

## Valutare i rischi della riqualificazione urbanistica e ambientale delle aree industriali dismesse

Marina Bravi, Stefano Rossi, Antonio Talarico<sup>196</sup>

### Introduzione

Non sempre il recupero urbanistico e ambientale di un'area industriale dismessa (*brownfield*) è in grado di garantire un concreto interesse da parte dell'investitore privato, mentre, dal punto di vista della collettività, restano evidenti i benefici connessi alla trasformazione (Alberini *et al.*, 2005)<sup>197</sup>. Tali terreni possono, in effetti, ospitare concentrazioni di rifiuti pericolosi o presentare livelli d'inquinamento profondo dei suoli, mentre la loro bonifica può essere condizionata da lunghi negoziati tra le parti interessate, nonché da elevati costi che possono superare qualsiasi interesse di mercato. Tali situazioni possono bloccare, o rinviare, nel tempo, il processo di riqualificazione, nonostante esso rivesta chiari interessi pubblici riguardanti la salute e il benessere dei cittadini.

Per questi motivi, su questo tema, si è recentemente concentrato l'interesse degli studiosi nell'identificare approcci innovativi, sia nel campo delle tecniche di bonifica, sia in quello proprio dell'analisi degli investimenti immobiliari (Espinoza & Luccioni, 2007; Weber *et al.*, 2008; Shadler *et al.*, 2011), con lo scopo di sostenere la riqualificazione di questi siti strategici (Cheng *et al.*, 2011).

Con il proposito di contribuire efficacemente al dibattito in corso, il contributo è organizzato come segue: dopo una breve introduzione sugli aspetti critici del processo di riqualificazione delle aree dismesse in Italia, si cerca di fornire uno strumento operativo per la verifica della fattibilità di un progetto di recupero di un'area da bonificare, basato sulla Teoria delle Opzioni Reali (TOR). Il fine è rendere competitivo l'investimento privato su queste aree, introducendo flessibilità nel trattamento di due variabili, ritenute strategiche per il successo dell'operazione, ossia i costi di bonifica e quelli di costruzione. In particolare, si cerca di rispondere alle seguenti domande: a) è possibile elaborare degli *stress-test* per riconoscere e quantificare il rischio legato a

---

<sup>196</sup> Gli Autori hanno condiviso la stesura dell'intero lavoro; tuttavia s'intende segnalare che M. Bravi ha curato in particolare il Par. 2, mentre A. Talarico i Par. 1 e 4, mentre S. Rossi ha curato il Par. 3. Introduzione e conclusioni sono stati redatti congiuntamente.

<sup>197</sup> Il problema dei *brownfields* è il risultato di due fattori storici concomitanti: le numerose chiusure o il ridimensionamento delle grandi industrie manifatturiere, iniziato sin dai primi anni '80 in tutta l'Europa occidentale e il successivo imporsi di una legislazione in materia ambientale che identifica le parti responsabili dei costi di bonifica dei siti contaminati.

variazioni, inattese ma probabili, nei costi di bonifica? b) è possibile elaborare una strategia, distribuendo in parte i rischi sulla collettività al fine di mitigare il *downside risk* amplificando nel frattempo l'*upside risk*, con lo scopo di rendere più conveniente il recupero di queste aree, realizzando così un'inversione di tendenza rispetto al consumo di suolo libero e valorizzando l'ambiente urbano?

## **1. Aspetti critici della riqualificazione urbanistica e ambientale delle aree industriali dismesse**

La concezione del rapporto tra pubblico e privato, sotteso all'attuazione degli strumenti urbanistici, è profondamente mutata nel corso del tempo. Appare evidente come la natura di questa relazione abbia influenzato la crescita e la trasformazione delle nostre città, passando da una logica di pubblicizzazione dei costi e privatizzazione dei benefici (Urbani, 2007) a una di maggiore riequilibrio degli interessi in gioco. In particolare, dalla fine degli anni '80, possono essere annoverate, tra le politiche di recupero e riqualificazione delle aree urbane, quelle riguardanti il riuso dei siti industriali dismessi, attuate attraverso il ricorso a programmi complessi. Con questo termine, s'indicano solitamente le molteplici tipologie di programmi introdotti su base comunitaria, nazionale e regionale, che hanno rappresentato una delle maggiori novità nel quadro degli strumenti gestionali per l'attuazione dei piani urbanistici, soprattutto negli anni '90. Questi hanno segnato un cambiamento di ruolo, strategia e modi d'azione da parte dell'ente pubblico nella gestione del processo di sviluppo urbano (Saccomani, 2004). Va inoltre ricordato che il ricorso a questi strumenti ha fornito la possibilità di attuare importanti processi di rigenerazione urbana attraverso la realizzazione di progetti rilevanti, nonostante le scarse risorse a disposizione.

In ogni caso, l'attuazione di un progetto di trasformazione urbana trova sede in un'area che il piano regolatore identifica come 'ambito di trasformazione'. Tali ambiti sono stati, a volte, inseriti all'interno di programmi complessi, mentre, in altri casi, il loro recupero è stato governato attraverso strumenti operativi ordinari, già previsti dal Piano Regolatore Generale<sup>198</sup>. L'esperienza dei programmi di riqualificazione ha quindi rappresentato soltanto uno dei modi in cui l'amministrazione pubblica ha tentato di recuperare un'area urbana degradata, nel tentativo di promuovere la trasformazione, investendo direttamente risorse pubbliche, di provenienza nazionale o comunitaria, in grado di coprire, in parte, oppure completamente, i costi di demolizione e bonifica dei siti interessati dagli interventi.

Se, dal punto di vista pubblico, gli interventi sulle aree dismesse annoverano tra i loro obiettivi il recupero ambientale e urbanistico, in alternativa a progetti di sviluppo che interessano zone non urbanizzate, la valorizzazione dei suoli – resa possibile dalla modifica dello strumento urbanistico che ne regola la trasformazione – ha come obiettivo fondamentale il rendere economicamente fattibile l'intervento per il privato. Il montaggio di un'operazione di sviluppo immobiliare per il recupero di siti urbani dismessi nasce, infatti, dal confronto tra un'ottica pubblica e una privata, che si concretizza solitamente nella definizione di un accordo tra i due attori, a monte o a valle delle prescrizioni urbanistiche imposte dal Piano Regolatore Generale. Tale accordo ruota fondamentalmente attorno ai seguenti aspetti: a) la modifica della

---

<sup>198</sup> L'attuazione degli interventi avviene, di norma, mediante autorizzazione, concessione o concessione convenzionata o attraverso strumento urbanistico esecutivo.

destinazione d'uso e definizione degli indici di edificabilità che regolano la trasformazione; b) la quantificazione delle opere di urbanizzazione delle aree a servizio degli insediamenti realizzati; c) la cessione di aree/opere pubbliche aggiuntive da parte del privato oltre a quelle dovute a copertura degli standard urbanistici.

Tuttavia, in alcuni casi, i modi di trasformazione previsti dal piano regolatore non hanno garantito al privato sufficienti introiti, in termini di redditività dell'investimento e, per questo motivo, si è deciso di non procedere alla realizzazione delle opere. Le motivazioni di questa decisione sono da ricercarsi, ad esempio, nelle mutate condizioni di mercato rispetto a ciò che era stato definito nel progetto preliminare, oppure, semplicemente, negli elevati costi di bonifica che le aree richiedevano per essere rese idonee all'insediamento di nuove funzioni.

Se si concentra poi l'attenzione sui costi di bonifica, occorre segnalare che, dal punto di vista normativo<sup>199</sup>, è stabilito che l'onere spetti al soggetto responsabile della contaminazione<sup>200</sup>, proprietario o meno dell'area inquinata. Occorre però considerare i modi con i quali i costi di bonifica sono stati trattati per la verifica della fattibilità economico-finanziaria di un investimento. Infatti, la quantificazione dei costi di bonifica potrebbe rappresentare un'opportunità, piuttosto che un onere aggiuntivo, se fosse possibile comprenderli tra gli oneri di urbanizzazione<sup>201</sup> e, pertanto, scomutarli.

La bonifica dei suoli interessati dagli interventi di trasformazione urbana si configura dunque come un'operazione complessa, influenzata da alcune variabili, che non è possibile stimare con certezza, quali ad esempio: il costo degli interventi, i tempi di attuazione e la certezza del raggiungimento degli obiettivi del progetto. Considerando l'incertezza che caratterizza tali interventi, sia dal punto di vista dei costi – difficili da stimare a priori – sia da quello dei tempi di realizzazione, legati alle differenti tecniche di recupero ambientale, sarebbe più utile puntare alla definizione

---

<sup>199</sup> L'articolo 242 del D. Lgs 152 del 2006 (Testo Unico dell'Ambiente) stabilisce che *“al verificarsi di un evento che sia potenzialmente in grado di contaminare il sito, il responsabile dell'inquinamento mette in opera entro ventiquattro ore le misure necessarie di prevenzione [...] La medesima procedura si applica all'atto di individuazione di contaminazioni storiche che possano ancora comportare rischi di aggravamento della situazione di contaminazione”*.

<sup>200</sup> Tuttavia l'articolo 250 del Testo Unico dell'ambiente stabilisce che *“qualora i soggetti responsabili della contaminazione non provvedano direttamente [...], le procedure e gli interventi di cui all'articolo 242 sono realizzati d'ufficio dal comune territorialmente competente e, ove questo non provveda, dalla regione [...]”*. In questo caso il pubblico che si sostituisce al privato per l'esecuzione degli interventi di bonifica, come indicato dall'articolo 253 del testo può rivalersi direttamente sull'area bonificata. Nel caso in cui il proprietario dell'area non sia responsabile dell'inquinamento ovvero l'autorità competente giustifica l'impossibilità di accertare l'identità del soggetto responsabile o l'esercizio/infruttuosità di azioni di rivalsa nei suoi confronti, questi può essere tenuto a rimborsare le spese per gli interventi adottati dall'autorità competente soltanto nei limiti del valore di mercato del sito determinato a seguito dell'esecuzione degli interventi medesimi. Invece nel caso in cui il proprietario non responsabile dell'inquinamento abbia spontaneamente provveduto alla bonifica del sito inquinato, ha diritto di rivalersi nei confronti del responsabile dell'inquinamento per le spese sostenute e per l'eventuale maggior danno subito. Inoltre l'art. 253 comma 5 del D. Lgs. 152/2006 indica che può essere previsto un contributo pubblico stabilito entro il limite massimo del cinquanta per cento delle relative spese qualora sussistano preminenti interessi pubblici connessi a esigenze occupazionali o di tutela igienico-sanitaria e ambientale.

<sup>201</sup> Tra l'altro, tale ipotesi sembrerebbe plausibile secondo quanto indicato all'articolo 266, comma 1, del decreto legislativo n. 152 del 2006. In tale normativa, infatti, tra le attrezzature sanitarie, riconosciute tra le opere di urbanizzazione secondaria ai sensi dell'articolo 4, comma 2, lettera g), della legge 29 settembre 1964, n. 847, *“sono ricomprese le opere, le costruzioni e gli impianti destinati [...] alla bonifica di aree inquinate”*.

della dimensione 'ottima' dell'investimento in grado di rendere fattibile, anche dal punto di vista economico, il recupero dell'area. In breve, come si vedrà nei prossimi paragrafi, non è possibile considerare la bonifica e il recupero di un sito contaminato come un evento indipendente dalle decisioni di sviluppo urbanistico che lo interessano, così come occorre considerare il valore dell'area condizionato dalle future ipotesi di sviluppo e dall'incertezza che le contraddistingue.

## **2. Valutare la fattibilità: dall'Analisi dei Flussi di Cassa scontati (AFCs) alla Teoria delle Opzioni Reali (TOR)**

Gli attori privati, coinvolti nell'attuazione dei progetti di riqualificazione urbana, sono rappresentati sostanzialmente dal proprietario fondiario, dal promotore immobiliare e dall'impresa di costruzione. Il comportamento di questi è, di solito, guidato da una logica di tipo 'sequenziale' (Talarico, 2012). In questa direzione, la risorsa suolo edificabile, nel passaggio dalla sua configurazione iniziale – area dismessa – a quella finale – area adatta all'insediamento delle funzioni previste all'interno del progetto – è interessata da una valorizzazione in corrispondenza di ciascun passaggio di proprietà: dal proprietario fondiario al promotore immobiliare e da quest'ultimo al costruttore, sino agli acquirenti finali. Ogni passaggio della proprietà giuridica dovrebbe garantire una giusta remunerazione del capitale di rischio e dei cosiddetti oneri finanziari.

