

La valutazione della flessibilità nel servizio idrico integrato: alcuni risultati¹

Chiara D'Alpaos e Michele Moretto

Dipartimento di Scienze Economiche
Università degli Studi di Brescia

I. INTRODUZIONE

La Legge 36/94 segna un momento di svolta nel processo di riorganizzazione del settore idrico in Italia. La Legge, più nota come Legge Galli, propone una netta separazione tra le funzioni di pianificazione e di controllo attribuite dal legislatore all'operatore pubblico (l'Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale, ATO)³, e le funzioni di produzione e gestione intese in senso più stretto, affidate ai nuovi soggetti operanti secondo logiche imprenditoriali, ridefinendo, in tal modo, l'assetto dei servizi idrici locali.

Il soggetto privato acquisisce la titolarità della gestione delle reti e degli impianti nonché dell'erogazione della gamma completa dei servizi all'utenza relativi al ciclo idropotabile (servizio idrico integrato). L'Autorità d'Ambito ha il compito di redigere il Piano d'Ambito che stabilisce su base pluriennale il piano economico-finanziario degli interventi⁴ e di affidare la gestione del servizio idrico integrato ad un unico soggetto, controllando il regolare funzionamento del servizio e l'attuazione del piano degli investimenti stabilito nella convenzione tra ATO e gestore.

In un settore in cui gli investimenti sono altamente irreversibili e il regolatore disciplina l'offerta e il modo in cui essa si deve configurare rispetto al Piano d'Ambito, risulta cruciale il ruolo della flessibilità nell'individuare la dimensione strategica dei progetti di investimento. In un contesto contrattuale differente da quello attualmente in vigore in cui, ferma restando l'obbligatorietà dell'erogazione del servizio idropotabile, il Piano d'Ambito prevedesse una pianificazione per obiettivi, lasciando spazio

¹ I risultati sono tratti dal lavoro "La valutazione della flessibilità nel servizio idrico integrato", in corso di pubblicazione sul fascicolo n. 3 del 2005 della rivista *Economia Pubblica*.

³ L'Ambito Territoriale Ottimale, i cui confini sono stabiliti dalla Regione, individua il territorio entro cui la gestione del servizio viene unificata e, nel linguaggio comune, rappresenta anche l'autorità preposta al governo di tale territorio, costituita dagli Enti Locali riuniti in convenzione o in consorzio.

⁴ Il Piano fissa anche la programmazione temporale degli interventi, definendo i livelli di servizio da raggiungere e l'impegno di spesa indispensabile per garantire il conseguimento dei livelli di servizio programmati (art. II, comma 3°, Legge 36/94). I Piani d'Ambito hanno generalmente durata trentennale.

alla discrezionalità del gestore di decidere se e quando investire⁵, gli stessi progetti (abituamente discriminati sulla base della regola del *NPV*) potrebbero dar luogo a delle flessibilità di tipo economico legate all'uso strategico del momento in cui investire (D'Alpaos, 2003).

Negli ultimi anni, dopo la pubblicazione degli articoli di Brennan e Schwartz (1985), McDonald e Siegel (1985, 1986), Majd e Pindyck (1987) e Paddock *et al.* (1988), si è assistito ad un crescente sviluppo delle applicazioni della teoria delle opzioni reali ai vari settori industriali.

Il presente lavoro costituisce un primo tentativo di applicazione della teoria delle opzioni reali alla valutazione degli investimenti nel settore regolato dei servizi idrici. Lo scopo è quello di mostrare come alcune flessibilità tecniche possano tradursi in flessibilità economiche con una possibile ricaduta in termini di *policy* e di benefici per i consumatori.

2. IL VALORE DELLA FLESSIBILITÀ AD INVESTIRE IN UN PROGETTO DI ACQUEDOTTO

Le tradizionali tecniche di *capital budgeting* come, ad esempio, la regola ampiamente usata del *NPV*, non riflettono il plusvalore derivante dalla possibilità di procrastinare la decisione di investire in un progetto. Il *NPV*, infatti, trascura il costo opportunità di prendere la decisione ora, rinunciando alla possibilità di attendere nuove informazioni sull'evoluzione delle variabili decisionali incerte. Nella gestione del servizio idrico integrato, in cui una sola impresa (il gestore), in virtù della concessione di servizio, può realizzare il progetto di investimento, tale costo opportunità può essere non trascurabile e generare delle significative variazioni nel valore dell'investimento.

