

INDICI DI VALUTAZIONE ECONOMICA



Metodo AGEM

Analytical Green Estimation Method

A cura del Dr. Riccardo Frontini

INDICE

1. INTRODUZIONE	pag. 2
2. PRINCIPI ECONOMICI CONSIDERATI	pag. 4
3. GLI INDICI DI VALUTAZIONE ECONOMICA	pag. 8
4. INDICE PATRIMONIALE	pag. 12
5. INDICE FINANZIARIO	pag. 15
6. INDICE DI REDDITIVITA'	pag. 17
7. INDICE ECOSISTEMICO	pag. 19
8. INTERPRETAZIONE DEGLI INDICI	pag. 24
9. ESEMPI ESPLICATIVI	pag. 26
10. SINTESI E CONSIDERAZIONI FINALI	pag. 38

1. INTRODUZIONE

Alla fine del 2019 è stato presentato il metodo AGEM, un sistema di valutazione analitica del valore economico delle infrastrutture verdi.

Il metodo trae ispirazione dai principi dell'estimo classico, ma ne supera i limiti, permettendo di ottenere risultati più oggettivi e replicabili attraverso un processo di calcolo strutturato e trasparente.

La scelta di adottare un approccio analitico nasce dall'incertezza dei risultati ottenuti con le stime parametriche tradizionali, spesso soggette a eccessive manipolazioni dei parametri da parte dei tecnici e, in molti casi, tarate su mercati esteri non confrontabili con quello nazionale. La valutazione di un'infrastruttura verde tramite il metodo AGEM consente non solo di determinarne il valore, ma anche di valutarne la convenienza gestionale nel tempo.

Il metodo permette infatti di proiettare la valutazione su più anni, analizzando l'evoluzione del valore, i costi di manutenzione e la redditività del bene.

Il dato relativo alla sconvenienza di gestione non deve però essere interpretato come un valore assoluto. Esso va sempre letto nel contesto specifico, mettendo in relazione il patrimonio iniziale, l'incremento di valore, i costi di gestione e la capacità dell'infrastruttura di generare benefici economici ed ecosistemici.

Grazie ai numerosi contributi dei tecnici che, dal 2019 a oggi, hanno utilizzato il metodo, è emersa l'esigenza di approfondire i rapporti matematici tra i valori stimati, nella consapevolezza che una sconvenienza gestionale può essere accettabile se compensata dal patrimonio accumulato o dai flussi economici e ambientali generati.

Da questa esigenza sono stati sviluppati tre indici sintetici che consentono al valutatore di comprendere meglio i rapporti tra i principali fattori economici di un'infrastruttura verde.

È importante precisare che il metodo AGEM non nasce come uno strumento di giudizio assoluto – non stabilisce cioè se un albero debba essere mantenuto o abbattuto – ma come un supporto tecnico per ampliare la base informativa del valutatore.

Solo attraverso l'elaborazione di un ampio insieme di dati è possibile giungere a una decisione gestionale realmente consapevole ed economicamente sostenibile.

Gli indici economici introdotti dal metodo AGEM si ispirano a quelli utilizzati nell'analisi dei bilanci aziendali, con l'obiettivo di interpretare lo "stato di salute" di un'infrastruttura verde in modo analogo a quanto avviene per un'impresa.

Il parallelismo può sembrare insolito, ma risulta coerente se si considera che anche un albero, come un'azienda, produce servizi – sebbene non sempre direttamente remunerabili – che hanno un valore economico e sociale rilevante.

Valutare con attenzione tali servizi è essenziale, soprattutto in ambiente urbano, dove la rimozione di un albero comporta la perdita immediata di una quota di capitale naturale e di benefici ecosistemici difficilmente ricostruibili.

L'introduzione degli indici di valutazione economica spinge quindi il tecnico a non fermarsi alla mera analisi della convenienza di gestione, ma a interpretare la situazione in un'ottica più ampia, considerando i flussi economici e patrimoniali come avverrebbe per la chiusura o la prosecuzione di un'attività aziendale.

2. PRINCIPI ECONOMICI CONSIDERATI

In questo paragrafo vengono descritti i principi che hanno guidato l'individuazione degli indici di valutazione economica e la logica di calcolo su cui essi si basano.

Come anticipato in premessa, l'infrastruttura verde è stata concettualmente paragonata a un'azienda. Questo parallelismo ha evidenziato una sorprendente analogia tra i valori economici presenti in un bilancio aziendale e quelli generati da un albero nel corso della sua vita.

Analizzando le similitudini, si è preso come riferimento lo stato patrimoniale aziendale, documento che rappresenta la situazione patrimoniale e finanziaria di un'impresa. In esso si distinguono:

- l'Attivo, che comprende tutti i beni e i diritti posseduti dall'azienda (fabbricati, macchinari, attrezzature, crediti verso clienti, disponibilità liquide);
- il Passivo, che rappresenta i debiti e le obbligazioni verso terzi (fornitori, istituti di credito, ecc.);
- e per differenza, il Patrimonio Netto, ovvero il valore residuo di proprietà dell'azienda, costituito dal capitale sociale e dalle riserve.

Grazie ai dati generati con il metodo AGEM, è possibile applicare un parallelismo economico tra azienda e infrastruttura verde, utilizzando le stesse logiche di bilancio per analizzare la gestione economica del verde.

In questo contesto, il Valore Totale dell'infrastruttura verde può essere assimilato al Patrimonio Lordo aziendale, mentre la differenza tra Valore dell'albero o dell'infrastruttura (Attività) e costi di gestione (Passività) rappresenta il Patrimonio Netto.

Pur riconoscendo la validità del parallelismo, alcuni esperti hanno giustamente osservato che il valore assoluto di un albero stimato con il metodo AGEM non è direttamente scambiabile sul mercato.

Non esistendo un vero mercato delle infrastrutture verdi, il valore ottenuto deve essere interpretato come dato empirico e indicativo, utile per orientare le decisioni ma non per definire un prezzo di compravendita.

Tuttavia, un mercato effettivo in cui gli alberi e le infrastrutture verdi assumono un ruolo economico concreto esiste già: il mercato della CO₂.

La transizione ecologica ha infatti portato alla nascita di strumenti finanziari che valorizzano la capacità degli ecosistemi di assorbire carbonio, aprendo nuove opportunità per gli investitori orientati alla sostenibilità.

Tra questi strumenti spiccano le Carbon Allowance, o quote di carbonio, che rappresentano autorizzazioni rilasciate da un'autorità pubblica per emettere una tonnellata di CO₂ (o CO₂ equivalente).

Il principio è semplice: i governi stabiliscono un tetto massimo di emissioni e lo riducono progressivamente per raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica entro il 2050.

Le aziende che emettono meno CO₂ del previsto possono vendere le proprie quote in eccesso ad altre che, invece, superano i limiti. Si tratta del cosiddetto sistema "cap and trade", che crea un mercato reale, regolato e dinamico delle emissioni.

Attualmente esistono oltre 25 mercati del carbonio a livello mondiale, tra cui i più rilevanti si trovano nell'Unione Europea, nel Regno Unito, in California e in Cina.

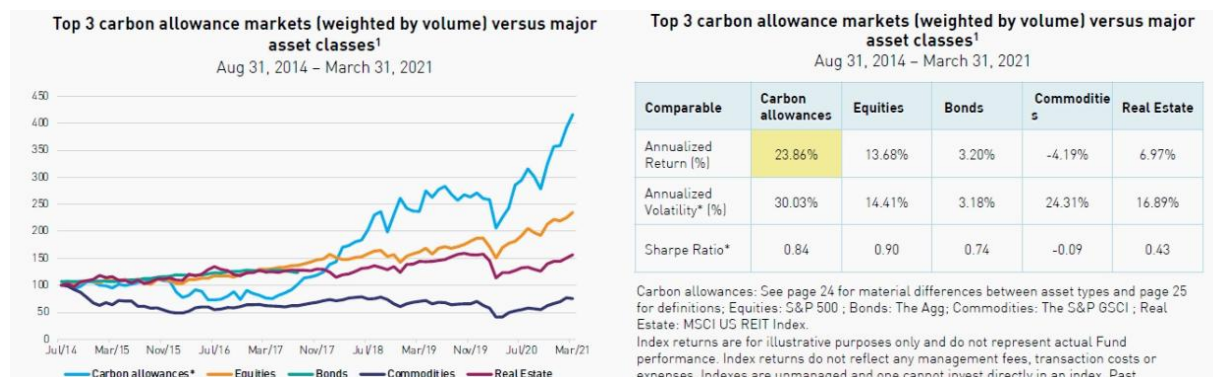
Dopo un avvio incerto negli anni 2000, questi mercati si sono consolidati: il prezzo medio globale dei crediti è oggi determinato dal mercato stesso, e nel sistema europeo (EU ETS) ha raggiunto valori elevati.

