



**Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna**  
(Ordinanza Ministro dell'Interno - Delegato per il coordinamento della protezione civile - n.3196 del 12/04/2002)

**Regione Autonoma della Sardegna**  
**Assessorato dei Lavori Pubblici**  
**Ente Autonomo del Flumendosa**



**PIANO STRALCIO DI BACINO REGIONALE  
PER L'UTILIZZO DELLE RISORSE IDRICHE  
SARDEGNA**

Legge n.183/89

**EL. A**

**DOCUMENTO DI SINTESI**


**Redazione:**

**SOGESID S.p.A.**  
**Società Gestione Impianti Idrici**

**Approvazione:**

*Il presente documento di Piano è stato redatto dalla SOGESID S.P.A. che ha espletato il proprio incarico mediante la presente struttura operativa:*

<i>Direttore di progetto:</i>	<i>Ing. Giovanni Pizzo</i>
<i>Coordinamento tecnico:</i>	<i>Ing. Nicola Pautasso</i>
<i>Idrologia e analisi dei sistemi:</i>	<i>Prof. Giovanni M. Sechi</i> <i>Ing. Maria Antonietta Loi</i> <i>Ing. Andrea Abis</i>
<i>Geologia e Idrogeologia:</i>	<i>Dott. Carlo Alberto Artizzu</i> <i>Dott. Enrico Chiavini</i>
<i>Qualità delle acque e dell'ambiente:</i>	<i>Prof. Nicola Sechi</i>
<i>Agronomia:</i>	<i>Dott.ssa Germana Manca</i>
<i>Agroeconomia:</i>	<i>Prof. Michele Gutierrez</i> <i>Prof. Antonello Paba</i>
<i>Analisi economiche:</i>	<i>Ing. Giovanni Cannata</i> <i>Ing. Giovanni Bonaiuti</i>
<i>Ambiente e analisi a molti criteri:</i>	<i>Ing. Giuseppe Marfoli</i> <i>Ing. Giorgio Cardinali</i> <i>Ing. Stefano Saffioti</i>
<i>Valutazione ambientale strategica:</i>	<i>Prof. Benedetto Meloni</i> <i>Dott. Stefano Carboni</i> <i>Dott.ssa Silvia Argiolas</i>
<i>Supporto tecnico:</i>	<i>Ing. Daniela Deidda</i> <i>Ing. Davide Musinu</i> <i>Ing. Roberta Scintu</i> <i>Ing. Mauro Spano</i>

## **DOCUMENTO DI SINTESI**

<b>1</b>	<b>OBIETTIVI, CONTENUTI GENERALI E ORIZZONTE TEMPORALE DEL PIANO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO PROCEDURALE E NORMATIVO .....</b>	<b>5</b>
2.1	IL QUADRO PROCEDURALE .....	5
2.2	IL QUADRO NORMATIVO.....	5
2.3	PIANIFICAZIONE IDRICA IN SARDEGNA.....	7
2.3.1	<i>Articolazione per “Stralci” del Piano di Bacino della Sardegna.....</i>	8
2.3.2	<i>Ruolo del “Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l’utilizzo delle risorse idriche” nella definizione del bilancio idrico .....</i>	8
<b>3</b>	<b>LE RISORSE, I FABBISOGNI, LE INFRASTRUTTURE ESISTENTI.....</b>	<b>9</b>
3.1	RISORSE.....	9
3.1.1	<i>Risorse superficiali .....</i>	9
3.1.2	<i>Risorse sotterranee .....</i>	10
3.1.3	<i>Risorse non convenzionali .....</i>	11
3.2	FABBISOGNI .....	14
3.2.1	<i>Domanda per usi civili.....</i>	15
3.2.2	<i>Fabbisogni industriali.....</i>	16
3.2.3	<i>Fabbisogni irrigui.....</i>	17
3.2.4	<i>Fabbisogni ambientali .....</i>	29
3.2.5	<i>Utilizzazioni per la produzione d’energia.....</i>	31
3.3	INFRASTRUTTURE ESISTENTI E COSTO DI PRODUZIONE DELLA RISORSA .....	32
3.3.1	<i>Il parco infrastrutture per la produzione di acqua .....</i>	32
3.3.2	<i>Valutazione delle voci di costo.....</i>	36
<b>4</b>	<b>LA PROGRAMMAZIONE PER PROGETTI.....</b>	<b>40</b>
4.1	LA PUBBLICAZIONE DEL PSDRI, LE PROPOSTE PROGETTUALI SCATURITE DALLE OSSERVAZIONI DEL PUBBLICO, IL QUADRO DEFINITIVO DELLE PROPOSTE PROGETTUALI A BASE DEL PROCESSO DI SELEZIONE .....	40
4.2	STUDI DI PREFATTIBILITA’ TECNICA DEGLI INTERVENTI ESAMINATI .....	43
4.2.1	<i>Opere di invaso .....</i>	43
4.2.2	<i>Opere di derivazione.....</i>	43
4.2.3	<i>Opere di vettoriamento .....</i>	43
4.2.4	<i>Impianti di sollevamento.....</i>	43
4.2.5	<i>Impianti di dissalazione .....</i>	44
4.2.6	<i>La stima dei costi .....</i>	44
4.3	IL MODELLO DI VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI .....	44
4.3.1	<i>La costruzione delle alternative.....</i>	46
4.3.2	<i>I risultati della fase di pianificazione.....</i>	80
4.3.3	<i>La fase dell’analisi a molti criteri.....</i>	85
<b>5</b>	<b>GLI STRUMENTI DI GESTIONE DEL PIANO .....</b>	<b>94</b>

## 1 OBIETTIVI, CONTENUTI GENERALI E ORIZZONTE TEMPORALE DEL PIANO

Obiettivo del “Piano Stralcio per l'utilizzazione delle risorse idriche” della Sardegna (di seguito PSURI) è quello di definire – sulla base degli elementi fissati dal “*Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche*” (di seguito PSDRI) approvato con Ordinanza del Commissario Governativo per l'Emergenza idrica in Sardegna n. 334 del 31.12.2002, - gli interventi infrastrutturali e gestionali, nell'arco di tempo di breve - medio termine, necessari ad ottenere, con adeguato livello di affidabilità anche negli anni idrologicamente più difficili, l'equilibrio del bilancio domanda – offerta a livello regionale, nel rispetto dei vincoli di sostenibilità economica ed ambientale imposti dalle norme nazionali e comunitarie.

Il PSDRI approvato identifica nella “*Programmazione regionale per Progetti*”, la modalità per realizzare – attraverso un opportuno processo di selezione delle proposte - la composizione ottimale fra le spinte propositive dei Soggetti portatori dei propri programmi di sviluppo e gli obiettivi della programmazione regionale, in un quadro di coerenza con gli obiettivi nazionali e comunitari, anche in rapporto ai vincoli ambientali e finanziari imposti dagli strumenti finanziari disponibili.

A seguito delle attività di implementazione, in attuazione di quanto disposto dall'Ordinanza n. 334 del 31.12.2002, si è pervenuti al PSURI con riferimento al periodo di programmazione di breve – medio termine fissato dal PSDRI .

Il sistema degli schemi idrici della Sardegna, così come già indicato nel Piano delle Acque del 1987, potrebbe conseguire l'equilibrio domanda – offerta con la realizzazione di una maggiore connessione fra schemi caratterizzati da forte surplus di bilancio e schemi caratterizzati da gravi deficit; tale assetto, peraltro, risulterebbe sicuramente meglio attrezzato per far fronte alle cicliche fasi acute di siccità, potendo contare su un sistema di grandi invasi interconnessi con funzione di *riserva pluriennale strategica regionale*, surrogando il ruolo che in altre regioni, con le stesse caratteristiche ideologiche della Sardegna, viene svolto dalle falde sotterranee.

In questa prospettiva l'attuazione del processo di programmazione per “Progetti” necessita di una preliminare fase di “scoping” attraverso la quale – partendo dalle proposte progettuali espresse dai Soggetti interessati (e come tali, quindi scoordinate) e tenuto conto dei vincoli e degli obiettivi di programmazione regionale fissati nel PSDRI - si perviene alla organizzazione coerente dei “Progetti” che saranno oggetto dello Studio di Fattibilità (SDF) conclusivo attraverso il quale saranno accertate e definite le condizioni tecnico - economico – finanziarie della realizzazione.

Nel PSURI, attraverso la procedura di valutazione di seguito descritta, si è realizzata questa fase preliminare di scoping; la conclusione di questa fase consiste, quindi, essenzialmente nel determinare l'oggetto e le priorità degli SDF che dovranno supportare le singole decisioni attuative degli interventi.

La procedura adottata si basa sulla organizzazione, per ciascuno dei sistemi di intervento, di diverse assetti infrastrutturali, caratterizzati dalla realizzazione – in tutto o in parte - degli

interventi proposti e visti anche in rapporto alle possibilità di interconnessione fra sistemi diversi, e nella identificazione degli effetti “differenziali” che ciascun assetto identificato determina sulla situazione di partenza (definita alternativa base), caratterizzata dall’attuale assetto infrastrutturale con l’aggiunta di quegli interventi definiti prioritari dal PSDRI.

Per la misurazione degli “effetti” delle diverse alternative non si sono considerati solo gli aspetti definibili attraverso “prezzi di mercato”; è noto, infatti, che molti aspetti che influiscono sulla sostenibilità tecnico territoriale (impatto ambientale) di un’opera non sono rappresentabili in termini di costo finanziario; essi però devono trovare rappresentazione nel modello valutativo affinché la decisione assunta sia quella che ottimizza sia gli aspetti economici che quelli di sostenibilità territoriale.

A questo scopo è stata utilizzata la tecnica di confronto fra alternative c.d. a “molti criteri” (multicriteria) che consiste nella definizione di più indici prestazionali per ciascuna alternativa. Nel caso degli schemi della Sardegna, in rapporto allo specifico tema delle interconnessioni fra sistemi, si sono utilizzate tre categorie di indicatori:

- **un indice di performance economica** che sintetizza tutti gli aspetti che caratterizzano quella alternativa, misurabili attraverso il sistema dei prezzi di mercato;
- **un indice di performance fisica** misurato attraverso la quantità di risorsa resa disponibile per l’eventuale trasferimento verso altri sistemi;
- **un set di indicatori ambientali**, derivato da apposita analisi di impatto ambientale, che “misurano” gli effetti di quella stessa alternativa rispetto alla sostenibilità tecnico - territoriale.

Ciascuna alternativa viene quindi caratterizzata mediante un “vettore” di indicatori aventi diverse unità di misura; il confronto fra le alternative viene perciò eseguito sulla matrice complessiva previo procedimento che, attraverso appropriate “curve di utilità”, rende adimensionali, (e quindi confrontabili) gli elementi del vettore rappresentativo delle singole alternative.

La struttura del PSURI e gli elaborati che lo costituiscono sono riepilogati in appendice al presente documento di sintesi (**Elenco elaborati del PSURI**).

## 2 QUADRO PROCEDURALE E NORMATIVO

### 2.1 IL QUADRO PROCEDURALE

Il PSURI costituisce uno dei tasselli del complesso di attività di pianificazione che la Regione Sardegna sta sviluppando nel settore idrico, in applicazione della legge n. 183/89 e del Decreto Legislativo n. 152/99 (e relative modifiche ed integrazioni), e in vista del recepimento della Direttiva comunitaria 2000/60/CE.

Nell'ambito delle suddette attività si inquadra la disposizione contenuta nell'Ordinanza del Ministro dell'Interno n. 3196 del 12.4.2002 secondo la quale il Commissario Governativo per l'Emergenza idrica in Sardegna (di seguito CGEI) doveva provvedere entro il 31.12.2002, "nell'eventualità in cui non vi provvedano gli Organi istituzionalmente e ordinariamente competenti", all'approvazione del "*Piano stralcio di bacino regionale per le risorse idriche*".

Il CGEI, considerati i tempi ristrettissimi a disposizione, con ordinanza n. 334 del 31.12.2002 il CGEI ha approvato il "*Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l'utilizzo delle risorse idriche*" (PSDRI). Con la stessa Ordinanza il CGEI ha disposto la pubblicizzazione del PSDRI e fissato le linee ed i criteri per la successiva fase di "implementazione ed attuazione".

Il PSDRI, proprio per la natura di "Piano Direttore", ha definito il quadro di riferimento, i criteri e le modalità con le quali procedere, nella successiva fase di "implementazione ed attuazione", per definire gli interventi da programmare e realizzare, nell'arco temporale di breve – medio termine.

Il PSURI definito attraverso il processo di implementazione ed attuazione, costituisce, quindi, il documento conclusivo degli adempimenti fissati dall'Ordinanza n. 334 del 31.12.2002.

### 2.2 IL QUADRO NORMATIVO

Con l'entrata in vigore della Direttiva comunitaria 2000/60/CE (in seguito Direttiva), il quadro normativo di riferimento per le politiche di tutela e di uso sostenibile delle risorse idriche viene profondamente rinnovato.

La Direttiva ha lo scopo di istituire un quadro comunitario per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e di quelle sotterranee con l'obiettivo di ampliare la protezione delle acque superficiali e sotterranee, raggiungere lo stato di "buono" per tutte le acque entro il 31 dicembre 2015, gestire le risorse idriche sulla base di bacini idrografici indipendentemente dalle strutture amministrative, procedere attraverso un approccio combinato che integri la fissazione di limiti alle emissioni e il perseguimento di standard di qualità dei corpi idrici, riconoscere a tutti i servizi idrici il giusto prezzo che tenga conto del loro costo economico reale, rendere partecipi i cittadini delle scelte adottate in materia.

Il quadro normativo di riferimento in Italia per la razionale gestione delle risorse idriche e la tutela delle acque è costituito, principalmente, da tre norme:

- la **legge 18 maggio 1989, n. 183** recante “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”;
- la **legge 5 gennaio 1994, n. 36**, recante “Disposizioni in materia di risorse idriche”;
- il **decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152** recante “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”.

Le finalità della legge 183/89 sono quelle di “assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi”. Si tratta di una normativa quadro che considera il bacino idrografico un sistema unitario che richiede un’istanza di governo che prescindendo dai confini territoriali delle autorità amministrative coinvolte. La Legge 183/89 ripartisce l’intero territorio nazionale in bacini di rilievo nazionale, interregionale e regionale. Per il raggiungimento degli obiettivi previsti la legge 183/89 ha introdotto profonde innovazioni nell’organizzazione e nelle funzioni della pubblica amministrazione dedicate alla difesa del suolo, introducendo in particolare il nuovo soggetto “Autorità di Bacino”. Lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo individuato dalla legge 183/89 (art.17) è costituito dal Piano di Bacino che ha valore di piano territoriale di settore. I Piani di Bacino sono attuati attraverso programmi triennali di intervento, secondo le direttive dell’art.21 della L. 183/89.

Con il D.L. 5.10.93, n. 398, convertito con L. 493/93, si introduce la possibilità di redigere ed approvare i piani di bacino idrografico “anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali ed interrelate rispetto ai contenuti di cui” all’art.17 comma 3 della L. 183/89 (art.12 D.L. 5.10.93 n. 398).

Con la legge 3.8.98 n. 267 di conversione del decreto legge 11.6.98, n. 180, è stato introdotto l’obbligo per le Autorità di Bacino e le Regioni di adottare i “piani stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico”, che contengano in particolare l’individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, ed adottano inoltre entro la stessa data le misure di salvaguardia per le aree a rischio idrogeologico.

Il *Decreto legislativo n.152/99*, successivamente modificato e integrato dal Decreto legislativo n.258 del 18 agosto 2000, ha introdotto in Italia uno strumento legislativo per la tutela delle acque armonico con gli indirizzi comunitari. Il Decreto legislativo n. 152/99 recepisce le Direttive comunitarie 91/271/CEE (trattamento delle acque reflue urbane) e 91/676/CEE (protezione delle acque dall’inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole) e anticipa alcuni contenuti della Direttiva comunitaria 2000/60/CEE. Lo strumento di pianificazione principale previsto dal Decreto legislativo n. 152/99 è il *Piano di Tutela delle Acque* che contiene, oltre agli interventi volti a garantire il raggiungimento o il mantenimento degli obiettivi, le misure necessarie alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico. Anche il Piano di Tutela delle Acque costituisce un “piano stralcio di settore” del Piano di Bacino ai sensi dell’articolo 17, della legge n. 183/89.

*Con la legge n. 36/94*, nota come “Legge Galli”, la legislazione italiana ha avviato un processo di riforma del settore idrico centrato sull’individuazione di nuovi livelli di coordinamento che superano i confini amministrativi tradizionali. La Legge 36/94 afferma alcuni principi fondamentali quali il carattere pubblico di tutte le acque superficiali e sotterranee, la sostenibilità degli usi della risorsa, la netta separazione tra le funzioni di indirizzo e controllo, proprie della Pubblica Amministrazione dalle funzioni di gestione che sono riservate ad un soggetto di carattere industriale. I presupposti della riforma sono il superamento dell'estrema frammentazione dei servizi idrici, causa principale delle diseconomie e disfunzioni del settore. L’obiettivo è quello di garantire, attraverso lo strumento della gestione integrata del ciclo di distribuzione, depurazione e fognatura, livelli di gestione ottimali e servizi di qualità agli utenti, una tariffazione che comprenda realmente i costi del servizio.

### 2.3 PIANIFICAZIONE IDRICA IN SARDEGNA

Il processo di attuazione delle disposizioni normative intervenute in materia di pianificazione idrica in Sardegna è stato fortemente condizionato anche dalle ricorrenti situazioni di emergenza caratterizzati da ricorrenti e prolungati periodi di apporti meteorici nettamente inferiori ai valori medi di lungo periodo (in alcuni anni i deflussi registrati sono stati pari al 10% dei valori medi). La gravità della situazione ha spinto il Governo nazionale a dichiarare più volte lo stato di emergenza idrica e, con Ordinanze di Protezione Civile, a nominare Commissari Governativi con poteri straordinari di intervento sia in materia di gestione delle risorse che in materia di programmazione e realizzazione di interventi infrastrutturali.

Fra le cause concorrenti a determinare le condizioni di emergenza è da considerare la situazione di stallo istituzionale rispetto alle scelte organizzative e di pianificazione imposte dalle leggi e mai effettuate; il riferimento principale è costituito dalla legge quadro per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo – legge 18.5.1989 n. 183 e dalla legge n. 36/94 per gli aspetti relativi al segmento idropotabile, cui si è aggiunto il D.lgs. n. 152/99 in materia di qualità dei corpi idrici .

Con Delibera n. 45/57 del 30.10.1990 la Giunta regionale ha considerato l’intero territorio della Sardegna quale unico bacino idrografico suddiviso in sette sub – bacini. Nelle more della individuazione dell’Autorità di bacino, con la stessa delibera, la Giunta ha assunto le funzioni che l’art. 12 della legge n. 183/89 e successive modifiche, assegna al “Comitato Istituzionale”. Al momento, quindi l’Autorità di Bacino non è stata costituita né sono stati istituiti gli Organismi tecnici di supporto; le competenze dell’autorità di Bacino vengono esercitate dalla Giunta Regionale.

La Regione Sardegna ha in corso le procedure di approvazione del piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico, ai sensi dell’art. 1 del DL 11.6.98 n. 180 convertito con legge 3.8.98 n. 267.

L’Assessorato della Difesa dell’Ambiente ha in corso redazione del Piano di Tutela delle acque ai sensi degli articolo 44 del decreto legislativo n. 152/99 così come modificato dal Decreto legislativo 18 agosto 2000 n. 258.

### *2.3.1 Articolazione per “Stralci” del Piano di Bacino della Sardegna*

In base alle vigenti normative la regione Sardegna, pertanto, ha in corso di approvazione o di elaborazione due “stralci” di settore del piano di bacino:

1. il Piano stralcio di bacino per l’assetto idrogeologico, ai sensi dell’art. 1 del DL 11.6.98 n. 180 convertito con legge 3.8.98 n. 267;
2. il Piano di Tutela delle acque ai sensi degli articolo 44 del decreto legislativo n. 152/99.

L’altro “stralcio” prescritto dall’attuale normativa (legge n. 36/94 e DPCM 4.3.1996) è il “Piano per la razionalizzazione dell’uso delle risorse idriche ed il controllo del bilancio idrico”. Questo piano verrebbe a costituire il terzo tassello dei “piani stralcio”, oltre quelli già in corso di approvazione ed elaborazione, e contribuirà alla costruzione del Piano di Bacino regionale previsto dalla legge che dovrà essere gestito dai nuovi Organismi in via di costituzione.

### *2.3.2 Ruolo del “Piano Stralcio Direttore di Bacino Regionale per l’utilizzo delle risorse idriche” nella definizione del bilancio idrico*

Il PSDRI approvato e il PSURI - che ne costituisce l’implementazione ed attuazione - costituiscono il punto di partenza per la redazione del piano per la “razionalizzazione dell’uso delle risorse idriche ed il controllo del bilancio idrico” ai sensi dell’art. 3 della legge n. 36/94.

Infatti, una volta completate le attività di selezione degli investimenti infrastrutturali e definito il quadro delle infrastrutture, ed acquisite le informazioni ancora carenti sulle risorse sotterranee e sulle utilizzazioni in atto, si potrà procedere, in raccordo con gli esiti ed i contenuti del Piano di tutela delle acque, alla stesura del piano per la “razionalizzazione dell’uso delle risorse idriche ed il controllo del bilancio idrico”.

### 3 LE RISORSE, I FABBISOGNI, LE INFRASTRUTTURE ESISTENTI

#### 3.1 RISORSE

Le previsioni circa la disponibilità delle risorse, sia in termini quantitativi complessivi, sia sotto l'aspetto della ripartizione temporale e localizzazione spaziale sono state oggetto di particolare attenzione, tenuto conto dell'importanza che rivestono ai fini delle scelte di pianificazione.

Oltre alle risorse naturali sia superficiali che sotterranee, sono state prese in considerazione le risorse non convenzionali, costituite dalle acque reflue di origine civile e industriale, dalle acque di eduazione da miniera e da quelle che possono eventualmente essere rese disponibili per mezzo della dissalazione di acque marine o salmastre.

##### 3.1.1 Risorse superficiali

Le analisi sulla stazionarietà delle serie idrologiche di precipitazione e di deflusso del periodo dal 1922-1923 al 1974-1975 (53 anni di Piano delle Acque) e del periodo successivo al 1986-1987 (periodo recente di maggiore criticità), riportate nel Piano d'Ambito della Sardegna e nel PSDRI, hanno evidenziato una significativa differenza delle principali caratteristiche statistiche nei due casi.

Le elaborazioni idrologiche sviluppate per la predisposizione del data-base dei deflussi superficiali adottato nel PSDRI hanno assunto come serie di riferimento il 53-ennio dal 1922-23 al 1974-75 ri-scalato con una riduzione dei deflussi uniforme sull'intero territorio regionale, in misura pari al 55% della media osservata nel periodo storico.

Nel PSDRI, pertanto, la generazione delle serie di deflusso, per ciascuna delle sezioni di interesse *SISS (1996)* nell'intera isola, ha assunto come parametri statistici i seguenti valori:

- media =  $0,45 \times$  la media del periodo 1922-23 / 1974-75
- scarto =  $0,80 \times$  lo scarto del periodo 1922-23 / 1974-75

Per le elaborazioni del PSURI è risultato necessario provvedere alla ricostruzione dei deflussi nei corsi d'acqua dell'isola nel periodo successivo al 1992, anno di completamento delle serie idrologiche già contenute nel (*SISS, 1996*). L'unica possibilità per avere a disposizione le serie dei deflussi storici in questo ultimo periodo è stata quella di stimare i deflussi per via indiretta, valutando nei laghi artificiali l'input idrologico tramite la costruzione del bilancio di invaso con passo mensile.

In questa seconda fase di generazione si sono assunti come parametri statistici i seguenti valori:

- media =  $0,45 \times$  la media del periodo 1922-23 / 1974-75
- scarto =  $0,70 \times$  lo scarto del periodo 1922-23 / 1974-75

La procedura di generazione rimane sostanzialmente invariata e per la sua descrizione si può fare riferimento a quanto riportato nel PSDRI.

### *3.1.2 Risorse sotterranee*

Il quadro attuale delle conoscenze non permette di poter operare un bilancio delle risorse idriche sotterranee della Sardegna. Uno studio organico in materia è stato recentemente avviato dall'Assessorato Difesa Ambiente, nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque.

Gli studi condotti dal 1930 a oggi, i cui risultati sono sintetizzati nel Piano d'Ambito della Sardegna (2002), offrono un quadro sufficientemente dettagliato sui punti di risorsa per uso idropotabile, mentre risultano scarsamente affidabili per il settore irriguo e industriale.

Nelle elaborazioni del PSURI sono stati utilizzati i dati riferiti in particolare all'uso idropotabile delle risorse sotterranee al fine di pervenire alla determinazione della quota di domanda civile a carico del sistema superficiale.

#### Captazioni per uso idropotabile

I dati degli studi precedenti forniscono complessivamente circa 3.542 l/s di acque sotterranee potabili o potabilizzate corrispondenti ad un'erogazione complessiva annua di circa 111,71 Mmc.

Le principali opere di captazione per uso idropotabile attualmente esistenti sono descritte dettagliatamente nell'annesso 1.2 in allegato A.

Le opere di captazione con portate utili maggiori o uguali a 15 l/s forniscono complessivamente circa 2967 l/s pari a circa 93 Mmc/anno. Dal confronto con i 3.542 l/s ricavabili dall'elenco di tutte le captazioni ad uso idropotabile risulta che i rimanenti 575 l/s sono forniti da una miriade di piccole sorgenti e pozzi di assai modesta portata, comunque utilizzati per esigenze strettamente locali di comuni e relative frazioni.

#### Gli esiti della verifica dei dati per il settore civile

La verifica è stata condotta selezionando i punti di prelievo con portata maggiore di 5 l/s, inserendo fra questi anche quei punti di minore portata appartenenti a un territorio circoscritto, e in grado, nell'insieme, di fornire la portata limite a base della selezione.

Sono stati coinvolti nell'indagine i soggetti gestori delle relative risorse: Esaf, Consorzio Govossai, e 64 comuni.

Sono stati evidenziati nell'allegato grafico EL. R.2 i punti di prelievo oggetto di indagine, gli acquiferi principali e le rispettive formazioni geologiche.

L'indagine condotta nel presente studio ha fornito una sostanziale conferma dei dati di Piano d'Ambito che sono stati assunti, nel presente Piano, alla base della determinazione della quota di domanda civile a carico delle risorse sotterranee.

### Captazioni per uso irriguo ed industriale

Dall'esame dei dati disponibili (Genio Civile) risulta che la portata complessiva emunta per gli usi irrigui nelle quattro province ammonterebbe annualmente a circa 1784,33 l/s di acque sotterranee, corrispondenti ad un'erogazione complessiva annua di circa 56,27 Mmc, mentre quella emunta per scopi industriali ammonterebbe annualmente a circa 2039,91 l/s di acque sotterranee, corrispondenti ad un'erogazione complessiva annua di circa 64,33 Mmc.

Il dato complessivo di 56,27 Mmc, riferito all'uso irriguo, si può ritenere abbastanza rappresentativo della quantità d'acqua prelevata annualmente dal sottosuolo per l'irrigazione di grandi e piccole aziende tramite pozzi e sorgenti. Ai volumi sopra riportati va aggiunta, inoltre, la somma di tanti innumerevoli prelievi dalle varie migliaia di pozzi sparsi. A questi prelievi una stima dell'EAF assegna un volume d'acqua totale di ulteriori 20 Mmc emunti ogni anno.

Il dato relativo agli usi industriali appare sovrastimato.

#### *3.1.3 Risorse non convenzionali*

A fronte della scarsità attuale e del progressivo depauperamento delle risorse idriche tradizionali si rendono indispensabili politiche di salvaguardia delle risorse idriche di pregio anche attraverso il ricorso a fonti di approvvigionamento alternative.

Le esigenze legate alla sostenibilità degli usi imposte dal nuovo quadro di riferimento costituito dalla Direttiva Comunitaria 2000/60 l'evoluzione tecnologica dei processi di trattamento e le condizioni sempre più frequenti di estrema scarsità di apporti naturali rendono sempre più importanti alcune fonti di approvvigionamento, definite non convenzionali, perché non riferibili a quelle tradizionalmente utilizzate, ossia superficiali o sotterranee.

Con riferimento allo specifico caso della Sardegna, le risorse c.d. non convenzionali prese in considerazione nel presente Piano sono riferibili essenzialmente a:

- acque di eduazione dalle miniere;
- acque reflue di origine civile o industriale;
- acque prodotte mediante processi di dissalazione di acque marine o salmastre.

#### Acque di eduazione dalle miniere

La forte spinta determinata dall'emergenza idrica ha portato alla realizzazione di un intervento per l'utilizzazione delle acque della miniera di Campo Pisano a cura del Commissario Governativo per l'Emergenza idrica per un volume annuo stimato in 10 Mmc.

Le attuali conoscenze circa lo stato della qualità e quantità del corpo idrico interessato non consentono di prevedere incrementi della quantità di risorsa utilizzabile da questa fonte.

#### Acque reflue di origine civile o industriale

Con l'emanazione del Decreto Ministeriale n. 185 del 12 giugno 2003, "Norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue", predisposto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con i Ministeri delle Politiche Agricole e Forestali, della Salute e delle Attività Produttive, si è costituito uno strumento importante nella direzione di una gestione sostenibile del patrimonio idrico.

L'impiego delle acque recuperate è subordinato al rispetto dei limiti dei parametri chimico-fisici e microbiologici elencati nel Decreto stesso, per alcuni dei quali è previsto un meccanismo di deroga subordinata alla richiesta delle Regioni e all'intesa con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, mentre nel caso di impiego industriale i limiti vengono stabiliti dalle parti interessate all'attività nel rispetto comunque dei limiti previsti per lo scarico in acque superficiali.

Per dare immediata operatività alle previsioni contenute nel Decreto e pianificare le attività di recupero delle acque è stato richiesto alle Regioni di definire un primo elenco degli impianti i cui scarichi devono conformarsi ai limiti tabellari previsti per il riutilizzo.

La Regione Sardegna non ha ancora definito tale elenco; in sede di Piano d'Ambito di cui alla legge n. 34/94 è stato indicato un primo elenco di impianti di depurazione destinabili al riutilizzo dei reflui e si stimava un volume lordo potenzialmente riutilizzabile di 72,33 Mmc.

Allo stato attuale è stato realizzato ed è in funzione dal mese di maggio 2002 l'impianto di affinamento di Is Arenas a Cagliari che è in grado di produrre e conferire al lago di Simbirizzi circa 20 milioni di m<sup>3</sup> all'anno prodotti dall'impianto di depurazione di Cagliari e che risulta già interconnesso con il sistema irriguo del basso Campidano.

Per una realistica valutazione del volume utilizzabile è, tuttavia, necessario considerare che il volume annuo prodotto può essere integralmente utilizzato solo se i volumi scaricati nella stagione invernale possono essere accumulati in un vaso di sufficiente capacità. In tali casi inoltre occorre valutare attentamente il problema della protezione dei corpi idrici ricettori, soggetti a rilevanti fenomeni eutrofici.

Nel presente Piano gli interventi proposti riferiti all'utilizzo delle acque reflue depurate sono assunti come prioritari; in tal senso le proposte progettuali esistenti e non ancora finanziate, per un totale di 17,75 Mmc/anno riutilizzati, sono state sempre considerate per la definizione dell'alternativa base.