L'approccio delle opzioni reali proposto inizialmente da Myers (1977), Kester (1984) e McDonald e Siegel (1986) rappresenta un modo "formale" per misurare la flessibilità, il cui valore non è catturato dal *NPV*, e di includerla nel modello di valutazione.

La presente applicazione ha la finalità di mostrare, in via esemplificativa, come la flessibilità possa modificare il *NPV* e come la flessibilità stessa possa essere stimata nel caso di un progetto relativo ad un impianto per la produzione di acqua potabile.

2.1. Il caso di un progetto di captazione da campo pozzi

Si supponga che il Piano d'Ambito preveda un investimento in espansione di capacità produttiva per far fronte ad un aumento del fabbisogno del bacino di utenza, derivan-

⁵ Il dibattito tra gli operatori e gli osservatori del settore sembra orientarsi verso la decisione di mettere a base d'asta per la gara di aggiudicazione del servizio, un Piano che contenga una lista di obiettivi e di vincoli e che imponga una quantità minima di prescrizioni tecniche che devono, tuttavia, rispettare le scelte territoriali compiute in sede di Autorità d'Ambito (Muraro, 2002; Bardelli e Muraro, 2003).

te da ipotizzati incrementi demografici o da eventuali variazioni relative alle dotazioni idriche previste per i singoli Comuni dal Piano Strutturale degli Acquedotti.

Per soddisfare le esigenze del Piano, il gestore potrebbe adottare due soluzioni progettuali alternative: 1) acquistare il volume X necessario per soddisfare l'aumentato fabbisogno idropotabile da un altro gestore (alternativa O); 2) realizzare un nuovo impianto di captazione, ad esempio tramite un campo pozzi, dimensionato sulla base del volume X (alternativa A). Entrambe le alternative potrebbero essere fattibili sul piano sia legislativo che tecnico, in quanto, da un lato, la normativa prevede l'acquisto e la vendita di acqua *inter* e *infra* Ambito regolando il prezzo di vendita della risorsa, e, dall'altro, può essere presente sul territorio dell'Ambito una falda superficiale di buona qualità, in grado di soddisfare il maggiore fabbisogno. Stante le tariffe di scambio fissate dalle Autorità d'Ambito sulla base di criteri equitativi e redistributivi, è lecito supporre che il valore attuale netto atteso dell'alternativa O sia nullo, per cui $NPV_o = 0$

Si vuole ora valutare la flessibilità del gestore ad attendere ad investire nel progetto A , considerando la possibilità di differire l'investimento analogamente ad una *Call Option* di tipo Europeo (McDonald e Siegel, 1986).

Stante tale analogia, il valore attuale dei flussi di cassa attesi rappresenta il valore corrente dell'*asset* e i costi di investimento I^A (irreversibili) rappresentano il prezzo di esercizio dell'opzione.

Assumendo che l'evoluzione nel tempo del flusso di cassa II_t^A sia descritta da un moto browniano geometrico caratterizzato da un rendimento atteso istantaneo $\mu \geq 0$ e da una volatilità istantanea $\sigma > 0$

$$d\Pi_t^A = \mu\Pi_t^A dt + \sigma\Pi_t^A dz_t \quad \Pi_0^A = \Pi^A \quad (1)$$

in cui dz_t rappresenta l'incremento di un processo di Wiener standard⁶ e, linearizzando rispetto alla dimensione X^A , il profitto all'anno t può essere espresso da:

$$\Pi_t^A = R_t^A(1-i)X^A - C_t^A X^A \quad (2)$$

dove R_t^A è il ricavo unitario al generico istante t ; C_t^A sono i costi operativi unitari (gestione e manutenzione) all'istante t ; X^A è la dimensione dell'impianto; i sono le perdite in rete.

Si introducono, inoltre, le seguenti ipotesi semplificative:

- 1) I ricavi coincidono con i ricavi tariffari e la loro struttura è di natura deterministica stante, da un lato, la formulazione della tariffa di riferimento stabilita sulla base

⁶ Tale incremento gode delle seguenti proprietà: $E(dz_t) = 0$ e $E(dz_t^2) = dt$

del “Metodo Tariffario Normalizzato” e, dall’altro, la costanza della domanda che si dimostra essere rigida nel breve periodo.