Combinando le tasse sul carbonio e i sistemi di scambio delle emissioni, circa il 20% delle emissioni mondiali è oggi soggetto a un meccanismo di tariffazione.

In tale scenario, possedere un bosco o un insieme di alberi in grado di stoccare CO₂ può essere considerato un capitale reale, traducibile in quote di carbonio negoziabili.

È proprio questo il principio su cui si fondano gli indici di valutazione economica del metodo AGEM: i concetti di Patrimonio Lordo e Patrimonio Netto non sono interpretati come valori

assoluti di stima, ma come rendite potenziali, cioè come la capacità dell'infrastruttura verde di generare un ritorno economico attraverso i servizi ecosistemici.



Secondo i dati più recenti, il rendimento medio annuo degli investimenti nel mercato del carbonio è pari al 23,86%, con tendenza alla crescita.

Ciò conferma che il settore rappresenta una delle forme di investimento più redditizie in rapporto al capitale impiegato, e che in futuro attirerà un numero crescente di investitori.

Alla luce di queste considerazioni, nella definizione dei parametri degli indici di valutazione AGEM si è ritenuto opportuno considerare un terzo del Valore dell'albero o dell'infrastruttura verde come rapporto di riferimento più idoneo per esprimere la condizione patrimoniale del bene.

Riprendendo i principi economici di base, dopo aver stabilito il parallelismo tra bilancio aziendale e bilancio dell'infrastruttura verde, si è analizzato come i principali elementi del conto patrimoniale possano essere collegati ai valori economici calcolati con il metodo AGEM. In questo schema:

- il Patrimonio, corrispondente a un terzo del valore atteso, rappresenta la somma delle Attività, ovvero i valori di ricostruzione, ambientale e ornamentale dell'infrastruttura, che insieme costituiscono il Valore Atteso;

- le Passività sono costituite dai costi di gestione straordinaria, poiché la convenienza economica si valuta su un periodo medio-lungo;
- i flussi finanziari di un albero possono essere interpretati come segue: l'incremento marginale di valore equivale ai ricavi, mentre la convenienza di gestione (positiva o negativa) è assimilabile all'utile d'impresa.

Sebbene tale analogia possa sembrare forzata, essa risulta concettualmente coerente in un'ottica di gestione economica del capitale naturale.

Così come un'azienda è composta da persone che ne determinano l'efficienza o l'inefficienza, anche la gestione di un albero dipende dalle scelte tecniche ed economiche operate dall'uomo. Questo parallelismo consente inoltre di disporre di indici di bilancio comprovati e applicabili allo studio economico delle infrastrutture verdi.

Proprio dall'analisi di tali indici derivano i tre indicatori economici sviluppati dal metodo AGEM, pensati per essere integrati nel bilancio economico dell'infrastruttura verde e per fornire al valutatore un quadro chiaro, sintetico e oggettivo delle dinamiche economiche e patrimoniali che la caratterizzano.

3. GLI INDICI DI VALUTAZIONE ECONOMICA

Nello studio di un bilancio aziendale, gli indici economico-finanziari utilizzati per valutare lo stato di salute di un'impresa sono numerosi e diversificati. Tuttavia, molti di essi non risultano direttamente applicabili, per logica e finalità, al caso delle infrastrutture verdi.

Per questo motivo, in una prima fase si è analizzato come gli economisti utilizzano gli indici di bilancio per interpretare la solidità e la redditività delle aziende, al fine di comprenderne le potenzialità di adattamento al contesto ecologico.

Quando si parla di indici di bilancio, ci si riferisce a una serie di indicatori sintetici ottenuti da elaborazioni basate su grandezze patrimoniali, finanziarie ed economiche contenute nello stato patrimoniale e nel conto economico.

La loro funzione principale è quella di favorire un confronto agevole tra bilanci di periodi differenti o tra imprese diverse, permettendo di monitorare l'evoluzione nel tempo della gestione aziendale.

Gli indicatori di bilancio vengono generalmente utilizzati per:

- analizzare i risultati economici e finanziari e il loro andamento nel tempo (analisi di bilancio);
- individuare i punti di forza e di debolezza dell'impresa;
- supportare la definizione di strategie di gestione e investimento più efficaci.

La misurazione di tali indici rappresenta uno strumento di controllo preventivo, fondamentale per verificare che l'andamento dell'azienda sia in linea con gli obiettivi prefissati e per prevenire eventuali situazioni di crisi.

Allo stesso modo, questo approccio può essere traslato in una visione economica delle infrastrutture verdi.

Il metodo AGEM consente infatti di calcolare la convenienza o sconvenienza di gestione di un bene verde, restituendo un dato positivo o negativo in relazione alla sua sostenibilità economica

Va precisato, tuttavia, che una condizione di sconvenienza di gestione non implica automaticamente la sostituzione del bene, poiché nelle infrastrutture verdi entrano in gioco anche valori patrimoniali, ecologici e culturali.

Per questo motivo, il dato deve essere interpretato insieme ad altri parametri — come il valore complessivo dell'infrastruttura, i costi di gestione e il rapporto con il patrimonio disponibile — per offrire al valutatore una visione più completa e oggettiva della situazione.

Da qui nasce l'esigenza di elaborare indicatori sintetici che consentano una lettura immediata della condizione economica dell'infrastruttura, anche in presenza di risultati apparentemente negativi.

Un caso emblematico è quello degli alberi veterani o monumentali, che spesso risultano sconvenienti da gestire sotto il profilo strettamente economico, ma che non possono essere sostituiti, sia per vincoli normativi, sia per la loro valenza ecologica e patrimoniale, che li rende comunque sostenibili nel lungo periodo.

Tornando al parallelismo con gli indici di bilancio aziendali, gli economisti individuano principalmente tre aree di analisi:

- **Redditività** – misura la capacità dell'impresa di generare reddito. È utile sia per l'azienda, che può verificare il rapporto tra ricavi e costi, sia per gli investitori, che possono stimare i possibili ritorni economici.
- **Liquidità** – fornisce informazioni sulla situazione finanziaria dell'impresa, in particolare sulla disponibilità di mezzi monetari e sulla gestione dei flussi di cassa.
- **Solvibilità** – esprime la capacità di un'azienda di far fronte tempestivamente alle proprie obbligazioni finanziarie.

Questi tre aspetti possono essere letti in modo analogo se si intende analizzare la gestione economica di un'infrastruttura verde, adattando le logiche aziendali al contesto ambientale.

Gli indici sviluppati nell'ambito del metodo AGEM sono stati concepiti per facilitare la lettura e l'interpretazione dei risultati economici, fornendo al valutatore tre chiavi di lettura principali, corrispondenti ad altrettante dimensioni economiche:

Rapporto tra patrimonio e costi di gestione – aspetto patrimoniale

Domande chiave:

- Quando la gestione di un'infrastruttura verde diventa non più conveniente rispetto al proprio valore totale?
- Quando il patrimonio accumulato inizia a ridursi per effetto di costi non più sostenibili?

Rapporto tra denaro speso e denaro generato – aspetto finanziario

Domande chiave:

- Quando l'incremento marginale di valore, nel medio-lungo periodo, non compensa più le perdite?
- In quali condizioni una perdita diventa economicamente insostenibile rispetto al livello di crescita del bene?

