



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

INDICAZIONI METODOLOGICHE E OPERATIVE PER IL MONITORAGGIO VAS

Ottobre 2012

Nel presente documento sono sintetizzati e parzialmente rielaborati i principali contenuti dei rapporti finali dell'incarico di ricerca per la *“Elaborazione di approfondimenti della metodologia per il monitoraggio degli effetti ambientali di piani e programmi alle diverse scale territoriali e di altri aspetti della valutazione ambientale strategica (VAS), oggetto di confronto nell'ambito del Tavolo di Coordinamento tra il MATTM le Regioni e le Province Autonome”*, commissionato da ISPRA al Consorzio Poliedra-Politecnico di Milano nell'ambito della Convenzione tra il MATTM e l'ISPRA avente per oggetto il supporto tecnico scientifico alla Direzione per le Valutazioni Ambientali per l'elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici relativamente alla VAS.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Direzione per le Valutazione Ambientali

Luciana Polizzy (*Responsabile*), Paolo Boccardi, Paola Andreolini (*Task Force PON GAT 2007-2013*)

ISPRA – ISTITUTO SUPERIORE PER LA RICERCA AMBIENTALE

Settore Valutazione Piani e Programmi - Servizio Valutazioni Ambientali - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

Patrizia Fiorletti (*Responsabile*), Gianluca Leone, Stefano Pranzo

POLIEDRA, POLITECNICO DI MILANO

Eliot Laniado (*Responsabile scientifico*)

Elaborazione del documento a cura di:

Eliot Laniado, Elisa Amodeo, Silvia Vaghi, Enrica Zucca (Poliedra, Politecnico di Milano)

Contributi al testo:

Mara Cossu, Bruna Kohan (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazione Ambientali – Task Force PON GAT 2007-2013)

Sommario

Introduzione e guida alla lettura	1
1 SIGNIFICATO E RUOLO DEL MONITORAGGIO	3
1 Il monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità lungo il processo decisionale	4
2 Caratteristiche degli indicatori di contesto e loro scalabilità	9
3 Non simultaneità tra i tempi del monitoraggio e quelli con cui si palesano gli effetti ambientali	11
4 Accessibilità ai dati e protocolli di comunicazione	13
5 La <i>governance</i> del sistema di monitoraggio	15
2 INDICAZIONE OPERATIVE PER LA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO	16
1 Obiettivi di sostenibilità e indicatori di contesto	19
2 Definizione delle peculiarità attuative dello strumento	20
3 Identificazione degli effetti ambientali	21
4 Costruzione degli indicatori di processo e di contributo	23
5 La valutazione degli effetti cumulati	28
6 Elementi essenziali per la <i>governance</i>	31
3 APPROFONDIMENTI TEMATICI	38
1 Verso un bilancio dei gas serra	39
2 Il rumore	50
3 Introduzione alla componente ecosistemica	59
4 ALLEGATI	71
Allegato 1 La scheda di meta informazione degli indicatori	72

Introduzione e guida alla lettura

Il monitoraggio della VAS è funzionale a verificare la capacità dei piani e programmi attuati di fornire il proprio contributo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale, identificando eventuali necessità di riorientamento delle decisioni qualora si verificano situazioni problematiche.

Ai sensi dell'art. 18 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., infatti, *“il monitoraggio assicura il controllo sugli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi approvati e la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente gli impatti negativi imprevisti e da adottare le opportune misure correttive”*.

Il presente documento ha l'obiettivo di fornire un supporto alle Amministrazioni impegnate nella progettazione ed implementazione dei sistemi di monitoraggio dei piani e programmi e ai loro consulenti.

Il documento è stato elaborato a partire dalla metodologia per il monitoraggio sviluppata nel 2008-2009 nell'ambito del Tavolo di coordinamento MATTM, Regioni e Province autonome con il supporto di ISPRA, di cui rappresenta un'evoluzione, tematizzandone i contenuti fondamentali e arricchendoli con alcuni esempi applicativi.

Nella maggior parte dei casi, gli esempi proposti sono stati estratti dalla Relazione finale sulle attività svolte nell'incarico di ricerca¹, per la *“Elaborazione di approfondimenti della metodologia per il monitoraggio degli effetti ambientali di piani e programmi alle diverse scale territoriali e di altri aspetti della valutazione ambientale strategica (VAS), oggetto di confronto nell'ambito del Tavolo di Coordinamento tra il Mattm, le Regioni e le Province Autonome”* commissionato da ISPRA al Consorzio Poliedra-Politecnico di Milano nell'ambito della Convenzione tra il MATTM e l'ISPRA avente per oggetto il supporto tecnico scientifico alla Direzione per le Valutazioni Ambientali per l'elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici relativamente alla VAS.

Il presente documento si struttura nelle seguenti parti:

Parte 1 – Significato e ruolo del monitoraggio

Questa prima parte focalizza alcuni concetti centrali del monitoraggio dei piani, puntando l'attenzione sugli aspetti più critici, in particolare:

- la necessità di verificare il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità attraverso un sistema integrato di monitoraggio di tutti i piani, programmi e progetti che hanno effetti su di essi
- la definizione di un insieme di indicatori di contesto efficaci e aggregabili a livelli territoriali diversi
- la non simultaneità tra i tempi del monitoraggio e quelli con cui si palesano gli effetti ambientali
- l'utilità di disporre di una base di dati condivisa e accessibile
- la gestione, o *governance*, del sistema di monitoraggio.

Parte 2 - Indicazioni operative per la progettazione del sistema di monitoraggio

La seconda parte fornisce indicazioni, che siano il più possibile pratiche e utili alle autorità procedente e competente e ai relativi consulenti, definendo le attività da svolgere nella progettazione di un sistema di monitoraggio e come risolvere alcune criticità:

- l'individuazione di obiettivi di sostenibilità e indicatori di contesto
- l'identificazione degli strumenti attuativi del piano o programma e relativi tempi, modalità e peculiarità

¹ Rif. contratto 10/3/3526.

- l'identificazione degli effetti ambientali positivi e negativi delle azioni previste nel piano
- la definizione degli indicatori di contributo alla variazione del contesto e degli indicatori di processo con i momenti del percorso autorizzativo in cui è possibile aggiornarli
- le modalità di aggregazione degli indicatori al fine di individuare, per ogni obiettivo di sostenibilità, gli effetti cumulati delle diverse azioni di piano.

Un ultimo paragrafo illustra, infine, i principi essenziali per la corretta gestione del monitoraggio:

- gli elementi principali per la definizione di un sistema di governance

Parte 3 – Approfondimenti tematici

La terza parte è dedicata al monitoraggio delle seguenti tematiche ambientali:

- i cambiamenti climatici e le emissioni di gas serra
- il rumore
- la componente ecosistemica.

Tali approfondimenti, pur mantenendo un approccio metodologico di valenza generale, sono funzionali, in particolar modo, al monitoraggio di un piano urbanistico comunale.

In **Allegato** è riportato il modello di scheda utilizzato per documentare gli indicatori di monitoraggio.

Appendici

Al fine di semplificare i contenuti del testo e darne valenza pratica, le parti descrittive o teoriche e alcuni ulteriori elementi relativi alle sperimentazioni effettuate in Regione Puglia e Regione Calabria, sono stati riportati nelle Appendici, di cui si consiglia la consultazione per una lettura più esaustiva:

Appendice 1 – Il monitoraggio integrato del Piano Regionale delle Coste della Regione Puglia

Appendice 2 – Il monitoraggio del Piano Strutturale del Comune di Lamezia Terme

Appendice 3 – Verso un bilancio dei gas serra

Appendice 4 – Il rumore

Appendice 5 – Introduzione alla componente ecosistemica

1

SIGNIFICATO E RUOLO DEL MONITORAGGIO

1 Il monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità lungo il processo decisionale

Il processo decisionale si articola in molteplici piani e programmi² che hanno una propria autonomia procedurale e peculiarità in termini di:

- *scala territoriale e settore*: ogni piano agisce su un determinato territorio. Sul medesimo territorio, pur con diversi ruoli, livelli di coerenza e scala di riferimento, possono tuttavia agire sia piani di settori diversi sia piani di altri livelli di governo, come nel caso dei piani territoriali regionali, provinciali e comunali o sub-comunali;
- *modalità e strumenti di attuazione*: l'attuazione può essere diretta - attraverso bandi, avvisi di gara, ecc - o ricorrere a successivi livelli di pianificazione, strumenti complessi come piani attuativi, programmi di dettaglio, etc.;
- *tempi*: ogni piano ha una sua durata amministrativa e un suo orizzonte temporale di riferimento. Inoltre la sua influenza e i suoi strumenti attuativi possono estendersi su tempi più o meno lunghi;
- *attori coinvolti*: i piani che riguardano lo stesso territorio richiedono il coinvolgimento di soggetti che in parte coincidono e in parte variano a seconda del settore e dell'estensione del piano; la partecipazione va organizzata in modo articolato, con strumenti e modalità adeguate e, possibilmente, dovrebbe interessare l'intera filiera del processo decisionale.

Tutti i piani che concorrono al processo decisionale contribuiscono alla trasformazione del territorio: solo un approccio coordinato può consentire di perseguire la sostenibilità. In quest'ottica il D.lgs. 152/2006 e s.m.i. pone le strategie per lo sviluppo sostenibile come cornice di riferimento di tutti i processi di valutazione ambientale³.

Le strategie di sostenibilità sono uno strumento per la definizione, il coordinamento e la verifica dell'attuazione (attraverso i piani, i progetti e le relative valutazioni ambientali) delle politiche ambientali degli Enti che governano il territorio. Devono, tra l'altro, definire gli obiettivi di sostenibilità e gli indicatori che meglio li rappresentano, fornendo target di riferimento, serie storiche, modalità di interpretazione e aggregazione dei dati alle diverse scale territoriali.

La base conoscitiva che ne deriva - definita in questo contesto **base di conoscenza condivisa** - ha lo scopo di supportare le amministrazioni nei processi di VAS, garantendone un innalzamento del livello qualitativo e una maggiore omogeneità e rispondendo all'esigenza di semplificazione delle amministrazioni locali, soprattutto quelle più piccole, senza con questo banalizzare o svuotare di contenuti la valutazione, ma anzi arricchendola e fornendole basi solide.

La funzione di "quadro di riferimento" della base di conoscenza condivisa assicura quindi coerenza e comparabilità alle valutazioni alle diverse scale ed evita la duplicazione di alcune attività tipiche delle VAS, come l'analisi delle criticità di contesto, la verifica di coerenza, la costruzione del sistema degli obiettivi e degli indicatori, etc. A sua volta, l'articolazione del quadro di riferimento operata nelle VAS diventa l'elemento di base per le valutazioni dei diversi progetti che danno attuazione ai piani (Valutazione di

² Da questo punto in poi del documento, per semplicità, con termine "piano" si intendono tutte le tipologie di piani e programmi.

³ Secondo la normativa, infatti, "le strategie di sviluppo sostenibile definiscono il quadro di riferimento per le valutazioni ambientali di cui al presente decreto. Dette strategie, definite coerentemente ai diversi livelli territoriali, attraverso la partecipazione dei cittadini e delle loro associazioni, in rappresentanza delle diverse istanze, assicurano la dissociazione fra la crescita economica ed il suo impatto sull'ambiente, il rispetto delle condizioni di stabilità ecologica, la salvaguardia della biodiversità ed il soddisfacimento dei requisiti sociali connessi allo sviluppo delle potenzialità individuali quali presupposti necessari per la crescita della competitività e dell'occupazione."

Impatto Ambientale e Valutazioni di Incidenza), consentendo la loro comparazione e organizzazione complessiva.

ISPRA, con la rete delle Agenzie Ambientali, sta da tempo lavorando alla definizione di elementi per il supporto del processo di VAS⁴; in particolare è stato prodotto un Catalogo obiettivi-indicatori per il monitoraggio del contesto ambientale (in seguito Catalogo ISPRA-ARPA) che serve da quadro di riferimento di livello nazionale. Il Catalogo ISPRA viene periodicamente aggiornato con i nuovi obiettivi e indicatori contenuti in piani, programmi e documenti di indirizzo di livello europeo e nazionale.

Spetta poi agli Enti (Regioni, ARPA, etc.) calare gli obiettivi del Catalogo ISPRA-ARPA sul proprio ambito territoriale e definire obiettivi specifici per il livello regionale e per ambiti sovracomunali, tenendo conto, da un lato, degli indirizzi derivanti dagli strumenti di pianificazione e programmazione, sia territoriali che settoriali, e, dall'altro, dell'analisi dei punti di forza e delle criticità del territorio considerato. Tale processo, schematizzato in Figura 1, consente di costruire sistemi "obiettivi-indicatori" comparabili tra le diverse realtà regionali, perché basati su un unico riferimento sovraordinato, il Catalogo ISPRA-ARPA.



Figura 1: Percorso per l'extrapolazione degli obiettivi di sostenibilità specifici per il livello territoriale regionale o subregionale a partire dagli elementi contenuti nel Catalogo Obiettivi - Indicatori ISPRA-ARPA.

Ogni singolo piano deve poi essere accompagnato da un sistema di monitoraggio che si sviluppa lungo tutto il suo iter attuativo e verifica il raggiungimento degli obiettivi ambientali e di piano. Dai monitoraggi dei singoli piani si attingono le informazioni necessarie per il monitoraggio degli obiettivi del quadro di

⁴ Nell'ambito della Convenzione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio "per la definizione di indicatori utili per l'attuazione della VAS", le Agenzie, con il supporto del Consorzio Poliedra del Politecnico di Milano, hanno sviluppato una metodologia a supporto del monitoraggio in ambito VAS di piani e programmi e selezionato un nucleo di indicatori comuni a supporto del monitoraggio stesso e presentati nel giugno 2009 al Tavolo di coordinamento tra il Ministero, le Regioni e le Province Autonome in materia di VAS.

Nel "Programma 2010-2012" di attività del Sistema agenziale è stata prevista la linea di attività "Monitoraggio piani VAS" con l'obiettivo di sviluppare linee di indirizzo per l'implementazione delle attività di monitoraggio delle Agenzie ambientali in riferimento ai processi di VAS al fine di armonizzare le modalità operative adottate nei diversi ambiti normativi regionali.

riferimento, attraverso la costruzione di un sistema di monitoraggio complessivo – definito in questo contesto **sistema di monitoraggio integrato** - che considera il contributo specifico di ogni piano al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità di riferimento. Il sistema di monitoraggio integrato così definito esercita un ruolo importante anche nella messa a sistema delle informazioni funzionali alle valutazioni ambientali dei progetti (VIA e VInCA) che discendono dai piani approvati. Semplifica e rende efficace, infine, il monitoraggio del contributo dei singoli piani e dunque consente di alleviare il peso (economico e tecnico) per le singole amministrazioni.

È dunque fondamentale che il quadro di riferimento stabilisca regole comuni per la definizione dei singoli sistemi di monitoraggio dei piani. In particolare, al fine di garantire la comparabilità e aggregabilità delle informazioni, è necessario che definisca indicatori scalabili sui diversi livelli territoriali e condivisi dagli strumenti di pianificazione. In questo, e più in generale nella costruzione e scambio dell'informazione in un sistema di monitoraggio integrato, gli Enti di area vasta, ISPRA e le Agenzie Ambientali rivestono un ruolo fondamentale: ai sensi dell'art. 18 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i, infatti, "il monitoraggio è effettuato dall'Autorità procedente in collaborazione con l'Autorità competente anche avvalendosi del sistema delle Agenzie ambientali e dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca ambientale".

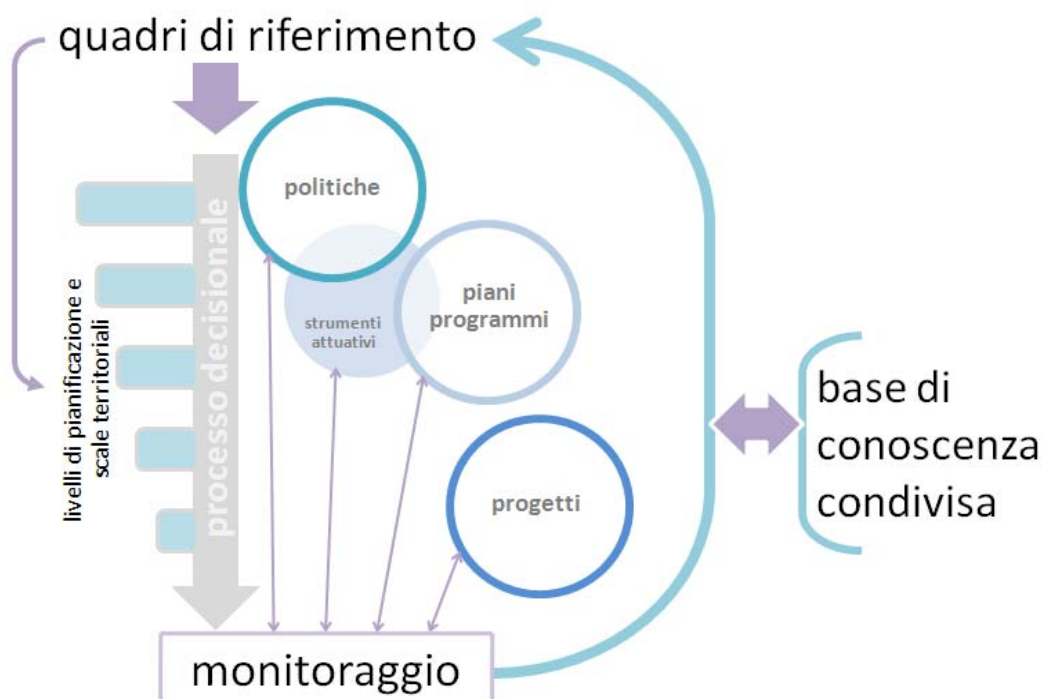


Figura 2: Gli elementi costitutivi del monitoraggio integrato del processo decisionale.

Esempio: Monitoraggio integrato degli obiettivi di sostenibilità regionali – Regione Puglia

La definizione del sistema di monitoraggio integrato di obiettivi di sostenibilità regionali a partire dal monitoraggio di piano è stata sperimentata in Regione Puglia. Ai fini della sperimentazione, si è scelto di concentrarsi esclusivamente sugli obiettivi inerenti il tema del suolo e della biodiversità.

In particolare, è risultato prioritario, per il territorio considerato, l'obiettivo di salvaguardia dall'erosione costiera, che riguarda sia il fattore suolo che la biodiversità: su di esso influiscono i principali strumenti di pianificazione regionale.

Per prima cosa sono stati identificati tutti gli elementi, di tipo naturale e antropico, che interagiscono nelle dinamiche di erosione costiera (ad esempio la realizzazione di opere di difesa o portuali, l'artificializzazione della costa dovuta a infrastrutture e insediamenti, l'uso del suolo nei bacini, la regimazione di corsi d'acqua, ecc.) e il loro territorio di influenza prevalente (sulla costa o in ambiti geografici "lontani" dalla costa ma ad essi collegati, quali i bacini idrografici con sbocco a mare).

Successivamente, sono stati individuati gli strumenti di pianificazione che governano le trasformazioni nell'ambito territoriale della fascia costiera:

- il Piano Regionale delle Coste, che regola le attività concedibili nell'area costiera demaniale ed è concepito come sistema di riferimento per i Piani Comunali delle Coste (PCC), che lo attuano e gestiscono direttamente le concessioni ammissibili;
- le Linee guida per le coste basse, dell'Autorità di Bacino, che governa definisce le regole per gli interventi di difesa costiera;
- i Piani Urbanistici Generali (PUG), che regolano l'uso del suolo nella fascia costiera.

Devono poi essere identificate le dinamiche che sfuggono al processo di pianificazione ma comunque incidono sull'obiettivo di sostenibilità, in questo caso l'occupazione di suolo dovuta a costruzioni abusive.

È in tal modo stato delineato l'oggetto del monitoraggio integrato, che tiene conto complessivamente degli strumenti di pianificazione e del fenomeno dell'abusivismo.

I singoli monitoraggi dei piani sono strutturati autonomamente pur mantenendo caratteristiche e impostazione uniformi e, poiché specifici per il piano, comprendono tutte le sue tematiche ambientali e obiettivi di sostenibilità. Le relazioni e lo scambio di informazioni che deve avvenire tra i singoli monitoraggi dei piani e il monitoraggio integrato è esemplificato in Figura 3.

Perché tutto funzioni, ovvero per garantire il coordinamento dei flussi informativi e la corretta aggregazione delle informazioni al livello territoriale appropriato, è necessario stabilire le regole per governare l'insieme delle relazioni.

Secondo la metodologia qui proposta, all'ente regionale o di area vasta spetta l'organizzazione del monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità del quadro di riferimento territoriale definendo: l'insieme dei piani da monitorare rispetto a ciascun obiettivo, un nucleo comune di indicatori di contesto scalabili e disponibili a diverse scale territoriali, le informazioni che devono derivare da ciascun piano e il momento o le fasi in cui devono essere fornite.

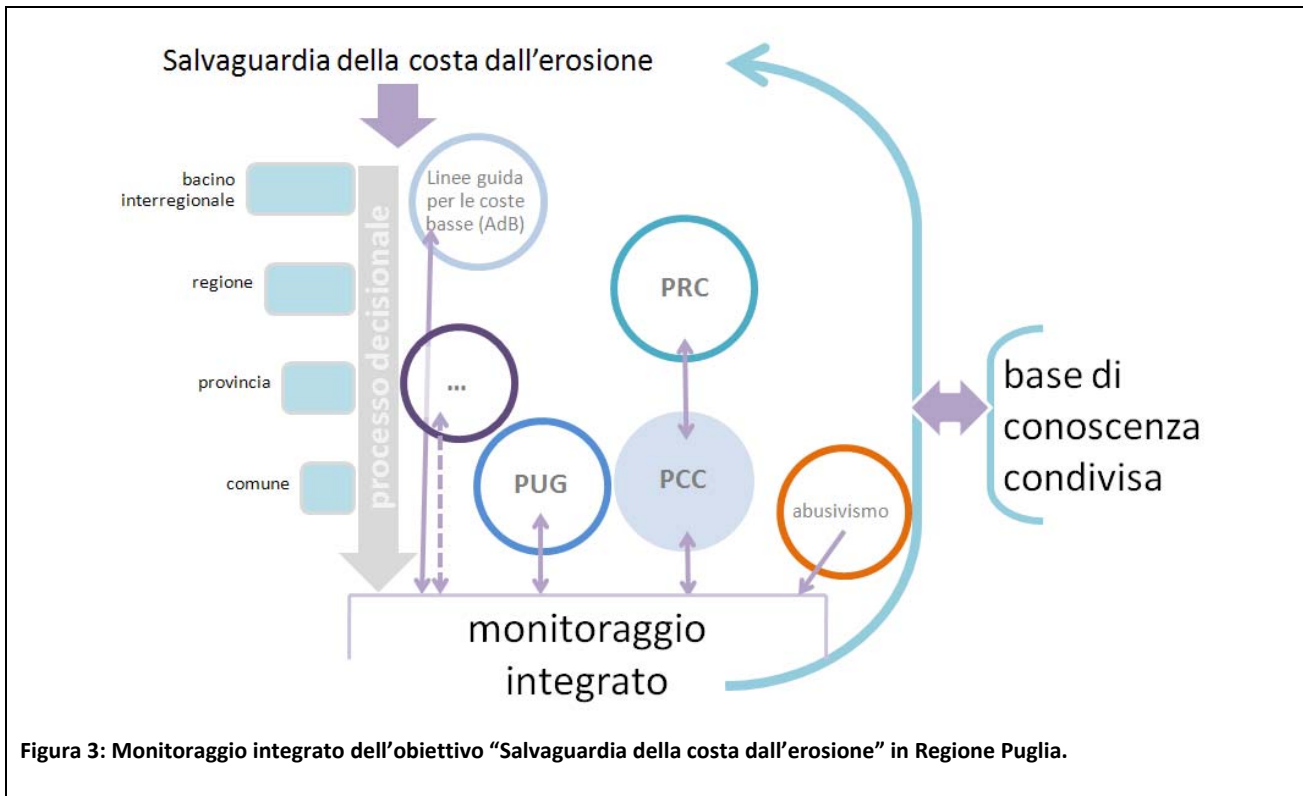


Figura 3: Monitoraggio integrato dell'obiettivo "Salvaguardia della costa dall'erosione" in Regione Puglia.

L'architettura complessiva del sistema di monitoraggio integrato, dunque, si articola per livelli territoriali diversi ma è governata a livello regionale o di area vasta, nell'ambito del quadro di riferimento. Nel transitorio, in attesa della definizione delle strategie di sostenibilità, il ruolo di quadro di riferimento potrebbe essere assunto dai piani territoriali o settoriali regionali (o provinciali) e dalle relative VAS. Ai Comuni dovrebbe, invece, essere demandato il compito di raccogliere le informazioni generate durante l'attuazione dei propri piani e trasmetterle all'ente di area vasta.

Alla luce delle considerazioni effettuate, la costruzione del monitoraggio integrato richiede di definire, dati gli obiettivi di sostenibilità di riferimento:

- **un nucleo comune di indicatori di contesto** che descrive il grado di raggiungimento nel tempo degli obiettivi. Alla variazione dell'indicatore di contesto concorrono sia la pianificazione e programmazione (VAS, VIA e VInCA) ma anche elementi di scenario, da essa indipendenti (fattori naturali, antropici, sociali, etc.).
- **il contributo previsto di ciascun piano sull'obiettivo di sostenibilità.** Per far questo è necessario identificare e prevedere gli effetti di ogni singolo piano, quantificandoli attraverso **indicatori di contributo al contesto** (ad esempio se l'indicatore di contesto è "Emissioni di CO₂ comunali", l'indicatore di contributo è "riduzione delle emissioni di CO₂ ascrivibili al piano"). Gli effetti di ogni piano devono essere poi valutati in modo cumulato, tenendo conto delle differenti scale territoriali e temporali su cui possono manifestarsi: per fare questo devono essere definiti i metodi per aggregare gli indicatori di contributo. Gli indicatori di contributo possono poi concorrere, insieme agli elementi di scenario, all'aggiornamento del contesto ambientale;
- **un nucleo di indicatori specifico per ciascun piano** – chiamati da qui in poi **indicatori di processo** – in grado di descriverne lo stato di attuazione e, sulla base di questo, stimare gli effetti ambientali stimando gli indicatori di contributo al contesto;

- **gli strumenti per la registrazione, la consultazione e la condivisione delle informazioni** generate durante il processo di monitoraggio dei diversi piani (es. i sistemi informativi) e di quelle che il sistema delle agenzie e/o dagli Enti di area vasta rendono disponibili;
- la **definizione di un modello di governance**, cioè delle modalità organizzative (responsabilità, tempi, modi) per le attività di monitoraggio.

2 Caratteristiche degli indicatori di contesto e loro scalabilità

Gli indicatori rappresentano uno dei principali strumenti per il monitoraggio; essi hanno lo scopo di rappresentare in modo quantitativo e sintetico i fenomeni ambientali, rendendoli comunicabili e permettendo la comparazione fra diverse realtà, ambiti, situazioni.

Oltre che al monitoraggio, gli indicatori di contesto sono utili in molte fasi della VAS tra cui l'analisi del contesto, la previsione dello scenario, la stima degli effetti, etc. Nel monitoraggio ambientale sono associati agli obiettivi di sostenibilità e, in particolare, nell'ambito di un sistema di monitoraggio integrato, registrano l'effetto "cumulato" delle azioni realizzate in base a piani, programmi e relativi strumenti attuativi e delle variabili esogene di scenario.

Il monitoraggio ambientale dei piani e programmi e, in special modo, le valutazioni ambientali dei progetti che ne danno attuazione (VAS, VIA e VINCA) contribuiscono al monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità. L'indicatore di contesto deve quindi essere in grado di "seguire" tutta la filiera del processo decisionale: il popolamento e aggiornamento deve avvenire sulla base del monitoraggio non solo dei piani e delle VAS, ma anche delle stime previsionali e degli stessi monitoraggi ambientali contenuti nei procedimenti di VIA e VinCA. Come vedremo meglio poi, questo significa che l'indicatore di contesto è *scalabile*.

Per la definizione dell'insieme degli indicatori di contesto, oltre al Catalogo, è possibile fare riferimento a diverse altre fonti di indicatori definite dalle organizzazioni che si occupano di produzione dell'informazione ambientale ai vari livelli (indicatori dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, Annuario dei dati ambientali di ISPRA, indicatori resi disponibili da ARPA – ad esempio all'interno delle Relazioni sullo Stato dell'Ambiente, indicatori ambientali ISTAT, etc.), che rappresentano un patrimonio informativo standardizzato e disponibile.

Nell'ambito del monitoraggio, gli indicatori devono rispondere ad alcuni requisiti imprescindibili, tra cui la popolabilità e l'aggiornabilità, la disponibilità di serie storiche significative, la scalabilità e la sensibilità alle azioni del piano o dei piani da monitorare.

Soffermiamoci su alcune di esse.

In alcuni casi, può succedere che gli indicatori di contesto, scelti perché particolarmente significativi per la rappresentazione di un obiettivo di sostenibilità, si rivelino, nel caso specifico, non **popolabili**, ad esempio per difetto delle informazioni di base o perché il popolamento necessita dell'applicazione di un modello complesso. Si può quindi agire o scegliendo un altro indicatore di contesto meno adatto ma popolabile oppure ricorrendo ad un indicatore che misura in modo indiretto il raggiungimento dell'obiettivo.

Ad esempio, nell'ambito del monitoraggio del Programma di Sviluppo Rurale (PSR), l'Unione Europea propone l'indicatore di contesto *Farmland Bird Index* (Indice di biodiversità degli uccelli in aree agricole), per descrivere l'andamento della conservazione della biodiversità nelle aree rurali.

Il popolamento dell'indicatore richiede di effettuare censimenti dell'avifauna in punti di ascolto predefiniti. In assenza di tali rilevamenti, l'andamento della conservazione della biodiversità può essere descritto introducendo indicatori di processo che evidenziano le pratiche agricole (agricoltura biologica o integrata,

monocoltura intensiva,..) o gli elementi del tessuto agrario significativi per la presenza dell'avifauna quali la presenza, tipologia e densità di fasce tampone, siepi e filari, la presenza di fontanili, canali e zone umide, ecc.

L'indicatore scelto deve poi essere **sensibile alle azioni del piano** o dei piani da monitorare. Infatti, se è vero che gli indicatori di contesto descrivono gli obiettivi di sostenibilità è altresì molto importante che essi siano scelti anche per la loro capacità di intercettare e descrivere gli effetti delle azioni dei piani monitorati sulle diverse variabili ambientali "impattate".

Infine, un altro aspetto decisivo è la **scalabilità**, ovvero la significatività e popolabilità dell'indicatore alle diverse scale (puntuale, locale e di area vasta). Questa proprietà dell'indicatore rende possibile il passaggio di scala tra tutti i livelli territoriali coinvolti e quindi l'utilizzo di dati e informazioni che si rendono disponibili via via lungo tutta la filiera decisionale (piani, programmi, VAS, VIA, VInCA, etc.). Diverse sono le modalità tramite cui è possibile aggregare territorialmente le informazioni per effettuare il passaggio di scala.

Ad esempio, un caso, tra i più semplici, è quello in cui l'aggregazione avviene tramite somma: è possibile ad esempio nel caso degli indicatori che riguardano l'occupazione del suolo oppure le emissioni di inquinanti o gas serra.

Un'altra modalità di aggregazione territoriale può prevedere l'utilizzo di una funzione come la media o, nel caso in cui si vogliano aggregare informazioni di diversa importanza, la media pesata. Questo è valido in tutti i casi in cui non sia significativo analizzare i valori "estremi" (massimo o minimo), ma piuttosto avere un valore medio per un dato settore o territorio. Ad esempio, un indicatore, riferito ai consumi energetici di un certo settore industriale e aggregabile con la media aritmetica, può essere "energia media consumata per unità di prodotto". Oppure, a livello territoriale, la raccolta differenziata dei rifiuti effettuata da diversi Comuni di una Provincia, ad esempio, può essere rappresentato dall'indicatore "efficienza media della raccolta differenziata".

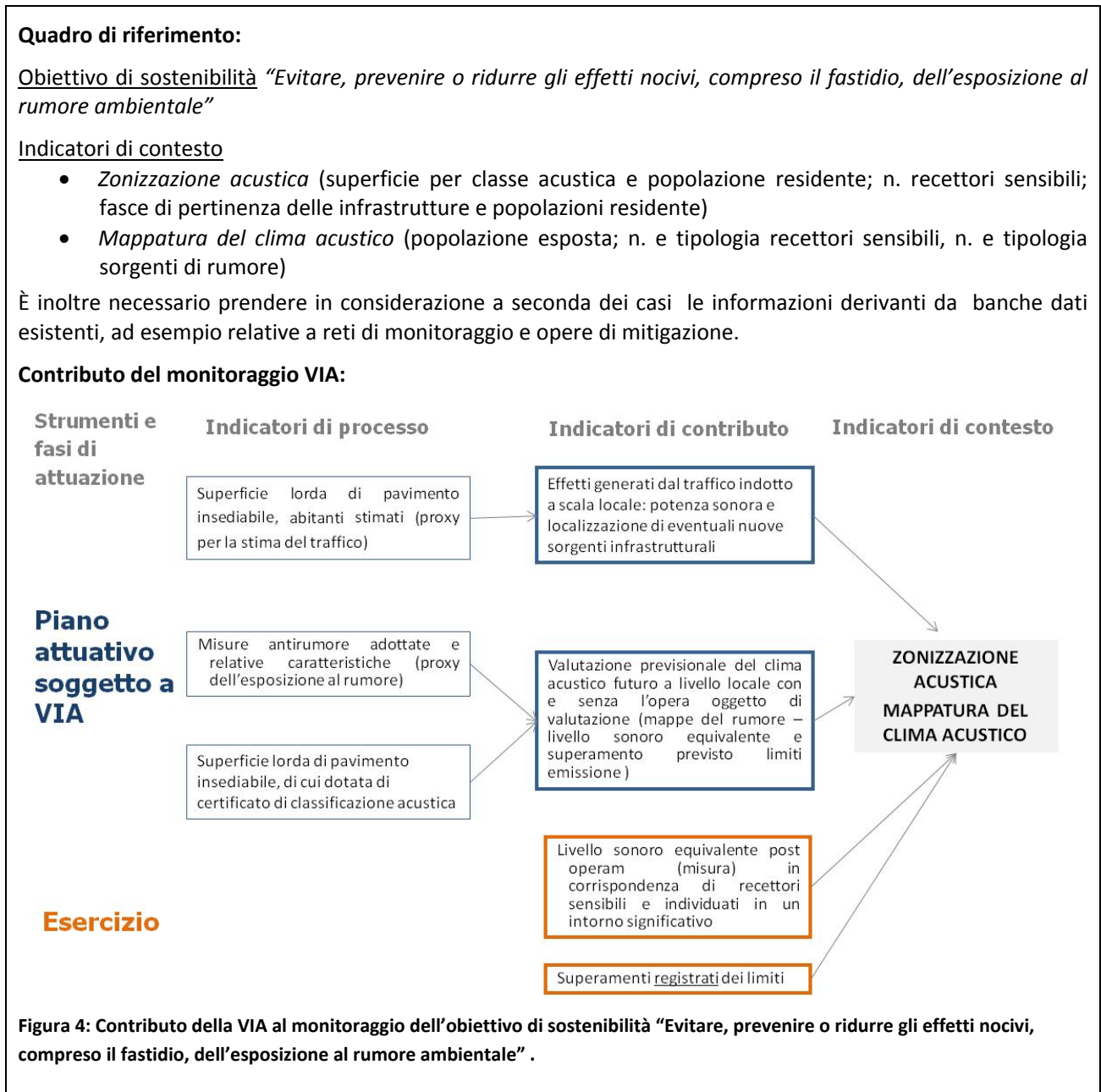
Vi sono casi in cui né la somma né la media sono adeguate all'aggregazione dell'indicatore su scala vasta. Si pensi, ad esempio, al tema dell'inquinamento idrico delle acque di falda emunte da pozzi di approvvigionamento a fini potabili; l'indicatore di contesto tipicamente associato è la concentrazione di sostanze inquinanti nei pozzi. L'aggregazione su un ambito territoriale non può essere fatta tramite media delle concentrazioni di inquinanti nei pozzi, perché si perderebbe l'informazione relativa ai pozzi in cui si rileva il superamento dei limiti di legge. Sarebbe meglio invece utilizzare un indicatore aggregato del tipo "numero (o percentuale) di pozzi ove si verifica il superamento dei limiti di legge per la sostanza X".