- 2) I costi operativi (somma dei costi di produzione, manutenzione e gestione)⁷ sono una variabile stocastica descritta da un processo diffusivo geometrico caratterizzato dal tasso di crescita $r-\delta$ ⁸ e dalla volatilità σ (Cox e Ross, 1976; Harrison e Kreps, 1979)⁹:

$$dC_t^A = (r - \delta)C_t^A dt + \sigma C_t^A dz_t$$

- 3) Il tasso di sconto privo di rischio r è una variabile deterministica nota e costante rispetto al tempo.
 4) I ricavi sono scontati al tasso privo di rischio r essendo certa la dimensione dell’utenza (Brennan e Schwartz, 1985).

Il valore di mercato del progetto, la cui vita utile di esercizio è pari a T_u , risulta semplicemente:

$$V^A = E \left[\int_0^{T_u} (e^{-rt} (1-i)R_t^A - e^{-rt} C_t^A) X^A dt \right] \\ = \left[\frac{(1-i)R^A}{r} (1 - e^{-rT_u}) - \frac{C^A}{\delta} (1 - e^{-\delta T_u}) \right] X^A \quad (3)$$

dove $E(\times)$ indica l’operatore di valore atteso calcolato sotto la misura di probabilità aggiustata per il rischio (Cox e Ross, 1976; Harrison e Kreps, 1979)¹⁰.

È ora possibile calcolare il valore dell’opportunità ad investire nel progetto A da parte di un gestore all’istante temporale generico $t < \tau$. Per le assunzioni sopra introdotte tale opportunità è analoga ad una opzione *Call* di tipo Europeo con scadenza fra τ anni e prezzo di esercizio I^A , definita su un *asset* (l’impianto) caratterizzato da un tasso di perdita di valore δ . In altre parole all’istante corrente $t < \tau$ si ha:

⁷ I costi fissi di gestione sono generalmente stimati come percentuale dei costi operativi totali (20-30%) e variano molto a seconda del tipo di gestione e di impresa che gestisce il servizio stesso.

⁸ Il tasso di rendimento del progetto può essere espresso come $\mu - RP = r - \delta$, in cui RP rappresenta il premio per il rischio (derivante da Capital Asset Pricing Model), r il tasso di sconto privo di rischio e δ le perdite di valore.

⁹ È, infatti, possibile sostituire il tasso di crescita corrente μ con il suo equivalente certo $r - \delta$, ottenendo, così, la dinamica dei flussi di cassa in un mondo “artificialmente neutrale” al rischio.

¹⁰ Essendo il valore di mercato V^A un multiplo costante di Π^A , il valore di mercato è descritto da un moto browniano geometrico caratterizzato dagli stessi parametri ($r - \delta$) e σ , che caratterizzano Π^A .

$$F^A(V_t^A, t) = E_t \left\{ e^{-r(\tau-t)} \max(V_\tau^A - I^A, 0) \right\} \quad (4)$$

in cui τ individua il tempo di esercizio dell'opzione e V_t^A è il valore del progetto calcolato all'istante τ .

Applicando una condizione di non arbitraggio, è possibile ottenere il valore attuale netto "esteso", $F^A(V_t^A, t)$, come soluzione della ben nota equazione differenziale alle derivate parziali del secondo ordine risolta da Black e Scholes (1973) e Merton (1973):

$$F^A(V_t^A, t) = e^{-\delta(\tau-t)} \Phi(d_1) V_t^A - e^{-r(\tau-t)} \Phi(d_2) I_A \quad (5)$$

in cui:

$$d_1(V_t^A) = \frac{\ln(V_t^A / I^A) + (r - \delta + \sigma^2 / 2)(\tau - t)}{\sigma \sqrt{\tau - t}}, \quad d_2(V_t^A) = d_1(V_t^A) - \sigma \sqrt{\tau - t}$$

e $\Phi(x)$ è la funzione di ripartizione della distribuzione normale standardizzata.

Da un punto di vista tecnico, l'alternativa A consiste nella realizzazione di un impianto di captazione da campo pozzi costituito da tre pozzi, un impianto di sollevamento, un impianto di trattamento, un impianto di stoccaggio e un impianto elettrico per le apparecchiature installate dotato di quadro di comando con periferiche per il telecontrollo. Facendo riferimento alle tipologie tecniche dei sistemi di acquedotto (Twort *et al.*, 2000), si può ipotizzare che: a) l'impianto di captazione sia costituito da pozzi tubolari terebrati; b) l'impianto di sollevamento consista di due elettropompe sommerse ad asse verticale; c) l'impianto di trattamento includa una vasca di accumulo provvisorio, una vasca di rilancio e una filtrazione su carboni attivi granulari (CAG); d) lo stoccaggio (volume utile pari a 10.000 m^3) abbia luogo in vasche di compensazione e accumulo e necessiti di un certo dosaggio di ipoclorito di sodio (NaClO) o biossido di cloro (ClO₂) per la disinfezione e la clorazione¹¹.