Redditività dell'investimento effettuato – aspetto produttivo

Domande chiave:

- Il mio investimento, rispetto ad altri settori o beni, è più o meno redditizio?
- Quando non è più conveniente continuare a investire in quella specifica infrastruttura verde?

A partire da queste considerazioni, sono stati definiti tre indici sintetici di valutazione economica:

- Indice Patrimoniale (IP)
- Indice Finanziario (IF)
- Indice di Redditività (IR)

Tali indici devono essere interpretati nel loro insieme.

Fatta eccezione per l'IR, essi risultano calcolabili solo nei casi in cui emerga una sconvenienza di gestione, permettendo di analizzare la natura e la portata del disequilibrio economico.

È importante sottolineare che la variazione dei valori può determinare andamenti indipendenti tra gli indici: ad esempio, un'infrastruttura verde può presentare un ottimo IP ma un IF meno favorevole.

Ciò consente al valutatore di interpretare la situazione economica complessiva anche alla luce delle condizioni finanziarie contingenti del gestore, fornendo uno strumento flessibile e realistico per la valutazione economica del verde.

Nei capitoli successivi saranno illustrati in dettaglio i criteri di calcolo, le logiche di funzionamento e i risultati applicativi di tali indici nel contesto delle infrastrutture verdi.

4. INDICE PATRIMONIALE (IP)

Questo indice sintetico prende spunto dalla direttiva contabile OIC-28, che ritiene ancora sostenibile una perdita di esercizio pari o uguale a un terzo del Patrimonio Netto aziendale.

Nel caso delle infrastrutture verdi le passività, come accennato in precedenza sono rappresentate dai costi di gestione nel medio e lungo periodo, identificati sul metodo AGEM come “costo della gestione straordinaria” (CS).

Il Patrimonio Netto delle infrastrutture verdi viene calcolato sulla base della formula classica ossia:

$$\text{Patrimonio Netto} = \text{Patrimonio Lordo} - \text{Passività}$$

Nel caso delle infrastrutture verdi il calcolo per avere un senso è più complesso e introduce un aspetto importante che deve essere preso in considerazione assolutamente.

Questo aspetto riguarda l'eventuale riduzione del numero di esemplari ($r = \% \text{ perdita } \%$) che si prevede dopo aver effettuato le valutazioni di stabilità, espresso in percentuale sul totale di esemplari.

Per gli addetti del settore sapere con certezza quanti esemplari avranno un rischio non accettabile e pertanto dovranno essere abbattuti prima della valutazione di stabilità è una cosa impossibile, altrimenti verrebbe meno l'importanza della valutazione di stabilità stessa, tuttavia, ogni tecnico ha la possibilità di ipotizzare, visto lo stato di salute degli esemplari valutati, una probabile percentuale di perdite di esemplari.

È chiaro che, nel caso ci trovassimo a valutare un singolo albero, questo valore dovrà essere obbligatoriamente pari a zero.

Questa percentuale naturalmente va a diminuire il Valore Atteso (VA) a disposizione e fa variare sostanzialmente anche quello netto.

Pertanto, L'indice di rendita Patrimoniale è costituito da:

$$IP = (((VA * (1-r) - CS) / 3) / CS$$

Dalla formula si evince che viene messo in relazione il terzo del Patrimonio Netto, inteso come limite di sostenibilità, con le Passività ossia i Costi di Gestione Straordinaria.

Questo per evidenziare se la spesa che devo fare per mantenere il mio patrimonio, secondo gli indici economici sia sostenibile dal capitale.

Il caso più comune è quello degli alberi monumentali che hanno sicuramente delle sconvenienze di gestione ma che hanno capitale irripetibile ed elevato.

Un indice del genere può essere letto come deterrente al mantenimento di un'infrastruttura verde nonostante sia presente una convenienza di gestione negativa.

La lettura dei valori dell'indice riprende il concetto dell'OIC-28 che conferma la sostenibilità dell'azienda quando il rapporto tra patrimonio netto e passività è superiore a 1, pertanto l'indice fornisce le seguenti fasce di riferimento:

INTERPRETAZIONE DELL'INDICE		
IP<1	IP tra 1 e 1,5	IP>1,5
non sostenibile	valutabile	sostenibile

prima condizione: quando l'indice è minore di uno sta a significare che le i costi di gestione superano il terzo del patrimonio, pertanto, il tipo di investimento non è sostenibile. Contemporaneamente però va a confermare un altro dato, come espresso nel paragrafo 2, ossia che se la redditività reale di un'infrastruttura verde è oggi quella delle quote di carbonio, e visto che tale redditività è paragonabile a un terzo del capitale investito, allora con l'indice

inferiore a 1, le spese superano la rendita prodotta per cui un secondo motivo per dire che questo investimento non è sostenibile.

Seconda condizione: quando l'indice è compreso tra 1 e 1,5, in questo caso sarebbe opportuno valutare l'investimento ragionando in modo più ampio e valutando anche la condizione degli altri indici, in quanto, se pur vero che le passività sono inferiori al terzo del patrimonio e alla redditività in *carbon allowances*, è prossimo al valore minimo, per cui è relativamente possibile ritenerlo non sostenibile o al contrario sostenibile.

Terza condizione: quando l'indice è superiore a 1,5, allora i costi superano di netto il terzo del capitale e la rendita dell'investimento fatto e pertanto, non è più sostenibile.

In conclusione, l'IP mette in relazione il valore complessivo dell'albero con i costi di gestione, in presenza di una sconvenienza di gestione ci indica in che modo questa è relazionata al valore complessivo, andando a valutare il tutto sulla base dei costi sostenuti nel medio e lungo periodo.

5. INDICE FINANZIARIO (IF)

Questo indice sintetico prende spunto dal “*current ratio*”, ovvero un indice di liquidità che fornisce un'indicazione generale sui livelli di liquidità dell'impresa, senza la distinzione interna del capitale circolante. Viene generalmente utilizzato dagli analisti per valutare la capacità di un'impresa di far fronte ai debiti a breve termine ed è individuato mettendo in rapporto il capitale operativo con le passività correnti. Nel caso delle infrastrutture verde, non possiamo parlare in tali termini, ma possiamo sicuramente creare un altro parallelismo.

A tale scopo è stato creato l'indice di rendita finanziario, che cerca di mettere in relazione l'incremento marginale di valore (IMV) con la convenienza di gestione (CS).

È un indice che si quantifica solo nel caso vi sia una convenienza di gestione negativa ed è così calcolato:

$$IF = ((IMV * (1 - r)) / 3) / CS$$

Anche in questo indice si tiene conto dell'aspetto legato alla rendita dei “carbon allowances” cercando di dare piena contezza ad un aspetto economico che concretizza il valore in una possibile e probabile quota di mercato reale.

Inoltre, al valore marginale viene sottratto l'aspetto legato alle eventuali perdite di esemplari che riducono in proporzione il valore del bene.

In questo caso non abbiamo fasce di valutazione ma semplicemente un limite netto di giudizio, che è pari ad 1.

INTERPRETAZIONE DELL'INDICE	
IF<1	IF>1
non sostenibile	sostenibile

Questo limite sta ad indicare che nel caso in cui l'indice abbia un valore inferiore a uno, la perdita supera anche il ricavo marginale ottenuto nel periodo di riferimento, calcolato sulla reale rendita ottenibile dalla vendita di quote di carbonio, per cui ipotizzando una reale rendita del capitale investito, in relazione alla consapevolezza di costi di gestione reali e quindi una reale perdita, la condizione di gestione risulta essere non gestibile.

In conclusione, possiamo dire che questo indice va a definire quanto la perdita sia sostenibile nei confronti di un probabile guadagno di breve periodo.

In conclusione, IF ci indica in che modo la spesa sostenuta è relazionata all'incremento di valore nel medio e lungo periodo, valutando quindi la copertura finanziaria del bene.

6. INDICE DI REDDITIVITA' (IR)

Questo indice tenta di verificare la redditività dell'investimento relativo ad un'infrastruttura verde, ossia in relazione al capitale messo a disposizione qual è la rendita percentuale.