Infine, in altri casi, non è possibile aggregare quantitativamente le informazioni se non con l'aiuto di esperti, poiché è necessario una valutazione qualitativa. Si pensi ad esempio agli indicatori sul paesaggio: la valutazione di un impatto dovuto a più interventi sul territorio non può essere quantitativa ma basata sul giudizio di un paesaggista; si pensi inoltre a quanto sarebbe difficile quantificare la relazione di causa-effetto sugli indicatori di biodiversità, relativi ad una rete ecologica (grande scala), dovuta ad interventi di riqualificazione ambientale di un'area ristretta (piccola scala) quale ad esempio un'area umida, o ancora nel caso di indicatori sul paesaggio.

In seguito è riportato un esempio, sulla componente Rumore, relativo alla scalabilità dell'indicatore di contesto lungo la filiera decisionale e in particolare al passaggio di scala tra area vasta e puntuale.

Esempio: Il contributo della VIA al monitoraggio degli obiettivi di sostenibilità nel caso del rumore

Si riporta di seguito una esemplificazione della relazione potenziale tra il monitoraggio dell'obiettivo relativo al contenimento e riduzione dell'inquinamento acustico e della popolazione esposta nel caso di un piano attuativo da sottoporre a VIA che preveda la realizzazione di nuovi ambiti insediativi di tipo residenziale.



3 Non simultaneità tra i tempi del monitoraggio e quelli con cui si palesano gli effetti ambientali

In fase di monitoraggio, gli indicatori di contesto possono rivelarsi non adeguati a registrare gli effetti del piano e a consentirne un riorientamento in tempo utile.

Lo stato dell’ambiente è impattato dalle azioni dei piani, tuttavia la variazione che ne deriva è, in molti casi, registrabile dagli indicatori di contesto solo una volta che le azioni sono completamente realizzate (ad esempio nel caso del consumo di suolo dovuto alla realizzazione di interventi edilizi per nuova residenza) oppure, come nel caso della costruzione di opere, infrastrutture, etc., solo dopo la messa in opera, in fase di esercizio (l’incremento delle emissioni di gas serra o dei consumi di acqua dovuti a nuovi edifici si verificano solo quando le nuove abitazioni vengono occupate, analogo è il caso della variazione della qualità delle acque e di conseguenza dell’ecosistema fluviale in un corpo idrico superficiale in seguito alla realizzazione di un depuratore di acque reflue).

Per questa ragione, è necessario poter aggiornare le previsioni di piano (sull'andamento degli indicatori), in fase di attuazione, prima che essi producano una variazione dello stato dell'ambiente e quindi siano registrabili dagli indicatori di contesto.

Per farlo è possibile partire dagli indicatori di processo, che, in fase di pianificazione, servono ad elaborare stime previsionali degli effetti delle azioni di piano e, in fase di attuazione, a monitorare le azioni e valutarne gli effetti. Gli indicatori di processo devono essere facili da popolare, cioè basati, quanto più possibile, su dati che si rendono disponibili nelle procedure attuative. In questo modo è possibile aggiornare, in tutti i momenti in cui si hanno informazioni aggiuntive, il dato sulla base del quale stimare l'indicatore di contributo.

Si consideri, ad esempio, un'azione tipica di un piano urbanistico comunale, come la realizzazione di ambiti di nuova edificazione; essa potenzialmente incide in termini di: consumo di suolo, effetti sul paesaggio, consumo di energia ed emissioni climalteranti, consumo idrico, produzione di rifiuti, traffico indotto, ecc.

La consistenza di tali effetti dipende poi da diversi fattori, legati alle caratteristiche dell'intervento, che siano esse progettuali (es. superficie e volume dell'intervento, presenza/assenza di misure per il risparmio energetico e la produzione di energia da fonti rinnovabili) o gestionali (es. numero di abitanti insediati, accorgimenti per il risparmio energetico in esercizio, manutenzione dell'edificio, etc.). Tali caratteristiche, progettuali o gestionali, devono essere quindi descritte dagli indicatori di processo.

Lo schema di Figura 5 evidenzia come l'indicatore di processo "superficie lorda di pavimento (SLP)" possa essere funzionale alla stima dei consumi di energia per il riscaldamento e per l'acqua calda (e, di conseguenza, delle emissioni climalteranti), della produzione di rifiuti, del consumo di suolo, ecc... In alcuni casi, per arrivare alla stima degli effetti, è necessario l'utilizzo di parametri numerici (alcuni di essi sono riportati nei box con campitura colorata).

Ad esempio: a partire dai dati, desumibili dal Piano, relativi all'SLP dell'edificio e dall'altezza media di un piano, si stima il volume di massima dell'edificio, da cui dipendono i consumi energetici per il riscaldamento (tali consumi possono essere stimati in larga massima utilizzando i dati medi di consumo nello stesso territorio e possono essere precisati grazie ad eventuali informazioni in merito alla classe energetica prevista o agli obblighi/incentivi definiti dalle Norme Tecniche di Attuazione del Piano). Dal numero di abitanti insediabili (volume dell'edificio diviso per il parametro che definisce i metri cubi per abitante), è poi possibile ricavare le stime di acqua ed energia consumata, di rifiuti prodotti, di carico inquinante aggiuntivo, etc.

Dopo aver identificato gli indicatori di processo ed i parametri necessari per stimare gli effetti ambientali delle azioni di piano, è necessario verificare quali siano le fasi del processo attuativo in cui tali indicatori e parametri siano aggiornabili o disponibili.

Sempre nel caso dell'azione "nuova edificazione", l'indicatore di processo "superficie lorda di pavimento" si ricava, come indicazione di massima, dal piano urbanistico approvato e si aggiorna quando viene redatto un piano attuativo, se previsto, o alla presentazione dell'istanza di concessione edilizia. Dopo il rilascio della concessione, a meno di varianti progettuali, l'indicatore e, di conseguenza, le stime degli effetti ambientali che ne derivano, non si modificano più.

Il medesimo percorso deve essere ripetuto per ogni tipologia di azione del piano con: l'identificazione delle fasi dell'iter di attuazione in corrispondenza delle quali aggiornare gli indicatori di processo; l'individuazione delle fonti (il documento, l'atto, la cartografia, etc.) o del soggetto responsabile del dato, le modalità per l'aggiornamento dell'indicatore.

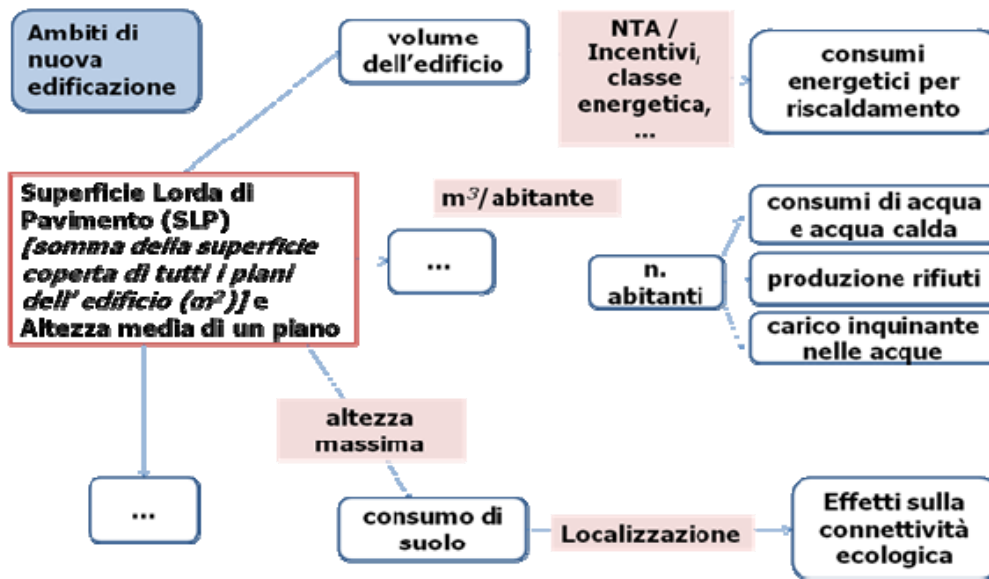


Figura 5: Legame tra gli indicatori di processo, i parametri di calcolo e gli indicatori di variazione del contesto.

Le informazioni inerenti le diverse tipologie di azione devono essere infine opportunamente aggregate a livello di piano, al fine di valutarne complessivamente gli effetti su ogni obiettivo di sostenibilità (ad esempio: il consumo di suolo, causato dal piano, sarà ottenuto aggregando le informazioni inerenti ad azioni di nuova costruzione, di ampliamento, di infrastrutturazione, etc.). La previsione degli effetti ambientali del piano verrà man mano corretta e affinata all'avanzare dell'attuazione, in attesa di poter rilevare l'effettivo andamento delle variabili di contesto a seguito della completa realizzazione ed entrata in fase di esercizio delle azioni.

4 Accessibilità ai dati e protocolli di comunicazione

Appare a questo punto evidente l'importanza di basare il monitoraggio, soprattutto quando coinvolge in maniera integrata più piani, su dati e indicatori comuni. È sempre più auspicabile quindi poter disporre di una base informativa condivisa, almeno a livello regionale.

Il diritto all'accesso alle informazioni ambientali⁵ è sancito a livello internazionale dalla Convenzione di Aarhus⁶, che, con i relativi provvedimenti di attuazione comunitari e nazionali vuole garantire, ai fini della più ampia trasparenza, che l'informazione ambientale sia sistematicamente e progressivamente messa a disposizione del pubblico e diffusa, anche attraverso i mezzi di telecomunicazione e gli strumenti informatici, in forme facilmente consultabili.

⁵ Ai sensi del Decreto 195/2005 si intende per informazione ambientale, qualsiasi informazione disponibile in forma scritta, visiva, sonora, elettronica o consultabile in altro formato, riguardante lo stato delle acque, dell'aria, del suolo, del territorio, delle zone costiere e marine, inclusi la diversità biologica e gli elementi costitutivi della medesima, gli organismi geneticamente modificati, nonché i fattori, le attività o le misure che incidono o possono incidere sulle predette componenti ambientali e le attività o le misure destinate a tutelarle, ivi compresi le misure amministrative e gli accordi ambientali.

⁶ Convenzione di Aarhus del 25 giugno 1998 sull'accesso alle informazioni, la partecipazione del pubblico ai processi decisionali e l'accesso alla giustizia in materia ambientale, si fonda sull'idea che un maggiore coinvolgimento e una più forte sensibilizzazione dei cittadini nei confronti dei problemi ambientali conduca ad un miglioramento della protezione dell'ambiente. La Convenzione è stata approvata con Decisione 2005/370/CE. Il primo pilastro della Convenzione, relativo all'accesso alle informazioni ambientali, è normato a livello comunitario dalla direttiva 2003/4/CE, recepita in Italia con d.Lgs. 195/2005.

Nonostante le previsioni della Convenzione di Aarhus e i provvedimenti legislativi che ne sono seguiti, la realtà italiana, sebbene stia facendo dei passi avanti, rivela ancora la mancanza di una solida “cultura” del dato ambientale.

Per poter disporre di un solido ed efficace patrimonio informativo, è necessario affrontare alcune problematiche che ancora caratterizzano i dati ambientali, raccolti dai diversi Enti preposti, in particolare lavorando sui seguenti aspetti:

- completezza dei dati, che a volte sono disponibili solo per alcune realtà territoriali e per archi temporali limitati;
- omogeneità, ovvero definizione di metodologie comuni di raccolta ed elaborazione tra diversi Enti, al fine di rendere i dati confrontabili tra loro;
- reperibilità dei dati, che spesso risultano “dispersi” in più fonti (studi, rapporti ambientali, sistemi informativi territoriali), a seconda del soggetto incaricato della loro produzione;
- fruibilità: molti dati sono disponibili soltanto in forme inadatte per ulteriori elaborazioni, come ad esempio mappe o grafici; in alcuni casi i dati non sono fruibili tramite web, ma esclusivamente in pubblicazioni cartacee di difficile reperimento e consultazione;
- documentazione, corredando i dati di tutte quelle informazioni (metadati) necessarie per poter risalire all’origine del dato, ai suoi riferimenti spaziali e temporali, alla metodologia di raccolta, all’affidabilità, alla fonte ed alla modalità di accesso.

In parallelo è necessario lavorare per superare la reticenza di alcuni soggetti detentori di informazione ambientale a trasmettere, condividere, diffondere tempestivamente i dati, con modalità tali da renderli un reale strumento di lavoro. Ove possibile, inoltre, l’accesso ai dati dovrebbe essere gratuito (il costo del dato può infatti limitarne l’utilizzo).

Il già citato Catalogo, predisposto da ISPRA – ARPA, in parte, risponde ai problemi della dispersione dei dati e alla mancanza dei metadati: oltre a fornire indicatori di contesto univoci e utilizzabili su gran parte del territorio nazionale, associa a ciascuno di essi una dettagliata scheda di documentazione.

La scheda, consultabile sul [sito di ISPRA](#) è composta da una prima sezione, descrittiva, che contiene informazioni quali: gli obiettivi di sostenibilità e il tema ambientale cui l’indicatore si riferisce, la fonte e l’unità di misura, l’indicazione sulla popolabilità a livello nazionale, la copertura spazio – temporale, la modalità di accesso, eventuali riferimenti normativi e bibliografici. La seconda sezione, valutativa, è dedicata al ruolo dell’indicatore nel monitoraggio ambientale, e ne evidenzia la significatività, le difficoltà di elaborazione, i principali limiti nel suo utilizzo, nella sua comunicabilità e comprensibilità, etc.

Anche alcune Regioni, anche attraverso le loro ARPA si sono mosse o si stanno muovendo attraverso direttive regionali che regolamentano la gestione e la messa a disposizione dei dati e i rapporti con gli Enti detentori.

Come già accennato, per il monitoraggio integrato di più piani è essenziale organizzare un sistema che metta a disposizione delle Autorità Procedenti e Competenti il patrimonio di informazioni relativo agli indicatori di contesto e prevedere dei protocolli di comunicazione fra gli Enti coinvolti, in modo da facilitare e automatizzare lo scambio delle informazioni.

Particolarmente utile, soprattutto nel caso in cui gli Enti coinvolti abbiano scarsità di risorse (ad esempio i piccoli Comuni), sarebbe l’archiviazione, schedatura e trasmissione dei dati, che si rendono via via disponibili durante le attività istruttorie ordinarie.

Interessante e vantaggioso, inoltre, sarebbe poter condividere le informazioni del monitoraggio con gli Enti di area vasta coinvolti. Sarebbe utile, ad esempio, disporre di una piattaforma web, fruibile dagli utenti autorizzati, a cui il monitoraggio del piano automaticamente invii gli indicatori di processo e contributo aggiornati e acquisisca a sua volta gli indicatori di contesto elaborati dagli Enti di area vasta.

5 La *governance* del sistema di monitoraggio

Spesso i procedimenti di VAS, pur includendo alcuni elementi utili al monitoraggio, tralasciano le indicazioni operative con cui esso deve essere attivato e gestito. Esse riguardano tempi, modi, costi e responsabilità, e sono necessarie per garantire che l'interazione tra VAS e piano non si esaurisca con l'approvazione del piano ma riguardi tutto il suo ciclo di vita.

La stessa normativa in materia di VAS (d.lsg 152/2006 e s.m.i. e d.lgs. 128/2010) richiede di identificare tempi e costi del monitoraggio e individua un quadro di responsabilità (autorità procedente, autorità competente e sistema agenziale) che necessita di essere declinato a seconda del piano monitorato, in termini di esperienze, competenze e risorse degli Enti.

Inoltre, nell'ottica del monitoraggio integrato del processo decisionale, dovranno essere definite anche le procedure per lo scambio e di informazioni tra Enti, la loro aggregazione alle diverse scale territoriali etc. Le modalità di gestione del processo, ovvero la *governance* del monitoraggio, dovrà essere dettagliata, già in fase di pianificazione, e dovrà comprendere:

- l'individuazione degli Enti con competenza ambientale e territoriale di riferimento, il loro grado di coinvolgimento e il ruolo che essi avranno per il popolamento degli indicatori;
- le responsabilità per le attività di monitoraggio, che tengano conto della normativa e delle relazioni con i meccanismi e gli organismi istituiti per la gestione del piano;
- l'integrazione con il monitoraggio del piano e le modalità di intercettazione di eventuali sue varianti;
- il rapporto con gli altri piani e i protocolli di comunicazione per lo scambio di dati e informazioni;
- i tempi, le modalità operative e gli strumenti per lo svolgimento delle attività;
- i meccanismi di retroazione da introdurre per ri-orientare il piano;
- le modalità di consultazione dei soggetti con competenza ambientale e la partecipazione del pubblico;
- la periodicità, i contenuti e la struttura dei rapporti di monitoraggio.

L'individuazione di tutti questi elementi comporta uno sforzo non banale per gli Enti, che devono attrezzarsi per proseguire la VAS, dopo la fase di elaborazione del piano e del rapporto ambientale, anche nella fase di attuazione, definendo adeguati risorse, ruoli e procedure per l'attivazione del monitoraggio.

2

INDICAZIONE OPERATIVE PER LA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO

La progettazione del sistema di monitoraggio è parte integrante della VAS: se la relazione tra rapporto ambientale (in seguito RA) e monitoraggio è studiata sin dalle prime fasi del processo, l'attività di valutazione e di controllo in fase di attuazione sarà resa non soltanto più efficace, ma anche più semplice e meno onerosa per gli Enti responsabili, in termini di tempo e di risorse.

Come mostrato in Figura 6 il RA: analizza il contesto ambientale rispetto alle peculiarità del piano da monitorare e agli effetti attesi, identificando gli indicatori di contesto, rispettive fonti e Enti deputati al loro aggiornamento. Associa gli indicatori di contesto agli obiettivi di sostenibilità ritenuti pertinenti per il piano stesso in relazione ai quadri di riferimento disponibili. Correla gli obiettivi di sostenibilità con gli obiettivi e le azioni di piano che possono indurre effetti, positivi o negativi, su di essi. Specifica il percorso dell'attuazione del piano e le sue peculiarità in termini di strumenti e tipologie di intervento. Infine, identifica le potenziali relazioni con la Valutazione di Incidenza (VIA) e la Valutazione di Impatto Ambientale (VIInCA) di progetti previsti, individuando gli aspetti critici da tenere sotto controllo.



Figura 6: Legame tra contenuti del rapporto ambientale e il sistema di monitoraggio nella VAS.

Se il RA contiene tutte le informazioni necessarie, il monitoraggio si “limita” quindi ad aggiornare le sue previsioni, aggiornando gli indicatori di contesto e il quadro normativo – programmatico attraverso la progressiva “qualificazione” degli effetti indotti dall'attuazione del piano (contributo del piano alla variazione del contesto e relativo livello di raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità). Più oneroso il caso in cui il RA non contenga tutte le informazioni necessarie per la definizione di un sistema di monitoraggio corretto, per cui si dovrà procedere alla ricostruzione degli elementi mancanti.

La tabella che segue mostra le relazioni tra alcune sezioni del RA e le attività di monitoraggio, evidenziando come sia possibile ottimizzare entrambe le attività nell'ambito della VAS:

<p>Obiettivi di sostenibilità</p>	<p>Gli obiettivi di sostenibilità devono essere selezionati sulla base delle peculiarità del piano, in ragione del suo potenziale contributo positivo o negativo al loro raggiungimento. Sono desunti dai quadri di riferimento, di livello nazionale o regionale, e articolati secondo il livello territoriale di riferimento del piano. Ove disponibili, i target devono essere esplicitati.</p>
-----------------------------------	--

Contesto ambientale	L'analisi di contesto deve selezionare i temi ambientali strettamente correlati al piano, perché critici o perché legati agli effetti indotti dall'attuazione. È auspicabile evitare analisi ridondanti, ma focalizzare l'attenzione su un nucleo ristretto di indicatori, opportunamente corredati dalla relativa meta informazione, per i quali sia garantito l'aggiornamento e la condivisione delle relative responsabilità (cfr. scheda metadato in Allegato 1). È inoltre necessario prevedere la scalabilità degli indicatori stessi e le modalità di aggregazione ai diversi livelli per poter effettivamente monitorare gli effetti indotti dal mosaico dei piani e degli strumenti che fanno parte del monitoraggio integrato. La loro correlazione con gli obiettivi di sostenibilità deve consentire la costruzione del quadro di riferimento per gli strumenti che fanno parte del monitoraggio integrato.
Coerenza esterna	L'analisi di coerenza è funzionale alla verifica del grado di omogeneità dei diversi elementi del processo decisionale nel perseguire gli obiettivi di sostenibilità. Per la costruzione del sistema di monitoraggio integrato, è essenziale mettere in evidenza affinità e concorrenze dei diversi piani e programmi rispetto agli obiettivi, profilando le informazioni che è necessario aggregare a livello territoriale e temporale.
Obiettivi e azioni del piano e strumenti attuativi	Le azioni del piano devono essere esplicitate nella struttura della loro attuazione, specificando tipologie di intervento, strumenti e modalità di attuazione e la previsione di eventuali valutazioni ambientali per gli strumenti attuativi (in quest'ultimo caso è possibile pianificare le attività di monitoraggio in modo da rendere il RA e i rapporti di monitoraggio funzionali anche a tali valutazioni).
Valutazione degli effetti	Il RA identifica le relazioni che intercorrono tra gli obiettivi e le azioni di piano e gli obiettivi di sostenibilità selezionati. La valutazione stima gli effetti ambientali potenziali, positivi e negativi, per le diverse azioni e tipologie di intervento, rispetto agli obiettivi di sostenibilità e ai temi ambientali selezionati. Esplicita tale stima non soltanto in termini di relazione (effetto esistente e potenziale sua gradazione) ma anche in termini di descrizione qualitativa del contributo alla variazione del contesto e al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità. Il monitoraggio si può così concentrare sull'aggiornamento di tale stima con dati e descrizione via via più precisi e sulla possibile articolazione degli effetti a seconda delle fasi di realizzazione dell'azione o della tipologia di intervento.

I paragrafi che seguono contengono indicazioni operative per la progettazione di un sistema di monitoraggio, cercando di rispondere nel contempo ad alcuni punti aperti, esposti nella Sezione 1. Gli elementi necessari per la costruzione del sistema di monitoraggio possono essere sintetizzati come segue:

1. Definizione del sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori di contesto
2. Definizione delle modalità attuative dello strumento
3. Identificazione degli effetti ambientali
4. Costruzione degli indicatori di processo e di contributo
5. La valutazione degli effetti cumulati

Quanto progettato, per essere concretizzabile, deve poi essere opportunamente organizzato e gestito, deve cioè essere definita la **governance del monitoraggio**.

La Tabella 1 propone uno schema di organizzazione dei diversi elementi che fanno parte del sistema e delle loro relazioni.

Tabella 1: Schema per la definizione del sistema di monitoraggio del piano.

Quadro di riferimento						
OBIETTIVI DI SOSTENIBILITÀ	OBIETTIVI DI PIANO CORRELATI	Azioni che hanno effetto sull'obiettivo di sostenibilità	INDICATORI DI PROCESSO	INDICATORI DI CONTRIBUTO	Modalità di correlazione tra indicatore di contributo e indicatore di contesto	INDICATORI DI CONTESTO
Obiettivo di sostenibilità 1	<i>Obiettivo di piano 1</i>	Azione 1 (con eventuali mitigazioni /compensazioni previste)	<i>IP1</i>	IC1	<i>Descrizione:</i> aggregazione e restituzione dati	Indicatore/ di contesto per l'obiettivo 1
	<i>Obiettivo di piano 2</i>	Azione 2	<i>IP2</i>	IC2	<i>Descrizione:</i> aggregazione e restituzione dati	
		Azione 3				
...

L'Appendice 2 contiene un possibile utilizzo dello schema proposto, riferito al sistema di monitoraggio ambientale e urbanistico del Piano Strutturale Comunale di Lamezia Terme in Calabria elaborato in via sperimentale per la componente suolo.

L'Appendice 1 riporta, invece, alcuni elementi della sperimentazione per la costruzione del sistema di monitoraggio integrato per il Piano Regionale delle Coste, i Piani Comunali delle Coste, i Piani Urbanistici Generali in Regione Puglia.

1 Obiettivi di sostenibilità e indicatori di contesto

La costruzione del sistema prende l'avvio dagli obiettivi di sostenibilità e degli indicatori di contesto in grado di descriverli, entrambi relativi al livello territoriale di riferimento del piano. È auspicabile pertanto che le diverse istituzioni regionali incoraggino la creazione di quadri di riferimento al proprio livello e anche a livello provinciale o sovracomunale.

Nel caso in cui fossero disponibili quadri di riferimento per il livello territoriale considerato (ad esempio per un piano regionale settoriale), ci si limiterà alla selezione dei temi ambientali e dei relativi obiettivi interessati dal piano da monitorare.

Altrimenti, dovrà essere costruito il sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori di contesto per il livello territoriale a partire dal quadro di riferimento territorialmente più vicino e dalle peculiarità del contesto. Come illustrato nella Sezione 1, agli obiettivi generali contenuti nei quadri di riferimento, ad esempio il Catalogo ISPRA-ARPA, o eventuali quadri presenti a livello regionale, si affiancano gli obiettivi di maggior dettaglio territoriale o settoriale presenti nei documenti che costituiscono il riferimento programmatico per il livello regionale, provinciale e comunale: da questo gruppo di obiettivi e dalle criticità e peculiarità del territorio, possono essere sintetizzati gli obiettivi di sostenibilità per il livello territoriale considerato.

A questi devono essere associati gli indicatori di contesto in grado di rappresentarli, per ogni tematica o componente ambientale.

Nella costruzione del sistema di monitoraggio integrato, il nucleo degli indicatori di contesto potrà essere integrato e sviluppato, a seconda dei dati disponibili e della loro scalabilità. Affinché il sistema integrato sia funzionale è infatti necessario in particolare che gli indicatori, di contesto e di contributo al contesto, siano scalabili dal livello territoriale più alto al livello più di dettaglio (comunale o locale) e viceversa. Al fine di facilitare lo scambio delle informazioni tra Enti e un monitoraggio del contesto in evoluzione con la pianificazione, è molto importante che gli indicatori di contesto siano aggiornabili con i dati forniti dai Comuni, in modo che a sua volta l'ente di area vasta possa aggiornarli al livello sovra locale e restituirli periodicamente ai Comuni.

Come avviene nel Catalogo ISPRA-ARPA, ad ogni indicatore individuato devono essere associate le meta-informazioni che lo riguardano. La compilazione di una scheda delle meta-informazioni, come quella proposta in Allegato 1, non solo è funzionale ad associare all'indicatore (di contesto, contributo o processo) tutte le caratteristiche importanti per il suo utilizzo, ma diventa garanzia dell'avvenuta verifica di popolabilità dell'indicatore stesso.

Il sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori di contesto può essere strutturato secondo lo schema proposto in Tabella 2.

Tabella 2: Schema obiettivi di sostenibilità-Indicatori di contesto.

Componenti e tematiche ambientali	OBIETTIVI DI SOSTENIBILITÀ per il livello territoriale considerato	Indicatore di contesto
FATTORI CLIMATICI ENERGIA	Incremento produzione di energia da fonti rinnovabili	Energia prodotta da fonti rinnovabili (%sul totale)
RISORSE NATURALI NON RINNOVABILI
...

2 Definizione delle peculiarità attuative dello strumento

Dopo aver definito il sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori di contesto, è necessario stabilire come valutare gli effetti indotti dai piani che fanno parte del sistema di monitoraggio integrato.

Per prima cosa, devono essere identificati gli obiettivi di piano che hanno potenziali effetti ambientali positivi o negativi e le azioni di piano ad essi correlate.

Una prima fase di lavoro (precondizione per la strutturazione del sistema di monitoraggio) è dunque da dedicare alle azioni dei diversi piani, individuando le tipologie di intervento previste e le modalità attuative, per poi dedicarsi alla loro correlazione con gli obiettivi di sostenibilità e alla valutazione degli effetti attesi su ciascuno di essi. A questo punto sarà possibile associare alle azioni i relativi indicatori di processo e di contributo al contesto.

Poiché le azioni di piano spesso si realizzano attraverso strumenti quali piani attuativi, accordi di programma, bandi, etc., è fondamentale comprendere quali informazioni si renderanno disponibili in corrispondenza di ognuno di esse, in modo da poter organizzare le attività di raccolta delle informazioni e dei dati necessari al popolamento degli indicatori di processo e di contributo.

Ad esempio, se l'azione viene realizzata tramite bando, sarà opportuno comprendere all'interno del testo del bando e dell'eventuale formulario informazioni utili al popolamento degli indicatori; se, viceversa, l'attuazione implica il passaggio da procedure autorizzative di tipo edilizio, si vaglieranno le informazioni che nei diversi passaggi autorizzativi si renderanno effettivamente disponibili.

Nei casi in cui l'attuazione delle azioni di piano avvenga in forma diretta, ovvero tramite progettazione e realizzazione degli interventi senza altri passaggi intermedi, la raccolta delle informazioni può essere prevista almeno in quattro momenti:

- in fase ex ante – stimando i possibili effetti derivanti dalle previsioni di piano
- in fase di progetto – aggiornando la stima con i dati progettuali
- in fase ex post – a progetto realizzato
- in fase di esercizio

Qualora la progettazione dell'intervento, come nel caso di infrastrutture o interventi di edilizia, sia organizzata in diverse fasi progettuali (preliminare, definitiva, esecutiva), le informazioni possono essere aggiornate in corrispondenza di ciascuna di esse. Per questa tipologia di interventi, inoltre, il sistema di monitoraggio dovrebbe tener conto anche della fase di cantiere.

Nei casi in cui, invece, si preveda l'attuazione attraverso specifici strumenti (piani o programmi attuativi, schemi di riferimento, accordi di programma), il monitoraggio si affina con le informazioni derivanti dagli strumenti attivati, e infine dal progetto dell'intervento e la sua messa in opera.

Inoltre, in fase di progettazione del sistema di monitoraggio, dovranno essere attivate relazioni con eventuali VIA o VInCA, richieste per il piano o per qualcuna delle sue azioni. Lo scambio di informazioni può essere bidirezionale: il piano può proporre obiettivi di sostenibilità, indicatori e fornire dati utili per il monitoraggio dell'intervento, e da esso, durante la sua attuazione e relativo monitoraggio ambientale, può recepire i dati per il popolamento o l'aggiornamento degli indicatori di piano.

L'Appendice 1 propone l'articolazione delle specificità attuative del PRC/PCC e del PUG di Monopoli, e alcuni elementi proposti per il monitoraggio integrato dei piani.

3 Identificazione degli effetti ambientali

La definizione degli indicatori di monitoraggio avviene analizzando gli effetti potenziali delle azioni di piano sugli obiettivi di sostenibilità. Diversi strumenti possono essere utilizzati a tale scopo.

Molte VAS propongono analisi di tipo matriciale che mettono in relazione le componenti ambientali con le azioni di piano. Questa modalità, tuttavia, difetta da un lato perché non consente di rappresentare relazioni complesse tra azioni di piano, componenti ambientali e obiettivi di sostenibilità (effetti incrociati o cumulativi) e dall'altro perché non include nella valutazione gli elementi di "scenario", ovvero afferenti dinamiche esterne e non controllabili dal processo decisionale.

A questo si può ovviare sostituendo alla matrice un grafo che associa le azioni di piano, gli obiettivi di sostenibilità e gli effetti ambientali (nodi), analizzandone le reciproche relazioni (archi). Il grafo è uno strumento grafico, sintetico e flessibile, in grado di restituire relazioni causali complesse "azioni/effetti/obiettivi" e di rappresentare anche gli effetti cumulativi (diretti e indiretti) di più azioni sul medesimo obiettivo.

Il grafo può aiutare inoltre ad individuare gli indicatori di monitoraggio perché consente di "isolare", negli archi e nodi, tipologia ed entità degli effetti da tenere sotto controllo. La sinteticità del grafo rende, infine,

possibile una visione complessiva delle potenziali ricadute dell’attuazione del piano, facilitando anche la definizione di strumenti di sistema per la correzione degli effetti attesi se negativi (imponendo condizioni per l’attuazione dell’azione come criteri, soglie, etc.) o per la loro amplificazione se positivi (incentivi, etc.) .

Lo schema di Figura 7 riporta il percorso teorico per la costruzione di un grafo a partire dall’obiettivo di sostenibilità da monitorare: in un’unica visualizzazione, possono essere individuate le diverse tipologie di effetto (del piano in caso di singolo monitoraggio o di tutti i piano nel caso di monitoraggio integrato) e le dinamiche di scenario, indipendenti dal processo decisionale, che incidono potenzialmente sull’obiettivo. Gli archi tra i diversi elementi del grafo rappresentano le correlazioni esistenti tra azioni e componente ambientale e possono essere disegnate in modo da visualizzarne le particolarità (legame forte o debole, diretto o indiretto), ad esempio con un tratto più o meno marcato o con colori differenti. Infine, possono essere messi in evidenza eventuali effetti secondari su altri obiettivi di sostenibilità da approfondire in grafi dedicati.