Lo strumento utilizzato tradizionalmente per la valutazione della redditività degli investimenti immobiliari è rappresentato dall'Analisi dei Flussi di Cassa scontati (AFCs), altrimenti conosciuta in Italia come Analisi Costi Ricavi (ACR)<sup>202</sup>. Come risaputo, la fattibilità economico-finanziaria della trasformazione di un'area è verificata se l'investimento genera un rendimento definito come accettabile in rapporto a un tasso di rendimento opportunità (Prizzon, 2001; Ingaramo *et al.*, 2012) che tiene conto, in questo specifico caso, anche della presenza dei costi di bonifica.

Solitamente, per la verifica della fattibilità della trasformazione di un'area urbana dismessa, i costi per il recupero ambientale tendono a essere considerati nell'insieme dei costi da sostenere. Questo metodo di valutazione appare appropriato se, rispetto al valore dell'area, i costi di bonifica hanno un peso marginale, tanto da poter diventare oggetto di contrattazione tra proprietario fondiario e promotore immobiliare. Naturalmente, ciò è pertinente a una situazione ove il proprietario fondiario e il promotore immobiliare non sono lo stesso soggetto, ossia essi sono responsabili, rispettivamente, dei costi di bonifica e dello sviluppo immobiliare. Viceversa, la crescita del peso dei costi di bonifica – non sufficientemente compensata dai ricavi ipotizzati in corrispondenza di determinate destinazioni d'uso – potrebbe non rendere fattibile l'intera operazione. Ci si potrebbe trovare di fronte alla necessità di ripensare l'intera trasformazione urbanistica, nella definizione delle destinazioni d'uso e/o degli indici di edificabilità, oppure di riprogettare l'intervento di bonifica previsto, rendendolo comunque compatibile con le destinazioni d'uso ipotizzate. In

---

<sup>202</sup> Poiché l'AFCs è una tecnica quantitativo-monetaria, non sono presi in considerazione, né eventuali costi-opportunità di progetti alternativi, né aspetti qualitativi non monetizzabili: per misurare queste esternalità si ricorre, come risaputo, ad altri tipi di procedure, quali l'Analisi Costi-Benefici o le tecniche multicriteria.

questi casi, anche la decisione circa l'investimento per la bonifica diventa strategica, al pari della decisione di procedere alla riqualificazione urbanistica del sito.

Quest'ultimo aspetto, se gestito secondo un approccio più flessibile (Luehrman, 1995; 1998a; 1998b; Kodukula & Papudesu, 2006; Bravi, 2013) che tenga conto dell'incertezza come flessibilità implicita nel progetto – Teoria delle Opzioni Reali (TOR)<sup>203</sup> – può aiutare a identificare le fonti di valore e a gestire l'incertezza (Bravi *et al.*, 2014). La formulazione matematica per il calcolo del valore di opzione, associato alla decisione strategica della riqualificazione ambientale, propedeutica a quella dello sviluppo urbanistico, si sostanzia nella nota formula di *Black & Scholes*<sup>204</sup>. Il linguaggio di tale formulazione è piuttosto complesso e la sua argomentazione esula dagli obiettivi di questo studio, ma il calcolo del valore di opzione ( $C$ ), cui si perviene dall'applicazione della sopracitata formula, è frutto di una serie di parametri di input che assumono precisi significati. Più nello specifico, il prezzo di esercizio  $X$  corrisponde al costo da sostenere per la bonifica dei suoli; tale costo potrà essere stimato una volta scelta la tecnica di bonifica che consentirà il recupero delle aree in coerenza con le destinazioni previste dalla trasformazione. Il valore dell'attività sottostante  $S_0$  corrisponde al valore dell'area edificabile pronta a ospitare le nuove destinazioni d'uso, nell'ipotesi che su di essa non debbano essere eseguiti interventi di bonifica; tale valore è espressione del prezzo di vendita che il promotore immobiliare sarà disposto a pagare per acquisire l'area e procedere alla trasformazione. Il prezzo dell'area edificabile potrà essere stimato definendone il valore di trasformazione mediante l'utilizzo dell'AFCs senza considerare i costi della bonifica. La volatilità  $\sigma$  del sottostante si riferisce alla varianza della distribuzione empirica dell'evento e alla misura della deviazione standard. In questo caso il riferimento è al valore delle aree edificabili. Il tasso d'interesse privo di rischio  $r_f$  corrisponde al tasso opportunità di un investimento di pari durata caratterizzato da un profilo di rischio molto basso come, ad esempio, quello dei titoli di Stato italiani. Infine, il tempo di scadenza dell'opzione  $T$  è pari al periodo di tempo entro il quale il promotore immobiliare può decidere di realizzare gli interventi di bonifica per avviare lo sviluppo urbanistico dell'area.

L'applicazione della TOR alla base del presente studio vuole invece proporre una diversa sistematizzazione del processo di verifica della fattibilità di un progetto di sviluppo immobiliare che contempla la preventiva bonifica del suolo per renderlo idoneo all'edificazione. Tale verifica passa attraverso tre fondamentali passaggi che consentono:

---

<sup>203</sup> La teoria delle opzioni reali scaturisce da una riflessione sull'analogia tra beni reali e mercati finanziari, o meglio, dal concetto di interdipendenza e garanzia di un investimento. La teoria delle opzioni finanziarie offre infatti validi spunti per la definizione di un approccio organico alla valutazione degli investimenti in condizioni d'incertezza. A questo proposito, l'approccio delle opzioni reali utilizza gli input e i concetti tipici dei mercati finanziari, ma, mentre le opzioni finanziarie sono specificate dettagliatamente nel contratto, le opzioni reali incorporate in investimenti strategici devono essere individuate e specificate.

<sup>204</sup> L'impianto teorico che sta alla base dell'applicazione della TOR risale ai lavori seminali di Fisher Black, Myron Scholes e Robert Merton (1973) nel campo della teoria finanziaria. La formula di Black&Scholes è la seguente:  $C = S_0N(d_1) - N(d_2)X \exp(-rT)$  ove  $C$  è il valore dell'opzione,  $S_0$  è il valore attuale del sottostante (valore del terreno),  $X$  è il prezzo di esercizio (costo di bonifica),  $r$  è il tasso privo di rischio,  $T$  è il tempo di scadenza dell'opzione,  $d_1 = [\ln(S_0/X) + (r + 0,5\sigma^2)T] / \sigma\sqrt{T}$  e  $d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$ ,  $\sigma$  rappresentano la volatilità annua del sottostante,  $N(d_1)$  e  $N(d_2)$  il valore della distribuzione normale standardizzata di  $d_1$  e  $d_2$ .

- a) di determinare il valore  $S_0$ , il rendimento atteso  $E_{0[r_s]}$  e la deviazione standard  $\sigma_{[r_s]}$  del sottostante – identificato, come già accennato, con il terreno edificabile – verificando l’impatto dei costi di bonifica su tali parametri, noti il rendimento privo di rischio  $r_f$ , il prezzo dell’immobile  $P_{0[V]}$  edificato su tale terreno, i costi necessari per la sua realizzazione  $K$ , il suo rendimento atteso  $E_{0[r_v]}$  e la sua deviazione standard  $\sigma_{[r_v]}$ .
- b) di elaborare, in relazione alle specifiche del progetto, strategie attive attuabili in un’ottica di possibile collaborazione tra ente pubblico e promotore immobiliare, al fine di innescare la fase di bonifica, propedeutica a quella dello sviluppo immobiliare. In particolare, nel caso in cui i costi di bonifica fossero di entità non trascurabile rispetto al valore di mercato dell’area, una volta calcolato il valore di opzione  $S_{0riq}$  per mezzo della formula di *Black & Scholes* e avendo implementato  $S_0$ ,  $\sigma_{[r_s]}$ , il prezzo di esercizio  $X$ , oltre a  $r_f$  e alla scadenza dell’opzione  $T$ , la fattibilità della fase di bonifica sarà verificata tramite il cosiddetto ‘spazio delle opzioni’ (*option space*). Quest’ultimo è una rappresentazione planimetrica costituita da tutti i possibili stati del valore di opzione, tenuto conto dei mutamenti di mercato conseguenti l’approssimarsi della scadenza dell’investimento e di quelli legati alle variazioni della volatilità  $\sigma_{[r_v]}$  – e di riflesso di  $\sigma_{[r_s]}$  – che, modificando dinamicamente tale rappresentazione, condizionano lo stesso valore di opzione;
- c) di aggiungere, a complemento dei principali output, un nuovo strumento informativo, che computa la probabilità di esercizio dell’opzione  $P_e$  utilizzando un metodo alternativo alla formula di *Black & Scholes*, più intuitivo e trasparente, basato sulla simulazione Monte Carlo (Reguzzoni *et al.*, 2011)<sup>205</sup>.

Saranno quindi proposte, come accennato, alcune strategie, d’iniziativa pubblica-privata, che si prefiggono l’obiettivo di contribuire a risolvere l’incertezza legata all’attesa, da parte del promotore stesso, nello sviluppo di un’area industriale dismessa.

### 3. Un’esemplificazione dello sviluppo urbanistico di un’area industriale dismessa

Si consideri il caso di un’area urbana dismessa<sup>206</sup> per la quale lo strumento urbanistico consente la trasformazione, con cambio di destinazione d’uso, da industriale a residenziale – edilizia convenzionata – e per attività di servizio alle persone e alle imprese (ASPI) ai piani terra delle abitazioni. Tale area, sita in Torino, con un’estensione pari a circa 14.177 €/mq. di Superficie Territoriale (ST), costituisce il Sub Comprensorio 3 (*Michelin Nord*), del Comprensorio *Michelin* sul quale, in base alle previsioni del PRiU di ‘Spina 3’<sup>207</sup>, è stato possibile realizzare 35.680 mq. di Superficie

<sup>205</sup> La tecnica di simulazione Monte Carlo, appartenente ai metodi statistici non parametrici; essa consente d’implementare l’incertezza relativa agli elementi sensibili di un’analisi sostituendo i valori puntuali con una distribuzione di probabilità, al fine di produrre migliaia di scenari differenti. In altre parole, cerca di esplorare in modo denso tutto lo spazio dei parametri del fenomeno.

<sup>206</sup> Si tratta dell’area nella quale è stato realizzato uno dei villaggi media previsti per le XXe Olimpiadi Invernali di Torino 2006. I lavori di demolizione e bonifica dei suoli sono iniziati nel luglio 2003, mentre i lavori di realizzazione delle superfici sono iniziati nel novembre dello stesso anno e ultimati a fine 2005.

<sup>207</sup> Tale area è inserita all’interno del Programma di Riqualificazione Urbana (PRiU) Spina 3, comprensorio Michelin Nord. Il PRiU Spina 3 è stato avviato il 30 dicembre 1998 con la

Lorda di Pavimento (SLP), di cui 34.004 mq. di SLP destinati ad edilizia residenziale convenzionata e 1.676 mq. destinati ad ASPI. Per insediare le nuove destinazioni d'uso sono state necessarie operazioni di demolizione e bonifica dei suoli<sup>208</sup>. Il costo di questi interventi stimato, all'anno 2003, è pari a 516.000 €<sup>209</sup>. Sempre in riferimento allo stesso anno, in base all'ipotesi di trasformazione prevista, il valore del terreno è stabilito in 303,97 €/mq. SLP o 765 €/mq. ST. Il valore dell'area ceduta dal proprietario fondiario è quindi complessivamente pari a 10.845.615 €. L'impatto dei costi di bonifica sul valore complessivo dell'area appare dunque trascurabile ed è pari a circa il 5% del valore, tanto da poter assimilare questo caso alle aree che non richiedono interventi di bonifica.

