'accumulo di circa 20.000.000 m³ nell'invaso di Mandrelle presso Amplero.

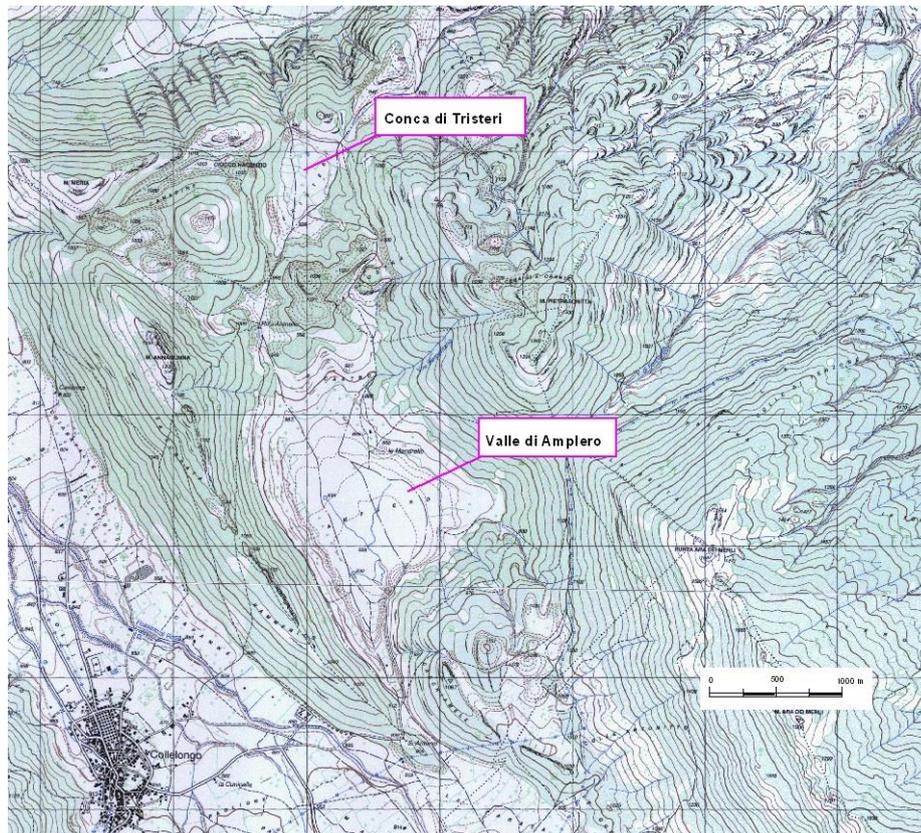


Figura 2.11 - Vista planimetrica d'insieme delle valli di Tristeri e di Ampero

Si ipotizzava la captazione delle risorse del fiume Giovenco per mezzo di uno sbarramento, una galleria avrebbe dovuto convogliare le acque sino alla depressione naturale. L'opera è rimasta incompiuta per l'indisponibilità di adeguate risorse economiche.



Figura 2.12 - Fotografia della valle di Ampero, sul fondo è possibile notare il monte Ciocco Nacenzio che sovrasta la valle di Tristeri

Di seguito (Tabella 2.XVIII e Figura 2.13, Tabella 2.XIX e Figura 2.14) vengono riportate le caratteristiche plano-altimetriche di questi due siti, considerando sia il volume accumulabile dato dal loro semplice riempimento sia l'eventuale incremento di risorse idriche accumulabili, nel caso dell'invaso di Tristeri di capacità inferiore, considerando la costruzione di sbarramenti artificiali nelle zone più depresse dei rilievi di coronamento.

Tabella 2.XVIII - Caratteristiche plano altimetriche dell'invaso di Amplero – Mandrelle

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
826	0	0	0
830	0	0,18	0,14
840	0	5,2	0,83
845	0	9,8	1,02
850	0	15,4	1,21
855	0	21,8	1,36
860	0	28,9	1,48

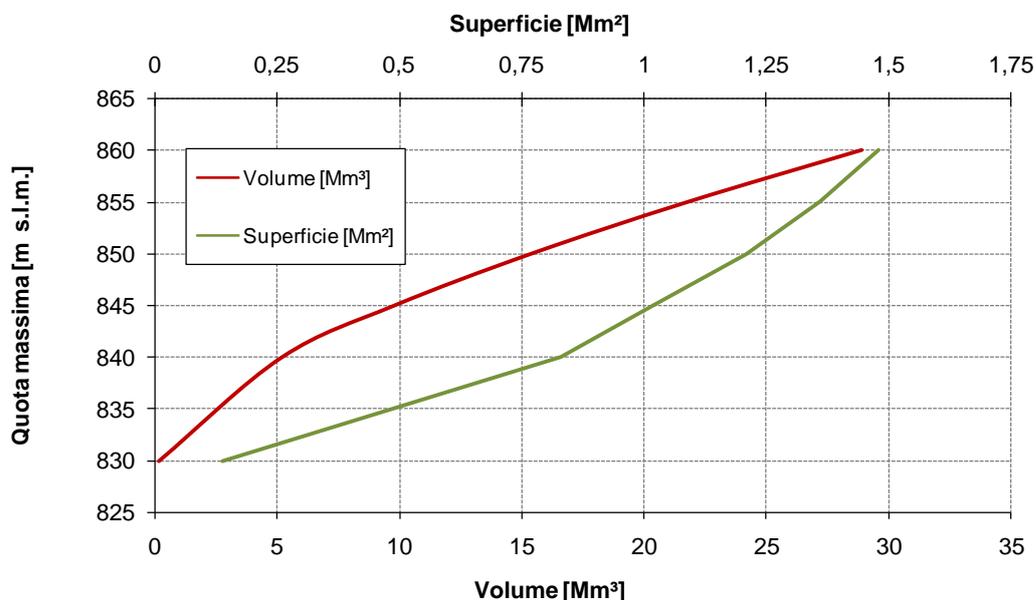


Figura 2.13 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo del serbatoio naturale di Amplero, in località Mandrelle

Tabella 2.XIX - Caratteristiche plano altimetriche dell'invaso della Conca di Tristeri

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
917	0	0	0
920	0	0,17	0,1
924	0	0,73	0,16
928	0	1,49	0,21
932	0	2,55	0,28
936	0	3,75	0,31
940	0	5,08	0,35

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
944	4	6,2	0,39
948	8	7,82	0,42
950	10	8,7	0,44
951	11	9,2	0,45
952	12	9,6	0,45
953	13	10,06	0,46

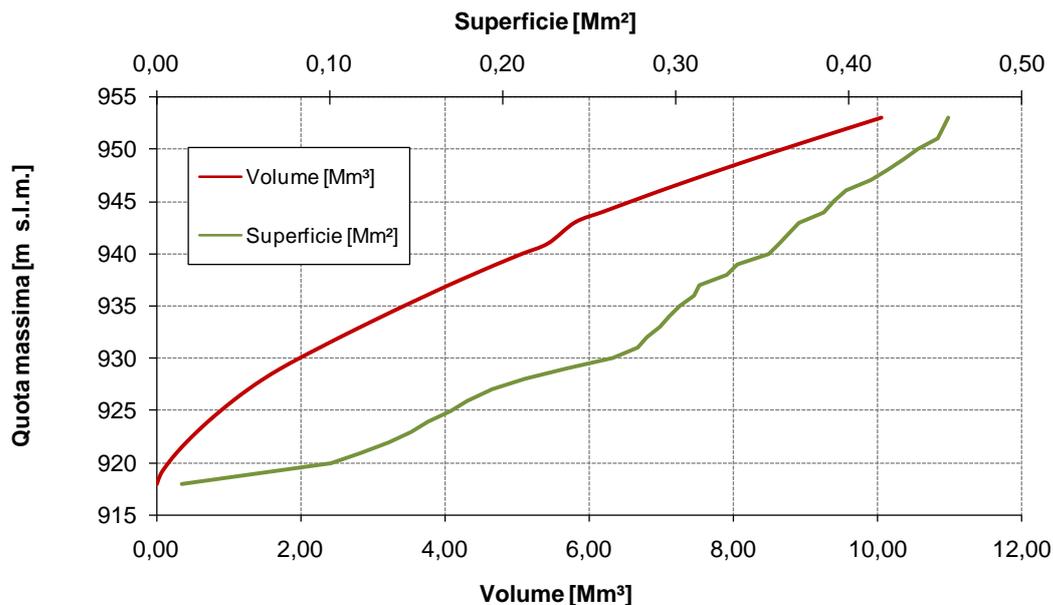


Figura 2.14 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo del serbatoio realizzato nella Conca di Tristeri

Il serbatoio naturale realizzato dalla valle di Amplero permette un accumulo superiore ai 30.000.000 m³, valore molto maggiore delle potenzialità idrologiche di riempimento nell'anno scarso degli affluenti alla piana del Fucino. Poiché si ipotizza di realizzare un accumulo effettivo massimo di circa 9.260.000 m³ (volume d'acqua accumulabile tramite sfruttamento del Gioenco nell'anno idrologico scarso a Pescina sottraendo il volume accumulato nel lago di appoggio di 500.000 m³) la superficie effettivamente occupata dall'invaso risulta di circa 990.000 m² con una quota massima del pelo libero di circa 844,5 m s.m.m. La quota di base di questo serbatoio risulta di 826 m.

La Conca di Tristeri risulta di capacità molto inferiore di quella di Amplero, il volume idrico accumulabile senza sbarramento è infatti al massimo di 5.100.000 m³. Poiché sono presenti due avvallamenti nelle creste di coronamento poste la prima presso il valico Nord a quota 940 m s.m.m. e la seconda presso il valico Nord/Est collocata ad una quota di circa 952 m s.m.m.; occorrerebbe realizzare uno sbarramento artificiale di circa 12 m di altezza al fine di ottenere l'accumulo necessario di 9.260.000 di m³.

Tra le ipotesi di collocazione di una vasca di accumulo di grossi quantitativi d'acqua è stata considerata anche una zona della Piana tra Trasacco e Ortucchio, a Nord delle valli di Amplero e Tristeri. Questa parte della piana prende nome dalla località di Arciprete.

La zona, riportata in Figura 2.15, è sostanzialmente una valle confinante con la Piana che potrebbe essere chiusa con uno sbarramento al fine di realizzare un bacino di accumulo.

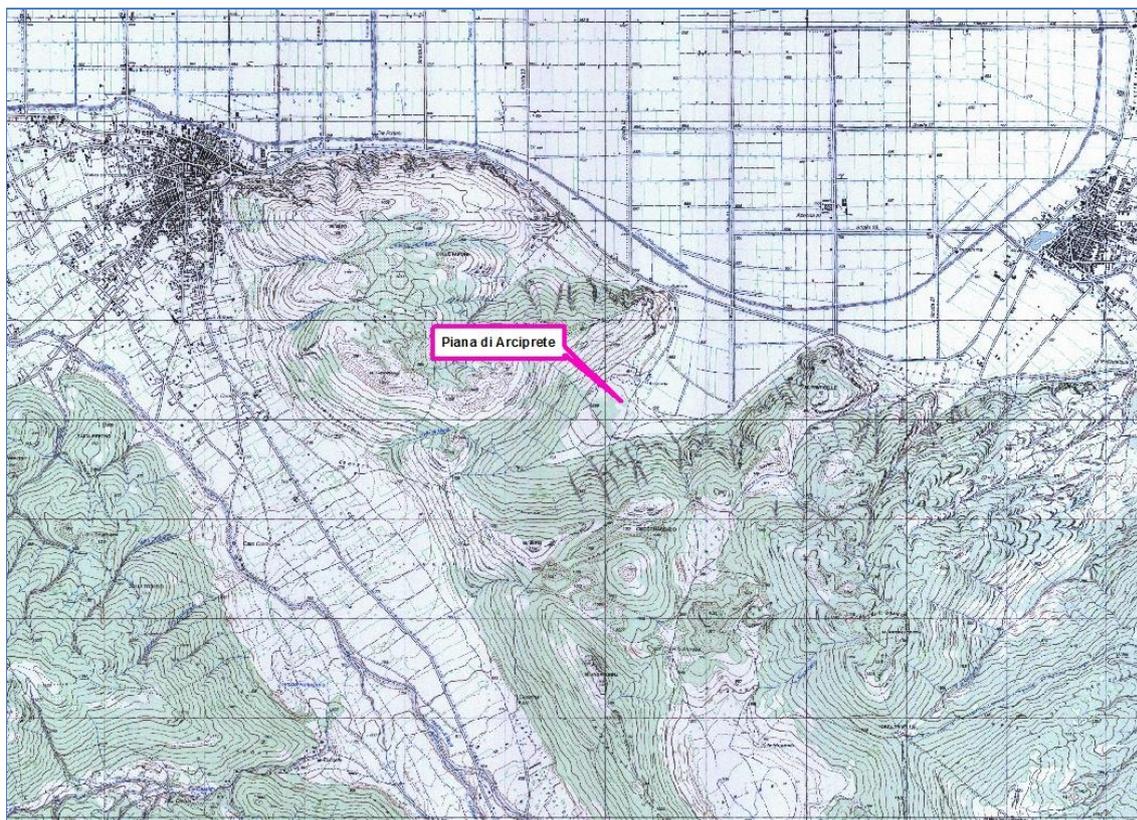


Figura 2.15 – Piana di Arciprete.

La quota minima del possibile invaso è a circa 660 m s.m.m., la conformazione del sito permette di realizzare una diga in terra armata con queste caratteristiche:

- quota di fondo: 660 m s.m.m.;
- altezza massima della diga (franchi inclusi): 22 m;
- lunghezza massima coronamento: 1200 m;
- volume invasabile: 10,30 milioni di m³.

Di seguito (Tabella 2.XX e Figura 2.16) vengono riportate le caratteristiche plano-altimetriche del sito, considerando sia il volume accumulabile che la superficie occupata.

Tabella 2.XX - Caratteristiche plano altimetriche dell'invaso nella Piana di Arciprete

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
665	5	1,72	0,41
670	10	3,97	0,50
675	15	6,67	0,59
680	20	9,87	0,70
685	25	13,59	0,80
690	30	17,74	0,88

Un'ulteriore collocazione di una vasca di accumulo è stata ipotizzata nella zona più depressa della Conca del Fucino, cioè all'interno del Bacinetto (Figura 2.17).

Considerando la caratteristica idrologica naturale del territorio di instaurare specchi d'acqua in questa collocazione si sono aggiunte, fra le ipotesi di intervento la realizzazione di laghi artificiali scavati e profondi circa 6 m.

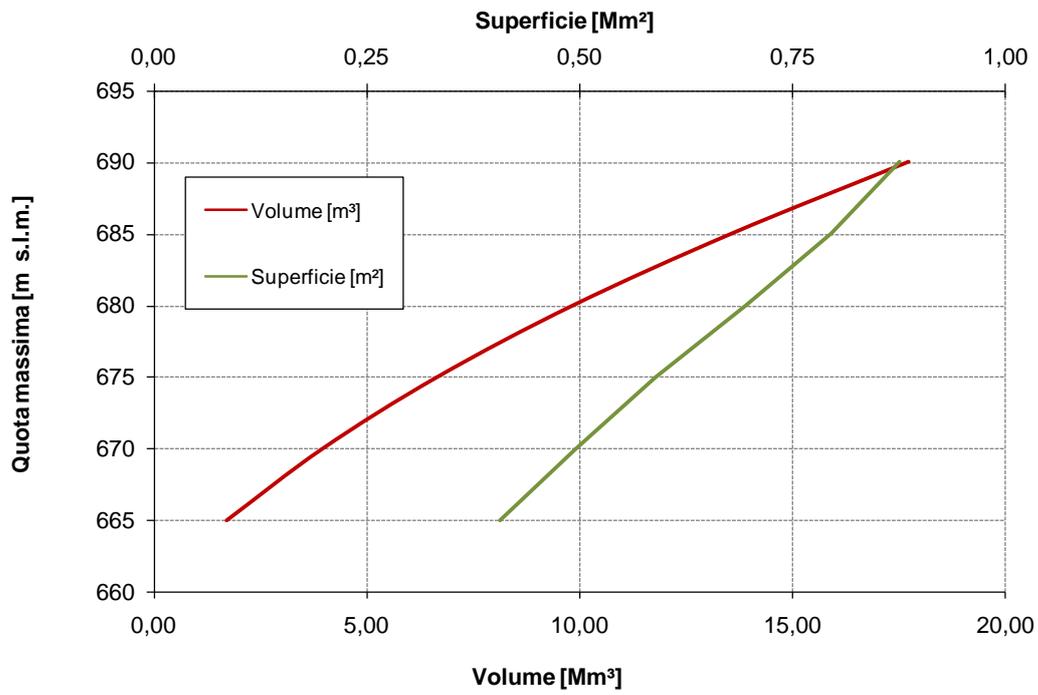


Figura 2.16 - Andamento del volume di invaso e della superficie coperta dall'accumulo del serbatoio realizzato nella Piana di Arciprete

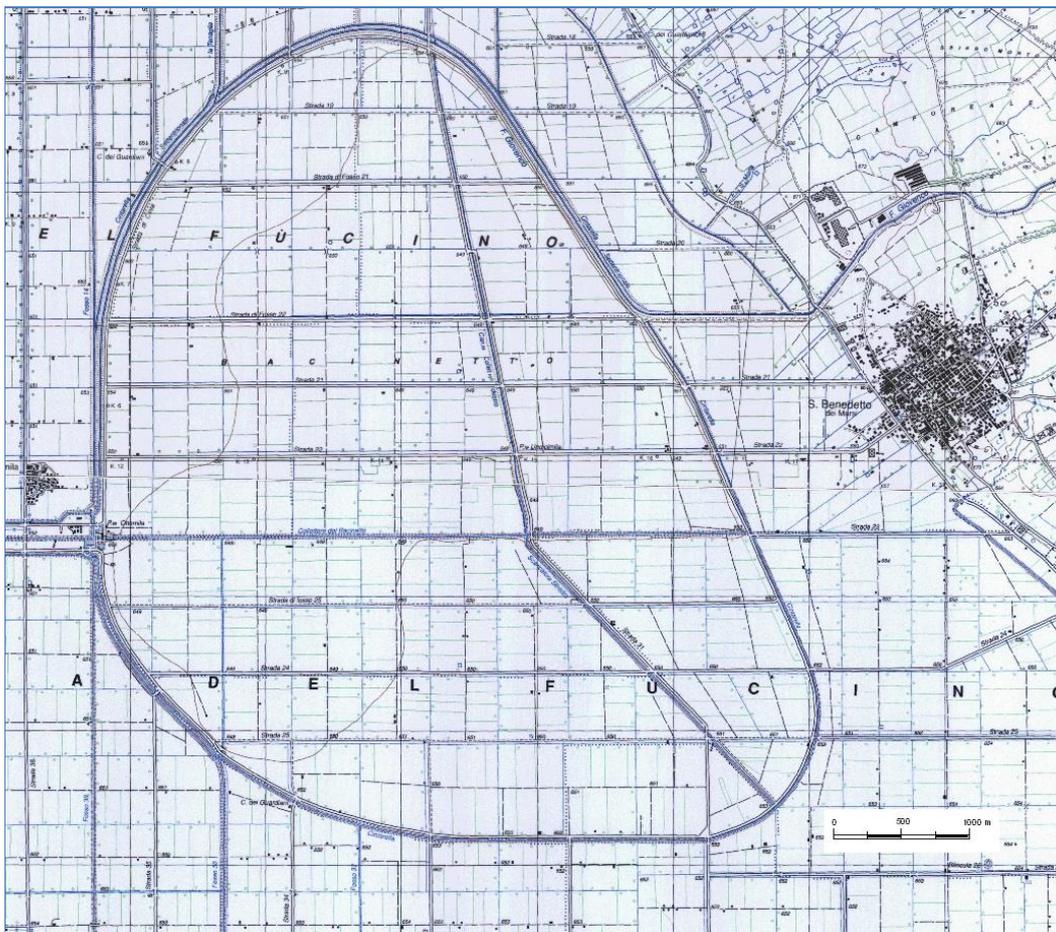


Figura 2.17 - Vista planimetrica dell'area del Bacinetto, all'interno della Piana del Fucino

Le ipotesi sono due:

- un accumulo di 10.300.000 m³ che comporta l'occupazione di una superficie topografica di circa 1.720.000 m² delimitato a Sud dal Collettore Centrale del Bacinetto, a Nord dal Fosso di Strada 22 e ad Ovest dal Canale Giovenco;
- un accumulo di 5.300.000 m³ che comporta l'occupazione di una superficie topografica di circa 900.000 m² delimitato a Sud/Ovest dal canale Cintarella Meridionale e a Nord dal Canale Collettore Centrale.

2.2.4 Analisi energetica

La possibilità di un utilizzo a fini di produzione di energia elettrica della risorsa idrica nelle diverse ipotesi di intervento è stato analizzato considerando il beneficio derivante da un sistema di pompaggio giornaliero di parte dei volumi per sfruttare la differenza di costo/valore dell'energia nell'arco della giornata.

Questo sistema prevede lo scambio di volumi idrici tra due serbatoi, posti a quote diverse. Le alternative progettuali individuate considerano la realizzazione di un serbatoio di accumulo che permette di immagazzinare il volume d'acqua necessario a scopo irriguo e di un bacino di appoggio che permette l'accumulo temporaneo di risorse idriche necessarie per garantire il funzionamento del sistema di pompaggio. Il beneficio economico deriva dalla variazione del prezzo dell'energia che è soggetto a meccanismi di mercato variabili con cadenza oraria nell'arco della giornata.

In ogni intervento proposto è stata individuata la sede ottimale anche al fine della produzione energetica in accordo con le caratteristiche del sistema di distribuzione irriguo. Infatti in alcuni casi il sistema di adduzione a scopo irriguo può essere utilizzato anche al fine dell'utilizzo idroelettrico delle risorse senza quindi rilevanti costi aggiuntivi dovuti a questa integrazione.

Il pompaggio prevede uno spostamento d'acqua medio di 252.000 m³ considerando una portata di 10 m³/s per 7 ore. Il bacino di compenso (o di appoggio) è stato previsto tale da immagazzinare un volume di 800 000 m³. Questa ipotesi è stata considerata in virtù di mantenere la valenza naturalistica del lago, evitando il totale riempimento/svuotamento nell'arco della giornata. Tale volume permette infatti, considerando la profondità del lago di circa 8 m, di realizzare una oscillazione giornaliera del pelo libero di circa 2,5 m. Tale oscillazione, se rapportata alle caratteristiche del bacino, non comporta sostanziali squilibri ecologici del sistema.

La potenza elettrica del macchinario, atto ad eseguire il pompaggio giornaliero, è stata calcolata considerando il salto netto e la portata di progetto di 10 m³/s.

L'energia annua prodotta risulta data dall'equazione:

$$E_{ri} = P \cdot N \cdot 365 \quad (Eq. 2.1)$$

l'energia annua spesa per il pompaggio risulta invece data dall'equazione:

$$E_{pt} = \frac{P \cdot N \cdot 365}{\eta_{tr}} \quad (Eq. 2.2)$$

dove:

- η_{tr} è il rendimento del trasformatore assunto pari a 0,97;
- N è il numero di ore al giorno in cui il sistema funziona in pompaggio ed in turbinando (7 ore);
- P è la potenza elettrica del macchinario idroelettrico considerando la portata di pompaggio (10 m³/s).

La differenza tra il ricavo del sistema di pompaggio ($RE_{ri} = p_{e_v} \times E_{ri}$) e le uscite di tale sistema ($UE_p = p_{e_a} \times E_{pt}$) su scala annuale, fornisce il beneficio annuo dovuto al pompaggio.

3. Le alternative progettuali nel settore irriguo

I progetti analizzati comprendono 11 ipotesi di intervento in parte derivanti dall'aggiornamento dello studio del 2007 e in parte proposte nel corso di questo studio.

Gli interventi proposti si distinguono principalmente in base al sistema di approvvigionamento della rete di distribuzione e comportano diversi meccanismi di sfruttamento delle risorse idriche. Solamente in un intervento (IR10) non è stata considerata la rete di distribuzione, tutti gli altri interventi prevedono l'adozione di una rete di distribuzione delle risorse idriche a scopo irriguo.

Si ricorda che la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione a goccia o a pioggia, consente un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. Inoltre si migliora la qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, andando così a determinare anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

Inoltre, si precisa che all'interno della proposta progettuale trovano posto anche le soluzioni proposte da alcuni degli Enti competenti in materia, in particolare Ex-ARSSA e Consorzio di Bonifica Ovest) nonché da alcuni soggetti privati che nell'ambito del percorso di partecipazione si sono fatti promotori di tali proposte.

Tutte le alternative progettuali, elencate in Tabella 3.1 con l'indicazione dell'Ente o portatore di interesse proponente, sono state oggetto di analisi multicriterio al fine di fornire una base oggettiva di partenza per definire, insieme ai soggetti/portatori d'interesse che saranno coinvolti nella fase decisionale quale proposta sarà ritenuta la "migliore" a risolvere le criticità presenti nella Piana del Fucino.

Tabella 3.1 – Elenco degli interventi irrigui analizzati nell'ambito del presente studio attraverso l'analisi multicriterio

Codice intervento	Titolo del progetto	Comune	Autore (progettista)
IR01	Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina	Pescina/San Benedetto/Ortona dei Marsi	BETA Studio srl-HR Wallingford
IR02	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto	Pescina/San Benedetto	Già proposto dall'ex-ARSSA
IR03	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Amplero	Pescina/San Benedetto/Trasacco/Collelongo	Già in parte proposto dal Consorzio di Bonifica Ovest, modificato da BETA Studio srl-HR Wallingford
IR04	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	Pescina/San Benedetto/Ortucchio	BETA Studio srl-HR Wallingford
IR05	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplero	Pescina/San Benedetto/Trasacco/Collelongo	Già in parte proposto dal Consorzio di Bonifica Ovest, BETA Studio srl-HR Wallingford.
IR06	Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto e opera di captazione presso Pescina	Pescina/San Benedetto	BETA Studio srl-HR Wallingford
IR07	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	Pescina/San Benedetto/Ortucchio	BETA Studio srl-HR Wallingford
IR08	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare <i>in project financing</i>)	Pescina/San Benedetto/Ortucchio	BETA Studio srl-HR Wallingford

Codice intervento	Titolo del progetto	Comune	Autore (progettista)
IR09	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allacciati.	Vari	Proposto da Ing. Di Mattia
IR10	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allacciati - con immissione delle risorse idriche nei canali	Vari	Proposto da Ing. Di Mattia
IR11	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto e di un invaso nella Conca di Tristeri	Pescina/San Benedetto/Ortucchio	BETA Studio srl-HR Wallingford

Nei paragrafi successivi vengono descritti i singoli interventi proposti mentre l'inquadramento planimetrico in scala 1:100 000 di ogni intervento è riportato nell'Elaborato 3.4.3 "Carta degli interventi nel settore irriguo".

Per ciascun intervento viene fornito, oltre alla sua descrizione, un commento rispetto ai risultati dell'analisi multicriterio (AMC) applicata. I dettagli dell'applicazione dell'AMC sono riportati al capitolo 4.

3.1 IR01 - Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina

3.1.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento prevede la realizzazione di una diga in calcestruzzo armato ad uso plurimo (irriguo, idroelettrico e antincendio), ubicata a monte di Ortona dei Marsi in località Le Roscie, e di una condotta che trasporti l'acqua accumulata, sino alla rete di distribuzione irrigua nella Piana. Tutto ciò viene fatto per ottenere un'adeguata riserva ai fini irrigui. Le caratteristiche plano-altimetriche del sito scelto per la realizzazione della diga, sono riportate in Tabella 3.II.

Tabella 3.II – Caratteristiche plano-altimetriche della diga sul fiume Giovenco.

Quota massima di regolazione (m s.m.m.)	Altezza sbarramento (m)	Volume (Mm ³)	Superficie (Mm ²)
903	3	0,01	0,0088
906	6	0,07	0,032
910	10	0,26	0,058
925	25	2,8	0,33
930	30	4,8	0,47
935	35	7,5	0,62
945	45	15,2	0,99
950	50	20,6	1,34
955	55	27,2	1,71

Il progetto prevede di realizzare uno sbarramento tale da permettere l'accumulo di 7 500 000 m³ eseguito con una diga alta 35 m con larghezza del coronamento di 200 m; il lago creato dall'invaso occupa una superficie di 620 000 m². La quota della presa dell'adduttrice è a 900 m s.m.m. Il salto di quota di circa 200 m che si viene a creare tra la diga e la rete irrigua potrebbe essere eventualmente sfruttato ai fini di produzione di energia elettrica. Tramite una condotta forzata lunga 13 km e di diametro nominale DN 1200 mm, l'acqua viene convogliata sino alla rete irrigua nella piana, presso la strada Circonfucense a Nord di San Benedetto dei Marsi.

Il fabbisogno irriguo non soddisfatto dovrà essere integrato tramite il pompaggio in rete delle risorse idriche disponibili negli acquiferi sotterranei. Il bilancio idrico di tale soluzione comporta, infatti, che, sia per tipologia di irrigazione a pioggia che a goccia, anche nell'anno idrologico medio occorra fare ricorso all'uso di risorse idriche sotterranee.

Si riporta nella Tabella 3.III il quadro economico per la realizzazione della diga in località Le Roscie.

Tabella 3.III - Quadro economico, escluso di IVA, della diga sul fiume Giovenco presso Le Roscie a monte di Ortona dei Marsi

A1	Importo lavori e forniture	€	21.773.381,77
A2	Oneri per la sicurezza (6% lavori e forniture)	€	1.306.402,91
A	TOTALE IMPORTO LAVORI A BASE D'APPALTO	€	23.079.784,67
B1	Rilievi, indagini e prove di laboratorio (3% lavori e forniture)	€	653.201,45
B2	Spese tecniche (10% lavori e forniture e somme a disposizione)	€	2.242.658,32
B	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€	2.895.859,78
C	Imprevisti ed arrotondamenti (5% lavori e forniture)	€	1.088.669,09
	TOTALE COMPLESSIVO A + B +C	€	27.064.313,54

3.1.2 Soddiscamento degli obiettivi ed osservazioni

Tale intervento non risulta adattabile ai cambiamenti climatici ed è poco flessibile alle richieste di aumento del fabbisogno. Infatti l'intero volume a scopo irriguo è immagazzinato in un bacino creato sul fiume Giovenco mediante la realizzazione di una diga in calcestruzzo armato che, una volta ultimata, non permette evidentemente facili incrementi di elevazione e quindi di volume idrico accumulabile.

L'intervento contribuisce in parte alla riduzione del rischio idraulico frenando le portate di piena del Giovenco in arrivo a monte dello sbarramento. Anche se l'invaso riesce ad intercettare una parte delle acque che contribuiscono agli allagamenti della piana, esso non è chiaramente efficace all'intercettazione di tutti quei deflussi che provengono dagli altri versanti che bordano la Piana.

L'invaso potrebbe essere usato, oltre che a scopo irriguo ed idroelettrico, anche con finalità di antincendio.

L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione, i quali consentono un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. Tuttavia, esso non azzerà il prelievo da falda acquifera, cosicché risulta necessario attingere a risorsa idrica pregiata per l'irrigazione, anche nell'anno medio; questo poiché il volume d'acqua che è possibile immagazzinare nella diga di località le Roscie, non è sufficiente a soddisfare le esigenze irrigue di tutta la Piana.

Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli. L'intervento, però, risulta critico dal punto di vista ambientale, poiché altererebbe sia dal punto di vista puramente visivo il paesaggio della valle del Giovenco, sia dal punto di vista eco-sistemico, l'ambiente fluviale a valle della diga. Si fa notare che, in questo intervento, come negli altri, il deflusso minimo vitale del corso d'acqua verrebbe comunque sempre garantito: questo significa che le acque del Giovenco non verrebbero mai captate in toto, ma verrebbe rilasciata dalla diga una portata tale da garantire le funzionalità del sistema fluviale a valle.

La diga e il bacino di accumulo sono realizzati all'interno del Parco Nazionale d'Abruzzo quindi in zona protetta.

In sintesi, l'intervento IR01 presenta una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali nel complesso sufficiente ma non risulta risolutivo di tutte le criticità presenti nella Piana del Fucino.

3.2 IR02 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto dei Marsi

3.2.1 Descrizione dell'intervento

In questo intervento si è considerato di realizzare un bacino di accumulo artificiale delle acque del fiume Giovenco nei pressi della Conca del Fucino. La località ritenuta idonea è ubicata tra i Comuni di San Benedetto dei Marsi e Pescina, relativamente pianeggiante e con terreni poco produttivi.

Si è considerato di realizzare due vasche, una in destra ed una in sinistra fluviale, con un accumulo complessivo di 10 300 000 m³. Le vasche hanno profondità indicativamente di 8 m, le dimensioni superficiali sono variabili in funzione del volume idrico da immagazzinare. La vasca maggiore ha una larghezza media di 716 m ed una lunghezza media di 1 000 m, la superficie occupata dagli invasi complessivamente è di circa 130 ettari. La quota del fondo dei serbatoi è stata collocata a 685 m s.m.m.. Negli ultimi anni nella zona sono state realizzate diverse centrali solari fotovoltaiche posizionate a terra; la collocazione dell'invaso sarà comunque tale da non interferire con gli impianti solari.

In Figura 3.1 è riportata indicativamente la sezione media dell'invaso.

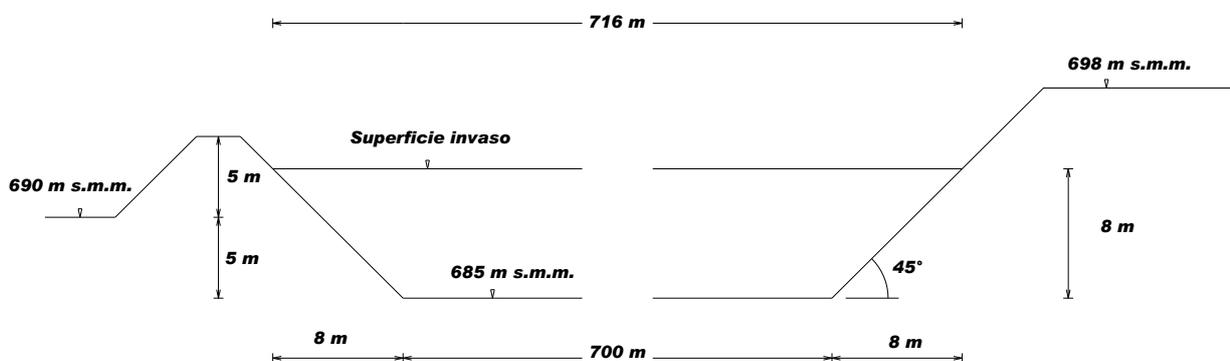


Figura 3.1 – Sezione indicativa media della vasca a San Benedetto di 10 300 000 m³

L'intervento prevede inoltre la realizzazione di un'opera di captazione sul fiume a valle di Pescina tale da permettere la derivazione della portata sino ai bacini di accumulo. Dal bacino di accumulo tramite una condotta DN 1500 mm e lunghezza 2000 m sarà possibile immettere le risorse idriche accumulate nella rete irrigua.

Essendo i bacini ad una quota minima pari a 685 m s.m.m. ed avendo una quota massima di invaso di 693 m s.m.m., al fine di garantire la corretta pressurizzazione della rete irrigua in ogni condizione di funzionamento occorrerà realizzare un sistema di pompaggio e di compenso mediante una centrale di sollevamento posta ai margini della Piana presso la rete di distribuzione primaria.

L'accumulo idrico realizzato in questa località permette di soddisfare i fabbisogni agricoli dell'Agro di Pescina e parte dei fabbisogni della piana del Fucino per mezzo dell'immissione nella rete irrigua della portata disponibile. Per il soddisfacimento del fabbisogno irriguo totale sono previste integrazioni tramite il pompaggio in rete delle risorse sotterranee negli anni idrologici scarsi.

3.2.2 Soddifacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento non risulta particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno. La zona individuata per l'intervento risulta infatti, nei suoi contorni, occupata da centrali fotovoltaiche ed altri insediamenti che consentirebbero solo modesti ulteriori usi del territorio al fine di accumulare risorse

idriche.

Questo intervento concorre comunque alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico, visto che l'invaso realizzato, sebbene in parte, contribuisce alla laminazione dei fenomeni di piena del fiume Giovenco. Tale intervento è da considerarsi in ogni modo non risolutivo rispetto alla problematica legata al rischio idraulico, in quanto le inondazioni che si verificano nella Piana del Fucino, non sono solo attribuibili alle portate provenienti dal bacino del Giovenco, ma anche agli afflussi provenienti dai versanti limitrofi.

L'invaso che si propone di realizzare a valle di Pescina potrebbe avere, inoltre, la funzione di serbatoio antincendio.

L'intervento presenta alcune criticità dal punto di vista ambientale, poiché altererebbe l'ambiente fluviale a valle degli invasi a causa della riduzione degli apporti idrici in alveo.

Tuttavia, attraverso questo intervento con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

In sintesi l'intervento IR02 presenta una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali nel complesso sufficiente ma non risulta risolutivo di tutte le criticità presenti nella Piana del Fucino.

3.3 IR03 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un vaso presso Amplero

3.3.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento prevede di realizzare il sistema di captazione principale delle risorse idriche dal fiume Giovenco presso Pescina a quota 755 m. In tale posizione è già presente una traversa fluviale a scopo di derivazione delle acque per il comprensorio agricolo dell'Agro di Pescina. La portata che si prevede di captare è quella media annua e verrà immessa nella rete irrigua tramite una condotta lunga 5,5 km, di DN uguale a 1200 mm, sino al raccordo con la condotta ad anello della rete di distribuzione presso la strada Circonfucense a Nord di San Benedetto dei Marsi.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di un bacino di appoggio a Sud/Ovest di Trasacco che permette di accumulare un volume d'acqua di circa 800 000 m³; è stato ipotizzato di eseguire uno scavo di profondità 8 m che comporta una occupazione di 10 ettari di superficie. La quota minima di vaso è posta a 700 m s.m.m. tale da permettere la corretta pressurizzazione della rete irrigua della piana del Fucino.

A monte del lago di appoggio si prevede di sfruttare la Conca di Amplero al fine di immagazzinare i restanti 9 500 000 m³ (10 300 000 – 800 000) d'acqua accumulabili durante il periodo invernale più sfavorevole (anno idrologico di magra).

Si considera inoltre di realizzare una condotta di adduzione per il collegamento tra i due invasi lungo la valle del Fossato di Rosa e del Rio Carniello, la condotta forzata è lunga circa 10 km e di diametro nominale pari a 2400 mm. Occorre realizzare una condotta di adduzione, lunga 2,5 km e di DN uguale a 2000 mm, per eseguire l'allaccio del bacino di compenso con la rete irrigua.

Questo sistema permette di trasferire nell'arco dell'anno ad Amplero la portata d'acqua prelevata dal fiume Giovenco e di eseguire il pompaggio giornaliero delle acque fra il serbatoio di Amplero e il lago di appoggio presso Trasacco (7 ore al giorno in pompaggio e 7 ore al giorno in turbinando). La centrale di pompaggio è posta a monte del bacino di appoggio. Tramite semplici calcoli è possibile determinare che occorrono circa 264 ore per il completo trasferimento del volume idrico di progetto del serbatoio di Amplero facendo funzionare il sistema di pompaggio alla portata massima di 10 m³/s. Questo calcolo permette di determinare che funzionando 7 ore al giorno l'impianto permette ogni 38 giorni di trasferire l'intero volume di vaso.

Si è considerato quindi di eseguire il pompaggio giornaliero di 7 ore al giorno per 9 mesi l'anno che comporta il completo trasferimento della risorsa idrica di progetto tra il bacino di accumulo e il lago di appoggio per circa 7 volte all'anno.

Successivi approfondimenti sulla gestione dei volumi idrici potranno probabilmente portare ad ottimizzazioni del sistema con un incremento del beneficio annuo attualmente considerato.

Nel caso di utilizzo di sistemi di irrigazione a goccia l'intervento permette mediamente (anno medio) di soddisfare l'intero fabbisogno agricolo, mentre nel caso di irrigazione a pioggia una minima parte del fabbisogno agricolo dovrà essere soddisfatto tramite il pompaggio in rete delle acque provenienti dagli acquiferi sotterranei.

3.3.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento è molto adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile agli eventuali incrementi di fabbisogno irriguo in quanto la valle di Amplero permette una capacità di accumulo superiore ai 40 Mm³.

Questo intervento concorre alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico, visto che l'invaso realizzato, potrebbe essere utilizzato per convogliare le portate di piena provenienti dal Fossato Di Rosa. Tale intervento è da considerarsi in ogni modo non risolutivo rispetto alla problematica legata al rischio idraulico, in quanto le inondazioni che si verificano nella Piana del Fucino, non sono solo attribuibili alle portate provenienti dal bacino del Fossato Di Rosa, ma anche agli afflussi provenienti dai versanti limitrofi.

L'invaso potrebbe essere usato, oltre che a scopo irriguo ed idroelettrico, anche con finalità di antincendio.

L'intervento, presenta però alcune criticità dal punto di vista ambientale in quanto la conca di Amplero si trova in zona SIC (Sito di Importanza Comunitaria). Un'ulteriore criticità dell'intervento è determinata proprio dall'utilizzo della conca di Amplero che, presentando caratteristiche carsiche, dovrà essere opportunamente impermeabilizzata con conseguente impatto sulla circolazione sotterranea delle acque.

L'intervento IR03 presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali piuttosto soddisfacente. Resta inteso che il raggiungimento degli obiettivi principali, ovvero il completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo senza il ricorso all'utilizzo di risorsa idrica sotterranea, è vincolato all'impiego di sistemi di irrigazione a goccia capaci di garantire una notevole ottimizzazione nell'uso della risorsa idrica.

3.4 IR04 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un vaso nella Conca di Tristeri

3.4.1 Descrizione dell'intervento

Similmente all'IR03 questo intervento prevede di realizzare il sistema di captazione principale delle risorse idriche dal fiume Giovenco presso Pescina a quota 755 m s.m.m.. In tale posizione è già presente una traversa fluviale a scopo di derivazione delle acque per il comprensorio agricolo dell' Agro di Pescina. La portata che si prevede di captare è quella media annua e verrà immessa nella rete irrigua tramite una condotta lunga 5,5 km, di DN uguale a 1200 mm, sino al raccordo con la condotta ad anello della rete di distribuzione presso la strada Circonfucense a Nord di San Benedetto dei Marsi.

Il serbatoio di accumulo principale verrà realizzato nella Conca di Tristeri (anche chiamata Valle di Aranello); un bacino di appoggio sarà realizzato a Sud della piana tra Trasacco e Ortucchio, nella zona di Arciprete. Il bacino d'appoggio permette di accumulare un volume d'acqua di circa 800.000 m³; è stato ipotizzato di eseguire uno scavo di profondità 8 m che comporta una occupazione di 10 ettari di superficie. La quota minima di vaso è posta a 700 m s.m.m. tale da permettere la corretta pressurizzazione della rete irrigua della piana del Fucino.

Nella Conca di Tristeri è possibile immagazzinare 9.500.000 m³ d'acqua durante il periodo invernale più sfavorevole (anno idrologico di magra) avendo sottratto il volume di 800.000 m³ immagazzinato nel lago di

appoggio. Tale valore di accumulo prevede la realizzazione di una diga di altezza pari a 12 m delle caratteristiche descritte al paragrafo 2.2.3.

Questo intervento permette lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra i due bacini di 240 m realizzando una condotta forzata di 1,3 km e DN 2400 mm. Occorre inoltre realizzare una condotta di adduzione, lunga 2 km e di DN uguale a 1500 mm, per eseguire l'allaccio del bacino di compenso con la rete irrigua.

Si considera di realizzare un sistema di ripompaggio a monte del lago di appoggio il quale permette, a fronte di una portata massima di 10 m³/s, di riempire il serbatoio di Tristeri durante il periodo invernale in circa 264 ore. Questo calcolo permette di determinare che, funzionando 7 ore al giorno, l'impianto permette di trasferire ogni 38 giorni l'intero volume di invaso.

Si è considerato, quindi, di eseguire il ripompaggio giornaliero di 7 ore/giorno per 9 mesi all'anno,; ciò comporta il completo trasferimento della risorsa idrica di progetto tra il bacino di accumulo e il lago di appoggio per circa 7 volte all'anno.

Successivi approfondimenti sulla gestione dei volumi idrici potranno probabilmente portare ad ottimizzazioni del sistema con un incremento del beneficio annuo attualmente considerato. Il ripompaggio consente, comunque, sempre di preservare le condizioni minime lacustri nel bacino che si verrà a creare mantenendo un minimo volume di invaso residuo).

Anche per questo progetto il fabbisogno irriguo non soddisfatto dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

Si riporta nella Tabella 3.IV il quadro economico per la diga in località Tristeri. A tale costo occorre aggiungere il costo relativo alle opere di impermeabilizzazione del bacino di invaso. Il costo complessivo delle opere nella Conca di Tristeri risulta quindi di 20.320.000 €.

Tabella 3.IV - Quadro economico, escluso di IVA, della diga da realizzare nella conca di Tristeri, della capacità di invaso di 9.500.000 m³

A1	Importo lavori e forniture	€	6.201.594,08
A2	Oneri per la sicurezza (6% lavori e forniture)	€	372.095,65
A	TOTALE IMPORTO LAVORI A BASE D'APPALTO	€	6.573.689,73
B1	Rilievi, indagini e prove di laboratorio (3% lavori e forniture)	€	186.047,82
B2	Spese tecniche (10% lavori e forniture e somme a disposizione)	€	486.899,81
B	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€	824.812,01
C	Imprevisti ed arrotondamenti (5% lavori e forniture)	€	310.079,70
	TOTALE COMPLESSIVO A + B +C	€	7.708.581,45

3.4.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento non è adattabile ai cambiamenti climatici e non è flessibile agli eventuali incrementi di fabbisogno irriguo poiché la conca di Tristeri, anche a seguito della realizzazione dello sbarramento succitato, non permette ingenti potenzialità di incremento di volume idrico accumulabile.

Un aspetto positivo è dato dal fatto che l'invaso potrebbe essere usato, oltre che a scopo irriguo ed idroelettrico, anche con finalità di antincendio.

L'intervento presenta alcune criticità dal punto di vista ambientale in quanto la conca di Tristeri si trova in area SIC

(Sito di Importanza Comunitaria), inoltre, la realizzazione della diga comporta un notevole impatto paesaggistico. Come nel caso di Amplero un'ulteriore criticità dell'intervento è determinata proprio dall'utilizzo della conca carsica che dovrà essere opportunamente impermeabilizzata con conseguente impatto sulla circolazione sotterranea delle acque.

Questo intervento non concorre inoltre alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico.

Punti di forza dell'intervento sono gli aspetti economici: il costo iniziale è infatti abbastanza contenuto e lo sfruttamento di un salto idroelettrico ingente mediante il ripompaggio permette un buon ritorno dell'investimento.