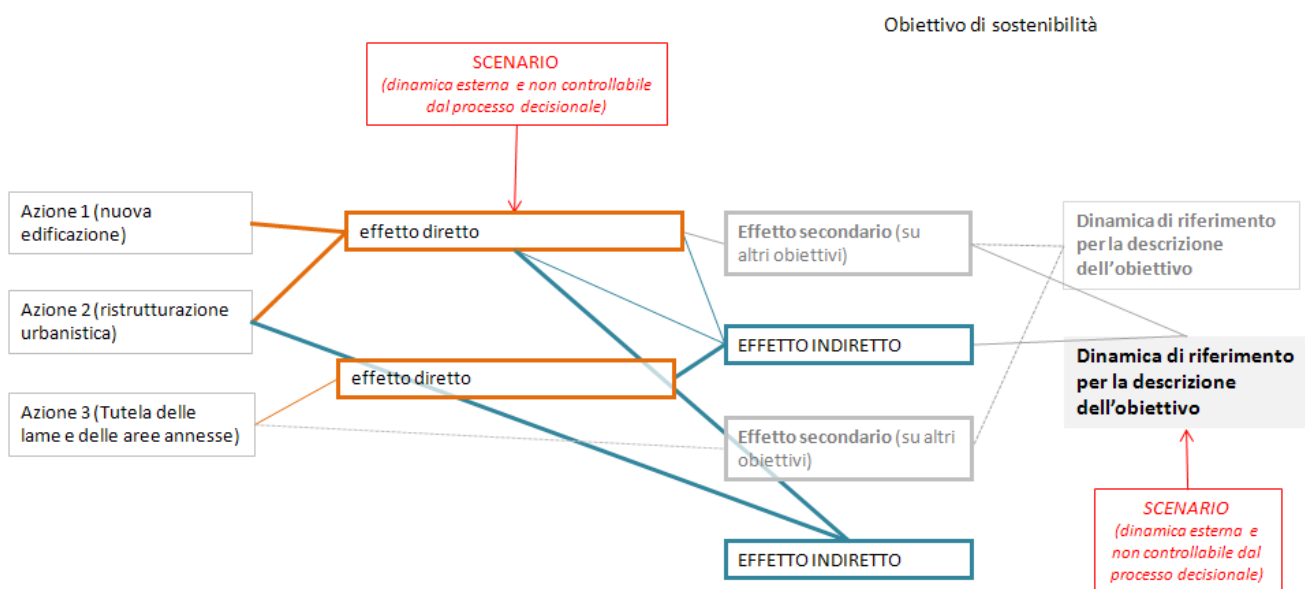


Figura 7: Esempificazione di grafo per la valutazione degli effetti potenziali.

Diverso è il caso presentato nel grafo di Figura 8, che propone un’esemplificazione dello strumento per la valutazione degli effetti sulle diverse componenti ambientali associati alla realizzazione di un depuratore⁷.

Nel caso in cui si decida di effettuare l’analisi a partire dall’azione, come nell’esempio, il grafo esprime gli effetti delle azioni sulle componenti ambientali in termini di effetti primari (nodo con tratto continuo) e secondari (nodo con tratto tratteggiato); permette, inoltre, di evidenziare sia i risultati dell’intervento (in termini di raggiungimento dei propri obiettivi) che gli impatti potenziali e le variabili di contesto su cui incidono, per potervi associare in una seconda fase gli indicatori che li descrivono.

Gli effetti primari della realizzazione del depuratore sono relativi alla riduzione della concentrazione di inquinanti nello scarico, che può determinare il miglioramento della qualità delle acque del corpo idrico recettore (risultato) e la produzione di fanghi (impatto), mentre gli effetti secondari sono legati, ad esempio, al consumo di energia e relative emissioni climalteranti, all’interferenza con il paesaggio, etc (impatti). Il grafo di Figura 8 evidenzia inoltre le eventuali condizioni necessarie a descrivere le relazioni causa – effetto (collocate “sulle” frecce interessate): sulla freccia che collega il depuratore con il paesaggio si nota, in azzurro, la condizione “localizzazione in area di pregio paesistico”, ad indicare come l’impatto

⁷ Estratto dall’VIII “Rapporto sulla qualità dell’ambiente urbano” edizione 2012, ISPRA.

paesaggistico del depuratore sia particolarmente significativo qualora l'intervento sia realizzato in aree sensibili.

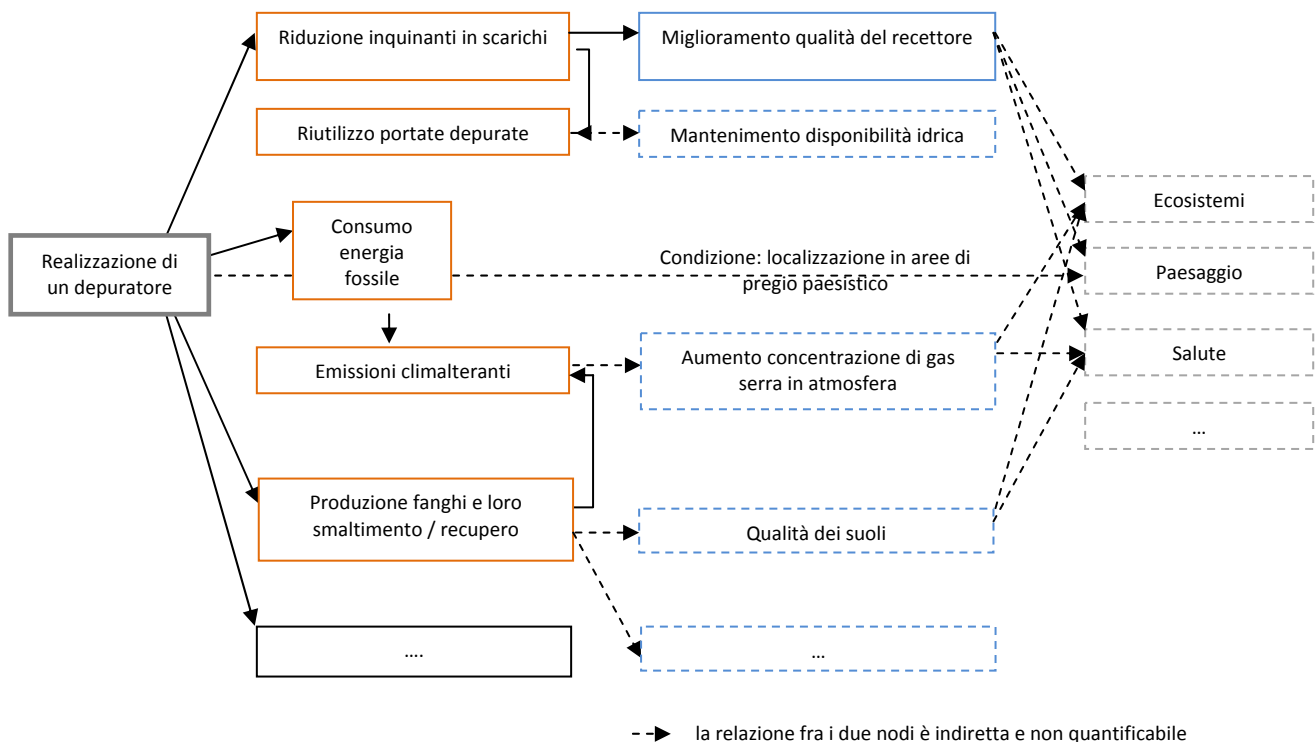


Figura 8: Estratto di un grafo per la valutazione degli effetti ambientali di una tipologia di azione.

A differenza dello schema di Figura 7, il grafo in questo caso non valuta gli effetti di tutte le azioni su un unico obiettivo di sostenibilità ma di una azione specifica su tutti gli obiettivi.

La scelta tra le due opzioni è legata al caso applicativo, da valutare di volta in volta, tenendo presente che, analizzando gli effetti azione per azione, si rende poi necessaria una valutazione cumulativa, legata cioè al complesso delle azioni sui singoli obiettivi di sostenibilità. Tuttavia il fine dell'attività è identico, così come il prodotto finale, ovvero la stima degli effetti dell'insieme delle azioni del piano sugli obiettivi di sostenibilità.

In Appendice 1 sono riportati i grafi elaborati per la valutazione degli effetti nell'ambito del monitoraggio integrato dei PRC – PCC - PUG di Regione Puglia.

4 Costruzione degli indicatori di processo e di contributo

Dopo aver individuato la relazione qualitativa tra azioni di piano, effetti e obiettivi di sostenibilità, si può passare all'identificazione degli indicatori di monitoraggio.

L'identificazione degli indicatori può partire dal grafo delle relazioni causa-effetto. Ipotizzando di partire dall'azione di piano, come nell'esempio di Figura 8, l'identificazione degli indicatori di monitoraggio dovrebbe partire dai nodi finali delle catene causa-effetto che corrispondono alle componenti ambientali (cioè allo stato dell'ambiente) sui cui agiscono le azioni di piano: questi sono gli indicatori di contesto, legati ai rispettivi obiettivi di sostenibilità. Idealmente, si dovrebbe poi procedere a ritroso, percorrendo le catene causa-effetto da destra verso sinistra: andrebbero cioè identificati quegli indicatori in grado di quantificare direttamente la variazione del contesto ambientale provocata dall'azione di piano. Questi indicatori,

rispetto al grafo si trovano in corrispondenza degli effetti ambientali, cioè tra gli indicatori di contesto e le azioni di piano, di cui rappresentano il *trait-d'union*. Come anticipato in altre parti del documento, essi sono gli indicatori di contributo al contesto e possono essere correlati alla componente ambientale (e relativo obiettivo di sostenibilità) in via diretta (es. riduzione degli inquinanti atmosferici connessa all'attuazione del piano/emissioni di inquinanti del settore dei trasporti nell'area) o in via indiretta (es. aumento dei passeggeri del TPL conseguito attraverso il piano/numero di passeggeri del TPL nell'area e conseguente riduzione degli inquinanti atmosferici).

Gli indicatori di contributo hanno una formulazione del tutto simile agli indicatori di contesto con la differenza che invece di fotografare lo stato dell'ambiente in un preciso momento, ne rappresentano la variazione legata ad un'azione, ad un intervento o ad un insieme di essi (ad esempio se l'indicatore di contesto è "Energia consumata annualmente" l'indicatore di contributo, legato, ad esempio, alla realizzazione di un nuovo complesso residenziale, potrà essere "Variazione dell'energia consumata annualmente"). La rilevazione diretta di tali indicatori può avvenire perciò solo quando l'azione è già stata attuata: vi sono casi in cui l'indicatore di contributo ha un tempo breve di risposta e quindi la variazione può essere rilevata (es. azioni di mitigazione del rumore); più frequentemente invece l'indicatore di contributo riesce a rilevare la variazione solo con grande ritardo, cioè solo quando le azioni sono state attivate e presentano già i loro effetti sul contesto ambientale (es. effetti dell'impermeabilizzazione di nuovo suolo sugli habitat naturali). Per il monitoraggio è invece necessario aggiornare gli indicatori di contesto in tempo utile per poter ri-orientare il piano.

Per questo motivo è necessario poter prevedere gli effetti delle azioni sullo stato dell'ambiente, stimando (e non rilevando) gli indicatori di contributo, almeno fino a che l'azione non sia stata realizzata e non abbia prodotto i suoi effetti sull'ambiente, rendendo possibile un rilevamento diretto degli indicatori di contributo. Gli indicatori di processo sono funzionali a tale scopo.

Essi sono identificati a partire dall'azione di piano, di cui descrivono le caratteristiche fisiche o tecniche, e sono quindi posti sui nodi più a sinistra del grafo ovvero all'inizio delle catene causa-effetto. L'indicatore di processo deve essere un indicatore immediato e semplice; viene elaborato e aggiornato dall'Ente responsabile del piano.

Gli indicatori di processo nel monitoraggio del piano sono funzionali a verificare il compimento delle azioni e il grado di raggiungimento degli obiettivi di piano. Tuttavia, nella metodologia proposta, si rivelano fondamentali anche al monitoraggio ambientale, proprio perché permettono, a partire dalle azioni di piano, di stimare, con modalità da definire a seconda della tematica trattata, gli indicatori di contributo al contesto e quindi il raggiungimento o scostamento rispetto agli obiettivi ambientali. Essi, essendo legati alle azioni di piano, possono essere aggiornati a mano a mano che l'azione viene attuata, cioè in corrispondenza di ogni sua fase attuativa (per questo motivo, nel paragrafo 2.2, si è ribadita l'importanza di stabilire il percorso attuativo del piano e tutte le informazioni che sono disponibili in ogni suo momento). Ogni volta che l'indicatore di processo viene aggiornato, può essere stimato più precisamente anche l'indicatore di contributo.

In alcuni momenti del monitoraggio, soprattutto iniziali, può succedere che gli indicatori di contributo non siano stimabili nemmeno attraverso gli indicatori di processo. In questo caso, l'indicatore di contributo può essere sostituito con l'**indicatore proxy**, ovvero in grado di stimare in modo indiretto (per l'appunto proxy) l'effetto sull'indicatore di contesto. Il ricorso ad indicatori proxy permette di avere indicazioni utili, anche se non precise, sul raggiungimento o lo scostamento degli obiettivi di piano o di sostenibilità, e sull'eventuale necessità di ri-orientare il piano.

Con riferimento all'esempio della realizzazione di un depuratore, il grafo delle relazioni causa-effetto di Figura 8 è stato corredato dagli indicatori per il monitoraggio (da destra verso sinistra: di contesto, di contributo e di processo), di cui un estratto è mostrato in Figura 9.

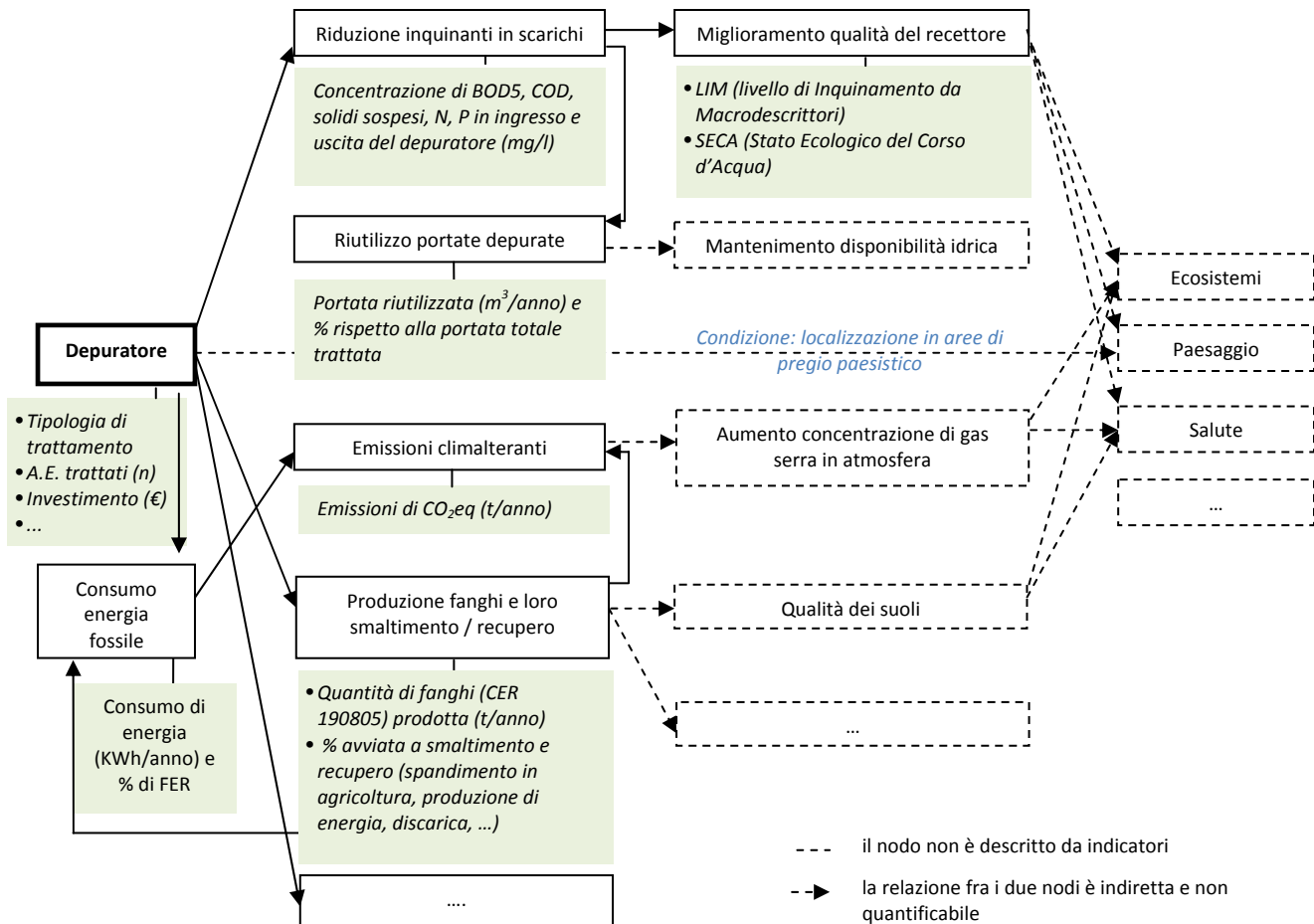


Figura 9: Estratto di un grafo per la valutazione degli effetti sull'obiettivo "miglioramento della qualità delle acque" : nei box con campitura colorata sono riportati gli indicatori corrispondenti ai nodi. (Fonte: Rapporto Aree Urbane ISPRA – Edizione 2012)

In analogia con quanto proposto per gli indicatori di contesto, gli indicatori di contributo e di processo devono essere corredati dalle proprie schede metadata, in cui si specifichino le relazioni tra di essi e soprattutto le modalità per passare dall'indicatore di processo all'indicatore di contributo e poi a quello di contesto. È necessario in particolare definire le modalità per la stima dell'indicatore di contributo a partire dall'indicatore di processo. Vi sono casi in cui questo passaggio è molto semplice, ovvero quando indicatore di processo e indicatore di contributo coincidono: è il caso ad esempio della superficie lorda pavimentata (SLP) in un intervento di nuova edificazione, previsto da un piano urbanistico. La SLP è allo stesso modo indicatore di processo, perché legata all'azione di piano, e indicatore di contributo, perché contribuisce ad aggiornare la previsione dell'indicatore di contesto "Superficie impermeabilizzata".

Si supponga, ora, di dover monitorare un piano che prevede l'azione "Costruzione di un parco solare" rispetto all'obiettivo di sostenibilità "Incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili". In fase di pianificazione, l'indicatore di processo potrà essere "Superficie di pannelli fotovoltaici previsti" (mq) (in questa fase, infatti, non sarà ancora possibile associare all'azione indicatori relativi alla scelta tecnica del pannello da utilizzare e delle relative caratteristiche, come l'efficienza, operata per cui sarà necessario aspettare il progetto preliminare dell'intervento). L'indicatore di contributo associato sarà quindi "Energia fotovoltaica generata dal parco solare (KWh)" che contribuisce ad aggiornare l'indicatore di contesto

“Energia prodotta da fonti rinnovabili (% sul totale)”. In fase di pianificazione perciò ci si dovrà “accontentare” di stimare in modo approssimativo l’effetto sull’obiettivo di sostenibilità a partire dal dato di superficie dei pannelli solari installati (l’indicatore di processo in questo caso è detto “proxy”); durante il monitoraggio a mano a mano che saranno note anche le caratteristiche tecniche dei pannelli (tipologia, efficienza, etc.) sarà prima possibile stimare l’“Energia fotovoltaica generata dal parco solare” (indicatore di contributo) e con questa aggiornare la previsione dell’indicatore di contesto “Energia prodotta da FER” ; in un secondo momento, ad intervento realizzato, l’indicatore di contributo non dovrà più essere stimato ma semplicemente rilevato.

La Tabella 3 propone l’articolazione completa degli elementi tecnici che costituiscono il sistema di monitoraggio (aggiungendo alla Tabella 2, le informazioni derivanti dal monitoraggio degli effetti del piano).

Tabella 3: Struttura complessiva degli obiettivi e degli indicatori per il monitoraggio.

OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ per il livello territoriale considerato	OBIETTIVO DI PIANO CORRELATO	AZIONI DI PIANO	INDICATORI DI PROCESSO	CONTRIBUTO DEL piano agli indicatori di contesto	INDICATORI DI CONTESTO
Ob. 1: Incremento produzione di energia da fonti rinnovabili	Ob. di piano 1: Raggiungere l’autosufficienza energetica comunale	Costruzione di un Parco Solare	Pannelli fotovoltaici installati (mq)	Energia fotovoltaica generata dal parco solare (KWh)	Energia prodotta da fonti rinnovabili (% sul totale)
Ob. 2: ...	Ob. di piano 2:	Azione

L’Appendice 1 contiene le elaborazioni degli indicatori di processo e di contributo per il monitoraggio integrato del PRC di Regione Puglia a partire dai grafici elaborati per la valutazione degli effetti potenziali.

Esempio: Monitoraggio degli obiettivi di piano e degli obiettivi ambientali nel PSC di Lamezia Terme – Regione Calabria

Il sistema di monitoraggio del PSC di Lamezia Terme è caratterizzato dalla contemporanea necessità di monitorare la funzionalità del piano e delle sue strategie e di tenere costantemente sotto controllo i suoi effetti dal punto di vista del consumo del suolo. È stata dunque prestata particolare attenzione al disegno del sistema lungo l'intero arco dell'attuazione (dalla pianificazione attuativa alla fase di esercizio), organizzandone le fasi in funzione delle informazioni ottenibili, in modo da ottenere con le medesime fonti informative:

- il monitoraggio della manovra perequativa e la funzionalità amministrativa del piano
- il monitoraggio degli effetti e il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità (VAS e piano)

Mentre il monitoraggio degli obiettivi di piano tiene sotto controllo principalmente la fase di pianificazione e programmazione degli interventi, con l'avvenuta approvazione degli strumenti perequativi e gli accordi previsti dal piano, quello degli obiettivi ambientali segue l'intero arco dell'attuazione, fino alla fase di esercizio dei singoli interventi.

Lo schema che segue propone l'articolazione delle informazioni necessarie al monitoraggio dell'obiettivo di limitazione del consumo di suolo nelle diverse fasi di attuazione del piano, attraverso i diversi strumenti che ciascuna di esse prevede. A tale obiettivo, il piano associa un target legato alla funzionalità del processo perequativo. Per ciascuna fase, le informazioni necessario al controllo del consumo di suolo si raffinano man mano (dalle stime dei piani attuativi alla effettiva occupazione di suolo libero nella fase di esercizio).

Sono state elaborate schede di approfondimento sugli indicatori di contributo e di processo per ciascuna delle fasi individuate (vedi Appendice 2), attraverso lo schema che segue (Figura 10).

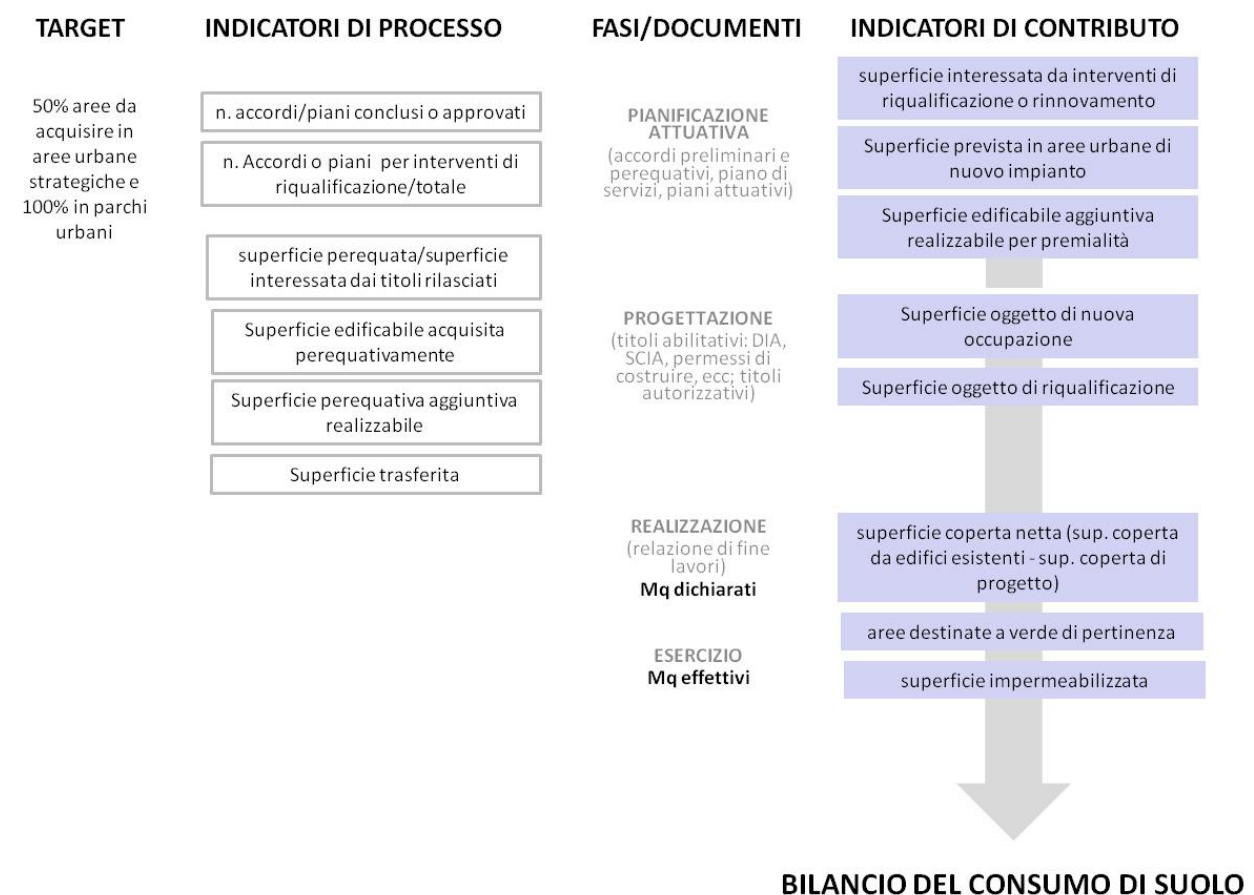


Figura 10: Schema di funzionamento degli indicatori di processo e di contributo per il PSC di Lamezia Terme.

Come ribadito più volte, è essenziale identificare regole e responsabilità per l'elaborazione e per la trasmissione delle informazioni necessarie al monitoraggio. In molti casi la difficoltà nel reperimento dei dati per il popolamento degli indicatori di processo e di contributo sta nel numero e nel dettaglio di

informazioni che l'ente deve richiedere ai responsabili delle opere (progettisti, proprietari nel caso di un intervento privato comunale), ai beneficiari dei fondi o finanziamenti (nel caso di bandi provinciali o regionali), etc.

Alcune delle informazioni per il popolamento degli indicatori sono già contenute negli strumenti di attuazione a cui il piano fa ricorso; altre informazioni dovranno essere invece richieste agli attuatori delle azioni (privati, aziende, enti, etc.). Se ben identificate in sede di progettazione del monitoraggio ambientale, anche in termini di tempi in cui esse saranno disponibili, tali informazioni, normalmente non comunicate all'Ente pianificatore, potranno essere incluse nelle usuali procedure in capo all'ente (autorizzazioni a costruire comunali piuttosto che domande di finanziamento in risposta ad un bando provinciale o regionale), in modo da automatizzare e "internalizzare" la richiesta di dati. Le informazioni richieste devono essere semplici, ovvero adeguate alle competenze del soggetto a cui le si richiede, e funzionali alla restituzione di informazioni tecniche utili. In questo modo il monitoraggio ambientale risulterebbe maggiormente strutturato con minore aggravio di risorse sull'ente pubblico anche in termini di tempo e di personale addetto.

A titolo di esempio, per i piani urbanistici comunali si potrebbe prevedere una procedura che permetta al progettista incaricato dell'intervento di inserire direttamente i dati necessari agli indicatori per il monitoraggio, mettendo a disposizione un'apposita sezione nel portale web comunale. Il lavoro per l'amministrazione sarebbe così relativo alla costruzione del sistema e alla preparazione dei rapporti di monitoraggio, ma sarebbe facilitato nella raccolta delle informazioni specifiche. Ove le procedure non siano ancora state informatizzate, è comunque possibile integrare la documentazione da richiedere ai progettisti con una scheda dati inerente l'intervento.

Il disegno e la costruzione del sistema di monitoraggio, in modo da minimizzare il ricorso ad informazioni ad hoc e da incentivare la produzione delle informazioni all'interno degli iter procedurali e dei documenti tecnici e amministrativi, rendono il sistema nel contempo efficace e gestibile nel tempo, dal punto di vista tecnico, economico e di personale addetto.

5 La valutazione degli effetti cumulati

Una volta individuati tutti gli elementi del sistema (indicatori, fasi attuative, etc.), è necessario capire come assemblare le informazioni ricavate per valutare l'effetto cumulato complessivo sui singoli obiettivi di sostenibilità.

Il problema di come aggregare gli effetti (ovvero gli indicatori di processo e di contributo) si pone sia quando si monitora un singolo piano con molte azioni che agiscono sullo stesso indicatore di contesto e obiettivo di sostenibilità, sia quando si monitora un processo decisionale che comprende molte azioni di diversi piani che condividono uno o più obiettivi. L'operazione di aggregazione va effettuata in diversi momenti coerentemente con la periodicità prevista nel monitoraggio.

Poniamo il caso di essere nel momento in cui il piano è stato approvato (T_0): la stima cumulata degli effetti di piano è un dato "previsionale", che tiene conto degli effetti prodotti in tutte le fasi attuative del piano (pianificazione, progettazione, realizzazione, esercizio) e lungo il ciclo di vita di tutte le sue azioni (ad esempio per un intervento di tipo residenziale si dovrà considerare la vita utile⁸ degli edifici, definita come

⁸ Un'altra definizione per il tempo di vita utile è la seguente: "il tempo di vita utile è il periodo di tempo dopo l'installazione durante il quale tutte le proprietà sono maggiori o uguali a valori minimi accettabili, quando sottoposte ad una manutenzione ordinaria" (Commissione CIBW80/RILEM -71 SLP 1987).

l'intervallo entro il quale la struttura assolve alle funzioni per le quali è stata progettata, senza manutenzione straordinaria). Per ogni obiettivo di sostenibilità ambientale, la previsione dell'effetto cumulato si ottiene aggregando gli effetti previsti da tutte le azioni che agiscono su di esso, come mostrato in Figura 11.

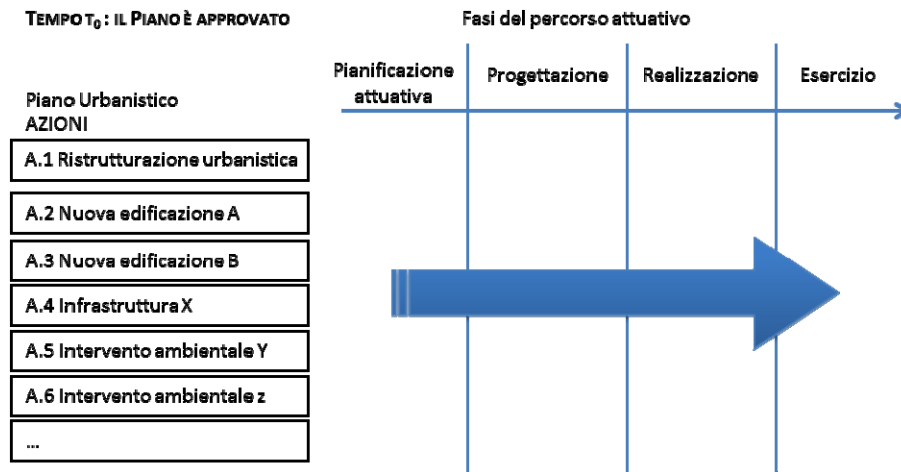


Figura 11: La stima “previsionale”, al tempo T_0 , degli effetti cumulati del piano su un determinato obiettivo di sostenibilità considera tutte le azioni di piano (A.1 + A.2 + A.3 + ...) nella loro vita utile.

Poniamo ora il caso di dover redigere un report intermedio di monitoraggio del piano o trasmettere i dati nel monitoraggio all'Ente di area vasta. In un dato istante temporale, T_i , vi saranno alcune azioni di piano avviate e giunte ad una certa fase attuativa, ve ne saranno altre già terminate, ve ne saranno altre ancora nemmeno intraprese: come mostrato in Figura 12, è necessario “fotografare” lo stato di attuazione delle diverse azioni di piano. Dato un obiettivo di sostenibilità, nel momento T_i gli effetti cumulati del piano sono determinati sommando, come prima, gli effetti delle azioni: per le azioni in fase di pianificazione (A.2, A.5) potranno essere mantenute le stime “previsionali” effettuate al momento T_0 ; per le azioni in fase di pianificazione attuativa (A.1), progettazione (A.3), realizzazione (A.4) ed esercizio (A.6), le stime previsionali al momento T_0 dovranno essere aggiornate con stime più accurate (tenendo presente che l'accuratezza è sempre maggiore in fase di progettazione più avanzata). Per le azioni in fase di realizzazione ed esercizio (A.4 e A.6) alcuni indicatori potrebbero già essere rilevati sul campo e sostituiscono le stime previsionali. Un eventuale scostamento dal dato previsionale iniziale deve essere valutato per decidere se è necessario attivare misure correttive.

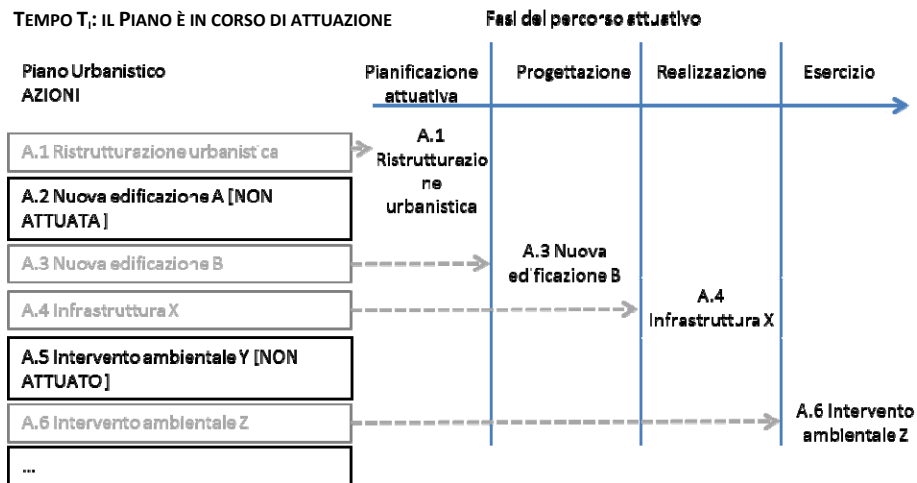


Figura 12: La stima degli effetti del piano al tempo T1 in fase di monitoraggio può essere aggiornata con i nuovi dati relativi alle azioni che si stanno attuando (A.1 + A.3 + A.4 + A.6).