Approfittando di questo esempio concreto e nel caso in cui, valutata la capacità edificatoria dell'area e il conseguente valore di mercato sulla base della destinazione d'uso prevista, l'impatto dei costi di bonifica non fosse poi così marginale, è possibile mostrare, a titolo esemplificativo, altri scenari. Se, ad esempio, per l'area in esame, si fosse stimato un volume di terreno contaminato pari a 100.000 mc.<sup>210</sup> sarebbe stato necessario definire un differente intervento di bonifica, rispetto a quello che ha caratterizzato il caso in esame. In Tabella 1 sono indicati alcuni interventi di bonifica e la relativa stima dei costi compatibili con lo scenario ipotetico.

Sulla base dei costi stimati, la bonifica dell'area tramite l'intervento di escavazione totale e smaltimento dei terreni contaminati presso un impianto esterno non è compatibile con l'ipotesi di trasformazione prevista. Questo perché evidentemente i costi superano notevolmente il valore di mercato dell'area e il proprietario fondiario non sarebbe disposto a cedere il sito bonificato al promotore immobiliare a un prezzo inferiore ai costi di bonifica di sua competenza. Lo stesso vale per il promotore immobiliare che, acquistando l'area da bonificare, non sarebbe disposto ad accollarsi costi di bonifica superiori al valore di mercato finale. Per le altre tipologie d'intervento di bonifica indicate, i costi sono invece compatibili con il valore di mercato stimato.

---

sottoscrizione dell'Accordo di Programma tra il Ministero dei Lavori Pubblici, il Comune di Torino e la Regione Piemonte. In generale tali programmi, finanziati dalla legge 179 del 1992 si propongono di avviare azioni di riqualificazione urbana con la partecipazione di soggetti e risorse pubblici e privati.

<sup>208</sup> Sulla base dei risultati della caratterizzazione del sottosuolo e della qualità della falda superficiale a monte e a valle del sito, sono stati definiti i seguenti interventi di riqualificazione ambientale: bonifica e rimozione di serbatoi interrati nonché delle relative tubazioni di collegamento con gli impianti esistenti e verifica della qualità del terreno al di sotto dei serbatoi, rimozione delle tubazioni interrate a servizio degli impianti, rimozione di manufatti contenenti amianto prima della demolizione dei fabbricati.

<sup>209</sup> Tali costi, sulla base della normativa vigente a carico dell'attuale proprietà, nei fatti, sono stati poi sostenuti dalle imprese di costruzione che hanno acquistato l'area edificabile e realizzato il progetto di trasformazione urbana, sulla base di quanto indicato nei contratti di compravendita delle aree edificabili.

<sup>210</sup> Si tenga conto, ad esempio, di una contaminazione dei terreni fino a 8 – 10 metri di profondità, senza il raggiungimento del livello della falda acquifera superficiale.

**Tabella 1. Stima dei costi di bonifica nell'ipotesi di sito contaminato**

	€/mq. ST	Totale €	€/mq. SLP
Caso studio	35	516.000	15
Capping superficiale su tutta l'area	75	1.063.275	30
Escavazione totale (100.000 mc di terra) e messa in sicurezza in sito dei terreni contaminati	168	2.374.648	67
Escavazione parziale (80.000 mc di terra) e messa in sicurezza in sito dei soli terreni che comportano rischio non accettabile	145	2.055.665	58
Escavazione totale (100.000 mc di terra) e smaltimento dei terreni contaminati presso impianto esterno	1.550	21.974.350	616

Fonte: ns. elaborazione su studio condotto da TRS Servizi e Ambiente, Anno 2009.

### 3.1 Calcolo del valore $S_0$ , del rendimento atteso $E_0[r_s]$ e della deviazione standard $\sigma_{[r_s]}$ del sottostante

Questa prima procedura ha per obiettivo il calcolo del valore del sottostante  $S_0$  e della sua deviazione standard  $\sigma_{[r_s]}$  per un loro eventuale successivo utilizzo, come input, nella formula di *Black & Scholes*. L'applicazione di quest'ultima, nel calcolo del valore di opzione, presuppone la definizione di alcuni parametri utili alla verifica della fattibilità della trasformazione. Tali parametri sono costituiti: a) dal prezzo di cessione delle superfici destinate a edilizia residenziale convenzionata fissato in 2.103 €/mq. di superficie commerciale<sup>211</sup>, il cui valore  $E_0[V_1]$  è stato stimato, con riferimento al giugno 2015, in 74.485.312 €; b) dal prezzo di cessione delle superfici destinate ad ASPI pari a 1.775 €/mq. di superficie commerciale<sup>212</sup>.

Nel dettaglio, l'operazione di sviluppo, della durata di un anno, concerne la costruzione di un fabbricato a uso residenziale-commerciale il cui valore  $E_0[V_1]$  è stato stimato, sulla base dei prezzi di cessione sopra indicati e applicati alle rispettive destinazioni d'uso, con riferimento al giugno 2015, in 74.485.312 €. Inoltre, ai fini dell'applicazione esemplificativa del modello, il valore accertato  $E_0[S_1]$  dell'area ceduta dal proprietario fondiario, sostenuto nell'anno 2003, è stato aggiornato al 2015 ed è ora pari a 13.275.032 €.

Se assumiamo che, in equilibrio di mercato, gli immobili siano scambiati a prezzi che riflettono lo stesso valore, ciò implica che il premio di rischio, sul rendimento atteso per unità d'investimento, debba essere il medesimo, sia per un progetto destinato alla vendita, sia per un immobile posto a reddito. Quella dell'equilibrio tra i mercati concernenti le due tipologie d'investimento è un'ipotesi strutturale 'forte', considerato che il valore di un terreno edificabile è 'derivato', poiché fondato

<sup>211</sup> Il prezzo di cessione è stato stabilito prendendo come riferimento il prezzo di acquisto di alloggi già realizzati come indicato nella delibera di giunta della Regione Piemonte relativa ai limiti massimo di costo per gli interventi di edilizia sociale sovvenzionata; [http://www.regione.piemonte.it/edilizia/limiti\\_prov.htm](http://www.regione.piemonte.it/edilizia/limiti_prov.htm).

<sup>212</sup> Fonte: Osservatorio Mercato Immobiliare dell'Agenzia delle Entrate.

unicamente sul valore dell'immobile edificabile su esso, detratti i costi di realizzazione (Geltner *et al.*, 2007)<sup>213</sup>.

S'ipotizza, quindi, che i terreni edificabili siano perfettamente correlati con i loro sottostanti e che, conseguentemente, se il valore di questi aumenta, il terreno sul quale l'edificio è costruito varrà anch'esso di più. In conformità a questa ipotesi, i costi di realizzazione attesi  $E_0[K_1]$  potranno essere calcolati come differenza tra i ricavi stimati e il prezzo di acquisizione dell'area e ammonteranno a 61.210.180 €.

Il risultato al quale si perviene nel calcolo dei costi può essere interpretato come un 'valore soglia' che, in un orizzonte di medio-lungo periodo, risolve l'equilibrio tra l'*asset market*, che caratterizza gli investimenti immobiliari e il mercato degli investimenti per la produzione di beni immobili.

Considerati il rendimento atteso annuo dei costi di costruzione,  $E_0[r_k]$ , pari allo 0,301%, ossia quello dei Buoni Ordinari del Tesoro (BOT) emessi dallo Stato italiano nel 2014, il rendimento obiettivo atteso annuo dell'investimento  $E_0[r_v]$  tenendo conto della particolare destinazione d'uso – edilizia residenziale convenzionata – e del mix funzionale pari al 4%, si avrà che il reddito operativo netto annuo ritraibile  $E_0[RON_1]$  sarà pari alla moltiplicazione di  $E_0[V_1]$  per il tasso di rendimento atteso, in sintesi 2.979.412 €.

Applicando l'AFCs, per l'immobile a reddito, in equilibrio di mercato, il prezzo di vendita all'attualità  $V_0$  sarà dato da:

$$V_0 = \frac{E_0[V_1] + E_0[RON_1]}{(1 + E_0[r])^1} = €74.485.312$$

Mentre per lo sviluppo immobiliare il prezzo del terreno  $S_0$  sarà:

$$S_0 = \frac{E_0[V_1]}{(1 + E_0[r_v])^1} - \frac{E_0[K_1]}{(1 + E_0[r_k])^1} = €10.593.903$$

poi possibile utilizzare la formula del TIR (Tasso Interno di Rendimento) per determinare il rendimento atteso dell'operazione di sviluppo:

$$S_0 = \frac{E_0[S_1]}{(1 + TIR)^1}$$

$$TIR = E_0[r_s] = 25,31\%$$

Per quanto concerne il calcolo della deviazione standard  $\sigma_{[r_v]}$  del rendimento atteso dell'immobile a reddito, si esegue una simulazione Monte Carlo, con un numero d'iterazioni pari a 1.000 – considerando  $E_0[V_1]$  una variabile casuale con

<sup>213</sup> Occorre comunque evidenziare che il processo di sviluppo immobiliare, che regola la trasformazione delle aree dismesse, ha come protagonisti pochi attori, tra i quali si riconoscono i proprietari delle aree, che operano fondamentalmente in un regime di monopolio, se non altro per i caratteri di non riproducibilità che connotano la risorsa suolo. Il prezzo delle aree edificabili non è, quindi, solo influenzato dalle dinamiche del mercato immobiliare, ma anche da quest'aspetto non secondario, proprio del mercato fondiario.

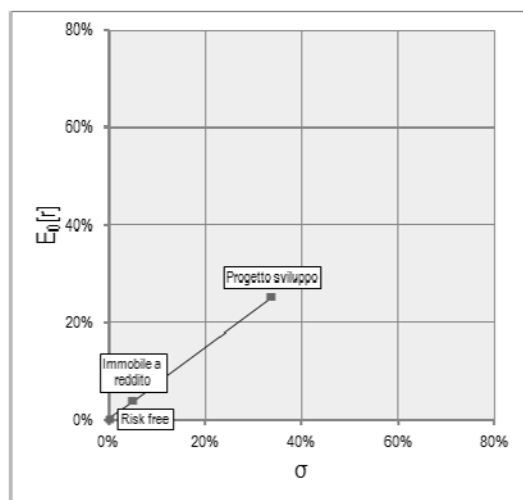
distribuzione normale di media pari a € 74.485.312 e deviazione standard stimata pari al 5% di  $E_0[V_1]$ , con  $V_0$  costante e pari a 74.485.312 € – e si ricava il TIR per ogni iterazione. Dalla simulazione si ottengono quindi 1.000 possibili TIR riguardo al valore assunto ogni volta dalla variabile casuale  $E_0[V_1]$  con media  $E_0[r_v] = 4,04\%$  e deviazione standard  $\sigma_{[r_s]} = 4,99\%$ . Allo stesso tempo, ogni singolo valore di  $E_0[V_1]$  generato dalla simulazione, è inserito anche nella formula del TIR per il progetto di sviluppo. In questo caso, si ricava  $E_0[r_s] = 25,09\%$ , sostanzialmente simile a 25,31%, come sopra determinato, con una deviazione standard di  $\sigma_{[r_s]} = 33,80\%$ , a conferma del fatto che i prezzi dei terreni edificabili scontano un'elevata incertezza connessa all'andamento della domanda e dell'offerta.

A questo punto, è possibile rendere esplicita la relazione rischio-rendimento considerando, per ciascuna tipologia d'investimento, i punti sul piano cartesiano identificati dalle coppie di valori  $E_0[r]-\sigma_{[r]}$  (Fig. 1) e verificare, attraverso le due distribuzioni normali dei rendimenti dell'immobile a reddito e del progetto di sviluppo, il diverso profilo di rischio dei due investimenti (Fig. 2).

Essendo i due *asset* perfettamente correlati, i loro rapporti con il mercato saranno gli stessi e ciò significa che la misura di rischio relativo – ossia il rapporto tra le deviazioni standard  $\sigma_{[r_s]}$  e  $\sigma_{[r_v]}$  – sarà pari al rapporto tra i premi al rischio  $PR_s$  e  $PR_v$  dei due *asset*. In altre parole, il valore del terreno edificabile  $P_0[S]$  si fonda sul principio secondo il quale l'investimento in un immobile a reddito o in uno destinato alla vendita, con un fabbricato identico, devono fornire il medesimo premio di rischio per unità d'investimento. Infatti, in equilibrio di mercato, entrambi forniscono un premio di rischio dello 0,7398% ogni 1%. Se così non fosse, gli investitori tenderebbero a vendere uno dei due *asset* per acquistare l'altro, facendo scendere il prezzo del primo e determinando l'ascesa del prezzo del secondo fin quando il premio di rischio per unità d'investimento non tornasse allo stesso livello per entrambi.