L'intervento ipotizzato, presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali sufficiente. Resta inteso che il raggiungimento degli obiettivi principali, ovvero il completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo senza il ricorso all'utilizzo di risorsa idrica sotterranea, è vincolato all'impiego di sistemi di irrigazione a goccia capaci di garantire una notevole ottimizzazione nell'uso della risorsa idrica.

3.5 IR05 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplero

3.5.1 Descrizione dell'intervento

Come l'intervento IR04 questo intervento prevede di realizzare il sistema di captazione principale delle risorse idriche dal fiume Giovenco presso Pescina a quota 755 m s.m.m.. In tale posizione è già presente una traversa fluviale a scopo di derivazione delle acque per il comprensorio agricolo dell' Agro di Pescina. La portata che si prevede di captare è quella media annua e verrà immessa nella rete irrigua tramite una condotta lunga 5,5 km, di DN uguale a 1200 mm, sino al raccordo con la condotta ad anello della rete di distribuzione presso la strada Circonfucense a Nord di San Benedetto dei Marsi.

Il serbatoio di accumulo principale verrà realizzato nella Conca di Amplero; un bacino di appoggio sarà realizzato a Sud della piana tra Trasacco e Ortucchio, nella zona di Arciprete. Il bacino d'appoggio permette di accumulare un volume d'acqua di circa 800.000 m³; è stato ipotizzato di eseguire uno scavo di profondità 8 m che comporta una occupazione di 10 ettari di superficie. La quota minima di invaso è posta a 700 m s.m.m. tale da permettere la corretta pressurizzazione della rete irrigua della piana del Fucino.

Nella Conca di Amplero è possibile immagazzinare i restanti 9.500.000 m³ (10.300.000 – 800.000) d'acqua accumulabili durante il periodo invernale più sfavorevole (anno idrologico di magra).

Questo intervento permette lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra i due bacini di 135 m realizzando una condotta forzata di 1 km con DN 2400 mm e una galleria lunga 3 km di diametro 3 m.

Occorre inoltre realizzare una condotta di adduzione, lunga 2 km e di DN uguale a 1500 mm, per eseguire l'allaccio del bacino di compenso con la rete irrigua.

Si considera di realizzare un sistema di ripompaggio a monte del lago di appoggio il quale permette, a fronte di una portata massima di 10 m³/s, di riempire il serbatoio di Amplero durante il periodo invernale in circa 264 ore. Questo calcolo permette di determinare che funzionando 7 ore al giorno l'impianto permette di trasferire ogni 38 giorni l'intero volume di invaso.

Si è considerato quindi di eseguire il ripompaggio giornaliero di 7 ore/giorno per 9 mesi l'anno che comporta il completo trasferimento della risorsa idrica di progetto tra il bacino di accumulo e il lago di appoggio per circa 7 volte all'anno.

Successivi approfondimenti sulla gestione dei volumi idrici potranno probabilmente portare ad ottimizzazioni del

sistema con un incremento del beneficio annuo attualmente considerato.

Il ripompaggio consente comunque sempre di preservare le condizioni minime lacustri nel bacino che si verrà a creare mantenendo un minimo volume di invaso residuo.

Anche per questo progetto il fabbisogno irriguo eventualmente non soddisfatto dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

3.5.2 Soddiscamento degli obiettivi ed osservazioni

Similmente all'intervento IR03 questo intervento è molto adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile agli eventuali incrementi di fabbisogno irriguo in quanto la valle di Amplero permette una capacità di accumulo superiore ai 40 Mm³.

Un aspetto positivo è dato dal fatto che l'invaso potrebbe essere usato, oltre che a scopo irriguo ed idroelettrico, anche con finalità di antincendio.

Questo intervento concorre alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico, visto che l'invaso realizzato, potrebbe essere utilizzato per convogliare le portate di piena provenienti dal Fossato Di Rosa. Tale intervento è da considerarsi in ogni modo non risolutivo rispetto alla problematica legata al rischio idraulico, in quanto le inondazioni che si verificano nella Piana del Fucino, non sono solo attribuibili alle portate provenienti dal bacino del Fossato Di Rosa, ma anche agli afflussi provenienti dai versanti limitrofi.

L'intervento, presenta però alcune criticità dal punto di vista ambientale in quanto la conca di Amplero si trova in area SIC (Sito di Importanza Comunitaria). Un'ulteriore criticità dell'intervento è determinata proprio dall'utilizzo della conca di Amplero che, presentando caratteristiche carsiche, dovrà essere opportunamente impermeabilizzata con conseguente impatto sulla circolazione sotterranea delle acque.

L'intervento ipotizzato, presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali sufficiente. Resta inteso che il raggiungimento degli obiettivi principali, ovvero il completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo senza il ricorso all'utilizzo di risorsa idrica sotterranea, è vincolato all'impiego di sistemi di irrigazione a goccia capaci di garantire una notevole ottimizzazione nell'uso della risorsa idrica.

3.6 IR06 - Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto

3.6.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento considera di realizzare l'accumulo principale delle risorse idriche superficiali all'interno della zona più depressa della Conca del Fucino, cioè il Bacinetto. L'invaso artificiale che si considera di realizzare ha una profondità di circa 6 m, è delimitato a Sud dal Collettore Centrale del Bacinetto, a Nord dal Fosso di Strada 22 e ad Ovest dal Canale Giovenco. L'accumulo di 10.300.000 m³ comporta l'occupazione di una superficie topografica di circa 3.400.000 m². In Figura 3.2 è riportata indicativamente la sezione media dell'invaso.

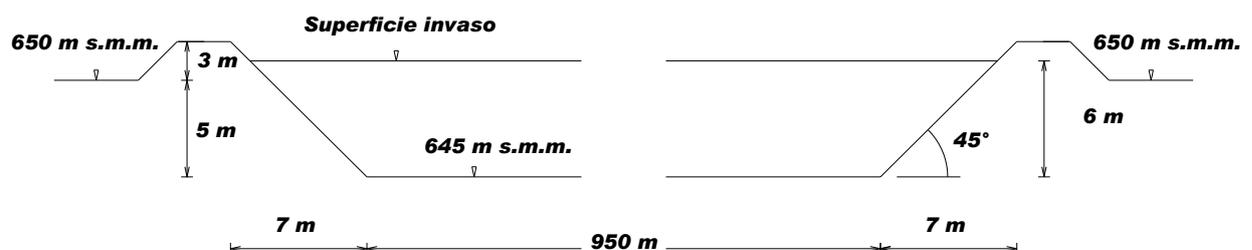


Figura 3.2 – Sezione indicativa media della vasca nel Bacinetto di 10 300 000 m³

Il progetto prevede di riempire il serbatoio del Bacinetto attraverso la deviazione delle acque del fiume Giovenco e degli altri canali all'interno della piana, occorrerà quindi deviare l'attuale corso del fiume e dei canali per complessivi 2 km di intervento.

Anche questo progetto considera di pompare in rete a pressione adeguata l'intero ammontare delle risorse idriche superficiali accumulate mediante la realizzazione di una nuova centrale di sollevamento.

Come il progetto precedente si prevede inoltre l'integrazione del fabbisogno idrico non soddisfatto nell'anno idrologico scarso tramite l'utilizzo di risorse idriche sotterranee.

3.6.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento IR06 è adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile agli eventuali incrementi di fabbisogno irriguo. Il lago all'interno del Bacinetto potrebbe essere infatti agevolmente ampliato a seconda delle future necessità.

L'invaso nel Bacinetto potrebbe avere un uso plurimo sia come serbatoio antincendio ma anche sociale e di miglioramento ambientale. Questo intervento concorre inoltre alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico permettendo di accumulare le portate di piena nella zona più depressa della piana del Fucino. L'intervento rappresenta infatti il parziale ripristino della funzionalità del Bacinetto, a suo tempo adibito a raccolte delle acque in eccesso durante i periodi di piena.

L'impatto sociale derivante da questa proposta è tuttavia piuttosto elevato a causa della necessità di espropriare aree attualmente adibite ad uso agricolo.

L'intervento ipotizzato, presenta nel complesso una buona percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali.

3.7 IR07 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri

3.7.1 Descrizione dell'intervento

Questa ipotesi di intervento prevede di combinare i benefici del progetto IR04 e dell'IR02. In questo intervento si prevede l'adozione di una vasca di accumulo e laminazione a valle di Pescina (680 m s.m.m.), nel territorio di San Benedetto dei Marsi della stessa tipologia di quella presentata nell'intervento IR01, ma tale da permettere l'accumulo di 4.500.000 m³ d'acqua occupando una superficie topografica di circa 560.000 m². Negli ultimi anni nella zona sono state realizzate diverse centrali solari fotovoltaiche posizionate a terra; la collocazione dell'invaso sarà comunque tale da non interferire con gli impianti esistenti.

Tale soluzione potrebbe permettere tramite la realizzazione di un bacino di invaso di capacità maggiori, la laminazione delle portate di piene del fiume Giovenco. Questo invaso potrebbe infatti funzionare da cassa di espansione per le piene del fiume Giovenco. A tale scopo il bacino deve avere una capacità superiore a quella necessaria per l'accumulo delle risorse a scopo irriguo in quanto potrebbe verificarsi l'eventualità di avere, durante un evento di piena, il bacino già riempito. Si potrebbe stimare di realizzare una capacità di immagazzinamento ulteriore di almeno 1.000.000 m³.

L'intervento prevede, inoltre, la realizzazione di un'opera di captazione sul fiume Giovenco (attraverso uno scolmatore) presso Pescina tale da permettere la derivazione della portata sino al bacino di accumulo. Dal bacino di accumulo tramite una condotta DN 1500 mm sarà possibile immettere le risorse idriche accumulate nella rete irrigua.

Un ulteriore serbatoio di accumulo sarà realizzato nella Conca di Tristeri, un lago di appoggio, delle stesse caratteristiche di quelli presentati nei progetti illustrati in precedenza, dovrà essere realizzato in località Arciprete

tra Trasacco e Ortucchio a quota di 700 m s.m.m.. Al fine di permettere il trasferimento della portata prelevata dal fiume Giovenco dal bacino di San Benedetto al bacino di appoggio di Arciprete occorrerà realizzare un sistema di pompaggio in rete mediante una centrale di sollevamento posta ai margini della Piana.

Nella Conca di Tristeri è possibile immagazzinare 5.000.000 m³ d'acqua durante il periodo invernale più sfavorevole (10.300.000 m³ - 5.300.000 m³ del bacino a San Benedetto e di Arciprete). Tale valore di accumulo non prevede la realizzazione di alcuno sbarramento nella Conca di Tristeri poiché è contenuto naturalmente nel bacino. È prevista quindi la sola realizzazione delle opere di impermeabilizzazione.

Questo intervento permette lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra il bacino di Tristeri ed il lago di appoggio ad Arciprete di 230 m realizzando una condotta forzata di appena 1,3 km e DN 2400 mm.

Si considera di realizzare un sistema di ripompaggio a monte del lago di appoggio il quale permette di trasferire una portata massima di 10 m³/s per 7 ore al giorno in pompaggio e 7 in turbinando.

Il progetto prevede la realizzazione di una condotta di adduzione lunga 2 km e di DN 1500 mm per immettere le risorse idriche nella rete irrigua a Nord del lago di appoggio.

Il fabbisogno irriguo eventualmente non soddisfatto dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

3.7.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento IR07 è abbastanza adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile agli eventuali incrementi di fabbisogno irriguo poiché la conca di Tristeri consente la possibilità di aumentare il quantitativo d'acqua accumulabile al suo interno mediante la realizzazione di una modesta diga di coronamento. Anche l'invaso a San Benedetto potrebbe essere in parte espandibile anche se il territorio presenta dei vincoli legati alla presenza di centrali fotovoltaiche.

L'invaso di Tristeri come quello a San Benedetto potrebbero presentare un uso plurimo sia come serbatoi antincendio ma anche di interesse sociale e ambientale. L'intervento, presenta però alcune criticità dal punto di vista ambientale in quanto la conca di Tristeri si trova in zona SIC (Sito di Importanza Comunitaria). Inoltre la realizzazione della diga comporta un impatto paesaggistico. Come nel caso di Amplero un'ulteriore criticità dell'intervento è determinata proprio dall'utilizzo della conca carsica che dovrà essere opportunamente impermeabilizzata con conseguente impatto sulla circolazione sotterranea delle acque.

Questo intervento concorre alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico, visto che l'invaso realizzato a San Benedetto, sebbene in parte, contribuisce alla laminazione dei fenomeni di piena del fiume Giovenco. Tale intervento è da considerarsi in ogni modo non risolutivo rispetto alla problematica legata al rischio idraulico, in quanto le inondazioni che si verificano nella Piana del Fucino, non sono solo attribuibili alle portate provenienti dal bacino del Giovenco, ma anche agli afflussi provenienti dai versanti limitrofi.

L'intervento ipotizzato, presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali discreta. Resta inteso che il raggiungimento degli obiettivi principali, ovvero il completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo senza il ricorso all'utilizzo di risorsa idrica sotterranea, è vincolato all'impiego di sistemi di irrigazione a goccia capaci di garantire una notevole ottimizzazione nell'uso della risorsa idrica.

3.8 IR08 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)

3.8.1 Descrizione dell'intervento

In questo intervento si prevede l'adozione di una vasca di accumulo a Sud della Piana tra Trasacco ed Ortucchio in località Arciprete (660 m s.m.m.). Questo territorio permette mediante la realizzazione di un rilevato di contenimento (diga) in materiali sciolti l'accumulo di 10.300.000 m³ d'acqua occupando una superficie topografica di circa 700.000 m². Il rilevato avrà un'altezza di 22 m (franchi inclusi) e una lunghezza al coronamento di 1.200 m.

L'intervento prevede inoltre la realizzazione di un'opera di captazione sul fiume Giovenco (attraverso uno scolmatore) presso Pescina tale da permettere la derivazione della portata sino al bacino di accumulo. Dal bacino di accumulo tramite una condotta DN 1200 mm sarà possibile immettere le risorse idriche accumulate nella rete irrigua. Si dovrà posare inoltre una condotta di adduzione lunga 1 km e di DN 1500 mm per immettere le risorse idriche nella rete irrigua a Nord del lago di Arciprete.

Il fabbisogno irriguo non soddisfatto negli anni scarsi dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

Essendo il bacino di Arciprete ad una quota minima pari a 660 m s.m.m. ed avendo una quota massima di invaso di 680 m s.m.m., al fine di garantire la corretta pressurizzazione della rete irrigua in ogni condizione di funzionamento occorrerà realizzare un sistema di pompaggio e di compenso mediante una centrale di sollevamento posta ai margini della Piana presso la rete di distribuzione primaria.

Questo intervento si presta all'eventuale implementazione di un sistema di ripompaggio utilizzando come serbatoio in quota la Conca di Tristeri o eventualmente di Amplero. Nella Conca di Tristeri è infatti possibile immagazzinare ulteriori 5.000.000 m³ prevedendo la sola realizzazione di opere di impermeabilizzazione. Nella conca di Amplero i volumi d'acqua immagazzinabili potrebbero essere anche molto superiori. Nel caso della Conca di Tristeri posta ad una quota superiore rispetto ad Amplero, l'intervento permetterebbe lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra il bacino di Tristeri ed il lago di Arciprete di 250 m realizzando una condotta forzata posata in galleria della lunghezza di circa 1 km.

Come descritto negli interventi illustrati in precedenza sarebbe possibile realizzare un ripompaggio giornaliero con un trasferimento di portata di 10 m³/s realizzando una centrale della potenza di circa 21 MW. Tale intervento però si presta per poter realizzare un sistema di potenza anche 10 volte superiore (210 MW) considerando il trasferimento di volumi idrici maggiori e quindi portate maggiori (100 m³/s).

3.8.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento IR07 è molto adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile agli eventuali incrementi di fabbisogno irriguo poiché sarebbe possibile utilizzare anche l'accumulo presente nella Conca di Tristeri mediante la realizzazione di un sistema di ripompaggio da Arciprete a Tristeri. Tale sistema di gestione delle risorse idriche ed energetiche comporterebbe anche un interessante beneficio economico. Un aspetto positivo è dato dal fatto che l'invaso potrebbe essere usato, oltre che a scopo irriguo ed idroelettrico, anche con finalità di antincendio.

Le criticità dell'intervento sono legate alla realizzazione della diga in materiale sciolto e quindi al suo impatto sociale e paesaggistico. Questo intervento non concorre inoltre alla riduzione delle problematiche legate al rischio idraulico.

L'intervento ipotizzato, presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali sufficiente.

3.9 IR09 - Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti

3.9.1 Descrizione dell'intervento

In questo intervento, proposto dall'ing. Di Mattia e in questa sede analizzato attraverso l'analisi multicriterio, si prevede la realizzazione di diversi bacini di accumulo situati ai margini dei canali allaccianti della Piana del Fucino. I bacini saranno collocati esternamente ai canali allaccianti e saranno distribuiti in modo omogeneo nella Piana cercando di occupare le superfici marginali meno utilizzate a fini irrigui o produttivi.

Gli invasi artificiali che si considera di realizzare hanno mediamente una profondità di circa 4,5 m e permettono l'accumulo di 20.000.000 m³ con un'occupazione complessiva di superficie di circa 444 ha.

Il progetto prevede di riempire gli invasi attraverso la deviazione delle acque dei canali allaccianti e degli affluenti principali che si immettono nei canali della Piana. Si è considerato quindi che occorrerà intervenire sui canali esistenti mediante deviazioni e rizezionamenti per complessivi 4 km di intervento.

Le modifiche al progetto proposto riguardano la realizzazione della rete irrigui in pressione, all'interno della quale si prevede di pompare l'intero ammontare delle risorse idriche superficiali accumulate, mediante la realizzazione di 7 nuove centrale di pompaggio/pressurizzazione.

Come i progetti precedenti si prevede inoltre l'integrazione del fabbisogno idrico non soddisfatto nell'anno idrologico scarso tramite l'utilizzo di risorse idriche sotterranee prelevate mediante gli attuali campi pozzo.

3.9.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento IR09 non soddisfa del tutto gli obiettivi del progetto. Non è infatti particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno in quanto l'area adibita alla realizzazione degli invasi non permette molte ulteriori possibilità di incrementare il volume accumulato.

L'intervento contribuisce in parte a mitigare il rischio idraulico per la piana del Fucino, poiché gli invasi potrebbero intercettare una parte delle acque che contribuiscono agli allagamenti della piana.

Consente un modesto miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, che può portare ad un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli. La qualità dell'acqua distribuita infatti migliora rispetto la situazione attuale ma non di molto rispetto ad altri interventi.

L'intervento, presenta inoltre alcune debolezze dal punto di vista degli impatti sociali, sia per il grosso disturbo in fase di cantiere che per le ingenti superfici da espropriare in zone di possibile sviluppo produttivo. Altera in parte l'ambiente fluviale in quanto i punti di prelievo sono collocati ai bordi della piana. Si fa notare che, in questo intervento, come negli altri, il deflusso minimo vitale del corso d'acqua viene comunque sempre garantito.

Nel complesso tale soluzione presenta una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali bassa, in quanto l'elevato costo iniziale ed il lungo tempo di realizzazione rendono questo intervento controindicato rispetto ad altri interventi.

3.10 IR10 - Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti - con immissione delle risorse idriche nei canali

3.10.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento è simile all'IR09 ma con la differenze che le risorse idriche accumulate nei bacini situati ai margini dei canali allaccianti invece di essere immesse in una rete irrigua in pressione saranno restituite alla rete dei canali esistente. I bacini saranno collocati sempre esternamente ai canali allaccianti e saranno distribuiti in modo omogeneo nella Piana cercando di occupare le superfici marginali meno utilizzate a fini irrigui o produttivi.

Gli invasi artificiali che si considera di realizzare hanno mediamente una profondità di circa 4,5 m e permettono

l'accumulo di 20.000.000 m³ con un'occupazione complessiva di superficie di circa 444 ha.

Il progetto prevede di riempire gli invasi attraverso la deviazione delle acque dei canali allacciati e degli affluenti principali che si immettono nei canali della Piana.

Il progetto prevede di immettere le risorse accumulate nei canali esistenti che saranno eventualmente adeguati al nuovo assetto idraulico. L'irrigazione avverrà quindi con gli attuali sistemi, prelevando cioè l'acqua dai canali con motopompe azionate dai trattori.

Per valutare i costi e gli altri indicatori dell'intervento si è considerato che occorrerà intervenire sui canali esistenti mediante deviazioni e risonamenti per complessivi 10 km di intervento.

Come i progetti precedenti si prevede inoltre l'integrazione del fabbisogno idrico non soddisfatto nell'anno idrologico scarso tramite l'utilizzo di risorse idriche sotterranee prelevate mediante gli attuali campi pozzo ed immesse nei canali.

3.10.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

Come l'IR09 anche l'intervento IR10 non soddisfa gli obiettivi del progetto. Non è infatti particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno in quanto l'area adibita alla realizzazione degli invasi non permette molte ulteriori possibilità di incrementare il volume accumulato. Inoltre non prevede la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione, che consentirebbero un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica.

L'intervento contribuisce in parte a mitigare il rischio idraulico per la piana del Fucino, poiché gli invasi potrebbero intercettare una parte delle acque che contribuiscono agli allagamenti della piana.

Non consente neppure il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, che potrebbe portare ad un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

L'intervento, presenta inoltre alcune debolezze dal punto di vista degli impatti sociali, sia per il grosso disturbo in fase di cantiere che per le ingenti superfici da espropriare in zone di possibile sviluppo produttivo.

Nel complesso tale soluzione presenta una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali molto bassa.

3.11 IR11 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri

3.11.1 Descrizione dell'intervento

Questa ipotesi di intervento prevede di combinare i benefici del progetto IR04 e dell'IR02.

In questo intervento si prevede l'adozione di una vasca di accumulo e laminazione nella zona Sud del Collettore Centrale del Bacinetto presso l'impianto di sollevamento di Borgo Ottomila (Quota circa 650 m s.l.m.) tale da permettere l'accumulo di 5.300.000 m³ d'acqua occupando una superficie topografica di circa 900.000 m². L'intervento prevede anche la realizzazione di un'opera di captazione sul fiume Giovenco sempre presso Borgo Ottomila e la sistemazione ed adeguamento di 1 km di canali esistenti.

Tale soluzione potrebbe permettere tramite la realizzazione di un bacino di invaso di capacità maggiori, la laminazione delle portate di piene del fiume Giovenco. Questo invaso potrebbe infatti funzionare da cassa di espansione per le piene del fiume Giovenco. A tale scopo il bacino deve avere una capacità superiore a quella necessaria per l'accumulo delle risorse a scopo irriguo in quanto potrebbe verificarsi l'eventualità di avere, durante un evento di piena, il bacino in condizione piena.

Un ulteriore serbatoio di accumulo sarà realizzato nella Conca di Tristeri. Nella Conca di Tristeri è infatti possibile

immagazzinare 5.000.000 m³ d'acqua durante il periodo invernale più sfavorevole (10.300.000 m³ - 5.300.000 m³ del bacino nel Bacinetto). Tale valore di accumulo non prevede la realizzazione di alcuno sbarramento nella Conca di Tristeri poiché è contenuto naturalmente nel bacino. È prevista quindi la sola realizzazione delle opere di impermeabilizzazione.

Al fine di permettere il trasferimento della portata accumulata nel bacino posto nel Bacinetto sino all'invaso nella conca di Tristeri occorrerà realizzare un sistema di pompaggio mediante una centrale di sollevamento posta ai margini del lago nel Bacinetto.

Questo intervento permette lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra il bacino di Tristeri ed il lago nel Bacinetto di 270 m realizzando una condotta forzata di lunghezza 9 km e DN 2400 mm.

Si considera inoltre di realizzare un sistema di ripompaggio il quale permette di trasferire una portata massima di 10 m³/s per 7 ore al giorno in pompaggio e 7 in turbinando.

Il progetto prevede anche la realizzazione di una condotta di adduzione lunga 2,6 km e di DN 1500 mm per immettere le risorse idriche accumulate in Tristeri nella rete irrigua tra Ortucchio e Trasacco.

Il fabbisogno irriguo eventualmente non soddisfatto nell'anno di crisi dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

3.11.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento proposto soddisfa completamente gli obiettivi del progetto. Esso prevede la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione a goccia o a pioggia, i quali consentono un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. È particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno in quanto l'area adibita alla realizzazione degli invasi sia nel Bacinetto che a Tristeri permette ulteriori possibilità di incrementare il volume accumulato.

L'intervento inoltre contribuisce in parte a mitigare il rischio idraulico per la piana del Fucino, poiché l'invaso del Bacinetto riesce ad intercettare una parte delle acque che contribuiscono agli allagamenti della piana.

Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli. La qualità dell'acqua distribuita infatti migliora rispetto la situazione attuale ma non di molto rispetto ad altri interventi.

L'intervento, presenta però alcune debolezze dal punto di vista degli impatti ambientali, poiché interessa aree protette. Altera in piccola parte l'ambiente fluviale in quanto il punto di prelievo è collocato nella zona centrale della piana. Si fa notare che, in questo intervento, come negli altri, il deflusso minimo vitale del corso d'acqua viene comunque sempre garantito: questo significa che le acque del Giovenco e degli altri fiumi non verrebbero MAI captate in toto, ma verrebbe rilasciata dall'opera di presa, una portata tale da garantire le funzionalità minima del sistema fluviale a valle.

Un altro punto di debolezza è dovuto agli impatti sociali in quanto si occupano superfici agricole all'interno del Bacinetto.

L'intervento ipotizzato, presenta una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali eccellente.

3.12 Proposta intervento dei Comuni di Luco dei Marsi, Trasacco, , Villavallelonga, Collelongo, Ortucchio, Lecce nei Marsi e Gioia dei Marsi

In data 28 gennaio 2014, Prot. N°0000814 il Sindaco del Comune di Trasacco ha inviato all'Autorità di Bacino Liri, Garigliano e Volturno una comunicazione avente come oggetto "Proposta di invaso in quota ad Amplero e

irrigazione di Fucino e dei terreni fuori Fucino nei Comuni di Luco dei Marsi, Trasacco, Villavallelonga, Collelongo, Ortucchio, Lecce nei Marsi e Gioia dei Marsi.

Il documento riporta in premessa che

- Beta Studio sta redigendo gli studi preliminari per la progettazione in oggetto;
- più Comuni hanno provveduto, di recente, ad inviare documentazione inerente la pianificazione;
- i comuni citati hanno il territorio in parte ricompreso o hanno cittadini proprietari di terreni nella piana del Fucino oltre a importanti superfici fuori e vicine all'ex alveo

considera inoltre che:

- le opere da progettare debbono evitare le alluvioni e creare la dotazione di acqua sufficiente per un moderno e vantaggioso sistema di irrigazione;
- lo sviluppo agricolo dell'intera zona può e deve riguardare, in chiave strategica, i terreni pianeggianti pedemontani ricadenti nei Comuni sopra riportati in virtù della vocazione agricola che li ha da sempre contraddistinti, nonostante la carenza della risorsa idrica.

In virtù di quanto sopra esposto i Comuni sopraccitati chiedono di:

- di prevedere, nella soluzione che si andrà a definire, l'irrigazione dei terreni fuori Fucino necessaria al loro sviluppo agricolo;
- di considerare la presente richiesta fra le priorità d'intervento.

I Comuni hanno allegato al documento una articolata proposta progettuale che prevede:

- il riutilizzo delle acque reflue per scopi irrigui;
- la realizzazione di invasi di accumulo ad Amplero e Arciprete;
- la realizzazione di una rete in pressione;
- l'estensione dei comprensori irrigui per circa 67 km². I nuovi comprensori ricadono nella zona sud ricadente nella Vallelonga (Luco dei Marsi, Trasacco, Collelongo e Villavallelonga) per circa 21km²; quella di sud-est (Ortucchio, Lecce nei Marsi, Gioia dei Marsi,) per circa 10km² e la parte più a Nord ed Est (Celano, Aielli, Cerchio, Collarmeale, Pescina e S. Benedetto dei Marsi) compresa tra la collina e la Statale Tiburtina superando il tracciato della autostrada A25, per circa 36 km².

Parte delle soluzioni suggerite sono già comprese nelle proposte sopra esposte che non prevedono, tuttavia, l'estensione delle superfici irrigabili e il conseguente aumento della dotazione irrigua. Tali valutazioni saranno realizzate in sede di concertazione con i diversi Enti competenti (Regione Abruzzo, Autorità di Bacino e Consorzio di Bonifica in primis) al fine di valutare la fattibilità dell'intervento.

4. Calcolo degli indicatori per gli interventi irrigui

Di seguito vengono riportati i risultati del calcolo degli indicatori dell'analisi a multicriteri descritta nell'Elaborato 3.4.1 "Proposte d'intervento – Relazione metodologica dell'analisi multicriterio" per quanto riguarda gli interventi nel settore irriguo .

4.1 Soddisfacimento del fabbisogno irriguo – Sf

Questo indicatore è espresso dalla funzione $Sf = V_{so}/V_{se} + k_{as}$ adimensionale. È relativo al raggiungimento dell'obiettivo 2 (Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica). Viene calcolato come il rapporto tra il fabbisogno idrico (volume d'acqua V_{so}) soddisfatto con l'intervento rispetto a quello da soddisfare (V_{se}) aggiungendo un coefficiente da 0 a 1 che tiene conto dell'adattabilità ai cambiamenti climatici (0 = non adattabile, 1 = adattabile).

I valori del coefficiente "kas" sono riportati in Tabella 4.1.

Tabella 4.1 – Valori del coefficiente "kas" per ogni singola proposta progettuale

Codice intervento	Valore del coefficiente "kas"
IR01	0
IR02	0,5
IR03	1
IR04	0,1
IR05	1
IR06	1
IR07	0,7
IR08	0,3
IR09	0,5
IR10	0,5
IR11	1

Più l'indicatore è grande più efficace è l'intervento.

Tutti gli interventi permettono di soddisfare il fabbisogno irriguo nelle condizioni di progetto mentre solo alcuni progetti sono adattabili, per mezzo di semplici opere, ai possibili cambiamenti climatici e flessibili alle future richieste di incremento di fabbisogno.

Gli interventi maggiormente flessibili e adattabili ai cambiamenti climatici presentano un punteggio più alto rispetto agli altri (Figura 4.1).

4.2 Qualità dell'acqua distribuita – Q

È un indicatore relativo al raggiungimento dell'obiettivo 2 (Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica). Dipende dalla qualità dell'acqua che viene distribuita a fini irrigui valutata in base al livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori (100-OD, BOD5, COD, NH4, NO3, Fosforo totale, Escherichia coli).

È definito attraverso un giudizio: se la qualità non varia $Q=5$, se peggiora $0 < Q < 5$, se migliora $5 < Q < 10$ (Figura 4.2).

La valutazione della qualità dell'acqua è stata fatta confrontando l'indicato LIM del punto di prelievo dell'acqua rispetto al LIM medio della Piana nelle condizioni attuali generalmente pari a 5. Più il prelievo avviene a monte della piana più la qualità dell'acqua distribuita presenta caratteristiche migliori.

Sf - Soddiscimento del fabbisogno irriguo

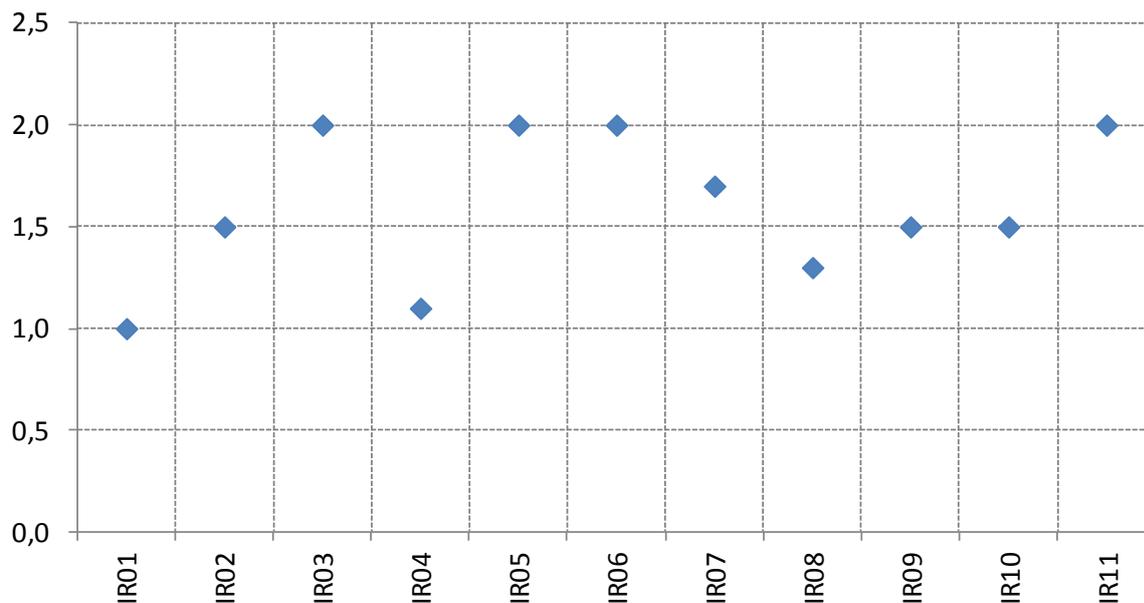


Figura 4.1 – Risultato dell' indicatore Sf (Soddiscimento del fabbisogno irriguo) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

Q - Qualità dell'acqua distribuita

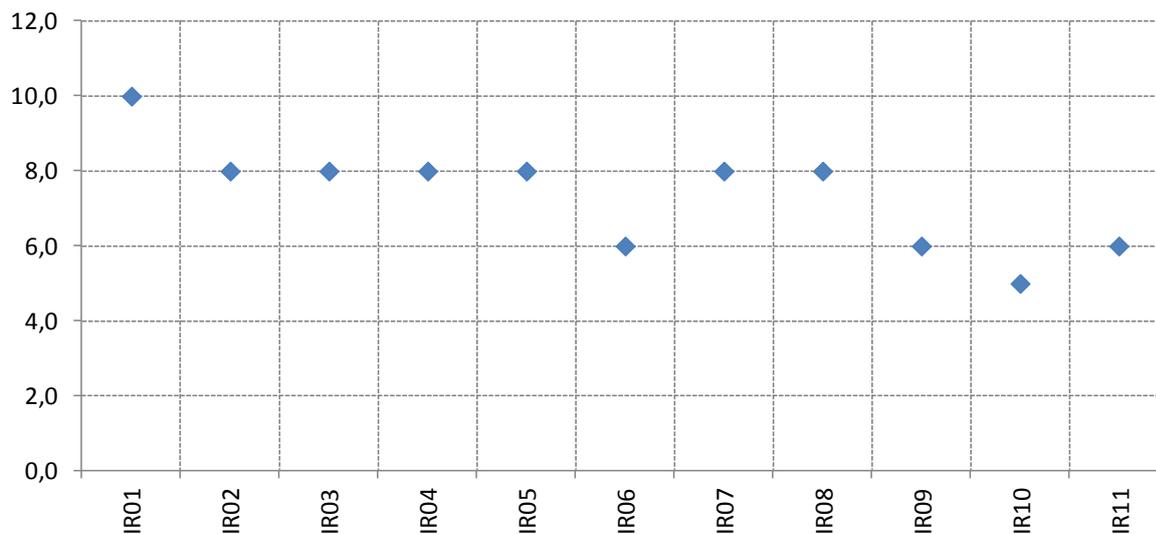


Figura 4.2 – Risultato dell' indicatore Q (Qualità dell'acqua distribuita) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione pioggia e a goccia).

4.3 Miglioramento delle pratiche agricole – Pa

È un indicatore relativo al raggiungimento dell'obiettivo 2 (Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica). Tiene in considerazione l'introduzione di tecniche e pratiche agricole migliorative sia in termini di efficienza che di efficacia di irrigazione (metodo di adacquamento, tipologia di trasporto e consegna ecc...).

È definito attraverso un giudizio: se le pratiche non variano $Q=5$, se peggiorano $0 < Q < 5$, se migliorano $5 < Q < 10$.

Si è considerato che le pratiche agricole migliorino se si utilizzano reti e impianti di adduzione e distribuzione della risorsa idrica. Quindi solo l'intervento IR10, che non prevede alcun miglioramento della rete di distribuzione ha un punteggio relativamente più basso rispetto agli altri (Figura 4.3).

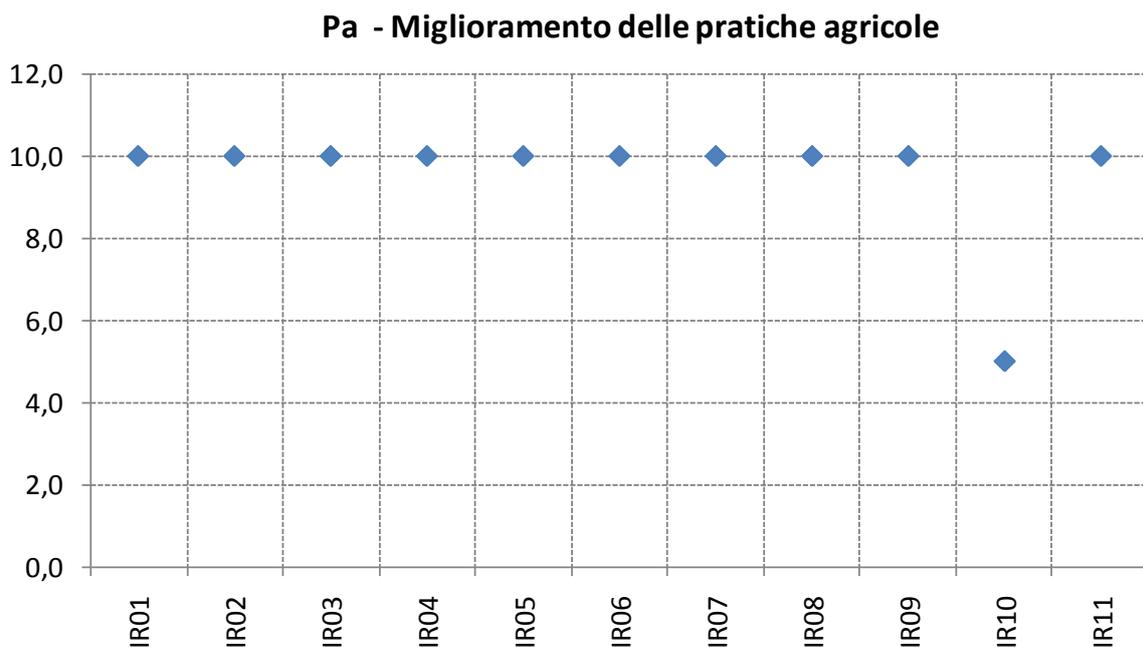


Figura 4.3 – Risultato dell’ indicatore Pa (Miglioramento delle pratiche agricole) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia)

4.4 Prelievo da falda acquifera – Pf

Questo indicatore è espresso dalla funzione $Pf = Vep/Vea$. È un indicatore relativo al raggiungimento dell’obiettivo legato all’uso efficace e sostenibile della risorsa idrica. Questo indicatore è inoltre relativo all’impatto ambientale sulle risorse idriche sotterranee. È dato dal rapporto tra il volume d’acqua emunto presunto (Vep) a seguito dell’intervento rispetto al volume d’acqua attualmente emunto (Vea) da falda idrica su base annua.

Più l'indicatore è piccolo più efficace è l'intervento (Figura 4.4. e Figura 4.5).

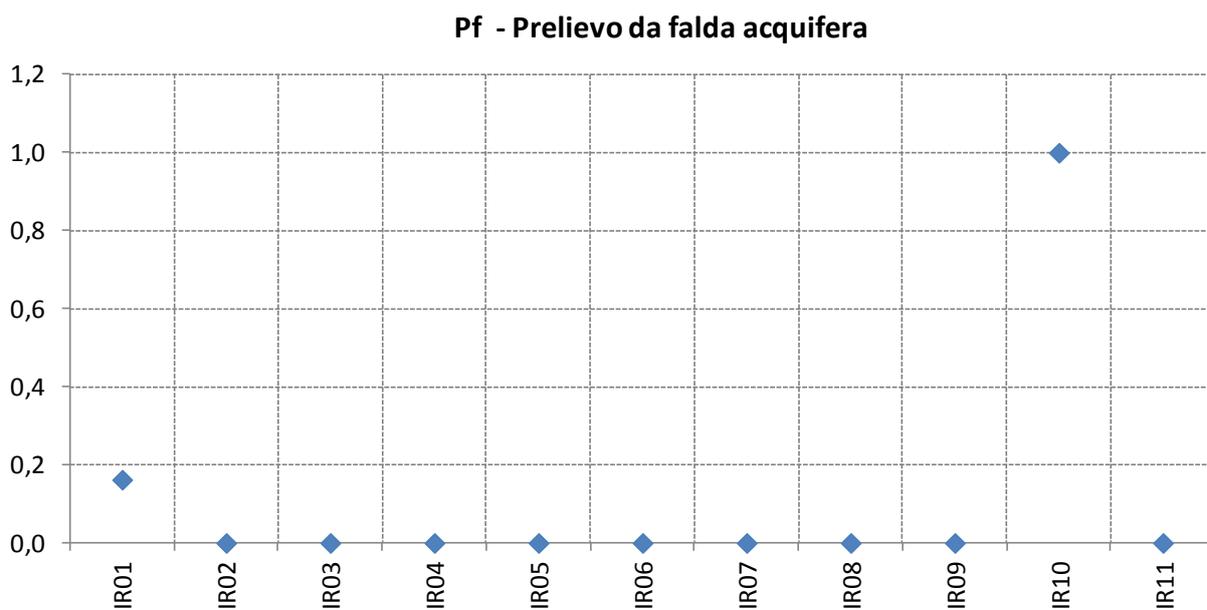


Figura 4.4 – Risultato dell’ indicatore Pf (Prelievo da falda acquifera) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).

Pf - Prelievo da falda acquifera

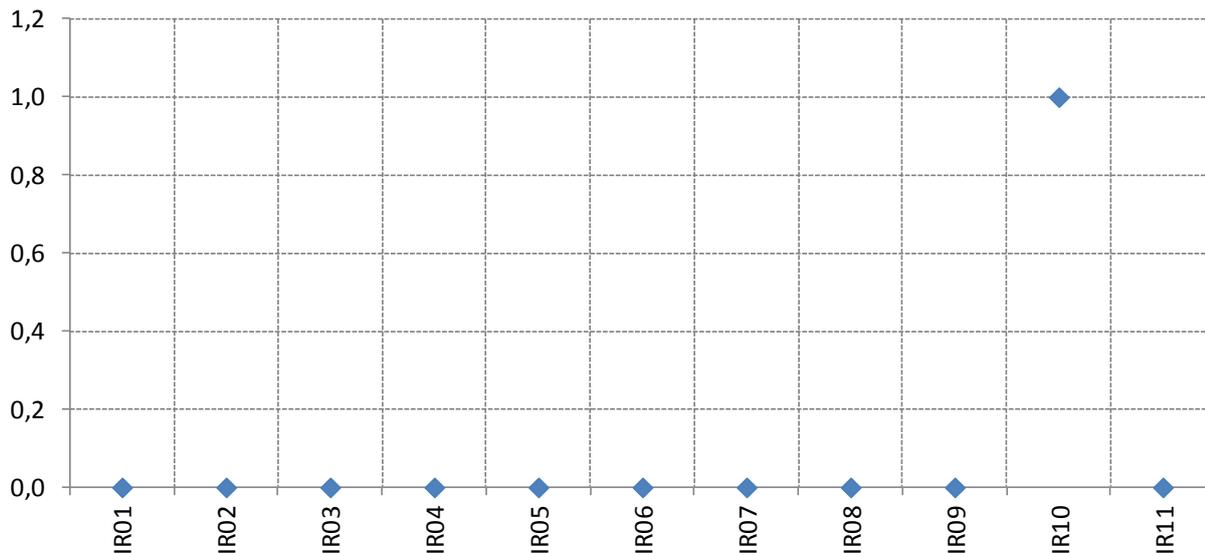


Figura 4.5 – Risultato dell' indicatore Pf (Prelievo da falda acquifera) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

È possibile notare come l'intervento IR10, il quale non prevede la rete di distribuzione, ha sempre necessità di prelevare da falda nell'anno idrologico medio (AM). Gli altri interventi, tranne l'IR01, invece non necessitano di utilizzare risorse sotterranee nell'AM. L'IR01 nel caso di irrigazione a pioggia prevede di usare risorse di falda in quanto il punto di prelievo è sul fiume Giovenco a Ortona (parta alta del bacino) e quindi la disponibilità di risorse idriche superficiali è inferiore.

4.5 Tempo di realizzazione funzionale – T

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $T = \max(Ta/ks)$ [mesi]) considera il tempo di realizzazione dell'intervento e la possibilità che esso venga realizzato per stralci. Il massimo del tempo di ogni azione è diviso per il numero di stralci funzionali.

Più l'indicatore è grande meno efficiente è l'intervento.

Per la valutazione dei tempi di esecuzione di ogni azione si è considerato il tempo esecutivo delle opere ricavato dall'analisi dei costi riportata nei prezziari regionali o in base a considerazioni su lavori realizzati.

Di seguito si riportano i tempi considerati riferiti ad ogni squadra impegnata nell'esecuzione dell'opera:

- esecuzione di scavi: 450 m³/giorno;
- realizzazione di rilevati: 160 m³/giorno;
- realizzazione o sistemazione di canali: 10 m/giorno;
- posa di condotte interrate: 50 m/giorno;
- opere di impermeabilizzazione: 480 m²/giorno;
- realizzazione di elettrodotti aerei incluse le opere di connessione: 20 m/giorno.

Per stralcio funzionale si intende il numero di lotti con cui può essere realizzata un'opera mantenendo la funzionalità del lotto di opera.

Per esempio la realizzazione della rete di distribuzione irrigua può essere suddivisa in 5 lotti funzionanti indipendenti mentre la realizzazione della diga sul fiume Giovenco comporta l'intera esecuzione dell'opera affinché possa essere funzionale. La rete di distribuzione è quindi un'opera ingente il cui tempo di realizzazione

complessivo è stimabile in circa 5 anni, essendo però suddivisibile in 5 stralci funzionali il suo tempo di realizzazione funzionale risulta di 12 mesi. La costruzione della diga sul Giovengo ad Ortona invece richiede 3 anni di lavoro ma essendo realizzabile in un unico stralcio il suo tempo funzionale risulta di 36 mesi.

Sempre a titolo d'esempio l'impermeabilizzazione della conca di Amplero e le opere connesse richiedono 4 anni di lavoro, il suo tempo funzionale risulta di 48 mesi in quanto lo stralcio realizzativo è unico. Le stesse opere nella Conca di Tristeri richiedono invece circa 2 anni di lavoro essendo che rispetto ad Amplero a parità di volume occorre impermeabilizzare la metà della superficie.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 4.6.