L'aggregazione degli effetti previsti per le azioni spesso richiede semplici operazioni, come somma, media, media pesate, etc. In altri casi più complicati, l'aggregazione è possibile solo attraverso l'applicazione di un modello matematico. È il caso, ad esempio, del rumore, in cui per passare dalla potenza sonora di più sorgenti alla variazione dell'esposizione della popolazione a livello comunale (cioè aggiornare la "mappa acustica", come vedremo nell'approfondimento relativo al rumore) è necessario applicare modelli di propagazione acustica costruiti ad hoc e aggiornarli di volta in volta con dati più precisi (nuove barriere acustiche, aumento/diminuzione della popolazione residente, etc.).

Per sintetizzare quanto finora esposto, si riporta nello schema seguente la struttura delle attività per il monitoraggio ambientale e i risultati o output attesi per ciascuna attività (Figura 13). Nel paragrafo che segue invece sono riportati alcuni elementi utili a gestire il sistema di monitoraggio attraverso la *governance* del processo.

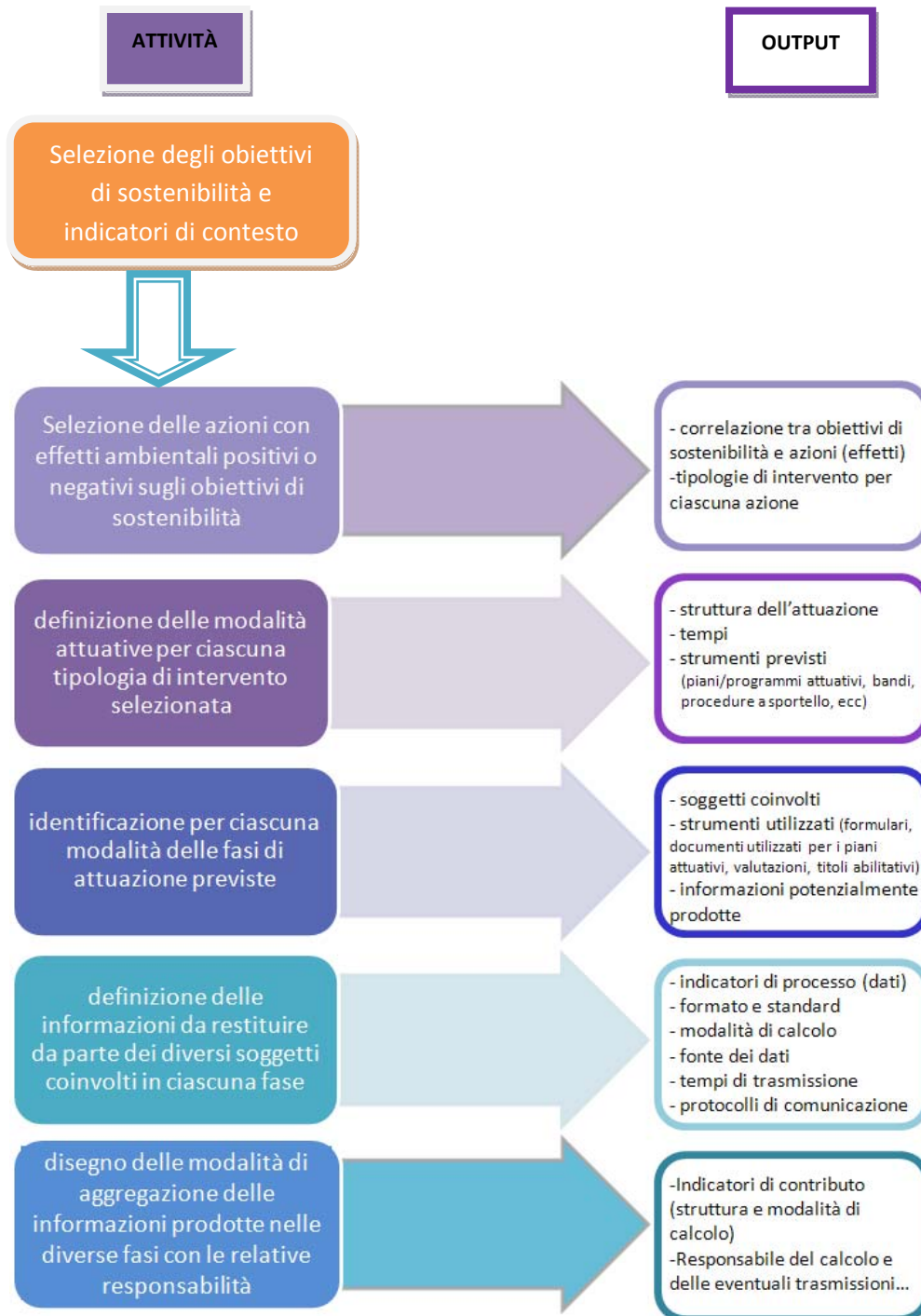


Figura 13: Struttura delle attività per il monitoraggio ambientale e risultati/output attesi per ciascuna attività.

6 Elementi essenziali per la governance

Da quanto esposto sinora, emerge una forte necessità di stabilire modalità, tempi e procedure che rendano il monitoraggio ambientale di piani e programmi realizzabile ed efficace. In breve, è necessario disegnarne, sin dalla fase di pianificazione, la *governance*, ovvero le modalità di gestione.

La sua definizione è utile all'ente responsabile al fine di definire preventivamente ruoli, tempi e costi del monitoraggio. La VAS infatti non si esaurisce con l'approvazione del piano, il monitoraggio ne è la sua

diretta prosecuzione per tutto il ciclo di vita del piano e necessita l'allocazione ad hoc di risorse finanziarie e umane.

Gli elementi di *governance* da definire sono i blocchi del seguente schema:

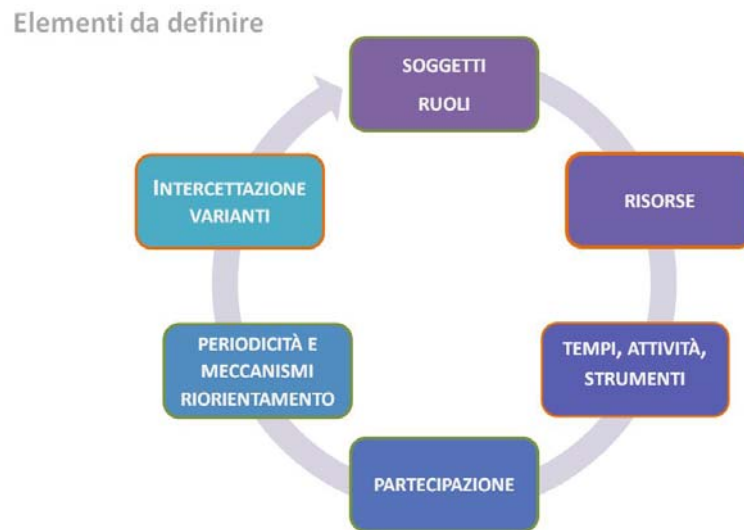


Figura 14: Principali elementi per la governance.

Soggetti coinvolti e ruoli

Per prima cosa è necessario individuare il soggetto responsabile per il monitoraggio; molto spesso coincide, nel caso di un piano, con l'Autorità Procedente (ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). Il soggetto responsabile deve:

- collaborare con l'Autorità Competente;
- coinvolgere le Agenzie Ambientali (ISPRA/ARPA) per verificare le possibilità di fornitura di dati da parte di ARPA e l'utilizzo della banca dati messa a disposizione da ISPRA (Catalogo, etc.).

Per consentire l'effettiva funzionalità del sistema di monitoraggio, deve inoltre:

- stabilire modalità e tempi di acquisizione degli aggiornamenti relativi agli indicatori di contesto;
- definire le relazioni con le Autorità Procedenti e con le Autorità Competenti di eventuali strumenti correlati utilizzando adeguati protocolli per la trasmissione delle informazioni (in caso di assenza di processo di Vas, prevedere contatti con il soggetto responsabile del piano);
- definire modalità e tempi per il popolamento e la trasmissione degli indicatori di processo, coordinandosi con i soggetti responsabili di ciascuno di eventuali piani correlati, garantendo le condizioni per l'attivazione di un flusso informativo adeguato alle necessità di reporting del monitoraggio;
- definire al proprio interno modalità e responsabilità per il popolamento degli indicatori di contributo.

Esempio: Soggetti e ruoli coinvolti nel monitoraggio integrato del PRC – Regione Puglia

Nel caso già citato del Piano Regionale delle Coste della Regione Puglia, la necessità di individuare i soggetti responsabili dei dati, del loro ruolo nel popolamento degli indicatori e del flusso di informazioni tra di essi è stata articolata nello schema di Figura 15.

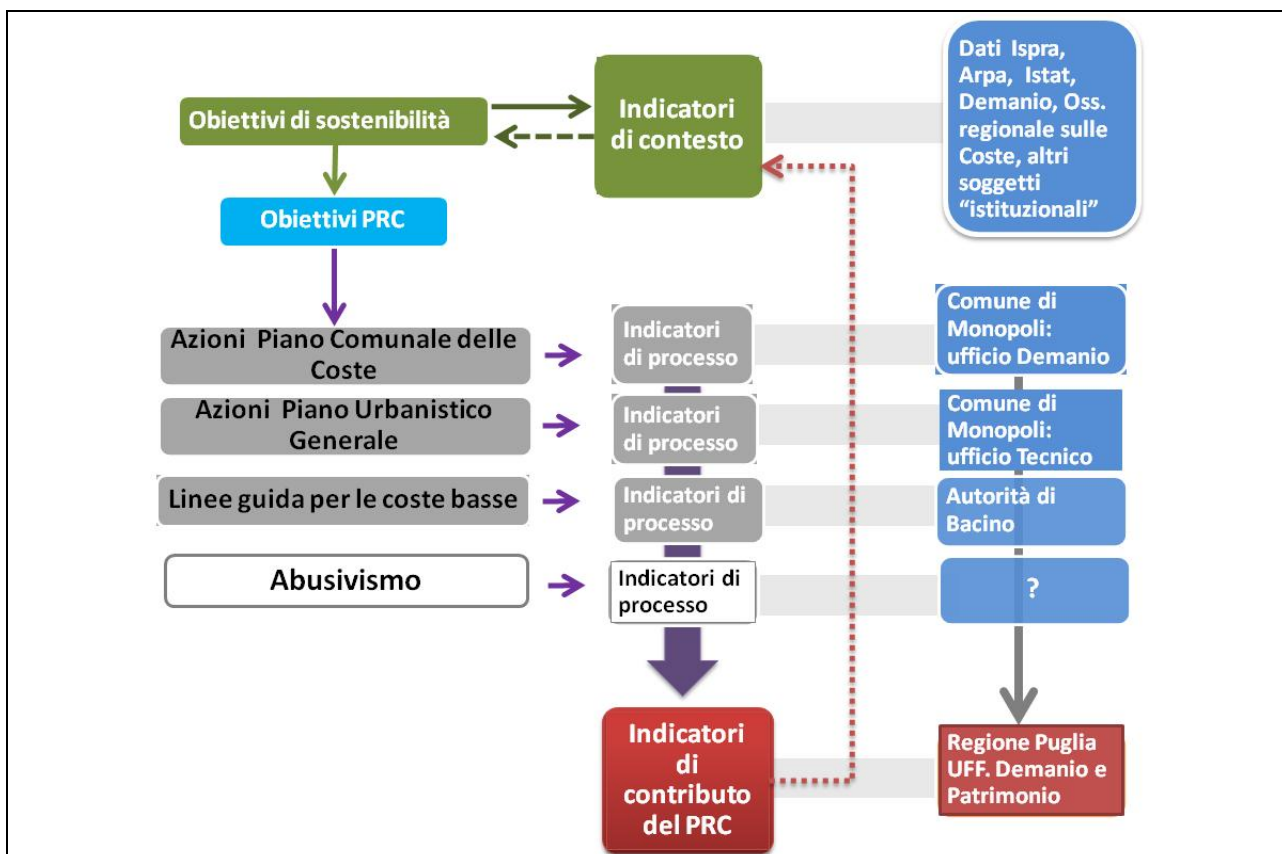


Figura 15: Soggetti responsabili per la fornitura dei dati e il popolamento e aggiornamento degli indicatori.

È emerso inoltre che stabilendo regole generali da inserire nei percorsi procedurali obbligati e consolidati, sarebbe possibile fissare alcuni criteri che garantiscono da un lato la praticabilità del monitoraggio ambientale integrato, tenendo sotto controllo gli effetti dei piani comunali sulla fascia costiera, dall'altro di fornire indicazioni operative sul monitoraggio ambientale dei PUG. Ad esempio, per i Piani Comunali delle Coste (PCC), la LR 17/2006 della Puglia richiede che i Comuni trasmettano alla Regione, entro il 28 febbraio di ogni anno, una relazione sull'esercizio delle funzioni amministrative conferite nell'anno precedente. È stato proposto di utilizzare la medesima occasione per richiedere la trasmissione degli indicatori di processo, dal momento che per il PUG l'arco di riferimento dell'anno appare congruo per la registrazione di modifiche sulla fascia costiera. Analogamente, è stato proposto per i PUG in fase di elaborazione o approvazione l'inserimento all'interno del parere motivato per la VAS di alcune indicazioni operative riguardanti il monitoraggio degli effetti in fascia costiera retro demaniale (dove si concentrano le azioni del PCC) e la esplicitazione dei collegamenti tra PUG e PCC.

Strumenti

A supporto delle attività del monitoraggio e per dare la possibilità ai soggetti coinvolti di espletare al meglio le funzioni assegnate, è opportuno definire alcuni strumenti per la gestione delle relazioni e delle informazioni e in particolare:

- gli standard per l'acquisizione degli indicatori di processo, con relativa meta informazione (modi, tempi, struttura dell'informazione, formato, software eventualmente necessari per ulteriori elaborazioni);
- format per il reperimento delle informazioni necessarie al popolamento degli indicatori di contributo, con specifica indicazione delle modalità di calcolo;
- tavoli di lavoro interistituzionali con il coinvolgimento di tutti i soggetti responsabili della trasmissione dei dati e degli indicatori;

- ulteriore supporto potrebbe derivare dalla condivisione, all'interno di un sito istituzionale di un'area di lavoro in cui far confluire dati, informazioni e analisi. Si profilerebbe così una modalità di integrazione in tempo reale delle attività dei diversi soggetti ai diversi livelli in grado di ottimizzare le attività di monitoraggio e attivare un sistema virtuoso di gestione delle relazioni.

Continuando l'esempio dei PCC di Regione Puglia, la determina dirigenziale 18/DIR/2011/0045 "Istruzioni tecniche per la redazione dei Piani Comunali delle Coste", dettaglia le informazioni che le amministrazioni comunali devono trasmettere all'Ufficio Demanio marittimo della Regione per ottenere l'approvazione dei relativi PCC. È un esempio di come l'amministrazione regionale possa dettare norme per l'aggiornamento del sistema informativo a supporto del piano regionale (in questo caso il PRC) e posto le basi per la praticabilità delle attività di monitoraggio. Sebbene elaborate con altri scopi, le indicazioni operative sono infatti un tassello fondamentale per garantire la trasmissione degli indicatori di processo e di conseguenza l'aggiornamento degli indicatori di contesto del PRC. In questo modo, il sistema informativo di Regione Puglia si presta a diventare base di riferimento per il monitoraggio del contesto del Piano Regionale delle Coste.

Soprattutto nel caso in cui gli Enti coinvolti abbiano scarsità di risorse (ad esempio i piccoli Comuni), si rivelerebbe molto utile l'organizzazione, in termini di archiviazione, schedatura e trasmissione, dei dati, che si rendono via via disponibili durante le attività istruttorie ordinarie: le informazioni relative agli interventi sul territorio, che il piano ha previsto e che vengono generate ai diversi stati di attuazione, sono, infatti, fondamentali per la stima degli indicatori di processo e di contributo.

Ad esempio, si potrebbe pensare ad una modalità di trasmissione dei dati, che preveda la partecipazione attiva degli stessi progettisti, a cui richiedere di espletare le pratiche autorizzative via web. I dati comunicati al Comune in via telematica potrebbero essere automaticamente archiviati nel data base comunale e resi direttamente disponibili per il monitoraggio ambientale e del piano, sollevando i tecnici da un successivo lavoro di reperimento. Una modalità organizzativa di questo tipo semplificherebbe molto, almeno in alcuni casi, il reperimento degli indicatori di processo e la loro trasmissione agli Enti sovraordinati. Tali Enti a loro volta potrebbero usare l'insieme delle informazioni ricevute per aggiornare le previsioni degli indicatori di contesto e renderle a loro volta disponibili ai Comuni. Addirittura si potrebbe organizzare la trasmissione di dati in modo che il professionista fornisca il dato, utile all'aggiornamento delle previsioni di contesto, già nel formato utilizzato dall'ente di area vasta (ad esempio realizzando la cartografia di piano e progetto con specifiche caratteristiche), a cui potrebbe essere direttamente inviato (previa verifica e validazione da parte dei tecnici comunali).

Procedura di monitoraggio

Tempi e reporting

La definizione dei tempi del monitoraggio, ovvero dei momenti e della periodicità di stima degli indicatori, discende strettamente dall'articolazione dalle procedure attuative previste per il piano/i piani; sarebbe dunque necessario prevedere uno schema temporale dell'attuazione, cui possa essere collegato un corrispettivo schema del flusso informativo generato e delle modalità di inserimento nelle attività del monitoraggio. Devono essere definite inoltre la periodicità della reportistica, che consiste nell'elaborazione dei rapporti di monitoraggio, modalità e tempi di pubblicazione, e le relative attività di consultazione e partecipazione.

I rapporti di monitoraggio potrebbero avere, a seconda dei casi, periodicità fissa o flessibile; ad esempio si potrebbe pensare ad una reportistica variabile, composta da:

- *un rapporto sintetico*, che verifichi il grado di raggiungimento degli obiettivi di piano e le eventuali necessità di riorientamento e le principali variazioni di scenario, in particolare per quegli aspetti territoriali ritenuti critici. Potrebbe essere predisposto con cadenza regolare, ad esempio annuale;
- *un rapporto completo*, che aggiorna lo scenario di riferimento (descrizione dell'evoluzione delle condizioni normative, delle politiche e delle strategie ambientali, l'analisi di piani, programmi, progetti attivi sul territorio di riferimento del piano, il popolamento e l'aggiornamento delle proiezioni degli indicatori di contesto ambientale), verifica il grado di raggiungimento di tutti gli obiettivi di piano e il contributo agli obiettivi di sostenibilità generali. Potrebbe essere predisposto con periodicità maggiore ad esempio triennale o quinquennale;
- *eventuali rapporti straordinari* potrebbero essere elaborati in occasioni particolarmente rilevanti (varianti di piano importanti, modifiche legislative, ecc).

I rapporti di monitoraggio potrebbero essere l'occasione per stimolare la consultazione dei soggetti competenti in materia ambientale sugli effetti del piano, anche in vista di un loro contributo alla elaborazione di eventuali documenti integrativi.

Inoltre, se adeguatamente elaborato, il rapporto di monitoraggio potrebbe proporsi come documento di riferimento per la verifica di assoggettabilità di eventuali varianti del piano, in un'ottica di semplificazione della valutazione ambientale.

I contenuti del rapporto di monitoraggio, o dei rapporti di monitoraggio nel caso ne fosse previsto più di una tipologia, devono essere decisi e strutturati dal responsabile del monitoraggio, che terrà conto delle peculiarità del processo pianificatorio e del territorio di riferimento.

Nel caso del monitoraggio del Piano Regionale delle Coste di Regione Puglia, è stata proposta la seguente articolazione del rapporto di monitoraggio "completo":

- Aggiornamento dello scenario di riferimento attraverso:
 - a. la descrizione dell'evoluzione delle condizioni normative, delle politiche e delle strategie ambientali;
 - b. l'analisi degli effetti combinati dei piani correlati in fascia costiera demaniale e retro demaniale (valutazione degli esiti complessivi della pianificazione attraverso gli indicatori di contributo);
 - c. il popolamento e l'aggiornamento delle proiezioni degli indicatori di contesto ambientale.
 - d. la descrizione dello stato di attuazione del PRC, dei PCC e dei PUG dei Comuni costieri e l'aggiornamento della valutazione degli effetti ambientali del PRC (aggiornamento dei valori degli indici di sensibilità e criticità e degli indicatori componenti).
- Esiti della verifica del grado di raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità, esaminando le cause di eventuali scostamenti rispetto alle previsioni.
- Verifica ed aggiornamento delle previsioni in merito alla possibilità del PRC di raggiungere gli obiettivi di sostenibilità alla luce dei cambiamenti dello scenario di riferimento e dello stato di attuazione del PRC.
- Descrizione critica del processo di partecipazione attivato nell'attuazione del PRC.
- Indicazioni per le successive fasi di attuazione, con riferimento ad un possibile ri-orientamento dei contenuti, della struttura del PRC o dei piani correlati, dei criteri per l'attuazione, in tutti i casi in cui si verificano scostamenti rispetto a quanto previsto in sede di pianificazione e di VAS (ad esempio mancata realizzazione delle azioni, mancato raggiungimento degli obiettivi, variazione dello scenario di riferimento, mancata efficacia degli strumenti per l'integrazione ambientale progettati, ecc).

La reportistica del PRC, nel caso in cui le dinamiche relazionali tra i soggetti coinvolti si rivelino soddisfacenti, potrebbe assolvere anche in tutto o in parte la necessità di *reporting* dei piani correlati (PCC). Nel caso dei PUG, potrebbe rappresentare un focus del monitoraggio ambientale degli effetti del piano o dei piani lungo la fascia costiera e retro costiera.

Il soggetto responsabile del monitoraggio deve definire i meccanismi e le responsabilità per la definizione di varianti al piano o modifiche agli strumenti attuativi a partire dalla valutazione degli esiti del monitoraggio ambientale (prevedendo, ove necessario, eventuale fissazione di soglie che automaticamente inducono la necessità di riprogrammare). Le modalità di retroazione sul piano devono essere opportunamente definite.

Partecipazione

La partecipazione rappresenta un elemento peculiare del processo di VAS. Dalle esperienze sinora attivate, sia in ambito nazionale che comunitario, emergono alcuni benefici generali da essa indotti sulla qualità dei processi di pianificazione e sull'integrazione dei contenuti ambientali negli strumenti sottoposti a valutazione ambientale.

I documenti prodotti in fase di monitoraggio ambientale devono essere sottoposti a pubblicazione e consultazione dei soggetti con competenze ambientali, con i tempi e modi previsti dalla legge (pubblicazione sul web, riunioni, etc.). Oltre a questo, sarebbe però opportuno prevedere momenti di partecipazione pubblica, in cui la cittadinanza, semplici cittadini o portatori di interesse locali, possa prendere atto dell'avanzamento del processo pianificatorio, dei primi esiti e relativi effetti ambientali.

La partecipazione potrebbe essere organizzata sulla base delle stesse peculiarità e modalità utilizzate durante il processo di pianificazione e valutazione ambientale, e quindi non soltanto attraverso il sito web dell'amministrazione (pubblicazione rapporti di monitoraggio), ma anche attraverso conferenze e momenti focalizzati su tematiche specifiche.

I detentori di gran parte dei dati utili al popolamento degli indicatori sono i soggetti con competenze ambientali (ARPA, ASL, Autorità di Bacino, etc.). Il loro coinvolgimento diretto in ambito di monitoraggio con cadenze definite consente dunque una continua messa a punto e verifica dell'efficacia del sistema. Il confronto con pubblico e gli *stakeholders* (associazioni di categoria, università ed Enti ricerca, associazioni ambientaliste, organi di controllo, ...) inoltre può essere funzionale a rendere più completo il quadro di riferimento dei fenomeni in atto sul territorio e rappresentare un momento di condivisione di strategie e strumenti.

Risorse

Come richiesto dalla legislazione nazionale in materia di VAS (D.Lgs 152/06 e s.m.i.), è necessario che il soggetto responsabile del monitoraggio piano/VAS preveda quali siano le risorse necessarie, in termini di tempo, costi e personale, per garantirne la praticabilità.

Ad oggi questa richiesta viene raramente soddisfatta e alla progettazione del sistema di monitoraggio ambientale non vengono quasi mai affiancati la stima e l'impegno delle risorse necessarie a garantirne l'operatività. Alcune semplici considerazioni in merito.

Gli enti preposti al monitoraggio devono necessariamente prevedere e allocare risorse economiche per garantire l'attività lungo tutto il ciclo di vita del piano. Il budget deve essere quantificato e dichiarato, in sede di VAS, in base alle caratteristiche e alle esigenze del sistema di monitoraggio previsto (durata, frequenza, procedure per la stima degli indicatori, consultazione e partecipazione, etc.). L'allocazione delle risorse adeguate è fondamentale, oltre che per la concretizzazione del processo, anche per la responsabilizzazione dell'ente preposto, compresi i vertici politici.

L'amministrazione potrebbe decidere di appaltare il monitoraggio ad una società esterna oppure di internalizzarlo facendo ricorso al proprio personale. In questo secondo caso, il personale deve essere

adeguatamente formato e preparato all'incarico: questo comporterebbe un aggravio iniziale dei costi ma un risparmio nel medio-lungo periodo nonché una migliore efficienza del processo.

Per alleggerire l'onere in carico all'Ente, sia in termini di personale impiegato che in termini di costi, si potrebbe, come illustrato nella parte **Strumenti** di questo paragrafo, sfruttare la sinergia tra le informazioni necessarie al monitoraggio e quelle già in possesso o che vengono via via comunicate attraverso le usuali procedure amministrative.

Stabilendo sin dalla fase di progettazione del monitoraggio, per ogni azione, le informazioni che devono essere prodotte dall'ente, nei diversi momenti del percorso attuativo, sarebbe poi possibile creare un sistema informatizzato che le acquisisca e, con apposite elaborazioni, stimi le variazioni degli indicatori ad esse legati.

Nei casi più semplici (emissioni di gas serra, impermeabilizzazione del suolo, etc.), questo può essere realizzato con gli strumenti informatici di uso frequente, già in dotazione o disponibili sul web; in altri casi più complessi (modelli per la propagazione delle onde acustiche, per la dispersione degli inquinanti in falda, per la valutazione dell'impatto paesistico, etc.) si dovrebbe valutare la possibilità di un investimento iniziale per l'acquisto di strumenti informatici e software e/o l'attivazione di esperti. In altri casi ancora, lo stesso Ente di area vasta dovrebbe rendere disponibili modelli per la stima dell'impatto ambientale che prendano in input gli indicatori di processo a scala puntuale e restituiscano la previsione dell'indicatore di contesto; si pensi ad esempio all'inquinamento dell'aria che non è un fenomeno di tipo puntuale ma che, appunto, ha senso se valutato su grandi aree.

Gli output ottenuti dovrebbero poi poter essere condivisi con tutti gli Enti coinvolti nel sistema integrato, ad esempio attraverso una piattaforma web.

L'informatizzazione del sistema va gestita da personale competente e preparato, che sappia governare il processo, interpretare e utilizzare i risultati, nonché gestire i rapporti con i soggetti responsabili dei dati, siano essi privati, autorità, pubbliche amministrazioni.

La strutturazione del monitoraggio, in tal senso, permetterebbe, una volta attivati gli strumenti informatici necessari, di evitare un sovraccarico inutile di lavoro per i funzionari comunali (le risorse liberate potrebbero quindi essere dedicate a compiti di più ampio respiro, di tipo strategico e gestionale), di ammortizzare l'investimento iniziale necessario per la progettazione del sistema di monitoraggio e la formazione del personale, di alleggerire i costi dovuti al reperimento dati e allo scambio di informazioni tra gli enti.

3

APPROFONDIMENTI TEMATICI

In questa terza sezione del documento, sono state approfonditi alcuni aspetti inerenti tre tematiche ambientali, per le quali si propone un approccio metodologico e tecnico utile per facilitarne la trattazione nell'ambito della VAS e del monitoraggio ambientale. Si raccomanda di accompagnarne la lettura, consultando le Appendici 3, 4 e 5.

1 Verso un bilancio dei gas serra

*Oggetto di questo paragrafo è il tema del cambiamento climatico e in particolare **il bilancio tra emissioni ed assorbimenti di gas serra** nel monitoraggio VAS di un piano urbanistico comunale. Per una tipologia di azione del piano (la nuova edificazione) è stato sviluppato un modulo di stima delle emissioni/assorbimenti, consultabile integralmente in Appendice 3.*

Su una tematica così vasta e intersettoriale come il cambiamento climatico, gli Enti locali hanno un ruolo non trascurabile. Sono gli Enti locali, infatti, che governano le trasformazioni del territorio e hanno la responsabilità di garantirne la sostenibilità ambientale; sono quindi i soggetti più adatti anche a mettere in atto politiche per la riduzione delle emissioni, nonché azioni mirate alla loro mitigazione e compensazione. Con iniziative volontarie, come il Patto dei Sindaci, sono invitati dall'Unione Europea a fare propri gli obiettivi di riduzione quantitativi del pacchetto 20-20-20 e, se possibile, a superarli.

In questo quadro, emerge la necessità che gli strumenti di pianificazione comunali siano progettati, sin dalle prime fasi del loro disegno, valutandone la capacità di contribuire, positivamente o negativamente, ai target di riduzione delle emissioni dell'amministrazione stessa o dei livelli pianificatori sovraordinati. È quindi fondamentale poter quantificare sia le emissioni riferite allo stato ex ante, che quelle dovute alle successive trasformazioni del territorio.

La metodologia proposta nel seguito contiene gli elementi per la definizione del bilancio di gas serra per le fasi di elaborazione e di attuazione / monitoraggio di un piano comunale. Essa potrebbe essere il punto di partenza anche per la costruzione di uno strumento per il bilancio di livello provinciale o regionale, a condizione di introdurre alcuni accorgimenti metodologici, soprattutto al fine di evitare doppi conteggi nell'aggregazione dei dati dei bilanci di più Comuni.

Il bilancio dei gas serra nella VAS

Il Catalogo ISPRA-ARPA, aggiornato al 2011, propone come obiettivo di sostenibilità di riferimento per la VAS dei piani territoriali la "*Riduzione delle emissioni dei gas serra*", descritto dall'indicatore di contesto "*Emissioni di gas serra totali annuali (Mt/anno)*". Al fine di verificare gli impegni internazionali⁹ assunti dall'Italia, ISPRA popola l'indicatore a livello nazionale annualmente, attraverso l'inventario delle emissioni in atmosfera (<http://www.sinanet.isprambiente.it/>), che tiene conto di tutte le emissioni di gas serra (e degli inquinanti atmosferici) generate dalle attività presenti sul territorio¹⁰. Tale strumento tuttavia non fornisce dati idonei per il contesto emissivo comunale poiché la massima disaggregazione è di livello provinciale.

D'altro canto, la preparazione di inventari regionali e provinciali delle emissioni rappresenta un obbligo previsto dalla normativa sulla qualità dell'aria. In questa direzione va Regione Lombardia insieme ad altre Regioni italiane (Piemonte, Emilia Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Puglia, Marche e le Province

⁹ Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC), Protocollo di Kyoto, etc.

¹⁰ Il dato di emissione è stimato a partire dalla metodologia fornita dalle Linee Guida dell'IPCC (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC/OECD 1997) per ogni attività della classificazione Corinair e tipo di combustibile.

Autonome di Trento e di Bolzano) con il database INEMAR¹¹. Il dato fornito da INEMAR, benché disaggregato al livello comunale, presenta però alcune limitazioni: i dati forniti sono relativi alle emissioni in aria generate da attività presenti entro i confini comunali, non sono stimate le emissioni "ombra", ossia le emissioni dovute ai consumi di energia prodotta altrove.

Il dato di livello comunale deve, invece, tenere conto di tutti i consumi energetici finali, derivanti sia da impianti localizzati nel proprio territorio che da altre fonti, e delle relative emissioni, perché è su questi che agiscono le politiche e le azioni di livello locale (risparmio ed efficienza energetica, buona pianificazione e gestione del traffico locale, contenimento del consumo di suolo etc.). Alcuni inventari locali in cui vengono conteggiati i consumi finali sono già stati realizzati: ad esempio, per Regione Lombardia, esiste il database SIRENA¹².

Nell'elaborazione di un piano urbanistico comunale, è essenziale conoscere il dato emissivo di contesto (ovvero lo stato dell'ambiente in assenza di piano), ovvero quantificare la *baseline*: è pertanto necessario disporre di un inventario delle emissioni dei gas serra alla giusta scala, che solo in qualche caso è già predisposto da organismi regionali o dal Comune stesso, mentre nella maggior parte dei casi è da realizzare ex-novo. La quantificazione delle emissioni e assorbimenti indotti dal piano nel tempo deve essere invece realizzata monitorando le trasformazioni del territorio previste dal piano.

Il bilancio dei gas serra dovrà pertanto consentire di aggiornare, nel tempo, il dato di *baseline*, tenendo conto delle azioni di piano responsabili di nuove emissioni (nuove edificazioni, infrastrutturazioni, etc.) o di assorbimenti (aree a valenza ecologica, rimboschimenti, etc). Il suo aggiornamento periodico si baserà sui dati via via disponibili nel percorso attuativo di tali azioni, fino al loro compimento.

Per ogni tipologia di azione, deve essere definito un modulo di calcolo, che, a partire, in input, da parametri stimati o dai dati fisici disponibili nel momento del percorso attuativo in cui ci si trova, restituisca, in output, le emissioni o assorbimenti di gas serra ad essi ascrivibili. Gli output restituiti da ogni singolo modulo devono essere poi aggregati per ottenere il valore complessivo attribuibile al piano in un dato momento. Il procedimento per la valutazione degli effetti cumulati delle diverse azioni di piano in un dato momento temporale è il medesimo illustrato nel paragrafo 2.5 del documento.