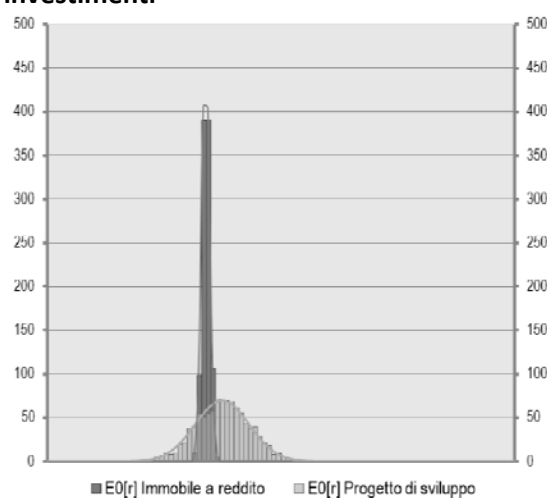
Il prezzo del terreno = € 10.593.903 e la deviazione standard del suo rendimento atteso  $\sigma_{[r_s]} = 33,80\%$  possono essere assunti, nel caso in cui i costi di bonifica fossero significativamente elevati, come dati di input nella formula di *Black & Scholes*.

**Figura 1. Relazione rischio-rendimento**



Fonte: ns. elaborazione

**Figura 2. Profilo di rischio dei due investimenti**



## 3.2 Verifica di fattibilità dell'operazione di sviluppo immobiliare al variare dei costi di bonifica

A questo punto può essere sviluppata un'analisi dello scenario aleatorio che prevede la variazione dei costi di bonifica e una loro differente incidenza sugli output del processo di sviluppo immobiliare. L'obiettivo dell'analisi è quello di mettere in evidenza le possibilità di gestire il rischio dell'operazione con maggiore razionalità, mitigando il *downside risk* e amplificando nel frattempo l'*upside risk*<sup>214</sup>, al fine di rendere più conveniente, in un'ottica di cooperazione pubblico-privato, il recupero di questa tipologia di aree.

### 3.2.1 Valore aggiunto dell'attesa

Occorre premettere che i costi di bonifica dell'area, resi necessari per l'insediamento delle destinazioni d'uso in progetto, sono stati aggiornati al 2015 e sono pari a 632.616 €. L'incidenza di tali costi su quelli di realizzazione calcolati nel paragrafo precedente è di circa l'1,03%. Conteggiando i costi di bonifica tra quelli di realizzazione del progetto, il costo complessivo dell'opera  $E_0[K_1]$  ammonterebbe quindi a 61.842.796 €. In conseguenza di ciò, il prezzo del terreno edificabile  $S_0$  dovrebbe diminuire di pari importo, raggiungendo i 9.963.185 € e determinando un incremento del rischio d'investimento, con un rendimento atteso  $E_0[r_S]$  che sale al 26,89% e una deviazione standard  $\sigma_{[r_S]}$ , anch'essa in crescita, pari al 35,94%.

È da segnalare che, in tal caso, tanto il prezzo, quanto la volatilità del terreno, non cambiano in modo significativo, tenuto conto che tali parametri devono comunque riferirsi a una condizione di mercato ordinaria e, pertanto, anche la bonifica può essere inglobata nell'operazione di sviluppo immobiliare. Le Figure 3 e 4 indicano, rispettivamente, la relazione rischio-rendimento con riferimento ai nuovi valori del terreno edificabile  $E_0[r_S]$  e della volatilità  $\sigma_{[r_S]}$  e, più in generale, il rapporto che lega la volatilità del prezzo del terreno edificabile all'aumento percentuale dei costi di realizzazione del progetto, mostrando quanto la volatilità sia sensibile a piccole variazioni di tali costi.

In una situazione nella quale i costi di bonifica dei suoli non rivestono più un ruolo marginale in rapporto ai costi di realizzazione del progetto – come indicato in precedenza – decidere di posticipare l'investimento, in attesa che le condizioni di mercato migliorino, adottando una strategia del tipo *wait and see*, potrebbe rivelarsi una strategia vincente.

---

<sup>214</sup> Nel campo dell'analisi degli investimenti finanziari, il *downside risk* è una stima della potenzialità di un titolo di subire un calo del proprio valore, se cambiano le condizioni di mercato, facendo riferimento al peggiore tra gli scenari possibili, o a quanto l'investitore rischia 'al limite' di perdere. In tale direzione, alcuni investimenti hanno una quantità limitata di *downside risk*, mentre altri presentano addirittura una quantità infinita. L'*upside risk* si riferisce, specularmente, alla possibilità che un titolo incrementi il suo valore. Tenere conto, separatamente, dell'*upside risk* e del *downside risk* – considerando l'asimmetria dei comportamenti degli agenti economici di fronte ai guadagni e alle perdite – consente di superare l'approccio del Capital Asset Pricing Model, secondo il quale i  $\beta$  'al rialzo' e 'al ribasso' sono, in realtà, la stessa cosa.

Figura 3. Relazione rischio-rendimento

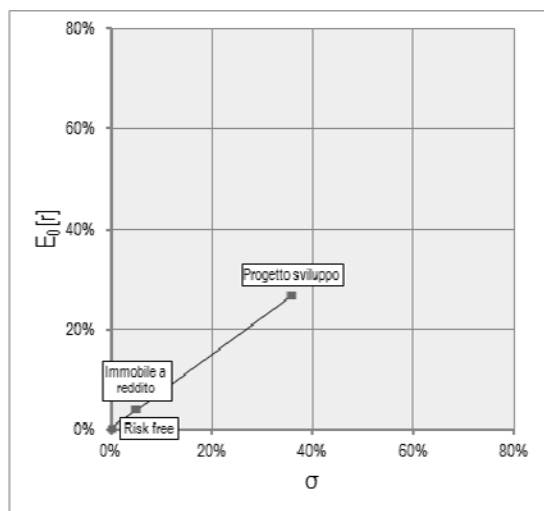
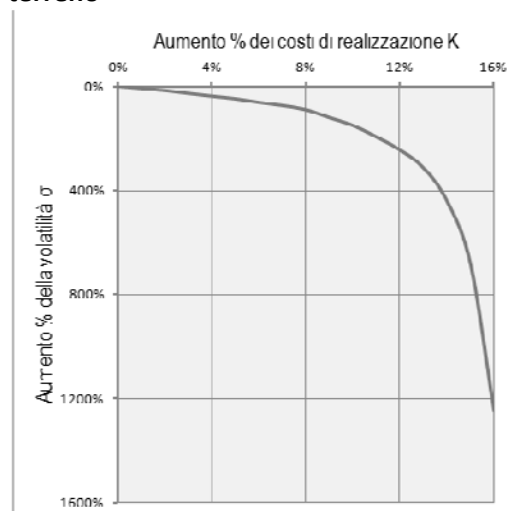


Figura 4. Relazione costi K-volatilità σ del terreno



Fonte: ns. elaborazione

La possibilità, per il promotore immobiliare, di rimandare la decisione d'investimento può, infatti, produrre due distinte fonti di valore aggiunto. In primo luogo, è più conveniente differire i costi, perché questo, a parità di altri fattori, consente di guadagnare il 'valore finanziario del tempo' su tali spese. Una misura di tale valore può essere data dal seguente esempio: se si decide di affidare a una banca una somma di denaro tale da produrre interessi sufficienti a finanziare nel complesso i costi necessari per esercitare l'opzione, tale importo sarà dato dal valore attuale VA del prezzo di esercizio X. Per calcolare VA(X) si dovrà scontare all'attualità il prezzo di esercizio X al tasso d'interesse privo di rischio  $r_f$ <sup>215</sup> e il valore aggiunto sarà pari alla differenza tra X e VA(X).

L'incremento di valore dovuto al fattore tempo può essere misurato in termini di ricchezza monetaria generata adottando la decisione strategica di posticipare l'investimento. Dal punto di vista della TOR, tale incremento di valore viene espresso in termini di Valore Attuale Netto (VAN)<sup>216</sup> cosiddetto 'modificato'. Tale indicatore è calcolato analogamente al VAN e consente di ponderare la valenza strategica delle decisioni d'investimento poiché è in grado di tener conto dell'interazione esistente tra le alternative attuali e le possibili decisioni future. In altre parole, il VAN 'modificato' conteggia in qualche modo l'incremento di valore dovuto al fattore tempo e risulta quindi maggiore del VAN 'statico' poiché, per restare all'esempio di cui sopra, include gli interessi accumulati durante l'attesa<sup>217</sup>. Ai fini della presente trattazione, il VAN

<sup>215</sup> Per completezza la formulazione matematica è la seguente  $VA(X) = \frac{X}{(1 + r_f)^T}$ .

<sup>216</sup> Come risaputo, il VAN è l'indicatore per eccellenza della bontà di un investimento, poiché sottrae a flussi di cassa positivi almeno una posta negativa ed è, al contempo, attuale, poiché riporta il valore dei flussi distribuiti lungo l'orizzonte temporale a un unico istante, ossia quello in corso. Le due regole basilari della decisione d'investimento basata sul VAN sono le seguenti: a) il progetto deve produrre ricchezza e pertanto non si opta mai per un'alternativa che presenti un VAN < 0; b) tra differenti alternative d'investimento, si sceglie quella che massimizza l'ammontare del VAN.

<sup>217</sup> La formula per il calcolo del VAN 'modificato' è la seguente:

‘modificato’ rappresenta il valore dell’opzione  $S_{0,riq}$  che, occorre ricordare, non è nient’altro che l’espressione del prezzo di vendita che il promotore immobiliare sarà disposto a pagare per acquisire l’area da bonificare e procedere alla trasformazione.

Per motivi pratici, è più conveniente convertire tale differenza in quoziente, creando una prima nuova unità di misura utile alla verifica della fattibilità dell’investimento e denominata  $VANq$ <sup>218</sup> – o *value to cost* – proprio perché la relazione tra valore e costo è esplicitata come quoziente. Se il VAN ‘modificato’ è positivo,  $VANq$  sarà maggiore di uno; se il VAN ‘modificato’ è zero,  $VANq$  sarà uguale a uno; se il VAN ‘modificato’ è negativo,  $VANq$  sarà minore di uno.

In secondo luogo, l’attesa può comportare variazioni di valore dell’asset da acquisire che, in caso di congiuntura favorevole, potranno innescare l’esercizio dell’opzione. Tale valore aggiunto non è per niente contemplato nell’AFCs tradizionale e quindi non è misurato in termini di VAN ‘statico’ perché, in questo caso, la decisione non è procrastinabile. Premesso che, ovviamente, sarebbe complicato stimare direttamente il valore aggiunto dovuto alla variazione dell’asset, è tuttavia possibile misurare l’incertezza connessa con tale grandezza, attraverso la deviazione standard, delegando alla formula di *Black & Scholes* il compito di quantificare il valore aggiunto associato. La volatilità cumulata del sottostante sarà quindi data dal prodotto tra la volatilità del rendimento atteso associata al prezzo del terreno edificabile e la radice quadrata del tempo che può essere, a tutti gli effetti, identificata come una seconda nuova unità di misura  $\sigma_{[rs]} * \sqrt{T}$ .