L'Indice di redditività (IR) prende spunto da uno degli indici più importanti nell'analisi di bilancio, ossia il ROE o *"return in equity"* chiamato appunto anche indice di redditività.

Il ROE indica la redditività del patrimonio netto, ovvero il ritorno economico dell'investimento effettuato dai soci di un'azienda. L'indice è ottimale se supera almeno di 3 - 5 punti il tasso di inflazione, essendo in ogni caso fortemente influenzato dal settore di riferimento.

Nel caso dell'infrastruttura verde, l'indice è definito ugualmente Indice di Redditività (IR) e mette in relazione il valore Atteso (VA) dell'infrastruttura al netto dei costi di gestione (CG), assimilabile al Patrimonio netto, con l'incremento marginale di valore (IMV) suddiviso per il numero di anni relativi al periodo di valutazione, assimilabile al Risultato di Esercizio.

Pertanto, il calcolo dell'Indice di Redditività (IR) è così sviluppato:

$$IR = ((IMV / n^{\circ} \text{ anni}) / (VA - CG))$$

Nel caso delle infrastrutture verdi, il riferimento utilizzato non è stato legato a punti di inflazione, ma, essendo un'immobilizzazione a lungo termine, è stato adottato come parametro il saggio di rendita immobiliare medio.

Tuttavia, mentre tale valore tende a essere abbastanza stabile per gli immobili tradizionali, nel contesto delle infrastrutture verdi può risultare variabile, influenzato da diversi fattori, tra cui la territorialità e le dinamiche del mercato dei crediti in carbonio.

Il saggio di redditività medio immobiliare oscilla generalmente tra il 2% e valori superiori al 5%, a seconda dei costi di acquisizione del bene, che possono limitare la redditività immediata. Per questo motivo, sono stati individuati tre intervalli di riferimento che delimitano l'adeguatezza del rendimento del capitale investito.

L'interpretazione del IR è così codificata:

INTERPRETAZIONE DELL'INDICE		
IP<2%	IP tra 2% e 5%	IP>5%
non competitivo	valutabile	competitivo

Se l'Indice di Redditività (IR) è inferiore al 2%, significa che l'infrastruttura verde ha una redditività piuttosto bassa, con incrementi di valore limitati e poco convenienti. Quando l'IR si colloca tra il 2% e il 5%, la redditività risulta in linea con la media di mercato; in questo caso, è comunque opportuno confrontare l'indicatore con altri parametri per valutare se l'incremento di valore sia sostenibile nel tempo. Infine, se l'IR supera il 5%, l'infrastruttura verde mostra una redditività elevata, risultando particolarmente conveniente dal punto di vista economico.

In sintesi, l'IR rappresenta uno strumento utile per capire se un'infrastruttura verde offre un rendimento competitivo del capitale investito rispetto ai valori espressi e se l'incremento marginale di valore segue un andamento economicamente sostenibile.

7. INDICE ECOSISTEMICO

Gli alberi rappresentano una delle principali componenti naturali coinvolte nella regolazione del ciclo del carbonio. Essi, attraverso il processo fotosintetico, assorbono anidride carbonica (CO_2) atmosferica, immagazzinandola sotto forma di biomassa e contribuendo in modo diretto alla mitigazione del cambiamento climatico.

La valutazione del contributo ecosistemico degli alberi richiede strumenti in grado di integrare le dinamiche di crescita biologica con la funzione ecologica di assorbimento della CO_2 .

L'indice ecosistemico proposto dal metodo AGEM tiene conto non solo della quantità di anidride carbonica effettivamente stoccata da un albero nel corso della sua vita, ma anche della quantità teorica che avrebbe dovuto stoccare in base ai valori tabellari di riferimento per la specie considerata alla sua età matura.

In questo modo, l'indice consente di confrontare lo stato attuale dell'albero con il suo potenziale ecosistemico ottimale, restituendo un quadro dinamico e predittivo della sua efficienza ecologica.

Ogni albero attraversa fasi di sviluppo ben definite giovane, adulto, maturo e senescente, che influenzano direttamente la sua capacità di fissare carbonio atmosferico.

Durante la fase giovanile, l'albero investe principalmente in crescita strutturale; la fotosintesi è intensa ma parte del carbonio assimilato viene destinato alla formazione di tessuti nuovi.

Nella fase adulta si registra il massimo tasso di accumulo di biomassa e, di conseguenza, il massimo potenziale di sequestro di CO_2 .

Con l'avanzare dell'età e il rallentamento dei processi di accrescimento, l'albero entra nello stadio maturo, in cui la capacità di stoccaggio tende a stabilizzarsi, mentre aumenta il valore ecologico legato alla stabilità e alla complessità dell'habitat fornito.

Al termine della maturità si passa ad uno stadio di senescenza dove più o meno lentamente l'albero tende a regredire restituendo la CO_2 stoccata all'ecosistema e al ciclo del carbonio anche sottoforma di anidride carbonica libera.

Per misurare in modo oggettivo e dinamico l'efficienza di questo processo, è stato elaborato un Indice Ecosistemico (IE) che tiene conto degli stadi di sviluppo dell'albero e del bilancio reale e teorico della CO₂ stoccata nel tempo.

L'indice si articola in due momenti fondamentali di analisi:

- IE attuale (IE₀): rappresenta l'efficienza ecosistemica dell'albero al momento della valutazione;
- IE atteso (IE_T): stima la stessa efficienza in un futuro "check point", cioè dopo un intervallo temporale prestabilito, sulla base dei tassi di accrescimento e delle condizioni ambientali attese.

La differenza tra IE_t e IE_a restituisce il vero Indice Ecosistemico (IE), ovvero la misura della reale capacità evolutiva e di miglioramento ecologico dell'albero nel periodo considerato.

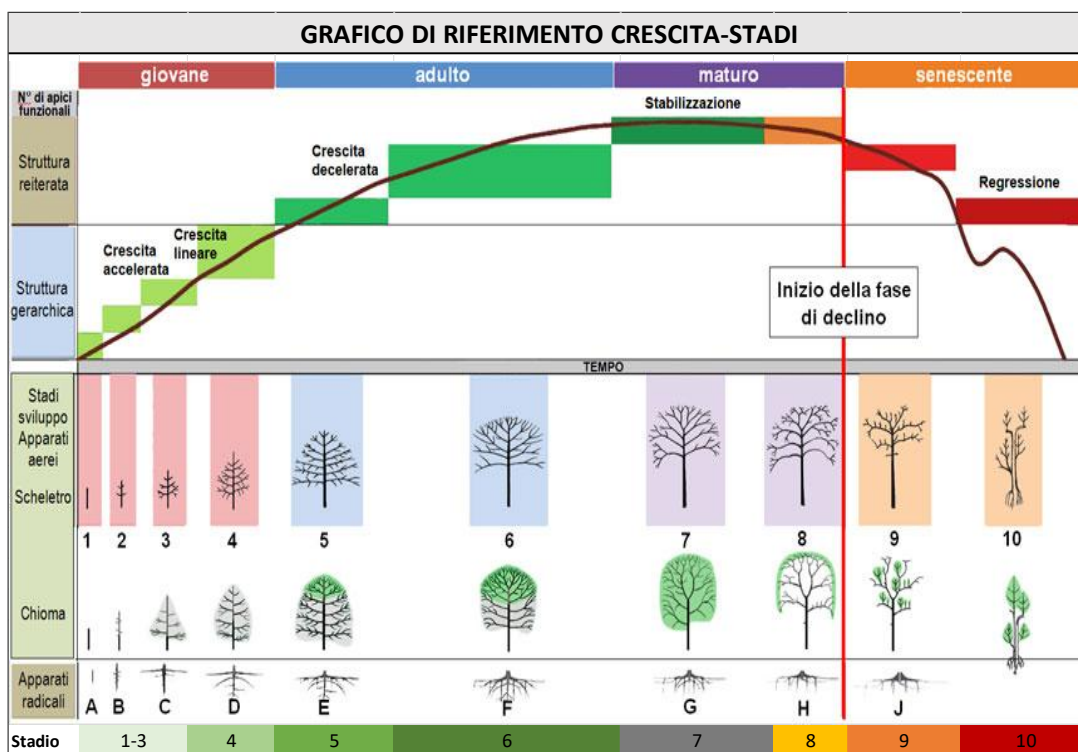
L'indice ecosistemico proposto nasce dall'idea che il valore ecologico di un albero non sia statico, ma dipenda dal suo percorso di crescita e dalla sua capacità di tradurre il potenziale biologico in funzione ecosistemica concreta.