Il bilancio dei gas serra può diventare un valido strumento, oltre che di monitoraggio ambientale, di supporto alle decisioni per le politiche locali e per i piani: in fase di pianificazione, per valutare tra azioni alternative quelle che meglio contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi, locali e sovra locali di riduzione delle emissioni e per determinare in via preventiva la modalità di calcolo delle compensazioni necessarie; in fase attuativa, per orientare la progettazione e la realizzazione degli interventi (ad esempio indirizzando i progettisti delle opere verso materiali a basso impatto ambientale o gli utilizzatori a comportamenti mirati all'efficienza e al risparmio energetico).

Lo strumento utilizzato nella fase di progettazione degli interventi e durante la loro realizzazione ed esercizio, potrebbe anche rivelarsi utile per la stima delle emissioni climalteranti legate ad opere soggette a

¹¹ INEMAR (INventario EMissioni ARia) è stato inizialmente realizzato nel periodo 1999-2000 dalla Regione Lombardia, con una collaborazione della Regione Piemonte, dal 2006, successivamente sono state coinvolte le altre Regioni. INEMAR è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera, ovvero stimare le emissioni a livello comunale dei diversi inquinanti, prodotte dalle attività presenti sul territorio.

¹² Nato nel 2007, SIRENA (Sistema Informativo Regionale Energia e Ambiente), realizzato e gestito da CESTEC Spa, per conto di Regione Lombardia, ha l'obiettivo di monitorare i consumi energetici finali e le diverse modalità di produzione e di trasmissione/distribuzione di energia sul territorio lombardo. Il dato è disponibile a livello regionale per gli anni 2000-2008 e, con disaggregazione comunale, per gli anni 2005-2008.

VIA, sia negli studi di impatto ambientale che nel successivo monitoraggio (tanto più che, ad oggi, è molto rara la stima degli impatti sui cambiamenti climatici in procedure di VIA).

In base a quanto detto finora, la costruzione del bilancio prevede i seguenti passi (Figura 16):

- A. la selezione delle **tipologie di azioni** del piano da considerare;
- B. l'identificazione delle **fasi e degli strumenti attuativi** per tipologia di azione;
- C. l'identificazione, per tipologia di azione, delle **“cause emissive/assorbimenti”**;
- D. la **definizione dei moduli** di calcolo per la stima delle emissioni per tipologia di azione per ciascun fase attuativa (dati che il modello deve prendere in input e modalità di calcolo per elaborare il risultato) e delle modalità per la loro aggregazione.

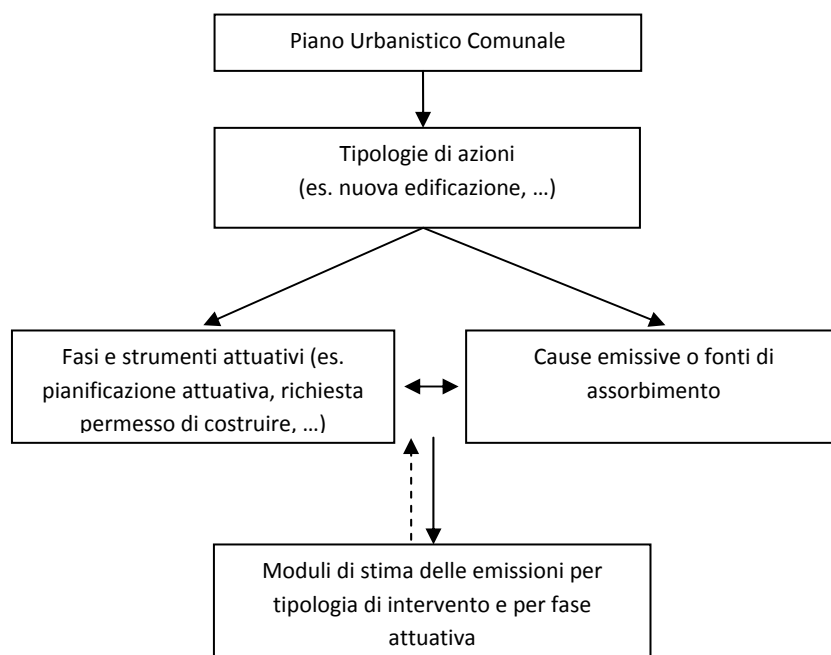


Figura 16: Schema per la costruzione del bilancio dei gas serra per un piano urbanistico comunale.

Tipologie di azioni

Per l'individuazione delle tipologie di azioni dei piani urbanistici comunali, generalizzabili su scala nazionale, sono stati analizzati i piani comunali di alcune Regioni italiane (Lombardia, Puglia, Calabria, Campania, etc.) e ne sono state tratte alcune azioni ricorrenti, che, senza pretesa di esaustività, sono così sintetizzabili:

- Ambiti di trasformazione di nuova espansione: nuova edificazione
- Ambiti di trasformazione di riqualificazione urbana, in aree già urbanizzate: ristrutturazione urbanistica
- Interventi edilizi all'interno del tessuto consolidato: ristrutturazione con ampliamenti, nuova costruzione
- Interventi “ambientali”, ovvero con valenza ecologico-ambientale e/o ricreativa – fruitiva, realizzati dal Comune
- Realizzazione di infrastrutture per la mobilità: strade comunali, piste ciclabili, etc.
- Compensazioni ambientali individuate dal Comune (rimboschimenti, afforestazioni, etc.)

Per altre azioni realizzate all'interno del territorio comunale, ma non di responsabilità diretta del Comune (ad esempio la viabilità provinciale o regionale), gli effetti sulle emissioni (dovute allo spostamento di

traffico indotto, alla modifica delle percorrenze medie per tipologia di veicoli, etc.) devono essere monitorati dall'Ente di livello appropriato e confluire nel bilancio complessivo delle emissioni.

Strumenti e fasi attuative

Per ciascuna tipologia di azione del piano, devono essere identificate le fasi attuative nelle quali si rendono disponibili nuove informazioni. In fase di pianificazione saranno noti alcuni parametri sulla base dei quali stimare le emissioni, che in fase di pianificazione attuativa e poi di progettazione assumeranno contorni più definiti (ad esempio l'estensione di un ambito territoriale da trasformare, in fase di pianificazione, diventerà una superficie lorda pavimentabile in fase di programmazione degli interventi e così via).

Per l'identificazione delle fasi attuative, le tipologie di azioni prima identificate sono state raggruppate in tre macro-tipologie:

- Interventi edilizi di iniziativa privata (attuazione degli ambiti di trasformazione – nuova edificazione, anche convenzionata, e ristrutturazione urbanistica –, ristrutturazione e recupero degli immobili).
- Interventi edilizi di iniziativa pubblica (attuazione degli ambiti di trasformazione – nuova edificazione e ristrutturazione urbanistica –, ristrutturazione e recupero degli immobili comunali).
- Progetti di iniziativa pubblica, di competenza e responsabilità del Comune (infrastrutture, interventi di tipo ambientale, ecc.).

Per queste macro-tipologie, si è cercato di individuare un percorso “teorico” di attuazione e quindi delle fasi attuative il più possibile uniformi e generalizzabili (tenendo in ogni caso presente che esse potrebbero variare, anche significativamente, di Comune in Comune). Con queste premesse, le tabelle che seguono riportano:

- le fasi attuative, in cui la fase iniziale “pianificazione” coincide con l’approvazione del piano
- le attività correlate all’attuazione proprie di ciascuna fase
- gli strumenti, i documenti e le fonti da cui è possibile dedurre informazioni utili al popolamento degli indicatori di processo.

Con la definizione dei moduli di calcolo potranno essere definiti con più precisione per ogni tipologia di azione i dati saranno disponibili nelle fasi attuative, e quindi può essere ripercorsa a ritroso l’identificazione delle fasi attuative effettivamente funzionali alla stima delle emissioni/assorbimenti.

Tabella 4: Fasi attuative degli interventi edilizi, a cura dei privati (attuazione degli ambiti di trasformazione – nuova edificazione e ristrutturazione urbanistica –, ristrutturazione e recupero degli immobili).

FASE	ATTIVITÀ CORRELATE	DOCUMENTI FONTI DEI DATI
Pianificazione	Approvazione del piano urbanistico: il Documento di Piano individua gli Ambiti di trasformazione	<ul style="list-style-type: none"> • Piano urbanistico (piano dei servizi, piano delle regole) • Regolamento edilizio, Regolamento di igiene ASL
Pianificazione attuativa	Presentazione del Piano Attuativo / Programmazione negoziata	<ul style="list-style-type: none"> • Convenzione per il Piano Attuativo • Piano attuativo: Piano di Lottizzazione o Piano di Recupero o Strumento di programmazione negoziata
	Firma della Convenzione	
Progettazione	Presentazione domanda permesso di costruire / SCIA	<ul style="list-style-type: none"> • Pratica edilizia (progetto e istruttoria comunale, compreso eventuale parere della commissione edilizia)
	Parere commissione edilizia	
	Rilascio permesso di costruire	

FASE	ATTIVITÀ CORRELATE	DOCUMENTI FONTI DEI DATI
Realizzazione degli interventi	Avvio lavori	<ul style="list-style-type: none"> • Certificazione energetica • Certificato di abitabilità
	Eventuali varianti progettuali	
	Dichiarazione di fine lavori	
Fase di "esercizio"	Insediamento ed esercizio di: <ul style="list-style-type: none"> • nuovi residenti • imprese • centri commerciali / funzioni di terziario 	<ul style="list-style-type: none"> • Anagrafe • Fatturazione dei consumi (idrici, energetici) • Autorizzazioni ambientali imprese (Comune) • Campagne di monitoraggio specifiche

Tabella 5: Fasi attuative degli interventi di edilizia pubblica, a cura del Comune (attuazione degli ambiti di trasformazione – nuova edificazione e ristrutturazione urbanistica –, ristrutturazione e recupero degli immobili comunali).

FASE	ATTIVITÀ CORRELATE	DOCUMENTI FONTI DEI DATI
Pianificazione	Approvazione del piano urbanistico: il Documento di Piano individua gli Ambiti di trasformazione	<ul style="list-style-type: none"> • Piano urbanistico (piano dei servizi, piano delle regole) • Regolamento edilizio • Regolamento di igiene ASL
Pianificazione attuativa	Piano Attuativo per edilizia pubblica (se indicato dal piano urbanistico)	<ul style="list-style-type: none"> • Piano attuativo: Piano di Lottizzazione o Piano di Recupero
Progettazione	Approvazione del progetto definitivo (Delibera di Giunta Comunale) e pubblicazione del bando per la realizzazione dell'opera	<ul style="list-style-type: none"> • Progetto (preliminare, definitivo, esecutivo) e relativa deliberazione di approvazione • Bando di gara e capitolato d'appalto • Progetto (preliminare) e relativa deliberazione di approvazione • Bando di gara e capitolato d'appalto • Progetto (definitivo, esecutivo)
	Oppure Approvazione del progetto preliminare (Delibera di Giunta Comunale) e pubblicazione del bando per la progettazione/realizzazione dell'opera	
	Inserimento nel Piano Triennale delle Opere Pubbliche	
Realizzazione degli interventi	Avvio lavori	<ul style="list-style-type: none"> • Certificazione energetica • Certificato di abitabilità
	Eventuali varianti progettuali	
	Dichiarazione di fine lavori	
Fase di "esercizio"	Insediamento ed esercizio di: <ul style="list-style-type: none"> • nuovi residenti • imprese • centri commerciali / funzioni di terziario 	<ul style="list-style-type: none"> • Anagrafe • Fatturazione dei consumi (idrici, energetici) • Autorizzazioni ambientali imprese (Comune) • Campagne di monitoraggio specifiche

Tabella 6: Fasi attuative degli interventi realizzati a cura del Comune (infrastrutture, interventi ambientali, ...)

FASE	ATTIVITÀ CORRELATE	DOCUMENTI FONTI DEI DATI
Pianificazione	Approvazione del piano urbanistico. Il Documento di Piano e il Piano dei Servizi individuano le aree destinate a infrastrutture, servizi, corridoi ecologici, verde urbano, ...	<ul style="list-style-type: none"> • Piano urbanistico (piano dei servizi, piano delle regole) • Eventuali piani di settore correlati. Es. Piano Urbano del Traffico
Progettazione	Approvazione del progetto definitivo (Delibera di Giunta Comunale) e pubblicazione del bando per la realizzazione dell'opera	<ul style="list-style-type: none"> • Progetto (preliminare, definitivo, esecutivo) e relativa deliberazione di approvazione • Bando di gara e capitolato d'appalto • Progetto (preliminare) e relativa deliberazione di approvazione • Bando di gara e capitolato d'appalto • Progetto (definitivo, esecutivo)
	Oppure Approvazione del progetto preliminare (Delibera di Giunta Comunale) e pubblicazione del bando per la progettazione/realizzazione dell'opera	
	Inserimento nel Piano Triennale delle Opere Pubbliche	
Realizzazione	Avvio lavori	<ul style="list-style-type: none"> • Progetto definitivo con eventuali varianti

FASE	ATTIVITÀ CORRELATE	DOCUMENTI FONTI DEI DATI
degli interventi	Eventuali varianti progettuali	• Certificato di collaudo
	Fine lavori - Collaudo	
Fase di "esercizio"	Esercizio/gestione delle opere realizzate	• Campagne di monitoraggio specifiche • Dati di gestione

Tipologia di azione e relative cause emissive

Definite le fasi dell'iter attuativo, azione per azione, è necessario identificare le "cause emissive (normalmente dovute a consumi energetici) o di assorbimento" cui possono essere ricondotti gli effetti dell'azione.

Per la tipologia di azione **intervento edilizio**, i consumi energetici sono imputabili soprattutto alla climatizzazione e alla produzione di acqua calda sanitaria, durante la fase di utilizzo. Tuttavia non devono essere esclusi a priori i consumi di energia (elettrica o di combustibile) dovuti al cantiere né le emissioni associabili ai materiali scelti per la realizzazione.

Il contributo alle emissioni complessive dovuto al cantiere è più o meno significativo a seconda della tipologia di opera. Tale stima non è una pratica molto frequente nei procedimenti di VAS, e nemmeno di VIA, perciò la letteratura in merito è molto esigua: se non si vuole escludere a priori il contributo del cantiere al bilancio emissivo, è necessario accontentarsi di una stima di massima, basata ad esempio sui consumi energetici dovuti alle ore di impiego dei macchinari più energivori stimate o sul numero di viaggi degli automezzi da e per il cantiere (per un approfondimento sulla fase di cantiere consultare l'Appendice 3).

La valutazione delle emissioni dei materiali (costituenti l'involucro, le opere accessorie e gli impianti, etc.) è legata alla logica LCA: si potrà far riferimento ai data base esistenti¹³, che sono in grado di fornire una stima dei principali impatti sull'ambiente, comprese le emissioni di gas serra, per unità di materiale durante la sua vita utile. A seconda dei data-base il ciclo di vita può comprendere tutte o parte delle seguenti fasi: il processo produttivo, il trasporto, l'uso, il riuso/riciclo, e lo smaltimento a fine vita.

In fase di utilizzo, i consumi energetici si verificano principalmente per il riscaldamento e il raffrescamento, per la produzione di acqua calda, per illuminare gli ambienti e per alimentare le apparecchiature elettriche. A seconda della destinazione d'uso dell'edificio, acquisiranno minore o maggior peso i diversi contributi emissivi: ad esempio nel caso di un edificio ad uso abitativo, preponderante sarà il contributo dovuto alla climatizzazione e, in secondo luogo, alla produzione di acqua calda. Il raffrescamento può incidere o meno a seconda della zona climatica e delle temperature nei mesi più caldi. Nel caso di edifici industriali assumerà invece maggior peso il consumo di energia elettrica per il funzionamento dei macchinari.

Considerando le **opere o infrastrutture per la mobilità** (strada comunale di quartiere, piste ciclabili, etc.) si dovranno anzitutto considerare, come nel caso di un'opera edile, il cantiere e la produzione dei materiali. A livello comunale, in esercizio e gestione delle opere e infrastrutture per la mobilità realizzate, si potrà poi tener conto di alcune azioni funzionali a ridurre le percorrenze dei mezzi privati nell'ambito del territorio

¹³ Alcuni dei principali data-base di riferimento per quanto riguarda LCA:

- Life Cycle Assessment in edilizia, Monica Lavagna, 2008
- Geoff Hammond & Craig Jones* Sustainable Energy Research Team (SERT), University of Bath.
- Ecoinvent Life cycle inventories of production systems. Swiss Centre of Life Cycle Inventories, 2004
- ETH-ESU 96 Okoiventare von Energiesystemen. ESU group, ETH Technical University of Zurich, 1996
- BUWAL 250 Life cycle inventory for packagings. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape (SAEFL), Berne, Switzerland

comunale: ad esempio modifica della viabilità, creazione di percorsi ben collegati per la mobilità pedonale e ciclabile, incentivi per l'utilizzo del TPL o trasporto collettivo, etc. Non si ritiene invece che le piccole infrastrutture realizzate (rotonde, strade comunali, etc.) siano tali da generare un impatto significativo sulla generazione di nuovi flussi con conseguenti variazioni di emissioni climalteranti.

Infine per quanto riguarda gli **interventi ambientali**, si potranno considerare quelli che prevedono la realizzazione di aree a verde, rimboschimenti e afforestazioni. Per semplificare una materia assai complessa, che ancora oggi non ha trovato un'univoca modalità di approccio, si propone di considerare esclusivamente gli assorbimenti medi in fase di **vita adulta delle piante messe a dimora**. In generale il "cantiere", ovvero di messa a dimora delle piante, può essere ritenuta trascurabile a meno che si tratti di interventi di una certa importanza che richiedano anche eventuali bonifiche dei luoghi, o ingenti trasporti di terreno.

Come anticipato, la stima dei contributi emissivi avviene, per la prima volta, durante l'elaborazione del piano e del rapporto ambientale; il dato che si ottiene è dunque di tipo previsionale (ex-ante). Questo dato deve essere periodicamente stimato e affinato durante l'attuazione del piano a mano a mano che si rendono disponibili nuove informazioni (in itinere), fino alla fase di esercizio. Ovviamente, i contributi emissivi del cantiere, una volta completata la realizzazione dell'intervento, non si modificano più. Dal punto di vista pratico, il cantiere potrà essere distribuito su uno o più anni a seconda del tipo di opera, per semplicità la stima delle emissioni dei materiali potrà essere collocata interamente nell'anno di inizio del cantiere, poiché si presuppone che in quella data tutti i materiali necessari siano già stati realizzati e pronti alla commercializzazione e utilizzo.

Costruzione dei moduli di calcolo

Dopo aver individuato fasi attuative e cause emissive, devono essere definiti i "moduli di calcolo", ovvero i meccanismi di calcolo e i parametri necessari per la stima dei gas serra per ogni azione di piano, definendo tutte le informazioni da raccogliere durante l'intero iter attuativo dell'azione stessa e gli output (cioè le emissioni e gli assorbimenti di gas serra generati dalle azioni).

Per ogni azione, il modulo di calcolo prevede come input gli indicatori di processo che si rendono disponibili in ogni fase attuativa (che sono semplici da ottenere e si aggiornano via via che l'azione procede verso il suo compimento): in prima istanza essi sono contenuti nel piano, in momenti successivi nei progetti che pervengono ai Comuni ai fini del rilascio di autorizzazioni e concessioni, infine corrispondono con i dati sull'utilizzo/gestione dell'opera.

Gli indicatori di processo, moltiplicati per opportuni coefficienti e parametri (vedi Sezione 2 Par. 4 "Costruzione degli indicatori di processo e di contributo"), permettono di ottenere come output la stima degli indicatori di contributo al contesto.

Tali indicatori di contributo al contesto rappresentano la stima delle emissioni generate dalle azioni di piano e permettono quindi di valutare la loro incidenza sul bilancio dei gas serra – l'indicatore di contesto. Poiché i moduli sono aggiornati per ogni fase del piano, l'indicatore di contributo al contesto, quindi anche l'indicatore di contesto, sono aggiornati a mano a mano che risultano disponibili dati sempre più precisi relativi alle azioni durante il monitoraggio del piano.

Sarebbe auspicabile che i moduli di calcolo che compongono il bilancio fossero resi, per quanto possibile, informatizzati in modo che la stima degli indicatori di processo e di contributo al contesto diventi il più possibile automatica. I tecnici comunali incaricati del monitoraggio ambientale del piano/VAS potrebbero utilizzare così uno strumento che, tramite una semplice interfaccia per la registrazione dei dati di input,

aggiorni automaticamente il bilancio dei gas serra. Ancora meglio sarebbe poter pensare a moduli di calcolo informatizzati che utilizzino come input in modo automatico i dati resi via via disponibili dalle consuete procedure amministrative in capo al Comune e nel contempo le registrino in un data base organizzato (che a quel punto diventerebbe anche archivio informatizzato ad uso dell'ufficio comunale), minimizzando le elaborazioni aggiuntive in carico ai tecnici e quindi l'aggravio delle loro funzioni (vedi anche Sezione 2 Paragrafo 6 – “Elementi essenziali per la governance”).

La costruzione dei moduli per il monitoraggio dei piani a scala comunale è stata esemplificata per una delle tipologie di azione, la “Nuova edificazione”. I moduli sono stati sviluppati per tutto l'iter attuativo (Pianificazione e pianificazione attuativa, Progettazione e realizzazione degli interventi, Esercizio), indicando per ciascuna fase la metodologia di stima delle emissioni, le formule di calcolo e i dati di input necessari (indicatori di processo).

Di seguito si riporta, a titolo indicativo, la descrizione del modulo di calcolo per la Fase di Pianificazione (si veda l'Appendice 3 per la trattazione completa).

In questa fase, il modulo opera una stima previsionale delle emissioni ascrivibili alle attività di cantiere e all'utilizzo degli edifici: non considera le emissioni associate ai materiali costruttivi perché generalmente, durante la pianificazione, non si dispone di dati a sufficienza.

Le formule di calcolo per la stima delle emissioni sono riportate di seguito.

Fase di Pianificazione / Rapporto Ambientale	Cantiere	Emissioni di CO ₂ eq (KgCO ₂ eq) = Volume dell'edificio (m ³) * Fattore emissivo α (dipendente dal numero di piani e dal tipo di fondazione) (KgCO ₂ eq/m ³ edificio)
	Utilizzo	Emissioni di CO ₂ eq (KgCO ₂ eq/anno) = Fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale (EP _{tot}) (KWh/anno) * Fattore emissivo f (del combustibile) (KgCO ₂ eq/KWh)

Per le emissioni dovute al **cantiere**, qualora non sia disponibile la volumetria dell'edificio, essa può essere calcolata a partire dal numero di piani e dalla superficie coperta, ipotizzando (se non sono disponibili dati più puntuali) un'altezza di interpiano di 3,3 m.

Gli **indicatori di processo** utilizzati (da reperire all'interno del Piano) sono quindi:

- Volumetria dell'edificio (m³) [o, in assenza di questo: Superficie coperta (m²); Superficie Lorda pavimentabile (m²); N piani / altezza piani (n, m)]

Il fattore emissivo specifico α (kg/m³)¹⁴ è riportato in Tabella 7 e dipende dal numero di piani e dal tipo di fondazioni dell'edificio.

Tabella 7: Fattori di emissione per la stima degli impatti in termini di emissioni di gas serra, associati alla realizzazione di strutture residenziali, al variare del numero di piani ed alla tipologia di fondazione (plinti o platea).

Edificio	α KgCO ₂ eq/mc edificio	
	Plinti	Platea
1 piano	3,66	4,02
5 piani	1,96	2,04
10 piani	1,76	1,80

¹⁴ I valori contenuti nella tabella sono stati stimati in uno studio specifico nell'ambito del “Modello semplificato di valutazione e contabilizzazione, dal punto di vista delle emissioni di CO₂, degli effetti delle politiche regionali sulla base del loro orientamento progettuale ed economico”, finanziato da Regione Lombardia a CESTEC - si rimanda all'Appendice 3 per informazioni più specifiche sul modello e sui suoi utilizzi. Il modello CESTEC è ancora in fase di elaborazione finale. A breve saranno note le specifiche tecniche, e le fonti bibliografiche, dei valori emissivi usati nel modello per la stima delle emissioni di gas climalteranti; in tal modo tali dati potranno essere valutati e ne potrà essere verificata o meno la validità generale e/o l'adattabilità a livello nazionale.

Edificio	α KgCO ₂ eq/mc edificio	
	Plinti	Platea
15 piani	1,70	1,72

Per la stima delle emissioni dovuta all'**utilizzo** degli edifici, è invece necessario basarsi sui dati energetici disponibili. Nei piani urbanistici, spesso non è nota la classe energetica prevista per gli edifici: si può perciò fare riferimento ai requisiti energetici minimi per gli edifici di nuova costruzione (che dipendono dalla zona climatica di appartenenza del Comune, dai gradi giorno del Comune e al rapporto di forma Superficie/Volume dell'edificio), deliberati dalle Regioni e Province autonome oppure a quelli più specifici eventualmente previsti dai regolamenti edilizi comunali o provinciali. Attraverso tali requisiti si potrà risalire alla classe energetica "minima" che qualsiasi nuovo edificio deve garantire¹⁵ secondo le normative locali.

A ciascuna classe energetica (data o ipotizzata) corrisponde un determinato valore di EPh (indice di prestazione energetica dell'edificio) ovvero l'energia primaria spesa in un anno per la climatizzazione invernale di un metro quadro dell'edificio (valore che dipende dalla zona climatica e dal rapporto di forma).

Ad esempio, in Lombardia¹⁶, il valore di EPh per un edificio residenziale (E.1) in classe A, nella zona climatica E deve essere compreso tra 14 e 29 kWh/m²/anno¹⁷. Moltiplicandolo per la superficie lorda pavimentabile (SLP)¹⁸ è possibile risalire all'energia primaria spesa in un anno per la climatizzazione invernale dell'intero edificio (KWh /anno), come evidenziato nella formula seguente:

Errore. Non si possono creare oggetti dalla modifica di codici di campo.

Moltiplicando, infine, il consumo di energia primaria per il fattore di emissione del combustibile utilizzato per il riscaldamento dell'edificio (Tabella 8) si ottiene la stima delle emissioni di gas serra.

Se non è noto il tipo di combustibile previsto, si può far riferimento ai valori medi di consumi per il riscaldamento del settore civile riferiti al comune, alla provincia, o alla regione oppure, in alternativa, utilizzare una media tra i fattori di emissione dei combustibili non rinnovabili (per Regione Lombardia pari a 0,23 kgCO₂eq/ kWh).

¹⁵ Ad esempio da giugno 2011 tutti gli edifici di nuova costruzione situati sul territorio della Provincia autonoma di Bolzano dovranno obbligatoriamente rispondere ai requisiti energetici relativi alla classe energetica "B" di "CasaClima". In Regione Lombardia, non esiste una classificazione minima per gli edifici di nuova costruzione, tuttavia rispettando i requisiti minimi per il sistema edificio impianto imposti dalla D.g.r. 8/8745 del 2008, i nuovi edifici al minimo dovrebbero rientrare almeno in classe C.

¹⁶ La normativa regionale di riferimento è la d.g.r. n.8/8745 "Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici". I valori di EPh sono contenuti nell'Allegato A - Tabelle A.1.1 e A.1.2

¹⁷ Ipotizzando un rapporto di forma $S/V \geq 0,9 \text{ m}^{-1}$

¹⁸ La D.g.r. 8/8745 del 2008 fa riferimento alla superficie utile riscaldata oppure al volume lordo riscaldata a seconda della tipologia di edificio. Per semplificazione qui verranno sempre considerati la SLP e il volume totale dell'edificio, dati facilmente ricavabili dal Piano urbanistico e dai piani attuativi.

Tabella 8: Fattori di emissione per la stima della quantità di CO₂eq emessa dai principali combustibili per la produzione di 1 kW termico.

Tipo di combustibile	Fattore di emissione	Valore [kg CO ₂ eq/kWh]
Gas naturale	f _{em,fuel}	0,1998
GPL		0,2254
Gasolio		0,2642
Olio combustibile		0,2704
Biomasse	f _{em,fuel,ren}	0
RSU		0,1703
Energia elettrica	f _{em,el}	0,4332

Prospetto LXXV – Fattori di emissione per il calcolo della quantità di CO₂eq

(Fonte: Piano d’Azione per l’Energia della Regione Lombardia D.G.R. VIII/4916 e s.m.i.; Terna)

Riassumendo, gli **indicatori di processo** per la stima delle emissioni dovute all’**Utilizzo** degli edifici sono:

- Classe energetica prevista per l’edificio (*se disponibile*) [o, in alternativa: Classe energetica minima (per il Comune)]
- Superficie Lorda Pavimentabile (m²) [o, in alternativa: Superficie coperta (m²) / N piani / altezza piani (n, m)]

La stima delle emissioni climalteranti imputabili all’azione, effettuata una prima volta durante l’elaborazione del Piano urbanistico e raffinata nelle fasi successive (Pianificazione attuativa, Progettazione, Realizzazione degli interventi) grazie all’aggiornamento degli indicatori di processo o all’introduzione di nuovi indicatori che si rendono disponibili successivamente, consente di evidenziare gli scostamenti (in positivo o in negativo) rispetto alle previsioni iniziali.

Nella fase di esercizio degli edifici, la stima delle emissioni è aggiornata per l’ultima volta, sostituendo alla previsione del fabbisogno energetico, i consumi realmente dedotti dalle bollette e moltiplicandoli nuovamente per i fattori emissivi di Tabella 8.

ESEMPIO DI CALCOLO – Modulo per la fase di pianificazione

Si supponga che il Piano del Governo del Territorio (PGT) di un Comune lombardo tra le sue azioni comprenda la realizzazione di un complesso residenziale, di iniziativa privata, composto da 10 palazzine uguali ad alta performance energetica. Il complesso residenziale sarà servito dalla rete di teleriscaldamento alimentata a rifiuti.

INPUT

Indicatori di processo (per 10 palazzine)		
SLP insediabile	m ²	1000
Piani	n	2
Classe energetica prevista	-	A
Vita utile	anni	30 anni
Coefficienti / parametri utilizzati		

Altezza media di un piano	m	3,3
α - Fattore di emissione per la realizzazione di Edificio a 1 piano, fondazioni con plinti	KgCO ₂ eq/mc edificio	3,66
EPh (Classe energetica A; rapporto S/V \geq 0,9 m ⁻¹ ; zona climatica E)	kWh/m ² /anno	29
f - Fattore di emissione per la stima della quantità di CO ₂ eq emessa dai principali combustibili per la produzione di 1 kW termico (RSU)	KgCO ₂ eq/KWh	0,1703

OUTPUT

Cantiere

		10 palazzine	
Emissioni di CO₂ eq (KgCO₂eq)	Volume dell'edificio (m ³) * Fattore emissivo α (dipendente dal numero di piani e dal tipo di fondazione) (KgCO ₂ eq/m ³ edificio)	3,66 KgCO ₂ eq/m ³ edificio * 3.300 m ³	12.078 KgCO ₂ eq

Utilizzo

		1 edificio	10 palazzine
1) Fabbisogno energetico (EPh tot) (KWh/anno)	EPh kWh/m ² /anno * SLP (m ²)	29 kWh/m ² /anno * 1.000 m ²	29.000 KWh/anno
2) Emissioni di CO₂ eq (KgCO₂eq/anno)	Emissioni di CO ₂ eq (KgCO ₂ eq/anno) = Fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale (EPh _{tot}) (KWh/anno) * Fattore emissivo f (del combustibile) (KgCO ₂ eq/KWh)	29.000 KWh / anno * 0,1703 KgCO ₂ eq/KWh	4.939 KgCO ₂ eq/anno
3) Emissioni di CO₂ eq nella vita utile dell'edificio (KgCO₂eq)	Emissioni di CO ₂ eq (KgCO ₂ eq/anno) * vita utile (n. anni)	148.170 KgCO ₂ eq	1.481.700 KgCO ₂ eq

2 Il rumore

*Obiettivo del presente approfondimento è individuare e strutturare un sistema di indicatori che monitori gli **effetti sulla componente rumore** di un piano urbanistico a scala comunale. Quanto proposto ha comunque valenza generale, essendo applicabile e adattabile ad altri strumenti di pianificazione. In Appendice 4 sono riportati alcuni approfondimenti di carattere teorico, metodologico e pratico che completano la trattazione.*

A scala locale, le azioni con effetti sul rumore sono in parte definite dalla pianificazione comunale e in parte derivano dal recepimento di strategie e indirizzi di piani sovraordinati (piani provinciali o regionali) o di settore (mobilità, rumore, etc.). Ad esempio, alcune azioni sono previste nell'ambito della pianificazione acustica (piani di risanamento e piani di azione) e prevedono l'attuazione di misure di mitigazione del rumore, l'adozione di regolamenti relativi ad attività e funzioni specifiche, e, in alcuni casi, la delocalizzazione di sorgenti critiche o recettori sensibili. Vi sono poi azioni previste da altri strumenti che prevedono la localizzazione di nuove sorgenti (infrastrutture o sorgenti puntuali), di nuovi recettori o la realizzazione di interventi con funzioni di mitigazione indiretta (ad esempio un parco pubblico o una fascia tampone boscata). Come sarà più chiaro in seguito, per valutare gli effetti degli interventi sul clima acustico è sempre necessario considerare le caratteristiche del contesto in cui tali azioni sono inserite.

A partire dagli strumenti di pianificazione acustica (in particolare la zonizzazione e la mappatura acustica), saranno proposti nel seguito alcuni indicatori di contesto, processo e contributo strutturati in modo da tener conto delle tipologie di azione di un piano urbanistico "tipo" con impatti diretti e indiretti, positivi e negativi, sulla componente rumore in tutte le fasi attuative.

La metodologia proposta per il monitoraggio va nell'ottica di coordinamento delle procedure di VAS e VIA: il monitoraggio degli effetti ambientali effettuato in sede di VIA, su una singola opera, produce informazioni che, aggregate ad altre, sono utili al monitoraggio a scala più vasta, cioè a livello di piano e relativa VAS.

Ripercorrendo quanto già illustrato nella parte metodologica del documento, i passaggi per la costruzione del sistema di monitoraggio del Rumore sono:

- **Obiettivi:** individuazione degli obiettivi di sostenibilità.
- **Contesto:** individuazione di indicatori di contesto che descrivano gli obiettivi di sostenibilità e che tengano conto anche dello scenario di riferimento (azioni che impattano sul clima acustico non imputabili al piano).
- **Piano:** individuazione delle tipologie di azioni attivate dal piano urbanistico e delle loro fasi attuative; individuazione di indicatori di processo e di contributo strettamente connessi a ciascuna delle tipologie di azioni di piano, relazione con gli indicatori di contesto di riferimento.

Obiettivo di sostenibilità

L'inquinamento acustico è definito dalla Legge Quadro nazionale n. 447/1995¹⁹ come *"introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi"*²⁰.