### 3.2.2 Rappresentazione dello spazio delle opzioni

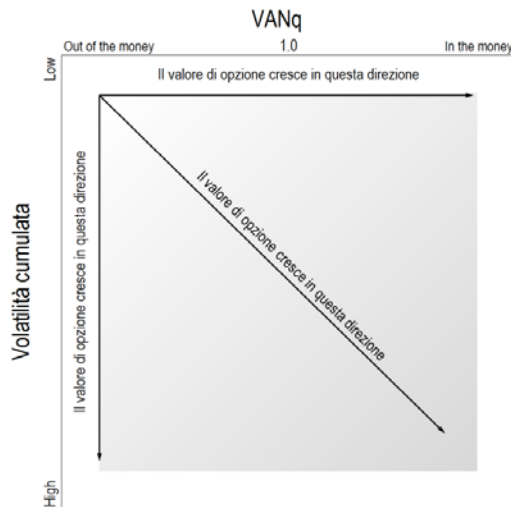
Le due nuove unità di misura  $VANq$  e  $\sigma_{[rs]} * \sqrt{T}$ , contengono tutte le informazioni necessarie per determinare il valore di opzione come una *call option* europea utilizzando la formula di *Black & Scholes*, poiché esse catturano il valore aggiunto relativo al differimento dei costi e all’incertezza di mercato contenendo al loro interno tutte le variabili di *input* richieste. Infatti, nella prima unità di misura sono inglobate quattro delle cinque variabili di input ( $S_0; X; r_f; T$ ) della sopracitata formula, mentre la volatilità cumulata combina la quinta, ossia  $\sigma_{[rs]}$ , con  $T$ . In tal modo, utilizzando due sole variabili in luogo di cinque, è possibile costruire una mappa in una scala di grigi, costituita da tutte le possibili combinazioni delle due unità di misura, contestualizzando quindi il valore di opzione  $S_{0,riq}$  legato al differimento dell’attuazione del progetto di sviluppo immobiliare. Al variare delle due metriche utilizzate, ossia  $VANq$  sull’asse  $x$  e  $\sigma_{[rs]} * \sqrt{T}$  sull’asse  $y$ , si può verificare la fattibilità dell’investimento immobiliare, esaminando quindi la possibilità di intraprendere strategie volte ad aumentarne l’appetibilità.

---


$$VAN \text{ mod ificato} = S_0 - VA(X) = \frac{E_0[S_1]}{(1 + E_0[r_s])^T} - \frac{X}{(1 + r_f)^T}$$

<sup>218</sup> La formula per il calcolo di questa nuova unità di misura è la seguente:  $VANq = \frac{S_0}{VA(X)}$ .

**Figura 5. Definizione dello spazio delle opzioni**



Fonte: ns. elaborazione

**Figura 6. Valore di opzione  $S_{0,riq}$  espresso come % di  $S_0$**

		VANq												
		0	0.70	0.73	0.75	0.78	0.81	0.84	0.88	0.91	0.96	1.00	1.05	1.11
Volatilità cumulata	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.76%	9.52%
	0.04	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.26%	1.65%	5.02%	9.56%
	0.06	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.16%	0.72%	2.38%	5.44%	9.67%
	0.07	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%	0.09%	0.36%	1.15%	2.86%	5.84%	9.84%
	0.08	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.05%	0.20%	0.60%	1.53%	3.34%	6.21%	10.04%	
	0.09	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.04%	0.12%	0.33%	0.84%	1.86%	3.74%	6.56%	10.25%	
	0.10	0.00%	0.00%	0.01%	0.02%	0.07%	0.19%	0.48%	1.08%	2.22%	4.10%	6.87%	10.47%	
	0.11	0.00%	0.01%	0.02%	0.05%	0.12%	0.29%	0.64%	1.32%	2.53%	4.44%	7.16%	10.68%	
	0.12	0.00%	0.01%	0.03%	0.08%	0.18%	0.39%	0.81%	1.56%	2.82%	4.75%	7.45%	10.89%	
	0.12	0.01%	0.02%	0.05%	0.11%	0.24%	0.50%	0.97%	1.79%	3.10%	5.05%	7.71%	11.05%	
	0.13	0.02%	0.03%	0.08%	0.16%	0.32%	0.62%	1.15%	2.02%	3.37%	5.33%	7.97%	11.30%	
	0.14	0.02%	0.05%	0.11%	0.21%	0.40%	0.74%	1.32%	2.24%	3.62%	5.56%	8.22%	11.49%	
	0.14	0.04%	0.07%	0.14%	0.27%	0.49%	0.87%	1.49%	2.45%	3.87%	5.85%	8.45%	11.69%	
	0.15	0.05%	0.10%	0.18%	0.33%	0.58%	1.00%	1.66%	2.66%	4.11%	6.09%	8.68%	11.88%	
	0.15	0.07%	0.13%	0.23%	0.40%	0.68%	1.13%	1.83%	2.87%	4.34%	6.33%	8.90%	12.06%	

Qui di seguito si propongono alcune possibilità di lettura delle Figure 5 e 6. Sull'asse delle x, il VANq cresce da sinistra verso destra: elevati valori di questo indicatore possono dipendere da un alto valore del sottostante  $S_0$  – prezzo del terreno – oppure da  $X$  – costi di bonifica – e quindi  $VA(X)$  bassi<sup>219</sup>. In tal senso, al verificarsi, nell'orizzonte temporale entro cui si decide di differire l'investimento, di una delle due circostanze sopra citate, si ha come effetto l'incremento del valore di opzione  $S_{0,riq}$ . La volatilità cumulata è rappresentata sull'asse y e cresce dall'alto verso il basso, determinando la crescita di  $S_{0,riq}$ : alti valori di  $\sigma_{[rs]} * \sqrt{T}$  sono connessi con la maggiore incertezza riguardo il valore del sottostante  $S_0$  – prezzo del terreno – e con la possibilità di differire la decisione d'investimento più a lungo (Fig. 5).

La mappatura di questo spazio bidimensionale, definito 'spazio delle opzioni', permette di verificare l'aumento di  $S_{0,riq}$  muovendosi verso il basso, verso destra o in entrambe le direzioni. La prima riga dello spazio è quella corrispondente alla volatilità cumulata pari a zero, perché non è possibile differire la decisione, oppure perché l'opzione è scaduta. In tal caso, la fattibilità dell'investimento dipende indifferentemente dal VAN 'statico' o dal VANq, per cui se  $VANq \leq 1$  l'investimento andrà abbandonato, mentre, se  $VANq \geq 1$  l'investimento potrà essere intrapreso. Più in generale (Fig. 6), le zone bordate in nero sono quelle che identificano i progetti sui quali non investire, mentre le zone grigio chiaro-bianche indicano quelli che, a causa di un  $VANq \leq 1$ , andrebbero probabilmente abbandonati, a eccezione, forse, di quelli ubicati più in basso, in virtù di una volatilità particolarmente elevata e comunque in presenza di una gestione imprenditoriale estremamente efficiente. Le zone grigio chiaro denotano invece i progetti con  $VANq \geq 1$  che, specie se intrapresi con una gestione imprenditoriale attiva, potranno configurarsi come appetibili. Le zone grigio

<sup>219</sup> Questo perché un tasso  $r_f$  elevato o una scadenza dell'opzione in un tempo  $T$  più lungo comportano una diminuzione di  $VA(X)$ .

scuro, infine, si riferiscono ai progetti con VAN<sub>q</sub> elevato, la cui redditività potrà essere ulteriormente elevata in condizioni d'incertezza, anche con una gestione imprenditoriale ordinaria. Nelle figure che seguono (Fig. 7 e 8) è possibile constatare che, al tendere verso zero della volatilità, nello spazio delle opzioni, il confine tra progetti da intraprendere e quelli da abbandonare tende a una linea verticale in prossimità di VAN<sub>q</sub>=1,00.

**Figura 7. Spazio delle opzioni:  $\sigma_{[rs]}=40\%$**

		VAN <sub>q</sub>												
		0	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,84	0,88	0,91	0,96	1,00	1,05	1,11
Volatilità cumulata	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,76%	9,52%	
	0,13	0,01%	0,03%	0,06%	0,13%	0,27%	0,53%	1,02%	1,84%	3,14%	5,06%	7,68%	11,01%	
	0,18	0,10%	0,30%	0,47%	0,74%	1,14%	1,71%	2,53%	3,66%	5,18%	7,15%	9,63%	12,62%	
	0,22	0,57%	0,81%	1,12%	1,56%	2,14%	2,90%	3,90%	5,18%	6,78%	8,76%	11,15%	13,97%	
	0,29	1,09%	1,43%	1,87%	2,43%	3,14%	4,03%	5,13%	6,49%	8,14%	10,12%	12,45%	15,15%	
	0,28	1,68%	2,11%	2,64%	3,30%	4,10%	5,08%	6,26%	7,67%	9,35%	11,31%	13,58%	16,21%	
	0,31	2,30%	2,81%	3,42%	4,15%	5,03%	6,07%	7,30%	8,75%	10,44%	12,39%	14,63%	17,18%	
	0,33	2,94%	3,51%	4,18%	4,98%	5,91%	7,00%	8,27%	9,74%	11,44%	13,38%	15,59%	18,08%	
	0,36	3,59%	4,21%	4,94%	5,78%	6,76%	7,88%	9,18%	10,67%	12,37%	14,30%	16,48%	18,92%	
	0,38	4,23%	4,90%	5,67%	6,55%	7,57%	8,73%	10,05%	11,55%	13,25%	15,16%	17,31%	19,71%	
	0,40	4,88%	5,58%	6,39%	7,30%	8,35%	9,53%	10,87%	12,38%	14,07%	15,98%	18,10%	20,46%	
	0,42	5,51%	6,25%	7,09%	8,03%	9,10%	10,30%	11,65%	13,17%	14,86%	16,75%	18,85%	21,18%	
	0,44	6,13%	6,90%	7,77%	8,74%	9,82%	11,04%	12,40%	13,90%	15,61%	17,49%	19,57%	21,95%	
	0,46	6,75%	7,54%	8,43%	9,42%	10,52%	11,76%	13,13%	14,65%	16,33%	18,20%	20,26%	22,52%	
	0,47	7,35%	8,17%	9,06%	10,09%	11,20%	12,45%	13,82%	15,34%	17,02%	18,88%	20,92%	23,15%	

**Figura 8. Spazio delle opzioni:  $\sigma_{[rs]}=1\%$**

		VAN <sub>q</sub>													
		0	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,84	0,88	0,91	0,96	1,00	1,05	1,11	
Volatilità cumulata	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,76%	9,52%	
	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,14%	4,79%	9,55%
	0,00	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,21%	4,82%	9,58%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,27%	4,85%	9,61%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,32%	4,88%	9,63%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,36%	4,90%	9,66%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,41%	4,93%	9,69%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,45%	4,96%	9,71%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,49%	4,99%	9,74%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,53%	5,02%	9,77%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,57%	5,05%	9,79%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,60%	5,08%	9,82%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,64%	5,10%	9,85%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,67%	5,13%	9,88%
	0,01	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,71%	5,16%	9,90%

Fonte: ns. elaborazione.

Va precisato che lo spazio delle opzioni si modifica dinamicamente in relazione al trascorrere del tempo, determinando uno spostamento dell'opzione verso l'alto e verso destra: verso l'alto perché, all'approssimarsi della scadenza dell'opzione, l'incertezza tenderà a risolversi portando  $S_{0,riq}$  in una posizione più alta; verso destra perché, riducendosi  $T$ , l'esponente al quale attualizzare  $VA(X)$  si riduce, determinando una diminuzione di  $VAN_q$ . In sintesi, per far sì che il valore di opzione alla scadenza si mantenga maggiore di zero, sarebbe opportuno controbilanciare lo scorrere del tempo agendo su una riduzione del prezzo di esercizio – ossia dei costi di bonifica – spingendo in tal senso  $S_{0,riq}$  verso destra, prima che l'opzione scada.

#### 4. Ruolo dell'ente pubblico nell'esercizio delle opportunità di sviluppo reali

Con l'obiettivo di favorire la trasformazione di aree urbane dismesse, l'ente pubblico ha solitamente a disposizione due leve: una 'leva urbanistica' – modifica delle destinazioni d'uso e della capacità edificatoria espressa dalle aree – e una 'leva finanziaria'. Agendo su queste due leve è possibile disegnare una strategia operativa in grado anche di incoraggiare la trasformazione dei *brownfield* come alternativa a progetti che insistono su suolo libero. Occorre, infatti, considerare che un progetto di sviluppo immobiliare, che prevede il recupero ambientale e urbanistico di un'area industriale dismessa, presenta margini d'incertezza e di rischiosità più elevati, se confrontato con un analogo progetto che ricade su suolo libero. Laddove la sola possibilità di sviluppo dell'area prevista dagli strumenti urbanistici non fosse

sufficiente per rendere fattibile dal punto di vista finanziario – ossia in termini di rendimento per il promotore immobiliare – la trasformazione, il pubblico potrebbe allora agire concretamente operando sulla leva finanziaria, ossia intervenendo direttamente sui costi di bonifica.