Il progetto ha una vita utile T_u pari a 50 anni e garantisce una produzione idrica di 300 l/s (equivalente a 9.460.800 m^3 /anno), soggetta a perdite in rete i che si attestano intorno al 20-30%. I costi di costruzione dell'impianto sono supposti costanti rispetto al tempo e sono articolati come illustrato nella Tabella 1:

¹¹ Il prelievo da falda consente l'approvvigionamento di acqua di buona qualità, che non necessita, quindi, di particolari processi di potabilizzazione per rispettare gli *standard* di qualità fissati dalla normativa per il consumo idropotabile.

¹² Prestazioni di manodopera, noli, fornitura di materiali per risolvere aspetti di dettaglio difficilmente quantificabili.

Impianto di captazione da pozzo (n. 3 pozzi)	
Impianto di sollevamento	
Impianto di trattamento	
Impianto di stoccaggio (10.000 m ³)	
Impianto elettrico	
Lavori di difficile valutazione ¹²	
Totale	3.500.000 euro

Tabella 1: Costi di costruzione dell'impianto *A*

I costi, i ricavi e le altre variabili stimati con riferimento all'attualità avvalendosi della collaborazione di progettisti ed esperti del settore. I dati relativi alle ipotesi assunte sono riportati in Tabella 2.

X^A (m ³ /s)	0,300
I^A (euro)	3.500.000
T_u (anni)	50
C^A (euro/m ³) [*]	0,13
R^A (euro/m ³) ^{**}	0,30
i	20%
	30%
δ	1%
	2%
	3%
	4%
r^{***}	5%
σ^{****}	30%
	40%

Tabella 2: Dati tecnici ed economici relativi all'impianto *A*.

- * I progettisti e gli esperti del settore interpellati sono concordi nello stimare i costi operativi per tale tipologia di impianto mediamente pari a 0,13 euro/m³. La media è calcolata su una distribuzione.
- ** Il ricavo unitario medio è stato determinato a partire da una distribuzione stimata sulla base della tariffa media per il servizio di fornitura dell'acqua potabile.
- *** Il tasso privo di rischio corrisponde al rendimento effettivo (depurato dell'inflazione) di un titolo di Stato italiano a reddito fisso di durata pari alla vita utile del progetto.
- **** La varianza è stata stimata sulla base di indagini statistiche condotte su progetti analoghi realizzati nel passato, dei quali è nota la sequenza dei costi operativi durante la vita utile. Il risultato di queste elaborazioni è stato, inoltre, avvalorato da un'analisi di scenario, associando all'effettivo occorrere di ogni scenario una distribuzione di probabilità e determinando i relativi costi.

Nel caso in cui il gestore possa decidere se intraprendere o meno il progetto di investimento dopo $\tau=3, 5, 10$ anni, il valore attuale netto esteso del progetto può essere calcolato facendo uso della (5). I risultati sono riportati rispettivamente nelle Tabelle 3 e 4. In primo luogo si nota che il valore della flessibilità a differire l'investimento (differenza fra il valore attuale netto "esteso" e il NPV) diminuisce all'aumentare sia del tempo di esercizio dell'opzione sia del valore di δ . Inoltre un progetto il cui NPV risulta essere negativo potrebbe avere un valore attuale netto positivo in futuro, come nel caso di riferimento in cui le perdite in rete i sono pari al 20%, $\sigma=40\%$, il valore attuale netto è pari a $NPV=-700$ migliaia di euro e il valore attuale netto "esteso", per $\tau=10$ anni, è pari a 1.100 migliaia di euro. L'introduzione della flessibilità amplia, di fatto, lo spazio delle alternative progettuali, in quanto un progetto il cui valore attuale netto fosse negativo andrebbe scartato a priori nell'ottica della visione *last chance* tipica della regola del NPV . Il valore attuale netto esteso per $\delta=3\%$, $i=30\%$ e $\sigma=30\%$, 40% è superiore al NPV e risulta, quindi, conveniente procrastinare la decisione di investimento, viceversa nel caso in cui, *ceteris paribus*, $\delta=2\%$. Nel caso in cui $\delta=2\%$, $i=30\%$ e $\sigma=30\%$, 40% il NPV è talmente negativo da non risultare mai conveniente attendere ad investire. Assumendo $\delta=4\%$ non c'è mai convenienza ad attendere, poiché le perdite di valore sono troppo alte.