#### Acque prodotte mediante processi di dissalazione

Nel presente Piano le uniche proposte progettuali riferite all'utilizzo della dissalazione sono quelle del dissalatore di Portovesme e del dissalatore per la Città di Cagliari.

Le suddette due proposte sono state quindi inserite nell'ambito del processo di pianificazione relativo al Sistema Meridionale, e valutate nell'ambito del set di alternative ivi considerate. I risultati delle analisi confermano la difficoltà di inserire una tale soluzione in un quadro di pianificazione che faccia riferimento alle condizioni medie idrologiche attese.

Il Piano, però, considera l'opzione della dissalazione come uno degli elementi costitutivi della strategia per la gestione delle situazioni di emergenza. Poiché l'insorgere di tali condizioni di emergenza potrà essere attentamente monitorato con margini di tempo sufficienti per interventi di carattere "estremo", quali potrebbero essere quelli di realizzare uno o più impianti di dissalazione, il presente Piano considera quale elemento di priorità quello di definire preventivamente le scelte di base relative alla eventuale realizzazione degli impianti di dissalazione, ovvero alla localizzazione ed eventuale predisposizione di installazioni fisse (connessione per l'utilizzazione, connessioni energetiche, prelievo dell'acqua di mare e scarichi della salamoia) tali da consentire, una volta determinatesi le condizioni di estrema urgenza, di assemblare in pochi mesi la parte impiantistica a terra ed avere la disponibilità immediata della risorsa.

Tali predisposizioni dovranno riguardare le principali aree urbanizzate, e quindi, oltre Cagliari, e Portovesme, anche Porto Torres, Olbia, Oristano, Tortolì, ed eventuali altri siti costieri, per ciascuno dei quali dovrà essere indicato il bacino di popolazione di riferimento (anche in rapporto alla facilità di comunicazione stradale per l'utilizzo delle autobotti) in modo da coprire l'intera popolazione della Sardegna.

Il dimensionamento dei siti dovrà essere fatto in modo tale che possano ospitare impianti di potenzialità tale da assicurare, per gli usi potabili della popolazione del proprio bacino di riferimento, il minimo indicato dalla Protezione civile di 50 l/abxgiorno. Le suddette attività di pianificazione e realizzazione dovranno essere espletate dal Soggetto Gestore del servizio idrico integrato che le deve prevedere nel "Piano di gestione delle emergenze".

## 3.2 FABBISOGNI

Uno degli aspetti oggetto della fase di implementazione ha riguardato la definizione aggiornata dei fabbisogni. Si tratta di un tema molto delicato, soprattutto per quanto riguarda la quota di domanda idrica associata agli usi irrigui, che costituisce il 71% della domanda complessiva e che presenta il maggior grado di aleatorietà nella definizione del fabbisogno, sia con riferimento alla situazione attuale che, a maggior ragione, se si voglia ipotizzare uno scenario di riferimento futuro.

Il volume 2.A. fornisce il quadro quantitativo dei fabbisogni per i diversi usi; per quanto riguarda i fabbisogni irrigui si sono utilizzati i risultati di valutazioni ed elaborazioni specifiche riportate nel volume 2.B. specificatamente dedicato alla “questione” della domanda irrigua. I valori della domanda irrigua assunti nelle valutazioni del PSURI costituiscono i “volumi irrigui potenziali” associati alle superfici attrezzate (o da attrezzare); questi valori sono considerate come limite superiore il cui raggiungimento, se conseguito, è comunque ipotizzabile nel medio termine (10 anni). Gli studi di fattibilità che dovranno supportare gli specifici investimenti dovranno sviluppare, con metodi rigorosi, la previsione della effettiva domanda irrigua.

Per quanto attiene agli usi civili e quelli industriali, sono adottati, con modeste precisazioni, i dati riportati nel Piano d’Ambito della Sardegna (2002) che costituisce il riferimento ufficiale in materia.

### Quadro riepilogativo

Il fabbisogno complessivo stimato per l’intera regione (valori al netto delle perdite di sistema) ammonta a circa 1.115 Mmc/anno (comprensivi della quota di fabbisogno irriguo delle nuove aree che si propone di attrezzare) dei quali circa 282 Mmc/anno (25,3%) per gli usi civili; circa 40 Mmc (3,6%) per gli usi industriali; circa 792 Mmc (71,1 %) per gli usi irrigui.

tabella 3.2/1: Riepilogo fabbisogni

<i>SISTEMA</i>	<i>DOMANDA CIVILE(*) (Mmc/anno)</i>	<i>DOMANDA INDUSTRIALE (Mmc/anno)</i>	<i>VOLUME IRRIGUO POTENZIALE CENTRI DOMANDA ATTREZZATI (Mmc/anno)</i>	<i>TOTALE (con i soli centri domanda irrigua attrezzati) (Mmc/anno)</i>	<i>VOLUME IRRIGUO POTENZIALE CENTRI DOMANDA PROPOSTI (Mmc/anno)</i>	<i>TOTALE (anche con centri domanda irrigua proposti) (Mmc/anno)</i>
<i>1-POSADA CEDRINO</i>	8,74	0	28,46	37,20	6,06	43,26
<i>2-CIXERRI</i>	6,22	0,25	32,70	39,18	7,95	47,13
<i>3-GALLURA</i>	16,66	1,5	22,88	41,04	5,46	46,50
<i>4-NORD – OCC.</i>	74,76	17,5	119,15	211,41	19,38	230,79
<i>5-TIRSO</i>	38,26	2,5	165,50	206,26	61,56	267,81
<i>6-SUD SARDEGNA</i>	123,63	16	250,62	390,25	48,64	438,89
<i>7-SULCIS</i>	13,99	2,5	23,70	40,19	0,00	40,19
<b><i>TOTALE</i></b>	<b>282,27</b>	<b>40,25</b>	<b>643,00</b>	<b>965,52</b>	<b>149,05</b>	<b>1.114,57</b>

(\*) volumi al netto delle perdite nel sistema di adduzione principale

### 3.2.1 Domanda per usi civili

Il PSDRI, ai fini della determinazione della domanda per usi civili, ha assunto quale scenario di riferimento quello corrispondente al quadro attuale di domanda; tale scelta viene confermata dal PSURI. La scelta dello scenario futuro di Piano d'Ambito porterebbe infatti a valori di domanda più bassi legati alla riduzione delle perdite e pertanto meno cautelativi in un'ottica di pianificazione di interventi quale quella del presente Piano.

Nel PSURI è stato condotto un approfondimento per la individuazione puntuale della quota di domanda civile soddisfatta dalle fonti sotterranee locali, sia negli schemi acquedottistici attualmente indipendenti dal sistema multisettoriale, sia in quelli ad esso interconnessi, anche in funzione della avvenuta realizzazione e/o finanziamento di interventi nel settore idropotabile e del conseguente nuovo quadro di ripartizione della risorsa superficiale.

La seguente tabella 3.2/2 riporta il quadro riepilogativo della domanda per usi civili per sistema di intervento.

tabella 3.2/2: Domanda per usi civili

	Popolazione		Domanda (Mmc/anno)			Totale (al netto delle perdite)*
	Residenti	Fluttuanti	Residenti	Fluttuanti	Totale	
1-POSADA CEDRINO	34.902	137.669	5,07	4,13	9,20	8,74
2-CIXERRI	41.497	140	6,55	0,004	6,55	6,22
3-GALLURA	68.556	228.357	10,69	6,85	17,54	16,66
4-NORD OCCIDENTALE	429.972	380.268	67,29	11,41	78,69	74,76
5-TIRSO	248.978	109.681	36,98	3,29	40,27	38,26
6-SUD SARDEGNA	744.961	334.259	120,11	10,03	130,14	123,63
7-SULCIS	90.691	35.121	13,67	1,05	14,73	13,99
<b>TOTALE</b>	<b>1.659.557</b>	<b>1.225.495</b>	<b>260,36</b>	<b>36,76</b>	<b>297,12</b>	<b>282,27</b>

\* riferite al sistema di adduzione principale

Nella seguente tabella 3.2/3 si riporta il quadro di copertura della domanda soddisfatta totalmente o parzialmente dal multisettoriale, disarticolato per sistema di intervento.

tabella 3.2/3: quadro di copertura della sola domanda connessa al sistema multisettoriale

SISTEMA	VOLUMI (Mmc/anno)				Totale
	Residente	Fluttuante	Da risorse superficiali	Da risorse sotterranee	
1- POSADA CEDRINO	5,07	4,13	4,99	4,21	9,20
2-CIXERRI	6,55	0,004	0,07	6,49	6,55
3-GALLURA	10,69	6,65	16,18	1,15	17,33
4-NORD OCCIDENTALE	67,23	11,41	51,69	26,95	78,64
5-TIRSO	28,19	2,50	15,10	15,59	30,70
6-SUD SARDEGNA	115,98	8,98	101,06	23,89	124,95
7-SULCIS	13,67	1,05	7,04	7,69	14,73
<b>TOTALE</b>	<b>247,38</b>	<b>34,72</b>	<b>196,13</b>	<b>85,97</b>	<b>282,10</b>

La quota di domanda per usi civili soddisfatta da risorse sotterranee locali e quella a carico delle risorse superficiali multisettoriali è riepilogata nel seguente quadro (valori in Mmc/anno):

Da sotterranee autonome	Da sotterranee connesse al multisettoriale	Da sotterranee complessive	Da superficiali	Totale domanda centri connessi al multisettoriale	Totale domanda
15,02	85,97	100,99	196,13	282,10	297,12

Il dato relativo alla quota di domanda civile soddisfatta dalle risorse sotterranee, pari a 101 Mmc/anno, minore rispetto a quello riferito al paragrafo 3.1.2, dedicato appunto alla quantificazione della potenzialità delle risorse sotterranee ad uso civile, deriva da una operazione di attribuzione puntuale del volume della singola fonte di attingimento alla domanda di ciascun centro direttamente servito calcolata secondo le dotazioni di Piano d'Ambito.

### 3.2.2 Fabbisogni industriali

La stima della domanda si basa sui dati ufficiali adottati dal Piano Stralcio Direttore (PSDRI) e riconsiderati sulla base delle più recenti valutazioni riferite ai presumibili sviluppi del settore. Si è ipotizzato che venga incentivato, e in qualche misura reso "obbligatorio", il riciclo ed il riuso, nell'ambito delle stesse aree industriali, dei reflui prodotti. In relazione a ciò il prelievo netto di risorse fresche viene ridotto al 50% dell'esigenza idrica.

Il valore della domanda industriale adottato in considerazione delle ipotesi assunte è pari a circa 40 Mmc/anno.

Nella seguente tabella 3.2/4 si riportano i volumi annui di domanda corrispondenti allo scenario adottato, identificati per centro di domanda e per sistemi di intervento.

tabella 3.2/4: Dati assunti nel PSURI per i fabbisogni industriali

SISTEMA	CENTRO DI DOMANDA	POLO INDUSTRIALE	IDROESIGENZA	IDROESIGENZA
			LORDA (Mmc/anno)	NETTA (Mmc/anno)
2 - CIXERRI	D66	ZIR Iglesias	0,50	0,25
<b>TOTALE SISTEMA 2</b>			<b>0,50</b>	<b>0,25</b>
3 - GALLURA	D83	Polo Olbia	2,00	1,00
	D85	Tempio	1,00	0,50
<b>TOTALE SISTEMA 3</b>			<b>3,00</b>	<b>1,50</b>
4 - NORD OCCIDENTALE	D14	Alghero	2,00	1,00
	D4	Porto Torres	32,00	16,00
	D5	SS Predda Niedda	1,00	0,50
<b>TOTALE SISTEMA 4</b>			<b>35,00</b>	<b>17,50</b>
5 - TIRSO	D20	ASI Ottana	5,00	2,50
<b>TOTALE SISTEMA 5</b>			<b>5,00</b>	<b>2,50</b>

	D40	Sarcidano	0,00	0,00
	D55	CASIC Macchiareddu	13,00	6,50
6 - SUD SARDEGNA	D56	CASIC Sarroch	6,00	3,00
	D70	ZIR Villacidro	1,00	0,50
	D73	Arbatax	12,00	6,00
	<b>TOTALE SISTEMA 6</b>		<b>32,00</b>	<b>16,00</b>
7 - SULCIS	D64	Portovesme	5,00	2,50
	<b>TOTALE SISTEMA 7</b>		<b>5,00</b>	<b>2,50</b>
	<b>TOTALE</b>		<b>80,50</b>	<b>40,25</b>

### 3.2.3 Fabbisogni irrigui

Nel volume 2.B., dopo un excursus sui precedenti documenti di analisi e di determinazione della domanda irrigua, è riportata la determinazione di una potenziale domanda irrigua derivante dalla previsione di un assetto colturale simile a quello attuale esteso a tutte le aree già attrezzate ed idonee, e a quelle relative agli estendimenti irrigui proposti, come individuati nel PSDRI ed integrati a seguito delle osservazioni al PSDRI. Tale valore, svicolato dalle condizioni e dai fattori al contorno, per lo più limitanti, può essere considerato come un “massimo potenziale” con orizzonte di conseguimento di dieci anni.

Accanto alla suddetta valutazione viene sviluppata una analisi dei fattori che influenzeranno l'evoluzione della domanda in agricoltura a partire dai dati attuali di utilizzo degli impianti. Sulla base di tali argomentazioni viene individuato un ipotetico scenario di evoluzione della domanda, con riferimento ad un arco di tempo che, per congruità con l'orizzonte temporale del PSURI, è assunto pari a dieci anni.

Il valore medio della dotazione unitaria nel territorio regionale è risultato pari a circa 4.766 mc/ha netti alla coltura. Per risalire ai valori richiesti nei distretti irrigui, a partire dalle dotazioni teoriche calcolate, si è amplificato detto valore per tener conto delle perdite tecniche di efficienza nel sistema di distribuzione e di quelle connesse al metodo di somministrazione irrigua. La riduzione della dotazione per la parzializzazione irrigua rispetto alla superficie attrezzata è stata assunta pari al 26%, con esclusione dell'area del Tirso dove viene assunta pari al 22% .

L'estensione delle superfici nette irrigabili è stimata complessivamente pari a 180.884 ha di cui 147.866 ha già attrezzati e 30.593 ha riferiti alle superfici proposte di estendimento irriguo. Fra le aree attrezzate 17.275 ha sono state classificate come “non idonee” alla irrigazione.

Il valore complessivo della domanda irrigua (potenziale) nel territorio regionale sulla base delle considerazioni esposte è risultato pari a circa 792,05 Mmc/anno di cui 643 Mmc/anno riferiti alla attuali aree attrezzate idonee e 149,05 Mmc/anno riferiti agli estendimenti proposti. Il valore medio della dotazione unitaria per ettaro irrigato è pari a circa 6.526 mc/ha. Tale valore di dotazione unitaria non è distante dal valore medio di circa 6.146 mc/ha irrigati ipotizzato nel precedente documento di programmazione sulla base dei recuperi di efficienza previsti. Risulta invece notevolmente inferiore al valore di 7.853 mc/ha ipotizzato nel Piano

Acque. I dati riassuntivi aggregati per sistema di intervento sono riportati nella seguente tabella 3.2/5.

Tabella 3.2/5 - domanda irrigua “potenziale”

<b>CENTRI DI DOMANDA ESISTENTI</b>											
SISTEMA DI INTERVENTO		SUP. TERRITORIALE (ha)	SUP. IRRIGABILE (ha)	SUP. IRRIGABILE IDONEA (ha)	DOTAZIONE UNITARIA ALLA COLTURA (mc/ha)	PERDITE DI DISTRIBUZ.	PERDITE DI SOMMINIST.	DOTAZIONE ETTARO IRRIGABILE (mc/ha)	COEFF. DI PARZIALIZZ.	SUP. IRRIGATA ANNUALMENTE (ha)	IDROESIGENZA ANNUA (Mmc)
<b>1</b>	POSADA-CEDRINO	11.644	7.134	5.810	4.770	0,80	0,90	6.619	0,74	4.300	28,46
<b>2</b>	CIXERRI	9.001	6.610	6.277	5.068	0,80	0,90	7.040	0,74	4.645	32,70
<b>3</b>	GALLURA	5.581	3.781	3.102	7.178	0,80	0,90	9.966	0,74	2.295	22,88
<b>4</b>	NORD OCCIDENTALE	48.252	33.497	24.321	4.695	0,80	0,90	6.620	0,74	17.997	119,15
<b>5</b>	TIRSO	48.273	34.578	32.462	4.719	0,80	0,90	6.528	0,78	25.352	165,50
<b>6</b>	SUD SARDEGNA	75.041	56.611	53.601	4.559	0,80	0,90	6.318	0,74	39.664	250,62
<b>7</b>	SULCIS	7.654	5.654	5.018	4.593	0,80	0,90	6.382	0,74	3.713	23,70
<b>TOTALE</b>		<b>205.446</b>	<b>147.866</b>	<b>130.591</b>	<b>4.729</b>	0,80	0,90	<b>6.563</b>	<b>0,75</b>	<b>97.967</b>	<b>643,00</b>

<b>CENTRI DI DOMANDA FUTURI</b>											
SISTEMA DI INTERVENTO		SUP. TERRITORIALE (ha)	SUP. IRRIGABILE (ha)	SUP. IRRIGABILE IDONEA (ha)	DOTAZIONE UNITARIA ALLA COLTURA (mc/ha)	PERDITE DI DISTRIBUZ.	PERDITE DI SOMMINIST.	DOTAZIONE ETTARO IRRIGABILE (mc/ha)	COEFF. DI PARZIALIZZ.	SUP. IRRIGATA ANNUALMENTE (ha)	IDROESIGENZA ANNUA (Mmc)
1	POSADA- CEDRINO	2.263	1.444	1.277	4.615	0,80	0,90	6.409	0,74	945	6,06
2	CIXERRI	2.102	1.509	1.498	5.165	0,80	0,90	7.174	0,74	1.109	7,95
3	GALLURA	1.562	1.012	921	5.774	0,80	0,90	8.019	0,74	682	5,46
4	NORD OCCIDENTALE	5.461	4.189	3.828	4.924	0,80	0,90	6.839	0,74	2.833	19,38
5	TIRSO	18.478	13.479	12.740	4.348	0,80	0,90	6.039	0,80	10.192	61,56
6	SUD SARDEGNA	16.867	11.385	10.328	4.595	0,80	0,90	6.382	0,74	7.643	48,64
7	SULCIS										
<b>TOTALE</b>		<b>46.735</b>	<b>33.018</b>	<b>30.593</b>	<b>4.599</b>	0,80	0,90	<b>6.388</b>	<b>0,76</b>	<b>23.404</b>	<b>149,05</b>

segue - Tabella 3.2/5: domanda irrigua "potenziale"

<b>TOTALE</b>											
SISTEMA DI INTERVENTO		SUP. TERRITORIALE (ha)	SUP. IRRIGABILE (ha)	SUP. IRRIGABILE IDONEA (ha)	DOTAZIONE UNITARIA ALLA COLTURA (mc/ha)	PERDITE DI DISTRIBUZ.	PERDITE DI SOMMINIS.	DOTAZIONE ETTARO IRRIGABILE (mc/ha)	COEFF. DI PARZIALIZZ.	SUP. IRRIGATA ANNUALMENTE (ha)	IDROESIGENZA ANNUA (Mmc)
1	POSADA- CEDRINO	13.907	8.578	7.087	4.744	0,80	0,90	6.581	0,74	5.245	34,52
2	CIXERRI	11.103	8.119	7.776	5.086	0,80	0,90	7.066	0,74	5.754	40,66
3	GALLURA	7.143	4.794	4.023	6.882	0,80	0,90	9.519	0,74	2.977	28,34
4	NORD OCCIDENTALE	53.713	37.685	28.149	4.720	0,80	0,90	6.650	0,74	20.830	138,53
5	TIRSO	66.751	48.057	45.203	4.615	0,80	0,90	6.388	0,79	35.544	227,05
6	SUD SARDEGNA	91.908	67.997	63.929	4.565	0,80	0,90	6.326	0,74	47.307	299,26
7	SULCIS	7.654	5.654	5.018	4.593	0,80	0,90	6.382	0,74	3.713	23,70
<b>TOTALE</b>		<b>252.181</b>	<b>180.884</b>	<b>161.185</b>	<b>4.705</b>	0,80	0,90	<b>6.526</b>	<b>0,75</b>	<b>121.371</b>	<b>792,05</b>

## La tariffazione

“Le politiche di tariffazione dei servizi idrici devono essere basate sulla valutazione dei costi e dei benefici dell’utilizzo delle risorse idriche e tenere conto sia del costo finanziario della fornitura del servizio sia dei relativi costi ambientali e delle risorse”.

L’acqua, quale risorsa scarsa ha la necessità di essere allocata fra i settori che la richiedono seguendo criteri razionali che permettano, in una comunità, di massimizzarne il valore sociale.

I criteri di allocazione che singolarmente o insieme potrebbero essere utilizzati come elementi comparativi e di giudizio fra i possibili meccanismi di tariffazione da adottare possono così elencarsi:

- *Flessibilità* di allocazione dell’offerta d’acqua,;
- *Sicurezza* del diritto all’approvvigionamento d’acqua;
- *Costo opportunità* effettivo così da internalizzare i valori delle altre scelte possibili;
- *Prevedibilità* del processo di allocazione;
- *Accettabilità pubblica e politica* dei meccanismi da parte dei vari soggetti sociali;
- *Efficienza ed efficacia* dei meccanismi;
- *Sostenibilità e fattibilità amministrativa*;

I Consorzi di Bonifica della Sardegna (di seguito CdB) adottano la tariffazione per area (per ettaro di coltura o per superficie). A volte affidandosi ad un’unica tariffa, altre differenziando fra parte fissa e parte variabile, e valutando per tipo di coltura.

E’ da considerare come dato di fatto che gli investimenti pubblici per nuove attività irrigue, potranno essere attuati solo se è dimostrabile la capacità della domanda di far fronte ai costi operativi, di manutenzione, e di rendimento del capitale; in altri termini, i prezzi pagati per l’offerta d’acqua irrigua dovrebbero permettere di coprire pienamente i costi, incluso il rendimento del capitale investito.

Stabilire prezzi efficienti per il sistema d’irrigazione già esistente risulta più complesso. Infatti, molti investimenti pubblici nel settore non si sarebbero dovuti effettuare se si fosse analizzata la capacità degli imprenditori agricoli di soddisfare il costo pieno, incluso il costo del capitale. La valutazione economico-finanziaria di questa tipologia di investimenti progressi considera efficiente continuare ad offrire acqua se i pagamenti sono almeno sufficienti a coprire i costi operativi.

Le modalità da seguire nel processo di avvicinamento al recupero del costo pieno sono oggetto di dibattito, a livello regionale, nazionale ed europeo. Si confrontano, da una parte, tesi rigide che sostengono la problematicità di tale obiettivo, se applicato al settore irriguo: sia per la corrente incapacità di gran parte dell’agricoltura di sostenere prezzi di livello tale da tenere conto dell’insieme dei costi attribuibili all’offerta del servizio acqua, sia per il contributo che il sistema produttivo, collegato all’irrigazione, apporta all’economia in generale, alle economie regionali e ai valori della proprietà.

Dall’altra, vi è la tesi che rifiuta la precedente impostazione e considera che il settore irriguo non si differenzia da altri settori economici, egualmente collegati ad altre parti dell’economia e capaci di generare flussi di benefici per la comunità attraverso gli effetti moltiplicatori.

Secondo questa seconda impostazione è dunque più opportuno soffermarsi sul percorso che porta all'obiettivo del recupero del costo pieno.

La questione, evidentemente, è ancora aperta; è necessario che vengano sviluppate proposte dagli operatori del settore (CdB, associazioni di categoria, ecc.) che tengano conto delle particolarità locali e del sistema distributivo. Questo è il modo più opportuno di affrontare i numerosi problemi connessi con la fornitura dell'acqua a cui bisogna dare risposta (risparmi idrici, riduzioni dei costi organizzativi, incremento dei ricavi e dei pagamenti collegati al servizio acqua, modifiche degli assetti aziendali e colturali, ...), ma le soluzioni non possono che essere inquadrate nell'ambito di una moderna politica delle acque secondo gli indirizzi della Direttiva 2000/60.

### I fattori che influenzeranno nel medio termine la domanda per uso irriguo: tariffe e NPAC

L'imprenditore percepisce nel loro evolversi le condizioni e relazioni che s'instaurano fra eventi meteorologici e gestione dell'acqua per uso irriguo; lo stesso imprenditore, a causa di tali percezioni formula le proprie attese circa i futuri piani produttivi e i relativi fabbisogni agronomici della risorsa acqua.

Un'attenzione particolare richiede la connessione che si forma fra domanda d'acqua per usi irrigui e relativo prezzo dell'acqua. La risposta dell'imprenditore agricolo ad incrementi di prezzo può essere molteplice: utilizza minori quantità d'acqua per la coltura, si muove verso colture con minori esigenze idriche, domanda meno acqua ed esclude parte dei terreni dal processo produttivo irriguo e/o investe in tecniche d'irrigazione più efficienti.

La domanda d'acqua per uso irriguo dipende da numerose altre variabili, su cui, fra l'altro, l'imprenditore agricolo ha scarse, se non nessuna, possibilità di contrasto: ad esempio sulla struttura del mercato dei beni prodotti, sull'entità dei prezzi di quegli stessi beni, sull'efficienza della organizzazione commerciale e distributiva dei prodotti agricoli, sull'efficienza e funzionalità del trasporto merci, sulle regole e gli indirizzi della politica agricola (soprattutto dell'Unione Europea).

Nel giugno del 2003 è entrata in vigore la riforma della Politica Agricola Comune (PAC); essa darà agli imprenditori agricoli europei la libertà di produrre ciò che desidera il mercato, corrispondendo sussidi all'agricoltura indipendentemente dal volume di produzione. In tale situazione, l'imprenditore diventa, come si dice, "market-oriented", e si muove in base ai segnali ricevuti da un mercato agricolo sempre più competitivo.

### *Ragione di scambio e domanda d'acqua per usi irrigui*

L'obiettivo dell'efficienza tecnico-economica (minimizzazione del costo di produzione / massimizzazione del profitto d'impresa) è una finalità che nella realtà gestionale agricola richiede dei tempi di realizzazione di medio periodo.

Le "ragioni di scambio" (ovvero il rapporto fra prezzi alla produzione dei prodotti agricoli venduti dagli agricoltori e prezzi dei beni e servizi acquistati dagli agricoltori) sono ancora oggi il riferimento fondamentale per l'attività di produzione e vendita commerciale.

La domanda d'acqua per usi irrigui di una determinata coltura sarà funzione delle attese circa il relativo andamento della ragione di scambio, delle attese circa il livello della ragione di

scambio attribuibile alle colture concorrenti e, infine, della disponibilità d'acqua totale per l'annata agraria.

#### Stima del trend evolutivo dei prossimi dieci anni

La situazione dei Consorzi di Bonifica della Sardegna nel 1998, per quanto riguarda le superfici irrigate sul totale della superficie attrezzata in esercizio, si presentava nel seguente modo (fonte: indagine INEA sullo stato dell'irrigazione in Sardegna, e successiva analisi e specificazione effettuata con il PSDRI):

<b>Consorzi di bonifica</b>	<b>Superficie irrigata Superficie attrezzata in esercizio (%)</b>
Cixerri	7,18
Basso Sulcis	15,01
Nurra	30,16
Gallura	12,68
Sardegna Centrale	27,37
Nord Sardegna	20,54
Ogliastra	15,85
Sardegna Meridionale	26,09
Oristanese	42,89

Si tratta di rapporti d'utilizzo delle strutture irrigue piuttosto ridotti e che hanno certamente un legame con le quantità d'acqua per uso irriguo che nell'anno erano disponibili.

Ma, data questa situazione, è importante capire come gli imprenditori agricoli reagirebbero ad un eventuale incremento delle disponibilità d'acqua. Nel volume 2.B viene dimostrato, attraverso semplice considerazione di carattere economico – aziendale, come incrementi delle disponibilità fino ai livelli definiti come “volumi irrigui potenziali” richiedono un adeguamento che non può che essere strutturale e di medio lungo termine delle aziende.

Le aziende del 1998 e le aziende che dovrebbero utilizzare i volumi sopra indicati sono profondamente diverse: per dimensione dei fattori produttivi; volume di prodotto; per organizzazione produttiva. Una ristrutturazione di tale livello richiede accumulazione di capitali finanziari, investimenti e periodi medio/lunghi.

L'imprenditore agricolo, infatti, a causa della accresciuta disponibilità della risorsa, e una volta superato l'utilizzo medio degli input produttivi degli ultimi anni, dovrà riproporzionare la propria attività, tramite processi d'adattamento di medio/lungo termine. Per cui, in tal caso, occorre tempo, risorse e nuova capacità imprenditoriale per ottimizzare l'uso delle maggiori quantità d'acqua

Seguendo un percorso temporale connesso con le disponibilità irrigue potenziali, la domanda d'acqua irrigua, cioè i volumi d'acqua necessari per attivare e sostenere le pratiche colturali, è stata analizzata rispetto a tre possibili scenari.

Un primo scenario, definito di base, considera lo status quo della composizione colturale nei centri di domanda; ne ipotizza un mantenimento proporzionale nel tempo; e suppone che le scelte comportamentali dell'imprenditore subiscano modifiche marginali.

La tabella 3.2/6 riassume i risultati per centro di domanda. La progressione dei volumi di domanda è chiaramente dovuta al legame esistente (proporzionale) con lo sviluppo delle disponibilità irrigue.

Lo scenario 2 e lo scenario 3 (tabelle 3.2/7 e 3.2/8) sono costruiti sulla base di presupposti differenti rispetto al precedente. Per entrambe gli scenari è valida la necessità di ricomporre la domanda d'acqua seguendo le modificazioni imputate dai mercati a monte e valle dell'attività agricola. Si suppone, quindi, che l'imprenditore avendo la possibilità di raggiungere in qualche momento degli  $m$  anni un utilizzo del 70% della disponibilità irrigua potenziale risponda alle variazioni della ragione di scambio.

Per quanto riguarda i distretti proposti per un nuovo attrezzamento l'ipotesi di evoluzione della domanda reale si assume, per completezza di informazione in questa sede, dello stesso tipo di quella relativa ai distretti già attrezzati. (il primo anno, in questo caso, è quello successivo alla fase di realizzazione del nuovo impianto)

Si è assunto quindi che la domanda nel periodo di avvio della attività irrigua nei nuovi centri sia mediamente pari a quella iniziale nei distretti irrigui esistenti. Nei successivi anni l'evoluzione della domanda, rappresentata nelle tabelle 3.2/9 - 3.2/10 - 3.2/11, segue l'andamento medio ricavato per i distretti già attrezzati.

Per i dettagli sulle valutazioni eseguite si rimanda al volume 2.B. Di seguito si riportano in sintesi i risultati delle elaborazioni.