Poiché la bonifica dei suoli è un'operazione propedeutica alla trasformazione vera e propria dell'area, la logica di un incentivo pubblico a favore dei costi del recupero ambientale potrebbe contribuire a diminuire l'incertezza e, nello stesso tempo, limitare il rischio legato allo sviluppo di queste aree, attraverso due modalità: a) sotto forma di sconto sugli oneri di urbanizzazione ossia facendo rientrare i costi di bonifica, o una quota parte di essi, tra le opere di urbanizzazione a scemputo dei suddetti oneri; b) sotto forma di finanziamento diretto di parte dei costi di bonifica, laddove, ad esempio, l'incidenza di questi sul valore dell'area bonificata, pari o superiore al valore dell'area stessa, fosse tale da pregiudicare l'avvio della trasformazione.

Se dal punto di vista delle finalità, in termini di ricadute sulla collettività, non sussistono particolari criticità nel giustificare l'impiego di risorse pubbliche per tali scopi<sup>220</sup>, è possibile formulare alcune riflessioni in merito a due ulteriori aspetti: la quantificazione di tali risorse e il loro finanziamento, così come descritto nei paragrafi successivi.

#### 4.1 Strategie perseguibili in un'ottica di collaborazione pubblico-privato

Dal punto di vista estimativo, la differenza tra il costo complessivo  $X$  della riqualificazione ambientale di un'area e il valore di opzione  $S_{0,riq}$ , stimato mediante la TOR, può rappresentare la valutazione del contributo  $S_{0,pub}$  che il pubblico potrebbe investire direttamente nel recupero ambientale di un'area dismessa a copertura di una parte dei costi di bonifica; questi ultimi, gravando interamente sul promotore immobiliare, rendono in effetti l'investimento particolarmente rischioso. In questo caso, il *range* che si crea tra il valore dell'opzione  $S_{0,riq}$  – che occorre ricordare è espressione del prezzo di vendita che il promotore immobiliare sarà disposto a pagare per acquisire l'area da bonificare e procedere alla trasformazione – e la differenza tra il prezzo di esercizio  $X$  e il valore dell'opzione stessa, rappresenta il margine di trattativa entro il quale è possibile collocare l'investimento finanziario del pubblico nella riqualificazione ambientale dell'area<sup>221</sup>.

Nel caso in cui, ad esempio, i costi di bonifica  $X$  fossero pari a 5.000.000 €, la formula di *Black & Scholes* fornirebbe un valore di opzione  $S_{0,riq}=5.620.245$  €. Poiché  $X \leq S_{0,riq}$  l'entità del contributo pubblico  $S_{0,pub}$  sarebbe nulla. In questo frangente,

<sup>220</sup> Di fatto, il finanziamento con risorse pubbliche del recupero ambientale di un'area può essere anche legittimato dalle circostanze che maturano in seno all'ideazione di un progetto di sviluppo immobiliare. Ci si potrebbe ritrovare in una situazione tale per cui, a fronte di dichiarate necessità di tutela della salute pubblica, non è possibile attribuire, o semplicemente far pagare, i costi della bonifica di un'area ai diretti responsabili dell'inquinamento perché tali soggetti – persone fisiche o giuridiche – solitamente non coincidono con il promotore immobiliare e potrebbero essere non più reperibili o non più attivi o, ancora, non possedere le risorse finanziarie necessarie all'attuazione del recupero ambientale.

<sup>221</sup> La formulazione matematica espressione di questo range è la seguente:

$$S_{0,pub} = \begin{cases} (X - S_{0,riq}) & \text{se } X \geq S_{0,riq} \\ (0) & \text{se } X \leq S_{0,riq} \end{cases}$$

infatti, il prezzo di acquisto del terreno da bonificare sarebbe pari a 5.608.907 €<sup>222</sup> e l'attuazione del progetto di sviluppo immobiliare successivo genererebbe un rendimento pari al 47,53%<sup>223</sup>.

L'accettazione, da parte del promotore, di un progetto di riqualificazione ambientale totalmente a proprio carico si giustifica con il fatto che, in equilibrio di mercato, tale investimento produce ricchezza, essendo  $E_0[r_{riq}] = 47,53\%$  (Fig. 9). Allo scopo di abbassare i rischi di tutta l'operazione e, di conseguenza, anche il rendimento atteso, egli potrebbe comunque cercare di ridurre i costi di costruzione del manufatto da edificare sull'area bonificata. Ad esempio, una riduzione dei costi di costruzione del 5% determinerebbe un'impennata del valore del sottostante<sup>224</sup>, da € 10.593.903 a € 13.645.232 e una conseguente diminuzione del rendimento dell'investimento immobiliare dal 25,31%<sup>225</sup> al 19,72%. Inoltre la deviazione standard del rendimento atteso calerebbe dal 33,80%<sup>226</sup> al 26,24%. Modificando i dati di input alla base del calcolo del valore di opzione, il promotore immobiliare sarebbe disposto ad acquistare l'area da bonificare a un prezzo anche superiore con  $S_{0riq}$  che, se ricalcolato, sarebbe questa volta pari a 8.660.237 €, scontando ovviamente un rischio minore che, a sua volta, abbassa il rendimento atteso del progetto al 30,89% (Fig. 9).

Nei casi in cui i costi di bonifica fossero prossimi al valore dell'area bonificata, un impegno finanziario del pubblico – per un importo pari alla differenza tra il costo di bonifica e il valore di opzione – risolverebbe completamente l'incertezza del promotore immobiliare rendendo lo sviluppo dell'area in questione concorrenziale rispetto a un investimento in una qualsiasi area libera che non necessita di bonifica. Tale contributo, nella sostanza, ha l'obiettivo di risolvere l'incertezza insita nell'attesa del promotore immobiliare per il recupero ambientale, prima che urbanistico, dell'area urbana dismessa<sup>227</sup>.

Come si vede in Figura 10, con costi di bonifica pari a € 9.000.000 si otterrebbe, ad esempio, un valore di opzione pari a 2.283.633 €. In questo caso, però, i costi di bonifica sarebbero maggiori rispetto al valore d'opzione calcolato, ossia al costo dell'area da bonificare che il promotore immobiliare sarebbe disposto a pagare, ricadendo quindi nella fattispecie di  $X \geq S_{0riq}$ .

<sup>222</sup> La formula matematica che ci consente di calcolare il valore di opzione  $S_{0riq}$  è la seguente:

$$S_{0riq} = \frac{E_0[S_1]}{(1 + E_0[r_S])^1} - \frac{X}{(1 + r_f)^1} = €5.608.907 \cong €5.620.245$$

<sup>223</sup> In questo caso, la formula matematica che restituisce il calcolo del rendimento  $E_0[r_{riq}]$  è la seguente:

$$S_{0riq} = \frac{E_0[S_1]}{(1 + TIR)^1} \quad \text{e sostituendo} \quad 5.608.907 = \frac{13.275.032 - 5.000.000}{(1 + TIR)^1}$$

Quindi  $TIR = E_0[r_{riq}] = 47,53\%$ .

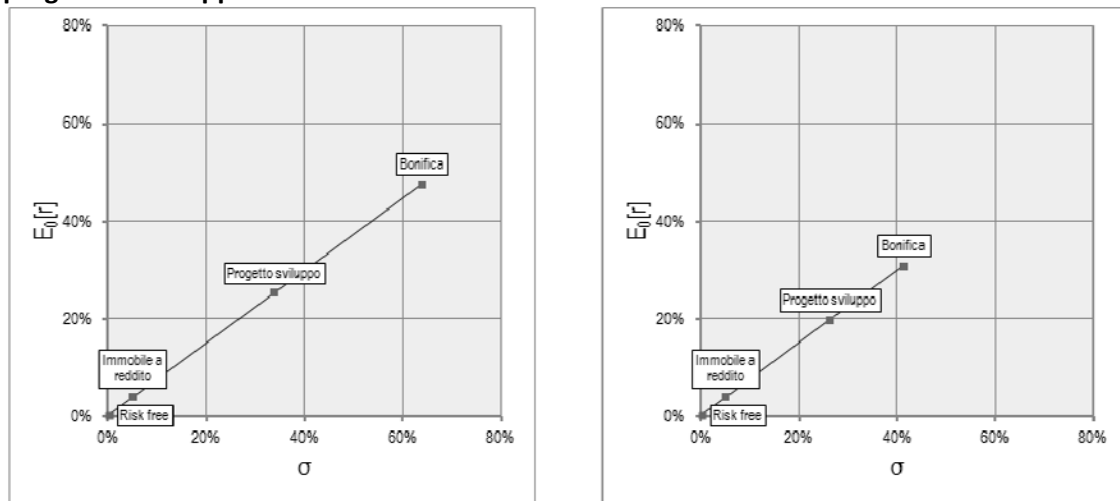
<sup>224</sup> Calcolato nel paragrafo 3.1.

<sup>225</sup> Ibidem.

<sup>226</sup> Ibidem.

<sup>227</sup> Questo, nel caso in cui il promotore immobiliare sia il soggetto deputato al recupero non solo urbanistico, ma anche ambientale dell'area.

**Figura 9. Relazione rischio-rendimento: variazione di  $E_0[r_{riq}]$  al variare dei costi K del progetto di sviluppo**



Fonte: ns. elaborazione

**Figura 10. Spazio delle opzioni:  $S_0 = 10.593.903$ ,  $X = 5, 9, 11$  mln. €,  $\sigma = 33,80\%$ ,  $T = 1$**

		VANq																						
		0,71	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,97	1,01	1,06	1,12	1,18	1,25	1,33	1,42	1,52	1,63	1,77	1,93	2,13		
Volatilità cumulata	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	93.903	593.903	1.093.903	1.593.903	2.093.903	2.593.903	3.093.903	3.593.903	4.093.903	4.593.903	5.093.903	5.593.903			
	0,11	223	681	1.976	5.409	13.901	33.344	74.245	152.702	502.288	802.458	1.183.744	1.545.030	1.896.316	2.247.602	2.598.888	2.950.174	3.301.460	3.652.746	4.004.032	4.355.318	4.706.604	5.057.890	
	0,15	7.351	13.559	24.474	43.133	74.062	123.604	200.042	313.240	690.320	968.971	1.309.595	1.610.219	1.870.843	2.091.467	2.272.091	2.412.715	2.513.339	2.583.963	2.624.587	2.645.211	2.645.835	2.626.459	2.587.083
	0,19	28.471	44.084	67.421	101.719	151.190	221.083	317.602	447.587	834.841	1.102.371	1.421.798	1.691.225	1.911.652	2.082.079	2.202.506	2.272.933	2.303.360	2.303.787	2.284.214	2.244.641	2.185.068	2.105.495	2.005.922
	0,22	60.987	86.253	121.009	168.269	231.704	315.639	424.959	564.882	956.747	1.216.778	1.522.297	1.772.316	1.967.335	2.107.354	2.192.373	2.222.392	2.202.411	2.142.430	2.052.449	1.932.468	1.782.487	1.602.506	1.392.525
	0,24	101.028	135.088	179.617	237.336	311.439	405.570	523.741	670.173	1.064.158	1.318.497	1.613.789	1.848.081	2.012.373	2.107.392	2.137.411	2.117.430	2.057.449	1.967.468	1.847.487	1.697.506	1.517.525	1.307.544	1.077.563
	0,26	145.798	187.589	240.367	306.582	389.039	490.880	615.508	766.477	1.161.248	1.410.965	1.698.211	1.922.503	2.086.795	2.181.814	2.211.833	2.191.852	2.131.871	2.041.890	1.921.909	1.771.928	1.591.947	1.381.966	1.141.985
	0,28	193.488	241.991	301.749	374.954	464.105	571.967	701.473	855.730	1.250.501	1.496.300	1.776.927	2.001.219	2.165.511	2.260.530	2.290.549	2.270.568	2.210.587	2.120.606	2.000.625	1.850.644	1.670.663	1.460.682	1.220.701
	0,30	242.856	297.241	362.944	441.979	536.593	649.245	782.560	939.261	1.333.535	1.575.917	1.850.920	2.065.212	2.219.504	2.314.523	2.344.542	2.324.561	2.264.580	2.174.600	2.054.619	1.904.638	1.724.657	1.514.676	1.274.695
	0,32	293.186	352.695	423.503	507.458	606.602	723.156	859.482	1.018.028	1.411.478	1.650.814	1.920.927	2.135.219	2.289.511	2.384.530	2.414.549	2.394.568	2.334.587	2.244.606	2.124.625	1.974.644	1.794.663	1.584.682	1.344.701
0,34	343.946	407.953	483.179	571.329	674.277	794.048	932.795	1.092.747	1.485.149	1.721.727	1.987.509	2.191.791	2.346.083	2.441.102	2.471.121	2.451.140	2.391.159	2.301.178	2.181.197	2.031.216	1.851.235	1.641.254	1.401.273	

Fonte: ns. elaborazione.