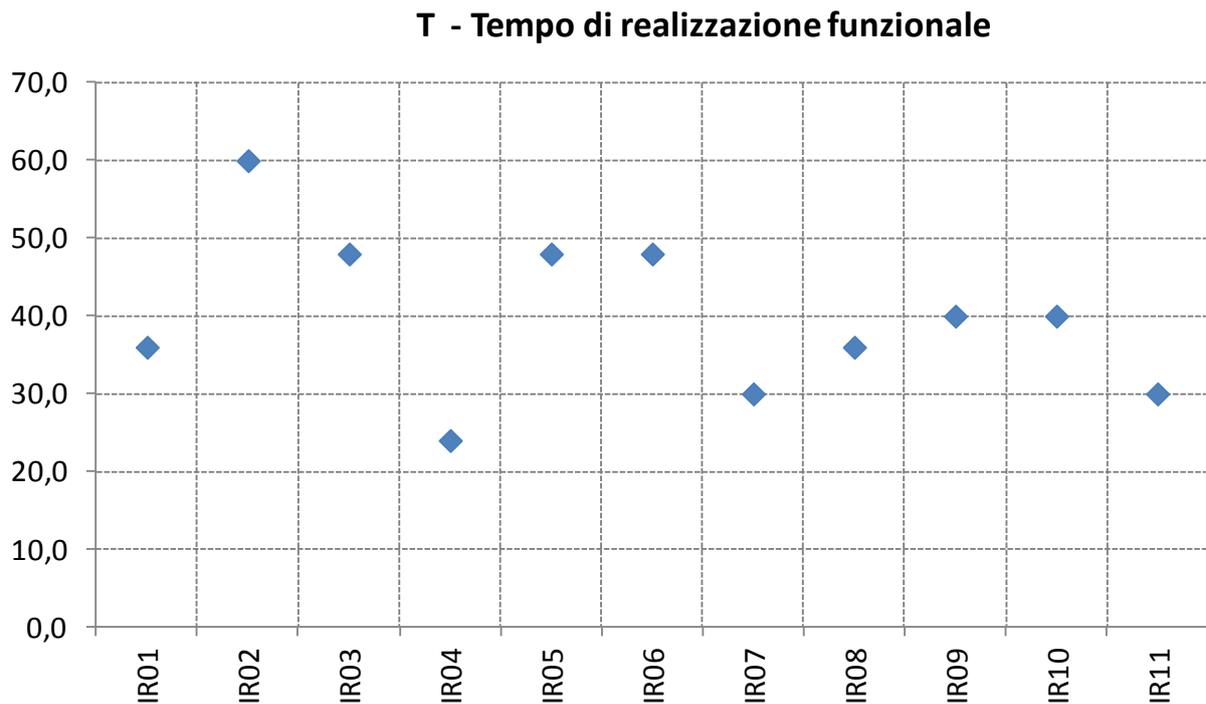


Figura 4.6 – Risultato dell' indicatore T (Tempo di realizzazione funzionale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

È possibile notare come l'intervento che richiede il maggior tempo funzionale sia l'IR02 in quanto lo scavo per la realizzazione del bacino a San Benedetto e la relativa movimentazione dei materiali richiede circa 5 anni di lavoro e deve essere realizzato in un unico stralcio.

4.6 Costo iniziale e difficoltà di finanziamento – C

Il costo di investimento di ogni stralcio è dato dall' espressione $C = \max(C_a/k_s)$ [€].

Si tratta di un indicatore economico collegato sia al costo iniziale sia alla possibilità di realizzare l'intervento per stralci e quindi alla finanziabilità delle opere. Viene calcolato dividendo il massimo dei costi delle azioni per un coefficiente che considera il numero di stralci dell'intervento (e quindi la semplificazione di finanziamento).

Più l'indicatore è grande meno possibilità ci sono che l'intervento sia realizzabile.

La metodologia di definizione dei costi è descritta nell'Elaborato 3.4.1 "Proposte di intervento – Relazione metodologica dell'analisi multicriterio".

I costi iniziali sono quelli da sostenere per la realizzazione di tutte le opere previste dagli interventi e possono essere raccolti nelle azioni principali riportate in Tabella 4.II.

Tabella 4.II – Elenco delle principali opere/azioni che compongono gli interventi di cui sono stati calcolati i costi

Opere di presa
Dighe/Rilevati
Posa di condotte di derivazione, collegamento e restituzione
Canali di derivazione e scarico (compreso il risezionamento)
Bacini di accumulo
Centrali elettriche (pompaggio e/o idroelettrica)
Nuove linee elettriche
Rete di distribuzione irrigua

Ai costi di realizzazione delle opere occorre aggiungere:

- i costi degli espropri, calcolati per i bacini di accumulo e di appoggio secondo la metodologia descritta nell'Elaborato 3.4.1 *"Proposte di intervento – Relazione metodologica dell'analisi multicriterio"*;
- i costi per le servitù e delle vie di accesso delle altre opere calcolati nella misura del 3% dell'importo lavori e forniture;
- le spese tecniche nella misura del 10 % e le spese per imprevisti per un ammontare del 5% rispetto all'importo lavori.

In Tabella 4.III e Tabella 4.IV sono riportate le caratteristiche generali ed i costi per ogni opera che compone gli interventi, nel caso di rete di irrigazione a pioggia (P1) o a goccia (P2).

Tabella 4.III – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Pioggia (P1)

Informazioni generali			Condotte e canali										
Codice interno	Codice precedente studio	Titolo del progetto	Volume da accumulare nel periodo invernale (Mm ³)	Fabbisogno da falda acquifera (Mm ³)	Volume da riutilizzo dei reflui (Mm ³)	Salto lordo (m)	Lunghezza delle condotte in acciaio (km)				Galleria [km]	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali [M€]
							DN 2400	DN 1500	DN 1200	DN 1000			
IR01	IR50	Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina	7,50	2,27	3,25	0,00	0,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	7,77
IR02	IR51_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59
IR03	IR52	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Amplerò	10,30	0,00	3,25	140,00	10,00	2,50	5,50	0,00	1,00	0,00	29,62
IR04	IR54	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	10,30	0,00	3,25	240,00	1,30	2,00	5,50	0,00	0,30	0,00	8,47
IR05	IR54_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplerò	10,30	0,00	3,25	140,00	4,00	2,00	5,50	0,00	3,00	0,00	21,12
IR06	IR56	Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,20

Informazioni generali			Condotte e canali										
Codice interno	Codice precedente	Titolo del progetto	Volume da accumulare nel periodo invernale (Mm ³)	Fabbisogno da falda acquifera	Volume da riutilizzo dei reflui	Salto lordo	Lunghezza delle condotte in acciaio (km)			Galleria [km]	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali	
IR07	IR58	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	10,30	0,00	3,25	230,00	1,30	3,80	0,30	0,00	0,30	0,00	6,80
IR08	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilita di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	1,00	5,50	0,00	0,00	0,00	4,09
IR09	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti.	22,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	6,41
IR10	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti - con immissione delle risorse idriche nei canali	37,58	14,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	16,02
IR11	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto e di un invaso nella Conca di Tristeri	10,30	0,00	3,25	230,00	9,00	2,60	0,00	0,00	0,30	1,00	24,08

Cod. intervento	Bacini naturali o invasi realizzati con dighe							Opera di presa				Bacini scavati			
	Volume (Mm ³)	Caratteristiche					Costo totale bacini e dighe [M€]	Altezza opera (m)	Quota di scarico (m)	Larghezza (m)	Costo dell'opera di presa [M€]	Volume (Mm ³)	Profondità (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)	Costo dei bacini scavati [M€]
		Tipo	Altezza sbarramento (m)	Quota di scarico (m)	Lunghezza del parapetto (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)									
IR01	7,50	Diga in Calcestruzzo	35,00	900,00	200,00	0,62	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IR02	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	755,00	40,00	0,19	10,30	8,00	1,30	42,75
IR03	9,50	Bacino naturale	0,00	826,00	0,00	1,00	27,50	5,00	755,00	40,00	0,19	0,80	8,00	0,10	3,60
IR04	9,50	Diga in Calcestruzzo	12,00	917,00	0,00	0,50	20,32	5,00	755,00	40,00	0,19	0,80	8,00	0,10	3,60
IR05	9,50	Bacino naturale	0,00	826,00	0,00	1,00	27,50	5,00	755,00	40,00	0,19	0,80	8,00	0,10	3,60
IR06	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	650,00	40,00	0,19	10,30	6,00	1,72	42,75
IR07	5,00	Bacino naturale	0,00	917,00	0,00	0,40	11,00	5,00	690,00	40,00	0,19	5,30	8,00	0,66	22,79
IR08	10,30	Diga in Materiali sciolti	22,00	660,00	1200,00	0,70	38,50	5,00	755,00	40,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
IR09	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,46	4,50	4,99	101,05
IR10	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,46	4,50	4,99	101,05
IR11	5,00	Bacino naturale	0,00	917,00	0,00	0,40	11,00	5,00	700,00	40,00	0,19	5,30	6,00	0,90	22,79

Cod. intervento	Impianti energetici				Linee elettriche				Espropri e servitù	Rete irrigua - distribuzione a PIOGGIA	Costo totale iniziale [M€]
	Centrali di pompaggio		Centrali di sollevamento in rete		Alta Tensione - AT		Media Tensione - MT				
	Potenza (MW)	Costo [M€]	Potenza (MW)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]			
IR01	0,00	0,00	0,10	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	54,18	106,68
IR02	0,00	0,00	1,10	0,77	0,00	0,00	1,00	0,05	6,13	54,18	126,97
IR03	10,92	8,65	0,10	0,07	10,00	2,50	0,00	0,00	0,95	54,18	155,70
IR04	20,05	14,16	0,10	0,07	17,00	4,25	0,00	0,00	0,32	54,18	129,38
IR05	11,40	8,94	0,10	0,07	17,00	4,25	0,00	0,00	0,78	54,18	147,53
IR06	0,00	0,00	2,50	1,75	0,00	0,00	1,00	0,05	8,90	54,18	132,96
IR07	19,21	13,67	1,10	0,77	17,00	4,25	4,00	0,20	3,22	54,18	142,35
IR08	0,00	0,00	1,10	0,77	0,00	0,00	4,00	0,20	1,68	54,18	120,79
IR09	0,00	0,00	2,50	3,50	0,00	0,00	10,00	0,50	35,10	54,18	234,43
IR10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,10	0,00	174,20
IR11	22,64	15,68	0,10	0,07	12,00	3,00	0,00	0,00	5,62	54,18	166,01

Tabella 4.IV – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Goccia (P2)

Informazioni generali			Condotte e canali										
Codice interno	Codice precedente studio	Titolo del progetto	Volume da accumulare nel periodo invernale (Mm ³)	Fabbisogno da falda acquifera (Mm ³)	Volume da riutilizzo dei reflui (Mm ³)	Salto lordo (m)	Lunghezza delle condotte in acciaio (km)				Galleria [km]	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali [M€]
							DN 2400	DN 1500	DN 1200	DN 1000			
IR01	IR50	Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina	7,50	0,00	3,25	0,00	0,00	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	7,77
IR02	IR51_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59
IR03	IR52	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Amplero	10,30	0,00	3,25	140,00	10,00	2,50	5,50	0,00	1,00	0,00	29,62
IR04	IR54	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	10,30	0,00	3,25	240,00	1,30	2,00	5,50	0,00	0,30	0,00	8,47
IR05	IR54_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplero	10,30	0,00	3,25	140,00	4,00	2,00	5,50	0,00	3,00	0,00	21,12
IR06	IR56	Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	3,20

Informazioni generali			Condotte e canali										
Codice interno	Codice precedente studio	Titolo del progetto	Volume da accumulare nel periodo invernale (Mm ³)	Fabbisogno da falda acquifera (Mm ³)	Volume da riutilizzo dei reflui (Mm ³)	Salto lordo (m)	Lunghezza delle condotte in acciaio (km)				Galleria [km]	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali [M€]
							DN 2400	DN 1500	DN 1200	DN 1000			
IR07	IR58	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	10,30	0,00	3,25	230,00	1,30	3,80	0,30	0,00	0,30	0,00	6,80
IR08	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	1,00	5,50	0,00	0,00	0,00	4,09
IR09	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti.	19,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	6,41
IR10	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti - con immissione delle risorse idriche nei canali	37,58	14,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	16,02
IR11	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto e di un invaso nella Conca di Tristeri	10,30	0,00	3,25	230,00	9,00	2,60	0,00	0,00	0,30	1,00	24,08

Cod. intervento	Bacini naturali o invasi realizzati con dighe							Opera di presa				Bacini scavati			
	Volume (Mm ³)	Tipo	Caratteristiche				Costo totale bacini e dighe [M€]	Altezza opera (m)	Quota di scarico (m)	Larghezza (m)	Costo dell'opera di presa [M€]	Volume (Mm ³)	Profondità (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)	Costo dei bacini scavati [M€]
			Altezza sbarramento (m)	Quota di scarico (m)	Lunghezza del parapetto (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)									
IR01	7,50	Diga in Calcestruzzo	35,00	900,00	200,00	0,62	23,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IR02	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	755,00	40,00	0,19	10,30	8,00	1,30	42,75
IR03	9,50	Bacino naturale	0,00	826,00	0,00	1,00	27,50	5,00	755,00	40,00	0,19	0,80	8,00	0,10	3,60
IR04	9,50	Diga in Calcestruzzo	12,00	917,00	0,00	0,50	20,32	5,00	755,00	40,00	0,19	0,80	8,00	0,10	3,60
IR05	9,50	Bacino naturale	0,00	826,00	0,00	1,00	27,50	5,00	755,00	40,00	0,19	0,80	8,00	0,10	3,60
IR06	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	650,00	40,00	0,19	10,30	6,00	1,72	42,75
IR07	5,00	Bacino naturale	0,00	917,00	0,00	0,40	11,00	5,00	690,00	40,00	0,19	5,30	8,00	0,66	22,79
IR08	10,30	Diga in Materiali sciolti	22,00	660,00	1200,00	0,70	38,50	5,00	755,00	40,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
IR09	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,96	4,50	4,44	89,82
IR10	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,96	4,50	4,44	89,82
IR11	5,00	Bacino naturale	0,00	917,00	0,00	0,40	11,00	5,00	700,00	40,00	0,19	5,30	6,00	0,90	22,79

Cod. intervento	Impianti energetici				Linee elettriche				Espropri e servitù	Rete irrigua - distribuzione a PIOGGIA	Costo totale iniziale
	Centrali di pompaggio		Centrali di sollevamento in rete		Alta Tensione - AT		Media Tensione - MT				
	Potenza (MW)	Costo [M€]	Potenza (MW)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]			
IR01	0,00	0,00	0,10	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	2,63	49,09	100,36
IR02	0,00	0,00	1,10	0,77	0,00	0,00	1,00	0,05	6,13	49,09	120,66
IR03	10,92	8,65	0,10	0,07	10,00	2,50	0,00	0,00	0,95	49,09	149,39
IR04	20,05	14,16	0,10	0,07	17,00	4,25	0,00	0,00	0,32	49,09	123,07
IR05	11,40	8,94	0,10	0,07	17,00	4,25	0,00	0,00	0,78	49,09	141,22
IR06	0,00	0,00	2,50	1,75	0,00	0,00	1,00	0,05	8,90	49,09	126,65
IR07	19,21	13,67	1,10	0,77	17,00	4,25	4,00	0,20	3,22	49,09	136,04
IR08	0,00	0,00	1,10	0,77	0,00	0,00	4,00	0,20	1,68	49,09	114,48
IR09	0,00	0,00	2,50	3,50	0,00	0,00	10,00	0,50	35,10	49,09	214,87
IR10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,10	0,00	160,95
IR11	22,64	15,68	0,10	0,07	12,00	3,00	0,00	0,00	5,62	49,09	159,70

Come descritto per l'indicatore del Tempo funzionale (T), anche per questo indicatore si considera lo stralcio funzionale dato dal numero di lotti con cui può essere realizzata un'opera mantenendo la funzionalità del lotto di opera.

Per esempio la realizzazione della rete di distribuzione irrigua può essere suddivisa in 5 lotti funzionanti indipendentemente mentre la realizzazione della diga sul fiume Giovenco comporta l'intera esecuzione dell'opera affinché possa essere funzionale. La realizzazione della rete irrigua ha nel complesso un costo di 54,18 M€ (rete a pioggia) mentre il suo costo funzionale risulta di 10,84 M€. Il costo di realizzazione della diga sul Giovenco è invece di 23 M€ che coincide col costo iniziale degli stralci (C).

I risultati del calcolo di tale indicatore C sono riportati in Figura 4.7 (irrigazione a Pioggia) e Figura 4.8 (irrigazione a goccia).

C - Costo iniziale degli stralci

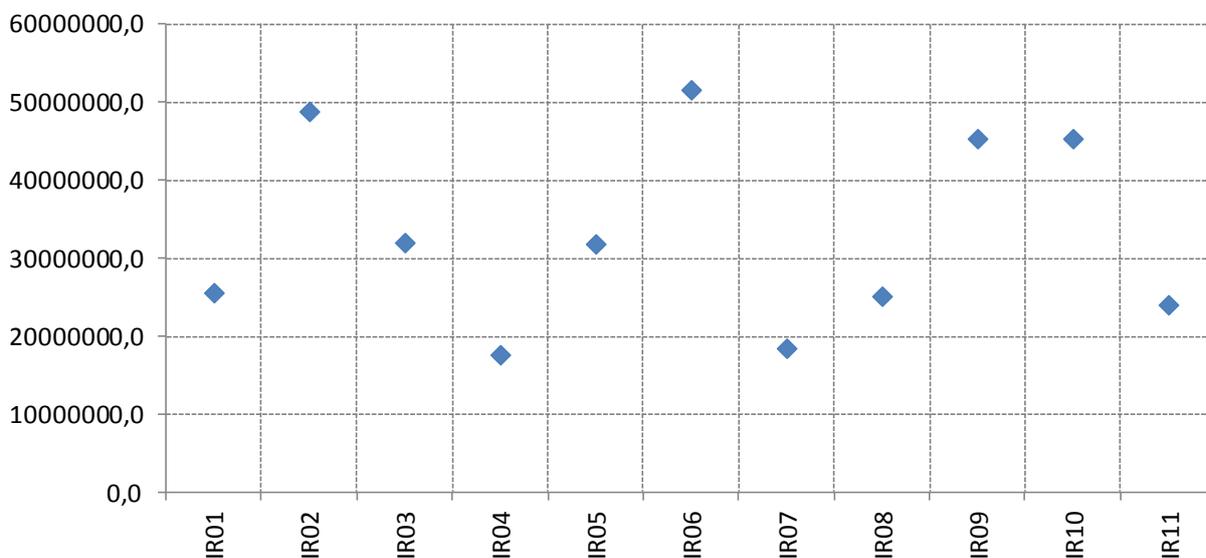


Figura 4.7 – Risultato dell' indicatore C (Costo iniziale) nel caso di progetto P1 (irrigazione a Pioggia).

C - Costo iniziale degli stralci

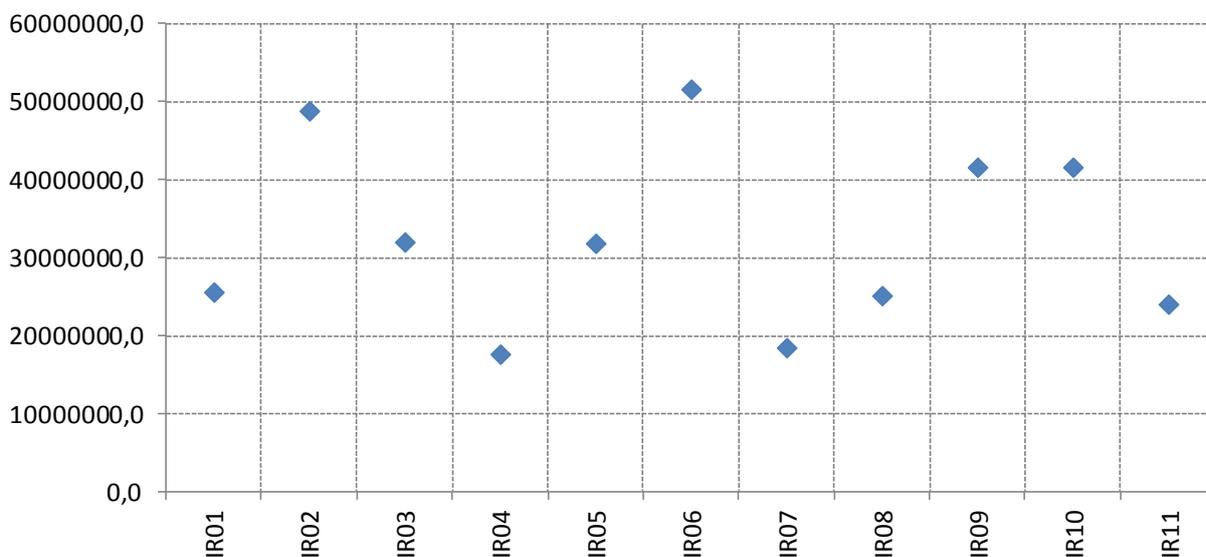


Figura 4.8 – Risultato dell' indicatore C (Costo iniziale) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

Gli interventi che presentano i costi maggiori sono quelli legati alla realizzazione di bacini di accumulo artificiali (Bacinetto, San Benedetto) in quanto oltre ai costi di realizzazione ci sono anche importanti costi per gli espropri. Inoltre questi interventi di tipo concentrato necessitano la realizzazione completa dell'opera di accumulo ai fini della funzionalità dell'intervento.

4.7 Redditività - Valore Attuale Netto in 50 anni – VAN

Il vantaggio economico, se presente, associato alla realizzazione dell'intervento è quantificato mediante l'indicatore corrispondente alla Redditività o Valore Attuale Netto

$$(VAN = \sum (RE - GM) * (((1+r)^n - 1) / (r * (1+r)^n)) - \sum Ci \text{ [€]})$$

Per le caratteristiche degli interventi, il cui scopo non è di natura prettamente economica, non si tratta di un effettivo vantaggio economico bensì di un costo attualizzato. L'indicatore è calcolato come somma algebrica attualizzata fra il beneficio lordo annuale (riduzione dei costi relativi all'energia elettrica, beneficio in relazione alla mancata produzione agricola) e tutti gli oneri annuali per gestione, manutenzione e l'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento.

Più l'indicatore è grande più l'intervento è economicamente conveniente.

Per eseguire la valutazione economica si sono calcolati i flussi di cassa annui per ogni ipotesi di intervento considerando i costi ed i benefici aggiunti da tali interventi ed i benefici dovuti ai minori costi rilevati rispetto alla condizione attuale. Le analisi sono state eseguite assumendo ovviamente delle condizioni al contorno uguali per tutti i progetti che corrispondono al fabbisogno calcolato per lo stato futuro e allo scenario idrologico relativo all'anno medio.

La metodologia di definizione dei costi e benefici economici è descritta nell'Elaborato 3.4.1 "Proposte di intervento – Relazione metodologica dell'analisi multicriterio".

Costi annui:

Per quanto riguarda i costi annui si sono considerati:

- i costi di gestione e manutenzione;
- il costo dell'energia elettrica pompata dal sistema di ripompaggio;
- il costo per il pompaggio delle risorse idriche accumulate nella rete di distribuzione;

In particolare i costi di manutenzione e gestione sono stati calcolati nella misura rispettivamente del 2 % e dell'1,5 % rispetto all'importo dei lavori e forniture. Tali costi di esercizio sono stati calcolati solo per le opere di accumulo, derivazione e per le opere energetiche. Si è considerato, infatti, che i costi di gestione e manutenzione della rete irrigua di progetto (adduzione, primaria e secondaria) siano paragonabili ai costi attualmente sostenuti dal gestore e dagli agricoltori per il mantenimento sia dei canali che delle condotte esistenti, sia dell'attuale sistema di irrigazione (prelievo dai canali per mezzo di motopompe azionate dai trattori).

Nelle valutazioni economiche del sistema di ripompaggio occorre considerare l'insieme delle spese energetiche necessarie per ripompare l'acqua nei serbatoi di accumulo (UE_p) e l'insieme dei ricavi dovuti al turbinamento della risorsa accumulata. Si è considerato un ciclo giornaliero, per tutti i giorni dell'anno, consistente in 7 ore di pompaggio e 7 ore di turbinamento.

Benefici economici annui:

I benefici annui considerati sono i seguenti:

- beneficio economico del sistema di ripompaggio;

- benefici economici per il prelievo da falde acquifere;
- beneficio rispetto all'attuale pompaggio da trattori;
- benefico rispetto alla mancata produzione agricola e alla qualità dei prodotti.

L'esecuzione dell'analisi economica e quindi il calcolo dell'indicatore è stata eseguita con la metodologia descritta nell'Elaborato 3.4.1 *"Proposte di intervento – Relazione metodologica dell'analisi multicriterio"*.

Nella Tabella 4.V (irrigazione a Pioggia) e Tabella 4.VI (irrigazione a Goccia) sono riportate le voci che caratterizzano l'analisi per gli interventi in oggetto. Il costo iniziale di investimento ed i flussi di cassa annuali permettono di definire l'indice di valutazione economica VAN (Valore Attuale Netto); per tale analisi è stato considerato, in via cautelativa, un tasso di sconto "r" pari al 3% mentre lo scenario su cui è stato valutato l'indice è di 50 anni.

In Figura 4.9 (irrigazione a Pioggia) e Figura 4.10 (irrigazione a Goccia) è riportato l'andamento del valore del VAN al variare degli anni per gli interventi considerati.

Tabella 4.V – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Codice	Costi di investimento iniziali (I ₀) [M€]	Costi annuali					Benefici annuali					Valore Attuale Netto (50 anni - 3%)
		Gestione (G) [M€/anno]	Manutenzione (M) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (U _{ep}) [M€/anno]	Pompaggio in rete alla pressione richiesta [M€/anno]	Totale costi annuali (U) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (R _{E_{ri}}) [M€/anno]	Pompaggio da acquiferi alla pressione richiesta [M€/anno]	Pompaggio per mezzo di motopompe azionate da trattori [M€/anno]	Mancata produzione [M€/anno]	Totale benefici annuali (R _E) [M€/anno]	
IR01	106,68	0,30	0,43	0,00	0,08	0,80	0,00	0,31	2,31	11,68	14,29	240,55
IR02	126,97	0,36	0,51	0,00	0,36	1,23	0,00	0,38	2,31	11,68	14,36	210,97
IR03	155,70	0,54	0,76	1,19	0,08	2,57	2,15	0,38	2,31	11,68	16,51	202,98
IR04	129,38	0,34	0,47	2,18	0,08	3,07	3,94	0,38	1,91	11,68	17,90	252,27
IR05	147,53	0,33	0,46	1,24	0,08	2,11	2,24	0,38	1,91	11,68	16,21	215,03
IR06	132,96	0,19	0,27	0,00	0,77	1,22	0,00	0,38	1,91	11,44	13,73	188,93
IR07	142,35	0,37	0,51	2,09	0,36	3,35	3,77	0,38	1,91	11,68	17,74	227,97
IR08	120,79	0,16	0,23	0,00	0,36	0,76	0,00	0,38	1,91	11,68	13,97	219,10
IR09	234,43	0,43	0,61	0,00	0,77	1,81	0,00	0,38	1,91	11,68	13,97	78,38
IR10	174,20	0,41	0,59	0,00	0,36	1,36	0,00	0,00	0,00	5,84	5,84	-58,96
IR11	166,01	0,45	0,62	2,47	0,08	3,61	4,45	0,38	1,91	11,68	18,41	214,80

Valore Attuale Netto - Interventi Irrigui

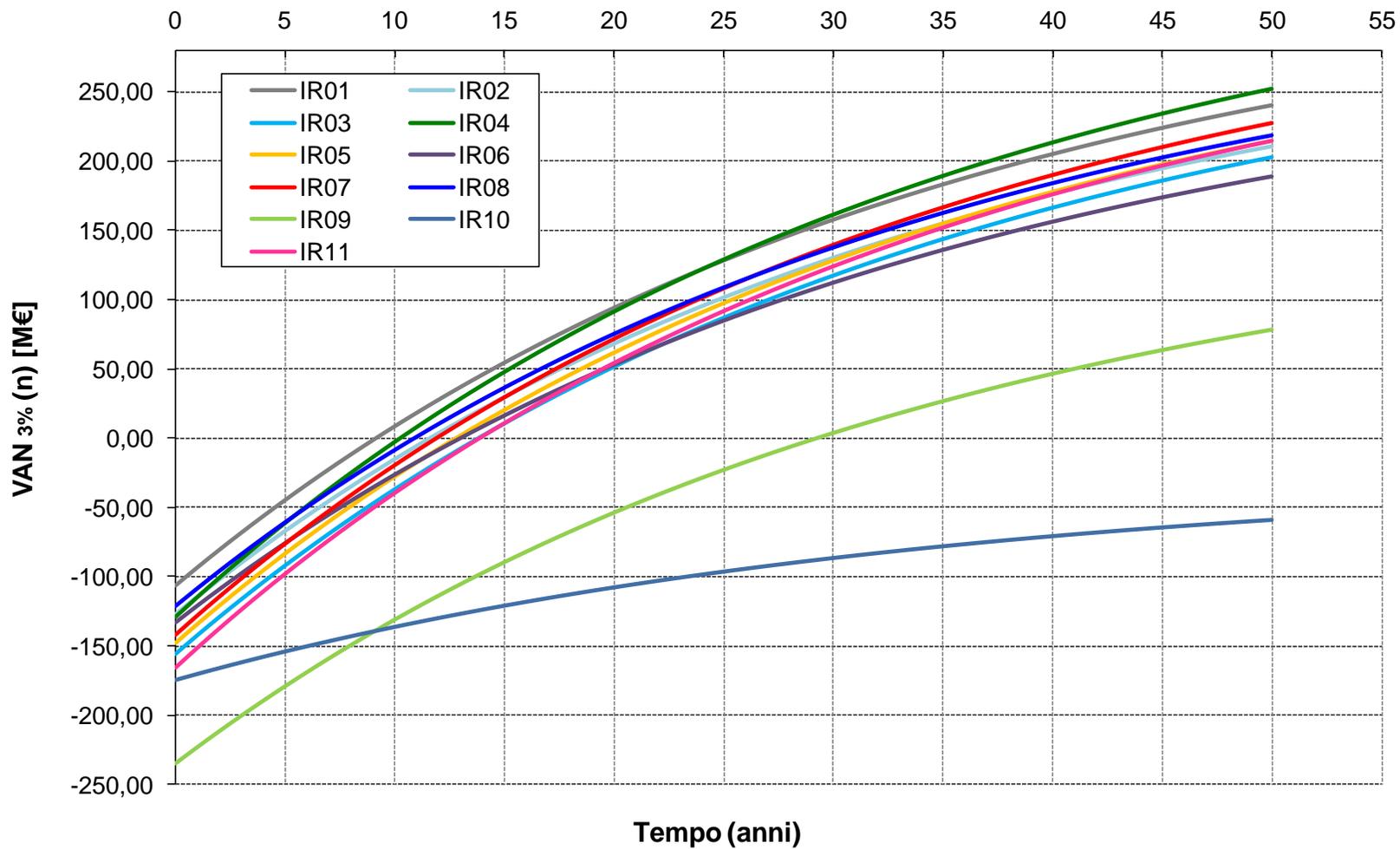


Figura 4.9 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Tabella 4.VI – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Goccia (P2)

Codice	Costi di investimento iniziali (I ₀) [M€]	Costi annuali					Benefici annuali					Valore Attuale Netto (50 anni - 3%)
		Gestione (G) [M€/anno]	Manutenzione (M) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (U _{ep}) [M€/anno]	Pompaggio in rete alla pressione richiesta [M€/anno]	Totale costi annuali (U) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (R _{E_{ri}}) [M€/anno]	Pompaggio da acquiferi alla pressione richiesta [M€/anno]	Pompaggio per mezzo di motopompe azionate da trattori [M€/anno]	Mancata produzione [M€/anno]	Totale benefici annuali (R _E) [M€/anno]	
IR01	100,36	0,28	0,40	0,00	0,08	0,76	0,00	0,38	2,31	11,68	14,36	249,77
IR02	120,66	0,34	0,48	0,00	0,36	1,19	0,00	0,38	2,31	11,68	14,36	218,39
IR03	149,39	0,52	0,74	1,19	0,08	2,53	2,15	0,38	2,31	11,68	16,51	210,40
IR04	123,07	0,34	0,47	2,18	0,08	3,07	3,94	0,38	1,91	11,68	17,90	258,59
IR05	141,22	0,33	0,46	1,24	0,08	2,11	2,24	0,38	1,91	11,68	16,21	221,34
IR06	126,65	0,19	0,27	0,00	0,77	1,22	0,00	0,38	1,91	11,44	13,73	195,24
IR07	136,04	0,37	0,51	2,09	0,36	3,35	3,77	0,38	1,91	11,68	17,74	234,28
IR08	114,48	0,16	0,23	0,00	0,36	0,76	0,00	0,38	1,91	11,68	13,97	225,41
IR09	214,87	0,39	0,55	0,00	0,77	1,71	0,00	0,38	1,91	11,68	13,97	100,40
IR10	160,95	0,37	0,53	0,00	0,36	1,26	0,00	0,00	0,00	5,84	5,84	-43,26
IR11	159,70	0,45	0,62	2,47	0,08	3,61	4,45	0,38	1,91	11,68	18,41	221,11

Valore Attuale Netto - Interventi Irrigui

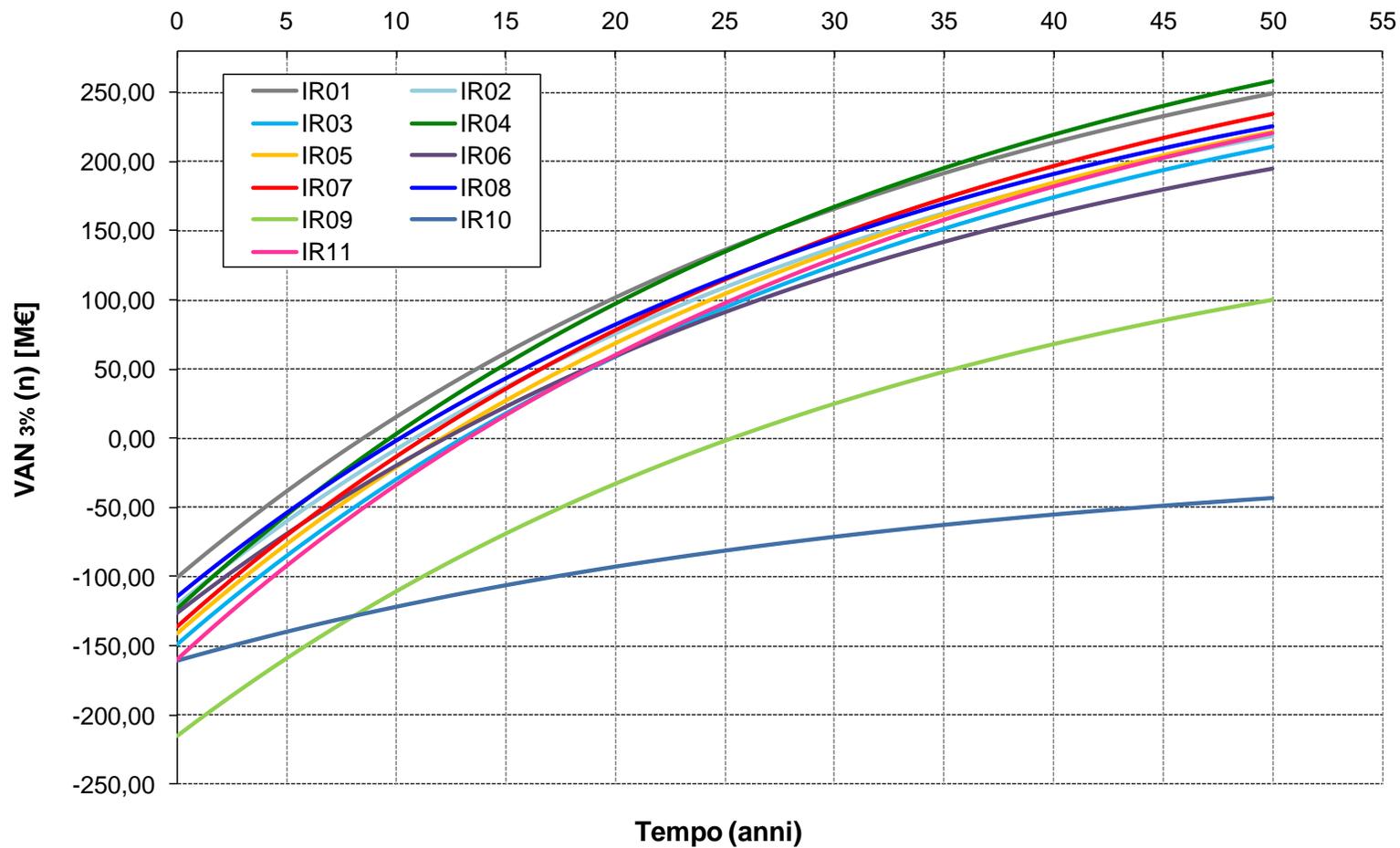


Figura 4.10 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Goccia (P2).

Dall’analisi economica si evince che tutti gli interventi analizzati comportano benefici notevoli rispetto alla condizione attuale. I benefici più significativi dipendono sostanzialmente dal completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo e quindi dall’annullamento dell’attuale mancata produzione agricola, inoltre le tecniche irrigue ed i sistemi di adduzione ipotizzati comportano notevoli benefici riguardanti la qualità dei prodotti agricoli e l’incremento di produzione. Un’altra fonte di beneficio consistente è la diminuzione o il completo annullamento della pratica attuale di prelievo dai canali e pompaggio negli impianti irrigui per mezzo di motopompe azionate dai trattori agricoli.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 4.11 (irrigazione a Pioggia) e Figura 4.12 (irrigazione a Goccia).

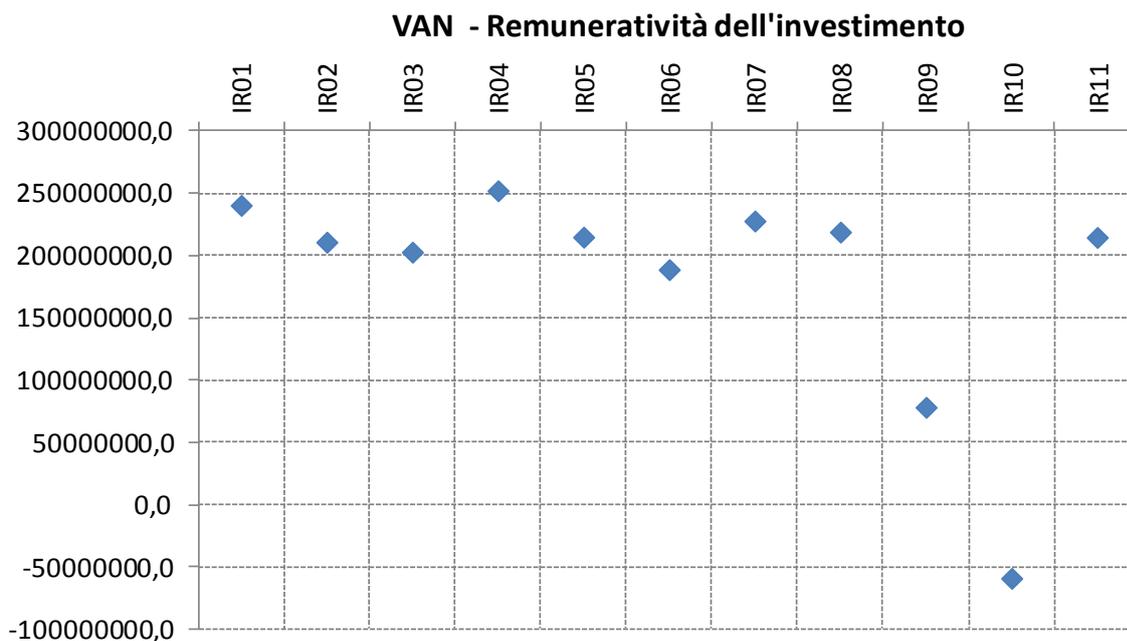


Figura 4.11 – Risultato dell’ indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).

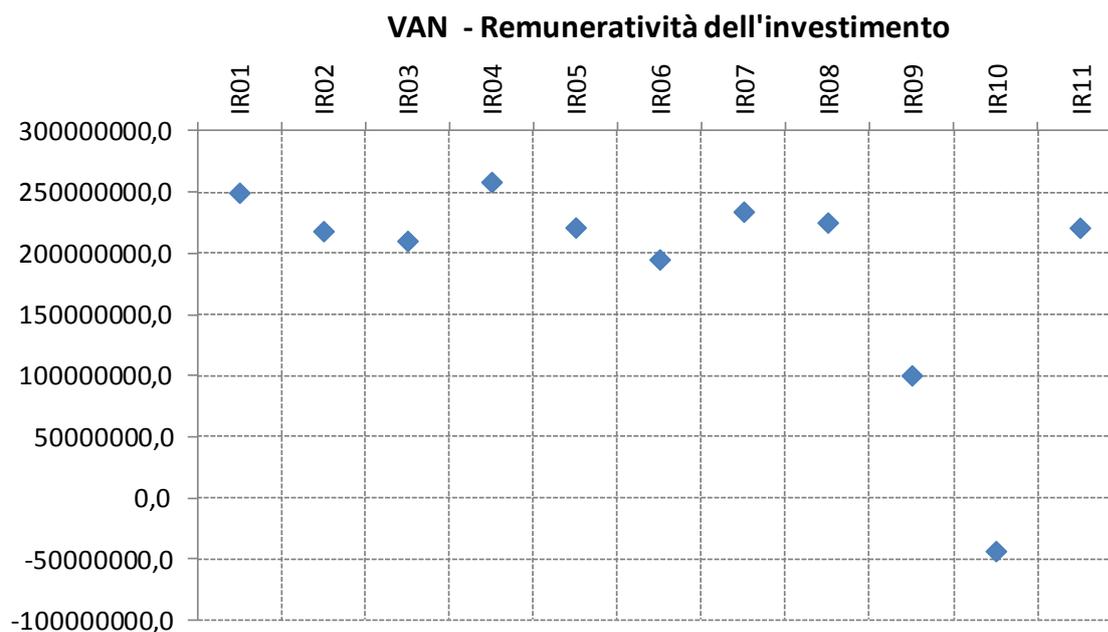


Figura 4.12 – Risultato dell’ indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

In particolare l'intervento IR10, che non introduce l'uso di reti e impianti di distribuzione irrigua, ha il VAN minore di tutti in quanto non presenta i benefici della rete in pressione. L'intervento invece che si rivela più conveniente dal punto di vista economico è l'IR04; questo intervento, oltre a soddisfare appieno gli altri benefici, prevede infatti un ulteriore beneficio significativo dato dal sistema di pompaggio.

Inoltre gli interventi che utilizzano l'irrigazione a goccia (P2) oltre ad avere un costo iniziale inferiore della rete irrigua presentano i benefici economici maggiori dati prevalentemente dal minor costo per il prelievo da falda.

I risultati dell'indicatore Valore Attuale Netto (VAN), in un orizzonte temporale di 50 anni considerando un tasso di sconto del 3 %, nel caso di interventi a pioggia e a goccia sono riportati nei grafici seguenti.

L'intervento con Redditività peggiore è l'IR10 in quanto la mancanza della rete di distribuzione irrigua comporta una perdita del beneficio legato alla mancata produzione agricola attuale. L'intervento invece con il risultato del VAN migliore è l'IR04 perché il sistema di pompaggio idroelettrico permette un notevole beneficio economico a fronte di una modesta spesa.

4.8 Disturbo nella fase di cantiere - Dc

Questo indicatore è ricavato tramite la seguente espressione: $Dc = \sum Dci = \sum Ac * T$ [m²-mese].

Si tratta di un indicatore relativo agli impatti di tipo sociale direttamente collegato alla fase di cantiere; esso è dipendente dall'area del cantiere e dalla durata dell'intervento. È dato dalla sommatoria dei disturbi di ogni azione ovvero dall'area occupata dal cantiere per il tempo del cantiere.

Più l'indicatore è grande più il disturbo è consistente.

Il più alto disturbo in fase di cantiere e quindi l'impatto sociale più elevato è degli interventi IR09 e IR10 a causa delle elevate superfici occupate ai fini della realizzazione dei bacini di accumulo. Inoltre, sempre per questi interventi, occorre considerare il disagio provocato dall'intervenire in zone di possibile sviluppo produttivo e con presenza di strade e rete impiantistiche.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 4.13 (irrigazione a Pioggia) e Figura 4.14 (irrigazione a Goccia).

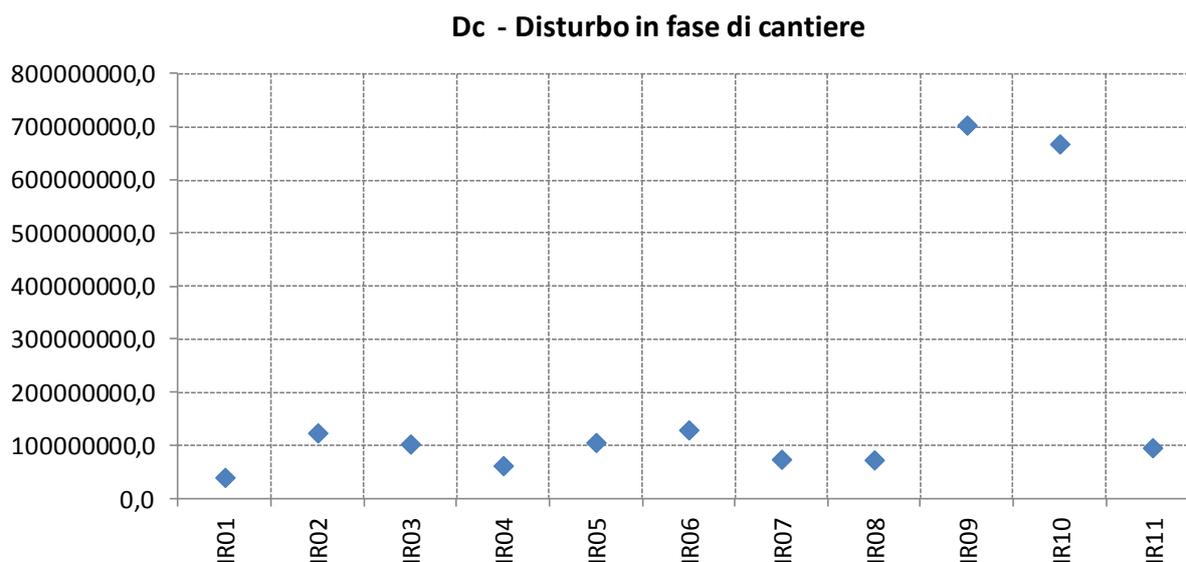


Figura 4.13 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).