Per questo, l'indice non considera soltanto la CO₂ effettivamente immagazzinata, ma la confronta con la quantità teorica che la pianta avrebbe dovuto accumulare in base alla specie, all'età e alle condizioni di riferimento per l'età matura.

L'indice valuta dunque:

- Lo stadio di sviluppo (giovane, adulto, maturo, senescente);
- La CO₂ teorica stoccabile fino a quel momento;
- La CO₂ reale effettivamente immagazzinata;
- La proiezione nel tempo, che consente di stimare la variazione della capacità ecosistemica tra due punti di osservazione.

La CO₂ teorica è calcolata utilizzando valori tabellari di riferimento relativi alla specie e alla CO₂ stoccata a maturità (C_{max}).



Per ogni età intermedia, si adotta una funzione di crescita che descrive l'andamento cumulativo della biomassa e, conseguentemente, del carbonio immagazzinato. Una funzione comunemente impiegata è di tipo logistico combinata con una decrescente esponenziale (senescente), dove l'età viene calcolata sulla vita dell'albero suddivisa in millesimi e la CO₂ su percentuali di accumulo legati allo stadio di crescita.

stadio	mill.	CO2%	Inc. %	CO2 stand.	Anni
1	0	0%	0%	0	0
3	114	33%	33%	1900	15
4	190	52%	19%	2993	24
5	302	73%	21%	4202	38
6	526	95%	22%	5469	67
7	676	100%	5%	5756	86
8	758	93%	-7%	5353	96
9	868	59%	-34%	3396	110
10	1000	0%	-59%	0	127

(esempio di calcolo)

La quantità reale di CO₂ stoccata è ottenuta mediante misure dendrometriche (diametro, altezza, densità del legno) e l'applicazione di fattori di conversione da biomassa a carbonio e da carbonio a CO₂ derivanti dai risultati già ottenuti con il metodo AGEM.

Calcolo dell'indice ecosistemico

Indice ecosistemico attuale (IE₀)

Questo valore rappresenta la prestazione ecosistemica corrente dell'albero.

Un IE₀ pari a 1 indica che la pianta ha stoccato la quantità di CO₂ prevista per il suo stadio di sviluppo; valori superiori a 1 indicano una crescita superiore alle attese, mentre valori inferiori a 1 segnalano condizioni di stress o accrescimento ridotto.

Indice ecosistemico atteso (IE_T)

Il valore atteso è stimato proiettando la crescita dell'albero a un check point temporale (ad esempio, 10 o 15 anni dal momento della valutazione), tenendo conto dell'incremento previsto di biomassa e delle condizioni ambientali attese. L'IE_T non è semplicemente un valore predittivo, ma una stima del potenziale evolutivo dell'albero nel periodo di riferimento.

indice ecosistemico (IE_v)

La differenza tra IE_T e IE₀ rappresenta la variazione effettiva dell'efficienza ecosistemica, è quindi la misura del guadagno o della perdita ecosistemica nel tempo considerato.

Valori positivi indicano un miglioramento nella capacità di sequestro del carbonio, mentre valori negativi evidenziano una riduzione delle prestazioni, dovuta a fattori biotici (patologie, senescenza) o abiotici (stress idrico, tagli, inquinamento).

INDICE ECOSISTEMICO	
inferiore a -1	scadente
tra -0,150 e -1	inefficiente
tra -0,150 e 0,150	irrilevante
tra 0,150 e 1	efficiente
superiore a 1	eccellente

Interpretazione ecologica

L'uso congiunto di IE_0 , IE_T e IE permette una lettura dinamica dello stato ecosistemico dell'albero:

- IE_0 fornisce una fotografia del presente;
- IE_T anticipa l'andamento futuro;
- IE misura la traiettoria evolutiva reale.

Questo approccio consente di distinguere tra alberi stabili, in crescita ecologica e in regressione funzionale, offrendo un indicatore quantitativo utile per la pianificazione del verde urbano, il monitoraggio forestale e la valutazione del contributo climatico di singoli individui o popolazioni arboree.

L'indice ecosistemico basato sul bilancio dinamico di CO_2 rappresenta un'evoluzione dei tradizionali indicatori ecologici.

Considerando sia la quantità di carbonio realmente stoccata sia quella teorica di riferimento, e introducendo la dimensione temporale con i due check point (IE_0 e IE_T), l'indice fornisce una misura integrata e comparabile della vitalità e funzionalità ecosistemica degli alberi.

Il vero indice ecosistemico (IE_v), derivato dal confronto tra i due stati, non esprime solo un dato statico, ma la tendenza ecologica dell'albero, traducendo in termini quantitativi la sua capacità di contribuire al benessere del sistema ambientale nel tempo.

Questo permette quindi di evitare l'abbattimento anche in presenza di una sconvenienza di gestione economica che viene in un certo senso compensato dai servizi ecosistemici, ragionevolmente è anche vero il contrario e quindi in un'ottica di massima efficienza ecosistemica del verde sostituire un albero che ormai non è più valido a livello di servizio ecosistemico di assorbimento della CO_2 .

8. INTERPRETAZIONE DEGLI INDICI

Come già sottolineato in precedenza, questi riferimenti devono essere considerati spunti di ragionamento, capaci di giustificare una eventuale sostituzione dell'infrastruttura verde, ma non devono vincolarla. Essi forniscono al valutatore un'indicazione utile: anche in presenza di una sconvenienza di gestione, la sostituzione potrebbe comportare una perdita significativa di risorse, in termini di capitale, valore e redditività accumulati nel tempo.

In fase di valutazione è quindi fondamentale comprendere quanto la sconvenienza gestionale sia rilevante rispetto a quanto già investito nell'infrastruttura.

Un esempio emblematico è rappresentato dagli alberi monumentali:

- Si tratta spesso di esemplari giunti a fine ciclo, con bassa valenza ecosistemica e un incremento di valore nel tempo meno significativo rispetto ad alberi in fase di secolarità o maturi;
- Al contempo, richiedono interventi colturali e diagnostici frequenti, generando evidenti costi di gestione nel medio-lungo periodo.

Se il giudizio si basasse esclusivamente sul dato di convenienza di gestione, si rischierebbe di concentrarsi su un valore che non tiene conto di parametri essenziali, come il capitale accumulato nel tempo e la redditività ad esso associata.

Gli indici individuati nel metodo AGEM, al contrario, consentono di dimostrare che, anche a fronte di una sconvenienza di gestione, esistono condizioni in cui è ancora opportuno mantenere e investire nel bene.

Una dinamica analoga può essere osservata anche nelle infrastrutture urbane non monumentali, caratterizzate da valore assoluto elevato e costi di gestione significativi. In questi casi, la convenienza di gestione potrebbe risultare negativa e suggerire una sostituzione; tuttavia, gli indici sviluppati forniscono informazioni più approfondite e possono indicare intervalli di valori in cui la gestione rimane economicamente sostenibile.

L'interpretazione corretta di questi indici è quindi essenziale per salvaguardare infrastrutture di alto valore, i cui costi di gestione elevati non dovrebbero automaticamente portare alla sostituzione, evitando così una perdita significativa di patrimonio economico e naturale.

Nel capitolo successivo saranno presentati e discussi casi concreti di infrastrutture con sconvenienza di gestione, ma con indici positivi, per i quali potrebbe essere deciso il mantenimento dell'infrastruttura, nonostante la presenza di costi di gestione elevati.