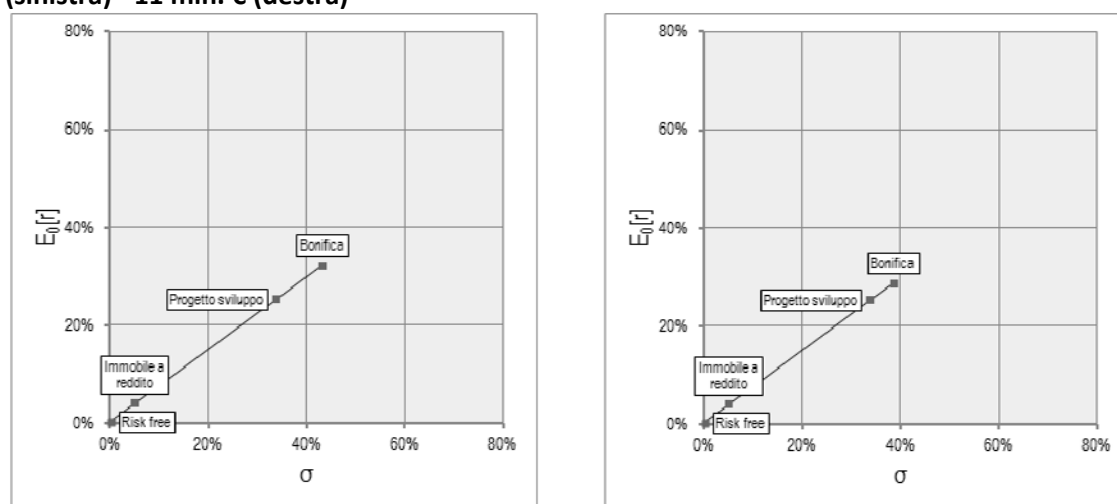
In questo scenario tuttavia, per il promotore immobiliare, non sarebbe conveniente procedere allo sviluppo immobiliare del terreno da riqualificare in alternativa a iniziative che si potrebbero portare avanti su aree che non richiedono bonifiche. Questo perché la somma del valore di opzione e dei costi di bonifica supererebbe il prezzo al quale il promotore immobiliare potrebbe acquisire un'area con la stessa capacità edificatoria ma senza l'onere della bonifica. Emerge dunque come l'introduzione di un incentivo finanziario da parte del pubblico, per rendere competitiva la trasformazione dell'area, sia fondamentale. La stima del contributo

pubblico può essere calcolata come differenza tra il costo della bonifica e il valore dell'opzione  $S_{0,riq}$ . In questo caso sarebbe pari a 6.716.367 €<sup>228</sup>.

Sempre nello stesso scenario, il promotore finanzierebbe solo una quota dei costi di bonifica, per un importo pari al valore dell'opzione  $S_{0,riq}$ , ossia 2.283.633 €. In corrispondenza di un contributo pubblico che copre parzialmente i costi della bonifica del terreno allora il promotore immobiliare potrebbe essere disposto ad acquisire l'area da bonificare anche a un prezzo maggiore. Tale prezzo, che possiamo denominare  $S'_{0,riq}$ , può essere calcolato a sua volta come differenza tra il valore dell'attività sottostante  $S_0$  che, giova ricordare, corrisponde al valore dell'area edificabile pronta a ospitare le nuove destinazioni d'uso, nell'ipotesi che su di essa non debbano essere eseguiti interventi di bonifica e il valore d'opzione che, come detto, rappresenta la quota parte dei costi di bonifica di competenza del promotore immobiliare. In base a questi presupposti, il prezzo di acquisto  $S'_{0,riq}$  del terreno da bonificare sarebbe pari a 8.310.270 €<sup>229</sup> e il rendimento atteso dell'operazione di sviluppo immobiliare diverrebbe pari al 32,18% (Fig. 11).

Analogamente, con costi di bonifica pari a 11.000.000 €, si avrebbe un valore di opzione  $S_{0,riq} = €1.276.145$ , per cui il contributo pubblico calcolato sarebbe pari a 9.723.855 €<sup>230</sup>. In questo caso, il prezzo di acquisto del terreno da bonificare e il rendimento atteso dell'operazione sarebbero rispettivamente pari a 9.317.608 € e al 28,74% (Fig. 11).

**Figura 11. Relazione rischio-rendimento:  $E_0[r_{riq}]$  al variare dei costi di bonifica  $X = 9$  mln. € (sinistra) - 11 mln. € (destra)**



Fonte: ns. elaborazione.

Attraverso il finanziamento pubblico, il promotore immobiliare può quindi intraprendere la bonifica del suolo e il successivo sviluppo, a fronte di costi di

<sup>228</sup> La formula è la seguente:  $S_{0,pub} = (9.000.000 - 2.283.633) = €6.716.367$ .

<sup>229</sup> La formula matematica per il calcolo di  $S'_{0,riq}$  è la seguente:

$$S'_{0,riq} = S_0 - S_{0,riq} = \frac{E_0[S_1]}{(1 + E_0[r_s])^1} - S_{0,riq} = €8.310.270$$

<sup>230</sup> La formula per il calcolo del contributo pubblico  $S_{0,pub}$  è la seguente:

$$S_{0,pub} = (11.000.000 - 1.276.145) = €9.723.855$$

riqualificazione anche molto elevati, accollandosi in realtà, oltre ai costi dello sviluppo immobiliare – realizzazione delle superfici edificabili – che in questa esemplificazione sono stimati in 61.210.180 €, una spesa aggiuntiva massima rispetto al valore del terreno bonificato – originariamente pari a € 10.593.903 – di € 26.342 nel caso, ad esempio, in cui i costi di bonifica fossero pari 5.000.000 €. Ciò dimostra l'equivalenza tra lo sviluppo di aree urbane considerate libere e lo sviluppo di aree urbane da bonificare. Il rendimento atteso – e il rischio – dell'investimento che, in assenza di finanziamento pubblico, crescerebbe fino a punte irrealistiche – 163,74% con  $X$  pari € 9.000.000 € – raggiunge un massimo del 47,53% per poi tendere, all'aumentare del contributo pubblico, a quello originario del 25,31%.

Dal punto di vista operativo, il reperimento delle risorse utili al cofinanziamento della riqualificazione ambientale da parte del pubblico potrebbe provenire dall'impiego del contributo di valorizzazione<sup>231</sup> che il privato è chiamato a corrispondere nel momento in cui propone una variante urbanistica al Piano Regolatore Generale su un'area di sua proprietà. Tale contributo, solitamente in capo al proprietario fondiario entra a far parte delle disponibilità del pubblico all'atto dell'approvazione di una variante urbanistica al Piano che, per effetto di un cambiamento delle destinazioni d'uso e/o degli indici di edificabilità, determina una valorizzazione dei suoli. Coerentemente al ragionamento sviluppato in precedenza, se la valorizzazione dei suoli è un effetto dell'utilizzo della 'leva urbanistica' che il pubblico attiva con l'obiettivo di rivitalizzare un'area urbana dismessa, l'impiego del contributo di valorizzazione per la riqualificazione ambientale dell'area incentiva dal punto di vista finanziario l'attuazione degli interventi.

Successive considerazioni scaturiscono poi dalla gestione della variabile che definisce il *timing* della scadenza dell'opzione. Infatti, al crescere del tempo entro cui il promotore immobiliare può decidere se intraprendere o no il progetto di sviluppo, cresce ovviamente anche il valore di opzione, per effetto della volatilità che caratterizza il valore del sottostante, ossia il valore dell'area, ma, nel contempo, diminuisce l'entità del contributo pubblico a sostegno dei costi di bonifica. Ciò appare ragionevole se si considera che, più si posticipa l'investimento per il recupero ambientale di un'area, più viene meno l'interesse e l'impegno finanziario del pubblico come incentivo all'attuazione degli interventi sul territorio.

## 4.2 Elaborazione di *stress-test* attraverso il metodo per simulazioni

L'ultimo tassello necessario per completare l'analisi di fattibilità del progetto in questione è rappresentato da uno strumento che consente di elaborare un'analisi di sensibilità al variare dei costi di bonifica calcolando la probabilità di esercizio dell'opzione  $P_e$ . Tale approccio presuppone che il valore del sottostante  $S$  possa

---

<sup>231</sup> Ai sensi della legge 11 novembre 2014, n. 164, art. 17 comma1, lettera g, punto 3 □ cosiddetto decreto sblocca Italia – il contributo di valorizzazione tiene conto del maggior valore generato da interventi su aree o immobili in variante urbanistica, in deroga o con cambio di destinazione d'uso. Tale maggior valore, calcolato dall'amministrazione comunale, è suddiviso in misura non inferiore al 50 per cento tra il comune e la parte privata ed è erogato da quest'ultima al comune stesso sotto forma di contributo straordinario, che attesta l'interesse pubblico, in versamento finanziario, vincolato a specifico centro di costo per la realizzazione di opere pubbliche e servizi da realizzare nel contesto in cui ricade l'intervento, cessione di aree o immobili da destinare a servizi di pubblica utilità, edilizia residenziale sociale od opere pubbliche.

assumere, durante il tempo di validità dell'opzione, migliaia di possibili - alternative - evoluzioni in relazione ai limiti del cosiddetto 'cono d'incertezza' definito dalla volatilità  $\sigma$  di  $S$ . I parametri di *input* richiesti per condurre la simulazione sono rappresentati da: a) valore attuale del sottostante ( $S_0$ ); b) volatilità del sottostante ( $\sigma_{[rs]}$ ); c) prezzo di esercizio ( $X$ ); scadenza dell'opzione ( $T$ ); d) tasso di sconto privo di rischio ( $r_f$ ); e) periodo di riferimento o *step* ( $\delta t$ ).