Dc - Disturbo in fase di cantiere

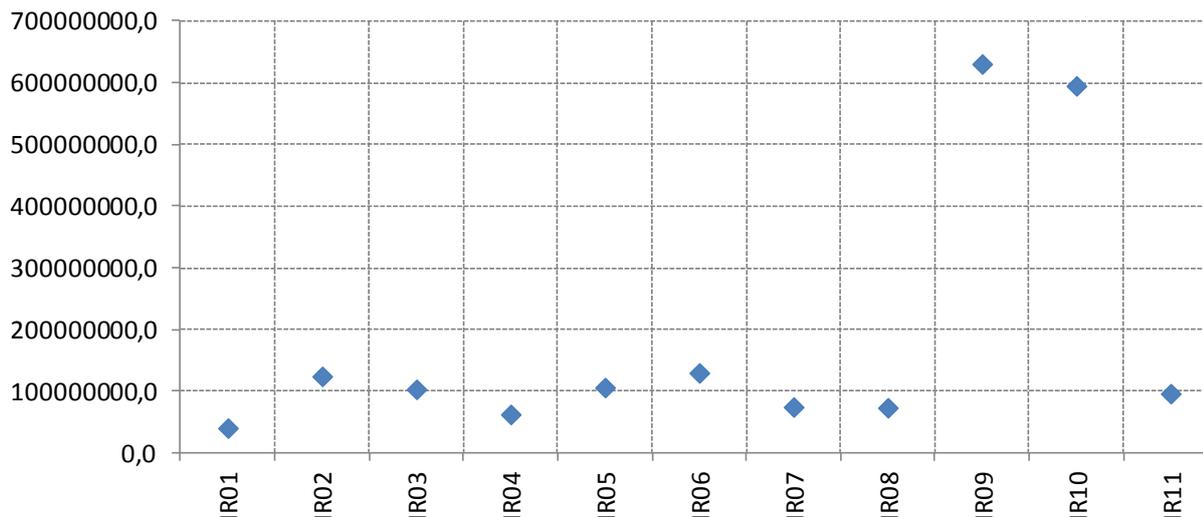


Figura 4.14 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia)

4.9 Impatto sociale – Iso

Questo indicatore è calcolato con la formula $Iso = \sum Iso = ((\sum Ao + \sum k0 * Aco) * kp / kr) [m^2]$.

Esso descrive l'impatto sociale complessivo dell'intervento ed è dipendente dall'area agricola coltivata (Aco) e complessiva (Ao) occupate da ogni azione dell'intervento. Per le aree agricole la superficie viene moltiplicata per un fattore "ko" che è pari a 5 nel caso di esproprio mentre è pari a 2 nel caso di servitù (es. servitù di allagamento).

Inserendo nell'espressione il coefficiente "ko" pari a 5 o 2 si è voluto dare maggiore risalto all'impatto sociale conseguente l'occupazione permanente o temporanea di suolo agricolo coltivato. L'uso di tali superfici comporta, infatti, l'impossibilità (totale o parziale) di sfruttare il terreno a fini agricoli riducendo quindi il beneficio economico dei coltivatori e della filiera agricola legata alle coltivazioni del Fucino. Ciò comporta perciò un minor indotto generato, minori occupazioni e quindi maggiori impatti sociali rispetto ad un terreno non sfruttato a fini agricoli.

Inoltre, l'indicatore dipende dalla sensazione di pericolosità che l'intervento suscita sulla collettività e dall'eventuale uso ricreativo o socialmente migliorativo dell'intervento.

Nella formula sono quindi inseriti due coefficienti, uno di pericolosità (kp) dell'opera (1 = non è percepita pericolosità, 5 = massima pericolosità percepita) e un coefficiente (kr) che tiene conto dell'uso ricreativo/miglioramento sociale (1 = non c'è miglioramento, 5 = massimo miglioramento).

I coefficienti kp (pericolosità), kr (uso ricreativo, ambientale) sono stati attribuiti secondo quanto riportato in Tabella 4.VII.

Tabella 4.VII – Coefficienti che compongono l'espressione dell'indicatore Impatto Sociale.

Azione	kp	kr
Diga	5	1
Bacino di accumulo	2	2
Lago montagna	2	5
Canale-argine	2	1
Condotta	1	1
Linea elettrica	3	1
Briglia	1	1

Il valore finale dell'indicatore è dato dalla sommatoria di tutte le superfici complessivamente occupate più la sommatoria delle superfici agricole coltivate (occupate in modo permanente o con servitù) moltiplicata i sopraccitati coefficienti correttivi (ko , kp e kr).

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto sociale dell'intervento.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 4.15 (irrigazione a Pioggia) e Figura 4.16 (irrigazione a Goccia).

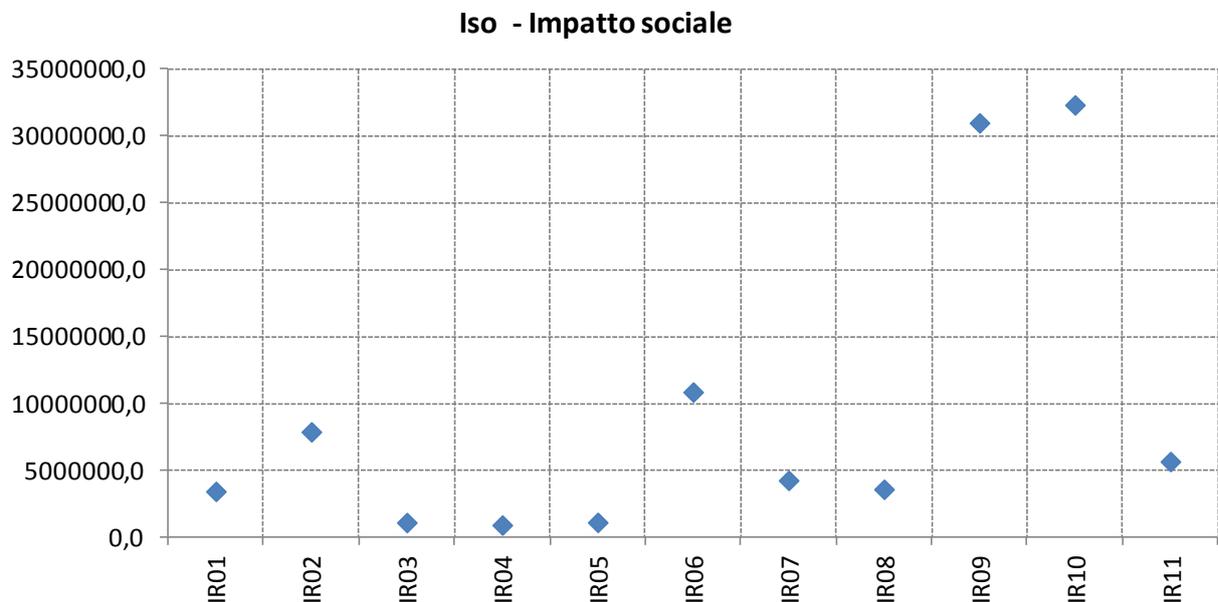


Figura 4.15 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).

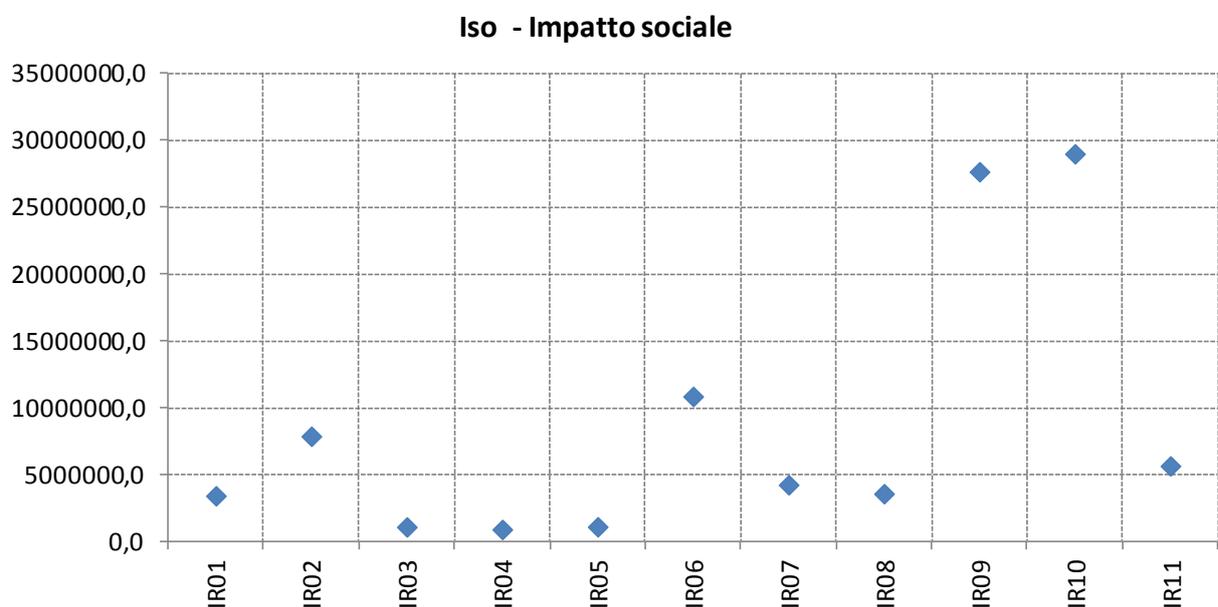


Figura 4.16 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

Gli interventi con i maggiori impatti sociali sono quelli in cui si prevede di espropriare ingenti superfici di territorio soprattutto se agricolo. Inoltre anche la realizzazione di dighe e rilevati comporta un impatto maggiore rispetto ad altri interventi.

4.10 Impatto paesaggistico permanente – Ip

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $I_p = \sum I_{pi} = \sum A_o \cdot H_o \cdot FV$ [m³]) è legato all'impatto che darà sull'ambiente l'intervento ultimato; descrive quindi un impatto permanente ed è in dipendenza da quanto le singole opere costituenti l'intervento sono in armonia con l'ambiente circostante. Questo indicatore è calcolato come sommatoria degli impatti di ogni azione (opera) dove ogni impatto dell'opera dipende dall'area occupata dall'opera, dall'altezza dal suolo dell'opera e da un fattore di visibilità FV (0 non visibile, 1 molto visibile).

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto paesaggistico dell'intervento.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 4.17 (irrigazione a Pioggia) e Figura 4.18 (irrigazione a Goccia).

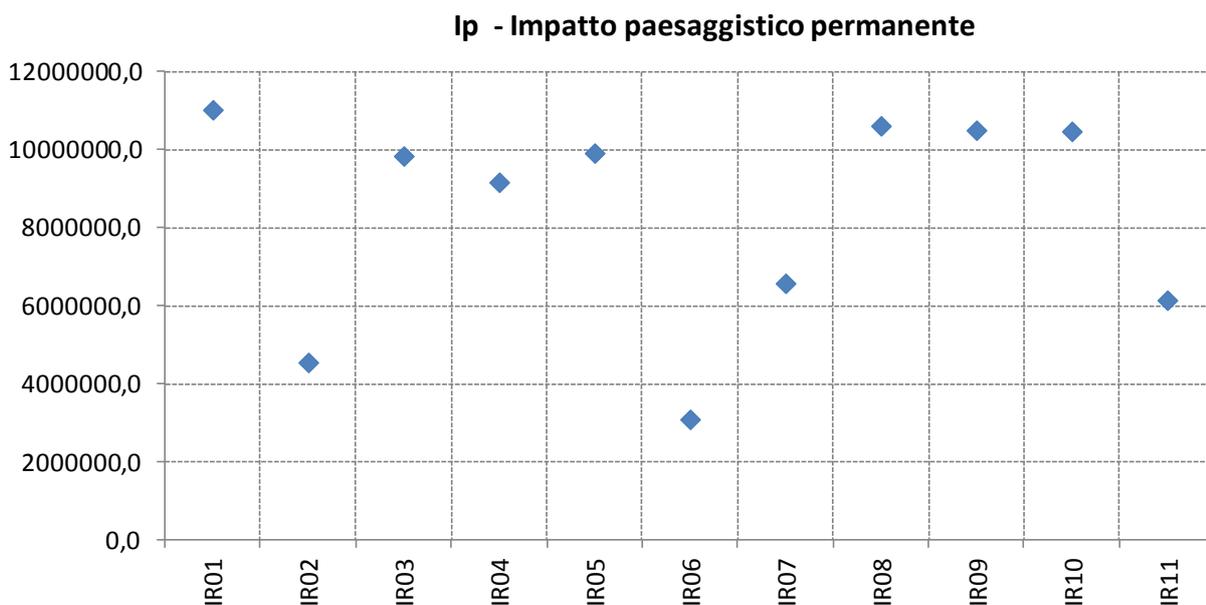


Figura 4.17 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).

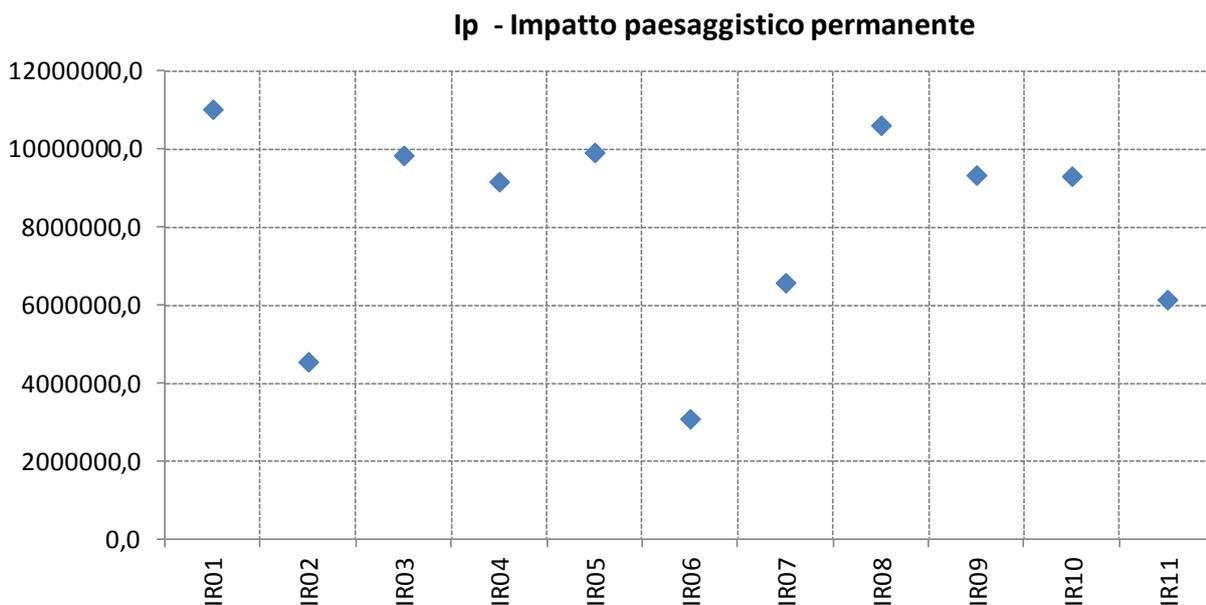


Figura 4.18 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

Gli impatti maggiori sul paesaggio sono relativi agli interventi che prevedono la realizzazione di dighe o rilevati (IR01 ed IR08).

4.11 Impatto ambientale fluviale – laf

Questo indicatore è calcolato con l'espressione $laf = \sum lafi = \sum (Ls/DMV) * Qder$ [m]. Descrive l'impatto che l'intervento genererà sul tratto di asta fluviale sottesa dallo stesso; è legato al valore del Deflusso Minimo Vitale (DMV) comparato con la lunghezza di asta fluviale sottesa (L) e dalla portata media derivata (Qder). È calcolato come sommatoria degli impatti di ogni derivazione.

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto sul tratto fluviale dell'intervento.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 4.19 (irrigazione a Piegia e a Goccia).

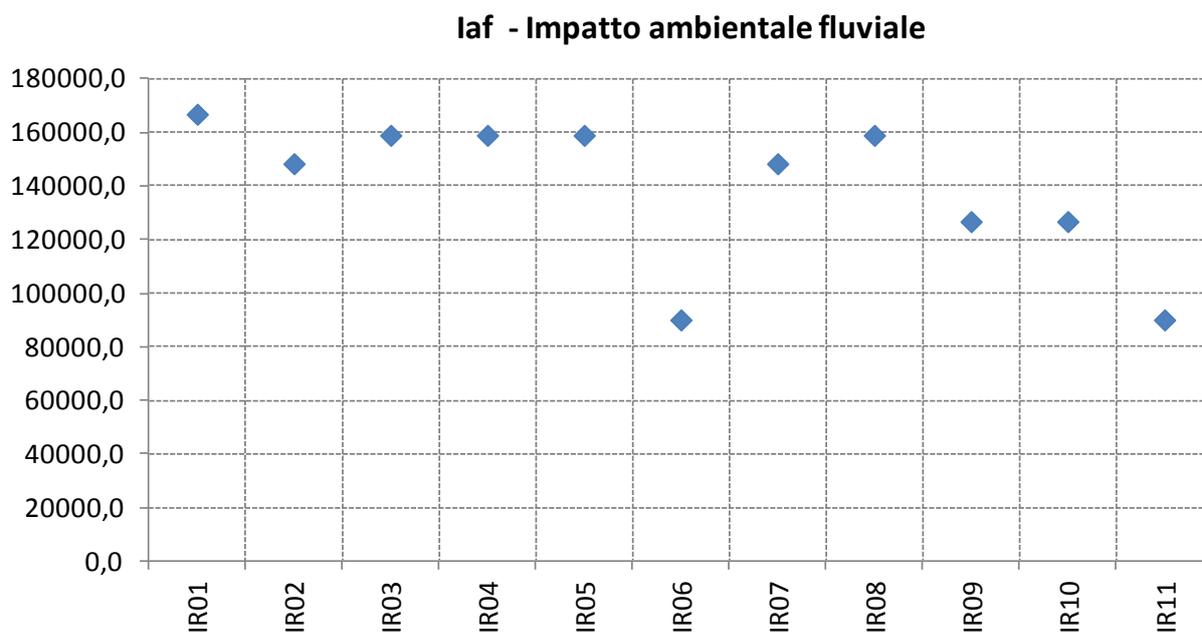


Figura 4.19 – Risultato dell' indicatore laf (Impatto ambientale fluviale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

Quasi tutti gli interventi prevedono la captazione delle acque dal fiume Giovenco ma l'impatto maggiore è evidentemente relativo agli interventi che prelevano le risorse idriche nella parte più alta dell'asta fluviale (IR01 fiume Giovenco ad Ortona).

Si fa notare in ogni modo che il deflusso minimo vitale del corso d'acqua viene comunque sempre garantito: questo significa che le acque del Giovenco e degli altri fiumi non verrebbero mai captate in toto, ma verrebbe rilasciata dall'opera di presa, una portata tale da garantire le funzionalità minima del sistema fluviale a valle.

4.12 Impatto ambientale generale – Ia

Questo indicatore ($Ia = \sum Ia = \sum (Aprot + Aarc + Aidg)$ [m²]) descrive l'impatto che l'intervento genera sull'ecosistema, anche in termini di biodiversità, oltre che su tutte le aree soggette a vincoli ambientale, paesaggistico, archeologico o storico/culturale (rete natura 2000, ZPS, SIC, ARC ecc.). L'indicatore considera inoltre l'interazione con le aree soggette a pericolosità idrogeologica. È la sommatoria per ogni azione delle aree con vincoli (rete natura 2000, ZPS, SIC, ARC ecc.) e delle aree a pericolosità idrogeologica.

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto ambientale dell'intervento.

In Tabella 4.VIII sono riportate, per ogni intervento, le superfici oggetto di vincolo.

Tabella 4.VIII – Superfici che presentano vincoli ambientali e/o con pericolosità idrogeologica.

Cod.intervento	Descrizione	Comune	Area protetta [m ²]	Area vincolo archeologico [m ²]	Area vincolo idrogeologico [m ²]**
IR01	Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi	Pescina/San Benedetto/Ortona dei Marsi	491.139,11	0,00	182.136,66
IR02	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto	Pescina/San Benedetto	0,00	0,00	0,00
IR03	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Amplero	Pescina/San Benedetto/Trasacco/Collelongo	944.281,00	0,00	20.227,27
IR04	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	Pescina/San Benedetto/Ortuccio	287.199,78	0,00	2.829,00
IR05	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplero	Pescina/San Benedetto/Trasacco/Collelongo	1.053.404,23	Non c'è vincolo archeologico ma il Piano Regionale Paesistico classifica Amplero come Zona di interesse archeologico	23.056,27
IR06	Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto e opera di captazione presso Pescina	Pescina/San Benedetto	0,00	0,00	0,00
IR07	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	Pescina/San Benedetto/Ortuccio	456.790,18	0,00	2.829,00
IR08	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)	Pescina/San Benedetto/Ortuccio	109.123,06	0,00	2.829,00
IR09	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti con rete irrigua	Vari	0,00	0,00	0,00
IR10	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti senza rete irrigua	Vari	0,00	0,00	0,00
IR11	Progetto vasca di accumulo nel Bacinetto e invaso Tristeri	Pescina/San Benedetto/Ortuccio	347.667,11	0,00	0,00

** fonte Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico Rischio Frana – Autorità di Bacino Liri-Garigliano e Volturno

I risultati del calcolo di tale indicatore C sono riportati in Figura 4.20 (irrigazione a Pioggia e a Goccia).

L'impatto ambiente generale maggiore è chiaramente relativo agli interventi che presentano la realizzazione dei laghi di Amplero e Tristeri (zone SIC) o nella valle del Giovenco (area Parco).

la - Impatto ambientale generale

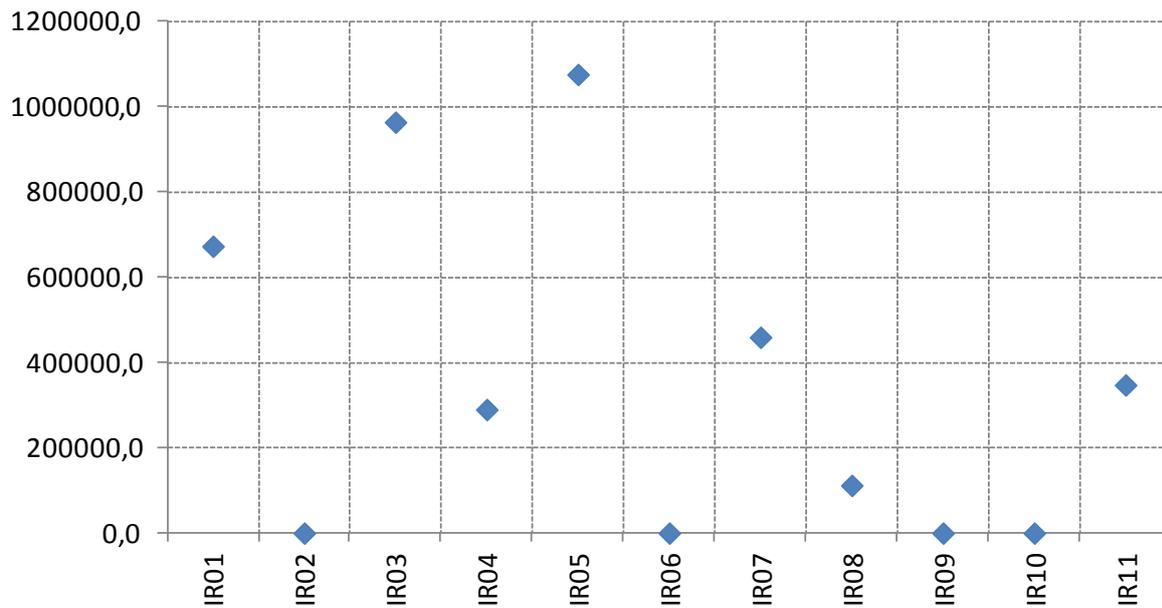


Figura 4.20 – Risultato dell' indicatore la (Impatto ambientale generale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

4.13 Risultato dell'analisi multicriterio – matrice

Come descritto nell'Elaborato 3.4.1 "Relazione metodologica dell'analisi multicriterio", mediante una funzione analitica, ad ogni indicatore degli interventi è stato attribuito un valore. Il risultato ottenuto è stato normalizzato (giudizio da 0 a 10) in modo relativo; attraverso cioè la comparazione col risultato ottenuto dall'indicatore di ogni intervento.

L'analisi a multicriteri rende possibile la comparazione delle varie alternative, attribuendo agli indicatori dei coefficienti di importanza (pesi) ricavati dalle interviste ai portatori d'interesse. Ad ogni alternativa è quindi assegnato un numero che ne rappresenta la "prestazione" rispetto ai vari criteri o in altre parole la sua "utilità".

Il risultato dell'analisi nel settore irriguo per gli interventi a pioggia è riportato in Tabella 4.IX e in Figura 4.21. mentre in Figura 4.23 è riportata la classifica degli interventi.

Per gli interventi a goccia i medesimi risultati sono riportati nella Tabella 4.X, in Figura 4.22 e Figura 4.24.

L'intervento nel settore irriguo che risulta migliore dal risultato dell'analisi multicriterio è l'IR11 (*Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri*) in quanto coniuga buona parte dei benefici di tutti gli altri interventi.

L'intervento IR11, presenta infatti una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali eccellente, è inoltre conveniente dal punto di vista economico, se paragonato agli altri interventi possibili anche se presenta un costo iniziale abbastanza elevato. Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli. La qualità dell'acqua distribuita infatti migliora rispetto la situazione attuale ma non di molto rispetto ad altri interventi. L'intervento, presenta però alcune debolezze dal punto di vista degli impatti ambientale, poiché interessa aree protette. Altera in piccola parte l'ambiente fluviale in quanto il punto di prelievo è collocato nella zona centrale della piana. Gli impatti sociali sono presenti ma non sono molto elevati in quanto le superfici agricole occupate sono ridotte rispetto ad altri interventi.

Tabella 4.IX – Matrice degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Codice intervento	Codice intervento 2008	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)											Risultato dell'analisi	
			Dc	Ip	Iaf	Ia	Iso	VAN	C	Sf	Q	Pa	Pf		T
			peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso	peso		peso
			0,63	0,79	0,99	0,98	0,68	0,79	0,69	1,33	1,33	0,86	1,2	1,07	
IR01	IR50	Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina	10,0	0,0	0,0	3,7	9,2	9,6	7,7	0,0	10,0	10,0	8,4	6,7	68,2
IR02	IR51_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto	8,7	8,2	2,4	10,0	7,8	8,7	0,8	5,0	6,0	10,0	10,0	0,0	72,1
IR03	IR52	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Amplero	9,1	1,5	1,0	1,0	9,9	8,4	5,8	10,0	6,0	10,0	10,0	3,3	71,8
IR04	IR54	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	9,7	2,3	1,0	7,3	10,0	10,0	10,0	1,0	6,0	10,0	10,0	10,0	78,3
IR05	IR54_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Amplero	9,0	1,4	1,0	0,0	9,9	8,8	5,8	10,0	6,0	10,0	10,0	3,3	71,0
IR06	IR56	Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto	8,7	10,0	10,0	10,0	6,8	8,0	0,0	10,0	2,0	10,0	10,0	3,3	84,1

Codice intervento	Codice intervento 2008	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)											Risultato dell'analisi	
			Dc peso 0,63	Ip peso 0,79	Iaf peso 0,99	Ia peso 0,98	Iso peso 0,68	VAN peso 0,79	C peso 0,69	Sf peso 1,33	Q peso 1,33	Pa peso 0,86	Pf peso 1,2		T peso 1,07
IR07	IR58	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	9,5	5,6	2,4	5,7	8,9	9,2	9,8	7,0	6,0	10,0	10,0	8,3	85,3
IR08	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)	9,5	0,5	1,0	9,0	9,1	8,9	7,8	3,0	6,0	10,0	10,0	6,7	74,5
IR09	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti.	0,0	0,7	5,2	10,0	0,4	4,4	1,8	5,0	2,0	10,0	10,0	5,6	56,4
IR10	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti - con immissione delle risorse idriche nei canali	0,5	0,7	5,2	10,0	0,0	0,0	1,8	5,0	0,0	0,0	0,0	5,6	29,7
IR11	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto e di un invaso nella Conca di Tristeri	9,2	6,2	10,0	6,8	8,5	8,8	8,1	10,0	2,0	10,0	10,0	8,3	91,0

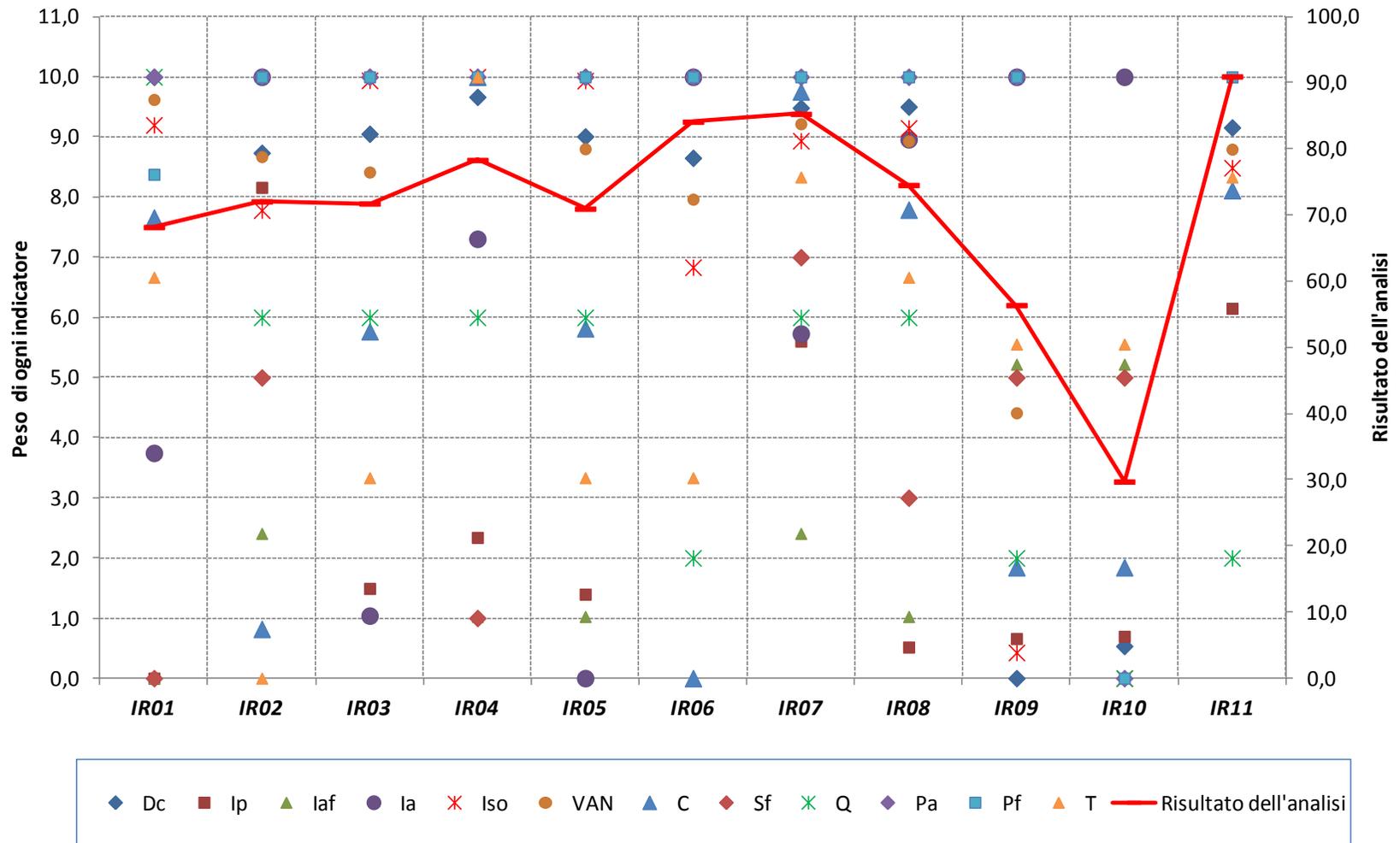


Figura 4.21 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Tabella 4.X – Matrice degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Goccia (P2)

Codice intervento	Codice intervento 2008	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)											Risultato dell'analisi	
			Dc peso 0,63	Ip peso 0,79	Iaf peso 0,99	Ia peso 0,98	Iso peso 0,68	VAN peso 0,79	C peso 0,69	Sf peso 1,33	Q peso 1,33	Pa peso 0,86	Pf peso 1,2		T peso 1,07
IR01	IR50	Progetto per la costruzione di una diga sul Giovenco a monte di Ortona dei Marsi e di un bacino di appoggio presso Pescina	10,0	0,0	0,0	3,7	9,1	9,7	7,7	0,0	10,0	10,0	10,0	6,7	70,1
IR02	IR51_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un serbatoio artificiale presso San Benedetto	8,6	8,2	2,4	10,0	7,5	8,7	0,8	5,0	6,0	10,0	10,0	0,0	71,8
IR03	IR52	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio a monte di Trasacco e di un invaso presso Ampero	8,9	1,5	1,0	1,0	9,9	8,4	5,8	10,0	6,0	10,0	10,0	3,3	71,7
IR04	IR54	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	9,6	2,3	1,0	7,3	10,0	10,0	10,0	1,0	6,0	10,0	10,0	10,0	78,3
IR05	IR54_a	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un bacino di appoggio presso Arciprete e di un invaso nella Conca di Ampero	8,9	1,4	1,0	0,0	9,9	8,8	5,8	10,0	6,0	10,0	10,0	3,3	70,9
IR06	IR56	Progetto per la costruzione di una vasca di accumulo delle acque del fiume Giovenco all'interno del Bacinetto	8,5	10,0	10,0	10,0	6,5	7,9	0,0	10,0	2,0	10,0	10,0	3,3	83,7

Codice intervento	Codice intervento 2008	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)											Risultato dell'analisi	
			Dc peso 0,63	Ip peso 0,79	Iaf peso 0,99	Ia peso 0,98	Iso peso 0,68	VAN peso 0,79	C peso 0,69	Sf peso 1,33	Q peso 1,33	Pa peso 0,86	Pf peso 1,2		T peso 1,07
IR07	IR58	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso San Benedetto dei Marsi, di un bacino di appoggio ad Arciprete e di un invaso nella Conca di Tristeri	9,4	5,6	2,4	5,7	8,8	9,2	9,8	7,0	6,0	10,0	10,0	8,3	85,2
IR08	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina e di un invaso presso Arciprete (con possibilità di progetto di pompaggio idroelettrico verso Tristeri da realizzare in project financing)	9,4	0,5	1,0	9,0	9,0	8,9	7,8	3,0	6,0	10,0	10,0	6,7	74,4
IR09	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti.	0,0	2,1	5,2	10,0	0,5	4,8	2,9	5,0	2,0	10,0	10,0	5,6	58,6
IR10	/	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti - con immissione delle risorse idriche nei canali	0,6	2,2	5,2	10,0	0,0	0,0	2,9	5,0	0,0	0,0	0,0	5,6	31,7
IR11	/	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto e di un invaso nella Conca di Tristeri	9,1	6,2	10,0	6,8	8,3	8,8	8,1	10,0	2,0	10,0	10,0	8,3	90,7

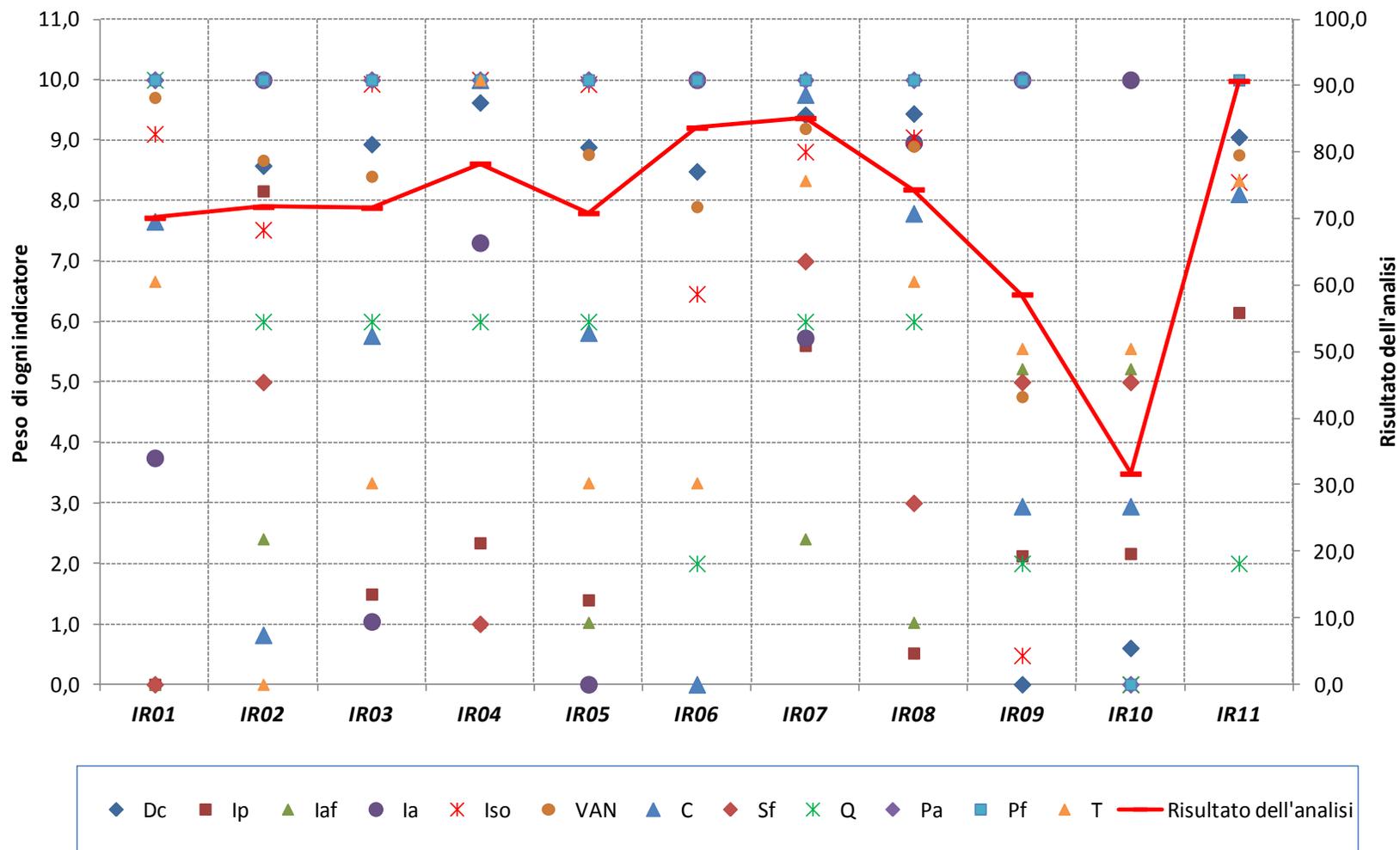


Figura 4.22 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Goccia (P2)

Classifica degli interventi

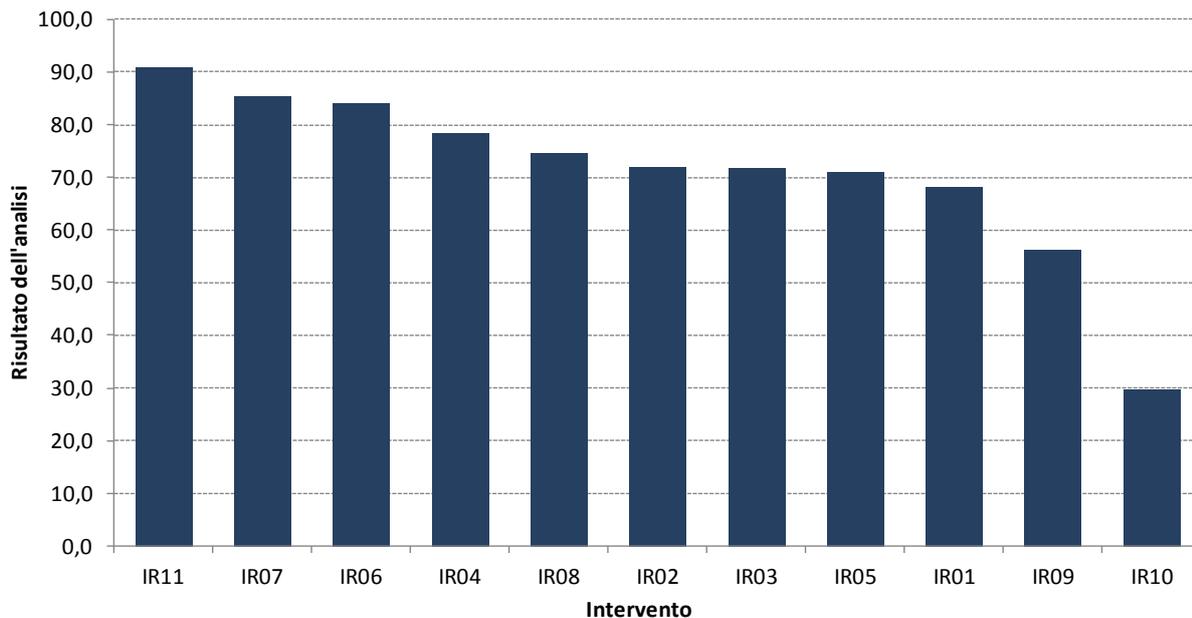


Figura 4.23 – Classifica del risultato dell’analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Classifica degli interventi

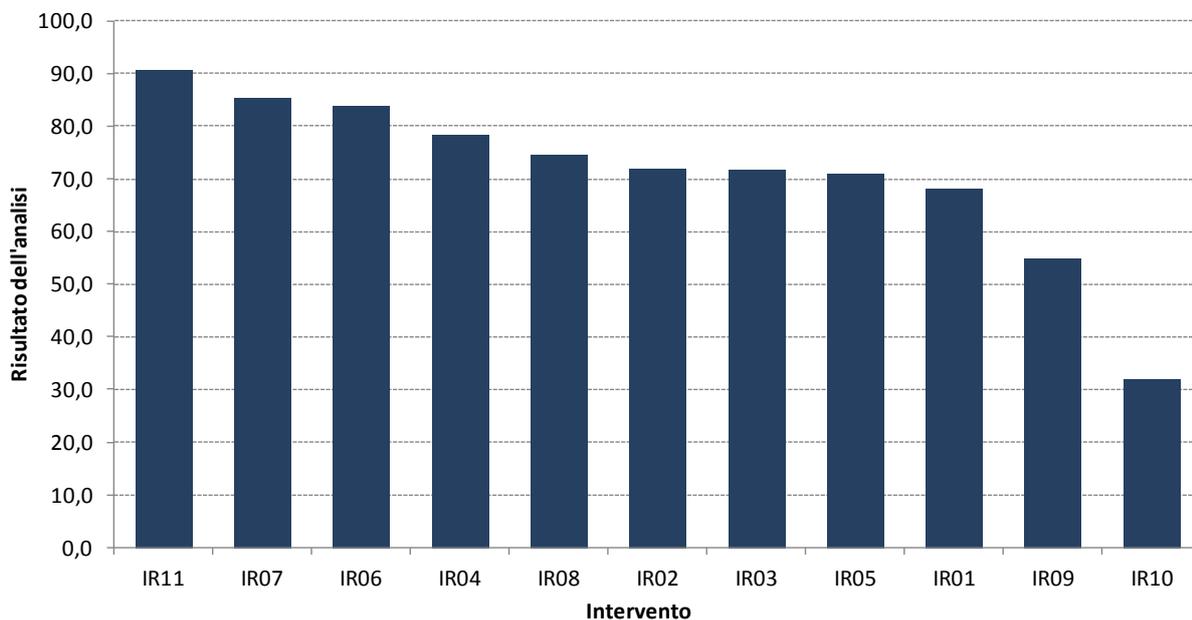


Figura 4.24 – Classifica del risultato dell’analisi multicriteri degli interventi nel settore irriguo nel caso di irrigazione a Goccia (P2)

5. Le alternative progettuali per la riduzione del rischio idraulico

I progetti analizzati comprendono 3 ipotesi di intervento proposte nel corso di questo studio e descritte approfonditamente nell'Elaborato 2.6.1 "Studio Idraulico di dettaglio – Relazione tecnico descrittiva degli interventi proposti". Le alternative progettuali sono elencate in Tabella 5.1 di seguito riportata.

Tabella 5.1 – Elenco degli interventi di rischio idraulico analizzati

Codice intervento	Titolo del progetto
RI01	Progetto per la costruzione di una cassa di espansione sul Gioenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa verso Ampero
RI02	Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto
RI03	Progetto per la costruzione di diverse casse d'espansione distribuite ai margini dei canali allaccianti.

Di seguito sono descritti gli interventi proposti nel corso del presente studio.

5.1 RI01 - Progetto per la costruzione di una cassa di espansione sul Gioenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa verso Ampero

5.1.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento prevede di derivare e laminare le portate dei due principali affluenti della piana: il fiume Gioenco ed il Rio delle Rose (Figura 5.1), attraverso la realizzazione di invasi artificiali in grado di contenere i picchi di piena conseguenti a eventi pluviometrici di progetto.

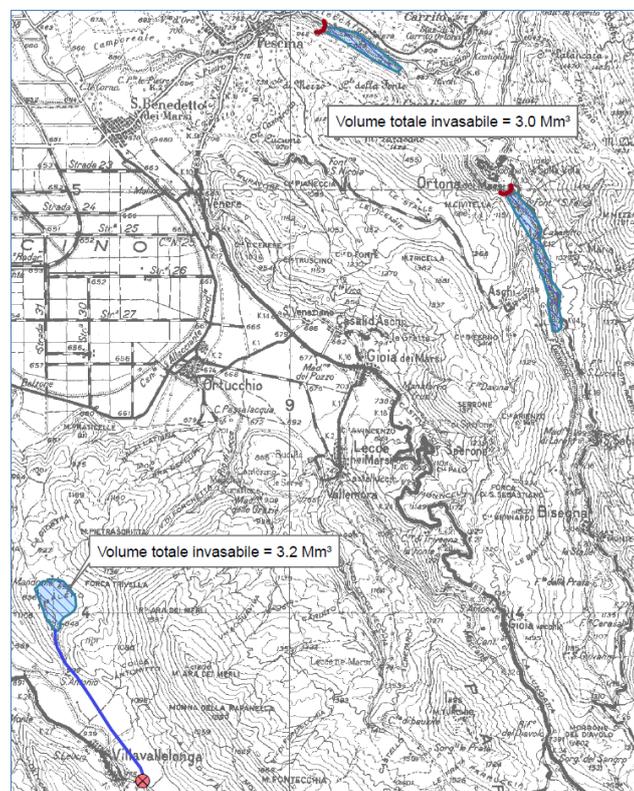


Figura 5.1 – Ubicazione invasi lungo il fiume Gioenco e derivazione del Fossato di Rosa verso la conca di Ampero.