IP – Indice Patrimoniale	Rapporto tra patrimonio e costi di gestione	Valuta quanto il capitale investito nell'infrastruttura sia sostenibile rispetto ai costi di gestione	Se > 1,5: nonostante la sconvenienza di gestione, il capitale accumulato giustifica il mantenimento del bene; Se compreso tra 1 e 1,5: costo e patrimonio sono tendenzialmente in equilibrio fare riferimento anche agli altri indici; Se < 1,5: il costo supera il valore patrimoniale accumulato
IF – Indice Finanziario	Rapporto tra denari spesi e incassati	Misura l'efficienza finanziaria del bene nel medio-lungo periodo	Se > 1: il bene produce flussi finanziari sufficienti a coprire i costi, anche se la gestione è onerosa; Se < 1: i costi superano i ricavi o l'incremento marginale di valore
IR – Indice di Redditività	Redditività dell'investimento	Valuta il ritorno dell'investimento rispetto ad altri settori o alternative	Se > 5: l'investimento nell'infrastruttura verde è economicamente conveniente; Se compreso tra 2 e 5: redditività media fare riferimento anche agli altri indici; Se < 2: il ritorno è inferiore ad altre possibilità di investimento

Indice Ecosistemico Attuale (IE₀)	Stato attuale della prestazione ecosistemica dell'albero	Quantità di CO ₂ effettivamente stoccata rispetto al previsto per lo stadio di sviluppo	VALORI DELL'INDICE ECOSISTEMICO IE < -1 - Scadente - L'albero presenta una performance ecosistemica insufficiente, con capacità di sequestro molto bassa. -1 ≤ IE < -0,150 - Inefficiente - Efficienza ridotta, con crescita e stoccaggio di CO₂ sotto la media attesa. -0,150 ≤ IE < 0,150 - Irrilevante - Performance ecosistemica poco significativa, con valori vicini alla media. 0,150 ≤ IE < 1 - Efficiente - L'albero mostra una buona capacità di sequestro del carbonio, con crescita in linea o superiore alle aspettative. IE ≥ 1 - Eccellente - Elevata performance ecosistemica, con capacità di assorbimento della CO₂ nettamente superiore alla media.
Indice Ecosistemico Atteso (IE_T)	Potenziale evolutivo dell'albero nel periodo considerato	Stima della crescita futura e capacità di stoccaggio CO ₂ a un checkpoint temporale	
IR - Indice Ecosistemico	Variazione dell'efficienza ecosistemica nel tempo	rapporto tra IE _T e IE ₀ , misura del guadagno o perdita nel sequestro di carbonio	

IMPORTANTE:

Per gli alberi monumentali e secolari, definiti veterani, l'Indice Ecosistemico (IE) non viene preso in considerazione, poiché, trattandosi di esemplari in una fase di età molto avanzata, è normale che la loro capacità ecosistemica risulti ridotta o, in alcuni casi, persino negativa. Tuttavia, l'equilibrio raggiunto tra maturità e senescenza, o il lento progredire del processo senescente, unito alla notevole quantità di CO₂ ormai accumulata nel tempo, rende questi alberi comunque ecologicamente rilevanti.

Pertanto, pur non presentando un'alta efficienza ecosistemica, il loro IE viene considerato caratteristico dello status di albero veterano e, benché non positivo, assume un valore indicativo della loro funzione di equilibrio e memoria ecologica.

9. ESEMPI ESPLICATIVI

Nel presente capitolo saranno analizzati quattro casi pratici, due dei quali localizzati in un contesto pubblico con e un caso studio su un albero monumentale con sconvenienza di gestione.

CASO PRATICO n° 1 – Filare di Tigli



Questo caso riguarda un filare di tigli, in ambito urbano e pubblico, come spesso accade questa specie subisce l'inadeguata capitozzatura e spesso questo porta ad una lenta e inesorabile degradazione del castello e delle branche principali che spesso hanno dei cedimenti.

Pertanto, la gestione degli stessi diventa molto onerosa per quanto riguarda la certificazione della stabilità, in quanto per definire il grado di pericolo sono indispensabili molte prove strumentali.

Anche la gestione post valutazione è spesso onerosa perché per scongiurare cedimenti del castello sono obbligatori dei consolidamenti in chioma. Inoltre, in questo caso la specie era soggetta ad attacchi parassitari di afidi che rendono inaccessibile nel periodo primaverile l'area, che oltre ad avere panchine e pavimentazione appiccicosa, richiamano un elevato numero di imenotteri.

DATI ECONOMICI

DATI DENDROMETRICI DEL BENE				
Specie	Tilia tomentosa	ambito territoriale:	urbano	
Complesso arboreo	alberi organizzati	Forma dominante:	cilindro	
Numero di individui			25	

CALCOLO GESTIONE STRAORDINARIA			Importante leggere nota
voce	Ktot	freq	K/annuo
Valutazione visiva	€ 1.375,00	2,00	€ 687,50
Dispositivi di riduzione del rischio			€ 0,00
Valutazione dendrodensimetrica	€ 1.500,00	2,00	€ 750,00
Valutazione tomografica	€ 5.250,00	2,00	€ 2.625,00
Valutazione meccanica a trazione			€ 0,00
Valutazione meccanica vibrazionale			€ 0,00
Consolidamenti in chioma	€ 10.000,00	8,00	€ 1.250,00
Trattamenti fitosanitari	€ 3.200,00	1,00	€ 3.200,00
Consolidamenti esterni			€ 0,00
Interventi sull'apparato radicale			€ 0,00
interventi sulle strutture esterne			€ 0,00
Altro tipo di intervento			€ 0,00
AMMORTAMENTO ANNUO			€ 8.512,50
COSTO TOTALE DELLA GESTIONE			€ 127.687,50

CALCOLO FINALE DEI PARAMETRI ECONOMICI DELL'INFRASTRUTTURA	
Valore attuale del bene	€ 220.359,67
Valore atteso del bene	€ 322.839,10
Incremento marginale del valore del bene	€ 102.479,43
Costo della gestione straordinaria	€ 127.687,50
Convenienza di gestione	-€ 25.208,07

INDICI DI VALUTAZIONE	
(IP) Indice patrimoniale	0,51
(IF) Indice finanziario	1,36
(IR) Indice di redditività	3,5%
(IE) indice ecosistemico	0,375

Dall'analisi economico-gestionale emerge che la gestione dell'infrastruttura verde, a causa dell'elevato investimento richiesto per le attività di manutenzione e valutazione, unito al ridotto incremento di valore stimato nel corso di quindici anni, comporta una sconvenienza economica significativa, tale da poter giustificare la sostituzione dell'intero filare.

Un approfondimento basato sugli indici di valutazione economica evidenzia tuttavia una condizione non del tutto negativa, che richiede una considerazione più approfondita.

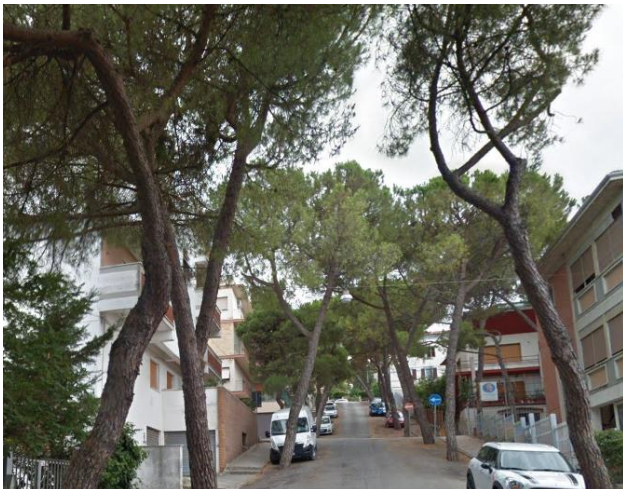
L'Indice Patrimoniale (IP) risulta inadeguato, con un valore inferiore a 1. Ciò indica che i costi di gestione dell'infrastruttura verde non sono sostenibili rispetto al valore complessivo del bene, poiché incidono in misura eccessiva sul capitale generato, riducendo la convenienza economica della gestione.

L'Indice Finanziario (IF) si colloca invece al di sopra del limite minimo di accettabilità, suggerendo che, nel periodo di gestione considerato, l'aumento di valore riuscirebbe solo parzialmente a compensare le perdite, configurando comunque una condizione di equilibrio economico precario.