Tabella 3.2/6 - evoluzione della domanda per uso irriguo nei centri di domanda attrezzati (Scenario 1)

Centro di domanda /anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUMI IRRIGUI POTENZIALI (Mmc)	GRADO DI "SATURAZIONE" (%)
D67	3,3	3,3	3,76	4,17	4,55	4,93	5,28	5,64	5,96	6,3	16,81	37%
D68	3,3	3,3	3,75	4,15	4,54	4,91	5,27	5,58	5,93	6,26	15,89	39%
D61	2,73	2,73	3,1	3,45	3,77	4,06	4,34	4,65	4,9	5,19	11,10	47%
D62	2,69	2,69	3,07	3,43	3,75	4,05	4,36	4,66	4,94	5,2	12,60	41%
D8-D18	41,1	41,1	42	42,82	43,7	44,31	45,04	45,7	46,34	47,02	54,99	85%
D82	3,93	3,93	4,36	4,75	5,12	5,46	5,76	6,13	6,45	6,54	11,37	58%
D84	3,84	3,84	4,26	4,65	5	5,35	5,67	6	6,3	6,3	11,51	55%
D78	8,18	8,18	8,59	8,98	9,35	9,68	9,81	9,81	9,81	9,81	12,25	80%
D80	12,05	12,05	12,51	12,92	13,33	13,57	13,86	13,86	13,86	13,86	16,21	85%
D21	9,56	9,56	9,94	10,47	10,97	11,45	11,87	12,36	12,75	13,18	17,74	74%
D1	2,04	2,04	2,3	2,55	2,78	3,01	3,15	3,15	3,15	3,15	6,48	49%
D10	16,14	16,14	17,15	18,09	18,95	19,76	20,55	21,35	22,05	22,8	51,94	44%
D17	2,39	2,39	2,75	2,88	3,1	3,31	3,31	3,31	3,31	3,31	5,73	58%
D75	4,78	4,78	5,65	6,04	7,17	7,17	7,17	7,17	7,17	7,17	9,77	73%
D76	1,25	1,28	1,31	1,34	1,36	1,39	1,42	1,45	1,48	1,50	1,50	100%
D53	3,16	3,16	3,49	3,81	4,1	4,37	4,63	4,63	4,63	4,63	7,96	58%
D50-60	12,19	12,19	13	13,73	14,41	15,08	15,69	16,33	16,89	17,46	30,20	58%
D52	8,54	8,54	9,17	9,74	10,29	10,8	11,31	11,77	12,24	12,68	19,25	66%
D47	11,14	11,14	11,92	12,87	13,29	13,92	14,51	15,11	15,63	16,24	28,20	58%
D49	5,09	5,09	5,58	6,02	6,46	6,84	7,23	7,59	7,97	8,29	13,21	63%
D46-59	14,98	14,98	15,89	16,73	17,5	18,25	18,96	19,62	20,29	20,98	38,98	54%
D43	24,87	24,87	25,97	27,01	27,96	28,85	29,71	30,54	31,37	32,12	61,13	53%
D42	10,08	10,08	10,8	11,46	12,06	12,63	13,22	15,93	14,27	14,81	25,23	59%
D71	5,28	5,28	6,14	6,67	7,17	7,62	8,06	8,49	8,92	9,33	13,64	68%
D37	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	100%
D25	5,78	5,78	6,07	6,34	6,58	6,79	6,79	6,79	6,79	6,79	8,48	80%
D26	9,82	9,82	10,21	10,55	10,89	11,19	11,19	11,19	11,19	11,19	13,18	85%
D27	10,94	10,94	11,37	11,77	12,14	12,49	12,64	12,64	12,64	12,64	14,97	84%
D28	21,58	21,58	22,31	22,96	23,58	24,16	24,71	25,27	25,78	26,26	30,69	86%
D29	11,69	11,69	12,09	12,46	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	12,85	14,85	87%
D30	6,62	6,70	6,79	6,87	6,96	7,04	7,13	7,21	7,30	7,38	7,38	100%
D31	13,13	13,13	13,69	14,18	14,67	15,09	15,51	15,91	15,91	15,91	19,00	84%
D32	3,52	3,52	3,76	4,05	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,41	4,70	94%
D33	16,82	16,82	17,41	17,95	18,48	18,96	19,43	19,89	20,03	20,03	23,23	86%
D34	7,91	7,91	8,27	8,61	8,93	9,23	9,23	9,23	9,23	9,23	11,29	82%
D39	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	100%
TOTALE	321,96	322,08	339,97	356,01	371,71	384,53	395,61	407,76	414,27	422,37	643,00	66%

Tabella 3.2/7 - evoluzione della domanda per uso irriguo nei centri di domanda attrezzati (Scenario 2)

Centro di domanda/ anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUMI IRRIGUI POTENZIALI (Mmc)	GRADO DI "SATURA- ZIONE" (%)
D67	3,3	6,7918	10,894	12,215	8,3508	7,8306	11,671	12,737	13,583	13,93	16,81	83%
D68	3,3	6,3992	10,281	11,541	7,9118	7,4252	11,093	12,074	12,924	13,261	15,89	83%
D61	2,73	4,3764	7,092	8,0395	5,5455	5,224	7,8291	8,6109	9,2174	9,5132	11,1	86%
D62	2,69	5,0156	8,0847	9,1235	6,263	5,8823	8,8109	9,6428	10,322	10,587	12,6	84%
D8-D18	41,1	29,749	46,626	51,286	34,561	31,795	46,75	50,251	52,955	53,649	54,99	98%
D82	3,93	4,6593	7,5859	8,616	5,9621	5,6344	8,4424	9,3204	10,027	10,119	11,37	89%
D84	3,84	4,7715	7,7485	8,7919	6,0645	5,7338	8,6049	9,4537	10,146	10,146	11,51	88%
D78	8,18	6,3017	10,092	11,325	7,7554	7,2576	10,638	10,638	10,638	10,638	12,25	87%
D80	12,05	8,7279	13,871	15,434	10,503	9,6966	14,32	14,32	14,32	14,32	16,21	88%
D21	9,56	8,1269	12,869	14,477	9,9324	9,3314	13,911	15,24	16,26	16,699	17,74	94%
D1	2,04	2,7857	4,5382	5,1721	3,5845	3,4039	5,0621	5,0621	5,0621	5,0621	6,48	78%
D10	16,14	23,286	36,796	40,784	27,596	25,593	37,819	40,911	43,295	44,06	51,94	85%
D17	2,39	2,6028	4,3549	4,8468	3,3622	3,1891	3,1891	3,1891	3,1891	3,1891	5,73	56%
D75	4,78	4,2062	7,3203	8,3288	6,305	6,305	6,305	6,305	6,305	6,305	9,77	65%
D76	1,25	0,8158	1,2837	1,4199	0,9538	0,8859	1,3115	1,4209	1,5	1,5	1,5	100%
D53	3,16	3,4994	5,7043	6,5073	4,5103	4,2706	6,429	6,429	6,429	6,429	7,96	81%
D50-60	12,19	13,452	21,479	23,999	16,361	15,294	22,727	24,742	26,323	26,905	30,2	89%
D52	8,54	8,3736	13,493	15,194	10,442	9,8139	14,693	16,041	17,175	17,624	19,25	92%
D47	11,14	12,435	19,885	22,509	15,192	14,207	21,133	23,011	24,481	25,103	28,2	89%
D49	5,09	5,4388	8,8432	10,028	6,9461	6,5541	9,8582	10,813	11,642	11,968	13,21	91%
D46-59	14,98	17,577	27,919	31,079	21,11	19,661	29,148	31,574	33,546	34,25	38,98	88%
D43	24,87	28,792	45,35	50,139	33,852	31,328	46,194	49,828	52,708	53,473	61,13	87%
D42	10,08	11,073	17,731	19,873	13,574	12,698	18,946	22,759	21,994	22,545	25,23	89%
D71	5,28	5,2877	8,9735	10,265	7,1445	6,779	10,23	11,276	12,175	12,593	13,64	92%
D37	0,56	0,3569	0,5488	0,56	0,3928	0,3569	0,5172	0,5488	0,56	0,56	0,56	100%
D25	5,78	4,4376	7,1076	7,9717	5,4445	5,0812	5,0812	5,0812	5,0812	5,0812	8,48	60%
D26	9,82	7,1461	11,37	12,655	8,6145	8,0192	8,0192	8,0192	8,0192	8,0192	13,18	61%
D27	10,94	8,0116	12,74	14,2	9,6581	8,9994	13,18	13,18	13,18	13,18	14,97	88%
D28	21,58	15,729	24,902	27,615	18,712	17,374	25,686	27,802	29,457	29,947	30,69	98%
D29	11,69	8,3423	13,22	14,687	9,9941	9,9941	9,9941	9,9941	9,9941	9,9941	14,85	67%
D30	6,62	4,2699	6,6539	7,2797	4,8813	4,4866	6,5851	7,0655	7,38	7,38	7,38	100%
D31	13,13	9,7463	15,535	17,318	11,806	10,995	16,322	17,711	17,711	17,711	19	93%
D32	3,52	2,3727	3,8836	4,5067	3,2353	3,2353	3,2353	3,2353	3,2353	3,2353	4,7	69%
D33	16,82	12,147	19,256	21,394	14,532	13,511	20,014	21,687	22,715	22,715	23,23	98%
D34	7,91	5,9601	9,5174	10,652	7,2743	6,8013	6,8013	6,8013	6,8013	6,8013	11,29	60%
D39	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	100%
TOTALE	321,97	304,05	484,54	540,82	369,32	345,64	491,54	527,77	551,34	559,48	643,01	87%

Tabella 3.2/8 - evoluzione della domanda per uso irriguo nei centri di domanda attrezzati (Scenario 3)

Centro di domanda/ anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUMI IRRIGUI POTENZIALI (Mmc)	GRADO DI "SATURAZIONE" (%)
D67	3,3	6,792	11,34	12,44	11,67	11,79	12,89	14,41	15,03	15,41	16,81	92%
D68	3,3	6,399	10,7	11,76	11,05	11,18	12,25	13,66	14,3	14,67	15,89	92%
D61	2,73	4,376	7,381	8,189	7,749	7,868	8,646	9,743	10,2	10,52	11,1	95%
D62	2,69	5,016	8,415	9,293	8,751	8,859	9,73	10,91	11,42	11,71	12,6	93%
D8-D18	41,1	29,75	48,53	52,24	48,29	47,89	51,63	56,86	58,58	59,35	54,99	108%
D82	3,93	4,659	7,896	8,776	8,331	8,486	9,323	10,55	11,09	11,19	11,37	98%
D84	3,84	4,772	8,065	8,955	8,474	8,636	9,503	10,7	11,22	11,22	11,51	98%
D78	8,18	6,302	10,5	11,54	10,84	10,93	11,75	11,75	11,75	11,75	12,25	96%
D80	12,05	8,728	14,44	15,72	14,67	14,6	15,81	15,81	15,81	15,81	16,21	98%
D21	9,56	8,127	13,39	14,75	13,88	14,05	15,36	17,24	17,74	17,74	17,74	100%
D1	2,04	2,786	4,723	5,268	5,009	5,127	5,59	5,59	5,59	5,59	6,48	86%
D10	16,14	23,29	38,3	41,54	38,56	38,55	41,77	46,29	47,9	48,74	51,94	94%
D17	2,39	2,603	4,533	4,937	4,698	4,803	4,803	4,803	4,803	4,803	5,73	84%
D75	4,78	4,206	7,619	8,484	8,81	8,81	8,81	8,81	8,81	8,81	9,77	90%
D76	1,25	0,816	1,336	1,446	1,333	1,334	1,448	1,5	1,5	1,5	1,5	100%
D53	3,16	3,499	5,937	6,628	6,302	6,432	7,1	7,1	7,1	7,1	7,96	89%
D50-60	12,19	13,45	22,36	24,45	22,86	23,03	25,1	28	29,12	29,76	30,2	99%
D52	8,54	8,374	14,04	15,48	14,59	14,78	16,23	18,15	19	19,25	19,25	100%
D47	11,14	12,44	20,7	22,93	21,23	21,4	23,34	26,04	27,08	27,77	28,2	98%
D49	5,09	5,439	9,204	10,22	9,706	9,871	10,89	12,23	12,88	13,21	13,21	100%
D46-59	14,98	17,58	29,06	31,66	29,5	29,61	32,19	35,73	37,11	37,89	38,98	97%
D43	24,87	28,79	47,2	51,07	47,3	47,18	51,02	56,38	58,31	59,15	61,13	97%
D42	10,08	11,07	18,46	20,24	18,97	19,12	20,92	25,23	24,33	24,94	25,23	99%
D71	5,28	5,288	9,34	10,46	9,983	10,21	11,3	12,76	13,47	13,64	13,64	100%
D37	0,56	0,357	0,56	0,56	0,549	0,538	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	100%
D25	5,78	4,438	7,398	8,12	7,607	7,653	7,653	7,653	7,653	7,653	8,48	90%
D26	9,82	7,146	11,83	12,89	12,04	12,08	12,08	12,08	12,08	12,08	13,18	92%
D27	10,94	8,012	13,26	14,46	13,5	13,55	14,56	14,56	14,56	14,56	14,97	97%
D28	21,58	15,73	25,92	28,13	26,15	26,17	28,37	30,69	30,69	30,69	30,69	100%
D29	11,69	8,342	13,76	14,85	13,96	13,96	13,96	13,96	13,96	13,96	14,85	94%
D30	6,62	4,27	6,926	7,38	6,821	6,757	7,272	7,38	7,38	7,38	7,38	100%
D31	13,13	9,746	16,17	17,64	16,5	16,56	18,03	19	19	19	19	100%
D32	3,52	2,373	4,042	4,591	4,521	4,521	4,521	4,521	4,521	4,521	4,7	96%
D33	16,82	12,15	20,04	21,79	20,3	20,35	22,1	23,23	23,23	23,23	23,23	100%
D34	7,91	5,96	9,906	10,85	10,16	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	11,29	91%
D39	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	100%
TOTALE	321,97	304,05	504,27	550,71	515,64	517,93	557,72	605,10	619,00	626,41	643,01	97%

Tabella 3.2/9 - evoluzione della domanda per uso irriguo nei centri di potenziale estendimento (Scenario 1)

Centro di domanda /anno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUMI IRRIGUI POTENZIALI (Mmc)	GRADO DI "SATURAZIONE" (%)
D138	3,98	3,98	4,21	4,40	4,60	4,76	4,89	5,04	5,12	5,22	7,95	66%
D86	0,83	0,83	0,87	0,91	0,95	0,99	1,02	1,05	1,06	1,08	1,65	66%
D86B	0,61	0,61	0,65	0,68	0,71	0,73	0,75	0,78	0,79	0,81	1,23	66%
D135	1,30	1,30	1,37	1,43	1,50	1,55	1,59	1,64	1,67	1,70	2,59	66%
D74	3,03	3,03	3,20	3,35	3,50	3,62	3,73	3,84	3,90	3,98	6,06	66%
D137	4,31	4,31	4,55	4,76	4,97	5,14	5,29	5,45	5,54	5,65	8,60	66%
D136a	1,77	1,77	1,87	1,95	2,04	2,11	2,17	2,24	2,27	2,32	3,53	66%
D136	7,94	7,94	8,38	8,78	9,16	9,48	9,75	10,05	10,21	10,41	15,85	66%
D87	26,52	26,53	28,00	29,32	30,61	31,67	32,58	33,58	34,12	34,79	52,96	66%
D37a	2,50	2,50	2,64	2,76	2,88	2,98	3,07	3,16	3,22	3,28	4,99	66%
D141	11,09	11,10	11,71	12,27	12,81	13,25	13,63	14,05	14,28	14,55	22,16	66%
D36	4,96	4,97	5,24	5,49	5,73	5,93	6,10	6,29	6,39	6,51	9,91	66%
D89	5,80	5,80	6,12	6,41	6,69	6,92	7,12	7,34	7,46	7,61	11,58	66%
<b>TOTALE</b>	<b>74,63</b>	<b>74,66</b>	<b>78,81</b>	<b>82,53</b>	<b>86,17</b>	<b>89,14</b>	<b>91,70</b>	<b>94,52</b>	<b>96,03</b>	<b>97,91</b>	<b>149,05</b>	<b>66%</b>

Tabella - 3.2/10 - evoluzione della domanda per uso irriguo nei centri di potenziale estendimento (Scenario 2)

Centro di domanda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUMI IRRIGUI POTENZIALI (Mmc)	GRADO DI "SATURAZIONE" (%)
D138	3,98	3,76	5,99	6,69	4,57	4,28	6,08	6,53	6,82	6,92	7,95	87%
D86	0,83	0,78	1,24	1,39	0,95	0,89	1,26	1,35	1,41	1,44	1,65	87%
D86B	0,61	0,58	0,92	1,03	0,70	0,66	0,94	1,01	1,05	1,07	1,23	87%
D135	1,30	1,22	1,95	2,18	1,49	1,39	1,98	2,12	2,22	2,25	2,59	87%
D74	3,03	2,86	4,56	5,09	3,48	3,26	4,63	4,97	5,19	5,27	6,06	87%
D137	4,31	4,07	6,48	7,23	4,94	4,62	6,58	7,06	7,38	7,48	8,60	87%
D136a	1,77	1,67	2,66	2,97	2,03	1,90	2,70	2,90	3,03	3,07	3,53	87%
D136	7,94	7,50	11,95	13,33	9,11	8,52	12,12	13,01	13,59	13,79	15,85	87%
D87	26,52	25,04	39,91	44,54	30,42	28,47	40,48	43,46	45,41	46,08	52,96	87%
D37a	2,50	2,36	3,76	4,20	2,87	2,68	3,81	4,10	4,28	4,34	4,99	87%
D141	11,09	10,48	16,70	18,64	12,73	11,91	16,94	18,19	19,00	19,28	22,16	87%
D36	4,96	4,69	7,47	8,34	5,69	5,33	7,58	8,14	8,50	8,62	9,91	87%
D89	5,80	5,48	8,73	9,74	6,65	6,22	8,85	9,50	9,93	10,07	11,58	87%
<b>TOTALE</b>	<b>74,63</b>	<b>70,48</b>	<b>112,32</b>	<b>125,36</b>	<b>85,61</b>	<b>80,12</b>	<b>113,94</b>	<b>122,34</b>	<b>127,80</b>	<b>129,69</b>	<b>149,05</b>	<b>87%</b>

Tabella 3.2/11 - evoluzione della domanda per uso irriguo nei centri di potenziale estendimento (Scenario 3)

Centro di domanda	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VOLUMI IRRIGUI POTENZIALI (Mmc)	GRADO DI "SATURAZIONE" (%)
D138	3,98	3,76	6,24	6,81	6,38	6,41	6,90	7,48	7,66	7,75	7,95	97%
D86	0,83	0,78	1,29	1,41	1,32	1,33	1,43	1,55	1,59	1,61	1,65	97%
D86B	0,61	0,58	0,96	1,05	0,98	0,99	1,06	1,15	1,18	1,19	1,23	97%
D135	1,30	1,22	2,03	2,22	2,07	2,08	2,24	2,43	2,49	2,52	2,59	97%
D74	3,03	2,86	4,75	5,19	4,86	4,88	5,25	5,70	5,83	5,90	6,06	97%
D137	4,31	4,07	6,75	7,37	6,90	6,93	7,46	8,09	8,28	8,38	8,60	97%
D136a	1,77	1,67	2,77	3,02	2,83	2,84	3,06	3,32	3,40	3,44	3,53	97%
D136	7,94	7,50	12,43	13,58	12,71	12,77	13,75	14,92	15,26	15,44	15,85	97%
D87	26,52	25,04	41,53	45,35	42,47	42,66	45,93	49,83	50,98	51,59	52,96	97%
D37a	2,50	2,36	3,91	4,27	4,00	4,02	4,33	4,70	4,80	4,86	4,99	97%
D141	11,09	10,48	17,38	18,98	17,77	17,85	19,22	20,85	21,33	21,58	22,16	97%
D36	4,96	4,69	7,77	8,49	7,95	7,98	8,60	9,33	9,54	9,66	9,91	97%
D89	5,80	5,48	9,08	9,92	9,29	9,33	10,04	10,90	11,15	11,28	11,58	97%
<b>TOTALE</b>	<b>74,63</b>	<b>70,48</b>	<b>116,89</b>	<b>127,66</b>	<b>119,53</b>	<b>120,06</b>	<b>129,28</b>	<b>140,26</b>	<b>143,49</b>	<b>145,20</b>	<b>149,05</b>	<b>97%</b>

### 3.2.4 Fabbisogni ambientali

Per raggiungere l'obiettivo della sostenibilità ambientale dell'utilizzo delle risorse idriche (ovvero garantire i bisogni delle generazioni attuali senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri) è necessario introdurre criteri di programmazione integrata che consideri tutti gli aspetti economici ed ecologici dell'uso delle risorse.

A livello nazionale alcuni dei concetti della Direttiva 2000/60 sono stati anticipati con il decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152 che definisce la disciplina generale per la tutela delle acque. Al fine di conseguire gli obiettivi fissati lo strumento principale è costituito dal "Piano di Tutela delle Acque". Al momento della definizione del Piano Stralcio Direttore per l'utilizzo delle risorse idriche (PSDRI) e del presente documento di implementazione (PSURI), il Piano di Tutela delle Acque di cui al D.lgs. 152 è in fase di redazione a cura dell'Assessorato Difesa dell'Ambiente.

Sono stati posti in essere gli opportuni elementi di coordinamento al fine di uniformare le basi della redazione del Piano di Tutela con il PSURI. In tal senso, alla base della strategia specificamente attivata all'interno del presente documento si colloca la fondamentale considerazione che l'ambiente, e soprattutto l'ambiente idrico, lungi dal costituire un soggetto "esterno" al sistema idrico, semplice fornitore di materia prima o ricettore di rifiuti, assume, invece, un preciso ruolo di "utente" del Piano medesimo.

L'uso ambientale della risorsa idrica costituisce, pertanto, accanto agli usi, per così dire, convenzionali (potabile, irriguo ed industriale) il primo significativo aspetto ambientale da includere nelle attività di studio del Piano Acque.

### Le assunzioni adottate nel PSURI

Per quanto riguarda i riflessi quantitativi legati alle scelte del PSDRI e del presente documento di implementazione, l'elemento caratterizzante la domanda ambientale è costituito dall'esigenza di prevedere il rilascio dalle opere di sbarramento o derivazione del "Deflusso Minimo Vitale" (DMV) che costituisce la minima quantità di acqua che deve essere presente in un fiume, per garantire la sopravvivenza e la conservazione dell'ecosistema fluviale, assicurando le condizioni necessarie per un normale svolgimento dei processi biologici vitali degli organismi acquatici.

Il DMV è quindi una portata che varia in funzione delle caratteristiche del corso d'acqua e delle caratteristiche biologiche dell'ecosistema interessato.

Nelle more dell'approfondimento tecnico e scientifico sull'argomento e, quindi, dell'emanazione di una normativa specifica per la Sardegna nell'ambito del Piano di Tutela, in questa fase si è fatto riferimento ad un atto di indirizzo emanato dall'Assessorato dei Lavori Pubblici (nota n. 2817 del 22.11.2004) nell'ambito delle sopra richiamate azioni di coordinamento per l'armonizzazione dei Piani stralcio in fase di redazione. Secondo tale atto:

*"la quantificazione del DMV per i singoli corpi idrici posti a valle di un'opera di presa dovrà attenersi alle Linee Guida previste dal D.lgs n. 152/99 in fase di prossima emanazione da parte dello Stato. Tale quantificazione dovrà, verosimilmente, basarsi sull'individuazione di un eco – tipo di riferimento e di un'attività di indagine che quantifichi il deflusso minimo vitale correlandolo al mantenimento nel tempo delle condizioni ecologiche naturali. Nelle more di tali determinazioni e sulla base di ricerche bibliografiche confrontabili con la realtà idrologica della Sardegna si è convenuto di quantificare il DMV sulla base di considerazioni unicamente idrologiche, pari al 10% del deflusso naturale. In considerazione delle caratteristiche del sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna per cui, alla luce degli ultimi decenni siccitosi molti schemi idrici non possono soddisfare la domanda di risorsa, si ritiene che quando sia necessario programmare riduzioni sistematiche delle erogazioni per gli usi industriali, potabili o irrigui, si possa ridurre l'esigenza del DMV fino al 50% di quello prefissato. E' inoltre fatta salva la priorità dell'uso umano anche sul DMV, per cui si potranno riconoscere situazioni nelle quali l'opera di presa sia destinata ad una utenza potabile, che non ci siano fonti di approvvigionamento alternative, e che vi siano elementi per ritenere che nei periodi di crisi il sistema non possa garantire il soddisfacimento delle erogazioni potabili, per le quali il DMV può essere ridotto del tutto. Pertanto, posto che nell'ultimo decennio sono state programmate sistematiche riduzioni delle erogazioni su tutti gli schemi idrici, si conviene in questa fase di quantificare il DMV del Piano stralcio di Bacino per l'utilizzo delle risorse idriche nel 5% del deflusso naturale."*

Di tale vincolo si è tenuto conto nelle valutazioni del rapporto fra domanda ed offerta operate con l'ausilio del modello di simulazione che considera sempre a valle degli sbarramenti che determinano serbatoi di regolazione, una portata continua rilasciata come DMV pari al 50% dell'afflusso naturale alla sezione di sbarramento valutata come media dei tre mesi di Luglio, Agosto e Settembre risultante dalle serie idrologiche considerate nelle simulazioni.

Il valore complessivo del volume destinato al soddisfacimento della domanda ambientale assunto nelle simulazioni risulta pari a circa 40 Mm<sup>3</sup>/anno; va sottolineato che i calcoli di bilanciamento domanda - offerta sono riferiti al soddisfacimento della domanda irrigua espressa come “volumi irrigui potenziali” associati alle superfici attrezzate, dato che è da considerare come limite superiore il cui raggiungimento, se conseguito, è comunque ipotizzabile nel medio termine (10 anni).

Le modalità di rilascio del suddetto volume saranno definite a seguito degli approfondimenti di tipo ecologico di cui si è detto.

### *3.2.5 Utilizzazioni per la produzione d'energia*

Allo stato attuale sono presenti in Sardegna 12 centrali idroelettriche. La massima potenza complessivamente prodotta è pari a 416 MW.

Com'è noto, l'utilizzazione delle risorse idriche a fini di produzione di energia non comporta né un effettivo consumo né un deterioramento qualitativo e, conseguentemente, non pregiudica la possibilità di utilizzo ad altri scopi salvo che per quanto concerne la minore energia potenziale disponibile per il trasporto.

Nel presente studio si è fatto riferimento, di regola, all'ipotesi opposta subordinando le necessità della produzione idroelettrica a quelle imposte dagli altri impieghi.

Si è fatta eccezione solamente per gli impianti del Taloro, i quali, per la presenza di gruppi reversibili di notevole potenza, hanno la duplice funzione di garantire energia di punta rinnovabile e costituire una riserva di carattere strategico essendo l'unico sistema in grado di consentire la ripresa dell'intera capacità produttiva degli impianti dell'isola, in caso di blackout, qualora non possa essere attivata, per qualunque ragione, l'interconnessione esistente con la rete nazionale. Conseguentemente, nel caso del Taloro, si è fatta salva ad altri usi correnti, una quota consistente della capacità utile del serbatoio di Gusana, pari a 30 Mmc.

Diversamente dalla situazione ora descritta, un caso del tutto particolare si presenta per l'impianto idroelettrico dell'Alto Flumendosa che sottrae attualmente da questo corso d'acqua ingenti volumi annui che vengono restituiti nel bacino limitrofo del Rio Sa Teula dislocato nella zona Sud-Orientale dell'isola.

La generale carenza di risorse delle zone alimentate dal Flumendosa non consente di rinunciare a una quota consistente di deflussi. Sotto il profilo economico generale è conveniente rinunciare alla produzione di energia restituendo le risorse utilizzate dall'impianto al loro alveo naturale.

Per quanto concerne, infine, la possibilità di realizzare altri impianti di produzione, si osserva che la potenzialità residue, sono limitate, ancorché diversi degli schemi di utilizzazione prospettati nella presente pianificazione siano compatibili con l'installazione di centrali atte a fornire un utile contributo alla produzione.

Il tema delle concessioni per uso idroelettrico è oggi all'esame degli organi preposti. In attesa della definizione delle questioni ad esso legate in considerazione dello stato di crisi idrica che si verifica in Sardegna si è ipotizzato di non considerare l'uso idroelettrico vincolante sugli altri usi.

### 3.3 INFRASTRUTTURE ESISTENTI E COSTO DI PRODUZIONE DELLA RISORSA

Una delle condizioni per fare chiarezza sugli aspetti economici della utilizzazione delle risorse idriche è quella di arrivare alla corretta allocazione degli oneri economici ai vari Segmenti della filiera di produzione/utilizzazione della risorsa. Nell'ambito delle attività definite dal PSDRI, è stata condotta la determinazione del costo di produzione dell'acqua prelevata dalle risorse superficiali per usi plurimi quale si potrebbe determinare nella condizione (teorica) di gestione "imprenditoriale" ed unitaria del sistema con riferimento all'assetto relativo alle infrastrutture esistenti.

Tale parametro servirà di riferimento per le azioni successive che la Regione dovrà intraprendere (riorganizzazione del sistema tariffario) per arrivare alla corretta allocazione, fra gli utilizzatori, dei costi complessivi di produzione/utilizzazione della risorsa.

Per arrivare alla determinazione del costo di produzione, in un'ottica di tipo imprenditoriale, si è proceduto alla definizione dei seguenti elementi:

- il perimetro di riferimento dell'attività di produzione e, di conseguenza, lo stock di capitale infrastrutturale utilizzato, a fronte del quale fissare sia i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria, che gli oneri da sostenere per il mantenimento, nel tempo, dello standard di funzionalità del capitale stesso;
- il modello organizzativo di riferimento ed i conseguenti oneri per il personale;
- la valutazione dei volumi di acqua prodotti e movimentati dal sistema, anche al fine di determinare i costi energetici per il sollevamento che costituiscono la principale voce di costo variabile con la quantità prodotta.

#### 3.3.1 *Il parco infrastrutture per la produzione di acqua*

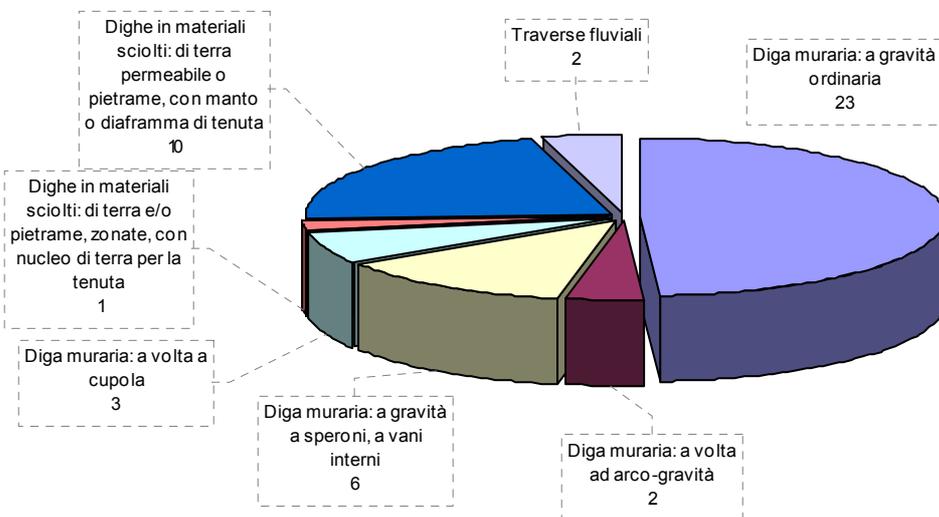
Tutte le infrastrutture impiegate per la produzione dell'acqua da risorse superficiali per usi plurimi, presenti nel territorio della Regione Sardegna, sono state archiviate in una database implementato su Access ed interfacciato ad un GIS sviluppato su ambiente Arcview. Le infrastrutture considerate sono quelle classificate nell'elaborato grafico D.1.1.