Sono stati identificati questi due corsi d'acqua in quanto, oltre a costituire i maggiori apporti d'acqua alla piana, è stato possibile individuare in prossimità del loro corso zone di espansione naturale sfruttabili attraverso la costruzione di opere ed infrastrutture relativamente poco complesse.

Per quanto riguarda il fiume Giovenco, l'intervento prevede la realizzazione di due sbarramenti che determinano due casse di espansione in linea con funzione di laminazione dell'onda di piena. Questo consente una regolazione della portata in transito lungo il fiume Giovenco sia attraverso l'abitato di Pescina che in ingresso alla Piana del Fucino. L'opera di sbarramento ubicata a monte di Ortona dei Marsi in località Le Roscie è a tutti gli effetti una diga con altezza pari a 22 m mentre l'opera a valle, a monte dell'abitato di Pescina, è una traversa fluviale con altezza pari a 7 m.

Tali sbarramenti consentono di limitare l'apporto verso la piana per complessivi 3 milioni di metri cubi di acqua, derivanti da un'area di contribuzione di circa 10.000 ha.

L'intervento prevede il mantenimento del minimo deflusso vitale del fiume Giovenco di 200 l/s.

Le caratteristiche plano-altimetriche del sito scelto per la realizzazione della diga in località Le Roscie, sono riportate nel paragrafo 2.2.3.

Sulla base di quanto descritto precedentemente si riporta nella Tabella 5.II il quadro economico per la realizzazione della diga in località Le Roscie.

Tabella 5.II - Quadro economico, escluso di IVA, della diga sul fiume Giovenco presso Le Roscie a monte di Ortona dei Marsi

A1	Importo lavori e forniture	€	11.581.734,73
A2	Oneri per la sicurezza (6% lavori e forniture)	€	694.904,08
A	TOTALE IMPORTO LAVORI A BASE D'APPALTO	€	12.276.638,81
B1	Rilievi, indagini e prove di laboratorio (3% lavori e forniture)	€	347.452,04
B2	Spese tecniche (10% lavori e forniture e somme a disposizione)	€	1.192.918,68
B	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€	1.540.370,72
C	Imprevisti ed arrotondamenti (5% lavori e forniture)	€	579.086,74
	TOTALE COMPLESSIVO A + B + C	€	14.396.096,26

Il Rio delle Rose ha abitualmente portate nulle, ma l'importante bacino di contribuzione di monte fa sì che durante gli eventi intensi la portata del rio fornisca un apporto significativo di portata alla piana. Questa superficie risulta di circa 7.650 ha e l'apporto d'acqua durante l'evento di progetto risulta di circa 3,2 milioni di metri cubi. Si ipotizza di immagazzinare tale volume nella conca naturale di Amplerò attraverso la realizzazione di un canale in destra fluviale con derivazione a monte di Villavallelonga. Il canale dovrà consentire il trasporto di una portata massima di 11 m³/s.

5.1.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento proposto soddisfa solo in parte gli obiettivi del progetto. Esso prevede di derivare e laminare le portate dei due principali affluenti della piana: il fiume Giovenco ed il Rio delle Rose, attraverso la realizzazione di invasi artificiali in grado di contenere i picchi di piena conseguenti a eventi pluviometrici intensi. Il rischio idraulico permane comunque per Tr = 30 anni in quanto anche altri affluenti alla piana concorrono alla formazione degli eventi di allagamento. L'intervento, inoltre, non risulta particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici soprattutto per quanto riguarda gli interventi nella valle del Giovenco.

Gli sbarramenti una volta realizzati non possono, infatti, essere facilmente modificabili per aumentare il volume di laminazione. La valle di Amplero presenta, invece, potenzialità elevate tale da consentire notevoli margini di adattabilità ad esigenze future.

La realizzazione di opere di sbarramento sui corsi d'acqua principali affluenti alla Piana permette di integrarsi con altri interventi a scopo irriguo inoltre permette un eventuale uso plurimo della risorsa anche a fini idroelettrici ed antincendio. Gli impatti sociali dell'intervento sono bassi in quanto non sono coinvolte superfici agricole mentre l'impatto ambientale è piuttosto elevato perché alcune opere sono collocate su aree protette (SIC, Parco Nazionale d'Abruzzo).

La completa risoluzione delle problematiche relative al rischio idraulico è raggiungibile solamente attraverso la realizzazione di accumuli di laminazione e riduzione dei colmi di piana realizzati nelle aree centrali e più depresse della piana. Gli invasi realizzati in quota solo parzialmente consentono la risoluzione delle criticità in tale ambito.

5.2 RI02 - Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto

5.2.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento prevede l'utilizzo del Bacinetto come cassa di espansione per tutti gli apporti durante gli eventi di piena (Figura 5.2), esso ripristina in qualche modo l'idea originaria del progettista dell'intero sistema di bonifica. Il bacinetto, infatti, costituisce notoriamente la zona più depressa di tutta la piana e quindi la zona di accumulo naturale per le acque libere. L'invaso dei volumi in eccesso verso la zona del Bacinetto dello scenario di progetto viene effettuata attraverso la realizzazione di poche semplici opere dal basso impatto: l'apertura controllata di alcune grosse paratoie poste alle estremità est, ovest e nord del Bacinetto, si prevede inoltre l'apertura di una paratoia esistente posta presso le idrovore che favorisca ulteriormente il deflusso verso il bacinetto.

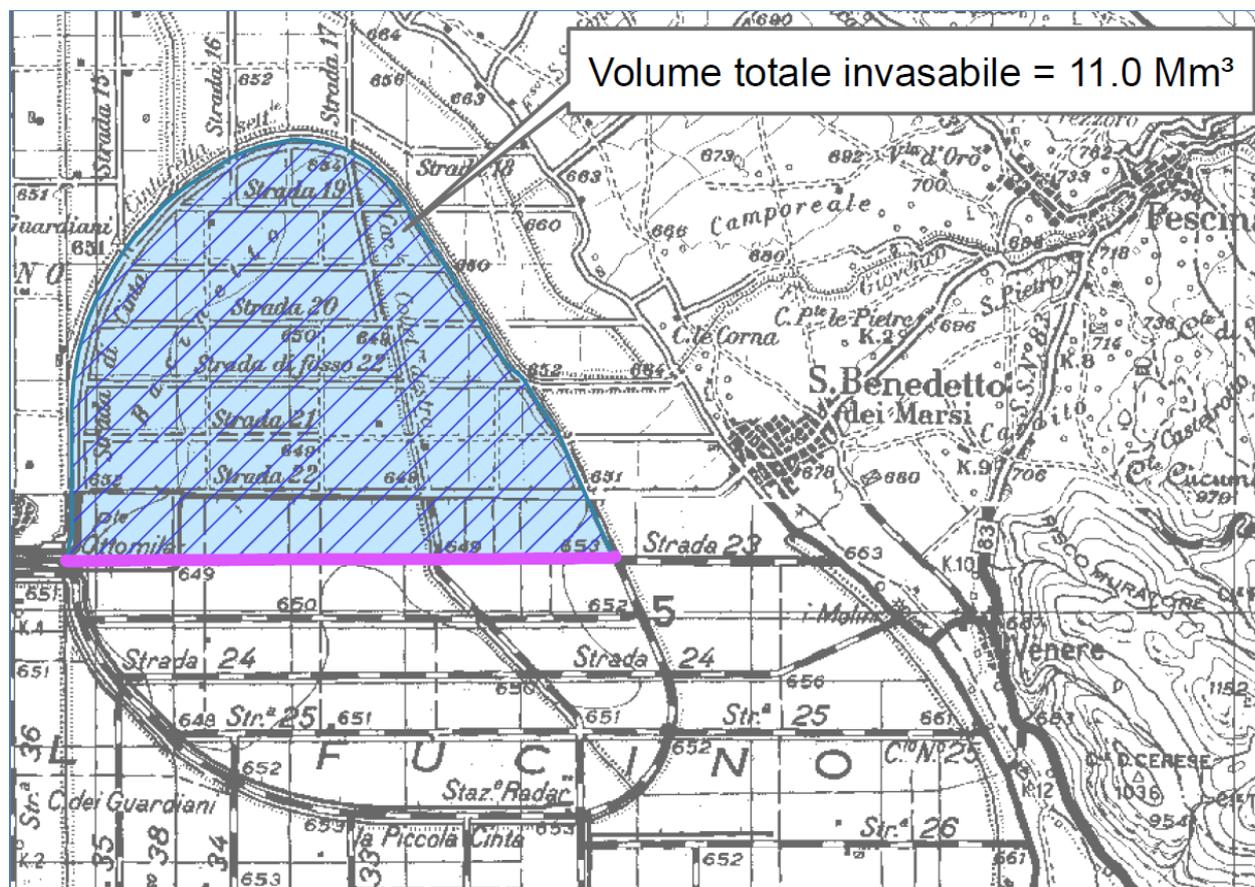


Figura 5.2 – Bacinetto; l'area campita definisce la porzione adibita a cassa di espansione

È stato calcolato che per realizzare un vaso sufficiente a contenere i volumi derivanti da un evento di tempo di ritorno 30 anni, risulta sufficiente l'occupazione della parte nord del bacinetto; in questo caso occorre realizzare lungo il canale mediano del Bacinetto un argine di protezione con quota alla cresta di circa 651 m s.l.m. Tale opera ha un'altezza media franchi inclusi di 2,5 m e una lunghezza di circa 4900 m. Una sezione schematica del rilevato in progetto è riportata di seguito.

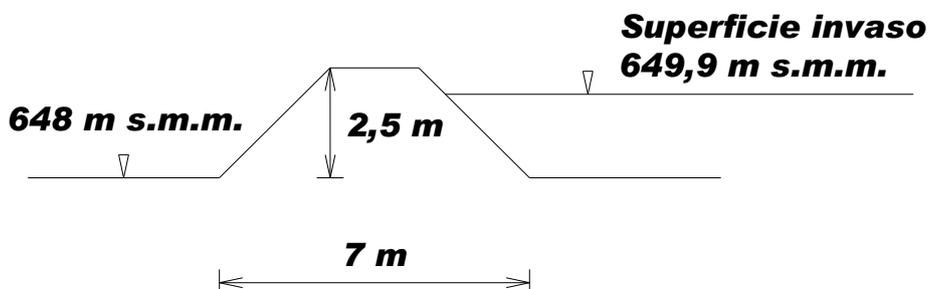


Figura 5.3 – Sezione indicativa del rilevato in progetto

I lavori necessari per la realizzazione dell'opera con i rispettivi costi sono riportati nella tabella successiva e descritti nell'Elaborato 3.4.1 "Relazione metodologica dell'analisi multicriterio".

Tabella 5.III – Descrizione sommaria dei lavori e importo delle opere per la realizzazione del rilevato in progetto.

N ord.	Designazione dei lavori	Quantità	u.d.m	Prezzo unitario [€]	Importo parziale [€]	Importo totale [€]
1	Preparazione del piano per posa rilevati	34300	m ²	2,16	74.088,00	74.088,00
2	Banchina (rilevato)	56350	m ³	12,56	707.756,00	781.844,00
3	Geomembrana e altre impermeabilizzazioni	17150	m ²	6,30	108.045,00	889.889,00
4	Opere di protezione della geomembrana dai raggi	9800	m ²	7,50	73.500,00	963.389,00
5	Opere di derivazione e sghiaiatore	A corpo	-	500.000,00	500.000,00	1.463.389,00
8	Recinzioni ed opere minori	A corpo	-	500.000,00	500.000,00	1.963.389,00
TOTALE LAVORI VASCA					<i>cifra arrotondata</i>	€ 2.000.000,00

Si è anche ipotizzato un intervento di pulizia dei canali non valutato economicamente in quanto rientrante nell'ordinaria manutenzione. La pulizia dei canali dalla vegetazione o altri elementi naturali o artificiali che possano diminuire la capacità di deflusso è da ritenersi un'attività importante indipendentemente dall'intervento individuato come ottimale per la riduzione del rischio idraulico; la manutenzione non costituisce l'elemento fondamentale dell'intervento ma certamente contribuisce a livello locale.

Come descritto nell'Elaborato 2.6.1 "Studio Idraulico di dettaglio – Relazione tecnico descrittiva degli interventi proposti" tale intervento risulta essere in buona parte risolutivo per quanto riguarda il rischio idraulico, in quanto il volume di allagamento viene interamente (a meno di lievi residui locali) convogliato all'interno dell'area designata a tale scopo.

5.2.2 Soddisfamento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento proposto soddisfa completamente gli obiettivi del progetto. La possibilità di allagare parte del Bacinetto consente di azzerare completamente gli allagamenti sul resto del territorio per eventi con Tempo di Ritorno pari a 30 anni. L'intervento si adatta abbastanza ai possibili cambiamenti climatici poiché potrebbero

essere incrementate le superfici di allagamento con modesti interventi strutturali sulle opere.

La realizzazione di opere di invaso nel Bacinetto ai fini della riduzione del rischio idraulico potrebbe ben integrarsi con opere di accumulo a scopo irriguo. Gli impatti sociali dell'intervento sono però molto alti in quanto sono coinvolte superfici agricole ad alta redditività mentre l'impatto ambientale è ridotto non essendo coinvolte aree protette.

La completa risoluzione delle problematiche relative al rischio idraulico è raggiungibile solamente attraverso la realizzazione di accumuli di laminazione e riduzione dei colmi di piana realizzati nelle aree centrali e più depresse della piana. L'idea di ripristinare le antiche condizioni della Piana del Fucino andando a realizzare un lago all'interno della zona più depressa della piana (Bacinetto) consentirebbe di risolvere le criticità nel settore irriguo e del rischio idraulico nella zona. Tutto ciò a discapito dei coltivatori del Bacinetto che si vedrebbero privare dei loro campi con la conseguente riduzione dell'indotto economico derivante dalla produzione agricola degli stessi.

5.3 RI03 - Progetto per la costruzione di diverse casse d'espansione distribuite ai margini dei canali allacciati.

5.3.1 Descrizione dell'intervento

Questo intervento ha l'obiettivo di intercettare tutti gli affluenti della piana, impedendo quindi l'immissione nel reticolo interno delle portate derivanti. Similmente agli interventi IR09 e IR10, l'intervento RI03 prevede la realizzazione di diverse casse d'espansione ai margini dei canali allacciati della Piana del Fucino (Figura 5.4)

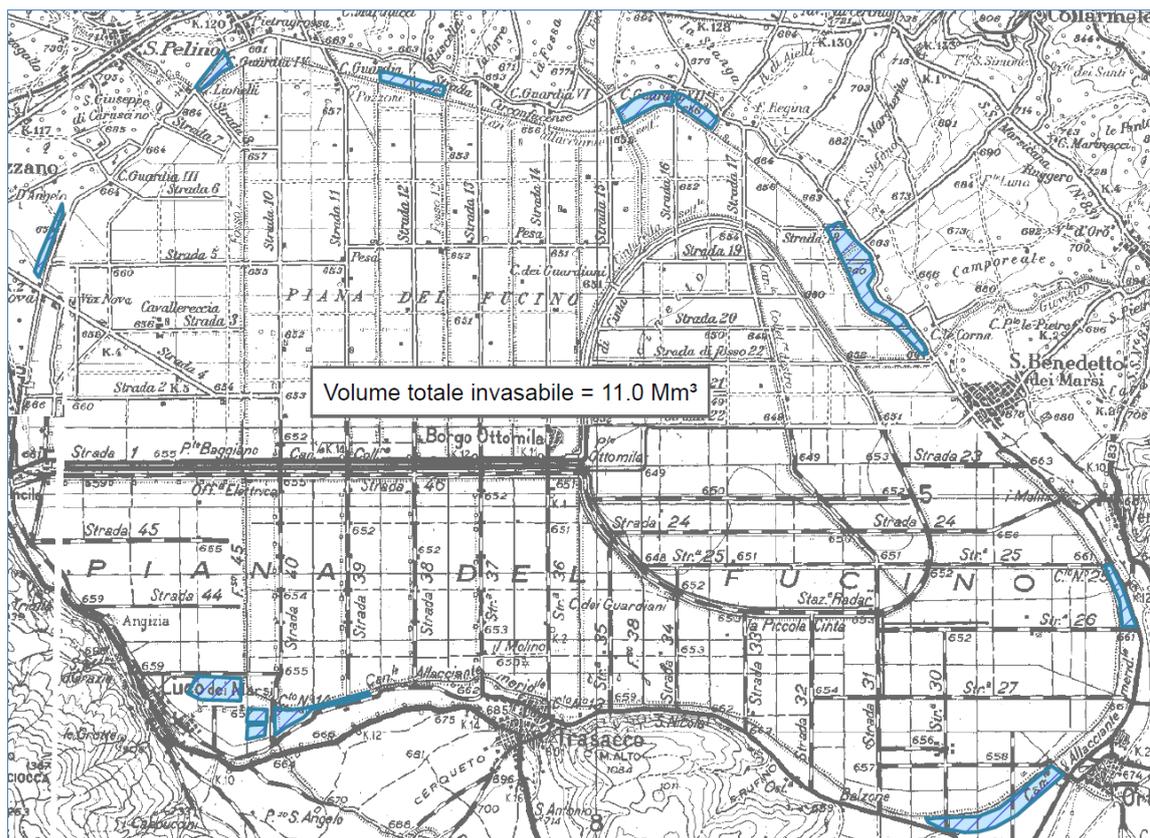


Figura 5.4 – Bacini di accumulo lungo i margini della Piana.

Le casse saranno collocate esternamente ai canali allacciati e saranno distribuite in modo omogeneo nella Piana cercando di occupare le superfici marginali meno utilizzate a fini irrigui o produttivi.

Gli invasi artificiali che si considera di realizzare hanno mediamente una profondità di circa 4,5 m e permettono l'accumulo di 11.000.000 m³ con un'occupazione complessiva di superficie di circa 244 ettari.

Come descritto nell'Elaborato 2.6.1 "*Studio Idraulico di dettaglio – Relazione tecnico descrittiva degli interventi proposti*" questo intervento (oltre a suggerire diverse difficoltà in fase realizzativa) non risulta sufficientemente efficace nel ridurre il rischio idraulico derivante da un evento meteorico di progetto con tempo di ritorno 30 anni.

5.3.2 Soddiscamento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento ipotizzato presenta una percentuale di raggiungimento degli obiettivi bassa. La realizzazione degli invasi ai margini dei canali allaccianti non consente infatti la completa risoluzione degli allagamenti per eventi con $T_r = 30$ anni. Inoltre risulta complicato poter aumentare le superfici allagabili e quindi i volumi accumulabili a causa delle infrastrutture presenti nelle aree interessate dagli invasi. L'intervento è quindi poco adattabile ai cambiamenti climatici.

Il costo dell'intervento è elevato ma la realizzazione per stralci funzionali consente una buona capacità di fattibilità economica rispetto agli altri interventi. La realizzazione di opere di invaso ai fini della riduzione del rischio idraulico potrebbe ben integrarsi con opere di accumulo a scopo irriguo. Gli impatti sociali dovuti all'esproprio di suolo agricolo non sono molto alti mentre è rilevante il disturbo in fase di cantiere a causa della durata dei lavori e della numerosità delle opere. L'impatto paesaggistico non è trascurabile essendo gli invasi collocati in posizioni ben visibili.

La completa risoluzione delle problematiche relative al rischio idraulico è raggiungibile solamente attraverso la realizzazione di accumuli di laminazione e riduzione dei colmi di piana realizzati nelle aree centrali e più depresse della piana.

L'intercettazione degli affluenti in ingresso alla piana e la realizzazione di bacini di laminazione delle piene ai bordi della piana stessa non consente la completa risoluzione delle criticità riscontrate in tale ambito.

6. Calcolo degli indicatori per gli interventi di mitigazione del rischio idraulico

Di seguito vengono riportati i risultati del calcolo degli indicatori dell'analisi a multicriteri descritta nell'Elaborato 3.4.1 "Proposte d'intervento – Relazione metodologica" per quanto riguarda gli interventi nel settore del rischio idraulico.

Si precisa che nel valutare gli interventi di Rischio Idraulico (RI) non è stato calcolato e considerato l'indicatore VAN perché lo scopo degli interventi in tale contesto non è direttamente correlato ad un beneficio economico ma è quello di ridurre il rischio di allagamento anche in funzione delle vite umane e quindi della sicurezza idraulica. L'analisi di seguito descritta è stata elaborata con gli indicatori inerenti tale scopo, relativi quindi agli impatti ambientali e sociali e al raggiungimento degli obiettivi in funzione del costo.

In ogni modo si evidenzia che nella valutazione degli interventi combinati (vedi Capitolo 7) è stato calcolato il VAN considerando nella mancata produzione agricola anche il beneficio dovuto alla riduzione degli allagamenti. Quindi gli interventi complessivi (IR + RI) considerano anche tale parametro economico.

6.1 Rischio Idraulico – Ri

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $Ri = (\sum Ar * R) * kv / 100.000 + kar$ [m²]) è relativo al raggiungimento dell'obiettivo 1 (Riduzione del rischio idraulico). È dato dalla somma dell'area allagata moltiplicata per la rispettiva classe di rischio (da 1 a 4) per un assegnato TR (100 anni) tutto moltiplicato per un coefficiente "kv" che tiene conto dell'incremento del rischio a valle (fiume Liri), kv=1 se non incrementa, kv=10 se viene incrementato, kv= 0,1 se diminuisce. Inoltre si aggiunge un coefficiente (kar) da 0 a 10 che tiene conto dell'adattabilità ai cambiamenti climatici: 0 = adattabile, 10 = non adattabile.

Più l'indicatore è piccolo più significativo è l'intervento.

In Tabella 6.1 è riportato il risultato del calcolo di Ri mediante la zonizzazione delle aree a rischio con eventi di Tr = 30 anni.

Osservando il grafico di Figura 6.1 si evidenzia che l'intervento maggiormente risolutivo per quanto riguarda il rischio idraulico è l'RI02 (Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto).

La possibilità infatti di allagare parte del Bacinetto consente di azzerare completamente gli allagamenti sul resto del territorio per eventi con Tempo di Ritorno pari a 30 anni. L'intervento si adatta bene ai possibili cambiamenti climatici poiché potrebbero essere incrementate le superfici di allagamento con modesti interventi strutturali sulle opere, aumentando per esempio la superficie allagabile.

Tabella 6.1 – Risultato del calcolo dell'indicatore Ri per le ipotesi di intervento e per lo stato di fatto

Cod.	Classe di rischio	Area a rischio [m ²]	Classe di rischio	Area a rischio [m ²]	Classe di rischio	Area a rischio [m ²]	Classe di rischio	Area a rischio [m ²]	S Ar * R [m ²]	kv	kar	Ri [m ²]
RI01	1	0	2	10512224	3	86782	4	4381	21302318	0,1	6	27,3
RI02	1	0	2	0	3	0	4	0	0	0,1	3	3,0
RI03	1	0	2	10669147	3	74650	4	15735	21625184	0,1	5	26,6
Stato di Fatto	1	0	2	21487586	3	170255	4	177237	44194885	0,1	10	54,2

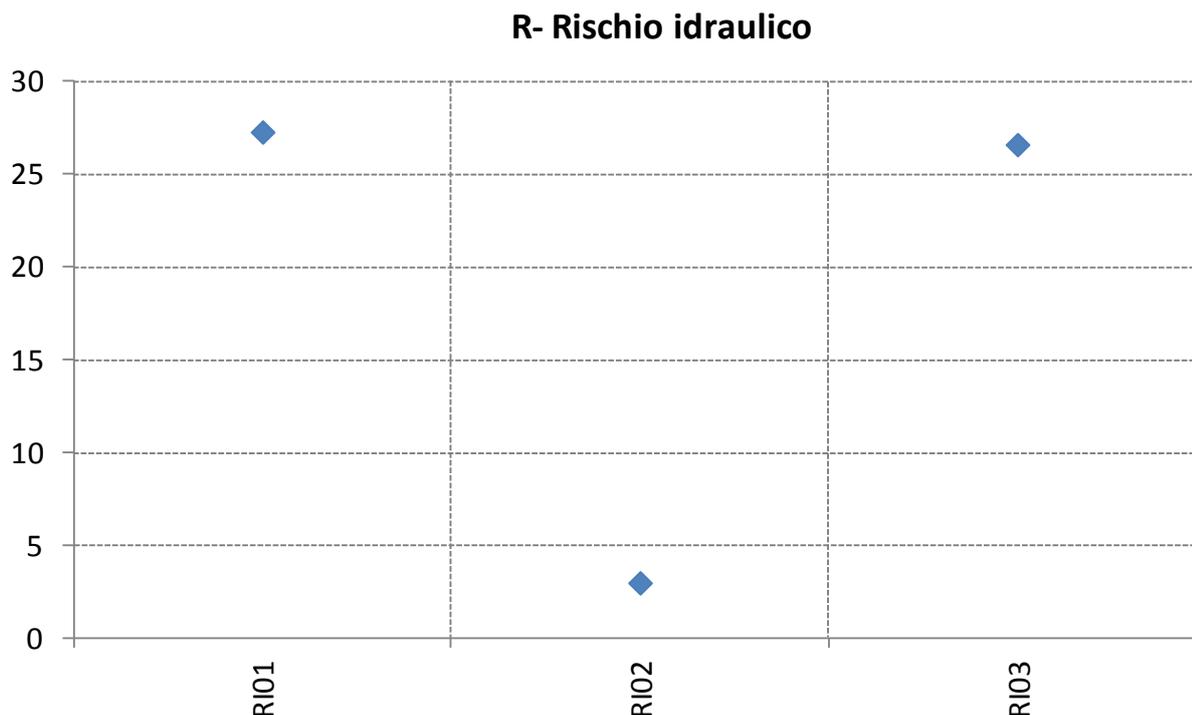


Figura 6.1 – Risultato dell' indicatore Ri (Rischio Idraulico)

6.2 Tempo di realizzazione funzionale – T

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $T = \max(Ta/ks)$ [mesi]) considera il tempo di realizzazione dell'intervento e la possibilità che esso venga realizzato per stralci. Il massimo del tempo di ogni azione è diviso per il numero di stralci funzionali.

Più l'indicatore è grande meno efficiente è l'intervento.

Per la valutazione dei tempi di esecuzione di ogni azione si è considerato il tempo esecutivo delle opere ricavato dall'analisi dei costi riportata nei prezziari regionali o in base a considerazioni su lavori realizzati. Di seguito si riportano i tempi considerati riferiti ad ogni squadra impegnata nell'esecuzione dell'opera:

- esecuzione di scavi: 450 m³/giorno;
- realizzazione di rilevati: 160 m³/giorno;
- realizzazione o sistemazione di canali: 10 m/giorno;
- posa di condotte interrate: 50 m/giorno;
- opere di impermeabilizzazione: 480 m²/giorno;

Per stralcio funzionale si intende il numero di lotti con cui può essere realizzata un'opera mantenendo la funzionalità del lotto di opera.

Osservando il grafico riportato in Figura 6.2 si evidenzia che l'intervento che richiede il maggior tempo funzionale sia l'R103. Occorrono infatti circa 10 anni di lavori suddivisibili in 3 stralci funzionali per costruire tutti gli invasi ai bordi della piana.

6.3 Costo iniziale e difficoltà di finanziamento – C

Il costo di investimento di ogni stralcio è dato dall'espressione $C = \max(Ca/ks)$ [€]. Si tratta di un indicatore economico collegato sia al costo iniziale sia alla possibilità di realizzare l'intervento per stralci e quindi alla finanziabilità delle opere.

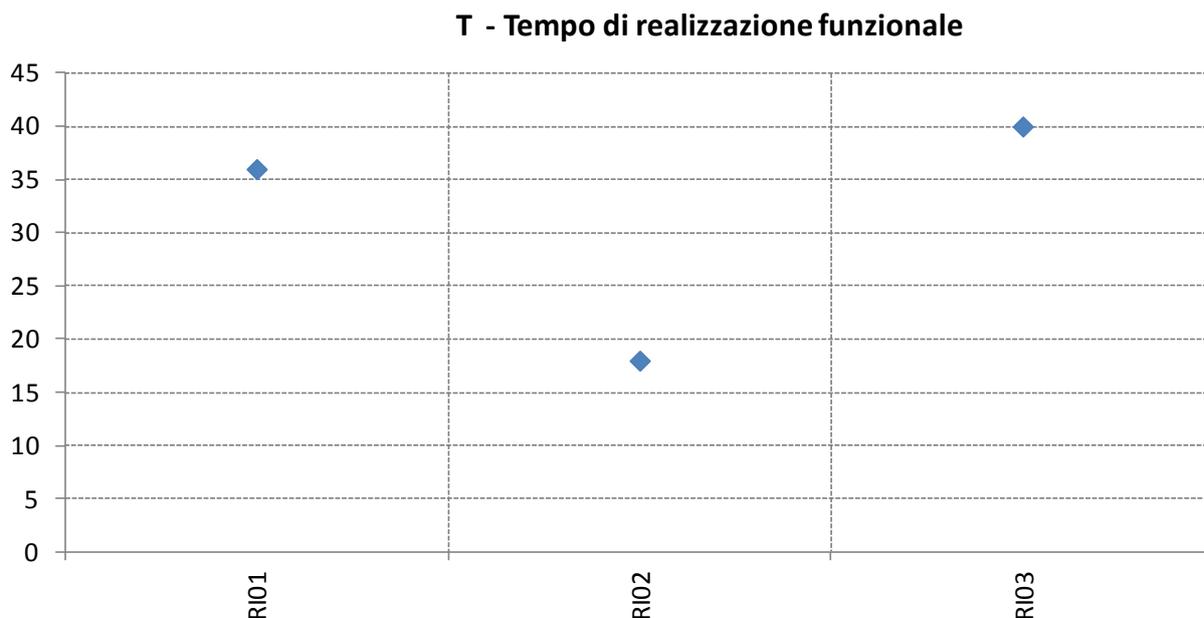


Figura 6.2 – Risultato dell' indicatore T (Tempo di realizzazione funzionale).

Il massimo dei costi delle azioni diviso un coefficiente che considera il numero di stralci dell'intervento (e quindi la semplificazione di finanziamento).

Più l'indicatore è grande meno possibilità ci sono che l'intervento sia realizzabile.

La metodologia di definizione dei costi è descritta nell'Elaborato 3.4.1 "Proposte di intervento – Relazione metodologica".

I costi iniziali sono quelli da sostenere per la realizzazione di tutte le opere previste dagli interventi e possono essere raccolti nelle seguenti azioni principali:

Tabella 6.II – Elenco delle principali opere/azioni che compongono gli interventi di cui sono stati calcolati i costi

Traverse fluviali
Dighe/Rilevati
Posa di condotte di derivazione, collegamento e restituzione
Canali di derivazione e scarico (compreso il risezionamento)
Bacini di accumulo

Ai costi di realizzazione delle opere occorre aggiungere:

- i costi degli espropri, calcolati per i bacini di accumulo e di appoggio secondo la metodologia descritta nell'Elaborato 3.4.1 ;
- i costi per le servitù e delle vie di accesso delle altre opere calcolati nella misura del 3% dell'importo lavori e forniture;
- le spese tecniche nella misura del 10 % e le spese per imprevisti per un ammontare del 5% rispetto all'importo lavori.

In Tabella 6.III sono riportate le caratteristiche generali ed i costi per ogni opera che compone gli interventi.

Tabella 6.III – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi considerati per la riduzione del rischio idraulico

Informazioni generali		Condotte e canali		Bacini naturali o invasi realizzati con dighe						
Codice interno	Titolo del progetto	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali [M€]	Volume (Mm ³)	Caratteristiche					Costo totale bacini e dighe [M€]
					Tipo	Altezza sbarramento (m)	Quota di scarico (m)	Lunghezza del parapetto (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)	
RI01	Progetto per la costruzione di una cassa di espansione sul Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa verso Amplerò	4,50	21,65	0,00	Diga in Calcestruzzo	22,00	900,00	30,00	2,10	12,30
RI02	Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	3,00	4,81	0,00	Diga in Materiali sciolti	2,50	648,00	4900,00	0,00	2,00
RI03	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allacciati.	4,00	19,25	0,00	/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Codice interno	Opera di presa				Bacini scavati				Impianti energetici				Linee elettriche				Espropri e servitù Costo [M€]	Costo totale iniziale [M€]
	Altezza opera (m)	Quota di scarico (m)	Larghezza (m)	Costo dell'opera di presa [M€]	Volume (Mm ³)	Profondità (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)	Costo dei bacini scavati [M€]	Centrali di pompaggio		Centrali di sollevamento in rete		Alta Tensione - AT		Media Tensione - MT			
									Potenza (MW)	Costo [M€]	Potenza (MW)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]		
RI01	7 e 5	770 e 970	20 e 50	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	46,22
RI02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	68,32	76,64
RI03	0,00	0,00	0,00	0,00	11,00	4,50	2,44	49,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,19	94,47

Come descritto per l'indicatore del Tempo funzionale (T), anche per questo indicatore si considera lo stralcio funzionale dato dal numero di lotti con cui può essere realizzata un'opera mantenendo la funzionalità del lotto di opera.

Osservando il grafico di Figura 6.3 si evince che l'intervento col costo iniziale in funzione degli stralci maggiore è l'RI02, questo intervento infatti ha un costo delle opere molto basso ma un costo per espropri molto elevato.

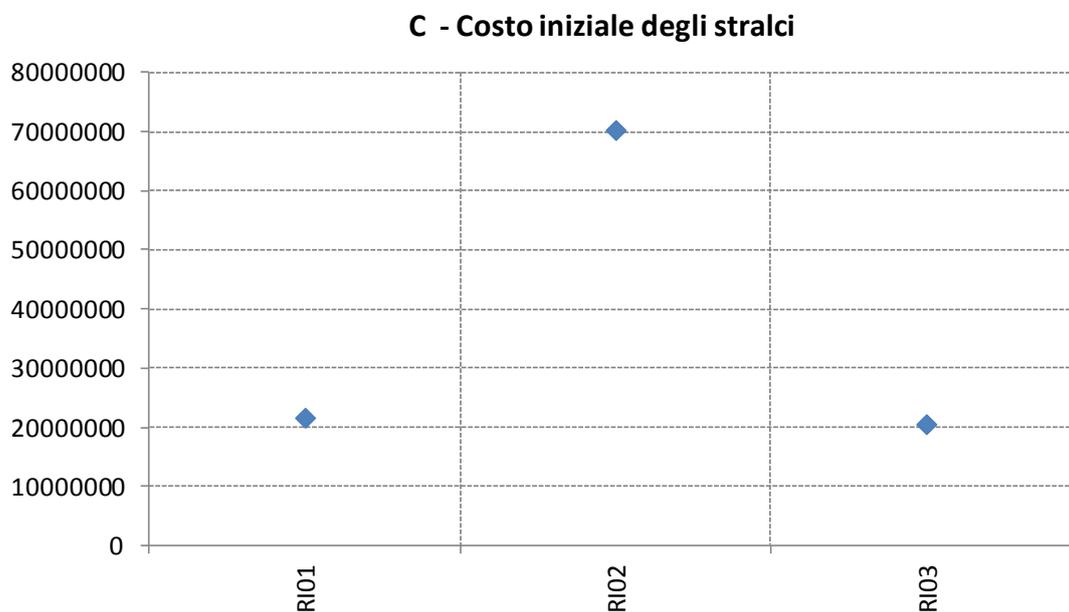


Figura 6.3 – Risultato dell' indicatore C (Costo Iniziale degli Stralci)

6.4 Disturbo in fase di cantiere – Dc

Questo indicatore è ricavato tramite la seguente espressione: $Dc = \sum D_{ci} = \sum A_c \cdot T$ [m²·mese].

Si tratta di un indicatore relativo agli impatti di tipo sociale direttamente collegato alla fase di cantiere; esso è dipendente dall'area del cantiere e dalla durata dell'intervento. È dato dalla sommatoria dei disturbi di ogni azione ovvero dall'area occupata dal cantiere per il tempo del cantiere.

Più l'indicatore è grande più il disturbo è consistente.

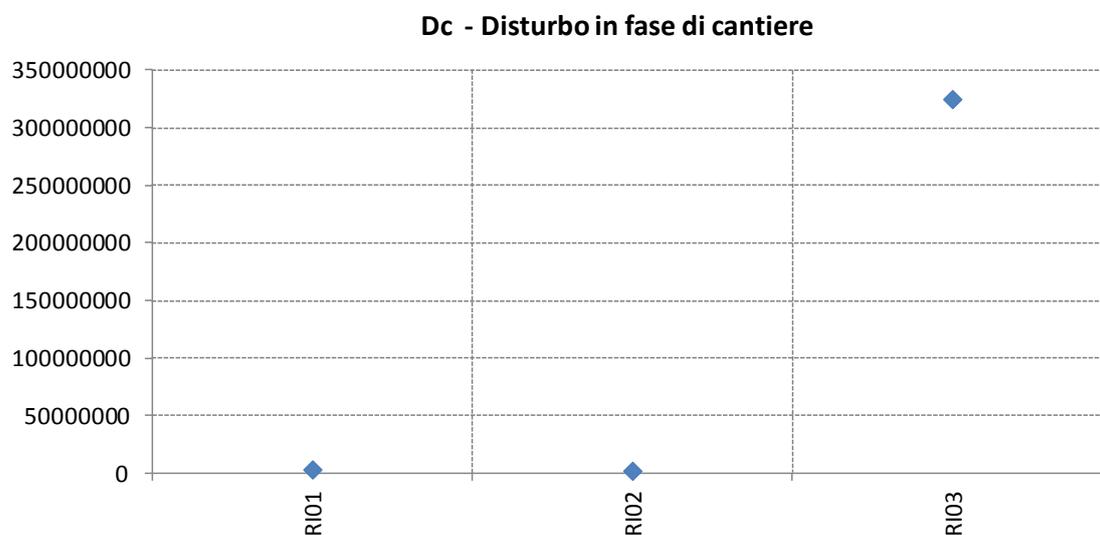


Figura 6.4 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere)

Il più alto disturbo in fase di cantiere più elevato è dell'intervento IR03 a causa delle elevate superfici occupate ai fini della realizzazione dei bacini di accumulo. Inoltre occorre considerare il disagio provocato dall'intervenire in zone di possibile sviluppo produttivo e con presenza di strade e rete impiantistiche.

6.5 Impatto sociale – Iso

Questo indicatore è calcolato con la formula $Iso = \sum Iso = ((\sum A_o + \sum k_o * A_{co}) * k_p / k_r) [m^2]$.

Esso descrive l'impatto sociale complessivo dell'intervento ed è dipendente dall'area agricola coltivata (A_{co}) e complessiva (A_o) occupate da ogni azione dell'intervento. Per le aree agricole la superficie viene moltiplicata per un fattore "ko" che è pari a 5 nel caso di esproprio mentre è pari a 2 nel caso di servitù (es. servitù di allagamento).

Inserendo nell'espressione il coefficiente "ko" pari a 5 o 2 si è voluto dare maggiore risalto all'impatto sociale conseguente l'occupazione permanente o temporanea di suolo agricolo coltivato. L'uso di tali superfici comporta, infatti, l'impossibilità (totale o parziale) di sfruttare il terreno a fini agricoli riducendo quindi il beneficio economico dei coltivatori e della filiera agricola legata alle coltivazioni del Fucino. Ciò comporta perciò un minor indotto generato, minori occupazioni e quindi maggiori impatti sociali rispetto ad un terreno non sfruttato a fini agricoli.

Inoltre, l'indicatore dipende dalla sensazione di pericolosità che l'intervento suscita sulla collettività e dall'eventuale uso ricreativo o socialmente migliorativo dell'intervento.

Nella formula sono quindi inseriti due coefficienti, uno di pericolosità (k_p) dell'opera (1 = non è percepita pericolosità, 5 = massima pericolosità percepita) e un coefficiente (k_r) che tiene conto dell'uso ricreativo/miglioramento sociale (1 = non c'è miglioramento, 5 = massimo miglioramento).

I coefficienti k_p (pericolosità), k_r (uso ricreativo, ambientale) sono stati attribuiti secondo quanto riportato in Tabella 6.IV.

Tabella 6.IV – Coefficienti che compongono l'espressione dell'indicatore Impatto Sociale.

Azione	k_p	k_r
Diga	5	1
Bacino di accumulo	2	2
Lago montagna	2	5
Canale-argine	2	1
Condotta	1	1
Linea elettrica	3	1
Briglia	1	1

Osservando il grafico riportato in Figura 6.5 si evince che gli interventi con i maggiori impatti sociali sono quelli in cui si prevede di espropriare ingenti superfici di territorio soprattutto se agricolo. Inoltre anche la realizzazione di dighe e rilevati comporta un impatto maggiore rispetto ad altri interventi.

6.6 Impatto paesaggistico permanente – Ip

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $I_p = \sum I_{pi} = \sum A_o * H_o * FV [m^3]$) è legato all'impatto che darà sull'ambiente l'intervento ultimato; descrive quindi un impatto permanente ed è in dipendenza da quanto le singole opere costituenti l'intervento sono in armonia con l'ambiente circostante. Questo indicatore è calcolato come sommatoria degli impatti di ogni azione (opera) dove ogni impatto dell'opera dipende dall'area occupata dall'opera, dall'altezza dal suolo dell'opera e da un fattore di visibilità FV (0 non visibile, 1 molto visibile).

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto paesaggistico dell'intervento.

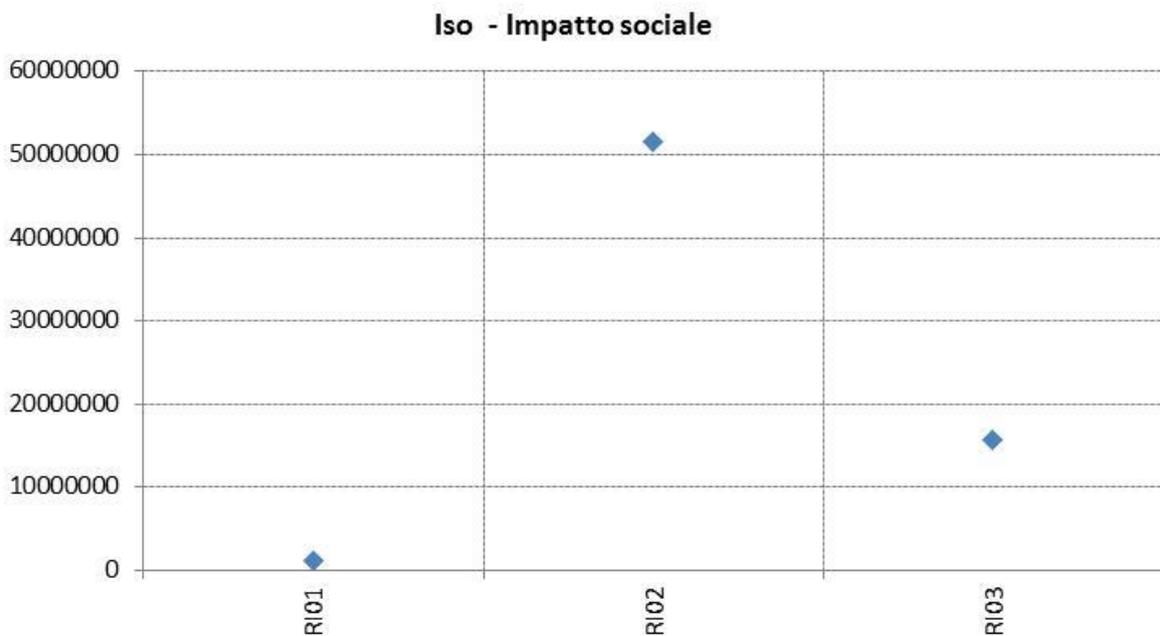


Figura 6.5 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale)

Osservando il grafico riportato in Figura 6.6 si evince che rispetto agli altri interventi, l'intervento RI03 comporta una grossa occupazione di suolo e quindi l'indicatore risulta elevato.

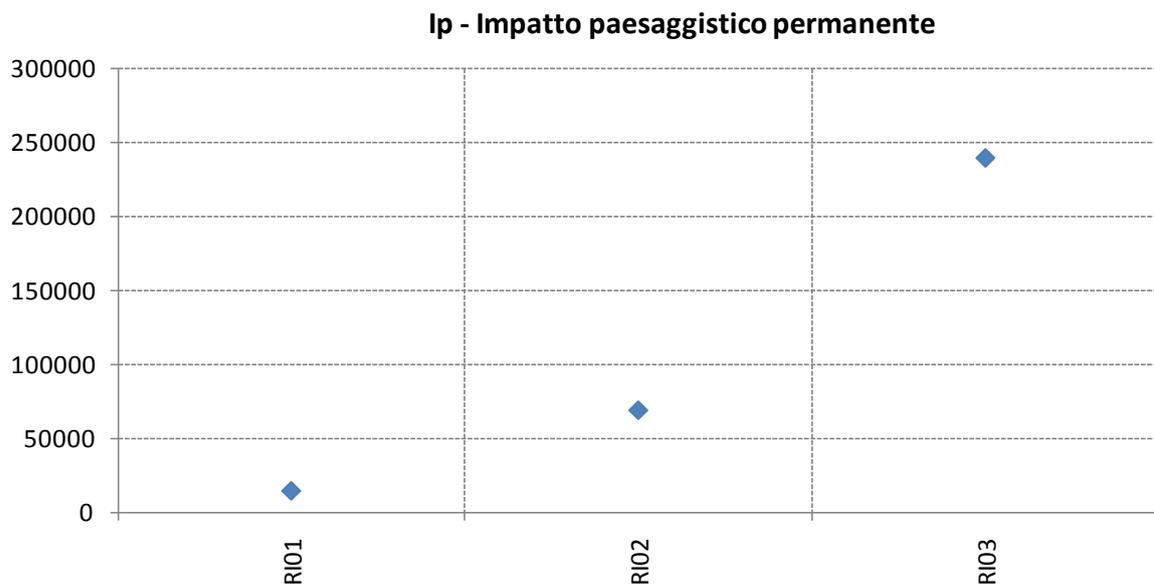


Figura 6.6 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente)

6.7 Impatto ambientale generale – Ia

Questo indicatore ($Ia = \sum Ia = \sum (A_{prot} + A_{arc}) [m^2]$) descrive l'impatto che l'intervento genera sull'ecosistema, anche in termini di biodiversità, oltre che su tutte le aree soggette a vincoli ambientale, paesaggistico, archeologico o storico/culturale (rete natura 2000, ZPS, SIC, ARC ecc..). L'indicatore considera inoltre l'interazione con le aree soggette a pericolosità idrogeologica. È la sommatoria per ogni azione delle aree con vincoli (rete natura 2000, ZPS, SIC, ARC ecc..) e delle aree a pericolosità idrogeologica.