L'Indice di Redditività (IR) risulta di poco superiore al limite minimo del 3%, indicando la presenza di una limitata marginalità positiva in rapporto all'investimento effettuato. Questo dato riflette una residua capacità di rendimento, pur in un contesto complessivamente svantaggioso dal punto di vista gestionale.

In conclusione, l'infrastruttura verde presenta una sconvenienza economica complessiva che rende tecnicamente giustificabile la sostituzione del filare. Tuttavia, considerando i valori assoluti del bene in relazione agli investimenti da effettuare e alle spese di manutenzione previste, permane una marginalità gestionale minima, tale da poter ancora motivare la continuazione temporanea della gestione in attesa di una pianificazione più sostenibile nel medio periodo.

CASO PRATICO n° 2 – Filare di Pinus pinea



Il secondo caso riguarda un filare di 44 Pinus pinea che nel tempo hanno subito molti tagli radicali e potature troppo invasive, il sesto di impianto troppo ravvicinato hanno creato chiome disequilibrate e inclinazione dei fusti. Nel complesso il filare risulta avere molte problematiche strutturali che riguardano soprattutto l'apparato radicale.

DATI ECONOMICI

DATI DENDROMETRICI DEL BENE				
Specie	Pinus pinea	ambito territoriale:	urbano	
Complesso arboreo	alberi organizzati	Forma dominante:	cilindro	
Numero di individui			44	

CALCOLO GESTIONE STRAORDINARIA			Importante leggere nota
voce	Ktot	freq	K/annuo
Valutazione visiva	€ 2.000,00	2,00	€ 1.000,00
Dispositivi di riduzione del rischio			€ 0,00
Valutazione dendrodensimetrica			€ 0,00
Valutazione tomografica			€ 0,00
Valutazione meccanica a trazione	€ 11.000,00	3,00	€ 3.666,67
Valutazione meccanica vibrazionale			€ 0,00
Consolidamenti in chioma	€ 8.000,00	8,00	€ 1.000,00
Trattamenti fitosanitari			€ 0,00
Consolidamenti esterni			€ 0,00
Interventi sull'apparato radicale			€ 0,00
interventi sulle strutture esterne	€ 15.000,00	5,00	€ 3.000,00
Altro tipo di intervento			€ 0,00
AMMORTAMENTO ANNUO			€ 8.666,67
COSTO TOTALE DELLA GESTIONE			€ 130.000,00

CALCOLO FINALE DEI PARAMETRI ECONOMICI DELL'INFRASTRUTTURA	
Valore attuale del bene	€ 176.150,57
Valore atteso del bene	€ 199.886,50
Incremento marginale del valore del bene	€ 23.735,93
Costo della gestione straordinaria	€ 78.937,50
Convenienza di gestione	-€ 55.201,57

INDICI DI VALUTAZIONE	
(IP) Indice patrimoniale	0,51
(IF) Indice finanziario	0,14
(IR) Indice di redditività	1,3%
(IE) indice ecosistemico	0,102

Dall'analisi economico-gestionale emerge che la gestione dell'infrastruttura verde, a causa dell'elevato investimento richiesto per le attività di manutenzione e valutazione, unito al ridotto incremento di valore stimato nel corso di quindici anni, comporta una sconvenienza economica significativa. Tale condizione rende tecnicamente giustificabile la sostituzione dell'intero filare.

L'approfondimento mediante gli indici di valutazione economica conferma un quadro complessivamente negativo.

L'Indice Patrimoniale (IP) risulta inadeguato, con un valore inferiore a 1, indicando che i costi di gestione superano la sostenibilità economica in rapporto al valore complessivo del bene. In

tali condizioni, le spese operative incidono in modo eccessivo sul capitale generato, compromettendo la convenienza della gestione.

Anche l'Indice Finanziario (IF) risulta insufficiente, con valori prossimi allo zero, a significare che, nell'arco dei quindici anni considerati, l'incremento di valore non sarebbe in grado di compensare le perdite economiche accumulate.

L'Indice di Redditività (IR), inferiore al 3%, non evidenzia alcuna marginalità positiva tra l'investimento effettuato e la rendita annuale generata, confermando la scarsa sostenibilità economica dell'intervento di mantenimento.

In sintesi, l'infrastruttura verde presenta una condizione di gestione non sostenibile, con tutti gli indicatori economici al di sotto delle soglie di accettabilità. Alla luce di tali risultati, la sostituzione dell'intero filare rappresenta la soluzione economicamente più razionale e coerente con i principi di efficienza gestionale e valorizzazione del capitale verde.

CASO PRATICO n° 3 – Quercus pubescens secolare



Il terzo caso riguarda una quercia secolare privata posizionata all'interno di un condominio che presenta un importante cedimento al castello e altri difetti riscontrabili principalmente nella chioma.

L'esemplare ha un'importante dimensione e circa 155 anni, è un albero residuo della vegetazione storica dell'area, quindi molto importante da un punto di vista paesaggistico.

Non vi sono attorno altri esemplari che possano eguagliare lo status di albero veterano che presenta quello valutato.

Purtroppo il cedimento ha creato un grave sbilanciamento e la successiva valutazione ha evidenziato molti difetti in chioma.

DATI ECONOMICI

DATI DENDROMETRICI DEL BENE			
Specie	Quercus pubescens	ambito territoriale:	urbano
Complesso arboreo	albero singolo	Forma dominante:	sfera
Numero di individui			1

CALCOLO GESTIONE STRAORDINARIA			Importante leggere nota
voce	Ktot	freq	K/annuo
Valutazione visiva	€ 400,00	2,00	€ 200,00
Dispositivi di riduzione del rischio			€ 0,00
Valutazione dendrodensimetrica			€ 0,00
Valutazione tomografica	€ 400,00	5,00	€ 80,00
Valutazione meccanica a trazione	€ 1.200,00	5,00	€ 240,00
Valutazione meccanica vibrazionale			€ 0,00
Consolidamenti in chioma	€ 5.500,00	8,00	€ 687,50
Trattamenti fitosanitari			€ 0,00
Consolidamenti esterni			€ 0,00
Interventi sull'apparato radicale	€ 1.000,00	2,00	€ 500,00
interventi sulle strutture esterne			€ 0,00
Altro tipo di intervento			€ 0,00
AMMORTAMENTO ANNUO			€ 1.707,50
COSTO TOTALE DELLA GESTIONE			€ 25.612,50

CALCOLO FINALE DEI PARAMETRI ECONOMICI DELL'INFRASTRUTTURA	
Valore attuale del bene	€ 204.498,72
Valore atteso del bene	€ 214.758,50
Incremento marginale del valore del bene	€ 10.259,79
Costo della gestione straordinaria	€ 25.612,50
Convenienza di gestione	-€ 15.352,71

INDICI DI VALUTAZIONE	
(IP) Indice patrimoniale	2,46
(IF) Indice finanziario	0,22
(IR) Indice di redditività	0,4%
(IE) indice ecosistemico	Albero Veterano IE "Memoria Ecologica"

Dall'analisi economico-gestionale emerge che la gestione dell'infrastruttura verde, a causa dell'elevato investimento richiesto per la manutenzione e la valutazione e del ridotto incremento di valore nel tempo, trattandosi di un albero veterano, comporta una sconvenienza economica significativa nell'arco di quindici anni. Sebbene, in base ai costi di gestione, potrebbe essere giustificato un intervento di abbattimento, risulterebbe tuttavia inopportuno non considerare anche il valore assoluto del bene.

L'approfondimento tramite gli indici di valutazione economica conferma una condizione nella quale, proprio in virtù dell'elevato valore patrimoniale rispetto ai costi di gestione, il mantenimento dell'albero risulta giustificabile non solo da un punto di vista etico, ma anche economico.

L'Indice Patrimoniale (IP) risulta nettamente superiore al limite di convenienza, indicando che un eventuale abbattimento comporterebbe la perdita di un capitale ambientale e materiale rilevante. L'Indice Finanziario (IF), invece, risulta molto basso e quindi non sostenibile in termini di ritorno economico diretto, anche l'Indice di Redditività (IR) si colloca in un range non soddisfacente, ma coerente con la condizione di un albero monumentale o secolare.