¹⁹ Il quadro normativo completo è descritto nell'Appendice 4.

²⁰ La rilevanza dell'inquinamento acustico è connessa in primo luogo agli effetti sulla salute umana e, in secondo luogo, agli effetti potenziali di disturbo agli ecosistemi, con particolare riferimento alla fauna. In questa sede si è focalizzata l'attenzione sulla strutturazione di un sistema di monitoraggio per la VAS dei piani urbanistici che individui gli impatti/effetti diretti ed indiretti sui

L'inquinamento acustico può, quindi, essere considerato un fenomeno di interrelazione tra una fonte emissiva e un recettore. Un obiettivo di sostenibilità generale rappresentativo per la componente rumore può essere espresso in termini di contenimento e riduzione dell'inquinamento acustico, con riferimento alla popolazione esposta: *“Evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell'esposizione al rumore ambientale”* (Fonti: Dir. 2002/49/CE, D. Lgs. 194/2005).

Il contesto

Il sistema di monitoraggio della VAS proposto nel seguito si basa sugli strumenti individuati dalla normativa (Dir. 2002/49/CE, D. Lgs. 194/2005): la *zonizzazione acustica comunale* e la *mappatura del clima acustico* (mappa acustica e mappa acustica strategica), che forniscono informazioni più o meno dirette sulla popolazione esposta a diversi livelli di rumore.

Il monitoraggio del contesto registra l'insieme degli effetti sul clima acustico riconducibili agli strumenti di pianificazione/programmazione/attuazione che agiscono sul medesimo territorio (i piani urbanistici dei comuni limitrofi, i Piani Urbani del traffico, oltre che gli eventuali Piani di Risanamento Acustico, Piani d'Azione, Piani di contenimento e abbattimento del rumore per le infrastrutture di trasporto).

Indicatori di contesto relativi alla zonizzazione acustica

La zonizzazione (o classificazione) acustica comunale²¹ è la suddivisione del territorio comunale in zone acustiche omogenee sulla base delle destinazioni d'uso presenti o previste dalla pianificazione.

Gli indicatori di contesto estraibili dalla zonizzazione acustica possono essere formulati in vari modi: l'indicatore più significativo è quello relativo alla *Popolazione residente in ciascuna classe*, che può rappresentare un indicatore *proxy* del livello di rumore a cui è potenzialmente esposta la popolazione e che permette di registrare gli effetti di un piano urbanistico, in quanto è “sensibile” alle sue azioni.

Di seguito sono riportati alcuni indicatori di contesto elaborabili a partire dalla zonizzazione acustica comunale e dalle fasce di pertinenza delle infrastrutture incrociati con i dati relativi alla popolazione esposta.

Tabella 9: Indicatori di contesto derivanti dalla zonizzazione acustica.

Indicatori di contesto	Fonte
- Superficie (kmq) per classe acustica (I-VI) - Superficie (% sul totale) per classe acustica (I-VI)	Zonizzazione acustica
- % di popolazione residente in ciascuna classe	Zonizzazione acustica Carta tecnica comunale Popolazione residente da censimenti ISTAT ²²
- Numero e tipologia di recettori sensibili esistenti per classe acustica	Zonizzazione acustica Piano urbanistico comunale vigente, piano dei servizi
- Superficie di fasce di pertinenza (kmq) per tipologia (strade, ferrovie, aeroporti) - % superficie di fasce di pertinenza sulla superficie comunale per tipologia (strade, ferrovie, aeroporti)	Zonizzazione acustica (Fasce di pertinenza delle infrastrutture)
- % di popolazione residente all'interno delle	Zonizzazione acustica (Fasce di pertinenza delle

livelli di rumore e sull'esposizione della popolazione. Non sono stati approfonditi indicatori relativi agli impatti sulla salute e qualità della vita della popolazione esposta né sugli ecosistemi.

²¹ Per maggiori dettagli consultare l'Appendice 4.

²² I dati ISTAT sono disponibili online sul sito: <http://dati.istat.it/>.

Indicatori di contesto	Fonte
diverse zone delle fasce di pertinenza delle infrastrutture (es. A, B, C per gli aeroporti)	infrastrutture) Carta tecnica comunale Popolazione residente da censimenti ISTAT

Non tutti i Comuni sono dotati di classificazione acustica del proprio territorio. In questi casi il monitoraggio del Piano urbanistico potrebbe facilitare la realizzazione della zonizzazione acustica grazie alle informazioni raccolte: ad esempio (come si auspica in Lombardia con la DGR n. VII/9776 del 2/07/02), l'Amministrazione potrebbe richiedere al proponente di un piano/programma attuativo o di un'opera che necessita di concessione edilizia (ad esempio un nuovo insediamento residenziale o commerciale), unitamente alla classica documentazione, anche una proposta di classe acustica per l'insediamento o edificio in progetto, in base al tipo di destinazione d'uso prevista e alle destinazioni d'uso già esistenti nell'area.

A scala vasta (es. a scala provinciale o regionale), lo stato dell'attuazione della normativa acustica può essere monitorato attraverso indicatori di contesto²³ quali:

- Superficie territoriale (kmq) dei Comuni che hanno adottato il piano di zonizzazione comunale
- Numero e % di Comuni che hanno approvato almeno una relazione biennale sullo stato acustico
- Numero e % di Comuni che hanno adottato almeno un piano di risanamento acustico
- Numero e % di Comuni che hanno adottato un Piano d'Azione.

Indicatori di contesto relativi alla mappatura acustica

A differenza della zonizzazione, la *mappatura acustica*, composta dalla mappa acustica strategica e delle mappe acustiche locali, descrive l'effettiva esposizione della popolazione al rumore in una determinata zona, in relazione agli aspetti salienti da monitorare e al contesto specifico. La *mappa acustica strategica* è l'elaborato che si riferisce agli agglomerati urbani sopra i 100.000 abitanti: esso deve tenere conto del rumore emesso da tutte le sorgenti principali (strade, ferrovie, aeroporti, siti di attività industriale, inclusi i porti) e si compone di più mappe acustiche, distinte per ciascuna delle sorgenti sopra citate. La *mappa acustica locale* viene realizzata in corrispondenza di aree sensibili o delle infrastrutturali principali (strade, ferrovie e aeroporti, porti), al di fuori degli agglomerati.

La mappatura acustica, dove presente, deve essere la fonte principale per l'elaborazione di indicatori di contesto a scala comunale. È un elaborato che dovrebbe essere soggetto a continuo aggiornamento e seguire l'evoluzione del territorio, permettendo così di verificare nel tempo il rispetto dei limiti acustici e di ricavare indicazioni utili per la definizione di strategie e piani d'azione per il miglioramento del clima acustico in ambito urbano. Più precisamente, la mappa strategica dovrebbe essere aggiornata ogni qual volta si preveda, progetti e realizzi un'azione di piano che può comportare una variazione in senso positivo o negativo del clima acustico. Con tali premesse, questo strumento consentirebbe di reindirizzare tempestivamente il piano qualora si verificassero effetti peggiorativi significativi.

Di seguito sono riportati alcuni indicatori di contesto elaborabili a partire dalla mappatura acustica.

Tabella 10: Indicatori di contesto derivanti dalla mappatura del clima acustico.

Indicatori di contesto	Fonte
Percentuale di popolazione residente esposta a determinati livelli di rumore. Esempi: - 65 dB(A)	Mappa acustica strategica Mappa acustica locale

²³ Fonte: ISPRA (annuario dei dati ambientali) <http://annuario.apat.it>

- >65 dBA di giorno e 55 dBA di notte - Lden>55 dBA e Lnight> 50 dBA	
Numero e tipologia di sorgenti di rumore e loro localizzazione Numero e tipologia di recettori esistenti	Mappa acustica strategica Mappa acustica locale

La mappatura acustica, secondo la normativa comunitaria (Dir. 2002/49/CE recepita con D.Lgs 194/05), è prevista esclusivamente per le infrastrutture principali e per gli agglomerati sopra i 100.000 ab. Inoltre, essendo l'elaborazione e l'aggiornamento della mappatura un processo particolarmente difficoltoso e oneroso per l'Amministrazione Pubblica, non tutti gli agglomerati, anche se compresi nella normativa, ne sono dotati, mentre sono più diffuse le mappe acustiche locali relative alle infrastrutture, realizzate dai gestori delle infrastrutture stesse. È tuttavia auspicabile, al fine di avere dati omogenei sulla maggior parte del territorio, incentivare tutti i Comuni e i gestori delle infrastrutture alla raccolta dati (che si rendono disponibili nei procedimenti ad esempio di valutazione ambientale) e alla realizzazione volontaria, se non prevista dalla normativa, della mappatura acustica del proprio territorio.

Inoltre, ad oggi, manca l'armonizzazione dei sistemi legislativi nazionale (L.Q. n.447/95 e decreti attuativi) e comunitario (Dir. 2002/49/CE), in termini di descrittori acustici e tecniche di misura. Questo non rende possibile la correlazione tra i dati raccolti attraverso l'analisi della zonizzazione acustica comunale (% di popolazione residente in ciascuna classe acustica, espressa in termini di intervalli in Leq(A)) con i dati relativi alla mappatura acustica (o mappa acustica strategica per gli agglomerati, in termini di % popolazione residente esposta a determinati livelli di rumore espressi nei descrittori acustici Lden e Lnight). Il problema tuttavia si risolverà, nel giro di breve tempo, quando sarà completato il recepimento della normativa comunitaria.

Ulteriori indicatori per il monitoraggio del contesto (Fonte: ISPRA, ARPA-APPA, ISTAT)

In assenza di zonizzazione e mappa del clima acustico, si possono costruire indicatori di contesto relativi alle sorgenti di rumore presenti e/o ai controlli effettuati e ai superamenti dei limiti normativi riscontrati.

Indicatori inerenti lo stato della rete di monitoraggio forniscono informazioni aggiuntive sull'adeguatezza degli strumenti conoscitivi a disposizione dell'amministrazione per tenere sotto controllo il fenomeno. Queste informazioni, pur non fornendo alcuna indicazione diretta sul clima acustico in sé, possono risultare utili nell'ottica di coordinamento di sistemi di monitoraggio diversi (si pensi ad esempio alle centraline installate ad hoc per il monitoraggio di opere soggette a VIA).

Inoltre, per il monitoraggio di strumenti quali i piani d'azione e i piani di risanamento acustico, può essere utile raccogliere informazioni di contesto sulle opere di mitigazione del rumore già realizzate, come l'asfalto fonoassorbente e le barriere antirumore.

Di seguito sono riportati alcuni esempi di indicatori di contesto, con le banche dati dove possono essere reperiti.

Tabella 11: Indicatori di contesto e fonte.

Indicatori di contesto (utili al piano urbanistico)	Fonte
Sorgenti controllate e percentuale di queste per cui si è registrato almeno un superamento dei limiti	ISPRA, ARPA regionali
Interventi di bonifica del rumore (km per kmq): - estensione dell'asfalto fonoassorbente posto in opera - estensione delle barriere antirumore presenti	ISTAT (per capoluoghi di provincia), ufficio tecnico comunale
Numero, densità e caratteristiche delle centraline di monitoraggio per il rumore	ARPA regionali, APPA provinciali ISTAT

Gli indicatori di contesto presentati sono una proposta: nella progettazione del sistema di monitoraggio del singolo Piano, si dovrà verificare che la rete di monitoraggio del rumore sia effettivamente presente sul territorio (essa infatti non è distribuita capillarmente su tutto il territorio nazionale; la normativa prevede centraline di monitoraggio fisse solo per gli aeroporti). Si tenga infine presente che gli indicatori del rumore tratti dall'Annuario ISPRA, quali il "n. di sorgenti di rumore", "n. di sorgenti controllate" e il "n. di sorgenti con superamento dei limiti", sono aggregati a livello regionale. In questo caso, dovrà essere verificata, attraverso la propria ARPA di riferimento la popolabilità dell'indicatore a livello sub regionale. In assenza di dati si dovrà fare ricorso ad indicatori alternativi, popolabili per il contesto territoriale di riferimento.

Il piano urbanistico comunale

Definiti gli indicatori di contesto, relativamente al piano, è necessario individuare: le tipologie di azione significative, i momenti chiave dell'iter di attuazione e gli altri piani con cui interagisce. Il sistema di monitoraggio deve essere strutturato in modo da poter seguire il piano in tutte le sue fasi: gli indicatori dovranno essere in grado di rilevare gli effetti diretti e indiretti legati a ciascuna azione e poter essere aggiornati lungo l'iter delle trasformazioni previste (pianificazione attuativa, progettazione, realizzazione, ecc.); è fondamentale quindi il coordinamento con le diverse procedure di valutazione ambientale (VAS e VIA di strumenti attuativi e opere).

Tipologie di azioni del Piano e fasi attuative

Per semplificare la progettazione del monitoraggio, le azioni con effetto sulla componente Rumore possono essere raggruppate in tipologie, al fine di definirne alcuni aspetti comuni. Ad esempio le azioni tipiche di un Piano urbanistico possono essere raggruppate come segue:

Tipologie	Azioni
Localizzazione di sorgenti di rumore	<ul style="list-style-type: none"> • Scelte delocalizzative, finalizzate a ridurre il numero di persone esposte a livelli di rumore superiori ai limiti • Localizzazione di nuove sorgenti di rumore puntuali in prossimità di recettori
Localizzazione di nuovi recettori	<ul style="list-style-type: none"> • Insediamento di nuovi recettori (strutture ospedaliere, scuole, asili, ecc.) o di strutture residenziali in aree per cui risulta necessaria l'adozione di meccanismi correttivi o mitigazioni
Nuove infrastrutture	<ul style="list-style-type: none"> • Previsione di infrastrutture viarie (es. circonvallazione) che deviano il traffico dal centro abitato verso aree meno densamente abitate • Localizzazione di nuove sorgenti di rumore infrastrutturali in prossimità di recettori
Azioni di miglioramento e di risanamento del clima acustico	<ul style="list-style-type: none"> • Attuazione di misure di mitigazione e contenimento del rumore (agendo sulle sorgenti o sui recettori) • Adozione di regolamenti relativi ad attività e funzioni specifiche • Localizzazione di funzioni che possono essere migliorative del clima acustico (es. recepimento di azioni dal piano del verde)
Ampliamento della rete di monitoraggio	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliamento della rete per il monitoraggio del rumore o realizzazione di misurazioni ad hoc

Le azioni elencate in tabella possono avere un effetto potenzialmente positivo o un effetto potenzialmente negativo sul rumore a seconda del contesto in cui sono inserite. Ad esempio, un nuovo tronco stradale è, in termini generali, una sorgente di rumore, ma, qualora agisca decongestionando una zona intensamente abitata, si considera un effetto complessivamente positivo sull'esposizione della popolazione al rumore. Per tale ragione non è possibile stabilire l'effetto di un'azione esulandola dal suo contesto.

Per le tipologie di azione che prevedono interventi edilizi ("localizzazione di sorgenti di rumore puntuali", "localizzazione di recettori") o realizzazione di infrastrutture ("nuove infrastrutture"), l'iter attuativo si compone delle seguenti fasi:

- Pianificazione attuativa
- Progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) e autorizzazione / concessione (per le iniziative private)
- Realizzazione dell'intervento
- Esercizio

Tra le azioni identificate alcune possono prevedere nel proprio iter attuativo il ricorso a strumenti specifici (tutti previsti dalla L. 447/1995), da cui è possibile estrarre alcune informazioni utili al monitoraggio, quali:

- *la Documentazione Previsionale di Impatto Acustico (DPIA)*: introdotta allo scopo di dimostrare la compatibilità della nuova opera/attività rispetto alla normativa acustica vigente; è obbligatoria per le opere soggette a VIA ma può essere richiesta da parte dei Comuni anche in caso di realizzazione, modifica e potenziamento di categorie di altre opere non soggette a VIA, come discoteche, circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi, impianti sportivi e ricreativi;
- *la Valutazione Previsionale di Clima Acustico (VPCA)*: documento tecnico che viene richiesto e redatto in caso di progettazione/realizzazione di strutture edilizie e di aree attrezzate per attività suscettibili di particolare tutela (scuole, ospedali, etc.);
- *la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e relativo monitoraggio ambientale*: secondo la legge quadro del '95, la realizzazione, la modifica ed il potenziamento di determinate tipologie di opere soggette a VIA debbano essere accompagnate da specifica documentazione d'impatto acustico (adempimento in carico ai soggetti titolari dei progetti/opere da realizzare)²⁴.

La tipologia "azioni di miglioramento e di risanamento del clima acustico" comprende azioni che, in molti casi, sono legate ad opere specifiche, previste all'interno di un piano urbanistico e/o soggette a VIA, come ad esempio le opere di mitigazione o l'adozione di regolamenti: il loro monitoraggio è previsto all'interno del monitoraggio dell'opera stessa secondo le sue fasi attuative. Ci sono altri casi in cui, tali azioni sono funzionali alla mitigazione del rumore, anche se non sono legate ad un'opera specifica, oppure hanno anche l'effetto di migliorare il clima acustico, pur non essendo realizzate a quello scopo (es. azioni del piano del verde urbano): deve essere previsto perciò un monitoraggio specifico di tali azioni nel loro ciclo di vita e secondo le loro fasi attuative.

Gli indicatori di processo e di contributo per tipologia di azione

Per quantificare la variazione del contesto imputabile all'attuazione delle azioni di piano (sorgenti di rumore, clima acustico, recettori etc.) è necessario ricorrere agli indicatori di contributo.

Tuttavia la rilevazione diretta di tali indicatori può avvenire solo quando l'azione è già stata attuata e ha già prodotto i suoi effetti sull'ambiente, ovvero troppo tardi per poter eventualmente riorientare il piano durante la sua attuazione.

Si rende perciò necessario il ricorso agli indicatori di processo, funzionali a stimare gli indicatori di contributo, almeno fino a che l'azione non sia stata realizzata e non abbia prodotto i suoi effetti sull'ambiente e, anche dopo la realizzazione dell'azione, fino a quando non sia possibile un rilevamento diretto degli indicatori di contributo. Gli indicatori di processo sono direttamente legati alle azioni di piano e vengono aggiornati nei diversi momenti del percorso autorizzativo delle azioni, via via che si rendono disponibili informazioni sempre più accurate. È necessario definire le modalità di passaggio dagli indicatori di processo a quelli di contributo, che possono essere più o meno immediate: ad esempio per passare dalle

²⁴ Per maggiori approfondimenti su questi documenti si rimanda all'Appendice 4.

caratteristiche delle sorgenti sonore puntuali previste, come la potenza sonora e l'altezza (indicatori di processo), alla stima dei superamenti dei limiti emissivi (indicatore di contributo) è necessario l'utilizzo di un modello di simulazione.

Vi sono casi, tuttavia, in cui gli indicatori di contributo non sono stimabili attraverso gli indicatori di processo. In questo caso è possibile utilizzare gli indicatori **proxy**, che sono in grado di dare alcune indicazioni sull'effetto previsto dell'azione sull'indicatore di contesto. Per esempio le nuove sorgenti sonore previste per classe acustica o la popolazione residente nell'intorno di una nuova sorgente, possono dare, in fase di pianificazione, alcune indicazioni utili, ma poco precise, sulla popolazione esposta ai diversi livelli di rumore (esempio di utilizzo come *proxy* di indicatori di processo).

Altri indicatori proxy possono essere legati a *eventuali interventi mitigativi, al clima acustico interno degli edifici, etc.*²⁵; tuttavia è difficile che i *proxy* possano ragionevolmente supplire alle rilevazioni puntuali dei livelli acustici per cui sarebbe necessario avere dati sulla vulnerabilità dei recettori, le modalità di propagazione del rumore, le condizioni di contesto.

Vi sono infine altri indicatori *proxy*, che si distinguono dai precedenti perché tengono conto della percezione soggettiva del rumore, come le *segnalazioni spontanee della popolazione relativamente a situazioni critiche* o la rilevazione organizzata, tramite un processo partecipativo, della *percezione rispetto al rumore*. È importante che anch'essi siano inclusi nel monitoraggio della componente rumore, perché, oltre a rendere il quadro più completo, sono spia di situazioni critiche che devono essere opportunamente monitorate, ove necessario, anche con misurazioni dedicate.

Di seguito viene esemplificata la progettazione del sistema di monitoraggio (indicatori, fase di popolamento e relative fonti, relazione con gli indicatori di contesto) per la tipologia di azioni "Localizzazione (o delocalizzazione) di sorgenti di rumore". Nel caso si tratti di localizzazione di nuove sorgenti di rumore, il monitoraggio dovrà tener conto dell'incremento dei livelli di rumore dopo la realizzazione dell'opera rispetto alla fase ex-ante; nel caso, invece, si trattasse di una delocalizzazione, il monitoraggio dovrà tener conto dei livelli di rumore ex-ante ed ex-post sia nel luogo ove si trovava la sorgente sia nel luogo ove essa è stata rilocalizzata.

Nel grafo causa-effetto di Figura 17 sono riportate le relazioni logiche fra la tipologia di azione considerata, gli indicatori di contributo (nodi intermedi) e gli indicatori di contesto (nodi finali a destra). Con un'altra rappresentazione grafica, possono essere identificate le informazioni utili per mettere in relazione gli indicatori (ovvero i nodi) tra di loro: nel caso in esempio il riquadro grigio evidenzia la necessità di conoscere il dato di "Popolazione residente nell'intorno della sorgente" per poter stimare la "Variazione della popolazione esposta a diversi livelli di rumore".

In Tabella 12 sono riportati gli indicatori di contributo (con le relative modalità di popolamento) e gli indicatori di processo funzionali al monitoraggio nelle diverse fasi attuative del piano. Per la stima degli indicatori di contributo e di processo si può ricorrere alle fonti che si rendono disponibili via via che il piano viene attuato (Documentazione Previsionale di Impatto Acustico (DPIA), Valutazione Previsionale di Clima Acustico (VPCA) e Valutazione di Impatto Ambientale).

Per ogni indicatore individuato si ricorda la necessità di compilare la scheda delle meta-informazioni (in Allegato 1). Alcuni esempi della scheda compilata per gli indici di *Zonizzazione acustica* e *Clima acustico (mappatura acustica e mappa acustica strategica)* e per gli indicatori *Popolazione esposta alle nuove*

²⁵ Un'indicazione utile può essere fornita dal clima acustico degli ambienti interni, legata all'adozione della classificazione acustica relativa alle unità immobiliari. Tale classificazione (ad oggi a carattere volontario) è regolamentata in Italia dalla norma UNI 11367 pubblicata il 22/07/10 e si applica a tutti i tipi di edifici ad eccezione di quelli ad uso agricolo, artigianale e industriale.

sorgenti di rumore, Superficie lorda di pavimento insediabile/insediata e percentuale per classe acustica sono consultabili in Appendice 4.

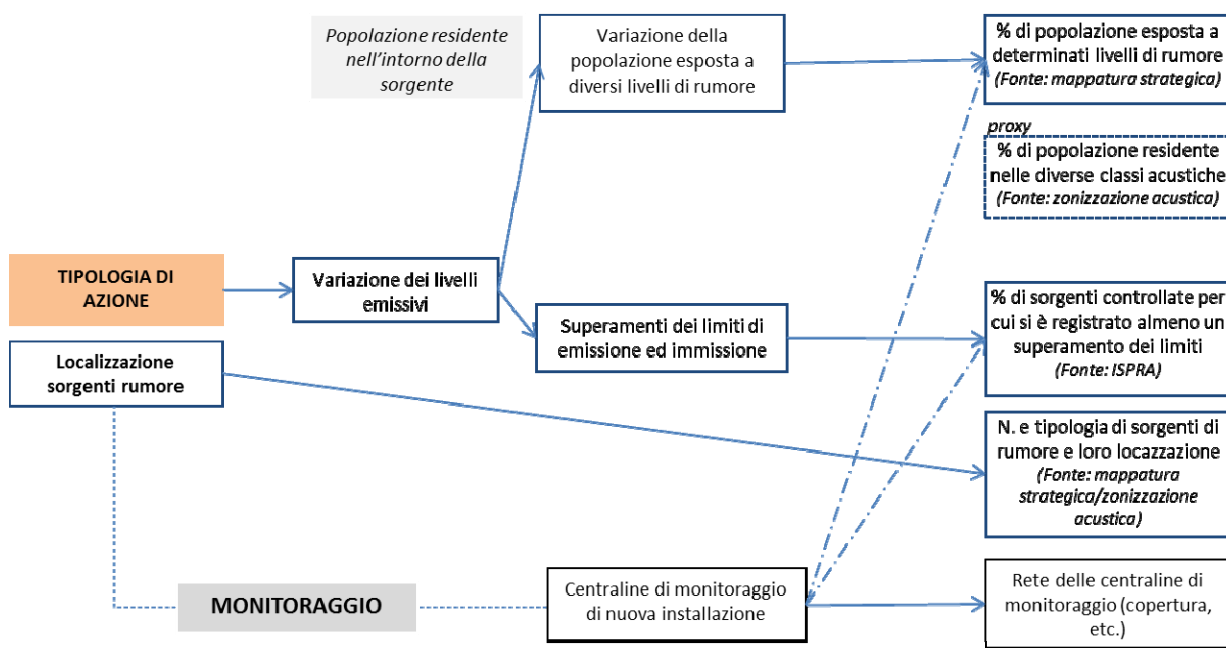


Figura 17: Grafo per la valutazione degli effetti ambientali e l'impostazione del monitoraggio per la tipologia di azione "Localizzazione sorgenti di rumore".

Tabella 12: Indicatori di contributo al contesto, fase e modalità di popolamento, eventuali indicatori di processo per la stima dell'indicatore di contributo o utilizzabili come proxy dell'indicatore di contributo (SIA = Studio di impatto ambientale).

Indicatori di contributo	Fase	Modalità di popolamento e fonte	Indicatori di processo (eventualmente utilizzabili come proxy) e relativa fonte
Variazione della popolazione esposta a diversi livelli di rumore	pianificazione	L'indicatore non è stimabile in questa fase attraverso gli indicatori di processo, occorre usare gli indicatori di processo come indicatori <i>proxy</i>	-Nuove sorgenti sonore previste per classe acustica di collocazione (Fonte: Piano attuativo; zonizzazione acustica) -Popolazione residente in un intorno significativo della nuova sorgente e relativa classe acustica (Fonte: Censimenti ISTAT; zonizzazione acustica)
Superamenti dei limiti di emissione ed immissione	progettazione	Modelli acustici (contenuti ad esempio nel Piano o Progetto, DPIA, SIA)	-Caratteristiche delle sorgenti sonore puntuali previste (potenza sonora, altezza, etc.) -Caratteristiche dei flussi di traffico previsti (es. TGM, velocità media, % di traffico pesante, ..) -Caratteristiche dei recettori presenti nell'intorno significativo (abitanti, finestre degli edifici esposti, altezza, ...) -Interventi di mitigazione previsti e caratteristiche (Fonti: Progetto, DPIA, SIA)
	esercizio	Monitoraggio acustico (misurazioni contenute ad esempio nel Piano di monitoraggio VIA, dati della Rete di monitoraggio, censimenti ISTAT, ARPA regionali o locali) In mancanza di misurazioni, ricorrere (rilevandoli) gli indicatori <i>proxy</i>	-Esposti presentati dalla popolazione (Fonte: Uffici comunali)

Un tentativo analogo di rappresentazione delle catene causa – effetto e di identificazione degli indicatori di monitoraggio è stato fatto per tutte le tipologie di azione individuate (rif. Appendice 4). In Tabella 13, sono riportati gli indicatori di contributo al contesto individuati con relativa modalità di popolamento e fonte (distinguendo ove necessario per fase attuativa) e le tipologie di azioni per cui possono essere utilizzati. Per ciò che riguarda i dati acquisiti da monitoraggi VIA, in sede di progettazione del sistema di monitoraggio, dovrà essere chiaro quali dati si renderanno disponibili e per quali periodi di tempo, che potrebbero essere anche brevi.

Tabella 13: Indicatori di contributo al contesto, con modalità di popolamento, fonte e tipologie di azione cui sono collegati.

Indicatore di contributo	Modalità di popolamento e fonte	Tipologie di azione
Superamenti previsti dei limiti di emissione e di immissione	In fase di <u>progettazione</u> (stima): DPIA, VPCA, SIA In fase di <u>esercizio</u> (misure): Attuazione del Piano di Monitoraggio, o dati dalla rete di monitoraggio	-Localizzazione di sorgenti di rumore -Localizzazione di nuovi recettori
Livelli emissivi (stima o misura)	In fase di <u>progettazione</u> (stima): Piano/progetto, DPIA, VPCA, SIA In fase di <u>esercizio</u> (misure): Attuazione del Piano di Monitoraggio, o dati dalla rete di monitoraggio	-Localizzazione di sorgenti di rumore -Localizzazione di nuovi recettori -Nuove infrastrutture
Variazione dell'esposizione della popolazione/recettori esposti ai determinati livelli di rumore	In fase di <u>progettazione</u> (stima): Piano/progetto, DPIA, SIA In fase di <u>esercizio</u> (misure): Attuazione del Piano di Monitoraggio, o dati dalla rete di monitoraggio, Censimenti ISTAT	-Localizzazione di sorgenti di rumore -Nuove infrastrutture
Popolazione residente nell'intorno della sorgente	In fase di <u>esercizio</u> : Attuazione del Piano di Monitoraggio (VIA), Censimenti ISTAT	-Localizzazione di sorgenti di rumore -Localizzazione di nuovi recettori -Nuove infrastrutture
Incremento abitanti insediabili per livelli di rumore registrati dalla mappatura acustica / per classe acustica	In fase di <u>pianificazione</u> : Piano attuativo, Mappatura acustica, Zonizzazione acustica	-Localizzazione di nuovi recettori
Incremento abitanti insediabili in alloggi per cui si prevede la certificazione di classificazione acustica (Norma UNI 11367)	In fase di <u>progettazione</u> : Progetto, VPCA, SIA, Mappatura acustica, Zonizzazione acustica	-Localizzazione di nuovi recettori
Sorgenti controllate nell'intorno del recettore e percentuale di queste per cui si è registrato almeno un superamento dei limiti	In fase di <u>progettazione</u> : Progetto, DPIA, VPCA, SIA, Mappatura acustica, Zonizzazione acustica	-Localizzazione di nuovi recettori
Numero, densità, localizzazione e caratteristiche delle nuove centraline di monitoraggio del rumore	In fase di <u>progettazione</u> : SIA In fase di <u>esercizio</u> : Attuazione del Piano di monitoraggio (VIA), ARPA regionali/provinciali	-Localizzazione di sorgenti di rumore -Localizzazione di nuovi recettori -Nuove infrastrutture

Gli indicatori di contributo proposti se valutati singolarmente possono dare alcune indicazioni relativamente a criticità puntuali (se la popolazione esposta è aumentata o diminuita, se è previsto il superamento dei limiti di emissione, etc.), ma sono insufficienti a restituire un'informazione d'insieme a livello comunale. Essi devono confluire nell'aggiornamento delle previsioni degli indicatori di contesto legati alla zonizzazione acustica (% di popolazione residente in ciascuna classe acustica, numero e tipologia di recettori sensibili per classe acustica, superficie delle fasce di pertinenza delle infrastrutture, etc.) e soprattutto alla mappatura acustica (% di popolazione esposta a determinati livelli di rumore, numero e tipologia di sorgenti di rumore e di recettori esistenti e loro localizzazione), indice complesso da costruire ma in grado di restituire un'informazione molto più articolata e utile sul clima acustico comunale rispetto alla zonizzazione. Si sottolinea nuovamente la necessità che i Comuni si dotino, nei casi previsti e non previsti dalla legge, della mappa acustica e ne seguano l'aggiornamento in continuo, correlandolo strettamente al monitoraggio del piano. Al fine di aggiornare le previsioni degli indicatori di contesto, le modalità di aggregazione delle informazioni derivate dal monitoraggio delle singole azioni nelle diverse fasi

attuative devono essere stabilite in fase di progettazione del monitoraggio, come illustrato nel Par. 5 della Parte 2.

3 Introduzione alla componente ecosistemica

L'Unione Europea²⁶ si pone come obiettivo globale, da perseguire entro 2020 di *“porre fine alla perdita di biodiversità²⁷ e al degrado dei servizi ecosistemici²⁸ nell'UE e ripristinarli nei limiti del possibile, intensificando al tempo stesso il contributo dell'UE per scongiurare la perdita di biodiversità a livello mondiale”*.

I principali elementi in cui tale obiettivo si declina riguardano, a livello europeo:

- la conservazione, il ripristino e la valorizzazione degli ecosistemi naturali e dei loro servizi;
- la sostenibilità dell'agricoltura, della silvicoltura e della pesca;
- la lotta alle specie esotiche invasive.

Si profila pertanto l'esigenza di definire indicatori adeguati al monitoraggio di queste questioni anche nell'ambito della VAS: gli indicatori attualmente presenti nel catalogo ISPRA (relativi, ad esempio, alle superfici delle aree protette e ai principali tipi di habitat nelle aree protette), infatti, non sono “sensibili” a registrare gli effetti dei Piani sugli obiettivi o lo sono molto indirettamente (ad esempio il livello di minaccia delle specie e loro distribuzione spaziale).

La proposta sviluppata in questa sede riguarda principalmente l'obiettivo di “conservazione, il ripristino e la valorizzazione degli ecosistemi naturali e dei loro servizi”, per il quale propone indicatori di contesto utilizzabili a scala di piano / programma (locale o sovra locale), indagando in particolare l'applicabilità degli indicatori e degli indici sviluppati nell'ambito del progetto Carta della Natura, ed esemplifica la costruzione di alcuni indicatori di processo e di contributo al contesto ad essi correlati.

Gli indici sviluppati nel progetto Carta della Natura

L'analisi e la descrizione dei sistemi naturali è strettamente dipendente dal dettaglio con cui li si osserva: a seconda della risoluzione spaziale, infatti, variano sia l'individuazione geografica delle strutture che la definizione dei processi funzionali e dei relativi parametri. E' quindi indispensabile disporre di uno strumento che fornisca un quadro di conoscenze naturalistiche, informazioni e dati per poter analizzare e valutare l'andamento dei sistemi naturali a diverse scale.

²⁶ COM (2011) 244 def. La nostra assicurazione sulla vita, il nostro capitale naturale: strategia dell'UE sulla biodiversità fino al 2020.