Nei paragrafi e nelle tabelle seguenti sono sintetizzati i dati principali relativi alle opere considerate.

#### *DIGHE*

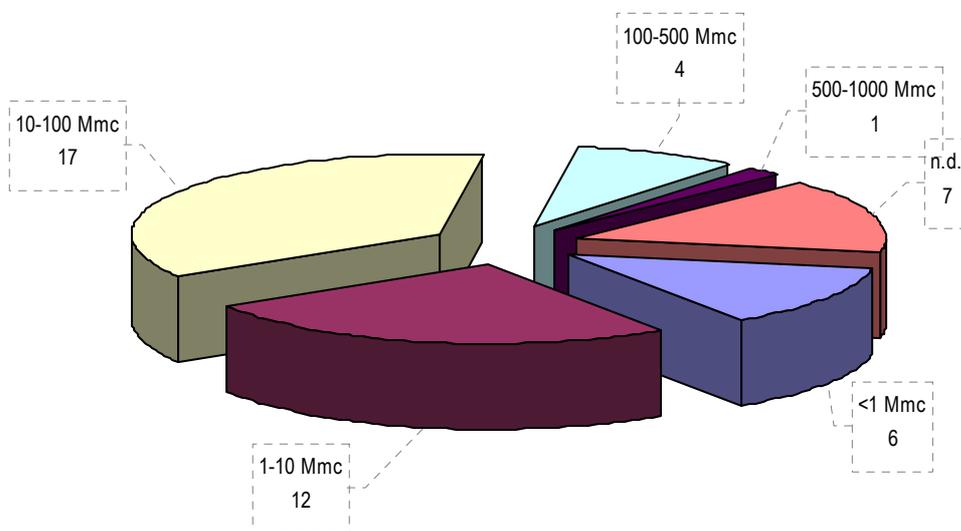
Le dighe ricadenti all'interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo di produzione dell'acqua all'ingrosso, risultano essere **47**.

Nel grafico seguente sono riportate le principali tipologie costruttive dei suddetti sbarramenti secondo la classificazione del Decreto Ministeriale del 24 Marzo 1982 “Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento”.



**Figura 3.3/1 – Suddivisione degli invasi ricadenti all’interno del perimetro delle opere per tipologia costruttiva.**

Nel grafico seguente le dighe sono suddivise a seconda del volume d’invaso.



**Figura 1.3/2 – Classificazione degli sbarramenti ricadenti all’interno del perimetro delle opere rispetto all’volume d’invaso espresso in Mmc.**

### TRAVERSE

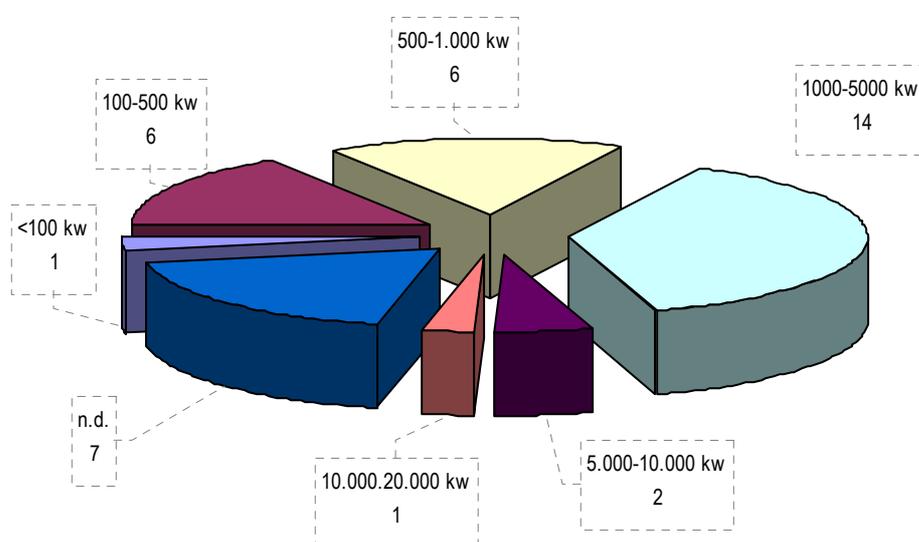
Le traverse ricadenti all’interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo di produzione dell’acqua all’ingrosso, risultano essere **21**. Nel volume 5 è riportato l’elenco e sono inoltre indicate per ciascuna opera le seguenti informazioni riportate nel Database.

### VASCHE E PARTITORI

Le vasche ed i partitori ricadenti all'interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo di produzione dell'acqua all'ingrosso, risultano essere **87**. Nel volume 5 è riportato l'elenco, inoltre sono indicate per ciascuna opera le seguenti informazioni archiviate nel Database.

### IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO

Gli impianti di sollevamento ricadenti all'interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo di produzione dell'acqua all'ingrosso, risultano essere **37**. Nel grafico successivo sono suddivisi a seconda della potenza.



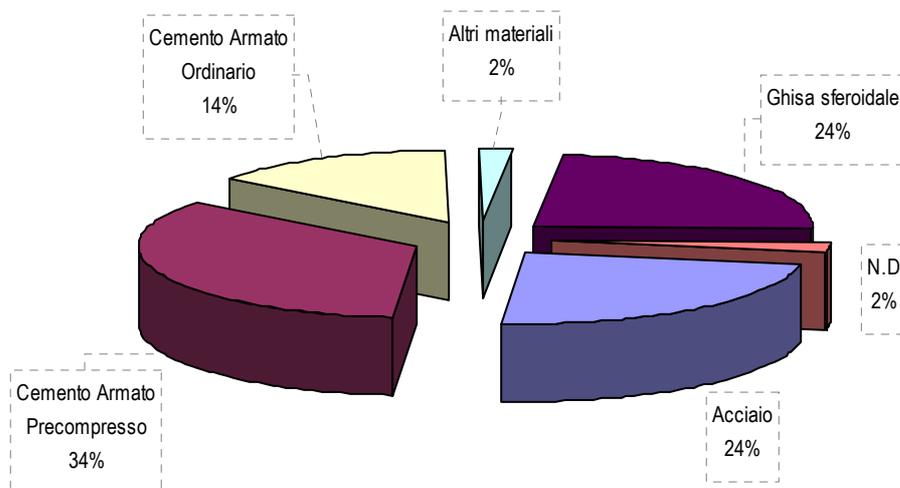
**Figura 3.3/3 – Classificazione degli impianti di sollevamento ricadenti all'interno del perimetro delle opere, a seconda della potenza totale in Kw.**

Nel volume 5 è riportato l'elenco degli impianti ricadenti all'interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo dell'acqua all'ingrosso.

### OPERE DI ADDUZIONE

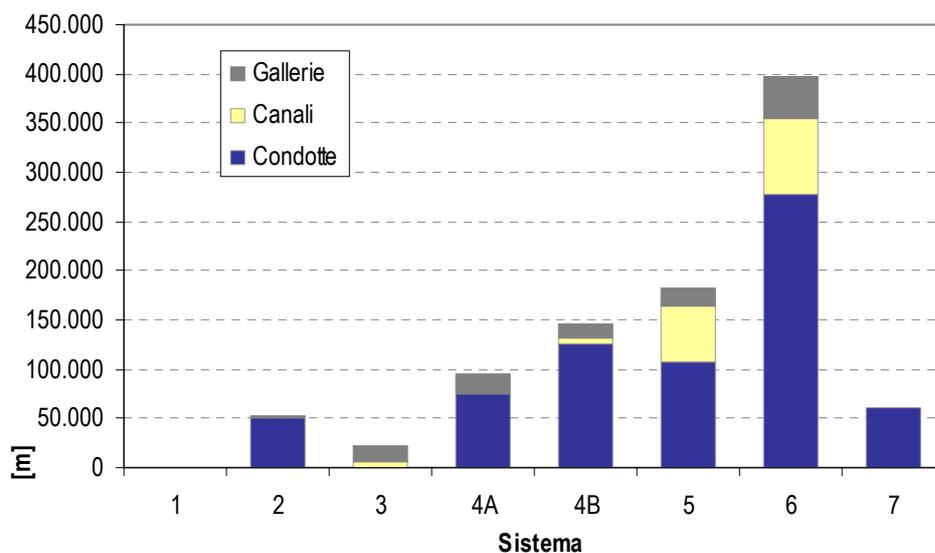
Secondo i dati riportati nel database le opere di adduzione ricadenti all'interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo di produzione dell'acqua all'ingrosso, si sviluppano per circa **957,78 km**

Nel grafico seguente sono indicati i materiali prevalenti utilizzati per la realizzazione delle condotte.



**Figura 3.3/4 - Suddivisioni delle condotte ricadenti all'interno del perimetro delle opere in classi di materiale (le percentuali indicate sono calcolate rispetto alla lunghezza)**

Nel grafico seguente è indicata la lunghezza complessiva per ciascun sistema.



**Figura 3.3/5 - Lunghezze delle infrastrutture di adduzione per tipologia di opere e per sistema (ricadenti all'interno del perimetro delle opere considerate per il calcolo del costo dell'acqua all'ingrosso)**

### 3.3.2 Valutazione delle voci di costo

Ai fini della determinazione del costo attuale di produzione della risorsa idrica si è proceduto alla stima dei costi da sostenere per realizzare in modo efficiente ed efficace l'insieme delle attività operative e di esercizio che compongono la gestione. Si è tenuto conto dell'incidenza del costo di mantenimento in esercizio del patrimonio impiantistico, considerando quale componente "figurativo" dell'attuale costo di produzione della risorsa anche l'ammontare annuo stimato della capitalizzazione delle opere esistenti.

Il costo di mantenimento del capitale è stato stimato pari ad un onere annuo dato dal rapporto tra il valore a nuovo dell'opera (che corrisponde al costo di investimento) e gli anni di vita utile della stessa (cioè la sua durata funzionale).

**Costo mantenimento capitale annuo = Costo investimento / Durata funzionale opera.**

Nella tabella seguente sono riportate per ogni categoria di opera le durate funzionali adottate ed i costi annui di mantenimento del capitale determinato.

Tabella 3.3/1 – Vita utile e costo annuo di mantenimento del capitale per le differenti categorie di opere

Categoria d'opera	Vita utile opere	Costo annuo di mantenimento del capitale
	[anni]	[€/anno]
Invasi	100	10.291.041
Traverse	70	300.000
Sollevamenti opere elettromecc.	20	3.946.202
Sollevamenti opere civili	40	681.575
Condotte <sup>1</sup>	40	18.801.125
Canali	40	4.347.232
Gallerie	70	6.168.420
<b>Totale costo di mantenimento del capitale</b>		<b>44.535.596</b>

I costi di manutenzione straordinaria degli impianti sono stati calcolati come segue:

**Costo di manutenzione straordinaria annuo = Costi di investimento x coefficiente di manutenzione straordinaria.**

Nella seguente tabella sono riportati, per tipologia di opera, i coefficienti di manutenzione straordinaria adottati ed i relativi valori annui di manutenzione calcolati per le differenti tipologie di opera.

---

<sup>1</sup> I costi di mantenimento del capitale delle condotte comprendono anche i costi di mantenimento di vasche e partitori.

Tabella 3.3/2 – Coefficienti di manutenzione straordinaria e relativi valori annui di manutenzione calcolati per le differenti tipologie di opera.

<b>Categoria d'opera</b>	<b>Coefficienti di Manutenzione Straordinaria [%]</b>	<b>Oneri annui di Manutenzione Straordinaria [€/anno]</b>
Invasi	0,70%	7.203.728
Traverse	0,40%	84.000
Sollevamenti opere elettromecc.	1,50%	1.183.861
Sollevamenti opere civili	0,30%	81.789
Condotte <sup>2</sup>	0,70%	5.264.315
Canali	0,80%	1.391.114
Gallerie	0,30%	1.295.368
<b>Totale</b>		<b>16.504.176</b>

I costi di manutenzione ordinaria, che non comprendono il costo del personale interno impiegato per la manutenzione ordinaria, sono stimati per tipologia di opera secondo i seguenti criteri:

- **costo unitario annuo** di manutenzione **per singola opera** per quanto riguarda invasi, traverse, vasche, partitori, sollevamenti;
- **costo annuo per chilometro** relativamente a condotte in pressione, canali aperti, gallerie.

La valutazione di tali parametri è ottenuta sulla base delle caratteristiche tecniche delle singole opere.

La seguente tabella riporta, per tipologia di opera, i parametri utilizzati.

Tabella 3.3/3 – Parametri manutenzione ordinaria adottati (dati in euro)

<b>Tipologia di opera</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo per km</b>
Invasi	180.000	
Traverse	10.000	
Vasche e partitori	3.500	
Condotte		4.500
Canali		8.000
Gallerie		500
Sollevamenti ≤1.000kw	8.000	
Sollevamenti ≤3.000 kw	12.000	
Sollevamenti >3.000 kw	15.000	

<sup>2</sup> Gli oneri annui di manutenzione straordinaria delle condotte comprendono anche i costi di manutenzione straordinaria di vasche e partitori.

### I costi del personale

Il dimensionamento del personale è effettuato in relazione alle esigenze gestionali e societarie connesse alla articolazione territoriale ed alla consistenza del patrimonio impiantistico e infrastrutturale ed è articolato per funzioni.

Considerando il totale degli addetti operativi e non operativi il dimensionamento complessivo è pari a **445** unità.

Sulla base del dimensionamento ottenuto, tenuto conto del costo unitario per figura professionale, si ottiene un costo per il personale pari a 17,98 milioni di euro. Il dettaglio del costo del personale è riportato nella seguente tabella.

Tabella 3.3/4 – Costo personale (dati in migliaia di euro)

	<i>Costo personale annuo</i>
Sistemi d'intervento	14.044,00
Sede centrale	3.933,00
<b>Totale costo personale</b>	<b>17.977,00</b>

### I costi energetici

Il costo per energia elettrica individua in tale contesto il costo relativo al sollevamento dell'acqua dai centri di produzione fino al confine del perimetro considerato da dove cominciano gli usi settoriali della risorsa.

Il costo per energia è funzione di quattro parametri:

- volumi sollevati;
- metri lineari di dislivello per il sollevamento
- kwh per metro cubo sollevato;
- costo unitario kwh.

I kwh per metro cubo sollevato sono stati determinati ipotizzando un consumo di 0,21 kwh per sollevare un metro cubo di acqua con un dislivello di 50 metri, mentre è stato utilizzato un costo unitario del kwh pari a 0,124 euro. Il consumo complessivo annuo è di circa **151** milioni kwh che corrisponde ad un costo annuo di circa **18,76** milioni di euro.

Tale costo energetico incide per circa il **37%** dei costi operativi di esercizio e per circa il **17%** sul costo complessivo (compresi i costo di mantenimento del capitale).

L'attuale situazione del mercato mondiale dell'energia ed in particolare la tendenza alla forte crescita del prezzo del petrolio, potrebbe costituire un elemento di ulteriore incremento di tale incidenza soprattutto in relazione alla struttura del sistema italiano di produzione dell'energia elettrica fortemente dipendente dalla risorsa petrolio.

### Altri costi

La stima degli altri costi della gestione è riferita a:

- costo della gestione del parco auto e mezzi;
- costi generali.

Sulla base delle ipotesi di fabbisogno gestionale ipotizzato, il parco auto consta complessivamente di 61 mezzi, per un costo annuo stimato pari a **351** mila euro.

Nella voce costi generali confluiscono la vigilanza, le trasferte del personale, la manutenzione delle macchine d'ufficio, la pulizia, le utenze, altri servizi e le consulenze legali e tributarie. Tali costi, stimati forfaitariamente pari al 2% degli altri costi operativi (esclusi la manutenzione straordinaria e i costi di mantenimento del capitale), ammontano a **995** mila euro.

#### Costo unitario di produzione

La seguente tabella riepiloga i costi operativi inerenti la gestione delle opere e degli impianti negli otto sistemi di intervento, comprensivi delle manutenzioni straordinarie e del mantenimento del capitale.

Tabella 3.3/5 – Costi totali (in migliaia di euro) ed incidenza percentuale

Personale	17.977	16,1 %
Materiali e manutenzioni ordinarie	12.645	11,3 %
Energia elettrica	18.765	16,8 %
Parco auto	351	0,3 %
Spese generali	995	0,9 %
<b>Totale costi operativi di esercizio</b>	<b>50.732</b>	<b>45,4 %</b>
Manutenzione straordinaria	<b>16.504</b>	<b>14,8 %</b>
Mantenimento del capitale	<b>44.536</b>	<b>39,8 %</b>
<b>Totale costi</b>	<b>111.772</b>	<b>100,0 %</b>

I volumi prodotti dal sistema multisetoriale considerati, in prima approssimazione, pari ai volumi erogati netti desunti dalle simulazioni risultano pari a circa **815** milioni di mc di acqua.

Rapportando il totale dei costi ai volumi erogati, pari a circa **815** milioni di mc, si ottiene un costo unitario di produzione della risorsa pari a **0,137 euro/mc**.

## **4 LA PROGRAMMAZIONE PER PROGETTI**

Il PSDRI fissa i seguenti punti caratterizzanti per la selezione degli interventi, da realizzare nel breve e medio termine, a partire dall'insieme sistematizzato e organicamente rappresentato delle ipotesi progettuali di intervento già selezionate nelle precedenti fasi di programmazione:

1. La Regione Sardegna deve dotarsi di uno strumento di programmazione coerente con l'attuale quadro normativo in materia di risorse idriche per attingere alle risorse finanziarie nazionali e comunitarie indispensabili per affrontare i nodi strutturali del settore resi drammatici dai recenti andamenti idrologici, che si innestano in una situazione di disordine organizzativo e gestionale con conseguenze pesanti sugli utilizzatori della risorsa.
2. Sulla base degli strumenti di pianificazione preesistenti la Regione aveva individuato un complesso di interventi infrastrutturali che possono costituire la base per una programmazione "per progetti" previa definizione del nuovo quadro di riferimento programmatico organico con gli indirizzi fissati dalla Direttiva quadro 2000/60, con la politica di sviluppo sostenibile indicata dalla Delibera CIPE del 2 agosto 2002 e con il Programma nazionale degli interventi nel settore idrico ex art. 4, comma 35 n. 350 del 24.12.2003.
3. La programmazione "per progetti" è lo strumento più idoneo ad affrontare il processo decisionale per gli investimenti pubblici in un contesto articolato su realtà territoriali portatrici di specifiche istanze nell'ambito di vincoli fissati dagli organismi centrali.
4. Lo strumento principe per la selezione degli investimenti nell'ambito di un quadro programmatico definito è la valutazione svolta attraverso gli SDF previsti dalla legge n.144/99.
5. L'insieme degli elementi di programmazione che condizionano le scelte regionali ai fini della possibilità di accesso alle risorse finanziarie e richiamati nel paragrafo successivo costituiscono un quadro di riferimento sufficiente per le valutazioni economiche da eseguire sui progetti.

### **4.1 LA PUBBLICAZIONE DEL PSDRI, LE PROPOSTE PROGETTUALI SCATURITE DALLE OSSERVAZIONI DEL PUBBLICO, IL QUADRO DEFINITIVO DELLE PROPOSTE PROGETTUALI A BASE DEL PROCESSO DI SELEZIONE**

Il PSDRI è stato approvato con Ordinanza del Commissario Governativo per l'emergenza idrica n. 334 del 31.12.2002, che ha incaricato l'EAF di procedere allo sviluppo ed alla implementazione del Piano, nonché alla pubblicizzazione e alla raccolta delle relative osservazioni.

In attuazione della suddetta Ordinanza, in data 1 agosto 2003 è stato pubblicato sul BURAS l'annuncio al pubblico che informava dell'avvenuto deposito degli elaborati del PSDRI presso la sede dell'EAF, e presso le sedi degli Uffici del Genio Civile di Cagliari, Sassari, Oristano, Nuoro, nonché della pubblicazione sul sito web della Regione Sardegna.

A seguito della pubblicizzazione sono pervenute all'EAF sette osservazioni, delle quali una, quella del comune di Tempio Pausania, chiede l'inserimento di un nuovo intervento: la diga sul Rio Vignola, opera contenuta nel Piano delle Acque della Sardegna che non era però stata considerata nei successivi documenti di programmazione.

Considerato che il processo di selezione risulta comunque migliorato dalla presenza di più ipotesi progettuali e che l'intervento oggetto dell'osservazione era inserito nel Piano delle Acque, si è ritenuto opportuno accogliere l'osservazione ai soli fini di definire l'insieme delle proposte da porre a base del processo di selezione.

Sono stati inoltre inseriti altri due interventi, facenti riferimento rispettivamente alla diga di M. Exi e di Ollastu, per i quali nella fase di ricognizione delle proposte progettuali è stato riscontrato un avanzato livello di definizione progettuale e delle procedure autorizzative.

Sono state escluse le proposte progettuali già presenti nel PSDRI che nel frattempo erano state oggetto di finanziamento; le relative infrastrutture nell'assetto determinato a seguito degli interventi finanziati, sono state considerate fra quelle "esistenti"

Si è così pervenuti all'elenco definitivo delle proposte esaminate di seguito riportato:

#### ***SISTEMA 1 – POSADA CEDRINO***

##### ***INTERVENTI PSDRI***

- 12 Diga Abba Lucente***
- 13 Interconnessione comprensori Posada e Cedrino***

#### ***SISTEMA 2 – CIXERRI***

##### ***INTERVENTI PSDRI***

- 43 Raddoppio collegamento centrale Murtas Diga Gennarta***
- I.7 Collegamento Flumendosa – Cixerri***

##### ***INTERVENTI INSERITI SUCCESSIVAMENTE AL PSDRI***

- O.1 Diga Monte Exi (\*)***

#### ***SISTEMA 3 – GALLURA***

##### ***INTERVENTI PSDRI***

- 6 Derivazione da diga di M. di Deu e traversa rio Limbara***
- 7 Adeguamento canale Liscia***
- 8 Traversa rio Palasole e collegamento Liscia***
- 9 Diga S. Simone***
- P.A. 4 Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia***

##### ***INTERVENTI INSERITI SUCCESSIVAMENTE AL PSDRI***

- O.5 Diga Rio Vignola***

## **SISTEMA 4 – NORD OCCIDENTALE**

### **INTERVENTI PSDRI**

- 1** *Condotta sul rio Sette Ortas*
- 2** *Collegamento Coghinas I rete irrigua Campanedda*
- 3** *Recupero reflui Sassari*
- 4** *Diga Badu Crabolu*
- 10** *Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*
- P.A. 5** *Recupero reflui Alghero*
- P.A. 6** *Ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas*
- P.A. 7** *Derivazione medio Temo*
- O.2** *Schema Buttule e Calambru*

## **SISTEMA 5 – TIRSO**

### **INTERVENTI PSDRI**

- 22** *Intervento di risanamento sul canale adduttore nell'impianto irriguo della media valle del Tirso*
- 26** *Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu*
- 27** *Riconversione diga rio Mogoro*
- 28** *Diga sul Flumineddu a S'Allusia e comparto irriguo alta Marmilla*
- 29** *Schema Montiferru*
- P.A. 8** *Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso*
- O.3** *Schema Contra Ruja*

## **SISTEMA 6 – SUD SARDEGNA**

### **INTERVENTI PSDRI**

- 17** *Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza*
- 31** *Derivazione dalla diga di Monti Nieddu e comparto irriguo Pula*
- 33** *Dissalatore area di Cagliari*
- 34** *Ripristino canale principale adduttore*
- 35** *Telecontrollo integrato*
- 38** *Interconnessione basso Cixerri – schema M. Nieddu*
- 39** *Diga sul basso Flumendosa*
- 40** *Traversa rio Quirra e collegamento sul basso Flumendosa*
- P.A. 10** *Recupero reflui civili CASIC*
- I.1** *Interconnessione Cixerri - Sulcis*
- O.6** *Irrigazione Nurri – Orroli*

### **INTERVENTI INSERITI SUCCESSIVAMENTE AL PSDRI**

- I.6** *Interconnessione Leni - Campidano*
- O.4** *Schema Ollastu (\*)*

## **SISTEMA 7 – SULCIS**

### **INTERVENTI PSDRI**

- 44** *Recupero reflui S. G. Suergiu*
- 45** *Dissalatore area di Portovesme*
- I.1** *Interconnessione Cixerri - Sulcis*

(\*) Intervento inserito in quanto nella fase di indagine sulla progettualità è stato rilevato con stadio avanzato del livello progettuale e delle procedure autorizzative.

## 4.2 STUDI DI PREFATTIBILITA' TECNICA DEGLI INTERVENTI ESAMINATI

Questo insieme di interventi così determinato è stato oggetto di un processo di “validazione ed omogeneizzazione” tecnica ed economica, necessario per ottenere un quadro di partenza coerente con il processo di selezione unitario e quindi caratterizzato in modo omogeneo dal punto di vista della fattibilità tecnica e della stima dei costi.

I parametri caratteristici di dimensionamento e di costo sono stati affinati sulla base dei valori pre dimensionamento desunti o dai risultati del modello di simulazione utilizzato nel PSDRI o dalla documentazione progettuale esistente.

### 4.2.1 *Opere di invaso*

Le opere di invaso esaminate, in numero di 12, sono state oggetto di appositi “rapporti di prefattibilità” consegnati nell’annesso 4.2.

Per ciascuna diga sono stati ricavati i costi relativi a due valori di capacità di regolazione in modo da ricavare una “funzione di costo” di tipo lineare, interpolando i costi relativi alle due capacità di dimensionamento; la funzione adottata può ritenersi, in prima approssimazione sufficiente agli scopi del procedimento di analisi, entro il corrispondente intervallo di definizione.

### 4.2.2 *Opere di derivazione*

Le opere di derivazione esaminate riguardano sia le derivazioni eventualmente destinate ad incrementare gli apporti ai serbatoi di regolazione che quelle direttamente collegabili all'utenza. Esse sono state oggetto di una valutazione sommaria del costo, che peraltro trova un sufficiente grado di riscontro nel raffronto con i costi derivanti dalla documentazione progettuale esistente.

### 4.2.3 *Opere di vettoriamento*

Per le opere di vettoriamento esaminate sono stati redatti appositi studi di pre fattibilità che ha riguardato la definizione, in via di massima, dell'andamento plani-altimetrico delle opere effettuata sulla cartografia ufficiale in scala 1:25.000 e sui modelli tridimensionali del terreno DTM forniti dall'EAF. Ai fini delle valutazioni di costo sono state calcolate le curve di costo, in funzione del diametro, riferite alle singole componenti dell'opera di vettoriamento (condotte, gallerie, canali).

### 4.2.4 *Impianti di sollevamento*

Per gli impianti di sollevamento previsti a corredo delle opere di trasporto, il costo e' stato parametrizzato in funzione delle principali caratteristiche di installazione: portata, prevalenza, ecc.

#### 4.2.5 Impianti di dissalazione

I costi di investimento degli impianti di dissalazione, data la variabilità riferita alle diverse tipologie e i pochi casi disponibili, sono stati calcolati sulla base dei due casi di studio rilevati nel corso del presente lavoro, riferiti entrambi alla realizzazione di un impianto a servizio dell'area urbana di Cagliari.

Peraltro nella fase di pianificazione gli interventi di dissalazione sono stati esaminati considerando gli stessi due valori di dimensionamento adottati negli studi rilevati, il che ha reso superflua la ricerca di una curva di costo.

#### 4.2.6 La stima dei costi

Le analisi di costo hanno riguardato sia gli oneri di investimento che quelli di manutenzione ed esercizio nell'arco temporale di riferimento per ciascuna tipologia di opera esaminata.

I costi di investimento sono stati determinati sulla base dei prezzi di mercato attuale parametrizzati in funzione della principale caratteristica funzionale di ciascuna opera.

I costi di manutenzione ed esercizio sono stati aggregati per ogni singola opera e sono stati determinati in prima approssimazione, per via parametrica, in funzione del valore a nuovo dell'infrastruttura.

### 4.3 IL MODELLO DI VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI

Le proposte progettuali così selezionate sono state organizzate nei sette “sistemi di intervento” come definiti dal PSDRI; in tal modo la individuazione degli effetti e la relativa “valutazione” è stata effettuata in un quadro di riferimento funzionale ampio. Questo approccio si è dimostrato subito efficace, in quanto ha consentito di evidenziare immediatamente alcune “relazioni funzionali” non pienamente coerenti fra proposte insistenti sullo stesso sistema.

Nell'ambito di ciascun sistema di intervento si è proceduto, in una prima fase, alla definizione di un set di alternative “possibili”; queste scaturiscono da un processo di analisi attraverso il quale, fra gli infiniti assetti che possono essere ottenuti realizzando, in tutto o in parte, le opere proposte, vengono selezionati quelli che risultano razionali dal punto di vista della pianificazione, e non “dominati” (in quanto non certamente meno efficienti di altri). A conclusione di questa fase – che come si vedrà in seguito è quella che costituisce il momento cruciale della pianificazione - si perviene alla identificazione di un numero finito di assetti “efficienti” ognuno dei quali si configura come una “alternativa”.

Nella seconda fase si procede all'analisi delle alternative attraverso il processo di valutazione a molti criteri.