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto ambientale dell'intervento.

Osservando il grafico riportato in Figura 6.7, si evince che il maggiore impatto è dell'intervento RI01 in quanto si interviene sia all'interno del Parco Nazionale d'Abruzzo con le dighe sul Giovenco e in area SIC con la conca di Amplero.

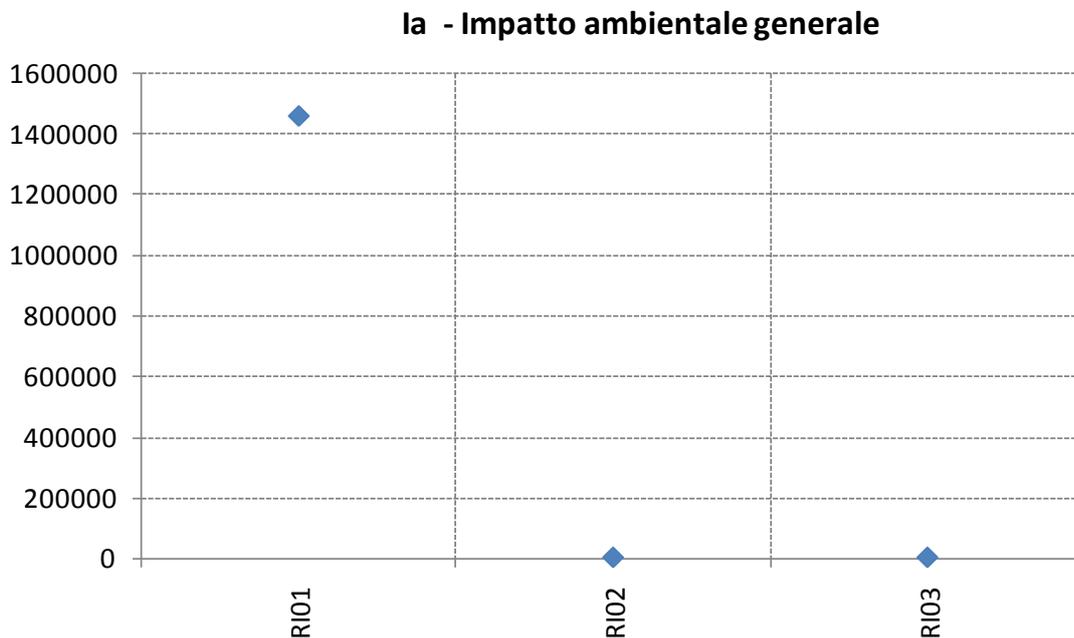


Figura 6.7 – Risultato dell' indicatore la (Impatto ambientale generale).

6.8 Risultato dell'analisi multicriterio - matrice

Come descritto nel paragrafo precedente, mediante una funzione analitica, ad ogni indicatore degli interventi è stato attribuito un valore. Il risultato ottenuto è stato normalizzato (giudizio da 0 a 10) in modo relativo; attraverso cioè la comparazione col risultato ottenuto dall'indicatore di ogni intervento.

L'analisi a multicriteri (descritta nell'Elaborato 3.4.1) rende possibile la comparazione delle varie alternative, attribuendo agli indicatori dei coefficienti di importanza (pesi) ricavati dalle interviste ai portatori d'interesse. Ad ogni alternativa è quindi assegnato un numero che ne rappresenta la "prestazione" rispetto ai vari criteri o in altre parole la sua "utilità".

Il risultato dell'analisi nel settore del rischio idraulico è riportato in Tabella 6.V, in Figura 6.8 e in Figura 6.9.

Tabella 6.V – Matrice degli interventi nel settore del rischio idraulico.

Codice intervento	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)							Risultato dell'analisi
		Dc peso 0,63	Ip peso 0,79	Ia peso 0,98	Iso peso 0,68	C peso 0,69	T peso 1,07	Ri peso 1,33	
RI01	Progetto per la costruzione di una cassa di espansione sul Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa verso Amplero	9,96	10,00	0,00	10,00	9,78	1,82	0,00	29,67
RI02	Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	10,00	8,73	10,00	0,00	0,00	10,00	10,00	47,00
RI03	Progetto per la costruzione di diversi bacini di accumulo distribuiti ai margini dei canali allaccianti.	0,00	0,00	10,00	7,12	10,00	0,00	0,28	21,91

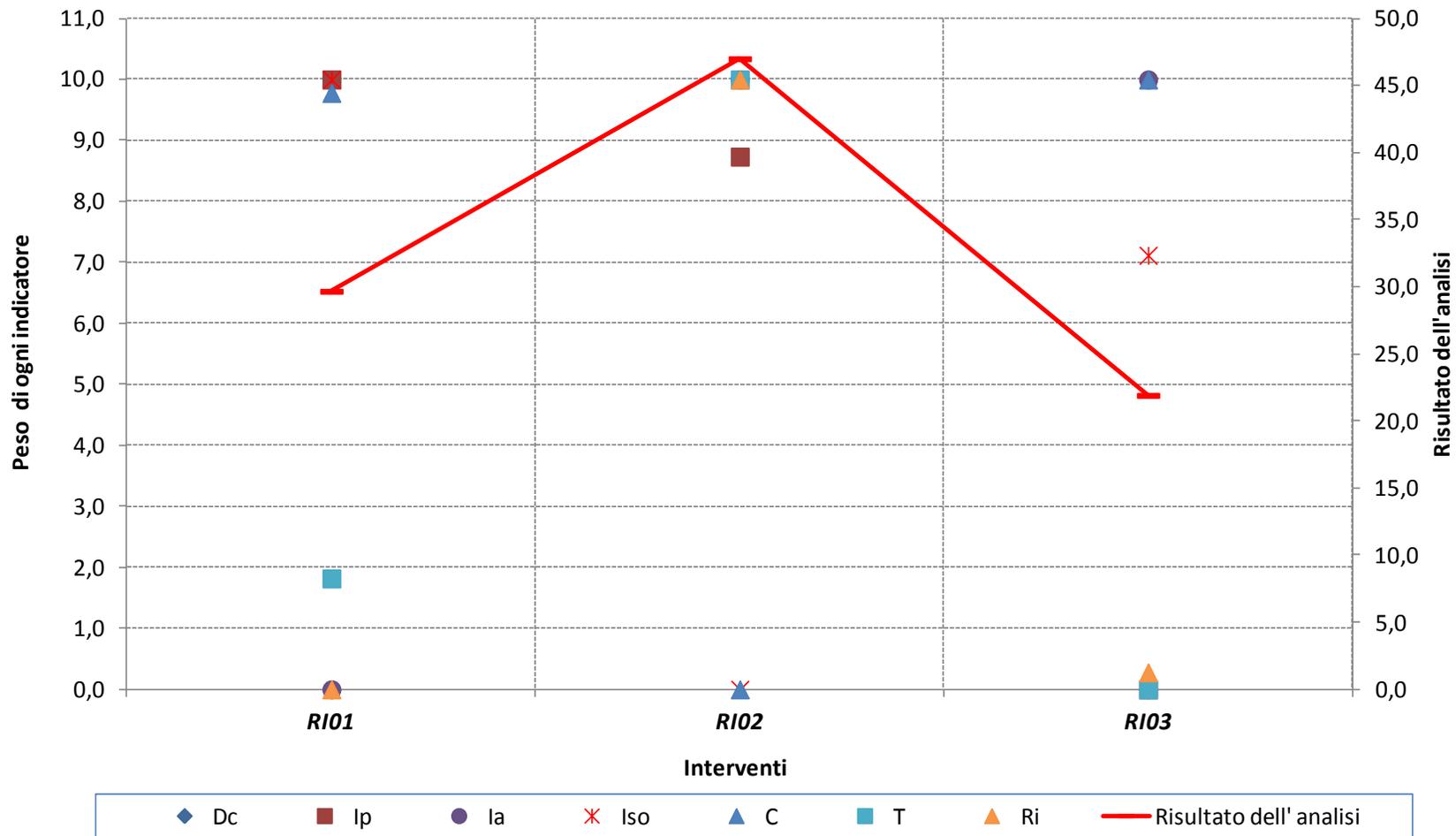


Figura 6.8 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore del rischio idraulico.

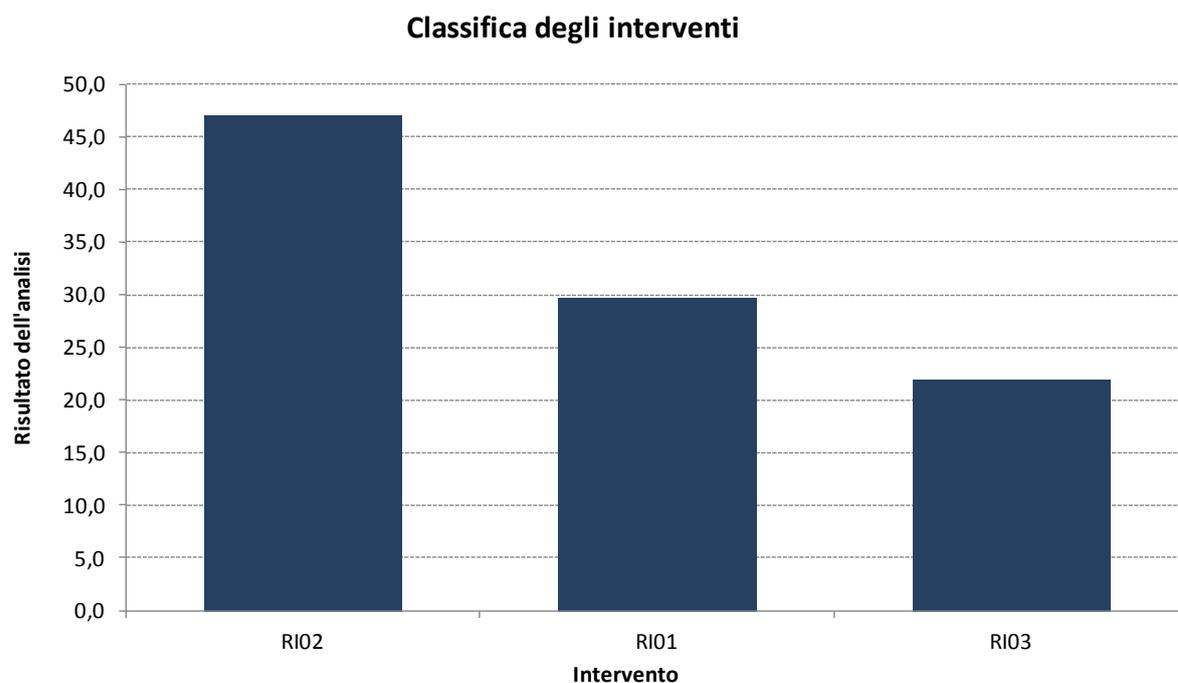


Figura 6.9 – Classifica del risultato dell'analisi multicriteri degli interventi nel settore del rischio idraulico.

L'intervento migliore risulta essere l'RI02 (*Progetto per la costruzione di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto*). L'intervento infatti soddisfa completamente gli obiettivi del progetto. La possibilità di allagare parte del Bacinetto consente di azzerare completamente gli allagamenti sul resto del territorio per eventi con Tempo di Ritorno pari a 30 anni.

L'intervento inoltre ben si adatta ai possibili cambiamenti climatici e potrebbe ben integrarsi con opere di accumulo a scopo irriguo.

Gli impatti sociali dell'intervento sono però molto alti in quanto sono coinvolte superfici agricole ad alta redditività mentre l'impatto ambientale è ridotto non essendo coinvolte aree protette.

L'idea di ripristinare le antiche condizioni della Piana del Fucino andando a realizzare un lago all'interno della zona più depressa della piana (Bacinetto) consentirebbe di risolvere le criticità nel settore irriguo e del rischio idraulico nella zona. Tutto ciò a discapito dei coltivatori del Bacinetto che si vedrebbero privare dei loro campi con la conseguente riduzione dell'indotto economico derivante dalla produzione agricola degli stessi.

7. Interventi combinati

In base ai risultati dell'analisi a multicriteri condotta nel settore irriguo e del rischio idraulico si sono individuati gli interventi combinati ovvero che permettono la risoluzione di entrambi gli obiettivi oggetto del presente studio:

- Riduzione del rischio idraulico;
- Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica.

Nel seguito sono riportate le alternative considerate, tra cui l'opzione "0", e i risultati dell'analisi a multicriteri condotta sugli interventi combinati

I progetti analizzati comprendono 3 ipotesi proposte nel corso di questo studio e l'ipotesi "0" ovvero non si considera di realizzare alcun intervento nel Fucino.

Gli interventi proposti nascono dalla combinazione delle soluzioni che hanno ricevuto il punteggio maggiore nell'ambito dell'analisi a multicriteri per i due settori di intervento. Tutti gli interventi, tranne l'opzione "0" considerano l'adozione di una rete di distribuzione in pressione a scopo irriguo che può essere del tipo a Pioggia (P1) o a Goccia (P2).

Le alternative progettuali sono elencate in Tabella 3.I di seguito riportata.

Tabella 7.1 – Elenco degli interventi irrigui analizzati

Codice intervento	Titolo del progetto
I00	Opzione "0"
I01	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo
I02	Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto
I03	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa

7.1 I00 - Opzione "0"

Questa opzione viene introdotta al fine di comparare gli altri progetti rispetto all'ipotesi di non intervenire. Chiaramente non consente di ottenere risultati al fine della soluzione delle criticità del Fucino ma comporta i benefici derivanti dal non arrecare disturbo ed ulteriori impatti ambientali e sociali dovuti alla realizzazione di opere.

7.2 I01 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo

7.2.1 Descrizione dell'intervento

Questo progetto combina i benefici dell'IR11 e dell'RI02, quindi dei due migliori interventi risultanti dall'analisi a multicriteri condotta per i due settori d'intervento.

In questo intervento (Figura 7.1) si prevede l'adozione di una vasca di accumulo e laminazione nella zona Sud del Collettore Centrale del Bacinetto presso l'impianto di sollevamento di Borgo Ottomila (Quota circa 650 m s.m.m.) tale da permettere l'accumulo di 5.300.000 m³ d'acqua occupando una superficie topografica di circa 900.000 m².

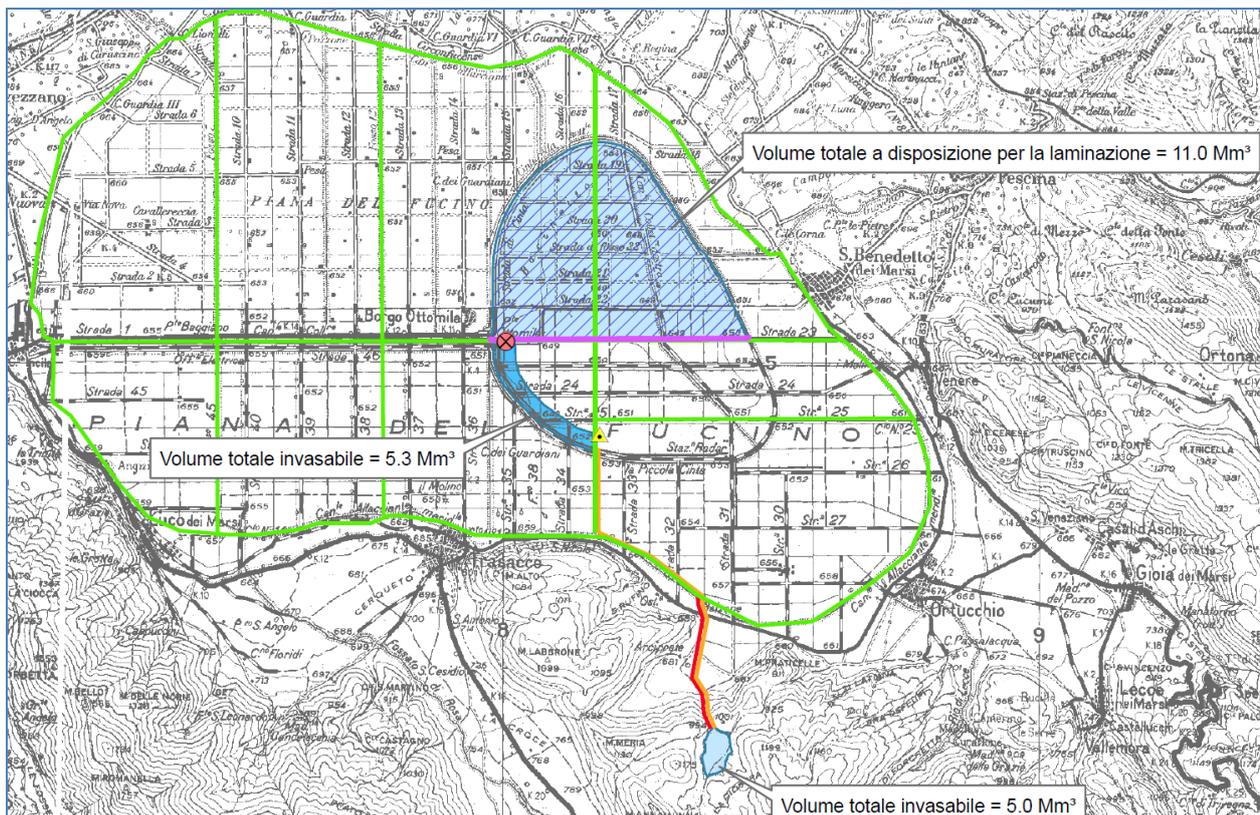


Figura 7.1 – Planimetria dell'intervento I01

L'intervento prevede anche la realizzazione di un'opera di captazione sul fiume Giovenco sempre presso Borgo Ottomila e la sistemazione ed adeguamento di 1 km di canali esistenti.

Un ulteriore serbatoio di accumulo sarà realizzato nella Conca di Tristeri. Nella Conca di Tristeri è infatti possibile immagazzinare $5.000.000 \text{ m}^3$ d'acqua durante il periodo invernale più sfavorevole ($10.300.000 \text{ m}^3 - 5.300.000 \text{ m}^3$ del bacino nel Bacinetto). Tale valore di accumulo non prevede la realizzazione di alcuno sbarramento nella Conca di Tristeri poiché è contenuto naturalmente nel bacino. È prevista quindi la sola realizzazione delle opere di impermeabilizzazione.

Al fine di permettere il trasferimento della portata accumulata nel bacino posto nel Bacinetto sino all'invaso nella conca di Tristeri occorrerà realizzare un sistema di pompaggio mediante una centrale di sollevamento posta ai margini del lago nel Bacinetto.

Questo intervento permette lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra il bacino di Tristeri ed il lago nel Bacinetto di 270 m realizzando una condotta forzata di lunghezza 9 km e DN 2400 mm.

Si considera, inoltre, di realizzare un sistema di ripompaggio il quale permette di trasferire una portata massima di $10 \text{ m}^3/\text{s}$ per 7 ore al giorno in pompaggio e 7 in turbinando.

Il progetto prevede la realizzazione di una condotta di adduzione lunga 2,6 km e di DN 1500 mm per immettere le risorse idriche accumulate in Tristeri nella rete irrigua tra Ortucchio e Trasacco.

Il fabbisogno irriguo eventualmente non soddisfatto nell'anno di crisi dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

Ai fini della riduzione del rischio idraulico questo intervento prevede l'utilizzo del Bacinetto come cassa di espansione per tutti gli apporti durante gli eventi di piena, in tal senso viene ripristinata l'idea originaria del progettista dell'intero sistema di bonifica. Il Bacinetto, infatti, costituisce notoriamente la zona più depressa di

tutta la piana e quindi la zona di accumulo naturale per le acque libere.

L'invaso dei volumi in eccesso verso la zona del Bacinetto dello scenario di progetto viene effettuata attraverso la realizzazione di poche semplici opere dal basso impatto: l'apertura controllata di alcune grosse paratoie poste alle estremità est, ovest e nord del Bacinetto, oltre che l'apertura di una paratoia esistente posta presso le idrovore che favorisca ulteriormente il deflusso verso il bacinetto.

È stato calcolato che per realizzare un vaso sufficiente a contenere i volumi derivanti da un evento di tempo di ritorno 30 anni, risulta sufficiente l'occupazione della parte nord del Bacinetto; in questo caso occorre realizzare lungo il canale mediano del Bacinetto un argine di protezione con quota alla cresta di circa 651 m s.m.m. Tale opera ha un'altezza media franchi inclusi di 2,5 m e una lunghezza di circa 4900 m.

7.2.2 Soddisfacimento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento proposto soddisfa completamente gli obiettivi del progetto. Esso prevede la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione a goccia o pioggia, i quali consentono un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. È particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno in quanto l'area adibita alla realizzazione degli invasi permette ulteriori possibilità di incrementare il volume accumulato.

L'intervento inoltre contribuisce a mitigare in maniera sufficiente il rischio idraulico per la Piana del Fucino, poiché la zona di espansione riesce ad intercettare tutte le acque che contribuiscono agli allagamenti della piana.

Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

L'intervento, presenta alcune criticità dal punto di vista ambientale, poiché altererebbe l'ambiente fluviale a valle del punto di prelievo. In ogni modo l'impatto è minimo in quanto il prelievo delle acque del Gioenco avviene nella zona centrale della piana garantendo il deflusso minimo vitale del corso d'acqua.

Gli impatti sociali sono presenti e abbastanza elevati rispetto ad altri interventi in quanto gli interventi prevedono l'occupazione di superfici agricole molto redditizie.

In sintesi, l'intervento I01 presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali eccellente.

7.3 I02 - Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto

7.3.1 Descrizione dell'intervento

Questo progetto combina i benefici dell'I06 e dell'I02, quindi del secondo miglior intervento a fini irrigui e dell'intervento migliore per la riduzione del rischio idraulico risultanti dall'analisi a multicriteri condotta per i due settori d'intervento.

Questo intervento prevede l'utilizzo del Bacinetto sia come cassa di espansione per tutti gli apporti durante gli eventi di piena che come accumulo a fini irrigui (Figura 7.2). Il Bacinetto costituisce notoriamente la zona più depressa di tutta la piana e quindi la zona di accumulo naturale per le acque libere. Inoltre le acque del fiume Gioenco possono essere facilmente derivate ed indirizzate all'interno del lago che si verrà a formare nel Bacinetto.

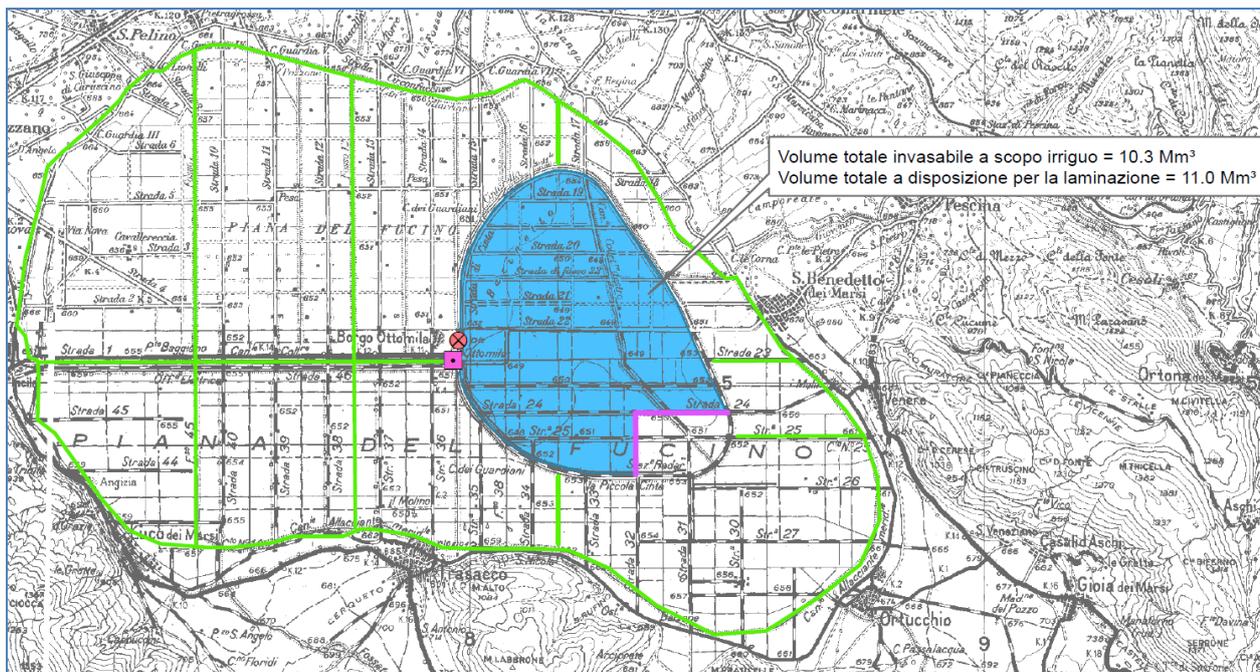


Figura 7.2 – Planimetria dell'intervento I02.

L'invaso dei volumi idrici verso la zona del Bacinetto viene effettuato attraverso la realizzazione di poche semplici opere dal basso impatto: l'apertura controllata di alcune grosse paratoie poste alle estremità est, ovest e nord del Bacinetto, si prevede inoltre l'apertura di una paratoia esistente posta presso le idrovore che favorisca ulteriormente il deflusso verso il Bacinetto.

Per mezzo di un idoneo impianto di sollevamento è possibile immettere le risorse idriche accumulate nella rete di distribuzione irrigua.

Si considera di allagare il Bacinetto creando un lago necessario ad accumulare il fabbisogno a fini irrigui che risulta di 10.300.000 m³ e che consenta la protezione del territorio dagli allagamenti per Tr maggiori di 30 anni. Supponendo che il bacino di accumulo sia pieno è stato calcolato che per realizzare un invasore sufficiente a contenere i volumi derivanti da un evento di tempo di ritorno 30 anni, risulta necessaria l'occupazione di quasi tutto il Bacinetto ad eccezione della zona Sud occupata dalle infrastrutture di Telespazio S.p.A. A protezione di Telespazio occorre realizzare un argine con quota alla cresta di circa 652 m s.m.m. Tale opera ha un'altezza media franchi inclusi di 2,5 m e una lunghezza di circa 3.000 m.

I livelli idrici che si vengono a creare nel bacino sono variabili da 1 m nelle sono più esterne a 2 m in quelle più interne.

L'intervento comporta l'occupazione di una superficie topografica di circa 2.000 ettari.

7.3.2 Soddiscamento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento proposto soddisfa completamente gli obiettivi del progetto. Esso prevede la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione, i quali consentono un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. È in parte adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno anche se l'area adibita alla realizzazione dell'invasore non permette abbondanti possibilità di incrementare il volume accumulato.

L'intervento inoltre contribuisce a mitigare in maniera sufficiente il rischio idraulico per la Piana del Fucino, poiché la zona di espansione riesce ad intercettare tutte le acque che contribuiscono agli allagamenti della piana.

Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

L'intervento, presenta alcune criticità dal punto di vista ambientale, poiché altererebbe l'ambiente fluviale a valle del punto di prelievo. In ogni modo l'impatto è minimo in quanto il prelievo avviene nella zona centrale della piana. Si fa notare che, in questo intervento, come negli altri, il deflusso minimo vitale del corso d'acqua viene comunque sempre garantito: questo significa che le acque del Giovenco e degli altri fiumi non verrebbero MAI captate in toto, ma verrebbe rilasciata dall'opera di presa, una portata tale da garantire le funzionalità minima del sistema fluviale a valle.

Gli impatti sociali sono molto alti rispetto ad altri interventi in quanto le superfici agricole occupate sono di grande estensione.

L'idea di ripristinare le antiche condizioni della Piana del Fucino andando a realizzare un lago all'interno della zona più depressa della piana (Bacinetto) consentirebbe di risolvere le criticità nel settore irriguo e del rischio idraulico nella zona. Tutto ciò a discapito dei coltivatori del Bacinetto che si vedrebbero privare dei loro campi con la conseguente riduzione dell'indotto economico derivante dalla produzione agricola degli stessi.

L'intervento ipotizzato presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali buona.

7.4 I03 - Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa

7.4.1 Descrizione dell'intervento

Questo progetto combina i benefici dell'IR11 e dell'RI01, quindi il migliore intervento a scope irriguo ed il secondo miglior intervento per il rischio idraulico (Figura 7.3). Questo intervento è molto simile all' I01 ma l'impatto sociale derivante dall'occupazione dell'area del Bacinetto ai fini della laminazione, ha indotto a proporre una alternativa: Derivazione Fossato di Rosa verso Amplero, invasi lungo il Giovenco.

In questo intervento si prevede l'adozione di una vasca di accumulo nella zona Sud del Collettore Centrale del Bacinetto presso l'impianto di sollevamento di Borgo Ottomila (Quota circa 650 m s.l.m.) tale da permettere l'accumulo di 5.300.000 m³ d'acqua occupando una superficie topografica di circa 900.000 m².

L'intervento prevede anche la realizzazione di un'opera di captazione sul fiume Giovenco sempre presso Borgo Ottomila e la sistemazione ed adeguamento di 1 km di canali esistenti.

Un ulteriore serbatoio di accumulo sarà realizzato nella Conca di Tristeri. Nella Conca di Tristeri è infatti possibile immagazzinare 5.000.000 m³ d'acqua durante il periodo invernale più sfavorevole (10.300.000 m³ - 5.300.000 m³ del bacino nel Bacinetto). Tale valore di accumulo non prevede la realizzazione di alcuno sbarramento nella Conca di Tristeri poiché è contenuto naturalmente nel bacino. È prevista quindi la sola realizzazione delle opere di impermeabilizzazione.

Al fine di permettere il trasferimento della portata accumulata nel bacino posto nel Bacinetto sino all'invaso nella conca di Tristeri occorrerà realizzare un sistema di pompaggio mediante una centrale di sollevamento posta ai margini del lago nel Bacinetto.

Questo intervento permette lo sfruttamento di un salto geodetico netto fra il bacino di Tristeri ed il lago nel Bacinetto di 270 m realizzando una condotta forzata di lunghezza 9 km e DN 2400 mm.

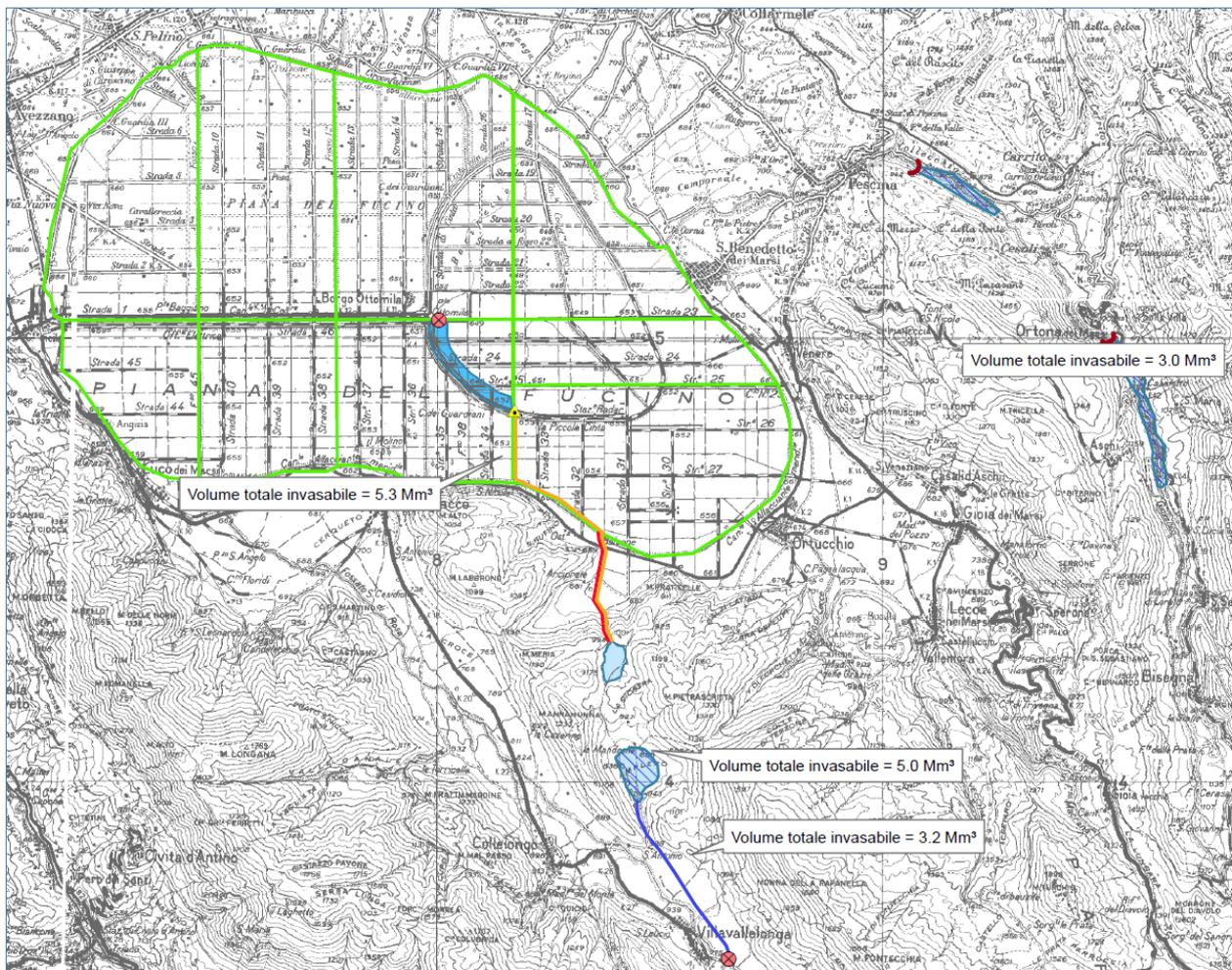


Figura 7.3 – Planimetria dell'intervento I03

Si considera inoltre di realizzare un sistema di pompaggio il quale permette di trasferire una portata massima di $10 \text{ m}^3/\text{s}$ per 7 ore al giorno in pompaggio e 7 in turbinando.

Il progetto prevede anche la realizzazione di una condotta di adduzione lunga 2,6 km e di DN 1500 mm per immettere le risorse idriche accumulate in Tristeri nella rete irrigua tra Ortucchio e Trasacco.

Il fabbisogno irriguo eventualmente non soddisfatto nell'anno di crisi dovrà essere integrato tramite l'immissione in rete di risorse idriche sotterranee.

Ai fini della riduzione del rischio idraulico questo intervento prevede di derivare e laminare le portate dei due principali affluenti della piana: il fiume Giovenco ed il Rio delle Rose, attraverso la realizzazione di invasi artificiali in grado di contenere i picchi di piena conseguenti a eventi pluviometrici di progetto.

Sono stati identificati questi due corsi d'acqua in quanto, oltre a costituire i maggiori apporti d'acqua alla piana, è stato possibile individuare in prossimità del loro corso zone di espansione naturale sfruttabili attraverso la costruzione di opere ed infrastrutture relativamente poco complesse

Per quanto riguarda il fiume Giovenco, l'intervento prevede la realizzazione di due sbarramenti che determinano due casse di espansione in linea con funzione di laminazione dell'onda di piena. Questo consente una regolazione della portata in transito lungo il fiume Giovenco sia attraverso l'abitato di Pescina che in ingresso alla Piana del Fucino. L'opera di sbarramento ubicata a monte di Ortona dei Marsi in località Le Roscie è a tutti gli effetti una diga con altezza pari a 22 m mentre l'opera a valle, a monte dell'abitato di Pescina, è una traversa fluviale con altezza

pari a 7 m.

Tali sbarramenti consentono di limitare l'apporto verso la piana per complessivi 3 milioni di metri cubi di acqua, derivanti da un'area di contribuzione di circa 10.000 ha.

L'intervento prevede il mantenimento del minimo deflusso vitale del fiume Giovenco di 200 l/s.

Le caratteristiche plano-altimetriche del sito scelto per la realizzazione della diga in località Le Roscie, sono riportate nei paragrafi precedenti.

Il Rio delle Rose ha abitualmente portate nulle, ma l'importante bacino di contribuzione di monte fa sì che durante gli eventi intensi la portata del rio fornisca un apporto significativo di portata alla piana. Questa superficie risulta di circa 7.650 ha e l'apporto d'acqua durante l'evento di progetto risulta di circa 3,2 milioni di metri cubi. Si ipotizza di immagazzinare tale volume nella conca naturale di Amplero attraverso la realizzazione di un canale in destra fluviale con derivazione a monte di Villavallelonga. Il canale dovrà consentire il trasporto di una portata massima di 11 m³/s.

7.4.2 Soddiscamento degli obiettivi ed osservazioni

L'intervento proposto soddisfa bene gli obiettivi del progetto. Esso prevede la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione, i quali consentono un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. È particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno in quanto l'area adibita alla realizzazione degli invasi permette ulteriori possibilità di incrementare il volume accumulato.

Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

L'intervento, presenta alcune criticità dal punto di vista ambientale, poiché altererebbe l'ambiente fluviale a valle del punto di prelievo. In ogni modo l'impatto è minimo in quanto il prelievo avviene nella zona centrale della piana. Si fa notare che, in questo intervento, come negli altri, il deflusso minimo vitale del corso d'acqua viene comunque sempre garantito: questo significa che le acque del Giovenco e degli altri fiumi non verrebbero MAI captate in toto, ma verrebbe rilasciata dall'opera di presa, una portata tale da garantire le funzionalità minima del sistema fluviale a valle.

Gli impatti sociali sono presenti ma non molto elevati rispetto ad altri interventi in quanto sono occupate solo in piccola parte superfici agricole redditizie.

Dal punto di vista del rischio idraulico però l'intervento proposto soddisfa solo in parte gli obiettivi del progetto. Il rischio idraulico permane comunque per $T_r = 30$ anni in quanto anche altri affluenti alla piana (oltre al Giovenco ed al Rio delle Rose) concorrono alla formazione degli eventi di allagamento. L'intervento inoltre non risulta particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici soprattutto per quanto riguarda gli interventi nella valle del Giovenco. Gli sbarramenti infatti una volta realizzabili non possono essere facilmente modificabili per aumentare il volume di laminazione. La valle di Amplero presenta invece potenzialità elevate tale da consentire notevoli margini di adattabilità ad esigenze future.

L'impatto ambientale è piuttosto elevato perché alcune opere sono collocate su aree protette (SIC, Parco Nazionale d'Abruzzo).

Si ricorda che la completa risoluzione delle problematiche relative al rischio idraulico è raggiungibile solamente attraverso la realizzazione di accumuli di laminazione e riduzione dei colmi di piana realizzati nelle aree centrali e

più depresse della piana. Gli invasi realizzati in quota solo parzialmente consentono la risoluzione delle criticità in tale ambito.

L'intervento ipotizzato presenta nel complesso una percentuale di raggiungimento degli obiettivi progettuali buona.

8. Calcolo degli indicatori per gli interventi combinati

8.1 Rischio Idraulico – Ri

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $Ri = (\sum Ar * R) * kv / 100.000 + kar$ [m²]) è relativo al raggiungimento dell'obiettivo 1 (Riduzione del rischio idraulico). È dato dalla somma dell'area allagata moltiplicata per la rispettiva classe di rischio (da 1 a 4) per un assegnato TR (100 anni) tutto moltiplicato per un coefficiente "kv" che tiene conto dell'incremento del rischio a valle (fiume Liri), kv=1 se non incrementa, kv=10 se viene incrementato, kv= 0,1 se diminuisce. Più un coefficiente (KAR) da 0 a 10 che tiene conto dell'adattabilità ai cambiamenti climatici: 0 = adattabile, 10 = non adattabile.

Più l'indicatore è piccolo più significativo è l'intervento.

I risultati del punteggio dell'indicatore Ri derivano esattamente dai corrispettivi interventi di Rischio Idraulico di ogni intervento combinato.

Osservando il grafico riportato in Figura 8.1 si nota che gli interventi I01 ed I02 permettono di ridurre quasi completamente il Rischio Idraulico. Inoltre l'intervento I01 permette un'adattabilità migliore ai cambiamenti climatici in quanto può essere successivamente previsto un ampliamento della superficie allagabile con ridotti interventi strutturali ma mediante un incremento delle superfici oggetto di servitù di allagamento.

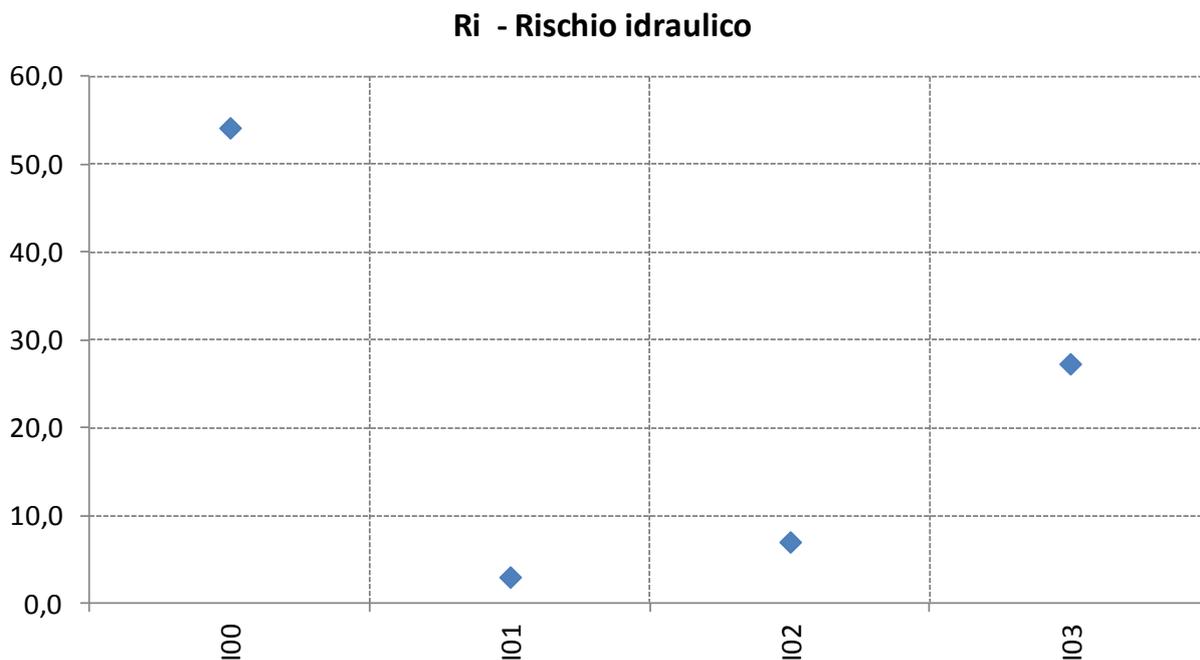


Figura 8.1 – Risultato dell' indicatore Ri (Rischio Idraulico) per gli interventi complessivi

8.2 Soddisfacimento del fabbisogno irriguo – Sf

Questo indicatore è espresso dalla funzione $Sf = V_{so} / V_{se} + kas$ adimensionale. È relativo al raggiungimento dell'obiettivo 2 (Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica). Viene calcolato come il rapporto tra il fabbisogno idrico (volume d'acqua) soddisfatto con l'intervento rispetto a quello da soddisfare aggiungendo un coefficiente da 0 a 1 che tiene conto dell'adattabilità ai cambiamenti climatici (0 = non adattabile, 1 = adattabile). I valori del coefficiente "kas" sono riportati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Tabella 8.1 – Valori del coefficiente "kas"

Codice intervento	Valore del coefficiente "kas"
I00	0
I01	1
I02	0,6
I03	1

Più l'indicatore è grande più efficace è l'intervento.

Tutti gli interventi permettono di soddisfare il fabbisogno irriguo nelle condizioni di progetto mentre solo alcuni progetti sono adattabili, per mezzo di semplici opere, ai possibili cambiamenti climatici. Gli interventi I01 ed I03 prevedono infatti di poter aumentare l'accumulo di risorse idriche sia ampliando il bacino artificiale nel Bacinetto sia eventualmente realizzando la diga in elevazione della conca di Tristeri.

Osservando il grafico riportato in Figura 8.2 gli interventi maggiormente flessibili e adattabili ai cambiamenti climatici presentano un punteggio più alto rispetto agli altri.

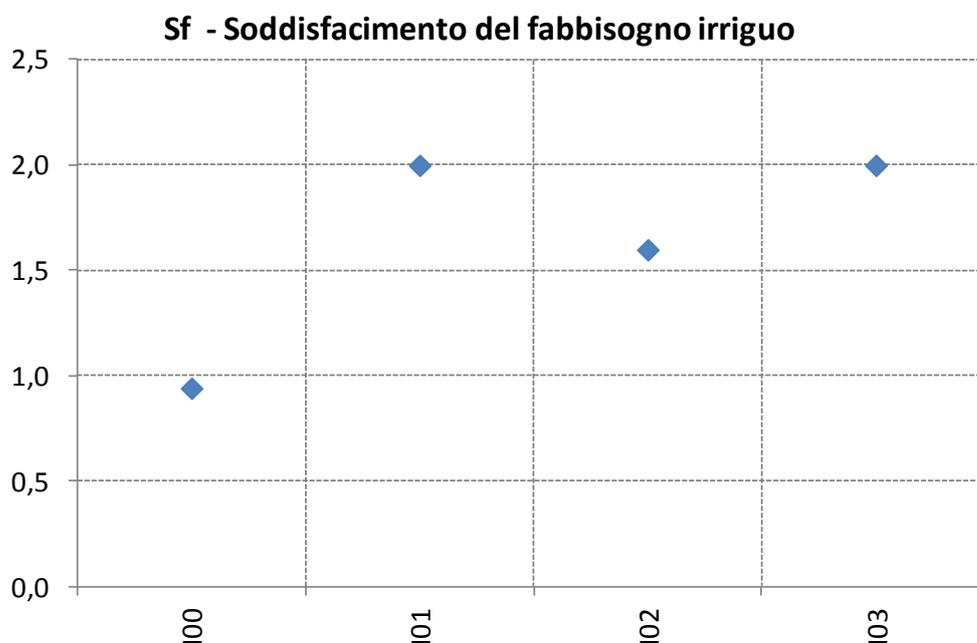


Figura 8.2 – Risultato dell' indicatore Sf (Soddisfacimento del fabbisogno irriguo) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

8.3 Qualità dell'acqua distribuita – Q

È un indicatore relativo al raggiungimento dell'obiettivo 2 (Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica). Dipende dalla qualità dell'acqua che viene distribuita a fini irrigui valutata in base al livello di inquinamento espresso dai macrodescrittori (100-OD, BOD5, COD, NH4, NO3, Fosforo totale, Escherichia coli). È definito attraverso un giudizio: se la qualità non varia $Q=5$, se peggiora $0 < Q < 5$, se migliora $5 < Q < 10$.