²⁷ La biodiversità, nell'articolo 2 della Convenzione sulla diversità biologica, è definita come: *“la variabilità degli organismi viventi di ogni origine, compresi inter alia gli ecosistemi terrestri, marini ed altri ecosistemi acquatici e i complessi ecologici di cui fanno parte; ciò include la diversità nell'ambito delle specie e tra le specie e la diversità degli ecosistemi”*

²⁸ I Servizi ecosistemici, secondo la definizione data dal [Millennium Ecosystem Assessment](#) (progetto di ricerca lanciato nel 2001 con il supporto delle nazioni Unite), sono *“i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano”*. Essi si possono distinguere in quattro grandi categorie:

- supporto alla vita (come ciclo dei nutrienti, formazione del suolo e produzione primaria),
- approvvigionamento (come la produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile),
- regolazione (come regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni),
- valori culturali (fra cui quelli estetici, spirituali, educativi e ricreativi).

Carta della Natura²⁹ è uno strumento (multi scalare e aggiornabile nel tempo) che utilizza un sistema integrato di informazioni ambientali, diretto alla conoscenza dello stato dell'ambiente naturale, attraverso la rappresentazione delle unità ambientali omogenee che si distinguono alle diverse scale e la stima della loro qualità e della vulnerabilità, attraverso una serie di indici e indicatori ad esse associati.

Carta della Natura propone una rappresentazione del territorio a tre distinte scale, cui corrispondono diverse unità ambientali omogenee (porzioni di territorio distinguibili dalle unità circostanti caratterizzate da un'omogeneità interna dal punto di vista ecosistemico per composizione e struttura):

1. alla scala 1: 250.000, significativa per il livello regionale e sovregionale, il territorio è suddiviso in 2160 unità di paesaggio geograficamente definite e con un caratteristico assetto fisiografico e di copertura del suolo;
2. alla scala 1:50.000, significativa a livello interregionale e regionale, sono selezionati gli habitat o biotopi, definiti come unità ambientali che mostrano omogeneità, di caratteristiche geografiche e, per composizione e struttura, di caratteristiche biotiche e abiotiche. L'identificazione degli habitat si basa sulle fitocenosi presenti, su elementi lito – geomorfologici e su elementi di uso del suolo; la classificazione si basa sul sistema CORINE Biotopes, elaborato dalla CE;
3. alla scala a scala 1:10.000³⁰, utilizzabile a livello provinciale e comunale, le unità ambientali omogenee sono rappresentate dagli habitat o biotopi, analogamente alla scala 1:50.000, sebbene rispetto a quest'ultima sia richiesto un dettaglio di rilevamento e di restituzione cartografica molto più elevato. Anche in questo caso la classificazione si basa sul sistema CORINE Biotopes, in quanto esso presenta un sistema di classificazione gerarchico, che lo rende utilizzabile a diverse scale. In particolare, scendendo verso i livelli di maggiore dettaglio, nella classificazione degli habitat pesa in modo sempre maggiore la fitosociologia.

Alle diverse scale di rappresentazione corrisponde anche la "stabilità" delle unità ambientali omogenee descritte: se le unità di paesaggio si modificano con tempi lunghissimi, a meno di catastrofi naturali o eventi eccezionali, i singoli habitat possono subire modificazioni anche in periodi di anni o decenni. Da ciò consegue la necessità di aggiornare la cartografia con una periodicità che consenta di coglierne le evoluzioni.

Di seguito l'attenzione è concentrata sulla carta degli habitat alla scala 1:50.000, più adeguata per un utilizzo nella pianificazione locale e provinciale rispetto alle scale al 250.000³¹ e al 10.000. Quest'ultima, potenzialmente più significativa per la scala comunale, non viene trattata in modo approfondito in quanto, allo stato attuale, la sua copertura territoriale riguarda solo alcune aree.

L'unità minima cartografabile alla scala 1:50.000 è costituita da biotopi con superficie di 1 ettaro, escludendo quelli che hanno una larghezza inferiore a 30 m.

²⁹ La Carta della Natura è prevista dalla legge quadro sulle aree protette 394/91, secondo la quale *"individua lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriale"*. È elaborato da ISPRA (con la collaborazione di molte ARPA, Regioni e parte del mondo accademico). A novembre 2011, Carta della Natura a scala 1:50.000, è stata ultimata per 10 regioni (Abruzzo, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Molise, Puglia, Sardegna, Sicilia, Umbria, Valle d'Aosta e Veneto) ed è in progress per altre 3 regioni (Basilicata, Campania e Liguria). Sito web di riferimento: <http://www.isprambiente.gov.it/it/servizi-per-lambiente/sistema-carta-della-natura>

³⁰ La realizzazione di carta della natura a scala 1:10.000 è stata avviata per alcune aree a titolo sperimentale, anche su sollecitazione delle amministrazioni locali ed Enti Parco, per rispondere alla necessità di disporre di informazioni a scala di dettaglio utile per le valutazioni ambientali e per la pianificazione anche a scala comunale.

³¹ Per una introduzione agli indici e indicatori previsti alla scala 1: 250.000 si veda l'Appendice 5.

Per gli habitat cartografati, la valutazione della qualità e della vulnerabilità delle unità ambientali avviene attraverso due indici sintetici principali: il *valore ecologico* e la *fragilità ambientale*. Quest'ultima è ricavata come combinazione tra gli indici di *sensibilità ecologica* e *pressione antropica*.

Di seguito sono introdotti gli indici e gli indicatori che li compongono, rimandando alle Linee guida di Carta della Natura³² per approfondimenti.

L'indice di **valore ecologico** (suddiviso in cinque classi) rappresenta la misura della qualità dell'unità ambientale omogenea dal punto di vista ecologico-ambientale. Il Valore Ecologico viene inteso con l'accezione di pregio naturale e per la sua stima si calcola un set di indicatori riconducibili a tre diversi gruppi: uno che fa riferimento a cosiddetti valori istituzionali, ossia aree e habitat già segnalati in direttive comunitarie; uno che tiene conto delle componenti di biodiversità degli habitat (es. ricchezza in specie) ed un terzo gruppo che considera indicatori tipici dell'ecologia del paesaggio quali la superficie e la compattezza, la rarità, la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi (per l'elenco degli indicatori si veda la Tabella 14).

L'indice è calcolato e suddiviso in cinque classi mediante un algoritmo (TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), che prende in considerazione la posizione di ognuno degli indicatori che compongono l'indice nell'intervallo tra i valori minimo e massimo assunti dall'indicatore stesso.

Tabella 14 Indicatori che lo compongono l'Indice di Valore Ecologico

- Valore del biotopo per la sua inclusione in un SIC (Dir. 92/43/CEE), in una ZPS (Dir. 79/409/CEE), in un'area Ramsar (Convenzione di Ramsar sulle zone Umide del 02/02/1971)
- Valore del biotopo per la sua inclusione nella lista degli habitat di interesse comunitario (allegato 1 della Direttiva Habitat 92/43/CEE)
- Valore del biotopo per la presenza potenziale di vertebrati
- Valore del biotopo per la presenza potenziale di flora
- Valore del biotopo per la sua ampiezza (maggiore ampiezza, maggior valore)
- Valore del biotopo per la sua rarità (maggiore rarità, maggior valore)
- Valore del biotopo per il rapporto perimetro/area

Fonte: Il progetto Carta della Natura - Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000 (ISPRA)

L'indice sintetico di **fragilità ambientale** di un habitat, invece, è ottenuto come combinazione della sensibilità ecologica e della pressione antropica e rappresenta il suo effettivo stato di vulnerabilità, che dipende sia dalla predisposizione al rischio di degrado che dal disturbo dovuto alla presenza di attività antropiche che interferiscono con l'habitat stesso.

I valori dell'indice sono ricavati con l'utilizzo di una matrice a doppia entrata (Tabella 15) in cui le righe e le colonne sono rispettivamente la sensibilità e la pressione antropica (si ricorda che a migliori condizioni ecologiche corrisponde un livello di sensibilità e di pressione "molto basso").

Tabella 15 Matrice dell'indice di fragilità ecologica

³² http://sgi2.isprambiente.it/cartadellannatura/habitat/CDN_manuale.pdf

		SENSIBILITÀ ECOLOGICA				
		Molto bassa	Bassa	Media	Alta	Molto alta
PRESSIONE ANTROPICA	Molto bassa	Molto bassa	Molto bassa	Molto bassa	Bassa	Media
	Bassa	Molto bassa	Bassa	Bassa	Media	Alta
	Media	Molto bassa	Bassa	Media	Alta	Molto alta
	Alta	Bassa	Media	Alta	Alta	Molto alta
	Molto alta	Media	Alta	Molto alta	Molto alta	Molto alta

Le due componenti dell'indice di fragilità (*sensibilità ecologica e pressione antropica*) (anch'esso suddiviso anch'esso in cinque classi), sono calcolate con una metodologia analoga a quella utilizzata per il valore ecologico (mediante un algoritmo -TOPSIS - Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution-).

La **sensibilità** fornisce la misura della predisposizione dell'habitat al rischio di degrado ecologico-ambientale ed è calcolato a partire da indicatori che valutano elementi quali la potenziale presenza di specie a rischio, la superficie del biotopo e la sua distanza da biotopi appartenenti allo stesso tipo di habitat, la rarità .

Gli indicatori considerati sono elencati in Tabella 16.

Tabella 16 Indicatori che compongono l'Indice di Sensibilità Ecologica

- Sensibilità del biotopo per la sua inclusione nella lista degli habitat di tipo prioritario (allegato 1 della Direttiva Habitat 92/43/CEE)
- Sensibilità del biotopo per la presenza potenziale di vertebrati a rischio
- Sensibilità del biotopo per la presenza potenziale di flora a rischio
- Sensibilità del biotopo per la sua distanza dal biotopo più vicino appartenente allo stesso tipo di habitat.
- Sensibilità del biotopo per la sua ampiezza (maggiore ampiezza minore sensibilità)
- Sensibilità del biotopo per la rarità (maggiore rarità maggiore sensibilità)

Fonte: Il progetto Carta della Natura - Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000 (ISPRA)

La **pressione** considera la frammentazione del biotopo e la sua predisposizione al disturbo antropico, e si compone degli indicatori elencati in Tabella 17).

Tabella 17 Indicatori che compongono l'Indice di Pressione Antropica

- Grado di frammentazione di un biotopo, prodotto dalla rete viaria.
- Costrizione del biotopo
- Diffusione del disturbo antropico

Fonte: Il progetto Carta della Natura - Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000 (ISPRA)

La costruzione del sistema di monitoraggio: un esempio

Per verificare la funzionalità degli indicatori e degli indici resi disponibili da Carta della natura nei processi di monitoraggio dei piani e per definire gli indicatori di contributo e di processo a livello di piano, sono stati presi in considerazione i casi del Piano Urbanistico Generali della città di Monopoli e del Piano Regionale delle Coste, che a livello comunale si attua attraverso i Piani Comunali delle Coste. Tali piani sono stati oggetto della sperimentazione in Regione Puglia, descritta nell'Appendice 1, cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

Il punto di partenza per la costruzione dei sistemi di monitoraggio dei piani è l'identificazione degli obiettivi di sostenibilità regionali e la verifica della rappresentatività degli indicatori di Carta della natura per descriverli (Tabella 18).

Tabella 18 Obiettivi di sostenibilità (di scala regionale) e relativi indicatori di contesto per la componente Biodiversità.

Obiettivi di sostenibilità	Indici di contesto (Fonte: Carta della Natura, Regione Puglia)
Conservare gli ambiti naturali e seminaturali, al fine di proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri, preservando i livelli di biodiversità	<ul style="list-style-type: none"> • Valore ecologico • Fragilità ambientale (Pressione antropica + Sensibilità ecologica)
Incrementare la connettività a supporto della biodiversità attraverso la riqualificazione dei corridoi ecologici	<ul style="list-style-type: none"> • Fragilità ambientale (Pressione antropica + Sensibilità ecologica)

In questo caso per il primo obiettivo di carattere generale, sono stati selezionati sia il valore ecologico che la fragilità ambientale; per il secondo, relativo alla connettività, si è selezionato il solo indice di fragilità ambientale.

Gli indici sono rappresentati in carte alla scala 1:50.000. A titolo esemplificativo di seguito si riporta la carta dell'indice di valore ecologico (Figura 18).

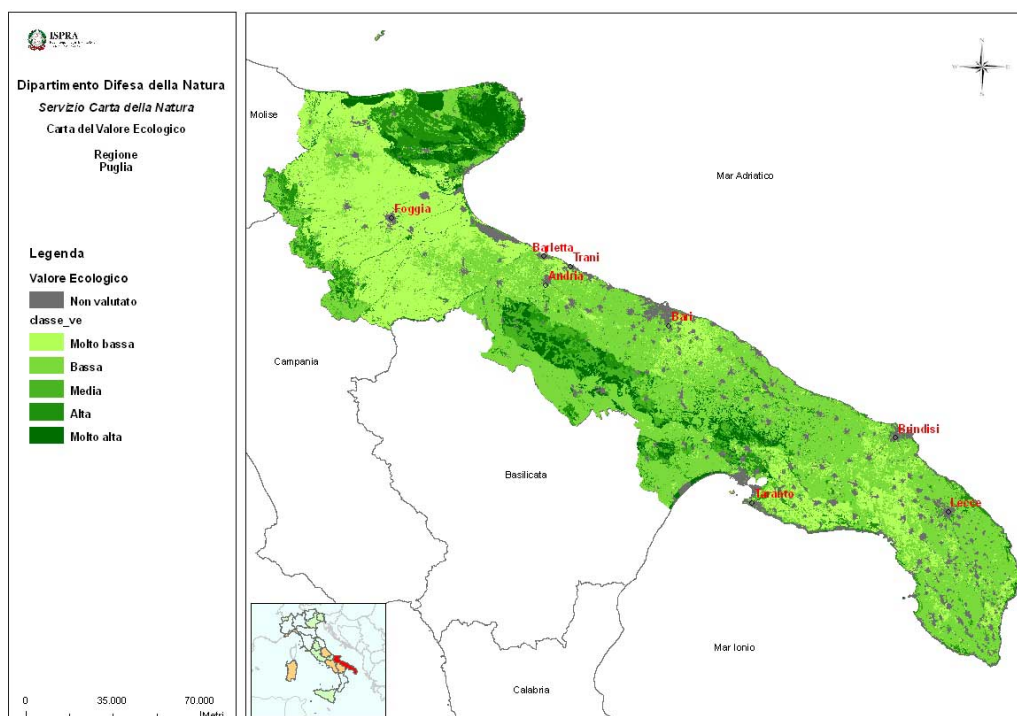


Figura 18 La distribuzione dell'indice di valore ecologico per la Puglia.

Fonte: ISPRA

Fra gli indicatori che compongono gli indici sintetici, è possibile identificare quelli che sono prioritariamente funzionali al monitoraggio degli effetti ambientali, in quanto più capaci di registrare, in tempi brevi, tali effetti.

Talvolta, infatti, solo alcuni degli indicatori componenti un indice sono in grado di variare rapidamente al verificarsi di un effetto ambientale, mentre per gli altri indicatori è richiesto un tempo più lungo perché possa essere effettuato il calcolo.

Un esempio di indicatore componente il valore ecologico che varia rapidamente è quello relativo all'ampiezza del biotopo, che assume valore pari ad 1 nel caso in cui un biotopo abbia un'ampiezza superiore almeno del 25% alla superficie media dei biotopi dell'habitat e valore pari a 0 in caso contrario. Nel caso in cui un biotopo cui è associato un valore di ampiezza pari a 1 sia distrutto parzialmente dagli

interventi previsti da un piano e la sua ampiezza non soddisfi più il criterio di assegnazione del valore 1, l'algoritmo di calcolo riassegna il valore dell'indicatore, ponendolo pari a 0.

Indicatori quali la presenza potenziale di vertebrati, al contrario, non variano in tempi rapidi, in quanto i dati di input dell'algoritmo di calcolo (carta degli habitat, areali di presenza dei vertebrati in Italia, tabella che assegna a ciascun habitat l'idoneità alla presenza delle specie) non sono immediatamente aggiornabili. Qualora un piano determini la scomparsa di una specie da un determinato biotopo, infatti, sarebbe necessario procedere alla ridefinizione e all'aggiornamento degli areali di presenza, operazione che richiede la verifica e la certificazione dei dati e la rielaborazione della cartografia.

Analoghe riflessioni sono valide per gli indicatori che compongono la sensibilità ecologica.

Al contrario, tutti i tre indicatori componenti la pressione antropica possono essere calcolati in tempi brevi, registrando gli effetti ambientali di eventuali piani, programmi e progetti.

Nei casi in cui i tempi di calcolo degli indici sia lungo, è possibile utilizzare alcuni degli indicatori calcolabili in tempi più brevi come *proxy* degli indici.

La tabella seguente riporta gli indici di Carta della natura e gli indicatori che li compongono distinguendoli in tre categorie, sulla base della rapidità con cui può essere calcolata la loro variazione in seguito al verificarsi degli effetti ambientali di un piano (Tabella 19).

Tabella 19 Indici di Carta della natura, loro componenti e relativo utilizzo nell'ambito del monitoraggio di un piano

Indici	Indicatori componenti l'indice (e loro variazione nell'ambito del monitoraggio di un piano)		
	<i>Immediatamente calcolabili per registrare gli effetti del piano</i>	<i>Calcolabili per registrare gli effetti del piano solo con un tempo di risposta più lungo</i>	<i>Variano solo attraverso uno specifico percorso amministrativo (non dipendente dagli effetti di un piano)</i>
VALORE ECOLOGICO	<ul style="list-style-type: none"> Valore del biotopo per la sua ampiezza Valore del biotopo per la sua rarità Valore del biotopo per il rapporto perimetro/area 	<ul style="list-style-type: none"> Valore del biotopo per la presenza potenziale di vertebrati Valore del biotopo per la presenza potenziale di flora <p>Questi indicatori sono basati sulla valutazione dell'areale di distribuzione delle specie</p>	<ul style="list-style-type: none"> Valore del biotopo per la sua inclusione in un SIC (Dir. 92/43/CEE), in una ZPS (Dir. 79/409/CEE), in un'area Ramsar (Convenzione di Ramsar sulle zone Umide del 02/02/1971) Valore del biotopo per la sua inclusione nella lista degli habitat di interesse comunitario (allegato 1 della Direttiva Habitat 92/43/CEE)
SENSIBILITÀ ECOLOGICA	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilità del biotopo per la sua distanza dal biotopo più vicino appartenente allo stesso tipo di habitat Sensibilità del biotopo per la sua ampiezza Sensibilità del biotopo per la rarità 	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilità del biotopo per la presenza potenziale di vertebrati a rischio Sensibilità del biotopo per la presenza potenziale di flora a rischio <p>Questi indicatori sono basati sulla valutazione dell'areale di distribuzione delle specie a rischio secondo le categorie IUCN CR, EN, VU</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sensibilità del biotopo per la sua inclusione nella lista degli habitat di tipo prioritario (allegato 1 della Direttiva Habitat 92/43/CEE)
PRESSIONE ANTROPICA	<ul style="list-style-type: none"> Grado di frammentazione di un biotopo, prodotto dalla rete viaria Costrizione del biotopo (relativo ai tipi di funzioni insediate al confine del biotopo) Diffusione del disturbo antropico (relativo alla presenza di centri abitati e 	--	--

Indici	Indicatori componenti l'indice (e loro variazione nell'ambito del monitoraggio di un piano)		
	<i>Immediatamente calcolabili per registrare gli effetti del piano</i>	<i>Calcolabili per registrare gli effetti del piano solo con un tempo di risposta più lungo</i>	<i>Variano solo attraverso uno specifico percorso amministrativo (non dipendente dagli effetti di un piano)</i>
	all'accessibilità del sito)		

Una volta verificate le caratteristiche degli indicatori e degli indici in riferimento alla loro velocità nel registrare gli effetti dei piani, la costruzione del sistema di monitoraggio ha preso in considerazione gli effetti ambientali dei piani, sperimentando la costruzione di indicatori di processo e di contributo al contesto in grado di dialogare con gli indicatori di contesto.

La sperimentazione è stata circoscritta ad alcune tipologie di azione dei due piani considerati, in particolare:

per il Piano Comunale delle Coste:

- Interventi di recupero costiero, con l'obiettivo di una generale rinaturalizzazione costiera e la ricostruzione degli habitat acquatici
- Realizzazione di servizi e attrezzature per la balneazione e il turismo

per il Piano Urbanistico Generale (ispirato al caso di Monopoli):

- Nuovi insediamenti residenziali
- Nuova infrastrutturazione
- Trasferimento dei diritti edificatori nei contesti adiacenti
- Rinaturalizzazione delle lame e del sistema dei canali irrigui che contraddistinguono i principali bacini idrografici

Come mostrato nella sezione metodologica, a supporto dell'identificazione degli indicatori, è stato costruito un grafo causa – effetto che mette in relazione le azioni, i loro effetti e il contesto.

In Figura 19 è rappresentato il grafo per l'obiettivo di sostenibilità "Conservare gli ambiti naturali e seminaturali": le relazioni identificate sono descritte da due livelli di indicatori (di processo e di contributo al contesto).

A titolo di esempio, gli interventi di recupero costiero (previsti dai Piani Comunali delle Coste) e quelli di rinaturalizzazione delle lame (previsto dal Piano Urbanistico), sono descritti in prima battuta dall'indicatore di processo "superficie recuperata", che può dar luogo alla variazione dei "parametri strutturali dell'habitat" (ampiezza del biotopo, rapporto perimetro/area), che, a loro volta, sono componenti dell'indice di valore ecologico (come già evidenziato in Tabella 14).

Analogamente, la realizzazione di servizi e attrezzature per la balneazione e il turismo è descritto dall'indicatore di processo "presenze turistiche", che influisce sulla costrizione / disturbo antropico e conseguentemente sulla pressione antropica che, unitamente alla sensibilità ecologica, determina una variazione della fragilità ambientale (come evidenziato in Tabella 17).

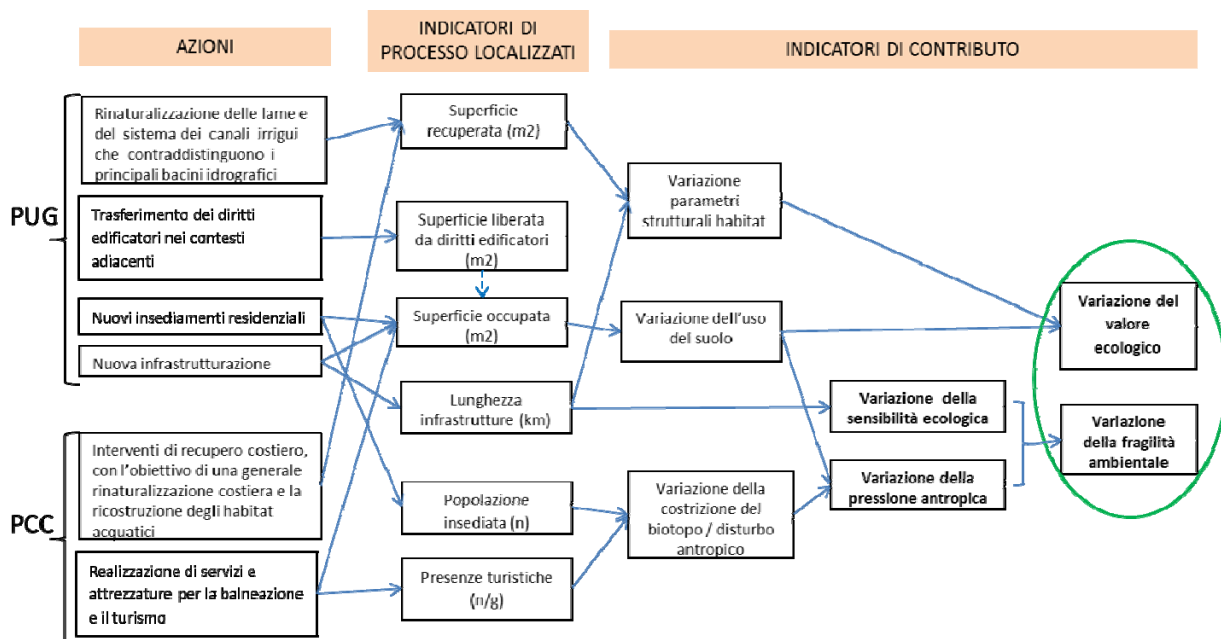


Figura 19 Grafo semplificato causa-effetto per l'obiettivo "Conservare gli ambiti naturali e seminaturali". PCC = Piano Comunale delle Coste; PUG = Piano Urbanistico Generale

Come evidenziato nel paragrafo 2.4, gli indicatori di processo devono essere rilevati o aggiornati nelle varie fasi dell'iter attuativo delle azioni.

Per rendere operativo il monitoraggio, è necessario che per ciascun indicatore siano identificate le fasi di popolamento e le relative fonti. A questo scopo, bisogna tenere presenti i percorsi attuativi propri dei Piani e delle azioni selezionate. Nella fattispecie, le azioni previste dai Piani Urbanistici Generali sono attuate attraverso i Piani Urbanistici esecutivi –PUE – o sono interventi diretti dell'Ente pubblico, le azioni previste dai Piani Comunali delle Coste, invece, sono attuate attraverso le procedure di Concessione demaniali o attraverso interventi diretti dell'Ente. In Tabella 20 sono indicate le fasi di rilevamento per ciascun indicatore di processo e le relazioni degli indicatori di processo con quelli di contributo al contesto e con gli indici di contesto.

Tabella 20 Azioni, indicatori di processo, fasi di rilevazione/stima e relazione con gli indicatori di contributo e di contesto per l'obiettivo "Conservare gli ambiti naturali e seminaturali". (PCC = Piano Comunale delle Coste; PUG = Piano Urbanistico Generale)

Azione / procedura di attuazione	Indicatori di processo*		Indicatore di contributo al contesto*	Indice di Carta della natura (di contesto)
	Definizione	Fasi di rilevazione/stima		
Recupero costiero (PCC) <i>Intervento realizzato direttamente dall'Ente pubblico</i>	Superficie oggetto di interventi di recupero e sua localizzazione (m ²)	<ul style="list-style-type: none"> Progettazione esecutiva Fine lavori "Esercizio" 	<ul style="list-style-type: none"> Variazione dei parametri strutturali degli habitat che concorrono alla definizione del valore ecologico (ampiezza, rapporto perimetro / area, diffusione) (calcolato applicando il modello di carta della natura) 	<ul style="list-style-type: none"> Valore ecologico
Realizzazione di servizi e attrezzature per la balneazione e il turismo	Superficie occupata e sua localizzazione (m ²)	<ul style="list-style-type: none"> Richiesta di concessione (i dati confluiscono nel Sistema Informativo Demanio Marittimo) Realizzazione degli 	<ul style="list-style-type: none"> Variazione dell'uso del suolo 	<ul style="list-style-type: none"> Pressione Antropica / Fragilità ambientale Valore ecologico

Azione / procedura di attuazione	Indicatori di processo*		Indicatore di contributo al contesto*	Indice di Carta della natura (di contesto)
	Definizione	Fasi di rilevazione/stima		
(PCC) <i>Intervento soggetto a concessione</i>		interventi (attraverso i provvedimenti autorizzativi del Comune) • Fine lavori		
	Presenze turistiche(n/g) In assenza di altre informazioni, questo indicatore può essere usato come proxy per la pressione antropica in area costiera.	• Richiesta di concessione (i dati confluiscono nel Sistema Informativo Demanio Marittimo) • Esercizio	Variazione della costrizione / diffusione del disturbo antropico (calcolato applicando il modello di carta della natura)	• Pressione Antropica / Fragilità ambientale
Nuovi insediamenti residenziali (PUG) <i>Intervento soggetto a iter di pianificazione attuativa (PUE)</i>	Superficie occupata (m ²) e sua localizzazione	• Redazione dei singoli PUE • Realizzazione degli interventi (attraverso i provvedimenti autorizzativi) • Fine lavori	• Variazione dell'uso del suolo	• Pressione Antropica / Fragilità ambientale • Valore ecologico
	Numero di abitanti insediati (n)	• Redazione dei singoli PUE • Realizzazione degli interventi (attraverso i provvedimenti autorizzativi) • Fine lavori	• Variazione della diffusione del disturbo antropico (calcolato applicando il modello di carta della natura)	• Pressione Antropica / Fragilità ambientale
Nuove infrastrutture (PUG) <i>Intervento soggetto a iter di pianificazione attuativa (PUE)</i>	Lunghezza delle nuove infrastrutture (km) e relativa localizzazione rispetto agli ecosistemi ad elevata naturalità	• Redazione dei singoli PUE • Realizzazione degli interventi (attraverso i provvedimenti autorizzativi) • Fine lavori	• Variazione dei parametri strutturali degli habitat che concorrono alla definizione del valore ecologico (ampiezza, rapporto perimetro / area) • Variazione dell'indice di frammentazione (calcolato applicando il modello di carta della natura)	• Valore ecologico • Sensibilità ecologica / fragilità ambientale
Trasferimento dei diritti edificatori nei contesti adiacenti (PUG) (Azione immateriale) <i>Intervento soggetto a iter di pianificazione attuativa (PUE)</i>	Superficie liberata da diritti edificatori L'indicatore stima o rileva la superficie liberata da edificazione potenziale e acquisita dal Comune tramite perequazione. A seconda delle destinazioni delle aree liberate dai diritti (Es. verde attrezzato o interventi con valenza ecologica, magari a compensazione di interventi che comportano consumo di suolo)*	• Redazione dei singoli PUE • Realizzazione degli interventi (attraverso i provvedimenti autorizzativi) L'indicatore non varia più una volta che il processo autorizzativo è concluso. Ai fini della valutazione degli effetti, è necessario monitorare anche in una fase successiva che le aree liberate da diritti edificatori vengano mantenute a verde.	L'indicatore di processo non è correlato direttamente ad un indicatore di contributo al contesto. Indirettamente, consente di aggiornare le previsioni sulla variazione dell'Uso del suolo.	• Pressione Antropica / Fragilità ambientale • Valore ecologico
Rinaturalizzazione delle lame (PUG) <i>Intervento realizzato</i>	Lunghezza e superficie delle lame e dei canali irrigui rinaturalizzati e relativa localizzazione	• Progettazione esecutiva • In fase di fine lavori	• Variazione dei parametri strutturali degli habitat che concorrono alla definizione del valore ecologico (ampiezza,	• Valore ecologico

Azione / procedura di attuazione	Indicatori di processo*		Indicatore di contributo al contesto*	Indice di Carta della natura (di contesto)
	Definizione	Fasi di rilevazione/stima		
<i>direttamente dall'Ente pubblico</i>			rapporto perimetro / area, diffusione) (calcolato applicando il modello di carta della natura)	
	Miglioramento ecologico delle lame	<ul style="list-style-type: none"> • Fase di "esercizio" (cioè successivamente al completamento dei lavori, per un periodo almeno decennale). <p>L'indicatore è di tipo qualitativo e rileva il "successo" degli interventi realizzati, verificando, ad esempio la percentuale di attecchimento delle essenze vegetali introdotte, i processi di colonizzazione di specie vegetali spontanee, l'insediamento di specie animali, ecc ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Variazione della rarità del biotopo 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilità ecologica

*A seconda della localizzazione degli interventi in aree più o meno significative dal punto di vista ecosistemico, l'indicatore assume una rilevanza diversa rispetto all'obiettivo.

L'esempio sviluppato mostra che gli indici di Carta della natura, e ancor più alcuni degli indicatori che li compongono, sono funzionali per il monitoraggio della VAS, sebbene sia necessario evidenziare che l'aggiornamento degli indici non può avvenire in maniera automatica alimentando gli indicatori di processo, poiché necessita la ri-applicazione degli algoritmi di calcolo previsti da Carta della Natura.

Tali indici e indicatori, inoltre, possono essere integrati e specificati da informazioni più puntuali rappresentabili attraverso indici ecologici specifici³³.

Ciò è particolarmente importante nel caso in cui un piano, per le sue possibili incidenze significative su uno o più Siti della Rete Natura 2000, sia sottoposto anche alla Valutazione di incidenza ambientale³⁴ e richieda pertanto un maggiore grado di approfondimento sulle tematiche ecologiche e naturalistiche.

La Valutazione di incidenza ambientale del Piano Provinciale per la Gestione dei Rifiuti (PPGR) della Provincia di Savona ne offre un esempio interessante. Il Piano individua 6 siti idonei per la realizzazione di impianti per il trattamento dei rifiuti urbani e assimilati, appartenenti a differenti tipologie (inceneritori, discariche, impianti di compostaggio, di riciclaggio, ecc.). Per tre di questi siti si verifica una localizzazione particolarmente critica poiché determinano impatti cumulati significativi su un'area caratterizzata da svariati elementi floro-faunistici di rilevante importanza. Nello specifico, è a rischio un vicino SIC fluviale all'interno del quale vivono specie tutelate dalla Direttiva Habitat particolarmente sensibili all'inquinamento delle acque. La valutazione effettuata da ARPAL si basa sulle segnalazioni puntuali di tali

³³ A solo titolo di esempio alcuni indici ecologici classici sono: l'indice di diversità di Shannon-Wiener, l'indice di Simpson, l'indice MSA (Mean Species Abundance) o, per ecosistemi acquatici, l'Indice Biotico esteso o l'indice di Funzionalità Fluviale.

³⁴ La Direttiva "Habitat" 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (art. 6), recepita con d.p.r. 8 settembre 1997, n. 357, successivamente modificato e integrato dal d.p.r. 12 marzo 2003, prevede che "qualsiasi piano o progetto [...] che possa avere incidenze significative sul Sito, singolarmente o congiuntamente ad altri piani e progetti, forma oggetto di una valutazione appropriata dell'incidenza che ha sul Sito".

presenze floristiche e faunistiche contenute all'interno di una carta regionale della biodiversità alla scala 1:10.000. Si tratta pertanto di informazioni di maggior dettaglio di quelle rappresentate dagli indici di Carta della Natura 1:50.000, che li integrano e specificano (l'indice di Fragilità di Carta della Natura, nell'area interessata mostra infatti un valore "elevato").

Per la rete Natura 2000, inoltre, è previsto dalla normativa stessa un monitoraggio periodico dello stato di conservazione delle singole specie degli habitat, al fine di verificare che gli obiettivi di conservazione siano conseguiti³⁵, che rappresenta la base per le Valutazioni di incidenza e l'impostazione dei relativi monitoraggi.

Uno specifico punto di attenzione riguarda, infine, il rapporto fra il monitoraggio a scala di piano e quello a scala di progetto, particolarmente significativo per i progetti che, per tipologia, dimensione o localizzazione richiedono una procedura di Valutazione di Impatto Ambientale³⁶ o di Valutazione di Incidenza ambientale.