Nella figura di seguito riportata viene illustrato il processo logico con il quale si è sviluppata l'attività. Si evidenzia la suddivisione in due fasi ben distinte:

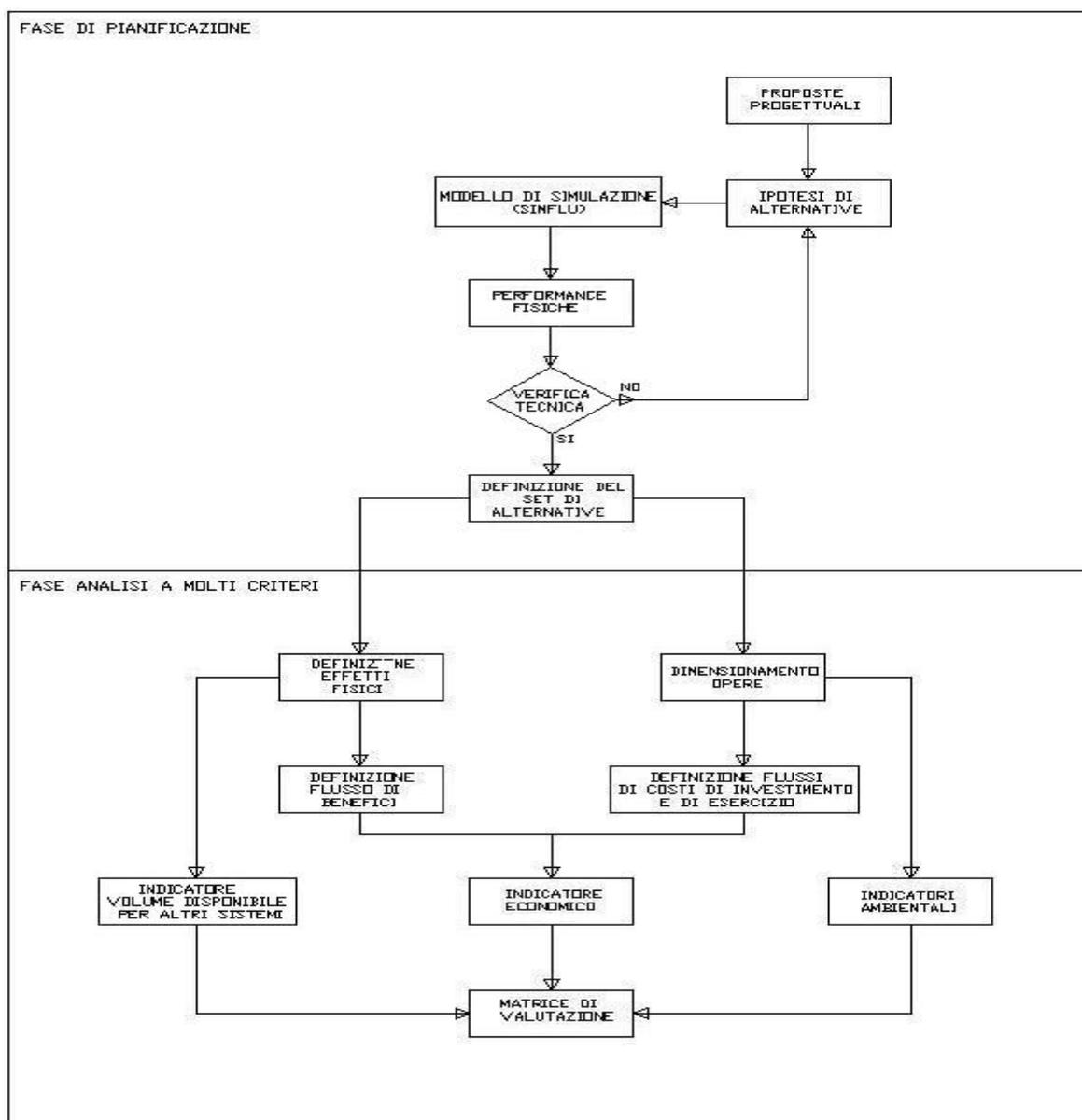
- a) la prima fase definita di **pianificazione**, (parte superiore del diagramma) consiste nella costruzione del set di alternative rispondenti ai requisiti della razionalità dal punto di vista della pianificazione; essa si sviluppa mediante un procedimento iterativo, che utilizza lo strumento del modello di simulazione per la identificazione delle performance fisiche di ciascuna ipotesi di assetto, e prevede anche la verifica della congruità tecnico - economica dell'assetto in esame. Se tale verifica risulta negativa l'assetto viene modificato e viene ripetuta la procedura; se la verifica risulta positiva, allora l'assetto individuato viene inserito fra le alternative che sono oggetto della successiva fase.
- b) la seconda fase di **analisi a molti criteri** (parte inferiore del diagramma) che consiste nella determinazione del valore degli indicatori che caratterizzano le alternative selezionate e nella costruzione ed analisi della matrice di valutazione. Come si vede dal diagramma sono stati individuati tre tipi di indicatori:
- un indicatore di performance economica che racchiude in un'unica informazione tutti gli elementi legati alla singola alternativa che possono essere misurati attraverso lo strumento dei "prezzi di mercato";
  - un particolare indicatore fisico che esprime la quantità di risorsa che un singolo sistema è in grado di trasferire ai sistemi limitrofi e che costituisce un elemento decisionale molto importante per gli assetti degli schemi idrici della Sardegna;
  - un set di indicatori ambientali atti a rappresentare gli effetti delle opere che compongono l'alternativa (impatti positivi e negativi) nei confronti della realtà ambientale.

Il procedimento di valutazione viene applicato "misurando", attraverso il calcolo dei suddetti indicatori, come appresso specificato, **solo gli effetti aggiuntivi** che ciascuna alternativa determina rispetto ad una situazione di base o **alternativa base (0)**.

#### Definizione dell'alternativa base

L'alternativa di base è stata definita con riferimento ad un assetto infrastrutturale comprendente:

- a) le infrastrutture esistenti nell'assetto conseguente agli interventi anche solo finanziati e a quelli di funzionalizzazione anche se da finanziare e realizzare, quali:
- la piena utilizzazione della capacità dei serbatoi artificiali;
  - il ripristino della funzionalità tecnicamente accettabile dei canali di adduzione e delle reti di distribuzione;
  - la misura automatica ed il telecontrollo dei nodi idraulici principali degli schemi e delle reti
- b) gli interventi proposti di riutilizzo irriguo delle acque reflue depurate.



E' evidente, quindi, che detti ultimi interventi, qualora identificati e proposti, costituiscono priorità assoluta nelle scelte di programmazione attuativa della Regione.

#### 4.3.1 La costruzione delle alternative

Nella prima fase di pianificazione, per ogni sistema di intervento, sono state studiate un numero discreto di alternative, scelte sulla base di scenari di intervento "possibili", escludendo a priori quelle combinazioni di interventi, o di parti di interventi, fra quelli selezionati secondo i criteri ampiamente descritti, che già in prima istanza si mostrano fra loro alternativi o incompatibili con riferimento all'obiettivo da raggiungere.

Per ogni alternativa viene determinata la massima capacità di erogazione del sistema con riferimento alla domanda locale (civile, irrigua ed industriale come definita in precedenza) e nel contempo la possibilità del sistema di disporre di quantitativi di risorsa aggiuntivi da

destinare al soddisfacimento di una quota di domanda nei sistemi confinanti.

Per la domanda irrigua si è scelto di utilizzare il “volume irriguo potenziale” come definito in sede di analisi dei fabbisogni (par. 3.2.3); questo valore non costituisce un limite rispetto alla domanda reale del sistema, e, nel contempo, consente di fissare un tetto oltre il quale definire il surplus disponibile per altri sistemi di intervento.

Per ogni sistema è stata preventivamente analizzata l’alternativa di riferimento, denominata “alternativa base (0)” che identifica la capacità di erogazione del sistema nella sua configurazione assunta a riferimento e nello scenario di domanda adottato.

Si riporta di seguito un quadro descrittivo di sintesi delle alternative definite in ciascun sistema di intervento.

## **Il Sistema 1 Posada Cedrino**

Attualmente il sistema 1 è caratterizzato dai due schemi idrici principali dominati dall'invaso di Posada a Maccheronis (S36) a servizio delle utenze di valle, centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) e centro di domanda potabile Schema 11 (D79), e dall'invaso di Cedrino a Pedra e Othoni (S35) che domina le utenze irrigue Marreri Isalle Sologo (D78) e civili Galtelli (D77).

A monte di questo ultimo invaso è in fase di realizzazione il serbatoio di Cumbidanovu (S39) al momento privo di una utenza diretta, che nel presente studio viene considerato come opera esistente a tutti gli effetti, in quanto risultano essere stati finanziati i lavori di completamento dell'opera.

Il quadro definitivo delle proposte progettuali che viene posto a base del processo di selezione è composto dai seguenti interventi:

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
12	<i>Diga Abba Luchente</i>
13	<i>Interconnessione compresori Posada e Cedrino</i>
14	<i>Comparto irriguo Cumbidanovu</i>

A partire da tale quadro di interventi sono stati definiti i seguenti 6 set di alternative "possibili" risultanti dal processo di verifica tecnica posto a base della fase di pianificazione.

Nelle pagine a seguire si riporta il grafo rappresentativo del sistema comprendente le opere esistenti e le proposte progettuali esaminate.

### **ALTERNATIVA BASE (0)**

#### **INTERVENTI**

*L'alternativa base corrisponde all'attuale assetto del sistema non essendo previsto alcun intervento di efficientamento*

#### **DESCRIZIONE**

*Calcola la capacità di erogazione del sistema nel suo attuale assetto. Nello scenario di domanda assunto, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit nel centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) di circa il 8%. I rimanenti centri di domanda sono soddisfatti integralmente. Il deficit, misurato con riferimento al volume irriguo potenziale, evidenzia una modesta carenza nella capacità di invaso del sistema. Si evidenzia inoltre l'elevato livello di sfioro dei due invasi Cedrino a Pedra e Othoni (S35) e Posada a Maccheronis (S36) che rende potenzialmente disponibile una quota di volume verso i sistemi limitrofi concentrata nel periodo invernale. E' stata quindi analizzata, la disponibilità potenziale del sistema, nel suo assetto attuale, di trasferire volumi verso l'esterno, fermo restando l'attuale livello di soddisfacimento della domanda interna al sistema stesso. Viene calcolata, in particolare, la disponibilità di trasferimento verso il sistema 5 TIRSO, schematizzato con la domanda DS5, dall'invaso Cedrino a Pedra e Othoni (S35) e il possibile trasferimento verso il sistema 3 GALLURA dall'invaso Posada a Maccheronis (S36). Il valore della domanda potenziale DS3 corrisponde alla domanda potabile Vignola Liscia (D81) appartenente al sistema 3. Il volume disponibile per il sistema 5 è pari a circa 22,33 Mmc/anno, mentre quello disponibile per il sistema 3 è di circa 5,69 Mmc/anno, pari a circa il 35% della domanda potabile Vignola Liscia (D81). Sulla base delle analisi sopra descritte, che costituiscono la diagnostica del sistema, sono state definite le successive alternative del sistema di intervento.*

## **ALTERNATIVA 1**

### **INTERVENTI**

*13- Interconnessione comprensori Posada e Cedrino*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la possibilità di annullare il deficit locale del centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80). Viene definito il minimo dimensionamento del trasferimento funzionale all'obiettivo della alternativa. Si evince l'annullamento del deficit nel centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) e un volume disponibile per il DS3 pari a circa 12,20 Mmc/anno, pari a circa il 76% della domanda potabile Vignola Liscia (D81).*

## **ALTERNATIVA 2**

### **INTERVENTI**

*12- Diga Abba Luchente*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la possibilità di annullare il deficit locale del centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80). Viene definito il minimo dimensionamento dell'invaso Abba Luchente (S40) funzionale all'obiettivo della alternativa.*

*Si evince l'annullamento del deficit nel centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) per una capacità di regolazione dell'invaso di 3,50 Mmc. Il volume disponibile per il DS3 è di 8,87 Mmc/anno, pari a circa il 55% della domanda potabile Vignola Liscia (D81)*

## **ALTERNATIVA 3**

### **INTERVENTI**

*14- Comparto irriguo Cumbidanovu*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di alimentare il nuovo centro di domanda irrigua Cumbidanovu (D74). Risulta che il nuovo centro non è interamente soddisfatto con le attuali risorse del sistema, mostrando un livello di deficit pari a circa il 40%. I centri di domanda a valle dell'invaso Cedrino a Pedra e Othoni (S35) rimangono soddisfatti al 100%. Il deficit dell'irriguo Cumbidanovu (D74), misurato con riferimento al volume irriguo potenziale, evidenzia una carenza nella capacità di regolazione dell'invaso Cumbidanovu (S39) in corso di realizzazione. Il volume disponibile per il sistema 3 è rimasto immutato rispetto alla alternativa base. Il volume disponibile per il sistema 5 rispetto alla alternativa base è diminuito di una quota equivalente a quella trasferita al centro di domanda irrigua Cumbidanovu (D74) pari a 3,74 Mmc.*

## **ALTERNATIVA 4**

### **INTERVENTI**

*12- Diga Abba Luchente*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione dell'invaso di Abba Luchente (S40) con la capacità di regolazione pari a 62 Mmc come da proposta progettuale. Si pone l'obiettivo di soddisfare integralmente il centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) e di quantificare il surplus di volume disponibile per il sistema 3 GALLURA. Risulta un volume disponibile per il DS3 pari a circa 15,87 Mmc/anno, pari al 99% della domanda potabile Vignola Liscia (D81). L'alternativa inoltre mette a disposizione del sistema 3 un volume aggiuntivo, rispetto alla quota già disponibile in assenza di intervento, pari a 10,18 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 5**

### **INTERVENTI**

12- Diga Abba Luchente

13- Interconnessione compresori Posada e Cedrino

14- Comparto irriguo Cumbidanovu

### **DESCRIZIONE**

Prevede la realizzazione dell'invaso di Abba Luchente (S40) con la capacità di regolazione pari a 62 Mmc come da proposta progettuale. Si pone l'obiettivo di quantificare il volume residuo disponibile per il sistema 5 TIRSO in presenza dei tre interventi previsti all'interno del sistema. Risulta un volume disponibile per il DS5 pari a 54,47 Mmc/anno. Il centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) è integralmente soddisfatto, il centro di domanda irrigua Cumbidanovu (D74) conserva un deficit strutturale di circa il 40%.

Il volume disponibile per il sistema 3 è il medesimo della alternativa base.

## **ALTERNATIVA 6**

### **INTERVENTI**

13- Interconnessione compresori Posada e Cedrino

### **DESCRIZIONE**

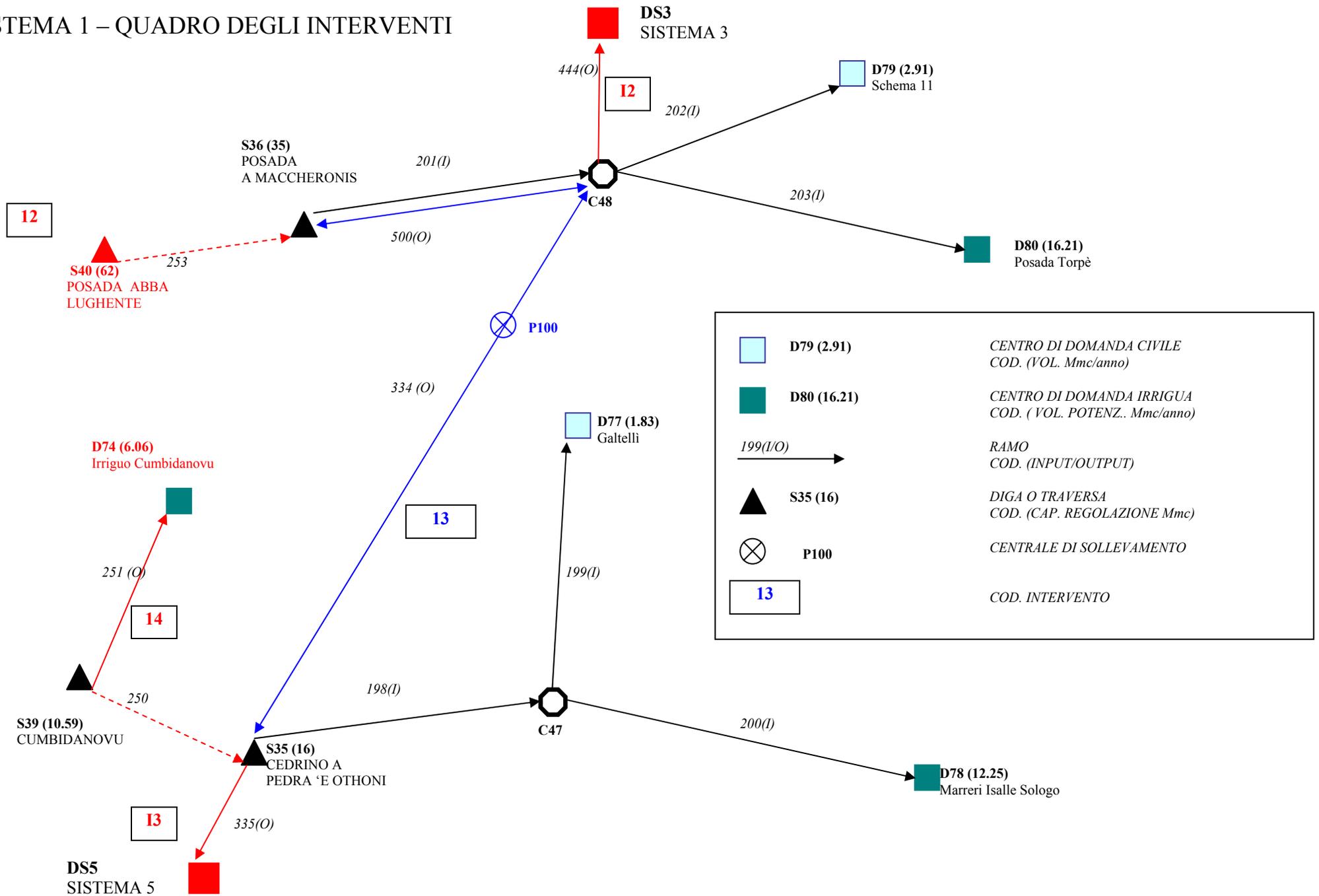
Si pone l'obiettivo di quantificare il volume disponibile per il sistema 5 TIRSO sfruttando la capacità complessiva di regolazione del sistema nell'assetto attuale.

Fornisce il dimensionamento del collegamento fra i due invasi, funzionale a trasferire il massimo volume verso il sistema 5. Nella presenta alternativa il centro di domanda irrigua Siniscola Posada Torpè (D80) conserva il livello di deficit della alternativa base. Risulta inoltre un volume disponibile per il DS5 pari a 27,47 Mmc/anno. Il volume disponibile per il sistema 3 è diminuito della intera quota di 5,69 Mmc rispetto alla alternativa base.

Si riportano di seguito i dati riepilogativi riferiti ai volumi disponibili per il sistema 3 (DS3) e per il sistema 5 (DS5) per ciascuna delle alternative esaminate, i volumi aggiuntivi rispetto alla alternativa base ( $\Delta DS$ ) e l'indicatore di performance economica (VAN) derivanti dai calcoli effettuati.

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>DS3 (Mmc)</b>	<b>DS5 (Mmc)</b>	<b><math>\Delta DS3</math> (Mmc)</b>	<b><math>\Delta DS5</math> (Mmc)</b>	<b>VAN (M€)</b>
0	5,69	22,33	-	-	-
1	12,2	15,65	6,51	-6,68	-23,89
2	8,87	22,33	3,18	0	-9,6
3	5,69	18,44	0	-3,89	5,27
4	15,87	22,33	10,18	0	-40,81
5	5,69	54,47	0	32,14	-126,36
6	-	27,47	-5,69	5,14	-13,69

# SISTEMA 1 – QUADRO DEGLI INTERVENTI



### **Il Sistema 3 Gallura**

Il sistema 3 è caratterizzato dallo schema principale dominato dall'invaso di Punta Calamaiu sul Liscia (S37) a servizio delle utenze irrigue (D82-Arzachena e D84-Olbia Nord) civili (D81-Vignola Liscia) e industriali (D83-Polo Olbia).

A monte dell'invaso è in fase di ultimazione il serbatoio di M. di Deu sul Pagghiolu (S41) al momento privo di una utenza diretta, che nel presente studio viene considerato come opera esistente a tutti gli effetti.

Il quadro definitivo delle proposte progettuali che viene posto a base del processo di selezione è composto dai seguenti interventi:

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
<b>6</b>	<b><i>Derivazione da diga M. di Deu e traversa sul rio Limbara</i></b>
<b>7</b>	<b><i>Adeguamento canale Liscia</i></b>
<b>7/1</b>	<b><i>Adeguamento canale Liscia (trasformazione in condotta)</i></b>
<b>8</b>	<b><i>Traversa rio Palasole e collegamento Liscia</i></b>
<b>9</b>	<b><i>Diga S. Simone</i></b>
<b>P.A. 4</b>	<b><i>Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia</i></b>
<b>O.5</b>	<b><i>Diga Rio Vignola</i></b>

A partire da tale quadro di interventi sono stati definiti i seguenti 12 set di alternative "possibili" risultanti dal processo di verifica tecnica posto a base della fase di pianificazione.

Nelle pagine a seguire si riporta il grafo rappresentativo del sistema comprendente le opere esistenti e le proposte progettuali esaminate.

#### ***ALTERNATIVA BASE (0)***

##### ***INTERVENTI***

***7- Adeguamento canale Liscia***

##### ***DESCRIZIONE***

*L'alternativa base corrisponde alla configurazione attuale del sistema riportato alla massima efficienza funzionale attraverso l'intervento di ripristino del canale Liscia che costituisce la struttura portante del sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit nella utenza irrigua pari a circa il 31% nei centri di domanda irrigua Arzachena (D82) e Olbia Nord (D84). I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Non risultano limitazioni alla erogazione riferibili alla capacità di trasporto nei vettoriamenti. Il deficit nei due centri irrigui, misurato con riferimento al volume irriguo potenziale, evidenzia una carenza di risorsa del sistema. Sulla base delle analisi sopra descritte, che costituiscono la diagnostica del sistema, sono state definite le successive alternative.*

#### ***ALTERNATIVA 1***

##### ***INTERVENTI***

***7/1- Adeguamento canale Liscia (trasformazione in condotta)***

##### ***DESCRIZIONE***

*Prevede la trasformazione del canale Liscia in condotta in pressione, in parte interrata e in parte posata in galleria. Tale intervento è stato studiato in alternativa a quello di ripristino funzionale del canale.*

*Nello scenario di domanda assunto, si evince che il grado di deficit nella utenza irrigua si riduce in questa ipotesi a circa il 27% nei centri di domanda irrigua Arzachena (D82) e Olbia Nord (D84). I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente.*

*Sulla base di un semplice rapporto di costi efficacia è stato possibile scartare a priori la presente alternativa a favore della precedente, che viene confermata quale riferimento per il raffronto con le successive alternative esaminate. La presente alternativa è stata quindi esclusa dalla successiva fase del processo di valutazione a molti criteri.*

## **ALTERNATIVA 2**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*9- Diga S. Simone*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la possibilità di annullare il deficit locale dei centri di domanda irrigua Arzachena (D82) e Olbia Nord (D84). Viene definito il minimo dimensionamento dell'invaso S. Simone (S42) funzionale all'obiettivo della alternativa. Si evince che l'annullamento del deficit nei centri di domanda irrigua Arzachena (D82) e Olbia Nord (D84) si ottiene per una capacità di regolazione di 12,00 Mmc.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 7,88 Mmc/anno corrispondente al livello di deficit della alternativa base.*

## **ALTERNATIVA 3**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*9- Diga S. Simone*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione dell'invaso di S. Simone (S42), con una capacità utile di 14,00 Mmc come da proposta progettuale, e della alimentazione al centro di domanda irrigua Olbia Nord (D84). Si pone l'obiettivo di annullare il deficit locale dei centri di domanda irrigua Arzachena (D82) e Olbia Nord (D84) e di quantificare il volume residuo disponibile per il sistema 1 POSADA CEDRINO, schematicamente rappresentato dalla domanda DS1. Il valore della domanda potenziale DS1 viene definito pari a 3,06 Mmc/anno che corrisponde alla domanda potabile dello Schema 11 (D79) appartenente al sistema 1. Risulta che il volume disponibile per il DS1 è pari a circa 2,66 Mmc/anno, pari circa il 89% della domanda potabile dello Schema 11 (D79). La domanda interna al sistema è integralmente soddisfatta.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 7,88 Mmc/anno corrispondente al livello di deficit della alternativa base. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 1 è di circa 2,66 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 4**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*8- Traversa rio Palasole e collegamento Liscia*

*9- Diga S. Simone*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione dell'invaso di S. Simone (S42), come da proposta progettuale. L'alternativa fornisce il soddisfacimento integrale della domanda fittizia DS1, con la possibilità di svincolare il centro di domanda potabile D79 dal sistema 1.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 7,88 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 1 è di circa 3,06 Mmc/anno pari alla richiesta del sistema.*

## **ALTERNATIVA 5**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*P.A..4.1- Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione della traversa Basso Liscia (T25.1) come da proposta progettuale e trasferimento alla domanda potabile Vignola Liscia (D81) e all'invaso Liscia (S37). Nello scenario di domanda adottato, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un sostanziale pareggio di bilancio, essendo il grado di deficit residuo nella utenza irrigua pari a circa il 2%. I rimanenti centri di domanda sono soddisfatti integralmente.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 7,37 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 6**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*P.A..4.1- Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione della traversa Basso Liscia (T25.1), e trasferimento al potabilizzatore Agnata (D81) e all'invaso Liscia (S37). La presente alternativa costituisce una variante della precedente e nasce dalla possibilità di utilizzare per il tratto dalla traversa al potabilizzatore la condotta del DN 900-1000 di recente realizzazione, per la quale è previsto il solo funzionamento di soccorso estivo al centro di domanda potabile Vignola Liscia (D81). Nello scenario di domanda adottato, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit residuo nella utenza irrigua pari a circa il 7%. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 6,10 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 7**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*P.A..4.2- Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione della traversa Basso Liscia in sub alveo T25.2 nelle vicinanze della precedente T25.1, e trasferimento alla domanda potabile Vignola Liscia (D81). La presente alternativa costituisce una ulteriore variante della precedente, derivante da una diversa proposta progettuale, e prevede di utilizzare per il tratto dalla traversa al potabilizzatore la condotta del DN 900-1000 di recente realizzazione, limitando l'intervento alla sola alimentazione del centro di domanda potabile D81. La capacità di derivazione assegnata alla traversa è compatibile con le caratteristiche della condotta esistente e coincide con la massima richiesta estiva del centro di domanda potabile Vignola Liscia (D81). Nello scenario di domanda adottato, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit residuo nella utenza irrigua pari a circa il 11%. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 5,08 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 8**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*P.A..4.2- Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia*

*9- Diga S. Simone*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione della traversa in sub alveo T25.2, con trasferimento alla domanda potabile Vignola Liscia (D81) e la realizzazione dell'invaso S. Simone (S42) come da proposta progettuale. Si pone l'obiettivo di annullare il deficit locale dei centri di domanda irrigua Arzachena (D82) e Olbia Nord (D84) e di quantificare il volume residuo disponibile per il sistema 1 POSADA CEDRINO, schematicamente rappresentato dalla domanda DS1. Fornisce il soddisfacimento integrale della domanda fittizia DS1, con la possibilità di svincolare il centro di domanda potabile D79 dal sistema 1. La domanda interna al sistema è integralmente soddisfatta. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 7,88 Mmc/anno corrispondente al livello di deficit della alternativa base. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 1 è di circa 3,06 Mmc/anno pari alla richiesta del sistema 1.*

## **ALTERNATIVA 9**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*6- Derivazione da diga M. di Deu e traversa sul rio Limbara*

*O.5- Diga Rio Vignola*

### **DESCRIZIONE**

*Si propone di alimentare le nuove utenze irrigue potenziali Vignola Padulo (D86), Vignola (D86B), Vignola Nord (D135) e della utenza industriale Tempio (D85). Nello scenario di domanda adottato, si evince il completo soddisfacimento dei nuovi centri di domanda del sottosistema Pagghiolu – Vignola. Per contro, si registra un lieve aumento del grado di deficit sui centri di domanda esistenti nel sottosistema Liscia, dell'ordine del 2%, derivante dalla minore quota di rilascio a valle dell'invaso Pagghiolu (S41).*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 5,78 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 10**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*6- Derivazione da diga M. di Deu e traversa sul rio Limbara*

### **DESCRIZIONE**

*Si propone di alimentare la nuova utenza irrigua potenziale Vignola Padulo (D86). Nello scenario di domanda adottato, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit nella utenza irrigua Vignola Padulo (D86) pari a circa il 70%. Si registra inoltre un aumento del grado di deficit sui centri di domanda esistenti nel sottosistema Liscia, dell'ordine del 4%, derivante dalla minore quota di rilascio a valle dell'invaso Pagghiolu (S41).*

*Il volume complessivamente disponibile all'interno del sistema è rimasto pressoché invariato rispetto alla alternativa base.*

## **ALTERNATIVA 11**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*6\_1- Derivazione da diga M. di Deu e traversa sul rio Limbara*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di misurare, in termini differenziali, gli effetti degli apporti della traversa Limbara (T24) sulla erogabilità del sistema. Nello scenario di domanda adottato, si evince che il grado di deficit nella utenza irrigua Vignola Padulo (D86) sarebbe immutato. Analogamente avverrebbe per i centri di domanda esistenti nel sottosistema Liscia, che conservano un deficit dell'ordine del 35%. Di conseguenza la realizzazione della traversa T24 sarebbe priva di effetti sul sistema. La precedente alternativa è peraltro sostituita dalla presente.*

*Il volume complessivamente disponibile all'interno del sistema è rimasto pressoché invariato rispetto alla alternativa base.*

## **ALTERNATIVA 12**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*O.5- Diga Rio Vignola*

### **DESCRIZIONE**

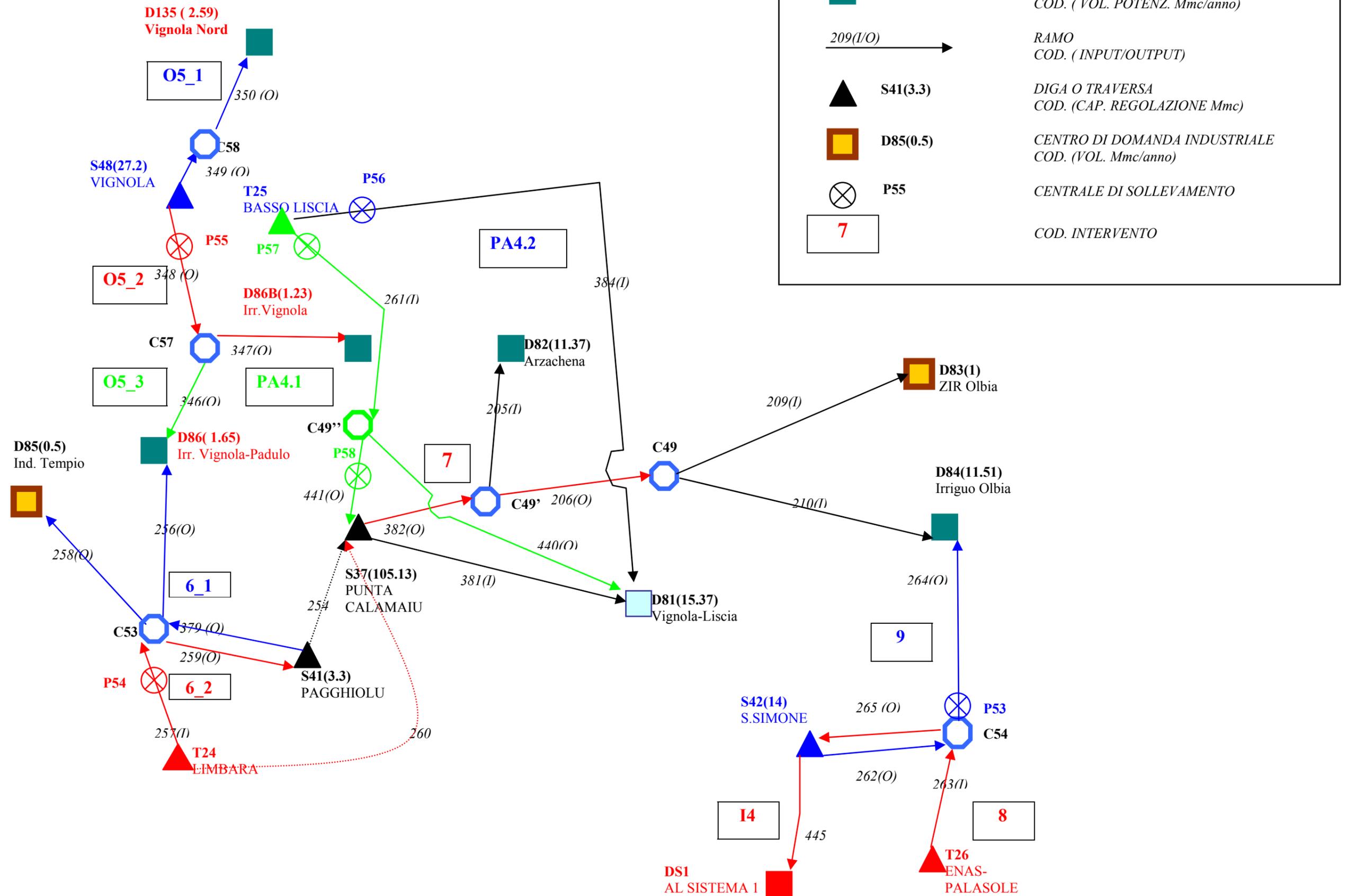
*Si propone di alimentare le nuove utenze irrigue potenziali Vignola Padulo (D86), Vignola (D86B), Vignola Nord (D135). Nello scenario di domanda adottato, si evince il soddisfacimento dei nuovi centri di domanda del sottosistema Pagghiolu – Vignola a meno di un livello di deficit dell'ordine del 1%.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 5,70 Mmc/anno corrispondente alla nuova domanda soddisfatta nel sottosistema Pagghiolu – Vignola.*

Si riportano di seguito i dati riepilogativi riferiti ai volumi aggiuntivi disponibili per il sistema 1 (DS1) e l'indicatore di performance economica (VAN) per ciascuna delle alternative esaminate, derivanti dai calcoli effettuati.