Nella rimanente parte della casistica, il valore dell'opzione non è mai sufficientemente elevato da rendere conveniente l'attesa ad investire e la decisione ottimale è quindi quella di intraprendere la realizzazione del progetto immediatamente.

Il confronto fra le due tabelle, infine, evidenzia come all'aumentare della volatilità σ aumenta il valore attuale netto "esteso" del progetto e, quindi, il valore dell'opzione a differire la decisione.

La letteratura che calcola il valore attuale netto esteso per progetti di investimento in settori regolati, trascura il fatto che la concessione di servizio decorre a partire dal momento in cui il gestore vince la gara per l'affidamento e non dal momento in cui decide di investire. In tal modo si ha una sovrastima del valore corrente dell'*asset*, con una conseguente distorsione del valore d'opzione.

Nell'esempio proposto si è ipotizzato che l'impresa affidataria delle gestione possa sfruttare i profitti comandati dal progetto per l'intera sua vita utile, una volta che il progetto sia stato realizzato. In realtà i contratti di concessione hanno durata trentennale e il calcolo del valore attuale dell'*asset* deve fare riferimento alla vita di esercizio dell'impianto (vita economica, $T_c=30$ anni) anziché alla vita utile dello stesso (vita tecnica, $T_u=50$ anni). Conseguentemente, esercitando la propria opzione a differire l'investimento, il gestore riduce l'arco temporale all'interno del quale l'impresa può trarre profitto dalla gestione dell'impianto, diminuendo il flusso dei ricavi attesi. Alla luce di tali considerazioni il valore attuale del progetto dovrebbe includere il valore residuo ed essere pari a:

$$\begin{aligned}
 V^A(\Pi^A) &= E \left\{ \int_0^{T_c-\tau} (e^{-rt} \Pi_t^A + e^{-r(T_c-\tau)} S) dt \right\} \equiv \\
 &\equiv \frac{\Pi^A(X^A)}{\delta} (1 - e^{-\delta(T_c-\tau)}) + I^A e^{-(r+\frac{\delta}{\tau})(T_c-\tau)}
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

		τ							
		NPV^A				F^A			
		0		3		5		10	
		i=20%	i=30%	i=20%	i=30%	i=20%	i=30%	i=20%	i=30%
δ	2%	-700	-5.900	400	-	600	-	900	-
	3%	6.300	1.100	6.000	1.500	5.800	1.600	5.300	1.800
	4%	11.600	6.400	10.400	5.800	9.600	5.400	8.100	4.700

Tabella 3: Valore attuale netto e valore attuale netto “esteso” per diversi tempi di maturità e volatilità pari al 30% (in migliaia di euro)

		τ							
		NPV^A				F^A			
		0		3		5		10	
		i=20%	i=30%	i=20%	i=30%	i=20%	i=30%	i=20%	i=30%
δ	2%	-700	-5.900	600	-	800	-	1.100	-
	3%	6.300	1.100	6.100	1.700	5.900	1.900	5.500	2.000
	4%	11.600	6.400	10.500	5.900	9.700	5.600	8.300	5.000

Tabella 4: Valore attuale netto e valore attuale netto “esteso” per diversi tempi di maturità e volatilità pari al 40% (in migliaia di euro)

in cui il valore residuo S è dato da:

$$S = I^A e^{-\xi(T_c - \tau)/\tau}$$

e ξ rappresenta il tasso di deprezzamento.

Poiché la formulazione della tariffa di riferimento imputa tra le voci di costo la componente relativa all’ammortamento del capitale viene introdotta l’ulteriore ipotesi semplificativa secondo cui il valore residuo delle infrastrutture e degli impianti allo scadere della concessione è nullo¹³.