$S_0$  e  $\sigma_{[rs]}$  sono stati computati inizialmente utilizzando l'AFCs e la simulazione Monte Carlo. Una volta suddiviso il tempo di validità dell'opzione  $T$  in un dato numero di periodi o *step*  $\delta t$ , per ogni *step* e per ogni simulazione sarà aggiornato il valore del sottostante a partire da  $S_0$ ; al tempo 0 il valore del sottostante sarà sempre pari a  $S_0$ , mentre in ciascun *step* immediatamente successivo esso sarà computato utilizzando la seguente equazione:

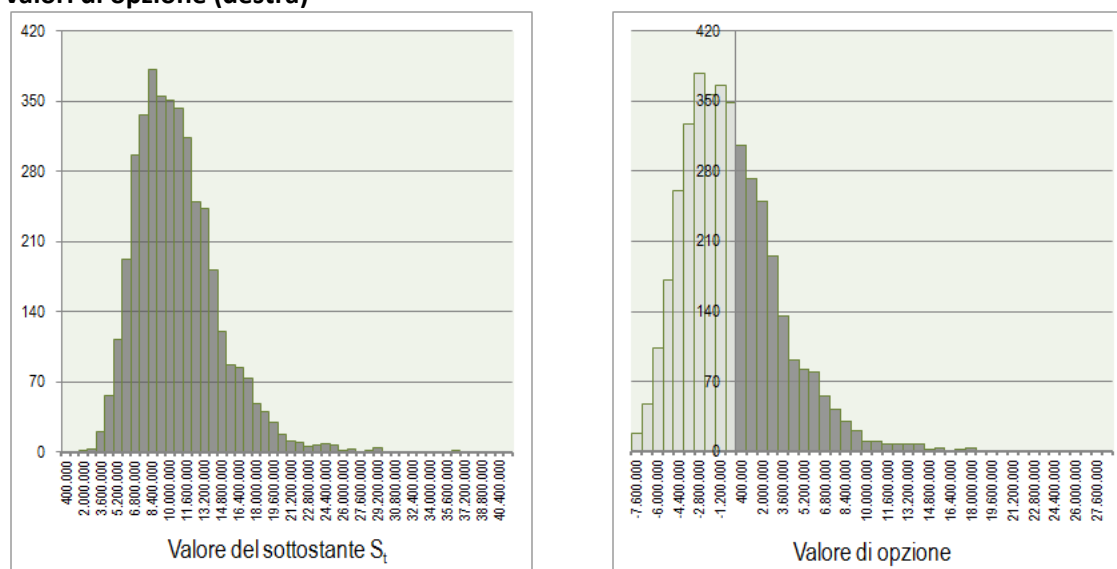
$$S_t = S_{t-1} + S_{t-1} \times (r \times \delta t + \sigma_{[rs]} \times \varepsilon \times \sqrt{\delta t})$$

ove  $S_t$  e  $S_{t-1}$  sono i valori del sottostante rispettivamente al tempo  $t$  e  $t-1$ ;  $\sigma$  è la sua volatilità e  $\varepsilon$  è il valore simulato di una distribuzione normale standardizzata con media pari a zero e varianza pari a uno. In tal modo, una volta determinati i valori del sottostante per ogni *step* fino alla scadenza dell'opzione, l'esercizio o meno di essa viene deciso comparando il valore finale del bene con il prezzo di esercizio  $X$ , per ognuna delle  $n$  simulazioni, considerato che maggiore è il numero di *step* e di simulazioni, più accurato sarà il risultato. Se, per una data simulazione, il valore finale è maggiore di  $X$ , l'opzione sarà esercitata e il saldo tra i due importi sarà attualizzato al tasso di sconto privo di rischio  $r_f$ ; in caso contrario, l'opzione non sarà esercitata determinando un saldo pari a zero.

La Figura 12, a sinistra, mostra che la distribuzione dei possibili valori del sottostante generati dalle  $n$  simulazioni è una lognormale; poiché l'opzione viene esercitata solo nel caso in cui il saldo tra valore finale e  $X$  sia positivo, il *downside risk* sarà mitigato – lasciando nel contempo aperto l'investimento all'*upside risk* – perché nella distribuzione di tutti i saldi si considereranno unicamente quelli positivi, evidenziati in colore grigio scuro. La differenza tra la media dei soli saldi positivi – valore di opzione – e la media complessiva (VAN), rappresenterà il valore aggiunto dell'opzione.

Questo tipo d'approccio, in base al quale il valore di opzione  $S_{0riq}$  è pari alla media dei valori di opzione calcolati per tutte le  $n$  simulazioni, consente anche di stimare un ulteriore parametro di importanza strategica e cioè la probabilità di esercizio dell'opzione  $P_e$ . Se si riconsiderino, anche in tale procedimento, i dati d'interesse, ossia: a) il valore attuale del sottostante ( $S_0$ ) = € 10.593.903; b) volatilità del sottostante ( $\sigma_{[rs]}$ ) = 34%; c) il prezzo di esercizio ( $X$ ) = € 5.000.000 - € 9.000.000 - € 11.000.000; d) la scadenza dell'opzione ( $T$ ) = un anno; e) il tasso di sconto privo di rischio ( $r$ ) = 0,301%; f) il periodo di riferimento o *step* ( $\delta t$ ) = un mese e se si effettua una simulazione Monte Carlo con  $n = 4.000$ , è possibile ottenere, per costi di esercizio  $X$  crescenti, i valori di opzione  $S_{0riq}$  contenuti in Tabella 2.

**Figura 12. Distribuzione lognormale dei valori del sottostante  $S_t$  (sinistra) – distribuzione dei valori di opzione (destra)**



Fonte: ns. elaborazione.

**Tabella 2. Calcolo del valore di opzione  $S_{0riq}$**

X	Black & Scholes	Simulazioni	Probabilità $P_e$
€ 5.000.000	€ 5.620.245	€ 5.490.028	97,60%
€ 9.000.000	€ 2.283.663	€ 2.285.557	63,20%
€ 11.000.000	€ 1.276.145	€ 1.271.327	40,15%

Fonte: ns. elaborazione.

Dal confronto con i medesimi output determinati con la formula di *Black-Scholes* ne consegue la sostanziale equivalenza dei due metodi di calcolo, mentre le probabilità di esercizio dell'opzione risultano favorevoli all'innescio dell'operazione di riqualificazione per costi di esercizio  $X = 5.000.000 - € 9.000.000$  e lievemente sfavorevoli per costi di esercizio  $X = 11.000.000$ . Occorre, tuttavia, considerare che per il promotore, poiché il suo rendimento atteso  $E_0[r_{riq}]$  nei tre casi è rispettivamente pari a 47,53%, 32,18% e 28,74%, la maggiore o minore probabilità di esercizio  $P_e$  è controbilanciata dal maggiore o minore rischio connesso con la riqualificazione, al netto del contributo pubblico  $S_{0pub}$ .

## 5. Conclusioni

Le scelte di pianificazione urbanistica delle città tendono sempre di più a porre limiti precisi all'edificazione su suolo libero, perseguendo l'obiettivo di un 'consumo di suolo zero', recepito anche da alcune leggi urbanistiche regionali<sup>232</sup> e da recenti

<sup>232</sup> Si veda ad esempio la Legge 10 novembre 2014, n. 65 che definisce le norme per il governo del territorio della Regione Toscana.

disposizioni legislative<sup>233</sup> nazionali. La valutazione degli investimenti immobiliari, elaborata attraverso la TOR, può trovare valida applicazione in tutti quei processi di trasformazione urbana dove la domanda è elevata, sia da parte del privato, sia da quella del pubblico, entrambi impegnati nella definizione di accordi 'equi' e soprattutto 'concretamente attuabili' per quanto riguarda la realizzazione degli interventi in progetto.

In un'ottica d'integrazione tra risorse pubbliche e private per il recupero dei *brownfields*, lo strumento della TOR può essere utilizzato, come dimostrato, non solo per il calcolo del valore di opzione che si crea per effetto delle decisioni d'investimento del promotore immobiliare, ma anche per la stima delle risorse pubbliche da impegnare per incentivare l'investimento privato legato allo sviluppo di queste aree. In particolare, l'importo di tali risorse è calibrato sullo specifico progetto di sviluppo che insiste su un'area industriale dismessa, tenendo conto dell'incidenza dei costi di bonifica sul valore dell'area già bonificata e verificandone l'impatto sulle attese di redditività che il promotore immobiliare ripone nell'attuazione del progetto stesso.

In sintesi, questa metodologia di valutazione può essere applicata proficuamente in tutti quei casi in cui il recupero di un'area industriale dismessa è possibile solo in seguito all'attuazione d'ingenti investimenti, se commisurati al valore delle aree già idonee all'edificazione, utili a un suo preliminare recupero ambientale. In questi casi, una gestione strategica delle scelte d'investimento da parte del pubblico può contribuire in modo adeguato al recupero dei *brownfield*, ottimizzando le risorse finanziarie pubbliche da impegnare per supportare la trasformazione. In altre parole, se il montaggio di un'operazione di sviluppo immobiliare per il recupero di siti urbani dismessi nasce dall'incontro e dal confronto tra un'ottica pubblica e una privata, la stima dei costi di bonifica, il valore di opzione e il sopraccitato contributo di valorizzazione – o una sua quota parte – impiegato per il recupero ambientale, sono tutti importi che concretizzano la strategia del pubblico nell'incentivare lo sviluppo di queste aree in un'ottica di equità.

## Bibliografia

- Alberini, A. - Longo, A. - Tonin, S. - Trombetta, F. - Turvani, M. (2005), "The role of liability, regulation and economic incentives in brownfield remediation and redevelopment: evidence from surveys of developers", *Regional Science and Urban Economics*, 35, 327 – 351.
- Black, F. - Scholes, M. (1973), "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, May/June, pp. 637-65.
- Bravi, M. (2013), *Valutare opzioni di sviluppo immobiliare – Introdurre flessibilità per governare l'incertezza*, Aracne Editrice, Roma.
- Bravi, M. - Rossi, S. - Talarico, A. (2014), "Valuation of brownfields recovery through the Real Option Theory", *GEAM – Geoingegneria Ambientale e Mineraria*, 141, 41-50.
- Brueggeman, W.B. - Fisher, J.D. (2008), *Real estate finance and investments*, McGraw-Hill/Irwin, New York.
- Campi, A - Carboni, M. - Gorla, P. - Sandrone, C. (2009), "L'incidenza dei costi di bonifica sullo sviluppo dell'area dismessa", in AUDIS, Dia Piper, TRS (atti del convegno) *La rigenerazione*

---

<sup>233</sup> Si veda ad esempio la legge 11 novembre 2014, n. 164, il cosiddetto decreto sblocca Italia.

- delle aree dismesse. *Riqualificazione ambientale e urbanistica: problemi e soluzioni*, Fondazione Riccardo Catella, Milano.
- Cheng, F. - Geertman S. - Kuffer M. - Zhan Q. (2011) "An integrative methodology to improve brownfield redevelopment planning in Chinese cities: A case study of Futian, Shenzhen", *Computers, Environment and Urban Systems*, 35, 388–398.
- Espinoza, R.D. - Luccioni, L.X. (2007), "An approximate solution for perpetual american option with time to build: the value of environmental remediation investment projects", *International Journal of Business*, 12, 3, 291-300.
- Geltner, D.M. - Miller, N.G. - Clayton, J. - Eichholtz, P. (2007), *Commercial real estate. Analysis & investments*, Thomson South Western, Mason (USA).
- Ingaramo, L. - Roscelli, R. - Sabatino, S. (2012), "L'analisi dinamica di prefattibilità economico-finanziaria nel caso delle varianti urbanistiche di Torino", in Stanghellini, S. (eds), *Il negoziato pubblico privato nei progetti urbani. Principi, metodi e tecniche di valutazione*, DEI, Roma, 195-210.
- Kodukula, P. - Papudesu, C. (2006), *Project Valuation Using Real Option. A practitioner's guide*, J. Ross Publishing, Fort Lauderdale (USA).
- Luehrman, T.A. (1995), "Capital Projects as Real Options: An Introduction", *Harvard Business School*, 9-295-074, pp. 1-11.
- Luehrman, T.A. (1998a), "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", *Harvard Business Review*, Reprint 98404, pp. 3-15.
- Luehrman, T.A. (1998b), "Strategy as a Portfolio of Real Options", *Harvard Business Review*, September-October, pp. 89-99.
- Merton, R.C. (1973), "Theory of Rational Option Pricing", *Bell Journal of Economics and Management Science*, Spring, pp.141-183.
- Prizzon, F. (2001), *Gli investimenti immobiliari. Analisi di mercato e valutazione economico finanziaria degli interventi*, Celid, Torino.
- Reguzzoni, M. – Sansò, F. – Triglione, D. (2011), *Metodi Monte Carlo e delle catene di Markov; una introduzione*, Maggioli, Roma.
- Saccomani, S. (2004), "Programmi complessi: una rilettura delle esperienze", in Regione Piemonte (eds), *Valutare i Programmi Complessi*, Editrice Artistica, Savigliano (TO), pp. 15-38.
- Schädler, S. – Morio, M. – Bartke, S. - Rohr-Zänker, R. - Finkel M. (2011), "Designing sustainable and economically attractive brownfield revitalization options using an integrated assessment model", *Journal of Environmental Management*, 92, 827-837.
- Talarico, A. (2012), "L'analisi della redditività dell'investimento immobiliare: un approccio flessibile alla trasformazione", in Stanghellini, S. (eds) *Il negoziato pubblico privato nei progetti urbani. Principi, metodi e tecniche di valutazione*, DEI, Roma, 179-193.
- Urbani, P. (2007), *Territorio e poteri emergenti. Le politiche di sviluppo tra urbanistica e mercato*, Giappichelli, Torino.
- Weber, B. R., Adair, A., McGreal, S. (2008) "Solutions to the five key brownfield valuation problems", *Journal of Property Investment & Finance*, Vol. 26, Iss. 1, pp. 8 – 37.