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>DS1 (Mmc)</b>	<b><math>\Delta</math>DS1 (Mmc)</b>	<b>VAN (M€)</b>
2	-	0	-38,15
3	2,66	2,66	-42,44
4	3,06	3,06	-49,41
5	-	0	-25,59
6	-	0	-9,81
7	-	0	-2,35
8	3,06	3,06	-49,79
9	-	0	-58,28
10	-	0	-7,76
11	-	0	-5,33
12	-	0	-52,48

# SISTEMA 3 – QUADRO DEGLI INTERVENTI



## **Il Sistema 4 Nord Occidentale**

Il sistema 4 è caratterizzato dai due schemi principali di utilizzazione, fra loro interconnessi, facenti riferimento al bacino del Coghinas, a servizio dei centri di domanda della zona orientale e ai bacini del Temo e del Mannu di Porto Torres, a servizio dei centri di domanda della zona occidentale.

Il quadro definitivo delle proposte progettuali che viene posto a base del processo di selezione è composto dai seguenti interventi:

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
<b>1</b>	<b><i>Condotta sul rio Sette Ortas</i></b>
<b>2</b>	<b><i>Collegamento Coghinas I e rete irrigua Campanedda</i></b>
<b>3</b>	<b><i>Recupero reflui Sassari</i></b>
<b>4</b>	<b><i>Diga Badu Crabolu</i></b>
<b>10</b>	<b><i>Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani</i></b>
<b>P.A. 5</b>	<b><i>Recupero reflui Alghero</i></b>
<b>P.A. 6</b>	<b><i>Ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas</i></b>
<b>P.A. 7</b>	<b><i>Derivazione medio Temo</i></b>
<b>O.2</b>	<b><i>Schema Buttule e Calambro</i></b>

In particolare gli interventi 1, 2, 3, 4, PA5, PA6, PA7 sono direttamente collegati ai centri di domanda esistenti localizzati nello schema occidentale. L'insieme di tali interventi identifica un sotto sistema denominato nel seguito 4A.

Gli interventi 10 e O2 sono invece direttamente collegati ai centri di domanda esistenti e ai nuovi centri irrigui potenziali localizzati nello schema orientale del sistema. L'insieme di tali interventi identifica un sotto sistema denominato nel seguito 4B.

L'analisi delle alternative mette in risalto il legame esistente tra gli interventi nei due sotto sistemi e la quota di volume che si rende potenzialmente disponibile all'esterno del sistema. In particolare si segnala che gli interventi del sistema 4A, liberando risorsa sul sistema 4B, contribuiscono ad aumentare il volume potenzialmente trasferibile da questo ultimo verso il sistema 5 TIRSO.

Con riguardo all'intervento PA6 occorre osservare che durante la stesura del presente documento è stato approvato dal Comitato Tecnico Regionale il progetto esecutivo relativo al II Lotto di interventi di ripristino funzionale dell'acquedotto del Coghinas I, inserito tra le opere finanziate nell'ambito dell'Accordo di Programma Quadro.

Gli interventi previsti dovrebbero consentire il raggiungimento della originaria capacità di trasporto dell'acquedotto, pari a 2 mc/sec. Allo stato attuale la portata massima che può essere convogliata, a causa dei limiti della pressione di esercizio imposti dai possibili dissesti di parte dei tratti in galleria, è pari a 1 mc/sec.

Tuttavia, considerando l'età della condotta, circa 30 anni - durante i quali per il susseguirsi di fenomeni di dissesto non è mai stata raggiunta la capacità di trasporto di progetto - e sentito il soggetto gestore delle opere, si è ritenuto di dover mantenere un margine di cautela circa gli effetti dei lavori di ripristino di prossimo appalto.

In definitiva nelle alternative esaminate la capacità di trasporto assunta per la condotta di che trattasi è stata quella attuale di 1 mc/sec.

A partire da tale quadro di interventi sono stati definiti i seguenti 7 set di alternative "possibili" risultanti dal processo di verifica tecnica posto a base della fase di pianificazione.

Nelle pagine a seguire si riporta il grafo rappresentativo del sistema comprendente le opere esistenti e le proposte progettuali esaminate.

#### **ALTERNATIVA BASE (0)**

##### **INTERVENTI**

3- Recupero reflui Sassari

P.A.5- Recupero reflui Alghero

##### **DESCRIZIONE**

L'alternativa base corrisponde alla configurazione attuale del sistema con l'aggiunta degli interventi di riuso dei reflui come da proposte progettuali. Nello scenario di domanda assunto, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit pari a circa il 8% nel centro di domanda irrigua Nurra (D8-18), e a circa il 70% nel centro di domanda irrigua Chilivani (D10). I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Il livello di sfioro nell'invaso Coghinas a Casteldoria (S2) risulta pari a circa 133 Mmc/anno, che segnala una disponibilità potenziale di volume verso i sistemi limitrofi concentrata nel periodo invernale. Si evidenzia una limitazione di erogazione al centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) derivante dalla capacità di trasporto del tratto terminale del trasferimento dall'invaso Casteldoria (S2). Il deficit nel centro di domanda irrigua Chilivani (D10), misurato con riferimento al volume irriguo potenziale, evidenzia inoltre una carenza di risorsa del sistema 4B.

Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 8,64 Mmc/anno corrispondente al volume complessivo reso disponibile dai due sistemi depurativi. Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 5 è di circa 67,33 Mmc/anno. Sulla base delle analisi sopra descritte, che costituiscono la diagnostica del sistema, sono state definite le successive alternative.

#### **ALTERNATIVA 1**

##### **INTERVENTI**

Interventi base

10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani

##### **DESCRIZIONE**

Si pone l'obiettivo di annullare il deficit locale del centro di domanda irrigua esistente nel sotto sistema occidentale 4A. Risulta che la domanda D10 è integralmente soddisfatta. Il livello di sfioro nell'invaso Coghinas a Casteldoria (S2) risulta pari a circa 100 Mmc/anno, a confermare una residua disponibilità potenziale di volume verso i sistemi limitrofi concentrata nel periodo invernale. Permane la limitazione di erogazione al centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) derivante dalla capacità di trasporto del tratto terminale del trasferimento dall'invaso Casteldoria (S2).

Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 38,27 Mmc/anno corrispondente al livello di deficit della domanda irrigua di Chilivani (D10). Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 5 si riduce di una quota di circa 38,27 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.

## **ALTERNATIVA 2**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*

*P.A.6- Ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede l'adeguamento della capacità di trasporto del trasferimento da Coghinas a Casteldoria (S2) al centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) con la realizzazione di una nuova condotta in affiancamento alla esistente, dal terminale dell'acquedotto Coghinas II. Si pone l'obiettivo di soddisfare integralmente la domanda esistente, agendo sulla capacità di trasporto del sistema e di verificare la quota di volume residuo disponibile per il sistema 5 TIRSO. La rimozione del limite capacitativo nel trasferimento dall'invaso Coghinas a Casteldoria (S2) al centro di domanda irrigua della Nurra (D8-D18) consente anche di determinare la quota di surplus disponibile per il sistema 5 TIRSO, avendo soddisfatto integralmente la domanda locale.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 42,90 Mmc/anno, corrispondente al livello di deficit della alternativa base. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 5 è di circa 24,43 Mmc/anno. Tale valore si è ridotto di circa 42,90 Mmc rispetto alla alternativa base.*

## **ALTERNATIVA 3**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*

*2- Collegamento Coghinas I e rete irrigua Campanedda*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede l'adeguamento della capacità di trasporto del trasferimento dall'invaso Coghinas a Casteldoria (S2) al centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) con la realizzazione di una nuova condotta premente, dal terminale dell'acquedotto Coghinas I. La presente alternativa viene studiata come variante alla precedente. Tuttavia il diverso regime energetico, legato ai diversi flussi nei rami del sistema e in ultima analisi al regime di funzionamento dei sollevamenti esistenti e previsti, rende necessario procedere al calcolo degli indicatori di performance per la scelta tra le due alternative. Come la precedente, la presente alternativa si pone l'obiettivo di soddisfare integralmente la domanda esistente, agendo sulla capacità di trasporto del sistema e di verificare la quota di volume residuo disponibile per il sistema 5 TIRSO. Nello scenario di domanda assunto, si evince il soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema e una disponibilità potenziale residua verso il sistema 5 TIRSO pari a circa 24,43 Mmc/anno.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 42,90 Mmc/anno, corrispondente al livello di deficit della alternativa base. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 5 si riduce di circa 42,90 Mmc rispetto alla alternativa base.*

## **ALTERNATIVA 4**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*

*P.A.6- Ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas*

*O.2- Schema Buttule e Calambro*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di soddisfare, oltre alla domanda esistente, anche la nuova utenza irrigua interna al sistema. Calcola in sub ordine la quota di volume residuo disponibile per sistema 5 TIRSO. Il sistema, nello scenario di domanda assunto, sarebbe caratterizzato da un grado di deficit nei nuovi centri irrigui Buttule (D136) e Semestene (D136A) pari a circa il 50% della domanda. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti*

*integralmente. Il modello evidenzia una minore disponibilità di volume residua verso il sistema 5 TIRSO che si riduce a circa 20,10 Mmc/anno.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 53,04 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 5 si riduce di circa 47,23 Mmc rispetto alla alternativa base.*

#### **ALTERNATIVA 5**

##### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*

*4- Diga Badu Crabolu*

##### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di soddisfare integralmente il centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) attraverso un aumento della capacità di regolazione nel sotto sistema occidentale 4B, e di misurare gli effetti della nuova risorsa disponibile all'interno del sistema sulla quota di volume residuo da destinare sistema 5 TIRSO. Si evince il soddisfacimento integrale della domanda all'interno del sistema. La nuova risorsa si riflette inoltre in un aumento di disponibilità di volume residuo per il sistema 5 TIRSO che risulta così pari a circa 49,91 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 42,09 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 5 si riduce di circa 17,42 Mmc rispetto alla alternativa base.*

#### **ALTERNATIVA 6**

##### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*

*P.A.7- Derivazione medio Temo*

*1- Condotta sul rio Sette Ortas*

##### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di soddisfare integralmente il centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) attraverso un aumento della capacità di erogazione nel sotto sistema occidentale 4B, e di misurare gli effetti della nuova risorsa disponibile all'interno del sistema sulla quota di volume residuo da destinare sistema 5 TIRSO. Si evince il soddisfacimento integrale della domanda all'interno del sistema. La nuova risorsa si riflette inoltre in un aumento di disponibilità di volume residuo per il sistema 5 TIRSO pari a circa 60,98 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 42,09 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 5 si riduce di circa 6,35 Mmc rispetto alla alternativa base.*

#### **ALTERNATIVA 7**

##### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*10- Sollevamento da Muzzone a piana di Chilivani*

*P.A.7- Derivazione medio Temo*

*1- Condotta sul rio Sette Ortas*

*4- Diga Badu Crabolu*

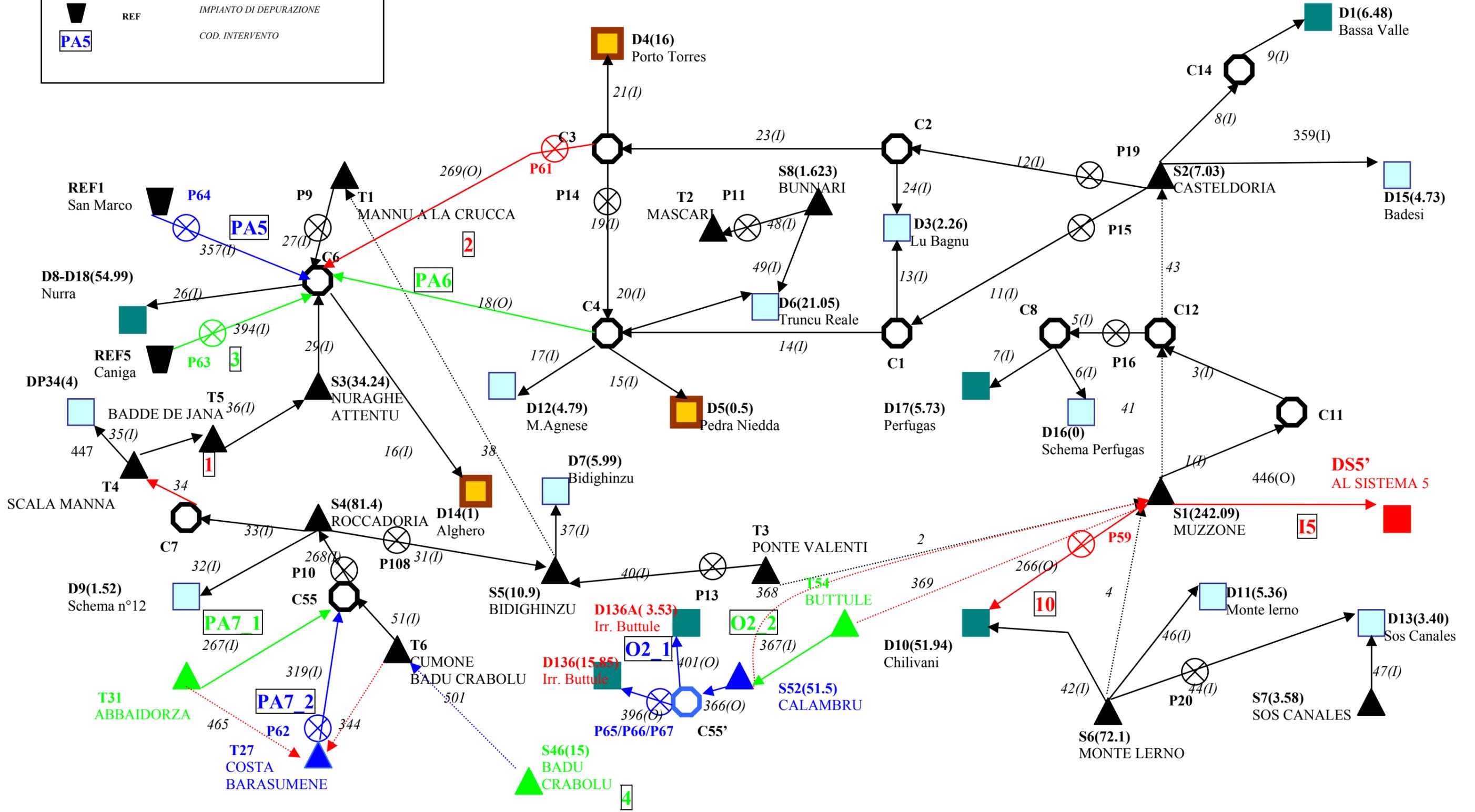
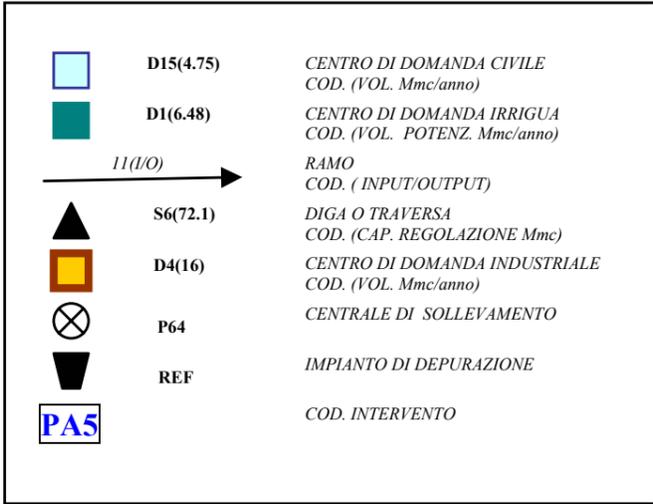
##### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di soddisfare integralmente il centro di domanda irrigua Nurra (D8-D18) attraverso un aumento della capacità di erogazione nel sotto sistema occidentale 4B, e di misurare gli effetti della nuova risorsa disponibile all'interno del sistema sulla quota di volume residuo da destinare sistema 5 TIRSO. Si evince il soddisfacimento integrale della domanda all'interno del sistema. La nuova risorsa si riflette inoltre in un aumento di disponibilità di volume residua per il sistema 5 TIRSO pari a circa 71,55 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 42,09 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 5 si incrementa di circa 4,22 Mmc rispetto alla alternativa base.*

Si riportano di seguito i dati riepilogativi riferiti ai volumi aggiuntivi disponibili per il sistema 5 (DS5') e l'indicatore di performance economica (VAN) per ciascuna delle alternative esaminate, derivanti dai calcoli effettuati.

<i>ALTERNATIVA</i>	<i>DS5' (Mmc)</i>	<i>ΔDS5' (Mmc)</i>	<i>VAN (M€)</i>
0	67,33	-	-
1	29,06	-38,27	250,90
2	24,43	-42,9	258,05
3	24,43	-42,9	257,09
4	20,1	-47,23	243,87
5	49,91	-17,42	200,96
6	60,98	-6,35	235,55
7	71,55	4,22	172,48

# SISTEMA 4 – QUADRO DEGLI INTERVENTI



## **Il Sistema 5 Tirso**

Il sistema 5 è caratterizzato dallo schema principale facente riferimento al bacino del Tirso e ai suoi affluenti, tra cui i principali del Taloro e del Flumineddu, e ai bacini minori a sud di quello principale tra cui il Mogoro e il Fluminimannu di Pabillonis.

Dal punto di vista della utilizzazione si possono distinguere i sotto sistemi dell'Alto Tirso con utenza di tipo prevalentemente civile, del Medio Tirso - Taloro, con utenza di tipo civile, industriale e irriguo, e del Basso Tirso a servizio della domanda valliva di tipo prevalentemente irriguo.

Il sistema è caratterizzato dalla presenza del grande invaso Tirso a Cantoniera (S15) di recente costruzione, in grado, una volta terminate le procedure di autorizzazione, di invasare un volume di 745 Mmc.

Altra particolarità del sistema è costituita dalla presenza della interconnessione con il sistema 6 SUD SARDEGNA.

La disponibilità di volume verso tale sistema viene calcolata, attraverso una domanda fittizia il cui valore è stato fissato in funzione della capacità di trasporto di progetto, in grado di trasferire, con funzionamento in continuo, circa 90 Mmc/anno.

Tale rappresentazione consente, in assenza di una reale conoscenza della domanda proveniente dal sistema ricettore, di valutare la disponibilità potenziale sulla sola base della capacità di trasferimento esistente.

Il quadro definitivo delle proposte progettuali che viene posto a base del processo di selezione è composto dai seguenti interventi:

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
<b>26</b>	<b><i>Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu</i></b>
<b>27</b>	<b><i>Riconversione diga rio Mogoro</i></b>
<b>28</b>	<b><i>Diga sul Flumineddu a S'Allusia</i></b>
<b>28_1</b>	<b><i>Comparto irriguo alta Marmilla</i></b>
<b>29</b>	<b><i>Schema Montiferru</i></b>
<b>P.A. 8</b>	<b><i>Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso</i></b>
<b>O.3</b>	<b><i>Schema Contra Ruja</i></b>

A partire da tale quadro di interventi sono stati definiti i seguenti 8 set di alternative "possibili" risultanti dal processo di verifica tecnica posto a base della fase di pianificazione.

Nelle pagine a seguire si riporta il grafo rappresentativo del sistema comprendente le opere esistenti e le proposte progettuali esaminate.

## **ALTERNATIVA BASE (0)**

### **INTERVENTI**

*L'alternativa base corrisponde alla configurazione attuale del sistema.*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la attuale capacità di erogazione del sistema nei confronti della domanda interna e di verificare la disponibilità di volumi verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Nello scenario di domanda assunto, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit pari a circa il 1% nel centro di domanda potabile Torrei (D22), e a circa il 20% nel centro di domanda irrigua Media Valle Tirso (D21). I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Il lieve deficit sul potabile deriva da un limite capacitativo nel collegamento tra l'invaso Gusana (S11) e il centro di domanda, peraltro segnalato dallo stesso Ente Gestore. Investendo il problema la sfera dell'uso civile della risorsa, si rimanda alle competenti Autorità ogni decisione al riguardo. Il deficit sul centro di domanda irrigua Media Valle Tirso (D21), rispetto allo scenario di domanda assunto, che si riferisce al massimo potenziale, evidenzerebbe una carenza di risorsa strutturale nel sistema del Medio Tirso - Taloro a fronte del quale non sono previsti interventi nel presente Piano. Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA è pari a circa 76 Mmc/anno. L'alto valore del potenziale trasferimento è da attribuire alla enorme capacità di regolazione dell'invaso Tirso a Cantoniera (S15) che consente una gestione pluriennale dei deflussi in grado di soddisfare oltre alla domanda interna anche una quota considerevole di ipotetica domanda proveniente dal sistema 6 SUD SARDEGNA. Si evidenzia inoltre una limitazione di erogazione derivante dalla attuale capacità di trasporto proprio verso il sistema 6 SUD SARDEGNA in corrispondenza del canale Sinistra Tirso*

## **ALTERNATIVA 1**

### **INTERVENTI**

*P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede l'aumento della capacità di trasporto del tratto terminale del canale Sinistra Tirso. Si pone l'obiettivo di valutare la capacità di trasporto del canale in corrispondenza alla massima richiesta dei centri di domanda irrigui Arborea (D25), Terralba 1 lotto (D26), Terralba 2 lotto (D27), Arborea Nord (D28) contemporaneamente alla massima erogazione al centro di domanda DS6 SUD SARDEGNA. Ovvero misura la capacità di trasporto necessaria in corrispondenza ad un evento di crisi che rende necessario il massimo trasferimento verso il sistema 6 in assenza di una diminuzione di erogazione verso la domanda irrigua locale. Si evince, oltre al soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), un aumento di modesta entità nella disponibilità di volume per il sistema 6 SUD SARDEGNA. Il nuovo valore è pari a circa 78,75 Mmc/anno. Sulla base delle risultanze del modello si evince che il tratto di canale in esame in assenza di vincolo capacitativo aumenta la propria portata di trasferimento da circa 8 mc/sec a un valore di circa 10 mc/sec. L'alternativa fornisce un aumento del volume potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA di circa 2,76 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.*

## **ALTERNATIVA 2**

### **INTERVENTI**

*P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso  
27- Riconversione diga rio Mogoro*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la riconversione della diga Santa Vittoria sul rio Mogoro (S47) da invaso di laminazione a opera di ritenuta e il collegamento con il sistema principale di utilizzazione, come da proposta progettuale. Si pone l'obiettivo di valutare, in assenza del vincolo capacitativo nel tratto terminale del canale Sinistra Tirso, e in presenza della nuova risorsa, l'incremento di volume potenzialmente disponibile verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Si evince, oltre al soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), un aumento nella disponibilità*

di volume per il sistema 6 SUD SARDEGNA. Il nuovo valore è pari a circa 84,60 Mmc/anno. Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA aumenta di circa 8,60 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.

### **ALTERNATIVA 3**

#### **INTERVENTI**

P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso

26- Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu

#### **DESCRIZIONE**

Si pone l'obiettivo di valutare il regime energetico indotto nel sistema dalla nuova configurazione dei flussi nelle diverse linee di trasporto. In particolare l'intervento 26, intercettando i volumi del Flumineddu ad una quota superiore rispetto all'invaso Pranu Antoni (S16), dovrebbe consentire il trasferimento verso l'invaso Tirso a Cantoniera (S15) con un costo energetico inferiore. Si evince, oltre al soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), e alla conferma della entità di volume disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA, il nuovo regime idrico dei trasferimenti interni al sistema. Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA aumenta di circa 3 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.

### **ALTERNATIVA 4**

#### **INTERVENTI**

P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso

26- Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu

28\_1- Comparto irriguo alta Marmilla

#### **DESCRIZIONE**

Si pone l'obiettivo di valutare il livello di soddisfacimento della nuova domanda interna al sistema e in sub ordine la disponibilità residua di volume verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Nello scenario di domanda assunto, si evincerebbe un livello di deficit sul nuovo centro di domanda irrigua Marmilla (D87) pari a circa il 7%. I rimanenti centri, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), risultano integralmente soddisfatti. L'inserimento della nuova domanda irrigua si riflette inoltre nella mancanza di volumi disponibili verso il sistema 6 SUD SARDEGNA.

Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema, rispetto alla alternativa base, è pari a circa 51,85 Mmc/anno. Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA, nella ipotesi, assunta a base del calcolo su modello, di non accettare alcun deficit sulla domanda, si riduce della intera quota di 76 Mmc/anno disponibile nella alternativa base.

### **ALTERNATIVA 5**

#### **INTERVENTI**

P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso

26- Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu

28- Diga sul Flumineddu a S'Allusia

28\_1- Comparto irriguo alta Marmilla

#### **DESCRIZIONE**

Si pone l'obiettivo di valutare il livello di soddisfacimento della nuova domanda interna al sistema e in sub ordine la disponibilità residua di volume verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Nello scenario di domanda assunto, si evince il soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), con un deficit trascurabile nel nuovo centro di domanda irrigua Marmilla (D87). L'inserimento dell'intervento 28 consente di disporre, anche in presenza della nuova domanda irrigua, di una quota residua di volume per il sistema 6 SUD SARDEGNA pari a circa 20.58 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema, rispetto alla alternativa base, è

pari a circa 55,68 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA è privato di una quota di 55,41 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.

## **ALTERNATIVA 6**

### **INTERVENTI**

P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso  
26- Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu  
28- Diga sul Flumineddu a S'Allusia  
28\_1- Comparto irriguo alta Marmilla  
O.3- Schema Contra Ruja

### **DESCRIZIONE**

Si pone l'obiettivo di valutare il livello di soddisfacimento della nuova domanda interna al sistema e in sub ordine la disponibilità residua di volume verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Nello scenario di domanda assunto, si evincerebbe un livello di deficit sul nuovo centro di domanda irrigua Contra Ruja (D137) di circa il 60%. I rimanenti centri, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), e trascurando il livello di deficit della Marmilla (D87), risultano integralmente soddisfatti. L'inserimento della nuova domanda irrigua si riflette inoltre nella mancanza di volumi disponibili verso il sistema 6 SUD SARDEGNA.

Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema, rispetto alla alternativa base, è pari a circa 59,30 Mmc/anno. Il volume potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA, nella ipotesi assunta a base del calcolo su modello di non accettare alcun deficit sulla domanda, si riduce della intera quota di 76 Mmc/anno disponibile nella alternativa base. .

## **ALTERNATIVA 7**

### **INTERVENTI**

P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso  
26- Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu  
28- Diga sul Flumineddu a S'Allusia  
28\_1- Comparto irriguo alta Marmilla  
29\_1- Schema Montiferru (invaso Cuglieri)

### **DESCRIZIONE**

Prevede la realizzazione di parte dell'intervento 29, indicata con il codice 29\_1 nel grafo, costituita dall'invaso Cuglieri (S43) con capacità utile di 42,82 Mmc, come da proposta progettuale e collegamento ai centri di domanda irrigua Bennaxi Est (D31), Riordino Zeddiani (D32), Sinis Nord-Est (D33) e Milis (D34) nella bassa valle del Tirso. Si pone l'obiettivo di valutare, in sub ordine al soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, l'incremento di volume disponibile verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Nello scenario di domanda assunto, si evince il soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), e del trascurabile livello di deficit nel centro di domanda irrigua Marmilla (D87). L'inserimento del nuovo intervento consente di disporre, anche in presenza della nuova domanda irrigua, di una quota residua di volume per il sistema 6 SUD SARDEGNA pari a circa 59,17 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema, rispetto alla alternativa base, è pari a circa 55,68 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA è privato di una quota di 16,82 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.

## **ALTERNATIVA 8**

### **INTERVENTI**

P.A.8- Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso  
26- Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu  
28- Diga sul Flumineddu a S'Allusia  
28\_1- Comparto irriguo alta Marmilla

## 29- Schema Montiferru

### **DESCRIZIONE**

Prevede la realizzazione dell'intervento 29 costituito dall'invaso Cuglieri (S43) e dalle traverse Tennero (T32) e Ferralzos (T33), come da proposte progettuali, e dal collegamento tra le traverse e l'invaso e tra questo e i centri di domanda irrigua Bennaxi Est (D31), Riordino Zeddiani (D32), Sinis Nord-Est (D33) e Milis (D34) nella bassa valle del Tirso. Si pone l'obiettivo di valutare, in sub ordine al soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, l'incremento di volume disponibile verso il sistema 6 SUD SARDEGNA. Nello scenario di domanda assunto, si evince il soddisfacimento integrale della domanda interna al sistema, con le eccezioni riguardanti i due centri irriguo Media Valle Tirso (D21) e potabile Torrei (D22), e del trascurabile livello di deficit nel centro di domanda irrigua Marmilla (D87). L'inserimento del nuovo intervento consente di disporre, anche in presenza della nuova domanda irrigua, di una quota residua di volume per il sistema 6 SUD SARDEGNA pari a circa 66,57 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema, rispetto alla alternativa base, è pari a circa 55,68 Mmc/anno. Quello potenzialmente disponibile per il sistema 6 SUD SARDEGNA è privato di una quota di 9,42 Mmc/anno rispetto alla alternativa base.

Si riportano di seguito i dati riepilogativi riferiti ai volumi aggiuntivi disponibili per il sistema 6 (DS6) e l'indicatore di performance economica (VAN) per ciascuna delle alternative esaminate, derivanti dai calcoli effettuati.

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>DS6 (Mmc)</b>	<b><math>\Delta</math>DS6 (Mmc)</b>	<b>VAN (M€)</b>
0	75,99	-	-
1	78,75	2,76	-8,22
2	84,59	8,60	-55,13
3	79,00	3,01	-43,22
4	0,00	-75,99	267,06
5	20,58	-55,41	178,36
6	0,00	-75,99	122,53
7	59,17	-16,82	57,56
8	66,57	-9,42	53,21



### **Il Sistema 2/6/7 Sardegna Meridionale**

Ai fini della presente pianificazione si è scelto di riunire i sistemi di intervento 2 CIXERRI, 6 SUD SARDEGNA e 7 SULCIS definiti nel PSDRI, in un unico sistema denominato sistema 2/6/7 SARDEGNA MERIDIONALE.

Tale scelta è stata adottata partendo dalla considerazione, emersa durante le prime elaborazioni, che ognuno dei tre sistemi necessita di un apporto di risorsa esterno che ne garantisca il completo soddisfacimento della domanda.

Ciò ha reso necessario lo studio integrato delle connessioni domanda offerta dei tre sistemi, sia sulla base delle risorse attivabili complessivamente nel nuovo sistema unificato, e sia con il soccorso del sistema 5 TIRSO.

Il sistema 2/6/7 SARDEGNA MERIDIONALE così definito è caratterizzato dal sotto sistema principale del Flumendosa e dei suoi affluenti, tra cui il maggiore è il Flumineddu, che insieme costituiscono la fonte di risorsa primaria del sistema.