Il valore attuale del progetto risulta quindi:

¹³ L’assunzione risulta essere ragionevole in quanto si suppone che la legge di deprezzamento del capitale sia di tipo iperbolico e che il tasso di deprezzamento sia sostanzialmente elevato, crescendo i costi di manutenzione in maniera più che proporzionale rispetto al tempo (Mauer e Ott, 1995). Va, tuttavia, rilevato che l’eventuale introduzione di un valore di recupero nel calcolo del valore attuale netto e del valore attuale netto “esteso” non modificherebbe la sostanza dei risultati che forniscono, sotto tali ipotesi, una stima prudenziale del valore della flessibilità.

$$V^A = E \left[\int_0^{T_c - \tau} e^{-rt} [(1-i)R_t^A - C_t^A] X^A dt \right] =$$

$$= \left[\frac{(1-i)R^A}{r} (1 - e^{-r(T_c - \tau)}) - \frac{C^A}{\delta} (1 - e^{-\delta(T_c - \tau)}) \right] X^A$$

mentre la formula per il calcolo del valore attuale netto “esteso” rimane invariata.

Dai risultati delle simulazioni effettuate per $\sigma=30\%$ e $\sigma=40\%$, ipotizzando perdite in rete del 20% (illustrate rispettivamente nelle Figure 1 e 2), si evince che, *ceteris paribus*, il valore della flessibilità ad attendere ad investire aumenta all’aumentare della volatilità. Come era già stato riscontrato in precedenza il valore dell’opzione ad attendere diminuisce all’aumentare di δ . Vale la pena porre in evidenza che per $\tau=0$ il valore attuale netto “esteso”, F^A , e il valore attuale netto, NPV^A , coincidono, ma in particolare per $\tau=30$, ossia allo scadere della concessione di servizio, il valore attuale netto “esteso” risulta essere nullo, essendo nullo il valore corrente dell’asset.

Il valore dell’opzione a differire l’investimento rappresenta il costo opportunità dell’attesa ad investire (Figure 3 e 4).

A titolo esemplificativo, si consideri lo scenario in cui $\sigma=30\%$, $\delta=2\%$ e il valore attuale netto del progetto è $NPV^A=4.000.000$ euro. Il valore dell’opportunità a realizzare l’investimento, facilmente determinabile a partire dalla Figura 1, è massimo in corrispondenza di $\tau=9$ e vale all’incirca $F^A=4.970.000$ euro. Ciò significa che per il gestore il costo opportunità di attendere ad investire dopo 9 anni dall’inizio della concessione di servizio ammonta a 970.000 euro. Il valore attuale netto “reale”, infatti, nell’ipotesi di investire immediatamente è $NPV^A - F^A = 4.000.000 - 4.970.000 = -970.000$ euro. Pertanto, il NPV^A di intraprendere l’investimento oggi, se tenesse conto del costo opportunità di tale decisione, sarebbe negativo.

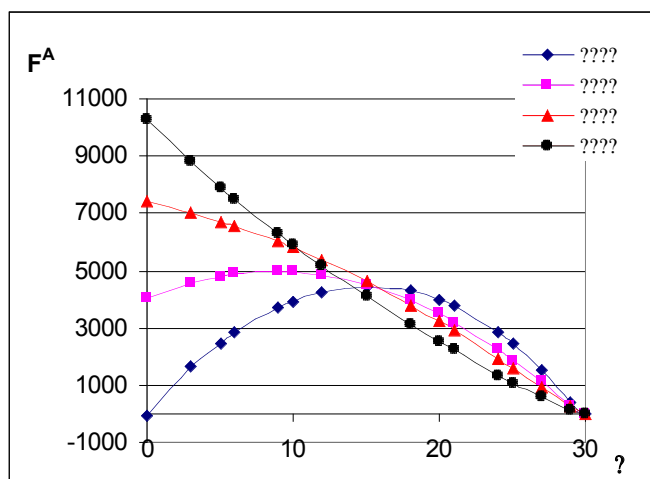


Figura 1: Valore attuale netto esteso per $\sigma=30\%$ e perdite in rete $i=20\%$ (in migliaia di euro)

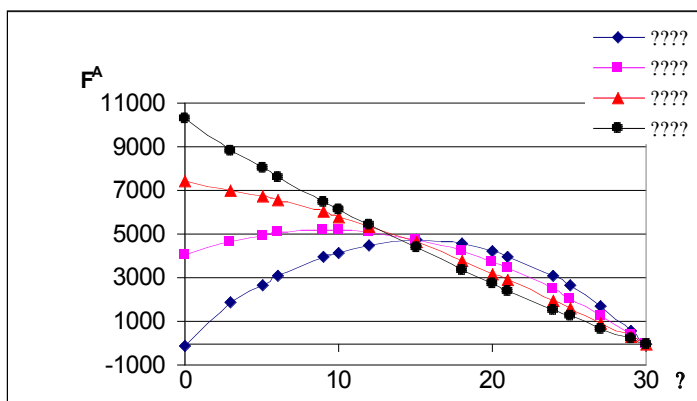


Figura 2: Valore attuale netto esteso per $\sigma=40\%$ e perdite in rete $i=20\%$ (in migliaia di euro)