La valutazione della qualità dell'acqua è stata fatta confrontando l'indicato LIM del punto di prelievo dell'acqua rispetto al LIM medio della Piana nelle condizioni attuali generalmente pari a 5.

Osservando il grafico riportato in Figura 8.3, si evince che più il prelievo di risorsa avviene a monte della piana più la

qualità dell'acqua distribuita presenta caratteristiche migliori.

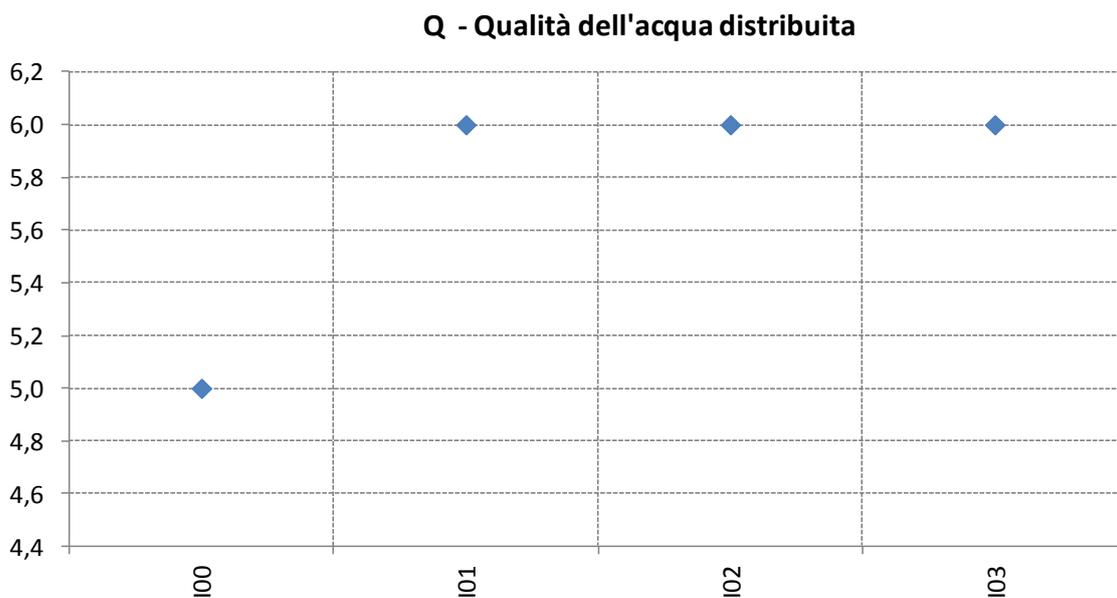


Figura 8.3 – Risultato dell' indicatore Q (Qualità dell'acqua distribuita) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione pioggia e a goccia).

8.4 Miglioramento delle pratiche agricole – Pa

È un indicatore relativo al raggiungimento dell'obiettivo 2 (Uso efficace e sostenibile della risorsa idrica). Tiene in considerazione l'introduzione di tecniche e pratiche agricole migliorative sia in termini di efficienza che di efficacia di irrigazione (metodo di adacquamento, tipologia di trasporto e consegna ecc...). È definito attraverso un giudizio: se le pratiche non variano $Q=5$, se peggiorano $0 < Q < 5$, se migliorano $5 < Q < 10$.

Si è considerato che le pratiche agricole migliorino se si utilizzano reti e impianti di adduzione e distribuzione della risorsa idrica (Figura 8.4).

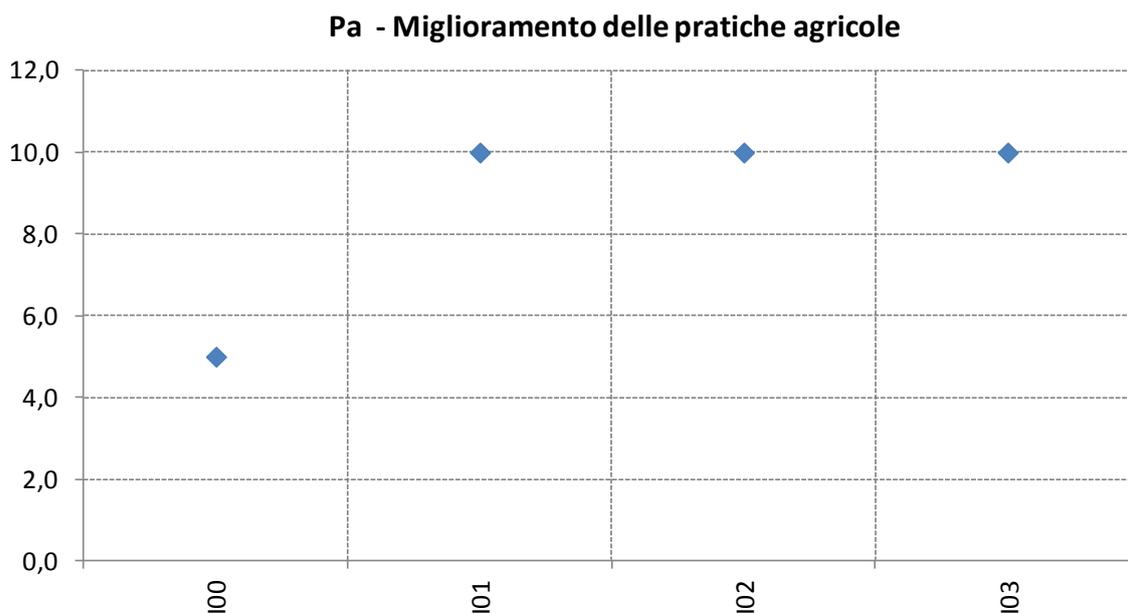


Figura 8.4 – Risultato dell' indicatore Pa (Miglioramento delle pratiche agricole) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

8.5 Prelievo da falda acquifera – Pf

Questo indicatore è espresso dalla funzione $Pf = V_{ep}/V_{ea}$. È un indicatore relativo al raggiungimento dell'obiettivo legato all'uso efficace e sostenibile della risorsa idrica. Questo indicatore è inoltre relativo all'impatto ambientale sulle risorse idriche sotterranee. Esso è dato dal rapporto tra il volume d'acqua emunto presunto a seguito dell'intervento rispetto al volume d'acqua attualmente emunto da falda idrica su base annua.

Più l'indicatore è piccolo più efficace è l'intervento.

Solo l'opzione zero e quindi lo stato attuale prevede il prelievo da falda nell'anno idrologico medio (Figura 8.5).



Figura 8.5 – Risultato dell' indicatore Pf (Prelievo da falda acquifera) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

8.6 Tempo di realizzazione funzionale – T

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $T = \max(Ta/ks)$ [mesi]) considera il tempo di realizzazione dell'intervento e la possibilità che esso venga realizzato per stralci. Il massimo del tempo di ogni azione è diviso per il numero di stralci funzionali.

Più l'indicatore è grande meno efficiente è l'intervento.

Per la valutazione dei tempi di esecuzione di ogni azione si è considerato il tempo esecutivo delle opere ricavato dall'analisi dei costi riportata nei prezziari regionali o in base a considerazioni su lavori realizzati.

Di seguito si riportano i tempi considerati riferiti ad ogni squadra impegnata nell'esecuzione dell'opera:

- esecuzione di scavi: 450 m³/giorno;
- realizzazione di rilevati: 160 m³/giorno;
- realizzazione o sistemazione di canali: 10 m/giorno;
- posa di condotte interrate: 50 m/giorno;
- opere di impermeabilizzazione: 480 m²/giorno;
- realizzazione di elettrodotti aerei incluse le opere di connessione: 20 m/giorno.

Per stralcio funzionale si intende il numero di lotti con cui può essere realizzata un'opera mantenendo la funzionalità del lotto di opera.

Per esempio la realizzazione della rete di distribuzione irrigua può essere suddivisa in 5 lotti funzionanti indipendenti mentre la realizzazione dell'impermeabilizzazione della Conca di Tristeri comporta l'intera esecuzione dell'opera affinché possa essere funzionale. La rete di distribuzione è, quindi, un'opera ingente il cui tempo di realizzazione complessivo è stimabile in circa 5 anni, essendo però suddivisibile in 5 stralci funzionali il suo tempo di realizzazione funzionale risulta di 12 mesi.

L'impermeabilizzazione di Tristeri, invece, pur richiedendo un tempo di realizzazione pari a richiede 2 anni, non essendo realizzabile in un unico stralcio presenta un tempo funzionale di 24 mesi.

L'intervento col tempo di realizzazione funzionale maggiore è l'I03 in quanto si prevede la realizzazione della diga ad Ortona dei Marsi il cui tempo di realizzazione in un unico stralcio è di 3 anni. Il tempo di realizzazione dell'opzione zero è chiaramente nullo (Figura 8.6).

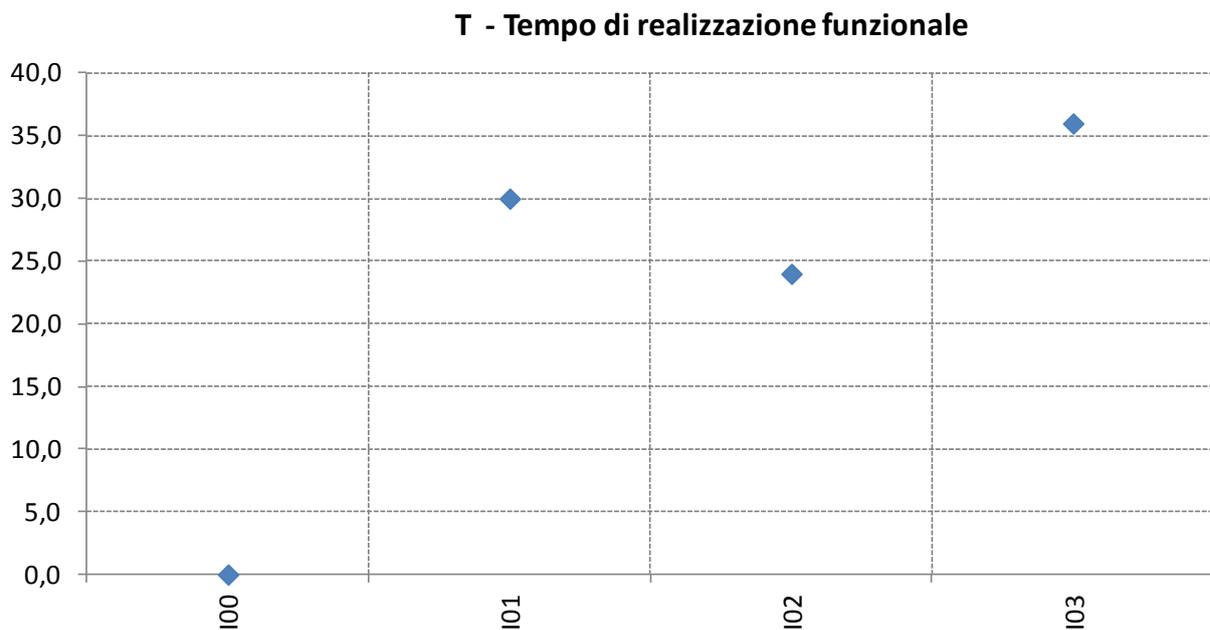


Figura 8.6 – Risultato dell' indicatore T (Tempo di realizzazione funzionale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

8.7 Costo iniziale e difficoltà di finanziamento – C

Il costo di investimento di ogni stralcio è dato dall' espressione $C = \max(C_a/k_s)$ [€]. Si tratta di un indicatore economico collegato sia al costo iniziale sia alla possibilità di realizzare l'intervento per stralci e quindi alla finanziabilità delle opere. Il massimo dei costi delle azioni diviso un coefficiente che considera il numero di stralci dell'intervento (e quindi la semplificazione di finanziamento).

Più l'indicatore è grande meno possibilità ci sono che l'intervento sia realizzabile.

I costi iniziali sono quelli da sostenere per la realizzazione di tutte le opere previste dagli interventi e posso essere raccolti nelle seguenti azioni principali:

- opere di presa;
- dighe/rilevati;
- posa di condotte di derivazione, collegamento e restituzione;
- canali di derivazione e scarico (compreso il risezionamento);
- bacini di accumulo;

- centrali elettriche (pompaggio e/o idroelettrica);
- nuove linee elettriche;
- rete di distribuzione irrigua;

Ai costi di realizzazione delle opere occorre aggiungere:

- i costi degli espropri, calcolati per i bacini di accumulo e di appoggio secondo la metodologia descritta nell'Elaborato 3.4.1 ;
- i costi per le servitù e delle vie di accesso delle altre opere calcolati nella misura del 3% dell'importo lavori e forniture;
- le spese tecniche nella misura del 10 % e le spese per imprevisti per un ammontare del 5% rispetto all'importo lavori.

In Tabella 8.II e

Tabella 8.III sono riportate le caratteristiche generali ed i costi per ogni opera che compone gli interventi, nel caso di rete di irrigazione a pioggia (P1) o a goccia (P2).

Tabella 8.II – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi complessivi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Pioggia (P1)

Informazioni generali		Condotte e canali										
Codice interno	Titolo del progetto	Volume da accumulare nel periodo invernale (Mm ³)	Fabbisogno da falda acquifera (Mm ³)	Volume da riutilizzo dei reflui (Mm ³)	Salto lordo (m)	Lunghezza delle condotte in acciaio (km)				Galleria [km]	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali [M€]
						DN 2400	DN 1500	DN 1200	DN 1000			
I00	Opzione zero	37,58	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I01	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	10,30	0,00	3,25	230,00	9,00	2,60	3,00	0,00	0,30	3,00	29,08
I02	Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	9,61
I03	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa	10,30	0,00	3,25	230,00	9,00	2,60	3,00	0,00	0,30	4,50	45,93

Codice interno	Bacini naturali o invasi realizzati con dighe							Opera di presa				Bacini scavati			
	Volume (Mm ³)	Tipo	Caratteristiche				Costo totale bacini e dighe [M€]	Altezza opera (m)	Quota di scarico (m)	Larghezza (m)	Costo dell'opera di presa [M€]	Volume (Mm ³)	Profondità (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)	Costo dei bacini scavati [M€]
			Altezza sbarramento (m)	Quota di scarico (m)	Lunghezza del parapetto (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)									
I00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I01	5,00	Bacino naturale	0,00	917,00	0,00	0,40	13,00	5,00	650,00	40,00	0,19	5,30	6,00	0,90	22,79
I02	0,00	Rilevato in terra	0,00	0,00	3000,00	0,00	1,60	5,00	650,00	40,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
I03	5,00	Bacino naturale Tristeri +diga Giovenco	0 + 22	917 + 900	0 + 30	0,4 + 2,1	23,30	5 + 7 + 5	650 + 770 e 970	40 + 20 + 50	2,55	5,30	6,00	0,90	22,79

Codice interno	Impianti energetici				Linee elettriche				Espropri e servitù	Rete irrigua - distribuzione a PIOGGIA	Costo totale iniziale [M€]
	Centrali di pompaggio		Centrali di sollevamento in rete		Alta Tensione - AT		Media Tensione - MT				
	Potenza (MW)	Costo [M€]	Potenza (MW)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]			
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
101	22,64	15,68	0,10	0,07	12,00	3,00	0,00	0,00	73,94	54,18	242,89
102	0,00	0,00	2,50	1,75	0,00	0,00	1,00	0,05	107,61	43,34	177,62
103	22,64	15,68	0,10	0,07	12,00	3,00	0,00	0,00	7,54	54,18	212,47

Tabella 8.III – Caratteristiche dimensionali e costo delle opere per i vari interventi complessivi considerati nel caso di utilizzo di rete di distribuzione a Goccia (P2)

Informazioni generali		Condotte e canali										
Codice interno	Titolo del progetto	Volume da accumulare nel periodo invernale (Mm ³)	Fabbisogno da falda acquifera (Mm ³)	Volume da riutilizzo dei reflui (Mm ³)	Salto lordo (m)	Lunghezza delle condotte in acciaio (km)				Galleria [km]	Canale [km]	Costo totale di condotte e canali [M€]
						DN 2400	DN 1500	DN 1200	DN 1000			
100	Opzione zero	37,58	14,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
101	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	10,30	0,00	3,25	230,00	9,00	2,60	3,00	0,00	0,30	3,00	29,08
102	Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto	10,30	0,00	3,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	9,61
103	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa	10,30	0,00	3,25	230,00	9,00	2,60	3,00	0,00	0,30	4,50	45,93

Codice interno	Volume (Mm ³)	Bacini naturali o invasi realizzati con dighe					Costo totale bacini e dighe [M€]	Opera di presa				Bacini scavati			
		Tipo	Caratteristiche			Superficie occupata dal bacino (Mm ²)		Altezza opera (m)	Quota di scarico (m)	Larghezza (m)	Costo dell'opera di presa [M€]	Volume (Mm ³)	Profondità (m)	Superficie occupata dal bacino (Mm ²)	Costo dei bacini scavati [M€]
			Altezza sbarramento (m)	Quota di scarico (m)	Lunghezza del parapetto (m)										
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
101	5,00	Bacino naturale	0,00	917,00	0,00	0,40	13,00	5,00	650,00	40,00	0,19	5,30	6,00	0,90	22,79
102	0,00	Rilevato in terra	0,00	0,00	3000,00	0,00	1,60	5,00	650,00	40,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
103	5,00	Bacino naturale Tristeri +diga Giovenco	0 + 22	917 + 900	0 + 30	0,4 + 2,1	23,30	5 + 7 +5	650+ 770 e 970	40 +20 + 50	2,55	5,30	6,00	0,90	22,79

Codice interno	Impianti energetici				Linee elettriche				Espropri e servizi	Rete irrigua - distribuzione a GOCCIA	Costo totale iniziale [M€]
	Centrali di pompaggio		Centrali di sollevamento in rete		Alta Tensione - AT		Media Tensione - MT				
	Potenza (MW)	Costo [M€]	Potenza (MW)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]	Lunghezza linee (km)	Costo [M€]			
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
101	22,64	15,68	0,10	0,07	12,00	3,00	0,00	0,00	73,94	49,09	236,58
102	0,00	0,00	2,50	1,75	0,00	0,00	1,00	0,05	107,61	39,27	172,58
103	22,64	15,68	0,10	0,07	12,00	3,00	0,00	0,00	7,54	49,09	206,16

Come descritto per l'indicatore del Tempo funzionale (T), anche per questo indicatore si considera lo stralcio funzionale dato dal numero di lotti con cui può essere realizzata un'opera mantenendo la funzionalità del lotto di opera.

Gli interventi che presentano i costi maggiori sono in generale quelli legati alla realizzazione di bacini di accumulo artificiali (I02 - Bacinetto) in quanto oltre ai costi di realizzazione ci sono anche importanti costi per gli espropri. Inoltre questi interventi di tipo concentrato necessitano la realizzazione completa dell'opera di accumulo ai fini della funzionalità dell'intervento, quindi lo stralcio è unico (Figura 8.7. e Figura 8.8).

C - Costo iniziale degli stralci

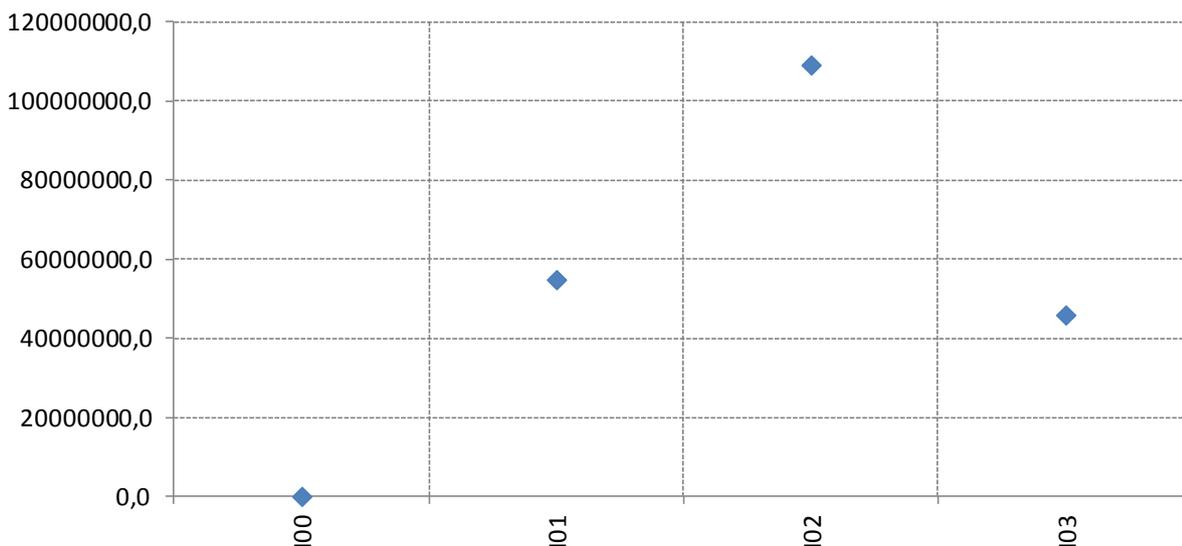


Figura 8.7 – Risultato dell' indicatore C (Costo di realizzazione) nel caso di progetto P1 (irrigazione a Pioggia).

C - Costo iniziale degli stralci

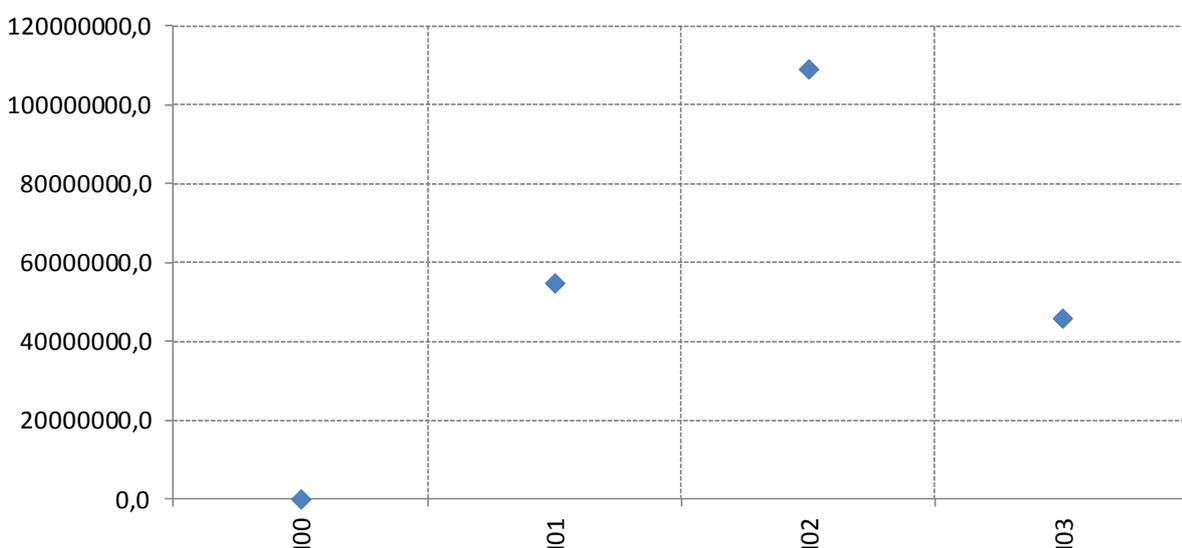


Figura 8.8 – Risultato dell' indicatore C (Costo di realizzazione) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

8.8 Redditività - Valore Attuale Netto in 50 anni – VAN

Il vantaggio economico, se presente, associato alla realizzazione dell'intervento è quantificato mediante l'indicatore corrispondente al Valore Attuale Netto ($VAN = \sum (RE-GM) * \frac{((1+r)^n - 1)}{r * (1+r)^n} - \sum Ci$ [€]). Per le

caratteristiche degli interventi, il cui scopo non è di natura prettamente economica, non si tratta di un effettivo vantaggio economico ma bensì di un costo attualizzato. L'indicatore è calcolato come somma algebrica attualizzata fra il beneficio lordo annuale (riduzione dei costi relativi all'energia elettrica, beneficio in relazione alla mancata produzione agricola) e tutti gli oneri annuali per gestione, manutenzione e l'investimento iniziale per la realizzazione dell'intervento.

Più l'indicatore è grande più l'intervento è economicamente conveniente.

Per eseguire la valutazione economica si sono calcolati i flussi di cassa annui per ogni ipotesi di intervento considerando i costi ed i benefici aggiunti da tali interventi ed i benefici dovuti ai minori costi rilevati rispetto alla condizione attuale. Le analisi sono state eseguite assumendo ovviamente delle condizioni al contorno uguali per tutti i progetti che corrispondono al fabbisogno calcolato per lo stato futuro e allo scenario idrologico relativo all'anno medio. La metodologia di definizione dei costi e benefici economici è descritta nell'Elaborato 3.4.1 "Proposte di intervento – Relazione metodologica".

Costi annui:

Per quanto riguarda i costi annui si sono considerati:

- i costi di gestione e manutenzione;
- il costo dell'energia elettrica pompata dal sistema di pompaggio;
- il costo per il pompaggio delle risorse idriche accumulate nella rete di distribuzione;

In particolare i costi di manutenzione e gestione sono stati calcolati nella misura rispettivamente del 2 % e dell'1,5 % rispetto all'importo dei lavori e forniture. Tali costi di esercizio sono stati calcolati solo per le opere di accumulo, derivazione e per le opere energetiche. Si è considerato, infatti, che i costi di gestione e manutenzione della rete irrigua di progetto (adduzione, primaria e secondaria) siano paragonabili ai costi attualmente sostenuti dal gestore e dagli agricoltori per il mantenimento sia dei canali che delle condotte esistenti, sia dell'attuale sistema di irrigazione (prelievo dai canali per mezzo di motopompe azionate dai trattori).

Nelle valutazioni economiche del sistema di pompaggio occorre considerare l'insieme delle spese energetiche necessarie per pompare l'acqua nei serbatoi di accumulo (UE_p) e l'insieme dei ricavi dovuti al turbinamento della risorsa accumulata. Si è considerato un ciclo giornaliero, per tutti i giorni dell'anno, consistente in 7 ore di pompaggio e 7 ore di turbinamento.

Benefici economici annui:

I benefici annui considerati sono i seguenti:

- beneficio economico del sistema di pompaggio;
- benefici economici per il prelievo da falde acquifere;
- beneficio rispetto all'attuale pompaggio da trattori;
- beneficio rispetto alla mancata produzione agricola e alla qualità dei prodotti.

Nella Tabella 8.IV sono riportate le voci che caratterizzano l'analisi per gli interventi in oggetto. Il costo iniziale di investimento ed i flussi di cassa annuali permettono di definire l'indice di valutazione economica VAN (Valore Attuale Netto); per tale analisi è stato considerato, in via cautelativa, un tasso di sconto "r" pari al 3% mentre lo scenario su cui è stato valutato l'indice è di 50 anni. In Figura 8.9 è riportato l'andamento del valore del VAN al variare degli anni per gli interventi considerati

Tabella 8.IV – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Codice	Costi di investimento iniziali (I ₀) [M€]	Costi annuali					Benefici annuali					Valore Attuale Netto (50 anni - 3%)	
		Gestione (G) [M€/anno]	Manutenzione (M) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (U _{ep}) [M€/anno]	Pompaggio in rete alla pressione richiesta [M€/anno]	Totale costi annuali (U) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (RE _{ri}) [M€/anno]	Pompaggio da acquiferi alla pressione richiesta [M€/anno]	Pompaggio per mezzo di motopompe azionate da trattori [M€/anno]	Mancata produzione [M€/anno]	Totale benefici annuali (RE) [M€/anno]		
I00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I01	242,89	0,66	0,93	2,47	0,08	4,13	4,45	0,38	1,91	11,68	18,41	124,54	
I02	177,62	0,22	0,31	0,00	0,77	1,30	0,00	0,38	1,91	9,15	11,44	83,50	
I03	212,47	0,77	1,07	2,47	0,08	4,38	4,45	0,38	1,91	11,68	18,41	148,51	

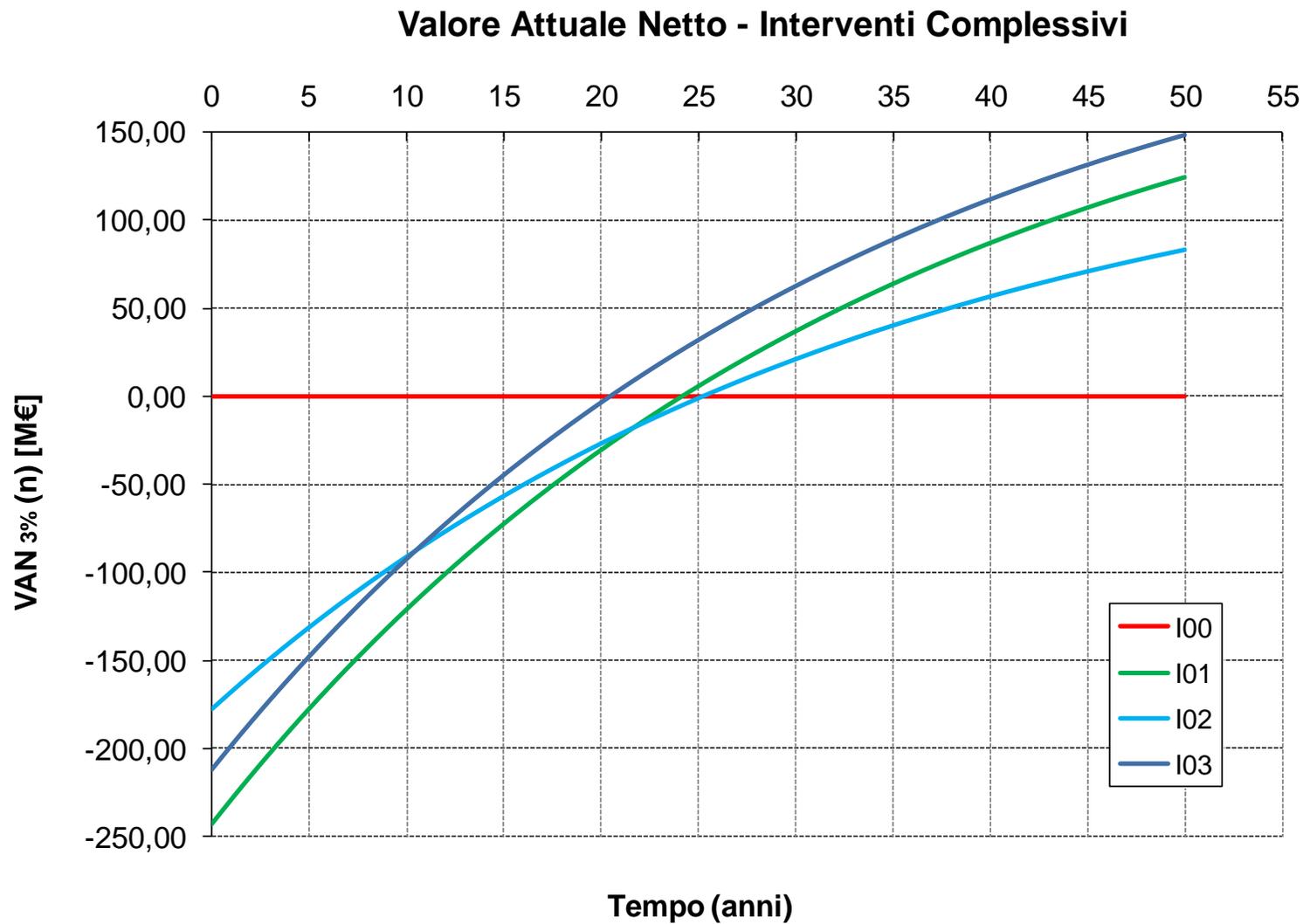


Figura 8.9 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Pioggia (P1)

Tabella 8.V – Costi e benefici economici per le diverse ipotesi di intervento nel caso di irrigazione a Goccia (P2)

Codice	Costi di investimento iniziali (I ₀) [M€]	Costi annuali					Benefici annuali					Valore Attuale Netto (50 anni - 3%)	
		Gestione (G) [M€/anno]	Manutenzione (M) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (U _{ep}) [M€/anno]	Pompaggio in rete alla pressione richiesta [M€/anno]	Totale costi annuali (U) [M€/anno]	Ripompaggio idroelettrico (RE _{ri}) [M€/anno]	Pompaggio da acquiferi alla pressione richiesta [M€/anno]	Pompaggio per mezzo di motopompe azionate da trattori [M€/anno]	Mancata produzione [M€/anno]	Totale benefici annuali (RE) [M€/anno]		
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
101	236,58	0,65	0,90	2,47	0,08	4,09	4,45	0,38	1,91	11,68	18,41	131,96	
102	172,58	0,20	0,29	0,00	0,77	1,26	0,00	0,38	1,91	9,15	11,44	89,44	
103	206,16	0,75	1,05	2,47	0,08	4,34	4,45	0,38	1,91	11,68	18,41	155,93	

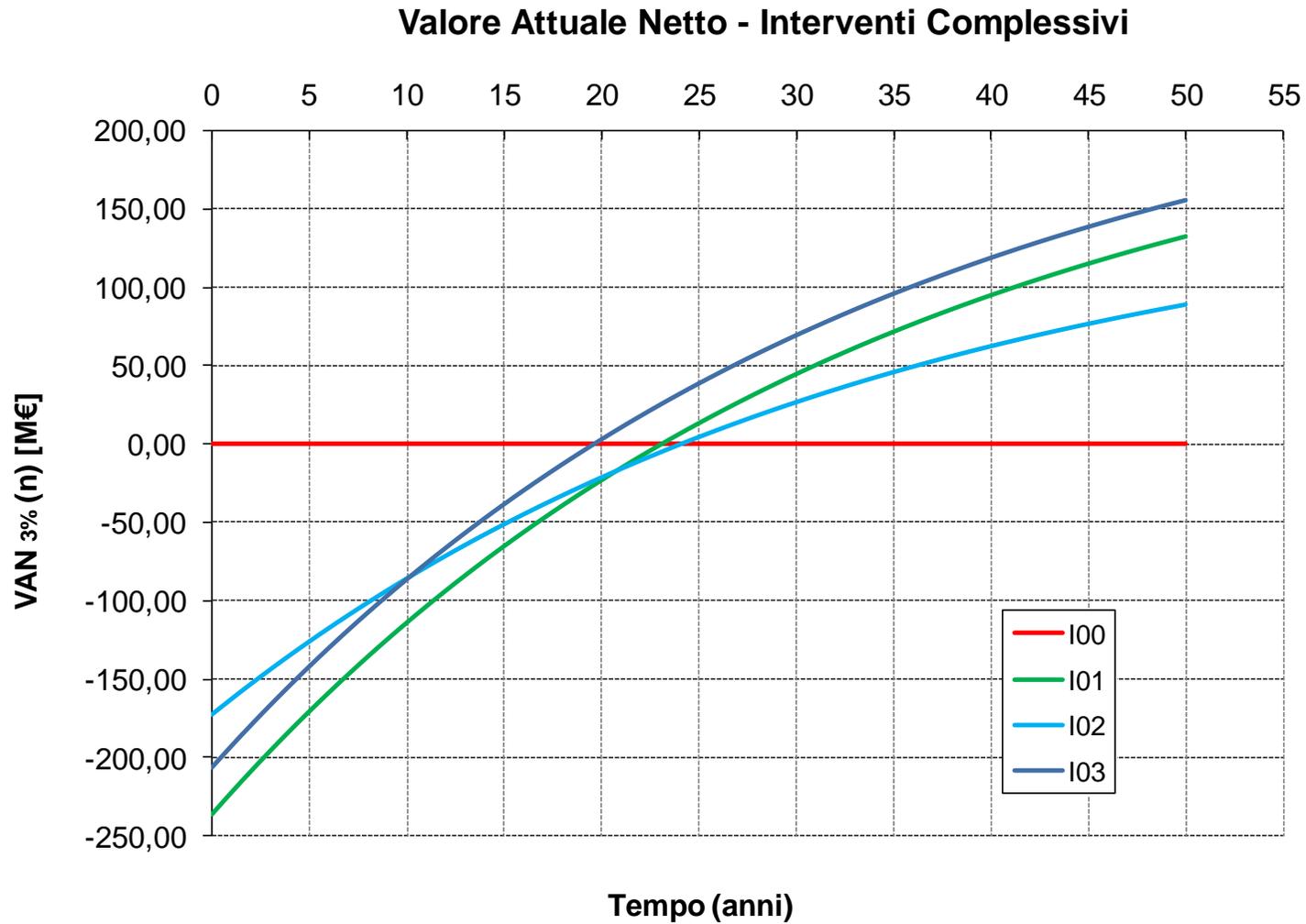


Figura 8.10 – Valore Attuale Netto (VAN3%) al variare degli anni per gli interventi considerati nel caso di irrigazione a Goccia (P2)

Dall'analisi economica si evince che tutti gli interventi analizzati comportano benefici notevoli rispetto alla condizione attuale. I benefici più significativi dipendono sostanzialmente dal completo soddisfacimento del fabbisogno irriguo e quindi dall'annullamento dell'attuale mancata produzione agricola, inoltre le tecniche irrigue ed i sistemi di adduzione ipotizzati comportano notevoli benefici riguardanti la qualità dei prodotti agricoli e l'incremento di produzione. Un'altra fonte di beneficio consistente è la diminuzione o il completo annullamento della pratica attuale di prelievo dai canali e pompaggio negli impianti irrigui per mezzo di motopompe azionate dai trattori agricoli. Inoltre Gli interventi che utilizzano l'irrigazione a goccia (P2) oltre ad avere un costo iniziale inferiore della rete irrigua presentano i benefici economici maggiori dati prevalentemente dal minor costo per il prelievo da falda.

I risultati dell'indicatore Valore Attuale Netto (VAN), in un orizzonte temporale di 50 anni considerando un tasso di sconto del 3 %, nel caso di interventi a pioggia e a goccia sono riportati in Figura 8.11 e Figura 8.12.

L'intervento con Redditività migliore è l'I03 perché a fronte di un costo relativamente basso il sistema di ripompaggio idroelettrico permette un notevole beneficio economico a fronte di una modesta spesa.

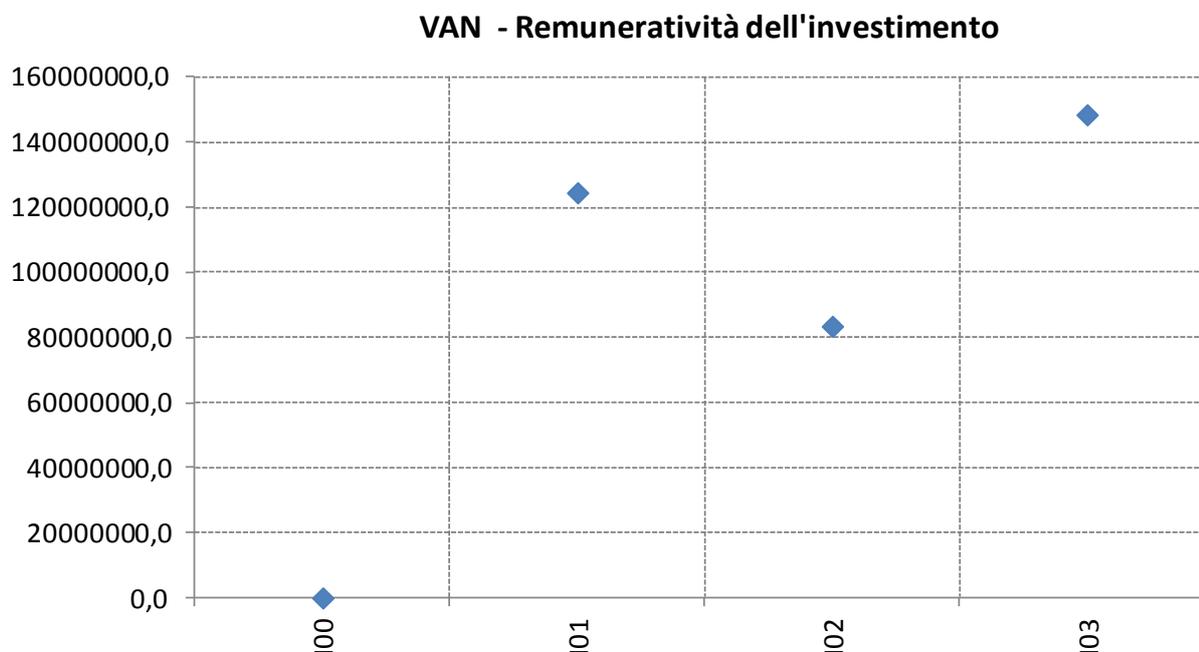


Figura 8.11 – Risultato dell' indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P1 (irrigazione a pioggia).

VAN - Remuneratività dell'investimento



Figura 8.12 – Risultato dell' indicatore VAN (Valore Attuale Netto) nel caso di progetto P2 (irrigazione a goccia).

8.9 Disturbo in fase di cantiere – Dc

Questo indicatore è ricavato tramite la seguente espressione: $Dc = \sum Dci = \sum Ac * T$ [m²·mese].

Si tratta di un indicatore relativo agli impatti di tipo sociale direttamente collegato alla fase di cantiere; esso è dipendente dall'area del cantiere e dalla durata dell'intervento. È dato dalla sommatoria dei disturbi di ogni azione ovvero dall'area occupata dal cantiere per il tempo del cantiere.

Più l'indicatore è grande più il disturbo è consistente.

L'indicatore Dc (Figura 8.13) assume il risultato circa uguale e più elevato per gli interventi I01 ed I03 a causa della superficie occupata ai fini della realizzazione dei bacini di accumulo nel Bacinetto ed a Tristeri.

Dc - Disturbo in fase di cantiere

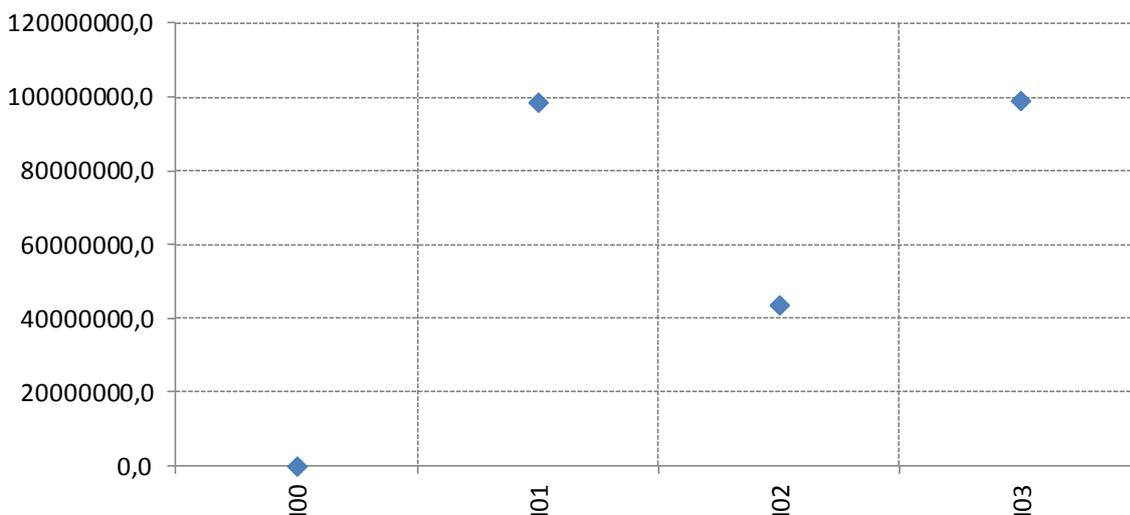


Figura 8.13 – Risultato dell' indicatore Dc (Disturbo in fase di cantiere) nel caso di progetto P1e P2 (irrigazione a pioggia e goccia).

8.10 Impatto sociale – Iso

Questo indicatore è calcolato con la formula $Iso = \sum Iso = ((\sum A_o + \sum k_0 * A_{co}) * k_p / k_r) [m^2]$.

Esso descrive l'impatto sociale complessivo dell'intervento ed è dipendente dall'area agricola coltivata (A_{co}) e complessiva (A_o) occupate da ogni azione dell'intervento. Per le aree agricole la superficie viene moltiplicata per un fattore "ko" che è pari a 5 nel caso di esproprio mentre è pari a 2 nel caso di servitù (es. servitù di allagamento).

Inserendo nell'espressione il coefficiente "ko" pari a 5 o 2 si è voluto dare maggiore risalto all'impatto sociale conseguente l'occupazione permanente o temporanea di suolo agricolo coltivato. L'uso di tali superfici comporta, infatti, l'impossibilità (totale o parziale) di sfruttare il terreno a fini agricoli riducendo quindi il beneficio economico dei coltivatori e della filiera agricola legata alle coltivazioni del Fucino. Ciò comporta perciò un minor indotto generato, minori occupazioni e quindi maggiori impatti sociali rispetto ad un terreno non sfruttato a fini agricoli.

Inoltre, l'indicatore dipende dalla sensazione di pericolosità che l'intervento suscita sulla collettività e dall'eventuale uso ricreativo o socialmente migliorativo dell'intervento. Nella formula sono quindi inseriti due coefficienti, uno di pericolosità (k_p) dell'opera (1 = non è percepita pericolosità, 5 = massima pericolosità percepita) e un coefficiente (k_r) che tiene conto dell'uso ricreativo/miglioramento sociale (1 = non c'è miglioramento, 5 = massimo miglioramento).

I coefficienti k_p (pericolosità), k_r (uso ricreativo, ambientale) sono stati attribuiti secondo quanto riportato in Tabella 8.VI.

Tabella 8.VI – Coefficienti che compongono l'espressione dell'indicatore Impatto Sociale.

Azione	k_p	k_r
Diga	5	1
Bacino di accumulo	2	2
Lago montagna	2	5
Canale-argine	2	1
Condotta	1	1
Linea elettrica	3	1
Briglia	1	1

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 8.14.