La parte centro meridionale del sistema, servita principalmente dal Flumendosa, è costituita dal sotto sistema di utilizzazione del Campidano, caratterizzato inoltre dalla presenza del Fluminimannu e dei suoi principali affluenti fra i quali il Leni e il Cixerri, che costituiscono a loro volta la risorsa di riferimento dei propri sistemi di utilizzazione.

Il Flumendosa alimenta inoltre, a sud ovest e a nord est del sistema, rispettivamente, il sotto sistema del Sulcis, avente come ulteriore risorsa di riferimento il Monti Nieddu e il Palmas, e il sotto sistema Orientale, caratterizzato, come risorse principali, dalla presenza del Foddeddu e del Pramaera, e, più a sud, del Quirra.

A sud del sotto sistema Orientale è possibile identificare un ultimo sistema di utilizzazione alimentato dal Flumendosa, caratterizzato, come risorsa principale, dalla presenza del Picocca e, più a sud, del Corru e Pruna.

Il SISTEMA 2/6/7 SARDEGNA MERIDIONALE è interconnesso al SISTEMA 5 TIRSO attraverso il collegamento in fase di esecuzione che, ai fini delle presenti elaborazioni, viene considerato esistente a tutti gli effetti.

Analogamente viene considerato esistente l'invaso di Monti Nieddu, i cui lavori di completamento sono stati finanziati durante la redazione del presente documento, a valere su fondi CIPE (seduta del 29.09.2004).

Il quadro definitivo delle proposte progettuali che viene posto a base del processo di selezione è composto dai seguenti interventi:

#### ***CODICE    TITOLO INTERVENTO***

- |                  |                                                                                      |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>17</i></b> | <b><i>Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza</i></b> |
| <b><i>31</i></b> | <b><i>Derivazione dalla diga di Monti Nieddu</i></b>                                 |

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
<b>31_1</b>	<b>Comparto irriguo Pula</b>
<b>32</b>	<b>Opere per recupero reflui Monastir</b>
<b>33</b>	<b>Dissalatore area di Cagliari</b>
<b>38</b>	<b>Interconnessione basso Cixerri – schema M. Nieddu</b>
<b>39</b>	<b>Diga sul basso Flumendosa</b>
<b>40</b>	<b>Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa</b>
<b>P.A. 10</b>	<b>Recupero reflui civili CASIC</b>
<b>O.6</b>	<b>Irrigazione Nurri - Orroli</b>
<b>I.6</b>	<b>Interconnessione Leni – Campidano</b>
<b>44</b>	<b>Recupero reflui S. G. Suergiu</b>
<b>45</b>	<b>Dissalatore area di Portovesme</b>
<b>43</b>	<b>Raddoppio collegamento centrale Murtas Diga Gennarta</b>
<b>I.7</b>	<b>Collegamento Flumendosa - Cixerri</b>
<b>I.1</b>	<b>Interconnessione Cixerri - Sulcis</b>
<b>O.1</b>	<b>Diga Monte Exi (*)</b>
<b>O.4</b>	<b>Schema Ollastu (*)</b>

*(\*) Intervento inserito in quanto nella fase di indagine sulla progettualità è stato rilevato con stadio avanzato del livello progettuale e delle procedure autorizzative.*

In particolare la capacità di erogazione del sistema è stata calcolata sia in presenza e sia in assenza di erogazione di soccorso da parte del sistema TIRSO. Nel primo caso è stata adottata, convenzionalmente, la capacità di erogazione derivante dall'assetto attuale del suddetto sistema.

Si deve però sottolineare che tale assunzione non sottende a una precisa scelta di intervento, ma simula semplicemente una delle possibili configurazioni, la cui scelta deve essere necessariamente supportata da un esame unitario dei due sistemi che ne individui l'assetto ottimale.

Un discorso a parte merita l'intervento O.4, che prevede la realizzazione dello schema Ollastu, che, nella configurazione studiata, determina di fatto un sistema di utilizzazione isolato rispetto al sistema di intervento principale.

L'intervento, così configurato, non genera effetti sul sistema principale e viene studiato separatamente rispetto agli altri interventi, nell'ambito del proprio sistema che viene denominato SOTTO SISTEMA PICOCCA.

Peraltro, nell'ottica sopra evidenziata di prevedere all'interno del sistema principale di intervento le connessioni necessarie a garantire il massimo livello di soddisfacimento della domanda esistente, si segnala l'opportunità di considerare la possibilità di sfruttare i deflussi del sotto sistema Picocca ad integrazione dei volumi erogabili nel sistema complessivo.

Tale opportunità, originariamente prevista nel Piano Acque della Sardegna e oggetto di studio da parte dell'EAF, poi abbandonata negli atti programmatici successivamente adottati, e, di conseguenza, dallo stesso PSDRI, dovrà essere riconsiderata nel più ampio quadro di interventi necessari al riequilibrio del deficit su scala regionale, nell'ambito di uno specifico studio di fattibilità, come già ampiamente descritto nel capitolo conclusivo del presente volume.

A partire da tale quadro di interventi sono stati definiti i seguenti 14 set di alternative "possibili" risultanti dal processo di verifica tecnica posto a base della fase di pianificazione.

Nelle pagine a seguire si riporta il grafo rappresentativo del sistema comprendente le opere esistenti e le proposte progettuali esaminate.

### **ALTERNATIVA BASE (0)**

#### **INTERVENTI**

31- Derivazione dalla diga di Monti Nieddu

32- Opere per recupero reflui Monastir

44 - Recupero reflui S. G. Suergiu

P.A.10- Recupero reflui civili CASIC

#### **DESCRIZIONE**

L'alternativa base corrisponde alla configurazione attuale del sistema con l'aggiunta degli interventi di riuso dei reflui come da proposte progettuali, e il collegamento dell'invaso Monti Nieddu (S33), considerato esistente a tutti gli effetti, ai centri di domanda esistenti industriale Casic Sarroch (D56) e potabile Sarroch (D58). La alternativa base è stata configurata nella ipotesi di non ricevere alcun apporto dal sistema 5 TIRSO, e si pone l'obiettivo di verificare la attuale capacità di erogazione del sistema nell'assetto attuale alla massima efficienza funzionale. Nello scenario di domanda assunto, si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un grado di deficit nella domanda irrigua pari a circa il 25% nel sottosistema Campidano, il 14% nel sottosistema Orientale, il 45% nell'alto Cixerri, il 94% nel basso Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un deficit complessivo di circa 105 Mmc/anno. Il modello evidenzia inoltre livelli di sfioro limitati in tutto il sistema, indicando un elevato grado di sfruttamento della risorsa disponibile, ad eccezione del solo invaso Cixerri (S25), che costituisce l'elemento di snodo tra i sotto sistemi Campidano Cixerri e Sulcis, nel quale si concentra la quasi totalità dei volumi di sfioro del sistema. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 10,56 Mmc/anno. Sulla base delle analisi e delle considerazioni sopra descritte, che costituiscono la diagnostica del sistema, sono state definite le successive alternative.

### **ALTERNATIVA 1**

#### **INTERVENTI**

Interventi base

#### **DESCRIZIONE**

Corrisponde alla configurazione del sistema nella alternativa base, con la aggiunta degli apporti del sistema 5 TIRSO, avendo adottato, convenzionalmente la capacità di erogazione derivante dall'assetto attuale del suddetto sistema. La suddetta disponibilità si riferisce al volume massimo derivabile dal sistema per una data capacità di trasporto, corrispondente con la portata di progetto della interconnessione in corso di realizzazione. Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema nella configurazione attuale in presenza di apporti dal sistema 5 TIRSO. Nello scenario di domanda assunto, si evince che l'apporto dal TIRSO consente di azzerare sostanzialmente il deficit nel sottosistema Campidano. Il livello di deficit della domanda irrigua rimane inalterato nel resto del sistema: il 14% nel sottosistema Orientale, il 45% nell'alto Cixerri, il 94% nel basso Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti

*integralmente. Si evince inoltre un modesto aumento dei livelli di sfioro nell'invaso Cixerri (S25), che costituisce l'elemento di snodo tra i sotto sistemi Campidano Cixerri e Sulcis, evidenziando un elevato livello di efficienza del trasferimento dal TIRSO. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 59 Mmc/anno trasferiti dal sistema 5 TIRSO.*

## **ALTERNATIVA 2**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*I.7\_1- Collegamento Flumendosa -Cixerri (collegamento tra invaso Cixerri e Medau Zirimilis)*

### **DESCRIZIONE**

*Corrisponde alla configurazione del sistema nella alternativa base, con la aggiunta degli apporti del sistema 5 TIRSO, avendo adottato, convenzionalmente, la capacità di erogazione derivante dall'assetto attuale del suddetto sistema. In aggiunta a tali interventi prevede la realizzazione di parte dell'intervento I.7, indicata con il codice I.7\_1, costituita dal collegamento tra l'invaso Cixerri (S25) e Medau Zirimilis (S31). Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema in presenza del nuovo intervento. Più specificatamente si propone di abbattere il deficit del centro di domanda irrigua Siliqua (D68) attingendo ai volumi di sfioro disponibili in Cixerri (S25) e a quelli provenienti dal sistema 5 TIRSO. Nello scenario di domanda assunto, si evince una diminuzione del deficit in D68 dal 94% al 20%. Il livello di deficit della domanda irrigua rimane inalterato nel resto del sistema: il 14% nel sottosistema Orientale, il 45% nell'alto Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si segnala inoltre una diminuzione dei livelli di sfioro nell'invaso Cixerri (S25), che costituisce l'elemento di snodo tra i sotto sistemi Campidano Cixerri e Sulcis, ai valori della alternativa base, evidenziando un maggiore livello di efficienza dei volumi complessivi disponibili nel sistema. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema rispetto alla alternativa base è di circa 71,38 Mmc/anno da attribuire al maggiore livello di efficienza del sistema. I nuovi interventi permettono di erogare una quota di volume aggiuntiva rispetto alla alternativa 1 di circa 12,38 Mmc.*

## **ALTERNATIVA 3**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*I.7- Collegamento Flumendosa – Cixerri*

*39- Diga sul basso Flumendosa*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema in presenza degli apporti del sistema 5 TIRSO e della nuova risorsa messa a disposizione all'interno del sistema e dal completamento dell'intervento di interconnessione tra il basso e l'alto Cixerri. Nello scenario di domanda assunto, si evince che i nuovi interventi determinano l'azzeramento del deficit nel basso e nell'alto Cixerri e nel sotto sistema Orientale. Il livello di deficit della domanda irrigua rimane inalterato nel resto del sistema: il 60% nell'alto Leni e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema rispetto alla alternativa base è di circa 93,48 Mmc/anno. I nuovi interventi permettono di erogare una quota di volume aggiuntiva rispetto alla alternativa 1 di circa 34,48 Mmc.*

## **ALTERNATIVA 4**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*I.7- Collegamento Flumendosa – Cixerri*

*39 - Diga sul basso Flumendosa*

*40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*

*I.1 - Interconnessione Cixerri - Sulcis*

## **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema in presenza degli apporti del sistema 5 TIRSO e della nuova risorsa messa a disposizione all'interno del sistema e dall'intervento di interconnessione tra il Cixerri e il Sulcis. Nello scenario di domanda assunto, si evince che i nuovi interventi determinano l'azzeramento del deficit nel sotto sistema Sulcis. Rimane inalterato il livello del deficit della domanda irrigua nell'alto Leni. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema rispetto alla alternativa base è di circa 104,71 Mmc/anno. I nuovi interventi permettono di erogare una quota di volume aggiuntiva rispetto alla alternativa 1 di circa 45,71 Mmc.*

## **ALTERNATIVA 5**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*I.7- Collegamento Flumendosa – Cixerri*

*39 - Diga sul basso Flumendosa*

*40.- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*

*I.1 - Interconnessione Cixerri – Sulcis*

*I.6 - Interconnessione Leni – Campidano*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di soddisfare l'intera domanda irrigua, con riferimento ai centri attrezzati nel sistema, attraverso la interconnessione tra i singoli sotto sistemi, con l'apporto del TIRSO e delle ulteriori risorse attivate all'interno del sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince che con la nuova connessione tra il Campidano e l'alto Leni si determinerebbe l'azzeramento del deficit sulla domanda irrigua esistente all'interno di tutto il sistema. I rimanenti centri di domanda, civile e industriale, risultano soddisfatti integralmente. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema rispetto alla alternativa base è di circa 113,33 Mmc/anno pari al deficit iniziale sulla domanda irrigua riferita ai centri attrezzati cui si somma la domanda a valle dell'invaso Monte Perdosu (S38) introdotta con l'intervento 39. I nuovi interventi permettono di erogare una quota di volume aggiuntiva rispetto alla alternativa 1 di circa 54,33 Mmc.*

## **ALTERNATIVA 6**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*I.7- Collegamento Flumendosa – Cixerri*

*39 - Diga sul basso Flumendosa*

*40.- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*

*I.1 - Interconnessione Cixerri – Sulcis*

*I.6 - Interconnessione Leni – Campidano*

*38 - Interconnessione basso Cixerri – schema M. Nieddu*

*31\_1 - Comparto irriguo Pula*

### **DESCRIZIONE**

*L'intervento 38 si rende necessario al fine di eliminare il vincolo sulla capacità di trasferimento del sistema per la completa alimentazione del nuovo centro di domanda irrigua Pula (D36), e interessa il solo tratto terminale del sistema di interconnessione tra il basso Cixerri e l'area dominata dall'invaso Monti Nieddu (S33). L'alternativa si pone l'obiettivo di soddisfare la domanda irrigua nei centri attrezzati, e la nuova domanda generata dal D36, attraverso l'apporto del TIRSO e delle ulteriori risorse attivate all'interno del sistema e la interconnessione tra i singoli sotto sistemi. Nello scenario di domanda assunto, si evince che la configurazione di intervento consente non solo di azzerare il deficit sulla domanda irrigua esistente ma anche di alimentare il nuovo centro di domanda proposto. I rimanenti centri risultano soddisfatti integralmente.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema rispetto alla alternativa base è di circa 124,21 Mmc/anno. I nuovi interventi permettono di erogare una quota di volume aggiuntiva rispetto alla alternativa 1 di circa 65,21 Mmc.*

## **ALTERNATIVA 7**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

- 1.7- Collegamento Flumendosa – Cixerri*
- 39 - Diga sul basso Flumendosa*
- 40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*
- 1.1 - Interconnessione Cixerri – Sulcis*
- 1.6 - Interconnessione Leni – Campidano*
- 38 - Interconnessione basso Cixerri – schema M. Nieddu*
- 31\_1 - Comparto irriguo Pula*
- 17\_1- Diga sul rio Foddeddu*
- 0.6 - Irrigazione Nurri - Orroli*

### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione di parte dell'intervento 17, indicata con il codice 17\_1, costituita dall'invaso Foddeddu (S44) con capacità utile di 42,40 Mmc, come da proposta progettuale. Si pone l'obiettivo di soddisfare la domanda irrigua nei centri attrezzati, e la nuova domanda irrigua generata da Pula (D36) e da Nurri Orroli (D89), attraverso l'apporto del TIRSO e delle ulteriori risorse attivate all'interno del sistema e la interconnessione tra i singoli sotto sistemi. Nello scenario di domanda assunto, si evince che la configurazione di intervento consente non solo di azzerare il deficit sulla domanda irrigua esistente ma anche di alimentare i nuovi centri di domanda proposti. I rimanenti centri risultano soddisfatti integralmente. Da una prima verifica, in assenza dell'intervento 17\_1 di realizzazione dell'invaso Foddeddu (S44), è risultato un deficit sulla domanda irrigua nel sotto sistema Campidano, che, seppure di modesta entità, ha reso necessario inserire il suddetto intervento in aggiunta ai precedenti, allo scopo di raggiungere il completo soddisfacimento della domanda irrigua, e permettere il confronto con le altre alternative esaminate, secondo le medesime ipotesi di calcolo. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 136,66 Mmc/anno corrispondente al valore di deficit nella alternativa base sommato alla nuova domanda irrigua proposta. I nuovi interventi permettono di erogare una quota di volume aggiuntiva rispetto alla alternativa 1 di circa 77,66 Mmc..*

## **ALTERNATIVA 8**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

- 39 - Diga sul basso Flumendosa*
- 40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema in assenza di apporti dal sistema 5 TIRSO e in presenza delle risorse attivate all'interno del sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince che il sistema sarebbe ancora caratterizzato da un grado di deficit nella domanda irrigua pari a circa il 10% nel sottosistema Campidano, il 14% nel sottosistema Orientale, il 45% nell'alto Cixerri, il 94% nel basso Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un deficit residuo di circa 69 Mmc/anno. Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 44,24 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 9**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

- 39 - Diga sul basso Flumendosa*
- 40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*
- 17- Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza*

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema, in assenza di apporti dal sistema 5 TIRSO e in presenza delle risorse attivate all'interno del sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince il pareggio del bilancio nel sottosistema Orientale, e un grado di deficit residuo nella domanda irrigua pari a circa il 5% nel sottosistema Campidano, il 45% nell'alto Cixerri, il 94% nel basso Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un deficit residuo di circa 55,26 Mmc/anno.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 57,74 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 10**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*39 - Diga sul basso Flumendosa*

*40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*

*17- Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza*

*43- Raddoppio collegamento centrale Murtas Diga Gennarta*

*O.1 - Diga Monte Exi*

### **DESCRIZIONE**

*L'alternativa prevede il riutilizzo della condotta di collegamento tra le miniere di Iglesias MINI e l'invaso del Cixerri (S25), a beneficio del centro di domanda irrigua Siliqua (D68). Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema in assenza di apporti dal sistema 5 TIRSO e in presenza delle risorse attivate all'interno del sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince un grado di deficit residuo nella domanda irrigua pari a circa il 5% nel sottosistema Campidano, il 35% nell'alto Cixerri, il 85% nel basso Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un deficit residuo di circa 51,93 Mmc/anno. Da tale quadro non risulta possibile prevedere la alimentazione e la conseguente infrastrutturazione del nuovo centro di domanda irrigua Monte Exi (D138), originariamente associato all'intervento O.1 di realizzazione dell'invaso di M. Exi (S49). Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 61,07 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 11**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

*39 - Diga sul basso Flumendosa*

*40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa*

*17- Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza*

*43- Raddoppio collegamento centrale Murtas Diga Gennarta*

*O.1 - Diga Monte Exi*

*33 - Dissalatore area di Cagliari*

*45- Dissalatore area di Portovesme*

*I.7\_1- Collegamento Flumendosa -Cixerri (collegamento tra invaso Cixerri e Medau Zirimilis)*

*I.7\_2- Collegamento Flumendosa- Cixerri (collegamento tra le miniere di Iglesias e l'invaso del Cixerri)*

### **DESCRIZIONE**

*L'alternativa prevede la realizzazione dei due dissalatori di Cagliari e Portovesme. Prevede inoltre la realizzazione di parte dell'intervento I.7, indicata con il codice I.7\_1, costituita dal collegamento tra l'invaso Cixerri (S25) e Medau Zirimilis (S31) e l'adeguamento della condotta di collegamento tra le miniere di Iglesias MINI e l'invaso del Cixerri (S25) per il funzionamento a ritroso, identificato con il codice I.7\_2. Si pone l'obiettivo di verificare la capacità di erogazione del sistema in assenza di apporti dal sistema 5 TIRSO e in presenza delle risorse attivate all'interno del sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince il pareggio di bilancio nel Campidano e nel basso Cixerri, e un grado di deficit residuo di circa il 35% nell'alto Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 35% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si evince che il sistema sarebbe caratterizzato da un deficit residuo di circa 23,23 Mmc/anno.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 89,77 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 12**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

39 - Diga sul basso Flumendosa

40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa

17- Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza

43- Raddoppio collegamento centrale Murtas Diga Gennarta

O.1 - Diga Monte Exi

I.7\_1- Collegamento Flumendosa -Cixerri (collegamento tra invaso Cixerri e Medau Zirimilis)

I.7\_2- Collegamento Flumendosa- Cixerri (collegamento tra le miniere di Iglesias e l'invaso del Cixerri)

### **DESCRIZIONE**

*Prevede il trasferimento dal sistema TIRSO, a sostituzione dei due dissalatori previsti nella alternativa precedente, e la realizzazione di parte dell'intervento I.7, indicata con il codice I.7\_1, costituita dal collegamento tra l'invaso Cixerri (S25) e Medau Zirimilis (S31) oltre all'adeguamento della condotta di collegamento tra le miniere di Iglesias MIN1 e l'invaso del Cixerri (S25) per il funzionamento a ritroso, identificato con il codice I.7\_2. Si pone l'obiettivo di confrontare la possibilità di erogazione derivante dal trasferimento di volume dal sistema TIRSO, in alternativa alla realizzazione dei due dissalatori di Cagliari e Portovesme, con la medesima configurazione del sistema. Il calcolo dell'indicatore economico nelle due soluzioni mette in gioco, in un caso, i costi di realizzazione e di gestione dei due dissalatori e, nell'altro, i costi energetici derivanti dal nuovo assetto dei flussi idrici derivanti dal TIRSO nel sistema. Nello scenario di domanda assunto, si evince il pareggio di bilancio nel Campidano e nel basso Cixerri, e un grado di deficit residuo di circa il 35% nell'alto Cixerri, il 60% nell'alto Leni, e il 45% nel basso Sulcis. I rimanenti centri di domanda risultano soddisfatti integralmente. Si evince inoltre che il sistema sarebbe caratterizzato da un deficit residuo di circa 26,45 Mmc/anno.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 86,55 Mmc/anno.*

## **ALTERNATIVA 13**

### **INTERVENTI**

*Interventi base*

39 - Diga sul basso Flumendosa

40- Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa

17- Diga sul rio Foddeddu, Traversa sul rio Pramaera e collegamento utenza

O.1 - Diga Monte Exi (\*)

43- Raddoppio collegamento centrale Murtas Diga Gennarta

38- Interconnessione basso Cixerri – schema M. Nieddu

31\_1 - Comparto irriguo Pula

O.6 - Irrigazione Nurri – Orroli

I.7- Collegamento Flumendosa – Cixerri

I.1- Interconnessione Cixerri – Sulcis

I.6- Interconnessione Leni – Campidano

### **DESCRIZIONE**

*Si pone l'obiettivo di soddisfare la domanda irrigua nei centri attrezzati, e la nuova domanda generata da Pula (D36) e Nurri Orroli (D89), attraverso l'apporto del TIRSO, con la interconnessione tra i singoli sotto sistemi, in aggiunta a tutte le risorse attivabili all'interno del sistema, con la esclusione dei due dissalatori di Cagliari e Portovesme. Nello scenario di domanda assunto, si evince che la configurazione di intervento consente non solo di azzerare il deficit sulla domanda irrigua esistente ma anche di alimentare i nuovi centri di domanda proposti. I rimanenti centri risultano soddisfatti integralmente.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 136,66 Mmc/anno, corrispondente al valore di deficit nella alternativa base sommato alla nuova domanda irrigua proposta*

## **SOTTOSISTEMA PICOCCA**

### **ALTERNATIVA 1**

#### **INTERVENTI**

*O.4- Schema Ollastu*

#### **DESCRIZIONE**

*Prevede la realizzazione dell'invaso Ollastu (S50), con capacità utile di 67,60 Mmc, della traversa Rio Cannas (T60), come da proposta progettuale, e la alimentazione e l'attrezzamento del centro di domanda irrigua Picocca (D141). Si pone l'obiettivo di soddisfare la nuova domanda irrigua D141, con la realizzazione dell'intervento O.4. Nello scenario di domanda assunto, si evince che la configurazione assegnata non consente di alimentare interamente il nuovo centro di domanda proposto.*

*Il volume aggiuntivo reso disponibile all'interno del sistema è di circa 13,53 Mmc/anno.*

Si riportano di seguito i dati riepilogativi riferiti ai volumi aggiuntivi in ingresso al sistema 6 (DS6) e all'indicatore di performance economica (VAN), derivanti dai calcoli effettuati per ciascuna delle alternative esaminate.

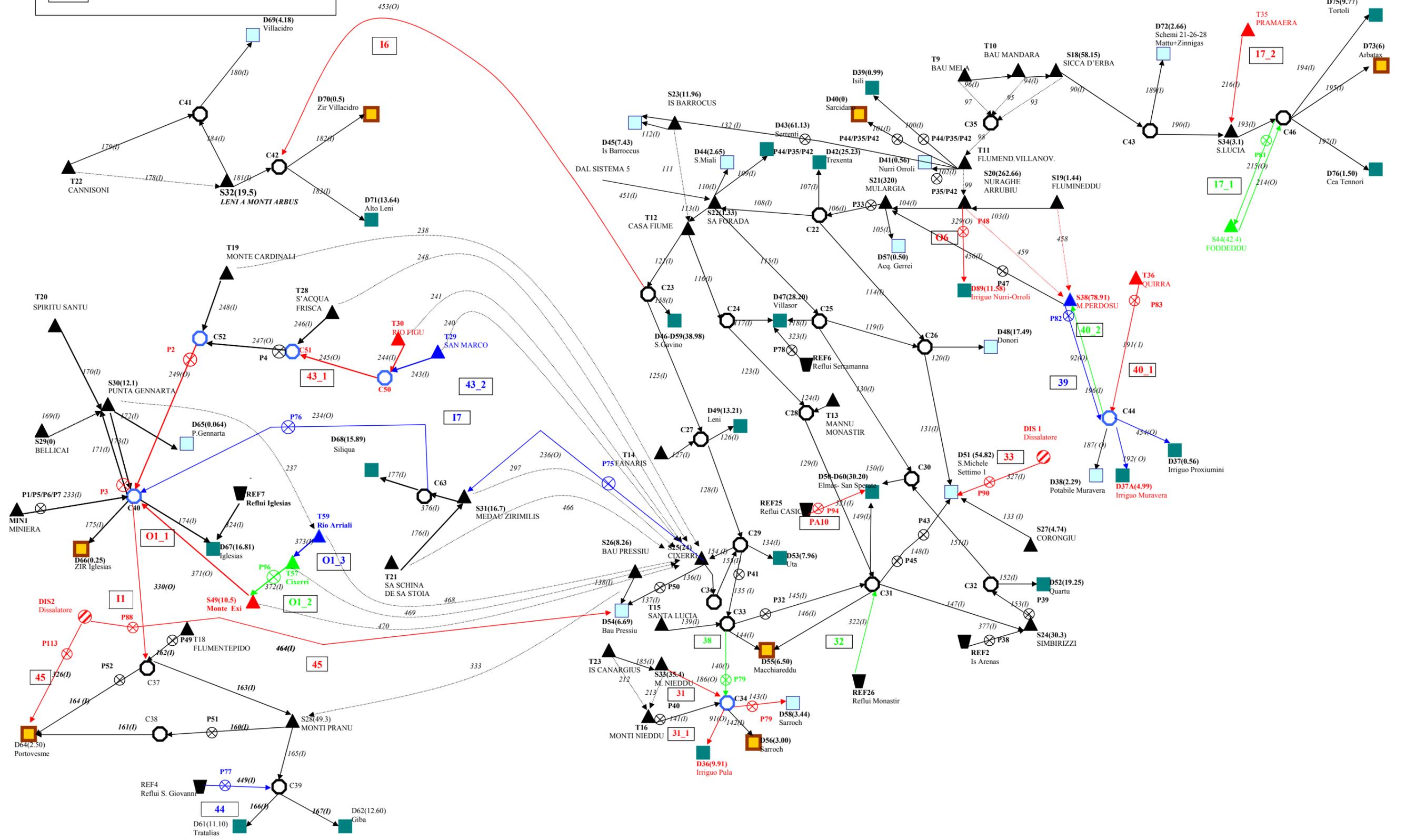
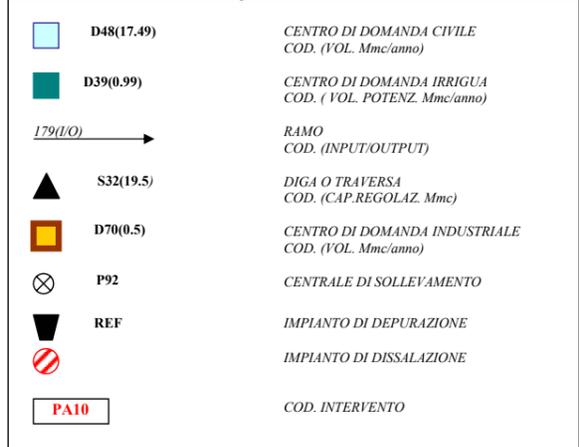
### **SISTEMA 2/6/7 SARDEGNA MERIDIONALE**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>VAN (M€)</b>	<b><math>\Delta</math>DS6 (Mmc)</b>
1	524,38	-61.39
2	564,93	-72.08
3	519,08	-62.70
4	602,00	-61.65
5	656,73	-66.99
6	763,52	-70.12
7	692,58	-73.10
8	225,20	0
9	246,56	0
10	220,24	0
11	-19,703	0
12	323,659	-30.04
13	632,61	-76.00

### **SOTTOSISTEMA PICOCCA**

<b>ALTERNATIVA</b>	<b>VAN (M€)</b>	<b><math>\Delta</math>DS (Mmc)</b>
1	34,36	0

# SISTEMA 2/6/7 – QUADRO DEGLI INTERVENTI



#### 4.3.2 I risultati della fase di pianificazione

A seguito del processo di pianificazione, indipendentemente dagli esiti del processo di valutazione a molti criteri, è stato possibile classificare gli interventi in relazione alla funzione che gli stessi assumono nell'ambito del bilancio idrico del sistema.

##### Interventi che concorrono alla costruzione delle alternative base

Rientrano fra questi gli interventi di ripristino della massima funzionalità del sistema e della massima utilizzazione delle risorse disponibili nella configurazione attuale, nonché quelli relativi al riutilizzo dei reflui depurati.

Nella presente tipologia rientrano in particolare:

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
7	<i>Adeguamento canale Liscia</i>
3	<i>Recupero reflui Sassari</i>
<i>P.A. 5</i>	<i>Recupero reflui Alghero</i>
31	<i>Derivazione dalla diga di Monti Nieddu</i>
32	<i>Opere per recupero reflui Monastir</i>
<i>P.A. 10</i>	<i>Recupero reflui civili CASIC</i>
44	<i>Recupero reflui S. G. Suergiu</i>

Tali interventi sono da considerare di massima priorità; è prevista la immediata realizzazione nella fase di attuazione del Piano.

##### Interventi che rimuovono con effetto diretto fattori limitanti nell'utilizzo delle risorse disponibili

Si tratta di quegli interventi la cui realizzazione permette di rimuovere fattori strutturali che limitano l'erogazione delle risorse disponibili nella configurazione attuale, in condizioni di deficit (limiti di trasferimento dovuti ad un sottodimensionamento del sistema di trasporto).

Nella presente tipologia rientrano in particolare:

<b>CODICE</b>	<b>TITOLO INTERVENTO</b>
<i>P.A. 6</i>	<i>Ripristino e adeguamento acquedotto Coghinas ( per la parte relativa ad una nuova linea nel tratto terminale)</i>
<i>P.A. 8</i>	<i>Riassetto funzionale canale adduttore sinistra Tirso (previa verifica di dettaglio attraverso modello di funzionamento)</i>

Per quanto concerne l'intervento PA6, si specifica che l'adeguamento dell'esistente "Prima canna" dell'acquedotto del Coghinas è stato recentemente finanziato, con risorse dell'Accordo di Programma Quadro; a seguito dalla fase di pianificazione, è stata evidenziata l'esistenza di un fattore limitante per il soddisfacimento della domanda irrigua della Nurra eliminabile attraverso la realizzazione di una nuova linea di trasporto nel tratto terminale dell'acquedotto.