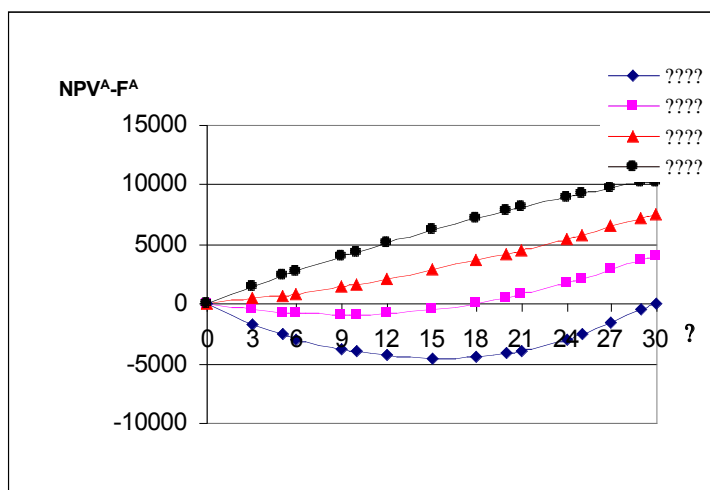


Figura 3: Costo opportunità del differimento dell'investimento per $\sigma=30\%$ e perdite in rete $i=20\%$ (in migliaia di euro)

I risultati ottenuti dallo studio della flessibilità potrebbero avere interessanti ricadute in termini di *policy* e di benefici per i consumatori. A fronte dell'addizionale entrata patrimoniale che il gestore potrebbe garantirsi avendo la facoltà di scegliere se e quando investire, l'Autorità d'Ambito potrebbe stabilire di porre a base della eventuale gara per l'affidamento una tariffa di riferimento inferiore, con una conseguente riduzione della tariffa per l'utenza. In alternativa potrebbe introdurre la corresponsione di un canone di concessione per l'utilizzo delle reti che rimangono di proprietà pubblica.

Per $\delta=1\%$ e $\delta=2\%$ il valore della flessibilità è massimo rispettivamente per $\tau=15$ anni e $\tau=9$ anni (vedi Figura 1) e le riduzioni tariffarie che si potrebbero avere in cor-

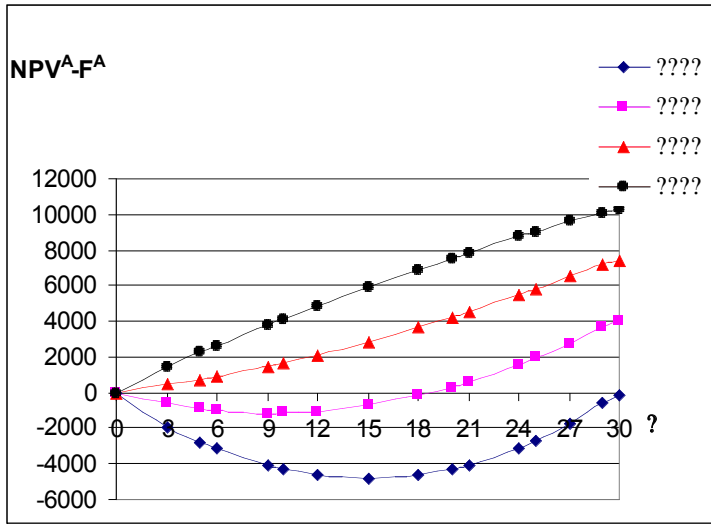


Figura 4: Costo opportunità del differimento dell'investimento per $\sigma=40\%$ e perdite in rete $i=20\%$ (in migliaia di euro)

rispondenza di tali valori sono riportate in Tabella 5 per il caso di riferimento in cui $i=20\%$ e $\sigma=30\%$ ¹⁴.