È importante ricordare che, per esemplari di questo tipo, l'accrescimento marginale di valore è fisiologicamente ridotto: tali alberi hanno infatti già raggiunto il loro massimo valore ecosistemico e patrimoniale, che tende a crescere in modo lento e progressivo. Pertanto, è raro che presentino valori di IF o IR superiori ai limiti minimi.

In conclusione, pur configurandosi una sconvenienza gestionale, l'abbattimento non risulterebbe economicamente vantaggioso, poiché il valore complessivo del bene supererebbe di gran lunga il beneficio economico derivante dalla rimozione. L'infrastruttura verde mantiene dunque una marginalità positiva che ne giustifica la conservazione e la gestione continuativa nel tempo.

CASO PRATICO n° 4 – Pinus pinea adulto

L'ultimo caso riguarda un esemplare di Pinus pinea adulto che ha subito un taglio radicale e che ha diversi problemi alla chioma. L'esemplare ha un'età di circa 50 anni quindi nel pieno delle sue capacità vegetative, ma la condizione strutturale è fortemente compromessa. La valutazione ha necessità di prove strumentali onerose e di un intervento sulla chioma con opere di consolidamento.

DATI ECONOMICI

DATI DENDROMETRICI DEL BENE				
Specie	Pinus pinea	ambito territoriale:	urbano	
Complesso arboreo	albero singolo	Forma dominante:	cilindro	
Numero di individui			1	

CALCOLO GESTIONE STRAORDINARIA			Importante leggere nota
voce	Ktot	freq	K/annuo
Valutazione visiva	€ 350,00	3,00	€ 116,67
Dispositivi di riduzione del rischio			€ 0,00
Valutazione dendrodensimetrica			€ 0,00
Valutazione tomografica			€ 0,00
Valutazione meccanica a trazione	€ 1.250,00	6,00	€ 208,33
Valutazione meccanica vibrazionale			€ 0,00
Consolidamenti in chioma	€ 1.500,00	8,00	€ 187,50
Trattamenti fitosanitari	€ 250,00	1,00	€ 250,00
Consolidamenti esterni			€ 0,00
Interventi sull'apparato radicale			€ 0,00
interventi sulle strutture esterne			€ 0,00
Altro tipo di intervento			€ 0,00
AMMORTAMENTO ANNUO			€ 762,50
COSTO TOTALE DELLA GESTIONE			€ 11.437,50

CALCOLO FINALE DEI PARAMETRI ECONOMICI DELL'INFRASTRUTTURA	
Valore attuale del bene	€ 18.368,60
Valore atteso del bene	€ 27.443,92
Incremento marginale del valore del bene	€ 9.075,32
Costo della gestione straordinaria	€ 11.437,50
Convenienza di gestione	-€ 2.362,18

INDICI DI VALUTAZIONE	
(IP) Indice patrimoniale	0,47
(IF) Indice finanziario	1,28
(IR) Indice di redditività	3,8%
(IE) indice ecosistemico	0,247

Dall'analisi economico-gestionale emerge che la gestione dell'esemplare, a causa dell'elevato investimento richiesto per la manutenzione e la valutazione, unito al ridotto incremento di valore stimato nell'arco di quindici anni, determina una sconvenienza economica significativa, tale da poter giustificare la sostituzione dell'albero.

Un approfondimento attraverso gli indici di valutazione economica mostra, tuttavia una condizione non del tutto negativa, che richiede una riflessione più articolata.

L'Indice Patrimoniale (IP) risulta inadeguato, con un valore nettamente inferiore a 1. Ciò indica che i costi di gestione dell'infrastruttura verde non sono sostenibili rispetto al valore complessivo del bene, poiché incidono in modo eccessivo sul capitale generato.

L'Indice Finanziario (IF) si colloca invece al di sopra del valore di soglia, suggerendo che, nel periodo di gestione considerato, l'incremento di valore riuscirebbe solo marginalmente a compensare le perdite, collocandosi in una condizione di equilibrio economico precario.

Diversamente, l'Indice di Redditività (IR) risulta ampiamente superiore al limite minimo, segnalando la presenza di una modesta marginalità positiva in rapporto all'investimento effettuato. Tale risultato trova coerenza con il buono stato vegetativo dell'albero, che ne garantisce ancora un certo potenziale di rendimento nel tempo.

Occorre tuttavia considerare che i difetti strutturali e fisiologici rilevati lasciano l'esemplare in una condizione di rischio gestionale, aggravata da uno storico manutentivo non ottimale.

In conclusione, l'infrastruttura verde presenta una sconvenienza gestionale complessiva tale da rendere tecnicamente giustificabile la sostituzione. Tuttavia, mettendo in relazione il valore assoluto del bene con gli investimenti necessari e le spese di manutenzione previste, emerge una residua marginalità economica che potrebbe motivare la continuazione della gestione a breve termine, in funzione delle prospettive di mantenimento e della probabile crescita economica residua dell'esemplare.

10. SINTESI E CONSIDERAZIONI FINALI

L'analisi economica delle infrastrutture verdi, sviluppata attraverso il metodo AGEM, ha permesso di applicare logiche consolidate di gestione aziendale a beni naturali, come alberi e spazi verdi urbani, con l'obiettivo di comprenderne il reale valore economico e la sostenibilità della gestione. Il parallelismo tra bilancio aziendale e bilancio di un'infrastruttura verde si è rivelato uno strumento efficace per interpretare dati complessi e proporre indicatori sintetici che supportino decisioni consapevoli.

Attraverso lo studio degli indici patrimoniali, finanziari e di redditività, è stato possibile tradurre il valore degli alberi e delle infrastrutture verdi in termini economici confrontabili con investimenti tradizionali, tenendo conto non solo dei costi di gestione, ma anche del capitale accumulato nel tempo e dei potenziali ritorni economici derivanti dai mercati del carbonio e da altre forme di valorizzazione. In particolare, l'applicazione dei tre indici sintetici ha permesso di avere una lettura chiara e immediata dello stato di salute economica del bene, anche in presenza di sconvenienze di gestione.

A questi si aggiunge l'Indice Ecosistemico (IE), che integra la valutazione economica con la misurazione del valore ambientale e dei servizi ecosistemici forniti dall'infrastruttura verde. L'IE consente di considerare elementi come la capacità di assorbire CO₂, la conservazione della biodiversità, il miglioramento della qualità dell'aria e il contributo estetico e sociale degli spazi verdi. In questo modo, la gestione del verde urbano non è valutata solo in termini economici, ma anche per il beneficio complessivo che produce sull'ambiente e sulla comunità, fornendo un quadro completo del reale valore dell'infrastruttura.

Un aspetto fondamentale emerso dall'analisi è che la convenienza di gestione non può essere l'unico criterio per decidere il destino di un'infrastruttura verde. Alberi monumentali o infrastrutture di elevato valore possono comportare costi significativi, ma la loro sostituzione determinerebbe una perdita rilevante di patrimonio, valore ecosistemico e redditività. Gli indici AGEM, incluso l'Indice Ecosistemico, forniscono quindi un supporto essenziale per bilanciare necessità operative e tutela del capitale naturale.

Il metodo consente un approccio dinamico e strategico: il valore delle infrastrutture verdi va interpretato in relazione a flussi economici e benefici in modo che la gestione diventa così una pianificazione integrata, guidata non solo dalle urgenze, ma dalla valorizzazione complessiva dei beni verdi sotto il profilo economico, ambientale e sociale.

In conclusione, il metodo AGEM non pretende di sostituire il giudizio del valutatore né di imporre regole rigide, ma offre strumenti concreti e sintetici per supportare le scelte gestionali, valutando con chiarezza il rapporto tra costi, valore accumulato, redditività e benefici ecosistemici. L'approccio integrato tra analisi economica ed ecosistemica rappresenta un passo fondamentale verso una pianificazione più sostenibile e consapevole delle risorse naturali, permettendo di preservare e valorizzare gli alberi e le infrastrutture verdi come veri e propri capitali da tutelare.