L'intervento PA8 di riassetto funzionale del canale sinistra Tirso risolve un fattore limitante che si evidenzia nel periodo di massima richiesta irrigua. La sua realizzazione dovrà essere giustificata nell'ambito di apposito SDF che ne dimostri la effettiva convenienza.

Tali interventi, sono da considerare prioritari: la relativa fase di definizione tecnico - economica deve essere avviata immediatamente.

#### Interventi che servono a rendere efficiente l'uso della risorsa potenziale disponibile nel sistema

Sono quegli interventi che rendono disponibili, senza ricorrere alla realizzazione di ulteriori capacità di accumulo, le risorse potenziali presenti nel sistema nella configurazione attuale, in condizioni di deficit; si tratta principalmente di nuovi trasferimenti da invasi esistenti o derivazioni ad acqua fluente.

Nella presente tipologia rientrano in particolare:

<b><i>CODICE</i></b>	<b><i>TITOLO INTERVENTO</i></b>
<i>P.A. 4</i>	<i>Traversa sul basso Liscia e collegamento impianto e serbatoio Liscia</i>
<i>10</i>	<i>Sollevamento da invaso Muzzone a piana di Chilivani</i>
<i>I.6</i>	<i>Interconnessione Leni – Campidano</i>
<i>I.7</i>	<i>Collegamento Flumendosa - Cixerri</i>
<i>I.1</i>	<i>Interconnessione Cixerri - Sulcis</i>

Tali interventi, che permettono di rimuovere il deficit in tempi limitati, sono da considerare prioritari, per cui deve essere avviata immediatamente la fase degli studi di fattibilità.

#### Interventi funzionali alla realizzazione di nuovi attrezzamenti irrigui

Sono gli interventi di accumulo, derivazione e trasporto, funzionali alla irrigazione di nuovi estendimenti irrigui, ivi comprese le opere relative al loro attrezzamento.

Nella presente tipologia rientrano in particolare:

<b><i>CODICE</i></b>	<b><i>TITOLO INTERVENTO</i></b>
<i>14</i>	<i>Comparto irriguo Cumbidanovu</i>
<i>6</i>	<i>Derivazione da diga M. di Deu e traversa sul rio Limbara</i>
<i>0.5</i>	<i>Diga Rio Vignola</i>
<i>0.2</i>	<i>Schema Buttule e Calambru</i>
<i>0.3</i>	<i>Schema Contra Ruja</i>
<i>0.6</i>	<i>Irrigazione Nurri – Orroli</i>
<i>0.4</i>	<i>Schema Ollastu</i>
<i>28</i>	<i>Diga sul Flumineddu a S'Allusia (*)</i>
<i>28_1</i>	<i>Comparto irriguo alta Marmilla</i>
<i>31_1</i>	<i>Comparto irriguo Pula</i>
<i>38</i>	<i>Interconnessione basso Cixerri – schema M. Nieddu (*)</i>

In particolare gli interventi 28 (diga di S'Allusia) e 38 (interconnessione tra il basso Cixerri e lo schema di M. Nieddu), sono inseriti in questa tipologia in quanto associati in modo funzionale alla irrigazione dei nuovi centri di domanda irrigua della Marmilla e di Pula.

Per questi interventi, secondo quanto stabilito dagli strumenti di programmazione nazionali e comunitari dovranno essere effettuati specifici studi di fattibilità – da sviluppare secondo le linee guida fissate dal presente Piano – attraverso i quali dovrà essere dimostrata la sostenibilità territoriale, economico finanziaria ed amministrativa degli interventi, quale condizione necessaria all’assunzione delle decisioni programmatiche. Non si ritiene di potere definire livelli di priorità: l’avvio degli studi di fattibilità sarà conseguente alla stipula di specifici “accordi di Programma” fra i Soggetti interessati dai quali risulti evidente l’esistenza delle preliminari condizioni socio - economico – finanziarie tali da giustificare l’investimento necessario alla redazione degli studi di fattibilità.

### Interventi funzionali al ripianamento del deficit nella Sardegna Meridionale: le grandi interconnessioni

La fase di pianificazione ha evidenziato la possibilità di realizzare nei sistemi Posada Cedrino e Nord Occidentale un surplus di risorsa rispetto alla domanda locale; di contro nella Sardegna Meridionale si evidenzia la presenza di un deficit strutturale cui non è possibile far fronte con la sola attivazione degli interventi locali.

Emerge così il tema delle grandi interconnessioni tra il nord e il sud dell’isola che vede coinvolti al suo interno anche quegli interventi che, pur appartenendo a sistemi diversi, possono produrre effetti sul bilancio idrico della Sardegna Meridionale.

Nella presente tipologia rientrano i grossi interventi di interconnessione e quegli interventi in grado di produrre nuova risorsa, che, nel sistema complessivo, può andare direttamente o indirettamente a beneficio della zona maggiormente deficitaria, e in particolare:

<b><i>CODICE</i></b>	<b><i>TITOLO INTERVENTO</i></b>
<b><i>28</i></b>	<b><i>Diga sul Flumineddu a S’Allusia</i></b>
<b><i>39</i></b>	<b><i>Diga sul basso Flumendosa</i></b>
<b><i>26</i></b>	<b><i>Utilizzazione deflussi del Flumineddu e collegamento Tirso Flumineddu</i></b>
<b><i>13</i></b>	<b><i>Interconnessione compresori Posada e Cedrino</i></b>
<b><i>P.A. 7</i></b>	<b><i>Derivazione medio Temo</i></b>
<b><i>4</i></b>	<b><i>Diga Badu Crabolu</i></b>
<b><i>29</i></b>	<b><i>Schema Montiferru</i></b>
<b><i>40</i></b>	<b><i>Traversa rio Quirra e collegamento basso Flumendosa</i></b>

La fase di pianificazione ha evidenziato che ciascuno dei suddetti interventi determina un effetto (diretto o indiretto) in termini di volumi disponibili per il sistema della Sardegna Meridionale in base alla concatenazione di effetti, resa possibile dalla interconnessione (esistente) tra il Tirso e il Campidano, e da quella (potenziale) che consentirebbe di trasferire i volumi disponibili dal sistema Posada Cedrino o, in alternativa, dal sistema Nord Occidentale, verso il Tirso, e, quindi, verso il Campidano.

Tale caratteristica rende necessario studiare, in una ottica unitaria e attraverso uno specifico studio di fattibilità, l’assetto ottimale del complesso degli interventi sopra riportati, con riferimento all’obiettivo di abbattimento del deficit nel sistema della Sardegna Meridionale.

In tale ambito si dovrà analizzare la opportunità, emersa nella fase di pianificazione, di prevedere un intervento di derivazione dei volumi disponibili nel sistema del Picocca verso il Flumendosa, non inserito nei precedenti atti di programmazione.

Tali interventi hanno carattere strategico per l'assetto a regime del sistema regionale; lo studio di fattibilità necessario a definire l'assetto ottimale deve essere concluso nel minor tempo possibile.

#### Il sistema unico regionale: due casi di applicazione del modello

Al fine di verificare la validità delle ipotesi assunte nelle valutazioni effettuate separatamente nei singoli sistemi rispetto ad una valutazione complessiva di sistema unico, si è proceduto alla applicazione del modello di simulazione nel sistema unico regionale con riferimento a due casi di studio, denominati “caso A: trasferimento Coghinas - Tirso” e “caso B: trasferimento Posada-Cedrino – Tirso”.

La configurazione degli interventi è stata scelta sulla base di un opportuno set di alternative per ognuno dei cinque sistemi studiati:

##### caso A

Sistema 1	alternativa 6
Sistema 3	alternativa 5
Sistema 4	alternativa 2
Sistema 5	alternativa 1
Sistema2/6/7	alternativa 5

##### caso B

Sistema 1	alternativa 0
Sistema 3	alternativa 5
Sistema 4	alternativa 2
Sistema 5	alternativa 1
Sistema2/6/7	alternativa 5

Le due configurazioni esaminate non sottendono ad una scelta di assetto ottimale, ma fanno riferimento ad uno dei possibili assetti di intervento tali da soddisfare in ciascuno dei sistemi la domanda locale riferita alle aree irrigue attualmente attrezzate.

L'assetto degli interventi nei due casi di studio e i risultati del modello di simulazione sono riportati rispettivamente nell'annesso 6.6 e nell'allegato grafico 6.2.6, ai quali si rimanda per ulteriori dettagli.

In questa sede si evidenzia, nei due casi esaminati, la sostanziale coincidenza tra i volumi che vengono trasferiti da un sistema all'altro, e i volumi potenziali disponibili nei sistemi 1, 4 e 5, nelle alternative considerate.

In particolare in entrambi i casi i volumi trasferiti verso il sistema 5 si trasformano in un equivalente quantitativo di invaso nei sistemi Tirso e Flumendosa confermando la validità della metodologia adottata.

### 4.3.3 La fase dell'analisi a molti criteri

#### Generalità

La metodologia da impiegare per il confronto delle alternative riguardanti le soluzioni di intervento relativamente ai sistemi idrici in oggetto è basata sul metodo della analisi multicriteri applicata ad un adeguato atlante di indicatori (ambientali e non) opportunamente allestiti allo scopo di rappresentare significativamente le interazioni progetto – ambiente e l'efficacia delle opere sotto il profilo economico e della risorsa idrica eventualmente resa disponibile per altri sistemi idrici sul territorio regionale.

Il suddetto tracciato operativo, da condursi indipendentemente per ciascuno dei sistemi idrici allo studio, sarà tale da consentire, pertanto, il recepimento di tutte le istanze più significative che concorrono alla formazione dei giudizi finali per la selezione delle alternative da prescegliersi nell'ambito di ogni sistema idrico.

#### L'indicatore di performance economica

L'efficacia delle diverse alternative progettuali sotto il profilo economico è stata misurata, ai fini esclusivi del confronto, attraverso un opportuno *indice di performance economica* calcolato sulla base della “ *Guida all'analisi costi-benefici dei progetti di investimento*” elaborata nel 2003 dalla DG Politica Regionale e Coesione della Commissione Europea.

In particolare l'indice prescelto come indicatore economico dell'alternativa è il VAN (Valore Attuale Netto), definito come:

$$VAN(S) = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

dove  $S_n$  è il saldo dei flussi di cassa al tempo  $n$  e  $a_t$  è il fattore di sconto finanziario scelto per l'attualizzazione.

Nella fase di pianificazione per ciascuno dei sistemi di intervento sono state elaborate e analizzate una serie di alternative, costituite da uno o più interventi, che sono stati dimensionati sotto il profilo fisico ed economico tramite i metodi già descritti, nell'ambito di specifici studi di pre-fattibilità.

L'*Alternativa Base (0)* di ciascun sistema rappresenta il punto di partenza, ovvero il set infrastrutturale di base indispensabile su cui elaborare e sviluppare le varie *alternative progettuali* successive.

Per quanto riguarda la procedura di *calcolo dell'indice di performance economica* VAN, dovendo quantificare i flussi di cassa e quindi i costi ed i benefici derivanti da ciascuna *alternativa progettuale*, è stato stabilito di computare esclusivamente i costi ed i benefici “**aggiuntivi**” o “**incrementali**” rispetto all'*alternativa base* ovvero quei costi e benefici che derivano esclusivamente dagli interventi che distinguono l'*alternativa progettuale* in esame dall'*alternativa base*.

Per ogni alternativa di intervento è stata predisposta una apposita tabella che raccoglie i flussi finanziari, suddivisi in costi e ricavi. L'elaborazione di tale tabella richiede di effettuare una serie di ipotesi e assunzioni relative ai seguenti elementi:

- *Scelta dell'orizzonte temporale al quale riferire le previsioni di calcolo.*

Considerando la natura degli investimenti previsti, comprendenti opere di tipo civile (durata funzionale 40 – 100 anni) ed opere di tipo elettromeccanico (durata funzionale 20 anni), per il calcolo dell'indicatore VAN, è stato adottato l'orizzonte temporale di 30 anni, come suggerito dalla *Guida all'Analisi Costi-Benefici dei Grandi Progetti* (preparata per l'Unità di Valutazione DG Politica Regionale e Coesione, Commissione Europea), nella quale vengono consigliati i valori di orizzonte temporale medio per alcuni settori significativi, tra cui il settore di interesse specifico (**Acqua** e ambiente).

- *Scelta di un appropriato tasso di sconto.*

E' stato adottato un tasso di sconto finanziario pari al **6%** suggerito dalla "*Guida all'analisi costi-benefici dei progetti di investimento*" elaborata nel 2003 dalla DG Politica Regionale e Coesione della Commissione Europea. Tale valore, derivato da un'analisi di benchmark, rappresenta una tasso di rendimento base per i progetti pubblici.

- *Determinazione dei costi totali, suddivisi in costi di investimento e costi operativi;*

Sono stati considerati i soli costi "aggiuntivi" rispetto alle opere la cui realizzazione è prevista nella *alternativa base*. Per ciascuna alternativa esaminata i costi derivano dalla sommatoria dei **costi di investimento** e dei **costi di esercizio**.

Tra i **costi di investimento** sono stati considerati i costi di costruzione delle nuove opere comprensivi degli oneri tecnici, delle spese generali e dell'IVA, ivi compresi gli eventuali oneri di sostituzione/rimpiazzo delle opere (o parti di opere) caratterizzate da durata funzionale inferiore all'orizzonte temporale prescelto (pari a 30 anni), ovvero gli impianti di dissalazione e le parti elettromeccaniche dei sollevamenti. I costi di investimento relativi alle singole opere sono stati quantificati in base ai dati tecnici risultanti dagli studi di pre fattibilità e sono stati distribuiti temporalmente negli anni ritenuti necessari alla effettiva realizzazione dell'investimento (costruzione e/o sostituzione).

I **costi di esercizio** comprendono le voci relative a: personale, manutenzione ordinaria e materiali, manutenzioni straordinaria, e consumi di energia elettrica.

I costi relativi alle prime tre voci sono stati aggregati per ogni singola opera e sono stati determinati in prima approssimazione, per via parametrica, in funzione del valore a nuovo dell'infrastruttura. I costi "aggiuntivi" relativi al consumo di energia elettrica sono imputabili principalmente agli eventuali sollevamenti dei volumi "aggiuntivi" prodotti dall'*alternativa progettuale* in esame rispetto all'*alternativa base*. Per la loro valutazione sono stati stimati, per ciascun sollevamento presente nell'alternativa in esame, i volumi annui incrementali sollevati. I kwh per metro cubo sollevato sono stati determinati ipotizzando un consumo di 0,21 kwh per sollevare un metro cubo di acqua con una prevalenza di 50 metri, mentre è stato utilizzato un costo unitario del kwh pari a 0,124 euro.

- *Determinazione dei benefici generati o comunque legati alla singola alternativa progettuale.*

Ai fini del calcolo dell'indicatore sono stati considerati i benefici annui derivanti dalla produzione e dalla vendita del surplus di risorsa idrica prodotta dall'alternativa in esame rispetto all'alternativa base. In particolare, assumendo la domanda per uso civile quale esigenza di carattere prioritario soddisfatta già nell'*alternativa base*, sono stati considerati i soli benefici derivanti dall'uso irriguo, calcolati moltiplicando i volumi annui aggiuntivi messi a disposizione per ciascun centro di domanda considerato per il valore della Produzione Lorda Vendibile (PLV) relativo al medesimo centro di domanda.

Una volta calcolati i costi e i ricavi, e fissato il valore del tasso di sconto, dai flussi di cassa annui è possibile ricavare il VAN (Valore Attuale Netto) corrispondente a ciascuna alternativa progettuale considerata.

La stima del VAN corrispondente ad ogni alternativa progettuale in esame non costituisce di per sé un valore economico in base a cui valutare la fattibilità della specifica alternativa, ma concorre efficacemente a definire nel metodo a molti criteri l'indicatore economico di confronto fra le diverse alternative progettuali.

### Percorso metodologico

Il percorso metodologico seguito per il confronto degli impatti relativi associati a ciascuna delle alternative esaminate sarà articolato secondo le seguenti fasi:

#### *A. Lettura dei caratteri ambientali e del regime vincolistico sul territorio nell'areale interessato dall'intervento;*

Sono state prese in considerazione le seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera e clima;
- Ambiente idrico;
- Suolo e sottosuolo;
- Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- Paesaggio;
- Economia.

È inoltre affiancata a queste una ulteriore componente rappresentativa della quota di risorsa resa disponibile per altri sistemi di intervento sul territorio (Surplus idrico) ricavata nella fase di pianificazione.

#### *B. Costruzione di una serie di indicatori atti a rappresentare gli effetti dell'opera (impatti positivi e negativi) nei confronti della realtà ambientale precedentemente identificata.*

La costruzione dei suddetti indicatori è stata condotta ad un livello di disaggregazione tale da esprimere gli effetti attribuibili a ciascuna delle opere che costituiscono le varie alternative di intervento. Il percorso seguito è pertanto "scomponibile" sino al livello più elementare di valutazione degli impatti; livello espresso, appunto, dall'inventario

degli impatti attribuibili, nei confronti di ciascuna delle componenti ambientali allo studio, ad ognuna delle singole opere (diga e serbatoio, condotta di adduzione, etc.) che compongono ciascuna delle alternative esaminate.

*C. Fase di aggregazione dei valori degli indicatori attribuiti a ciascuna opera in valori rappresentativi degli impatti di ciascuna alternativa d'intervento.*

Detta fase, dipendentemente dalla natura di ciascun indicatore, consiste nella semplice somma, o media, o media pesata degli indicatori relativi ad ognuna delle opere che compongono la singola alternativa.

*D. Fase di omogeneizzazione degli indicatori rappresentativi degli impatti di ciascuna alternativa.*

Detta fase, giustificata dalla intrinseca disomogeneità delle grandezze fisiche espresse dagli indicatori utilizzati, procederà secondo i principi teorici dell'analisi multicriteri. Attraverso appropriate "funzioni di utilità" (variabili secondo un criterio standardizzato da "0" a "1") sarà effettuata la trasformazione del valore parametrico di ogni indicatore in un valore numerico da "0" a "1" in grado di esprimere la massima "utilità" o "disutilità" ambientale del valore di ciascun indicatore. La logica da seguire, finalizzata alla evidenziazione degli impatti come elemento discriminante tra le alternative d'intervento, farà sì che al valore "1" corrisponda il massimo valore di impatto e, conseguentemente, la massima "disutilità" ambientale (e viceversa).

*E. Allestimento di uno schema matriciale conclusivo in grado di permettere un efficace confronto tra le varie alternative.*

Detto schema riporta nelle righe le varie componenti ambientali esaminate e nelle colonne le alternative di intervento sottoposte a confronto. Il valore (tra "0" e "1") individuato dall'incrocio di ciascuna riga e colonna esprime la convenienza ambientale, in termini di disutilità, dell'alternativa (individuata dalla colonna) nei confronti della componente ambientale (individuata dalla riga).

In altre parole sarà possibile valutare gli impatti associati, ad esempio nei confronti della componente "paesaggio", a ciascuna delle alternative d'intervento considerate. E così' via per le restanti componenti.

*F. La "somma" finale degli impatti associati a ciascuna alternativa attraverso distinte serie di "pesi".*

A detti "pesi" è affidato il compito di rappresentare l'importanza che, nel contesto più ampio delle economie decisionali, ciascun soggetto chiamato ad esprimersi nei confronti della scelta finale, vorrà attribuire a ciascuna delle componenti ambientali considerate. Potranno pertanto, di volta in volta, ad esempio, essere privilegiate le scelte tendenti a tutelare le preesistenze paesaggistiche piuttosto che le preesistenze antropiche (o viceversa).

La conclusione dello studio non consisterà quindi solo nella individuazione della alternativa più conveniente (o di una "graduatoria ambientale" delle alternative) bensì nella messa a punto di uno strumento in grado di rendere trasparenti i motivi che potranno giustificare le scelte operate da ciascun decisore.

E' doveroso sottolineare, concludendo queste brevi note, che i risultati espressi dal metodo hanno valore solo in quanto "orientativi" circa le distinte peculiarità che caratterizzano le varie alternative sotto il profilo degli impatti ambientali.

In altre parole, i valori numerici dei parametri che distinguono dette alternative non vanno utilizzati in senso "matematico" (e quindi sommati o sottratti reciprocamente) bensì solo come "indicazioni di importanza relativa" ai fini di un migliore orientamento delle scelte.

Scelte che, ovviamente, non scaturiranno dalla sola considerazione dei raffronti parametrici illustrati dal presente studio.

Nel proseguo si illustrano con maggior dettaglio gli aspetti operativi della metodologia sopra citata.

### Approccio mediante indicatori

L'approccio metodologico utilizzato per la valutazione degli impatti associati ai diversi interventi esaminati permetterà di offrire concreti elementi di riferimento (nella fattispecie parametri numerici) per il confronto delle alternative in oggetto relative ai sistemi idrici della Sardegna presi in esame.

Il metodo, denominato nella presente trattazione "metodo degli indicatori ambientali", si basa sulla individuazione di grandezze fisiche, esprimibili in forma parametrica, in grado di rappresentare significativamente alcuni aspetti relativi agli impatti esercitati sul territorio dalle varie alternative.

I parametri che verranno elaborati non costituiscono di fatto dei veri e propri "indicatori ambientali" nel senso stretto del termine in quanto non sono finalizzati esclusivamente alla rappresentazione dello stato delle varie componenti ambientali esaminate.

Essi sono finalizzati alla descrizione di alcuni aspetti dei potenziali impatti determinabili, in seguito alla realizzazione delle alternative esaminate, a carico delle componenti ambientali nel territorio interferito dall'intervento.

Questi parametri potranno pertanto comprendere ad esempio anche elementi descrittivi delle caratteristiche del progetto, ove queste risultino significative ai fini della rappresentazione comparativa degli impatti determinati dalle varie alternative.

Detto metodo, pur non risultando esaustivo nella misura delle sensibilità ambientali, è peraltro in grado di rendere più precise (grazie alla introduzione di parametri numerici facilmente verificabili) le operazioni di confronto quantitativo tra gli impatti.

L'atlante degli indicatori così allestito è volto a rappresentare i più significativi impatti derivanti, a questa scala di piano, dalla realizzazione e dall'esercizio dei sistemi idrici in oggetto.

Il quadro riepilogativo degli indicatori elaborati, comprensivo dei due indicatori non ambientali, è illustrato nel prospetto seguente.

<i>COMPONENTE</i>	<i>N. INDICATORI</i>
1 Atmosfera e clima;	1
2 Ambiente idrico;	3
3 Suolo e sottosuolo;	5
4 Vegetazione, flora e fauna; Ecosistemi;	4
5 Paesaggio;	3
6 Economia;	1
7 Progettuale (surplus idrico)	1

per un totale di n. 18 indicatori di seguito esplicitati.

<b>INDICATORE</b>	<b>CODICE</b>
Superficie del serbatoio al massimo invaso di piena	101
Modifica regime dei deflussi	201
Interferenze con aree umide interne e marine	202
Rischio di eutrofizzazione	203
Materiali per la realizzazione degli sbarramenti	301
Sviluppo condotte	302
Perdita di risorse pedologiche	303
Perdita di aree caratterizzate da elementi di interesse morfologico	304
Perdita di aree caratterizzate da elementi di interesse naturale	305
Interferenza parchi nazionali	401
Interferenza con aree protette regionali	402
Interferenza con aree SIC	403
Interferenza con aree ZPS	404
Ambiti di conservazione integrale	501
Ambiti di tutela PTP 2a e 2b	502
Emergenze archeologiche sommerse	503
VAN (Valore attuale netto)	601
Volume di risorsa idrica disponibile per altri sistemi (delta idrico)	701

NOTA: l'efficienza energetica delle soluzioni di piano, aspetto importante anche sotto il profilo ambientale soprattutto in considerazione dei non trascurabili valori dei consumi energetici previsti, è rappresentata attraverso l'indicatore economico adottato (VAN).

### Metodo di confronto

Gli indicatori individuati ed utilizzati saranno sottoposti ad opportune "pesature":

- per il proporzionamento, all'interno di ogni "set" di indicatori allestito, del peso relativo dei vari parametri fisici, chimici o biologici assunti a base per la caratterizzazione delle componenti ambientali e/o degli effetti determinati dal progetto;
- per la trasformazione degli indicatori (generalmente espressi in unità di misura o in valutazioni percentuali) in valori parametrici adimensionali in grado di rappresentare omogeneamente gli effetti sulle varie componenti ambientali determinati dalle varie alternative di progetto.

Quest'ultima fase corrisponde alla individuazione delle "funzioni di utilità" utilizzate nell'ambito della analisi multicriteri.

#### *Matrici iniziali di calcolo degli indicatori*

Una volta individuati i diversi indicatori per le distinte componenti ambientali, si procede al riempimento di apposite matrici costruite mediante il foglio elettronico EXCEL, strumento utilizzato per effettuare l'analisi multicriteri insieme al software VISPA

Le matrici iniziali di calcolo degli indicatori vengono riportate nell'appendice 1 dell'elaborato 6.3.3.

#### *Aggregazione degli indicatori – Matrice di valutazione*

La fase successiva ha portato all'aggregazione dei punteggi degli indicatori già ricavati per le diverse alternative all'interno di ogni sistema idrico in studio.

Tale aggregazione è stata realizzata per ogni sistema idrico attraverso una nuova matrice (denominata matrice di valutazione), riportando sulle righe gli indicatori considerati e sulle colonne le alternative previste: all'interno di ogni cella sarà riportato il valore complessivo dell'indicatore per una determinata alternativa dedotto dall'ultima riga (punteggio alternative) delle matrici iniziali.

Questa matrice di valutazione costituisce la matrice descrittiva delle soluzioni alternative in esame per ogni sistema idrico e i dati di input propedeutici al passaggio delle elaborazioni nel software VISPA.

Vedi appendice 2 elaborato 6.3.3: matrici di valutazione.

#### *Normalizzazione mediante funzioni di utilità*

All'interno di VISPA si procederà, una volta importati i valori finali rappresentativi delle alternative (dalla matrice di valutazione), all'applicazione delle diverse "funzioni di utilità" ai diversi indicatori delle alternative.

La metodologia adottata prevede che vengano definite per ogni indicatore delle funzioni di utilità che, oltre a stabilire il livello di impatto dei valori, rendano confrontabili i diversi indicatori, espressi come grandezze del tutto diverse tra loro, trasformando i singoli valori in valori di utilità "normalizzati" tra 0 ed 1, dove uno rappresenta il massimo livello di impatto e 0 la situazione di sostanziale indifferenza.

In tal modo si trasformeranno tutti gli indicatori in esame in **valori dimensionali compresi tra 0 ed 1 esprimenti il grado di disutilità ambientale** di ogni alternativa rispetto a quell'indicatore.

#### *Aggregazione degli indicatori*

La successiva operazione consiste nella aggregazione delle righe delle diverse componenti, riducendo in tal modo le righe della matrice.

Le aggregazioni parziali degli indicatori hanno lo scopo di ottenere un numero minore di parametri, rappresentativi delle componenti ambientali in esame e di attribuire, in definitiva, un solo valore di disutilità per ogni componente ambientale studiata.

Per tutte le componenti ambientali sarà creata in tal modo una sola riga.

Per gli indicatori relativi all'atmosfera, alla socioeconomia (VAN) ed al delta idrico quest'operazione non è necessaria.

Pertanto da una matrice costituita da 18 righe (gli indicatori utilizzati), si passa ad una matrice costituita da 7 righe (5 righe relative agli indicatori ambientali, una relativa all'economia ed una relativa al surplus idrico).

L'aggregazione delle righe seguirà delle logiche definite di volta in volta in base al parametro in esame e terrà conto, in base al contesto territoriale in esame, del reciproco "peso" dei vari indicatori all'interno di ogni componente.

L'applicazione di coefficienti tecnici di aggregazione la cui somma per componente fosse sempre uguale ad 1, consentirà pertanto di rendere confrontabili gli impatti a carico delle diverse componenti ambientali, caratterizzate da un numero variabile di indicatori, e permetterà di creare dei rapporti di influenza dei diversi indicatori in una forma "contestualizzata" con l'ambiente allo studio.

#### *Equilibratura delle componenti*

La valutazione comparata delle alternative mediante un set di indicatori organizzato secondo n. 5 indicatori dedicati alle componenti ambientali "classiche" (atmosfera, ambiente idrico, suolo, natura e paesaggio), n. 1 indicatore dedicato alla componente economia e n. 1 indicatore dedicato all'efficacia del progetto in termini di surplus idrico a favore dei sistemi circostanti non risulta ancora equilibrata; sarà perciò necessario operare un'ulteriore fase di aggregazione dei n. 5 indicatori ambientali "classici" allo scopo di equilibrare il numero degli indicatori allo studio secondo questo schema:

- N. 1 indicatore aggregato a rappresentare la componente ambientale (riducendo i n. 5 indicatori ambientali ad un solo indicatore)
- N. 1 indicatore a rappresentare la componente economia: VAN
- N. 1 indicatore a rappresentare l'efficienza del progetto: delta idrico.

Quest'operazione sarà condotta mediante un'ulteriore aggregazione delle n. 5 componenti ambientali attraverso l'applicazione di una serie di coefficienti di aggregazione da attribuire alle singole componenti ambientali.

#### Classifica dell'efficienza delle alternative (per obiettivi)

Le matrici descritte, permetteranno mediante attribuzione di specifici vettori di pesi, di allestire separate classificazioni dell'efficacia delle alternative rispetto ai tre obiettivi così riassumibili:

- Obiettivo “ambientale”: minimizzazione degli impatti ambientali
- Obiettivo “economico”: massimizzazione dell'efficacia economica dell'intervento
- Obiettivo denominabile “del surplus idrico”: messa a disposizione di un volume idrico a favore dei sistemi idrici adiacenti.

A questo scopo saranno utilizzate tre distinte serie di pesi, allo scopo di allestire separate classifiche di disutilità relative agli obiettivi soprarichiamati.

Ovviamente, a differenti, ulteriori, assortimenti dei “set di pesi corrisponderanno differenti classifiche di efficienza delle alternative.

La classifica rispetto alla massimizzazione dell'obiettivo ambientale può essere ulteriormente affinata.

Questi differenti gradi di importanza potranno riflettere, ad esempio, i punti di vista di differenti gruppi di opinione.

## **5 GLI STRUMENTI DI GESTIONE DEL PIANO**

Il PSURI dedica l'ultimo volume alla esposizione delle ulteriori attività connesse alla applicazione e ai futuri previsti sviluppi e conseguenti aggiornamenti dello strumento di pianificazione.

Fra queste in particolare vengono evidenziate ed esposte in appositi volumi le seguenti attività principali:

- Le linee guida per la redazione degli studi di fattibilità;
- Le modalità di attuazione delle successive attività di pubblicizzazione del PSURI inserite nel più ampio contesto dello strumento della Valutazione Ambientale Strategica;
- lo studio di un modello di simulazione da applicare alle situazioni di crisi idrica nell'isola;
- i contenuti del sistema informativo territoriale (SIT) predisposto nel PSURI e che dovrà contenere e gestire in modo dinamico i dati di base e i risultati delle decisioni di Piano nella sua successiva fase di gestione.

I singoli argomenti sopra riportati sono trattati nell'apposito volume 7 della documentazione di Piano.