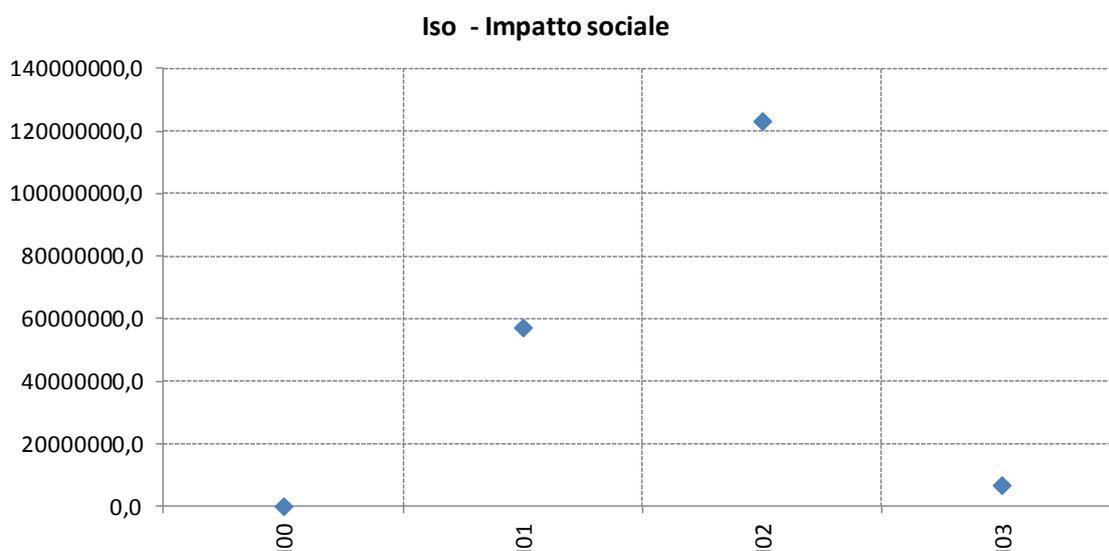


Figura 8.14 – Risultato dell' indicatore Iso (Impatto sociale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e goccia).

Gli interventi con i maggiori impatti sociali sono quelli in cui si prevede di espropriare ingenti superfici di territorio soprattutto se agricolo (I02 - Bacinetto). Inoltre anche la realizzazione di dighe e rilevati comporta un impatto maggiore rispetto ad altri interventi.

8.11 Impatto paesaggistico permanente – Ip

Questo indicatore (calcolato con l'espressione $I_p = \sum I_{pi} = \sum A_o * H_o * FV$ [m³]) è legato all'impatto che darà sull'ambiente l'intervento ultimato; descrive quindi un impatto permanente ed è in dipendenza da quanto le singole opere costituenti l'intervento sono in armonia con l'ambiente circostante. Questo indicatore è calcolato come sommatoria degli impatti di ogni azione (opera) dove ogni impatto dell'opera dipende dall'area occupata dall'opera, dall'altezza dal suolo dell'opera e da un fattore di visibilità FV (0 non visibile, 1 molto visibile).

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto paesaggistico dell'intervento.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 8.15.

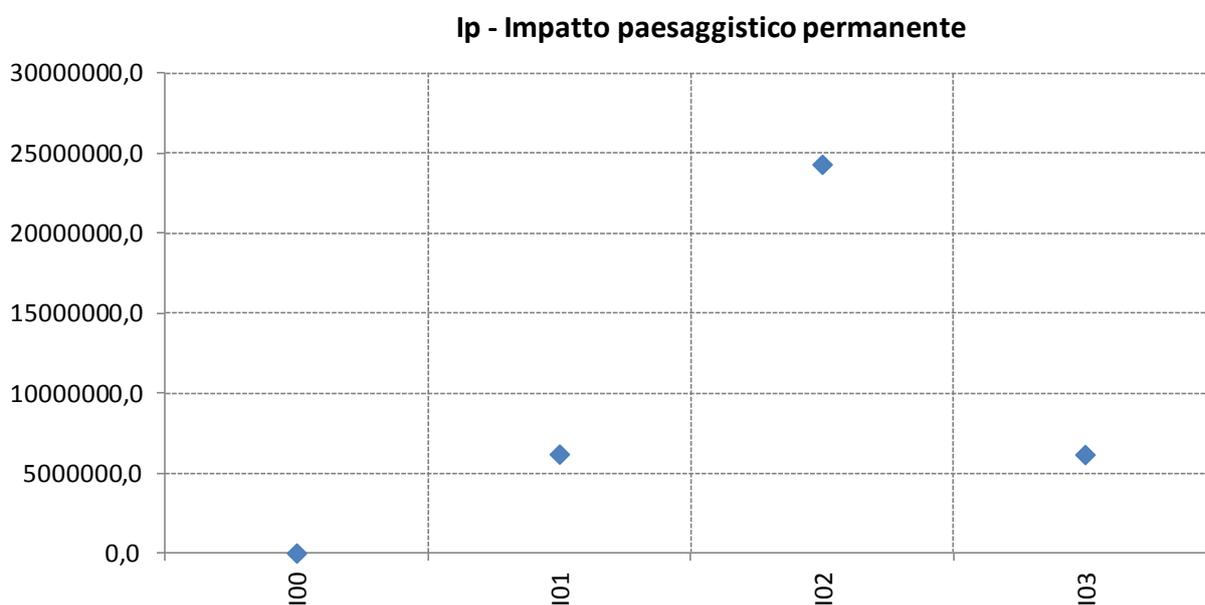


Figura 8.15 – Risultato dell' indicatore Ip (Impatto paesaggistico permanente) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e goccia).

Gli impatti maggiori sul paesaggio risulta essere quello dell'intervento I02 in quanto la superficie occupata in modo permanente dall'acqua è molto grande rispetto agli altri interventi .

8.12 Impatto ambientale fluviale – Iaf

Questo indicatore è calcolato con l'espressione $I_{af} = \sum I_{afi} = \sum (L_s / DMV) * Q_{der}$ [m]. Descrive l'impatto che l'intervento genererà sul tratto di asta fluviale sottesa dallo stesso; è legato al valore del Deflusso Minimo Vitale (DMV) comparato con la lunghezza di asta fluviale sottesa (L) e dalla portata media derivata (Q_{der}). È calcolato come sommatoria degli impatti di ogni derivazione.

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto sul tratto fluviale dell'intervento.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 8.16.

Tutti gli interventi (tranne l'opzione zero) prevedono la captazione delle acque dal fiume Giovenco presso Borgo Ottomila quindi hanno lo stesso impatto fluviale.

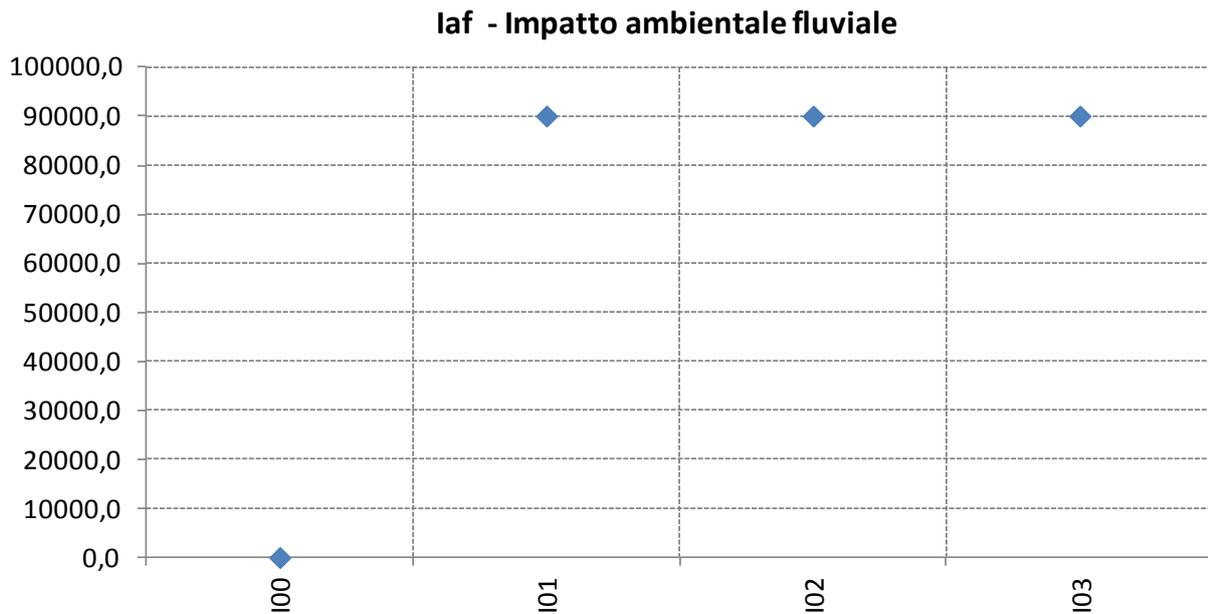


Figura 8.16 – Risultato dell' indicatore Iaf (Impatto ambientale fluviale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia)

Si fa notare in ogni modo che il deflusso minimo vitale del corso d'acqua viene comunque sempre garantito: questo significa che le acque del Giovenco e degli altri fiumi non verrebbero mai captate in toto, ma verrebbe rilasciata dall'opera di presa, una portata tale da garantire le funzionalità del sistema fluviale a valle.

8.13 Impatto ambientale generale – Ia

Questo indicatore ($Ia = \sum Ia = \sum (A_{prot} + A_{arc}) [m^2]$) descrive l'impatto che l'intervento genera sull'ecosistema, anche in termini di biodiversità, oltre che su tutte le aree soggette a vincoli ambientale, paesaggistico, archeologico o storico/culturale (rete natura 2000, ZPS, SIC, ARC ecc..). L'indicatore considera inoltre l'interazione con le aree soggette a pericolosità idrogeologica. È la sommatoria per ogni azione delle aree con vincoli (rete natura 2000, ZPS, SIC, ARC ecc..) e delle aree a pericolosità idrogeologica.

Più l'indicatore è grande maggiore è l'impatto ambientale dell'intervento.

I risultati del calcolo di tale indicatore sono riportati in Figura 8.17.

Il maggiore impatto è dell'intervento I03 in quanto si interviene sia all'interno del Parco Nazionale d'Abruzzo con le dighe sul Giovenco e in area SIC con le conche di Tristeri ed Amplero.

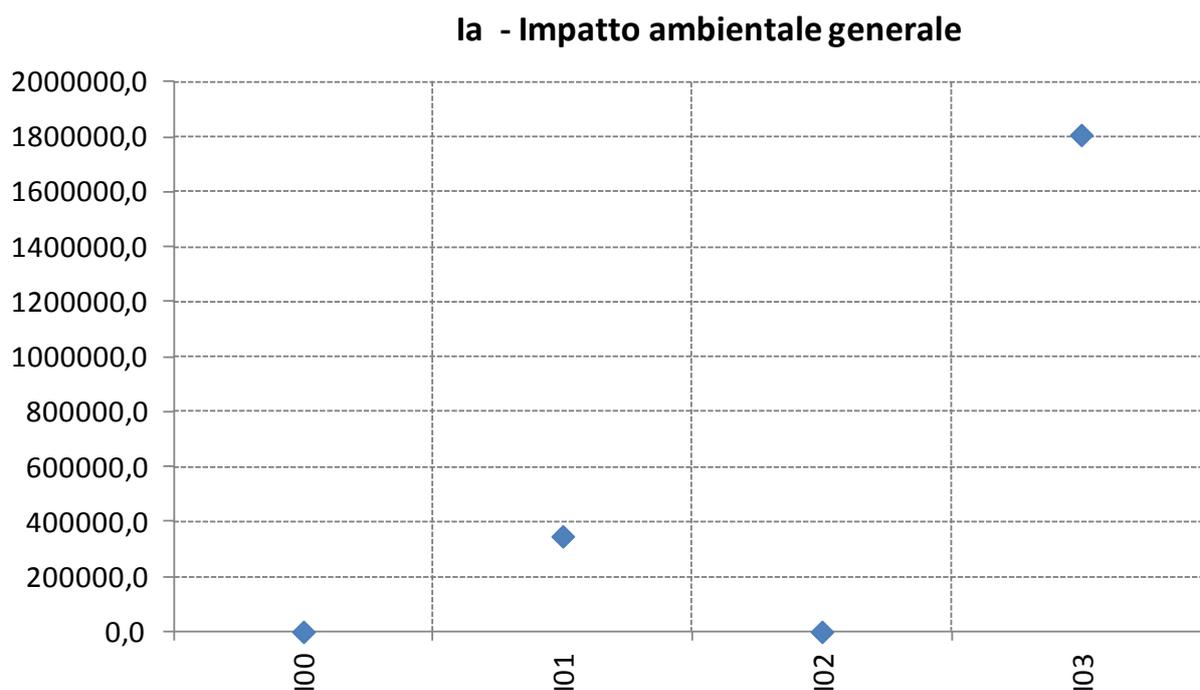


Figura 8.17 – Risultato dell' indicatore Ia (Impatto ambientale generale) nel caso di progetto P1 e P2 (irrigazione a pioggia e a goccia).

8.14 Risultato dell'analisi multicriterio - matrice

Come descritto nel paragrafo precedente, mediante una funzione analitica, ad ogni indicatore degli interventi è stato attribuito un valore. Il risultato ottenuto è stato normalizzato (giudizio da 0 a 10) in modo relativo; attraverso cioè la comparazione col risultato ottenuto dall'indicatore di ogni intervento.

L'analisi a multicriteri rende possibile la comparazione delle varie alternative, attribuendo agli indicatori dei coefficienti di importanza (pesi) ricavati dalle interviste ai portatori d'interesse. Ad ogni alternativa è quindi assegnato un numero che ne rappresenta la "prestazione" rispetto ai vari criteri o in altre parole la sua "utilità".

Il risultato dell'analisi per gli interventi complessivi (rischio idraulico e irriguo) è riportato in Tabella 8.VII e in Figura 8.18 nel caso di irrigazione a pioggia (P1) e in Tabella 8.VIII e in Figura 8.19 nel caso di irrigazione a goccia (P2).

Tra i progetti di tipo P1 e P2 il risultato non cambia, il punteggio finale si discosta infatti solo di poche cifre decimali.

In Figura 8.20 si riporta, quindi, la classifica degli interventi valida sia per la rete pioggia che a goccia.

Tabella 8.VII – Matrice degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a pioggia (P1).

Codice intervento	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)													Ri	Risultato dell'analisi
		Dc peso	Ip peso	Iaf peso	Ia peso	Iso peso	VAN peso	C peso	Sf peso	Q peso	Pa peso	Pf peso	T peso			
		0,63	0,79	0,99	0,98	0,68	0,79	0,69	1,33	1,33	0,86	1,2	1,07	1,33		
I00	Opzione zero	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	58,30	
I01	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	0,05	7,45	0,00	8,08	5,36	8,39	4,98	10,00	10,00	10,00	10,00	1,67	10,00	89,82	
I02	Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto	5,59	0,00	0,00	10,00	0,00	5,62	0,00	6,22	10,00	10,00	10,00	3,33	9,22	75,76	
I03	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa	0,00	7,47	0,00	0,00	9,45	10,00	5,79	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	5,25	78,41	

Tabella 8.VIII – Matrice degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a goccia (P2).

Codice intervento	Descrizione sintetica	Punteggio degli indicatori (normalizzati)													Risultato dell'analisi
		Dc peso	Ip peso	Iaf peso	Ia peso	Iso peso	VAN peso	C peso	Sf peso	Q peso	Pa peso	Pf peso	T peso	Ri peso	
		0,63	0,79	0,99	0,98	0,68	0,79	0,69	1,33	1,33	0,86	1,2	1,07	1,33	
I00	Opzione zero	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	58,30
I01	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo all'interno del Bacinetto	0,05	7,45	0,00	8,08	5,36	8,46	4,98	10,00	10,00	10,00	10,00	1,67	10,00	89,88
I02	Progetto per la costruzione di un bacino di accumulo e laminazione delle piene all'interno del Bacinetto	5,59	0,00	0,00	10,00	0,00	5,74	0,00	6,22	10,00	10,00	10,00	3,33	9,22	75,85
I03	Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri, di una cassa di espansione sul fiume Giovenco a monte di Pescina e di una derivazione dal Fossato di Rosa	0,00	7,47	0,00	0,00	9,45	10,00	5,79	10,00	10,00	10,00	10,00	0,00	5,25	78,41

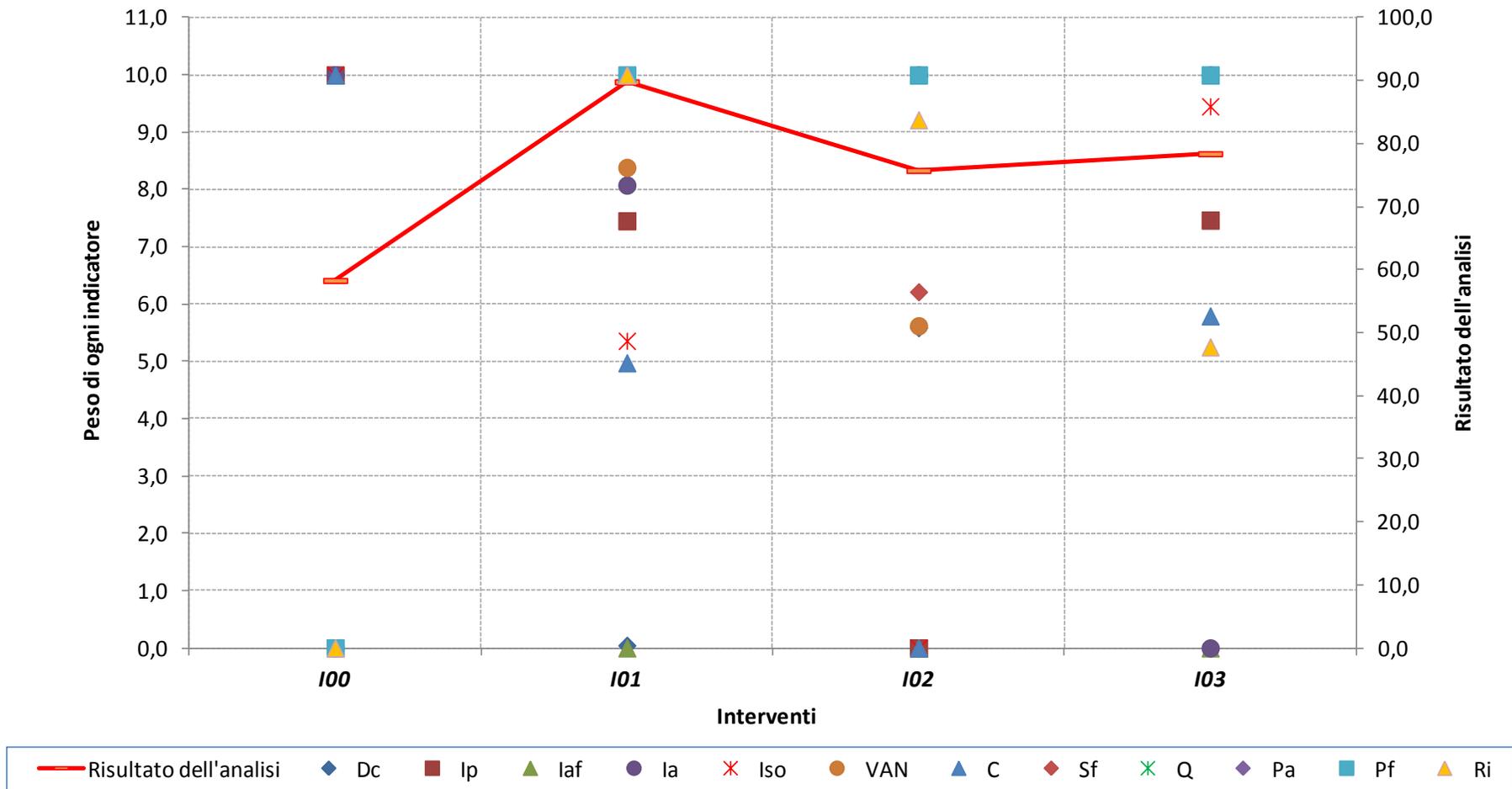


Figura 8.18 – Risultato dell'analisi multicriteri degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a pioggia (P1).

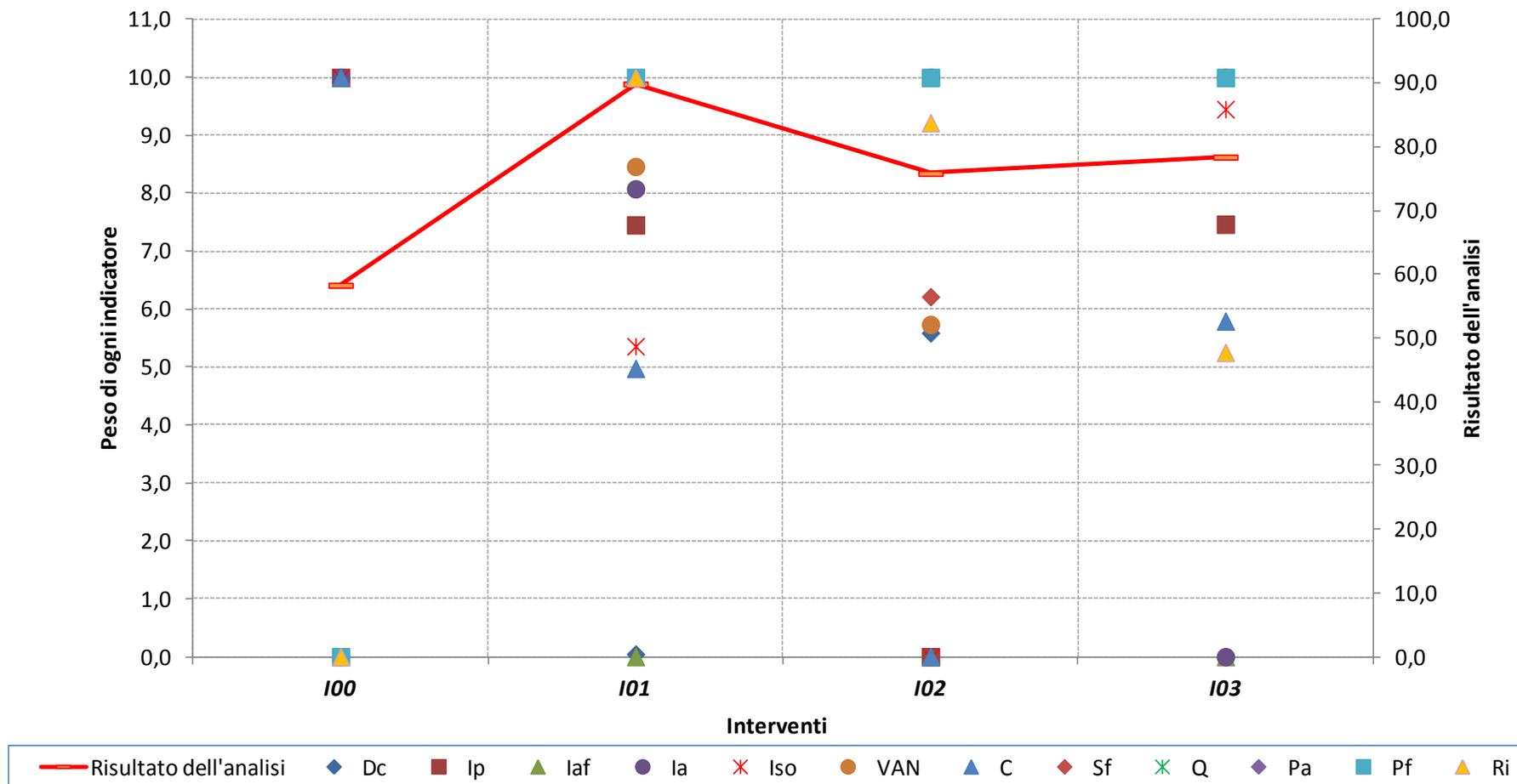


Figura 8.19 – Risultato dell’analisi multicriteri degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a goccia (P2).

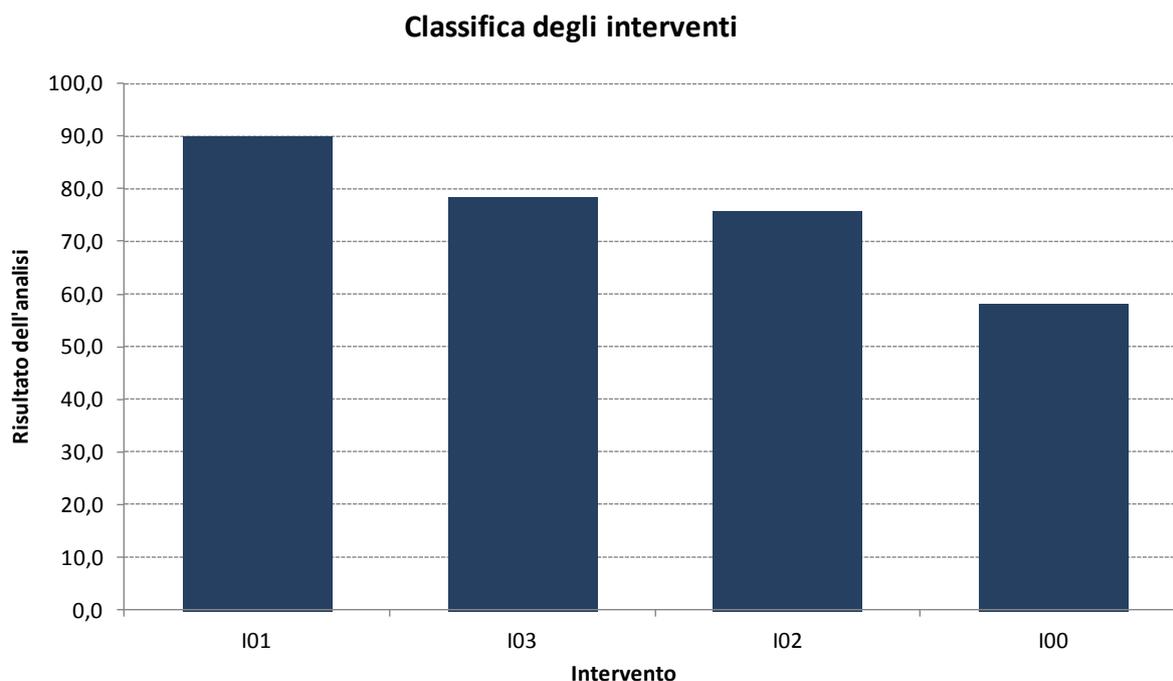


Figura 8.20 – Classifica del risultato dell'analisi multicriteri degli interventi complessivi nel caso di irrigazione a Pioggia (P1) e a Goccia (P2)

Il risultato dell'analisi a multicriteri determina che l'intervento migliore sia l'I01 (*Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo*).

L'intervento I01 soddisfa completamente gli obiettivi del progetto. Esso è dato dalla combinazione dell'intervento irriguo IR11 e dell'intervento di rischio idraulico RI02, prevede la realizzazione di una rete di distribuzione irrigua in pressione e di impianti di irrigazione a goccia o pioggia, i quali consentono un notevole risparmio di acqua e quindi una gestione più ecosostenibile della risorsa idrica. È particolarmente adattabile ai cambiamenti climatici e flessibile alle richieste di aumento di fabbisogno in quanto l'area adibita alla realizzazione degli invasi permette ulteriori possibilità di incrementare il volume accumulato. Inoltre è conveniente dal punto di vista economico, se paragonato agli altri interventi possibili anche se presenta un costo iniziale abbastanza elevato

L'intervento contribuisce a mitigare in maniera sufficiente il rischio idraulico per la Piana del Fucino, poiché la zona di espansione riesce ad intercettare tutte le acque che contribuiscono agli allagamenti della piana.

Attraverso questo intervento, con il miglioramento della qualità dell'acqua distribuita a fini irrigui, si determinerebbe anche un beneficio per il sistema produttivo, conseguente alla possibilità di certificare i prodotti agricoli.

L'intervento, presenta alcune criticità dal punto di vista ambientale, poiché altererebbe l'ambiente fluviale a valle del punto di prelievo. In ogni modo l'impatto è minimo in quanto il prelievo avviene nella zona centrale della piana. Gli impatti sociali sono presenti e abbastanza elevati rispetto ad altri interventi in quanto sono occupate superfici agricole redditizie.

9. Conclusioni preliminari dell'analisi multicriterio

Nella trattazione è stata descritta l'applicazione di un metodo di Analisi a Multicriterio (AMC) utilizzato e per orientare i decisori nella scelta della soluzione migliore per la risoluzione delle criticità presenti nel Fucino.

Le criticità per cui ci si è avvalsi dell'uso dell'Analisi a Multicriterio sono quelle legate al settore irriguo ed al rischio idraulico.

Le criticità del sistema irriguo del Fucino sono essenzialmente dovute oltre che agli scarsi apporti idrici in alcune zone della Piana da parte dei corpi idrici superficiali, alla precarietà delle tecniche irrigue (prelievi dalla rete di canali con impianti mobili) e delle reti infrastrutturali.

Si è ritenuto in tale ambito che qualsiasi analisi propedeutica alla definizione degli interventi nel settore irriguo non possa prescindere dalla realizzazione di un sistema di distribuzione della risorsa idrica più efficace ed efficiente oltre che dall'implementazione di impianti di irrigazione altrettanto capaci di ridurre il fabbisogno totale. Le considerazioni realizzate partono quindi dal presupposto che la soluzione delle criticità deve necessariamente prevedere la distribuzione della risorsa mediante rete in pressione e la revisione delle fonti di approvvigionamento.

Per quanto riguarda il settore del rischio idraulico, a seguito dell'analisi della funzionalità di bonifica si è arrivati a concludere che il reticolo, nella sua condizione attuale, pare complessivamente adeguato allo smaltimento delle acque – a meno di particolari situazioni locali – per eventi pluviometrici di bassa entità, mentre sussistono fenomeni di esondazione in corrispondenza di eventi significativi. Essendo il bacino del Fucino, di fatto, un sistema chiuso e regolato dalla limitazione della massima portata in uscita dagli emissari, l'acqua in eccesso nel sistema, una volta convogliata nel punto più basso della rete, non può fare altro che invasare in attesa di essere poi smaltita attraverso la sezione di chiusura.

La chiusura di questi emissari, imposta talvolta per motivi di protezione idraulica a valle, non può fare altro che causare un immediato innalzamento dei profili di rigurgito e una esondazione nelle zone più depresse della Piana, ossia in prossimità dell'abitato di Borgo Ottomila ed all'interno del bacinetto. L'unico possibile rimedio a questa criticità è lo studio della possibilità di immagazzinare l'eccesso d'acqua in opportuni bacini di accumulo, che consentano una laminazione ed attenuazione delle curve di piena, le possibili soluzioni a questa criticità vengono approfondite in questo studio.

Le soluzioni progettuali atte a risolvere le criticità non possono prescindere dall'affrontare entrambe le problematiche in quanto presentano evidentemente aspetti di interconnessione. A tale scopo si è proceduto all'applicazione dell'AMC in modo separato per una serie di interventi pensati per la risoluzione delle problematiche irrigue e per altri interventi al solo scopo di riduzione del rischio idraulico.

Gli interventi nei due settori risultati migliori dall'elaborazione a multicriterio sono stati quindi combinati al fine di ridefinire altri interventi progettuali atti a risolvere entrambe le criticità presenti nella piana del Fucino.

La metodologia per la scelta fra diverse proposte d'intervento prevede di poter effettuare il confronto tra le varie soluzioni in concorrenza. Poiché i benefici e gli impatti sono misurati mediante indicatori, ciascuno dei quali ha il suo significato e la sua unità di misura, tale confronto risulta molto complicato. L'analisi a molti criteri rende possibile la comparazione tra le varie alternative, attribuendo agli indicatori dei coefficienti di importanza (pesi), in modo da riuscire ad assegnare ad ogni alternativa un numero che ne rappresenti la "prestazione" rispetto ai singoli

criteri o in altre parole la sua "utilità". È stato pertanto definito il cosiddetto vettore dei pesi che verrà utilizzato per la scelta della soluzione ottimale.

Si rimanda all'Elaborato 3.4.1. "Relazione metodologica per l'analisi multicriterio" per approfondire nel dettaglio la metodologia adottata per la valutazione delle diverse proposte intervento sia nell'ambito del settore irriguo che nel settore del rischio idraulico.

L'AMC ha portato a definire che:

- è **sicuramente conveniente intervenire**, l'opzione "zero" (I00) risulta infatti la meno vantaggiosa;
- l'intervento **I01** è risultato in definitiva il "vincente" rispetto agli altri: **Progetto per la costruzione di un'opera di captazione delle acque del fiume Giovenco presso Pescina, di un lago artificiale presso il Bacinetto, di un invaso nella Conca di Tristeri e di una cassa d'espansione ed accumulo.**

L'intervento I01 è dato dalla combinazioni dell'intervento irriguo IR11 e di rischio idraulico RI02 entrambi risultati essere i migliori delle rispettive categorie.

Occorre comunque evidenziare che il metodo a multicriterio adottato è da considerarsi **uno strumento analitico ripercorribile utile per discriminare una rosa di soluzioni** in modo oggettivo, ma non è da ritenersi l'unico strumento per trovare la soluzione anche "politicamente" migliore.

Lo studio condotto, tramite il metodo di analisi a multicriterio, ha permesso infatti di individuare **delle soluzioni tra loro quasi equivalenti** in termini di risultato ma molto diverse a livello realizzativo (I03: ripompaggio e I02: lago nel bacinetto). Questi interventi I02 e I03 potrebbero essere ritenuti comunque idonei per motivi che prescindono da questo studio alla risoluzione delle criticità del Fucino alla pari dell'intervento I01.

La scelta della soluzione ottimale, fatto salva l'equivalenza tra le due soluzioni, potrebbe/dovrebbe spettare ad ulteriori considerazioni di carattere "non tecnico" da sviluppare in sede di concertazione.

10. Interventi nel settore della depurazione e acquedottistico

10.1 Depurazione e collettamento

L'individuazione delle criticità per quanto riguarda il sistema di collettamento si basa sui seguenti principi fondamentali con cui è stato esaminato l'attuale stato delle opere:

- copertura del servizio di fognatura;
- corretta conservazione delle reti al fine di limitare la diffusione di inquinanti nel sottosuolo;
- estensione del servizio a frazioni e, in parte, a case sparse, ed in generale ai Comuni che ne sono sprovvisti;
- raggiungimento di livelli di funzionalità delle condotte in grado di garantire adeguatamente il servizio a cui sono destinate;
- raggiungimento di livelli di funzionalità dei sollevamenti in grado di garantire adeguatamente servizio a cui sono destinati.

Per quanto riguarda le criticità del sistema di depurazione gli aspetti considerati sono:

- aumento delle potenzialità depurative ove necessario;
- miglioramento qualitativo degli effluenti dei depuratori;
- adeguamento degli scarichi;
- raggiungimento di livelli di funzionalità degli impianti in grado di garantire adeguatamente il servizio a cui sono destinati;
- adeguamento degli impianti esistenti al trattamento terziario finalizzato al riutilizzo delle acque reflue per scopi irrigui.

La proposta interventi elaborata è frutto di una intensa attività di confronto e dialogo con l'ex-ATO 2 Marsicano e il Consorzio Acquedottistico Marsicano (CAM), rispettivamente Ente Amministrativo e Gestore del Servizio Idrico Integrato.

L'analisi dell'attuale sistema di depurazione e collettamento con l'individuazione delle criticità è riportata nell'Elaborato 3.2.4 *“Relazione illustrativa del sistema di approvvigionamento idrico, di collettamento, di depurazione e scarico”*.

Sulla base dei risultati di questa analisi che costituisce l'aggiornamento di quanto elaborato nello studio dell'Autorità di Bacino 2007 *“Programma di azioni strutturali e non strutturali connesse alla salvaguardia, uso e governo della risorsa idrica superficiale e sotterranea”* è stata formulata una proposta di interventi che è stata discussa e condivisa con l'ex ATO2 Marsicano.

I risultati di questa prima fase di concertazione hanno prodotto il seguente elenco di interventi prioritari riportati nell'Elaborato 3.4.4 *“Carta degli interventi nel settore della depurazione e del collettamento”*:

- **DC01:** realizzazione di un nuovo collettamento della frazione di Petogna (Luco dei Marsi) al depuratore del Consorzio Nucleo Industriale di Avezzano. L'intervento prevede inoltre di dismettere il depuratore di Luco dei Marsi e convogliare tutti i reflui al depuratore di Avezzano sopraccitato;
- **DC02:** realizzazione di un nuovo e unico depuratore che sostituisca gli impianti di Strada 36 e Strada 38 entrambi in deficit depurativo;

- **DC03:** trattamento degli scarichi non depurati del Comune di Ortona dei Marsi attraverso la realizzazione di un unico impianto di depurazione o di singoli impianti di fitodepurazione in corrispondenza degli scarichi;
- **DC04:** realizzazione di un nuovo depuratore in località Borgo Quattordici;
- **DC05:** realizzazione di un nuovo depuratore in località Borgo Ottomila;
- **DC06:** ipotesi di realizzare un unico impianto di collettamento dei Comuni di Cerchio e Collaromele all'impianto di depurazione di Aielli che dovrebbe, di conseguenza, essere potenziato.

Successivamente alla prima fase di concertazione, nel periodo gennaio-febbraio 2014 si sono svolte alcune riunioni tecniche con la Direzione Regionale LL.PP. dove è stata condivisa la necessità di prevedere il riutilizzo delle acque reflue a scopi irrigui. A seguito di tali richieste e realizzate le debite valutazioni (vedi paragrafo 2.2.2) in data 3 aprile 2014 presso la sede dell'ex-ATO 2 Marsicano si è svolto un incontro finalizzato a rimodulare la proposta intervento sulla base di quanto sopra esposto a cui si deve aggiungere il fatto che frattempo erano stati assegnati i fondi FAS da parte della Regione Abruzzo.

Il quadro degli interventi è risultato quindi rivisto così come riportato, in ordine di priorità, nei seguenti paragrafi. Si fa presente che tale proposta, discussa pochi giorni prima della consegna del presente elaborato, potrebbe subire ulteriori variazioni che saranno eventualmente riportate in una successiva revisione dell'elaborato stesso.

10.1.1 DC_P01 - Riutilizzo delle acque reflue mediante la predisposizione del trattamento terziario nell'impianto di depurazione di Strada 36 a servizio del comune di Trasacco

La proposta prevede:

1. potenziamento del depuratore esistente di Strada 36: l'intervento, già progettato dal CAM, prevede il potenziamento dell'impianto di capacità attuale pari a 7 000 A.E. per il raggiungimento di una capacità nominale di 9 000 A.E.;
2. collettamento dei reflui dell'impianto di Strada 38 all'impianto di Strada 36 con previsione di dismissione dell'impianto di Strada 38;
3. trattamento terziario in grado di garantire l'attuazione dell'epicresi, ovvero il riutilizzo dei reflui a scopo irriguo secondo quanto previsto nel D.M. 185/2003 al fine coprire parte del fabbisogno irriguo della Piana. Sarà necessario valutare la possibilità di stoccaggio dei reflui trattati al fine di garantire l'uso della risorsa idrica durante i periodi di maggiori necessità.

La progettazione preliminare dei punti 2 e 3 sarà realizzata nell'ambito del presente studio.

10.1.2 DC_P02 - Riutilizzo delle acque reflue mediante l'adeguamento dell'impianto di depurazione di località Pozzillo in Comune di Avezzano

La proposta prevede:

1. intervento di ripristino della capacità nominale di 35000 A.E.. Tale intervento è già finanziato dai fondi FAS.
2. adeguamento a trattamento terziario del medesimo impianto la cui progettazione sarà da realizzarsi nell'ambito del presente studio.

10.1.3 DC_P03 – Riutilizzo delle acque reflue mediante l'adeguamento del depuratore di Luco dei Marsi e il collettamento della frazione di Petogna al medesimo impianto

La proposta prevede:

1. la realizzazione del sistema di collettamento dei reflui di Petogna (circa 90 AE), frazione del Comune di Luco dei Marsi, verso il depuratore di Luco dei Marsi;
2. potenziamento del depuratore di Luco dei Marsi da 5500 a 10000 A.E.
3. adeguamento a trattamento terziario del medesimo impianto

10.1.4 DC_P04 – Realizzazione di un nuovo impianto di depurazione a servizio di Borgo Ottomila

Sulla base delle criticità esposte, è stato valutato di realizzare un impianto di depurazione a servizio di Borgo

Ottomila avente capacità nominale di 400 AE.

Si dovrà valutare, viste le modeste dimensioni degli impianti, se sia conveniente prevedere il trattamento terziario delle acque ai fini del loro riutilizzo a fini irrigui (D.M. 185/2003).

10.1.5 DC_P05 – Adeguamento dell'impianto di depurazione a servizio del comune di Ortona dei Marsi

La proposta prevede il potenziamento dell'impianto di depurazione del Capoluogo a 1500 A.E. al fine di colmare un deficit depurativo di circa 500 A.E.

Visto le modeste dimensioni dell'impianto e i modesti volumi di scarico in gioco non si ritiene conveniente prevedere il trattamento terziario per il riutilizzo dei reflui a scopo irriguo (D.M. 185/2003).

10.1.6 DC_P06 - Riutilizzo delle acque reflue mediante l'adeguamento dell'impianto di depurazione di Pescina

Pur non presentando deficit depurativo, l'impianto di Pescina scarica le sue acque direttamente sul fiume Giovenco che a sua volta costituisce una delle fonti di prelievo per le acque destinate all'irrigazione delle colture presenti all'interno della Piana del Fucino. Per garantire, quindi, una qualità delle acque che sia compatibile con gli standard di utilizzo delle acque reflue a scopi irrigui, secondo quanto stabilito dal D.M. 185/2003, la proposta di intervento prevede l'adeguamento a trattamento terziario dell'impianto di depurazione a servizio del Comune di Pescina.

10.2 Settore acquedottistico

Lo stato di criticità in cui si trova il sistema di captazione e distribuzione potabile presente nel bacino del Fucino è evidenziato dal valore delle perdite che sono state stimate essere circa il 70% del volume d'acqua immesso in rete.

L'approvvigionamento idrico per il bacino del Fucino avviene sia mediante prelievo dalle numerose sorgenti che sgorgano all'interno del bacino e sia mediante pozzi o campi pozzo che attingono direttamente dagli acquiferi posti attorno alla Piana. La somma delle portate addotte ai comuni del bacino del Fucino ammonta a 26.5 milioni di m³, di cui 10.7 milioni di m³ da sorgenti e 15.8 milioni di m³ da pozzi. Considerando che la popolazione residente all'interno del bacino è pari a circa 85 900 abitanti, risulta in media una dotazione lorda procapite di 845 l/g•ab, in linea con i dati relativi all'intero Ambito Ottimale 2 "Marsicano" della Regione Abruzzo, così come emersi nel corso della ricognizione effettuata ai fini della redazione del Piano d'Ambito, ed alle successive informazioni fornite dall'ATO allo scrivente raggruppamento. Tale valore va confrontato con il fabbisogno teorico netto della popolazione presente all'interno del bacino, valutato essere mediamente pari a 197 l/g•ab (tale valore risulta variabile in funzione della popolazione residente nel Comune).

Sulla base dei dati analizzati circa il 40% delle captazioni acquedottistiche nel bacino avviene da sorgenti: esse alimentano a gravità le condotte adduttrici collegate ai serbatoi finali, con portate dimensionate per il mese di massimo consumo che, considerata la elevata dispersione degli abitati in piccoli centri, possono essere assunte maggiori di circa il 30% delle portate medie. Per gran parte dell'anno la quota parte eccedente la capacità del serbatoio sfiora e defluisce nella rete superficiale. Le acque di sfioro, in tal caso, non costituiscono una perdita di risorsa – le acque delle sorgenti defluiscono sempre, indipendentemente dal prelievo – ma solo un trasferimento dalla sorgente al punto di recapito nel recettore finale. La portata derivata massima è pertanto indispensabile per garantire la copertura del fabbisogno nei mesi di punta ma non deve essere confusa con la portata immessa in rete nell'anno medio.

A fronte di tali considerazioni, le analisi condotte circa la valutazione delle criticità presenti, anche con l'ausilio dello schema modellistico implementato a scala di bacino, non evidenziano particolari problemi circa l'approvvigionamento idrico nelle diverse aree in relazione alla disponibilità di risorsa (a meno quindi delle enormi perdite). Alcuni problemi si riscontrano per le utenze poste nella parte settentrionale del bacino (Castelnuovo e S.Iona) che vengono alimentate dalle sorgenti facenti capo all'acquifero di Monte Magnola: nell'anno scarso il

contributo delle sorgenti non risulta sufficiente a soddisfare il fabbisogno idrico nei mesi estivi.

Da un punto di vista ambientale e socio-economico, si sottolinea come gli ingenti emungimenti dalle falde danno luogo a due tipi di criticità: oltre all'importante impatto dei prelievi, sia in termini energetici e sia in relazione al depauperamento dei corpi idrici profondi, si assiste allo 'spreco' di risorsa pregiata dovuto alle perdite dei sistemi idrici di trasporto. La presenza delle perdite comporta inoltre maggiori costi di gestione, a carico degli stessi utenti.

Una delle cause di tali criticità trova spiegazione nei sistemi infrastrutturali presenti nel bacino del Fucino. La maggior parte delle condotte di adduzione (57% del totale), infatti, risale al periodo antecedente al 1970, mentre solo l'8% è stata realizzata nel periodo successivo al 1990. Per quanto riguarda i serbatoi e gli stessi impianti di sollevamento, si rilevano criticità in relazione alla manutenzione e alla verifica del funzionamento degli impianti, spesso vetusti, che oltre all'inefficienza dal punto di vista idrico e della distribuzione manifestano anche inefficienze dal punto di vista energetico. Desti maggiore attenzione lo stato di conservazione e di funzionamento delle condotte della distribuzione, che per lo più risalgono al periodo antecedente al 1990, e che fanno registrare valori elevati per le perdite idriche. Inoltre vi sono poche installazioni di sistemi di misura e di telecontrollo che permettono di verificare il funzionamento delle reti e di individuare con tempestività ed efficacia eventuali problemi alle stesse.

Sulla base delle criticità evidenziate, per quanto riguarda la ricerca perdite contestualmente alla fase di concertazione, l'ex ATO 2 Marsicano riferisce che trattasi di attività già in parte avviata e comunque compresa all'interno della attività di competenza dell'ATO stessa.

Viene invece evidenziata la necessità di progettare il completamento della rete di adduzione acquedottistica per i seguenti tratti riportati nell'Elaborato 3.4.5 "*Carta degli interventi nel settore della captazione e distribuzione potabile*":

- **IP01:** tratto Celano-Cerchio. L'intervento si rende necessario al fine di migliorare l'affidabilità della rete ed ovviare quindi alle problematiche di interruzione del servizio che ad oggi vengono risolte con turni di erogazione dell'acqua, il progetto proposto prevede di realizzare un ramo acquedottistico che colleghi i comuni di Cerchio e Celano. Dalle analisi condotte è emersa, infatti, la mancanza di un collegamento della rete di distribuzione idropotabile tra i suddetti comuni, che una volta realizzata, consentirebbe di garantire, in caso di interruzione per manutenzione o guasto di una delle due reti di adduzione esistenti, la continuità del servizio di fornitura alle utenze
- **IP02:** tratto Trasacco-Ortucchio-Gioia dei Marsi. Anche in questo caso valgono le considerazioni appena sopra esposte.

Si fa presente che tale proposta è stata ulteriormente discussa con gli Enti competenti pochi giorni prima della consegna del presente elaborato e come tale potrebbe subire ulteriori variazioni che saranno riportate in una successiva revisione dell'elaborato stesso.