	$\tau_{\max F}$	ΔR
$\delta=1\%$	15 anni	28%
$\delta=2\%$	9 anni	4%

Tabella 5: Riduzioni tariffarie massime per $\sigma=30\%$

I risultati, inoltre, potrebbero fornire utili indicazioni all'operatore pubblico sia per fissare la massima tariffa di riferimento da porre a base d'asta nel caso di aggiudicazione mediante gara, sia per determinare il margine di negoziazione nel caso di affidamento diretto.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il lavoro propone uno strumento di analisi dinamica degli investimenti nel settore idropotabile in grado di rendere esplicita la dimensione strategica dei progetti

¹⁴ Poiché per $\delta=1\%$ il NPV^A risulta essere negativo, il calcolo della riduzione tariffaria è stato effettuato assumendo un valore attuale netto di riferimento pari a zero.

di investimento in espansione di capacità produttiva. In un contesto contrattuale in cui, ferma restando l'obbligatorietà dell'erogazione del servizio idropotabile, il Piano d'Ambito preveda una pianificazione per obiettivi, la possibilità di procrastinare l'investimento, differendo l'esecuzione di un progetto i cui costi siano aleatori fino a quando parte dell'incertezza non sia risolta, ha un costo opportunità che non viene catturato dalle tradizionali tecniche di *capital budgeting*.

Il lavoro mostra come, dall'interpretazione in chiave dinamica delle flessibilità tecniche insite in tale tipologia di progetti, possano emergere delle flessibilità di natura economica, aventi delle ricadute in termini di *policy* e di benefici per i consumatori non trascurabili.

L'Autorità d'Ambito, a fronte dell'addizionale entrata patrimoniale che il gestore potrebbe garantirsi avendo la facoltà di scegliere se e quando investire, potrebbe, infatti, stabilire di porre a base d'asta una tariffa di riferimento inferiore, con una conseguente riduzione della tariffa per l'utenza. In alternativa l'operatore pubblico potrebbe imporre all'affidatario della gestione la corresponsione di un adeguato canone di concessione per l'utilizzo delle reti che, secondo la normativa, rimangono di proprietà pubblica.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Bardelli, L., e G. Muraro, (2003), "L'offerta e la regolamentazione dei servizi idrici", in Muraro G., e P. Valbonesi (a cura di), *I servizi idrici tra mercato e regole*, Carocci Editore, Roma, pp. 347-383.
- Black, F., e M. Scholes, (1973), "The pricing of option and corporate liabilities", *Journal of Political Economy*, 81, pp. 637-659.
- Brennan, M.J., e E.S. Schwartz, (1985), "Evaluating Natural Resource Investments", *The Journal of Business*, 58, 2, pp. 137-157.
- Cox, J.C., e S.A. Ross, (1976), "The Valuation of Options for Alternative Stochastic Process", *Journal of Financial Economics*, 3, pp. 145-166.
- D'Alpaos, C., (2003), *Teoria delle opzioni reali e valutazione degli investimenti: il caso del servizio idrico integrato*, Tesi di Dottorato di Ricerca.
- Kester, W.C., (1984), "Today's Option for Tomorrow's Growth", *Harvard Business Review*, 62, 2, pp. 153-160.
- Harrison, J.M., e D.M Kreps (1979), "Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets", *Journal of Economic Theory*, 2, pp. 381-420.
- Majd, S., e R.S. Pindyck, (1987), "Time to Build, Option Value, and Investment Decisions", *Journal of Financial Economics*, 19 (marzo), pp. 7-27.
- Mauer, D.C., e S.H. Ott, (1995), "Investment under Uncertainty: The Case of Replacement Investment Decisions", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 30, 4, pp.581-605.
- McDonald, R., e D.R. Siegel, (1985), "Investment and the Valuation of Firms When There is an Option to Shut Down", *International Economic Review*, 26, pp. 261-265.

- McDonald, R., e D.R. Siegel, (1986), "The Value of Waiting to Invest", *The Quarterly Journal of Economics*, 101, pp. 707-728.
- Merton, R.C., (1973), "Theory of rational option pricing", *Bell Journal of Economics and Management Science*, 4, 1, pp. 449-470.
- Myers, S.C., (1977), "Determinants of corporate borrowing", *Journal of Financial Economics*, 5, 2, pp.147-176.
- Muraro, G., (2002), "La gara per il servizio idrico integrato. Commento al Regolamento ex art. 20 della L. 36/94", *Il Diritto della Regione*, 4, pp. 705-724.
- Paddock, J.L., D.R. Siegel, e J.L. Smith (1988), "Option Valuation of Claims on Real Assets: The Case of Offshore Petroleum Leases", *The Quarterly Journal of Economics*, 103, pp. 479-508.
- Twort, C., D.D. Ratnayaka e M.J. Brandt, (2000), *Water Supply-Fifth Edition*, Arnold Hodder Headline Group, London.