In questo caso, gli indici di Carta della natura possono essere utili soprattutto nella fase di inquadramento generale di una Valutazione di Impatto Ambientale e di una Valutazione di Incidenza, in quanto la risoluzione spaziale della scala 1:50.000 non ha il dettaglio e non consente l'operatività necessari per l'elaborazione degli studi (ad esempio, la dimensione dell'unità minima cartografabile, pari a 1 ettaro, determina l'impossibilità di cartografare alcuni habitat anche di grande valenza quali le fasce ripariali, aree umide e torbiere). La Carta della natura a scala 1:10.000, ove disponibile, può essere più adeguata per la realizzazione di studi a scala di progetto.

Esemplificando il rapporto fra indicatori di scala vasta e indicatori di carattere puntuale, nel monitoraggio di un progetto interferente con un habitat prioritario, si può verificare se vi sia riduzione areale dell'habitat o la riduzione della presenza di specie floristiche o di vertebrati significative. Le informazioni derivanti dalle valutazioni e dai monitoraggi a scala di progetto, opportunamente aggregate sia tramite modelli qualitativi e quantitativi che con l'utilizzo di metodi GIS, possono pertanto confluire nell'aggiornamento degli indici sintetici a scala di biotopo, quali il valore ecologico (Tabella 21).

Tabella 21 Esempio di correlazione tra indicatori di contesto per il monitoraggio VAS e VIA

PIANO	PROGETTO
<i>Esempio di indice di contesto e relativa fonte</i>	<i>Esempi di indicatori di contesto e relativa fonte</i>
Distribuzione del valore ecologico	Superficie adibita ad habitat prioritario "dune a ginepri"
	Stato di conservazione dell'habitat
	Presenza di specie e relativa abbondanza
<i>Carta della Natura della Regione Puglia (sc. 1:50.000)</i>	<i>Formulario Standard Natura 2000 (sc. Var. fino 1:20.000)</i>

Per l'implementazione del monitoraggio integrato fra VAS e VINCA alla scala del piano e VIA e VINCA alla scala del progetto, è necessario che siano definiti a priori sia gli indicatori che devono essere aggiornati alle

³⁵ L'articolo 17 della Direttiva Habitat prevede che i risultati del monitoraggio debbano essere trasmessi periodicamente alla Commissione Europea e, ogni sei anni, si prevede l'elaborazione di un Rapporto Nazionale sullo stato di attuazione delle disposizioni della Direttiva stessa. I dati devono essere riportati, per ogni habitat e specie, a livello biogeografico utilizzando il format predisposto dalla Commissione Europea d'accordo con gli Stati membri. Secondo quanto previsto dall'art. 11 della Direttiva Habitat, gli Stati membri sono tenuti a garantire la sorveglianza dello stato di conservazione degli habitat (elencati nell'Allegato I) e delle specie (elencate negli Allegati II, IV e V) di interesse comunitario su tutto il territorio nazionale. Il monitoraggio è il principale strumento attraverso il quale si attua tale sorveglianza e si raccolgono le informazioni necessarie per valutare lo stato di conservazione di habitat e specie. Il monitoraggio dello stato di conservazione è un'attività indispensabile anche per valutare il raggiungimento di quanto previsto all'art. 2 della Direttiva Uccelli, ovvero il conseguimento per tutte le specie di avifauna di un livello adeguato di conservazione.

³⁶ D.lgs. 152/2006 e s.m.i.

due scale sia i protocolli per la comunicazione tra i soggetti responsabili dei monitoraggi e per la trasmissione dei dati.

Tuttavia queste definizioni, che devono essere condivise anche tra i diversi piani che concorrono all'obiettivo di sostenibilità, non possono essere demandate ai responsabili dei singoli piani o progetti ma devono essere contenute nei quadri di riferimento (strategie di sostenibilità), articolati a diverse scale ed elaborati in modo condiviso sotto la responsabilità dell'Ente di area vasta. Attraverso i quadri di riferimento vanno indicati e contestualizzati sul territorio gli obiettivi di sostenibilità prioritari, vanno definiti in modo operativo gli indicatori, va fornita la base di conoscenza con le relative modalità di comunicazione e aggiornamento e vanno stabilite le regole di governance del monitoraggio integrato di piani e progetti.

4

ALLEGATI

Allegato 1 La scheda di meta informazione degli indicatori

La scheda delle metainformazioni può essere compilata per gli indicatori dicontesto, processo e contributo secondo le indicazioni per la compilazione riportate nella seconda colonna.

Metainformazioni	Guida alla compilazione
Nome indicatore	
Descrizione	
Unità di misura	
Area tematica/questione ambientale	
Tipologia di indicatore	<input type="checkbox"/> Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	Compilare solo per indicatori di processo, impatto/contributo. Riportare quale indicatore di contesto l'indicatore contribuisce ad aggiornare e in che modo (ad esempio modelli quantitativi, qualitativi relazione diretta o indiretta, etc).
Disaggregazione spaziale	Minima unità territoriale/superficie territoriale per cui è disponibile l'informazione
Copertura temporale	Periodo di riferimento della serie storica dell'indicatore
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Annuale, Biennale, Triennale, Quinquennale, Decennale, Frequenza variabile
Metodologia di elaborazione	Indicare le Formule, Equazioni, metodi statistici, Algoritmi di calcolo e gli eventuali strumenti software necessari per il calcolo
Comparabilità nel tempo	Indicare se nel tempo è variata la metodologia di elaborazione dell'indicatore, la metodologia di rilevamento dei dati, Etc.
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Es. tabella, grafico, carta tematica, mappa
Fonte dell'indicatore	
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	<p>Riportare i target / limiti di riferimento o obiettivi numerici fissati dalla normativa per l'indicatore e l'orizzonte temporale entro cui tali valori devono essere conseguiti.</p> <p>Essi possono derivare da:</p> <ul style="list-style-type: none"> - normativa di settore (es. limiti di concentrazione di un inquinante nelle acque di scarico, percentuale di raccolta differenziata); - pianificazione territoriale o programmazione di settore (es. percentuale di riduzione della produzione di rifiuti, percentuale massima di urbanizzazione di un'area –provincia o comune –). <p>Ed eventualmente, per ciò che riguarda i valori di riferimento, da benchmark con altri territori / realtà simili</p>
Limitazioni dell'indicatore	<ul style="list-style-type: none"> - difficoltà nel reperimento dei dati necessari per la costruzione dell'indicatore; - eccessivo costo della rilevazione e della gestione dei dati; - eccessiva complessità dell'indicatore e conseguente necessità di elevate competenze da parte dell'utente; - basso livello di dettaglio dell'informazione fornita; - disomogeneità dei dati relativi a diverse unità territoriali/diversa qualità dei dati; - difficoltà nell'aggregazione o scomposizione dei dati, rispetto alle modalità di formazione dell'indicatore; - assenza di valori di riferimento/criteri di valutazione; etc..
Metodologia di raccolta dei dati	Es. Atti amministrativi, Questionari/dichiarazioni, Campagne di Monitoraggio
Formato e supporto informatico dei dati	File ASCII, File di testo, Database, Shape file etc.
Fonte dei dati	
Modalità di accesso ai dati	<p>Dato disponibile pubblicamente</p> <input type="checkbox"/> SI Estremi per l'accesso ed eventuale sito web di riferimento <input type="checkbox"/> NO Modalità per richiederlo Tempo necessario per ottenerlo Costo per il richiedente (ove previsto) Eventuale sito web di riferimento



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

INDICAZIONI METODOLOGICHE E OPERATIVE PER IL MONITORAGGIO VAS

APPENDICI

Ottobre 2012

Nel presente documento sono sintetizzati e parzialmente rielaborati i principali contenuti dei rapporti finali dell'incarico di ricerca per la "Elaborazione di approfondimenti della metodologia per il monitoraggio degli effetti ambientali di piani e programmi alle diverse scale territoriali e di altri aspetti della valutazione ambientale strategica (VAS), oggetto di confronto nell'ambito del Tavolo di Coordinamento tra il MATTM le Regioni e le Province Autonome", commissionato da ISPRA al Consorzio Poliedra-Politecnico di Milano nell'ambito della Convenzione tra il MATTM e l'ISPRA avente per oggetto il supporto tecnico scientifico alla Direzione per le Valutazioni Ambientali per l'elaborazione di linee guida ed indirizzi metodologici relativamente alla VAS.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

Direzione per le Valutazione Ambientali

Luciana Polizzy (*Responsabile*), Paolo Boccardi, Paola Andreolini (*Task Force PON GAT 2007-2013*)

ISPRA – ISTITUTO SUPERIORE PER LA RICERCA AMBIENTALE

Settore Valutazione Piani e Programmi - Servizio Valutazioni Ambientali - Dipartimento Stato dell'Ambiente e Metrologia Ambientale

Patrizia Fiorletti (*Responsabile*), Gianluca Leone, Stefano Pranzo

POLIEDRA, POLITECNICO DI MILANO

Eliot Laniado (*Responsabile scientifico*)

Elaborazione del documento a cura di:

Eliot Laniado, Elisa Amodeo, Silvia Vaghi, Enrica Zucca (Poliedra, Politecnico di Milano)

Contributi al testo:

Mara Cossu, Bruna Kohan (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazione Ambientali – Task Force PON GAT 2007-2013)

Sommario

APPENDICE 1	IL MONITORAGGIO INTEGRATO DEL PIANO REGIONALE DELLE COSTE DELLA REGIONE PUGLIA	4
APPENDICE 2	IL MONITORAGGIO DEL PIANO STRUTTURALE DI COORDINAMENTO DEL PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI LAMEZIA TERME	22
APPENDICE 3	BILANCIO DEI GAS SERRA.....	34
APPENDICE 4	RUMORE	72
APPENDICE 5	INTRODUZIONE ALLA COMPONENTE ECOSISTEMICA	100

APPENDICE 1 IL MONITORAGGIO INTEGRATO DEL PIANO REGIONALE DELLE COSTE DELLA REGIONE PUGLIA

In questo allegato, si ripercorre la costruzione del sistema di monitoraggio integrato del Piano Regionale delle Coste della Regione Puglia secondo le fasi elencate nella Parte 2 del documento “Indicazioni operative per la costruzione del sistema di monitoraggio”, ovvero:

1. Definizione del sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori di contesto
2. Definizione delle modalità attuative dello strumento
3. Identificazione degli effetti ambientali
4. Costruzione degli indicatori di processo e di contributo

Nel caso della Regione Puglia, il caso studio è stato costruito sui seguenti piani:

- *Piano Regionale delle Coste* - Adottato con DGR 28 luglio 2009, n. 1392 - pubblicato in BURP 122 del 6/8/2009. Predisposto per la tutela e la difesa dei litorali della Puglia, il Piano è diretto a tutte le amministrazioni comunali pugliesi, che dovranno attenersi ai criteri e agli obiettivi fissati nel documento regionale. È lo strumento che disciplina l'utilizzo delle aree del Demanio Marittimo, con le finalità di garantire il corretto equilibrio fra la salvaguardia degli aspetti ambientali e paesaggistici del litorale pugliese, la libera fruizione e lo sviluppo delle attività turistico ricreative. Il Piano è corredato da un sistema informativo territoriale pensato come elemento di riferimento per i PCC (Piani Comunali delle Coste), che hanno l'obbligo di aggiornare gli strati informativi partecipando così alla costruzione di una base di conoscenza comune e condivisa sulle dinamiche costiere, fattore questo di rilevante interesse per le potenzialità di costruzione di un sistema di monitoraggio “dialogante” tra le amministrazioni per l'effettivo controllo degli effetti sul territorio.
- *Piano Urbanistico Generale del Comune di Monopoli* - Adottato con DCC 110 del 22/12/2007, integrata dalla DCC n.11 del 11/03/2009 - Approvato con Delibera CC 2010. Il PUG rientra tra le prime applicazioni del Documento Regionale di Assetto Generale (DRAG) della Regione Puglia, che vede tra le sue funzioni quella di indirizzo della pianificazione comunale. È composto da una parte strutturale, non vincolistica e che non assegna diritti edificatori, e da una parte programmatica, fortemente operativa che individua gli interventi da sottoporre ad attuazione diretta (la città esistente, accorpata e diffusa), verosimilmente interventi di riqualificazione urbana e completamento. Individua allo stesso modo quelli da sottoporre a Piani Urbanistici Esecutivi (PUE), in genere relativi a nuove edificazioni, cui viene lasciato un ampio margine di discrezionalità nell'attuazione degli interventi stessi.

Il tentativo della sperimentazione è stato quello di sviluppare un prototipo di sistema di monitoraggio integrato dei piani coinvolti nelle sperimentazioni (PRC-PCC e PUG), decidendo di focalizzarne la costruzione su alcune tematiche (suolo e biodiversità), considerando come ambito geografico di riferimento quello costiero, che rappresenta l'area in cui i due piani “interferiscono” maggiormente. In tale area è stato preso in considerazione anche un elemento di “scenario” che si modifica a prescindere dai Piani considerati, cioè l'eventuale presenza di opere o interventi edilizi abusivi, che concorrono alla modifica dell'ambito costiero.

La Figura 1 schematizza l'ambito di riferimento del sistema di monitoraggio integrato, evidenziando come gli elementi caratterizzanti il territorio (presenza di aree protette, aree costruite o libere, ecc.) siano trasversali rispetto alle aree demaniale e retro demaniale governate rispettivamente dai Piani delle Coste e dai Piani Urbanistici Generali.

Figura 1: Ambito di riferimento del sistema di monitoraggio integrato



In sede di sperimentazione, l'approfondimento circoscritto al sistema PRC – PCC e ai PUG ha permesso di testare la costruzione di un primo modulo del sistema di monitoraggio integrato degli obiettivi, che potrà in futuro essere ampliato agli altri strumenti significativi per i diversi obiettivi di sostenibilità (ad esempio agli strumenti di pianificazione dell'Autorità di Bacino che regolano la realizzazione delle opere di difesa, il Piano Regionale di Tutela delle Acque, i Piani provinciali ecc.).

Fase 1. Definizione del sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori di contesto

Per la fase iniziale di costruzione del sistema di monitoraggio, si è fatto riferimento ad una serie di materiali che erano già stati predisposti da parte delle amministrazioni di riferimento o dal MATTM nell'ambito delle attività di assistenza tecnica alle regioni Convergenza. In particolare, per la definizione degli obiettivi di sostenibilità di riferimento per il monitoraggio integrato ci si è basati sui materiali prodotti dalla TF PON GAT per la verifica di coerenza esterna dei piani di livello locale della regione Puglia. Il sistema di monitoraggio integrato è stato infine strutturato per i seguenti *obiettivi di sostenibilità*:

SUOLO

- S.01 Salvaguardare la fascia costiera dall'erosione, con particolare attenzione alle zone maggiormente esposte al rischio di erosione;
- S.02 Recuperare e riqualificare le fasce costiere degradate

BIODIVERSITÀ

- B.01 Conservare gli ambiti naturali e seminaturali, in particolare nei siti Natura 2000 e nelle Aree protette, al fine di proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri, e preservando i livelli di biodiversità
- B.02 Incrementare la connettività a supporto della biodiversità attraverso la riqualificazione dei corsi d'acqua (fiumi, torrenti, lame) come corridoi ecologici multifunzionali della rete fra l'interno, le pianure e il mare, recuperandone la qualità e promuovendo la rinaturazione delle fasce di pertinenza
- B.03 Tutelare la biodiversità marina, gli habitat marino - costieri e le specie protette attraverso la salvaguardia e ripristino di zone umide e salmastre e di fondali marini.

Per ognuno degli obiettivi, nell'ottica del monitoraggio integrato, è necessario considerare tutti i piani, programmi e gli altri strumenti che regolano i fattori antropici (opere di difesa o portuali, realizzazione di infrastrutture e insediamenti in fascia costiera, estrazione di inerti dai fiumi, uso del suolo nel bacino, regimazione di corsi d'acqua, ecc ...) oltre a monitorare i fattori naturali (apporto liquido e solido dei fiumi a mare, clima meteo marino, subsidenza del suolo, innalzamento del livello medio del mare ...).

Per la definizione degli *indicatori di contesto*, sono stati presi in considerazione: il Catalogo ISPRA-ARPA (aggiornato al 2011), i Piani oggetto di sperimentazione (PRC e PUG), i relativi Rapporti Ambientali VAS e la documentazione relativa alla redazione dei PCC (es. "Istruzioni operative necessarie alla presentazione dei Piani Comunali delle Coste", di seguito "Istruzioni operative"). Degli indicatori ivi previsti è stata verificata la significatività rispetto agli obiettivi, analizzandone la popolabilità e l'aggiornabilità. Sono state inoltre consultate ulteriori fonti nazionali (annuario dei dati ambientali) e regionali (ARPA) per verificare la disponibilità di ulteriori indicatori.

Il **PRC**, a valle di un percorso di aggiornamento e sistematizzazione del quadro conoscitivo inerente la fascia costiera, definisce due *indici complessi* che descrivono, per tutta la fascia costiera pugliese, i livelli di **criticità all'erosione** dei litorali sabbiosi e di **sensibilità ambientale** associata alle peculiarità territoriali e ambientali del contesto. Entrambi derivano dall'incrocio di più indicatori. La combinazione dei livelli di criticità e di sensibilità dà origine ad una classificazione con nove livelli in grado di fornire indicazioni di riferimento per la redazione dei Piani Comunali delle Coste.

Se gli indici sono essenziali per dare indicazioni in merito al rilascio delle concessioni da parte dei Comuni, essi, come rileva il rapporto ambientale, sono "eccessivamente sintetici ai fini della descrizione degli effetti ambientali individuate dalla VAS". Pertanto, ai fini del monitoraggio ambientale è necessario considerare ulteriori indicatori, scelti anche fra gli indicatori che compongono gli indici, che siano in grado di registrare gli effetti più diretti dei Piani Comunali delle Coste.

Le "Istruzioni operative" prevedono che i Piani Comunali producano all'atto della loro elaborazione delle analisi a scala comunale da riportare in una serie di starti informativi contenenti analisi di dettaglio del territorio (es. caratterizzazione dei sistemi dunali, opere di urbanizzazione presenti, ecc.). Tali strati informativi contribuiscono, a loro volta, ad aggiornare / integrare il patrimonio conoscitivo del PRC.

Il sistema PRC - PCC è descritto dallo schema in Figura 2, evidenziando i principali contenuti dei due strumenti, le relazioni con gli obiettivi di sostenibilità, i citati elementi funzionali alla strutturazione del sistema di monitoraggio ambientale (rappresentanti nella figura all'interno dei box con campitura azzurra).

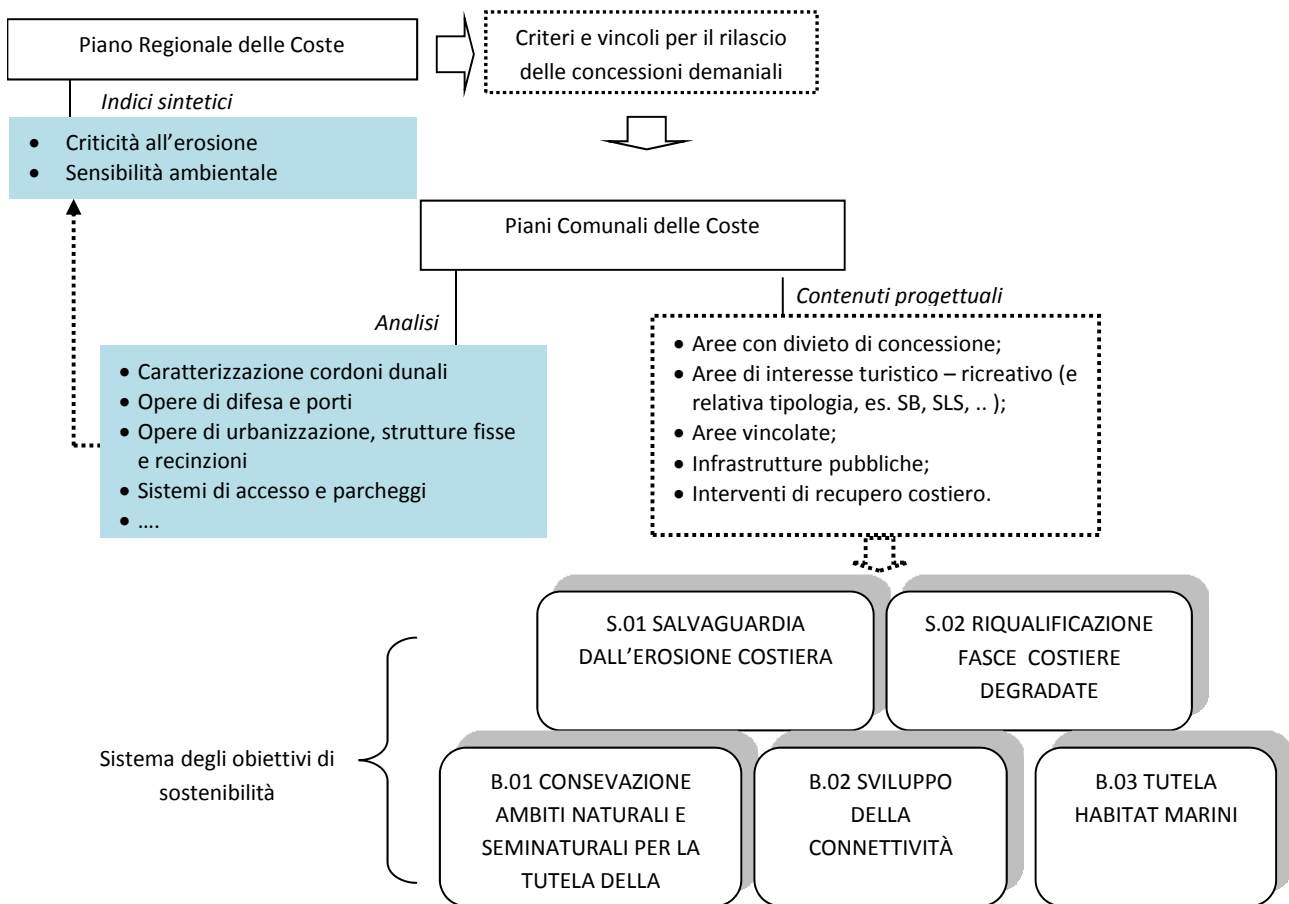


Figura 2: Schema Piano Regionale delle Coste – Piano Comunale delle Coste

Gli indicatori di contesto che descrivono gli obiettivi di sostenibilità, selezionati secondo i criteri descritti precedentemente (rappresentatività rispetto all'obiettivo e sensibilità alle azioni di Piano), sono riportati in Tabella 1 per il tema Suolo e in Tabella 2 per il tema Biodiversità. Per ciascun indicatore, sono identificate le fonti dei dati e, al fine di mettere in evidenza l'integrazione fra il monitoraggio PRC – PCC e PUG, le ultime tre colonne indicano se l'indicatore di contesto sia funzionale al monitoraggio di tutti e tre i Piani o solamente di qualcuno dei essi.

Tabella 1: Indicatori di contesto per il tema Suolo.

Obiettivi di sostenibilità generali	Tematiche correlate	Indicatori di contesto	PRC	PCC	PUG
S.01 - Salvaguardare la fascia costiera dall'erosione, con particolare attenzione alle zone maggiormente esposte al rischio di erosione	---	<p><i>Criticità all'erosione (Indice complessivo di riferimento - Fonte: PRC)</i></p> <p>L'aggiornamento riguarda gli indicatori:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evoluzione recente del litorale (Fonte: Studi propedeutici per il Piano Stralcio della Dinamica delle Coste – AdB Puglia, 2010 – aggiornamento da parte del monitoraggio dei PCC) [In caso di difficoltà di popolamento, può essere utilizzato Variazione areale di spiaggia emersa (Fonte: ISPRA, Catalogo, aggiornamento quinquennale)] • Stato ed estensione dei cordoni dunali (Fonte: Studi propedeutici per il Piano Stralcio della Dinamica delle Coste – AdB Puglia, 2010. Indicatore aggiornato dai PCC) 	☑	☑	☑

Obiettivi di sostenibilità generali	Tematiche correlate	Indicatori di contesto	PRC	PCC	PUG
S.01	Pressione antropica sulle coste	Area in concessione per tipologia / area demaniale (% - mq/mq) [limite normativo non del 40% per stabilimenti balneari] (Fonte: indicatore aggiornato a livello comunale dai PCC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Lunghezza di costa occupata da opere di difesa costale e porti (% - ml/ml) (Fonte: Studi propedeutici per il Piano Stralcio della Dinamica delle Coste – AdB Puglia, 2010. Indicatore aggiornato a livello comunale dai PCC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
		Superficie aree impermeabili in fascia costiera (demaniale e retrodemaniale) (Fonte: Fotointerpretazione da Ortofoto 2010 Indicatore aggiornato a livello comunale dai PCC) (Fonte per il PUG - Ufficio di Piano, Ufficio LL.PP. e Camera di Commercio)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Presenze turistiche nel Comune (Fonte: Istat)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Uso del suolo (fascia contermina alla fascia demaniale): <ul style="list-style-type: none"> • Urbanizzato continuo • Urbanizzato discontinuo • Aree industriali (Fonte: CORINE Land Cover, Per il PUG: Fonti comunali)			<input checked="" type="checkbox"/>
S.01	Formazioni naturali con funzioni protettive della costa	Stato ed estensione del cordone dunale (indicando se la duna è in erosione) (Fonte: Studi propedeutici per il Piano Stralcio della Dinamica delle Coste – AdB Puglia, 2010. Da aggiornare a cura dei PCC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Densità assoluta dei fasci fogliari di Posidonia oceanica (Fonte: ISPRA, Catalogo indicatori)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
S.01	Trasporto solido dai bacini a monte	Deflusso torbido medio annuo nel bacino / sottobacino idrografico di riferimento (t/km2) (Fonte: Studi propedeutici per la predisposizione del Piano Stralcio della Dinamica delle Coste, 2010. Dato disponibile per alcuni bacini / sottobacini pugliesi)	<input checked="" type="checkbox"/>		
S.02 Recuperare e riqualificare le fasce costiere degradate	--	Stato ed estensione del cordone dunale (indicando se la duna è in erosione) (Fonte: Studi propedeutici per il Piano Stralcio della Dinamica delle Coste – AdB Puglia, 2010. Da aggiornare a cura dei PCC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		Uso del suolo (fascia contermina alla fascia demaniale): Aree naturali (Fonte: CORINE Land Cover)			<input checked="" type="checkbox"/>

Tabella 2: Indicatori di contesto per il tema Biodiversità.

Obiettivi di sostenibilità generali	Tematiche correlate	Indicatori di contesto	PRC	PCC	PUG
B.01 Conservare gli ambiti naturali e seminaturali, in particolare nei siti		Distribuzione dell'indice di valore ecologico (Fonte: Carta della natura) Rete Natura 2000: stato di conservazione di habitat e specie protette (Fonte: Ministero dell'Ambiente, DPN)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Obiettivi di sostenibilità generali	Tematiche correlate	Indicatori di contesto	PRC	PCC	PUG
Natura 2000 e nelle Aree protette, al fine di proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri, e preservando i livelli di biodiversità	Pressione antropica sulle coste	Distribuzione dell'indice di pressione antropica (<i>Carta della natura</i>)			
B.02 Incrementare la connettività a supporto della biodiversità attraverso la riqualificazione dei corsi d'acqua (fiumi, torrenti, lame) come corridoi ecologici multifunzionali della rete fra l'interno, le pianure e il mare, recuperandone la qualità e promuovendo la rinaturazione delle fasce di pertinenza	--	Distribuzione dell'indice di fragilità (<i>Fonte: Carta della natura</i>) Distribuzione dell'indice di valore ecologico (<i>Fonte: Carta della natura</i>) Rete Natura 2000: stato di conservazione di habitat e specie protette (<i>Fonte: Ministero dell'Ambiente, DPN</i>)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
B.03 Tutelare la biodiversità marina, gli habitat marino-costieri e le specie protette attraverso la salvaguardia e ripristino di zone umide e salmastre e di fondali marini	--	Consistenza dell'attività di pesca (ton di pescato/ n. di imbarcazioni e stazza) (<i>Fonte: Istituto di Ricerche Economiche per la Pesca e l'acquacoltura (IREPA) per i dati relativi alla cattura</i>) Densità assoluta dei fasci fogliari di Posidonia oceanica (<i>Fonte: ISPRA, Catalogo</i>)	<input checked="" type="checkbox"/>		

Per semplicità, in seguito l'esempio del monitoraggio integrato sarà sviluppato sull'obiettivo di sostenibilità relativo alla componente suolo S.01 "Salvaguardare la fascia costiera dall'erosione, con particolare attenzione alle zone maggiormente esposte al rischio": diversi fattori, di tipo naturale e antropico, interagiscono nelle dinamiche di erosione costiera e riguardano sia fenomeni che si realizzano sulla costa che ambiti geografici "lontani" dalla costa ma ad essi collegati, quali i bacini idrografici con sbocco a mare.

L'obiettivo S.01 è pienamente descritto dall'indice del PRC relativo alla criticità all'erosione e calcolato sulla base della dinamica litoranea storica, della dinamica litoranea recente e dello stato dei cordoni dunali.

Come già evidenziato, solo alcune azioni dei PCC incidono più direttamente sul fenomeno erosivo: è il caso, ad esempio, di opere di ripascimento delle spiagge o di opere di difesa, che possono determinare una variazione "immediata" a scala locale della spiaggia emersa.

Nella maggior parte dei casi, i Piani Comunali delle Coste –analogamente ai Piani Urbanistici– influiscono, prevalentemente su fattori correlati indirettamente all'erosione, quali l'impermeabilizzazione e l'artificializzazione della costa, che richiedono pertanto di essere specificamente monitorati. In particolare, rispetto alla salvaguardia dell'erosione, sono state identificate tre tematiche da tenere sotto controllo:

- la pressione antropica sulle coste
- la conservazione delle formazioni naturali con funzione protettiva dall'erosione
- il trasporto solido dei bacini a monte.

Per i primi due fattori, gli indicatori di monitoraggio del contesto selezionati sono validi alla scala regionale e comunale (sia per i PUG che per i PCC) e aggiornabili nell'ambito dei processi attuativi dei Piani. Il terzo tema, invece, pur essendo meritevole di grande attenzione, esula dal monitoraggio degli specifici piani comunali, poiché riguarda un territorio più ampio: il popolamento dovrebbe pertanto essere garantito a livello regionale, mediante l'aggiornamento e la revisione del dato presente negli *Studi propedeutici per la predisposizione del Piano Stralcio della Dinamica delle Coste, 2010*.

Si riporta in seguito la scheda delle metainformazioni dell'indicatore di contesto "Indice di criticità all'erosione del suolo", che descrive l'obiettivo di sostenibilità S.01.

Nome indicatore	Indice di criticità all'erosione del suolo
Descrizione	La criticità all'erosione dei litorali sabbiosi indica la maggiore o minore propensione all'erosione del territorio costiero e prevede tre classi di criticità ed è particolarmente adatta a descrivere tale fenomeno.
Unità di misura	- Adimensionale - Metri lineari, % (ripartizione in classi)
Area tematica/questione ambientale	Suolo
Tipologia di indicatore:	<input checked="" type="checkbox"/> Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	-
Disaggregazione spaziale	Regionale (tratto costiero Regione Puglia), comunale (tratti costieri)
Copertura temporale	2007
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Non definita
Metodologia di elaborazione	L'indice di criticità è definito in funzione di tre indicatori che riguardano: <ul style="list-style-type: none"> - la tendenza evolutiva storica del litorale, attribuendo valore 1 a tratti di costa storicamente in arretramento e valore 0 agli altri tratti di costa (Fonte: Progetto esecutivo del monitoraggio POR Puglia 2000-2006); - la tendenza evolutiva recente, considerando la % di costa in arretramento rispetto alla lunghezza della costa sabbiosa fra il 1992 e il 2005; - lo stato di conservazione dei sistemi dunali, assegnando valore 1 ai tratti di costa con la duna in erosione e 0 agli altri (Fonte: Progetto esecutivo del monitoraggio POR Puglia 2000-2006, evidenziando le dune in erosione). A ciascun indicatore è assegnato un peso (20 alla tendenza evolutiva storica, 50 alla tendenza evolutiva recente, 30 allo stato delle dune). Il grado di criticità dei tratti di costa sabbiosa è stato calcolato come somma pesata dei tre contributi. Ad ogni tratto di costa è attribuito un valore di criticità "elevata" (maggiore o uguale di 60), "media" (compreso tra 20 e 60) o "bassa" (minore di 20). Per successive elaborazioni, l'indicatore di tendenza evolutiva può essere monitorato attraverso i dati di Variazione areale della spiaggia emersa (Dinamica litoranea), indicatore compreso nel Catalogo ISPRA-ARPA e disponibile nell'annuario dati APAT a livello di disaggregazione regionale. L'indicatore di conservazione dei sistemi dunali può essere monitorato attraverso i Piani comunali delle coste che devono comprendere la caratterizzazione dei cordoni dunali nel proprio territorio. La tendenza evolutiva storica può essere aggiornato solo conoscendo l'esatta metodologia utilizzata dal pianificatore.
Comparabilità nel tempo	Sarebbe possibile previa acquisizione degli indicatori che compongono l'indice complesso.
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa
Fonte dell'indicatore	Piano Regionale delle Coste Regione Puglia – Demanio marittimo
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	Il Piano stesso, sulla base della criticità emerse, dà delle indicazioni e degli obiettivi sull'uso del suolo.
Limitazioni dell'indicatore	L'indice è aggiornabile solo da chi ha fatto il piano, che custodisce la metodologia di stima, non resa pubblica.

Nome indicatore	Indice di criticità all'erosione del suolo
Metodologia di raccolta dei dati	I dati di tendenza evolutiva storica del litorale e la conservazione dei sistemi dunali sono stati elaborati nell'ambito del Progetto esecutivo del monitoraggio POR Puglia 2000-2006, evidenziando le dune in erosione. La tendenza evolutiva recente è stata stimata in base a dati posseduti dall'ente che ha elaborato il piano (demanio marittimo).
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico
Fonte dei dati	Demanio Marittimo, POR Puglia 2000-2006, Piani comunali delle coste Regione Puglia, Annuario dati APAT
Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente <input checked="" type="checkbox"/> SI, il valore dell'indice ma non degli indicatori che lo compongono Estremi per l'accesso ed eventuale sito web di riferimento <input type="checkbox"/> NO Modalità per richiederlo Tempo necessario per ottenerlo Costo per il richiedente (ove previsto) Eventuale sito web di riferimento

Fase 2. Definizione delle modalità attuative dello strumento

Tipologie di intervento, modalità di attuazione e temporalizzazione del monitoraggio per PUG e PRC/PCC

Una volta definiti gli elementi per il monitoraggio del contesto, sono state estrapolate le caratteristiche delle azioni poste in essere dal mosaico dei piani che incidono a livello locale sugli obiettivi di sostenibilità (tipologie di intervento e modalità attuative).

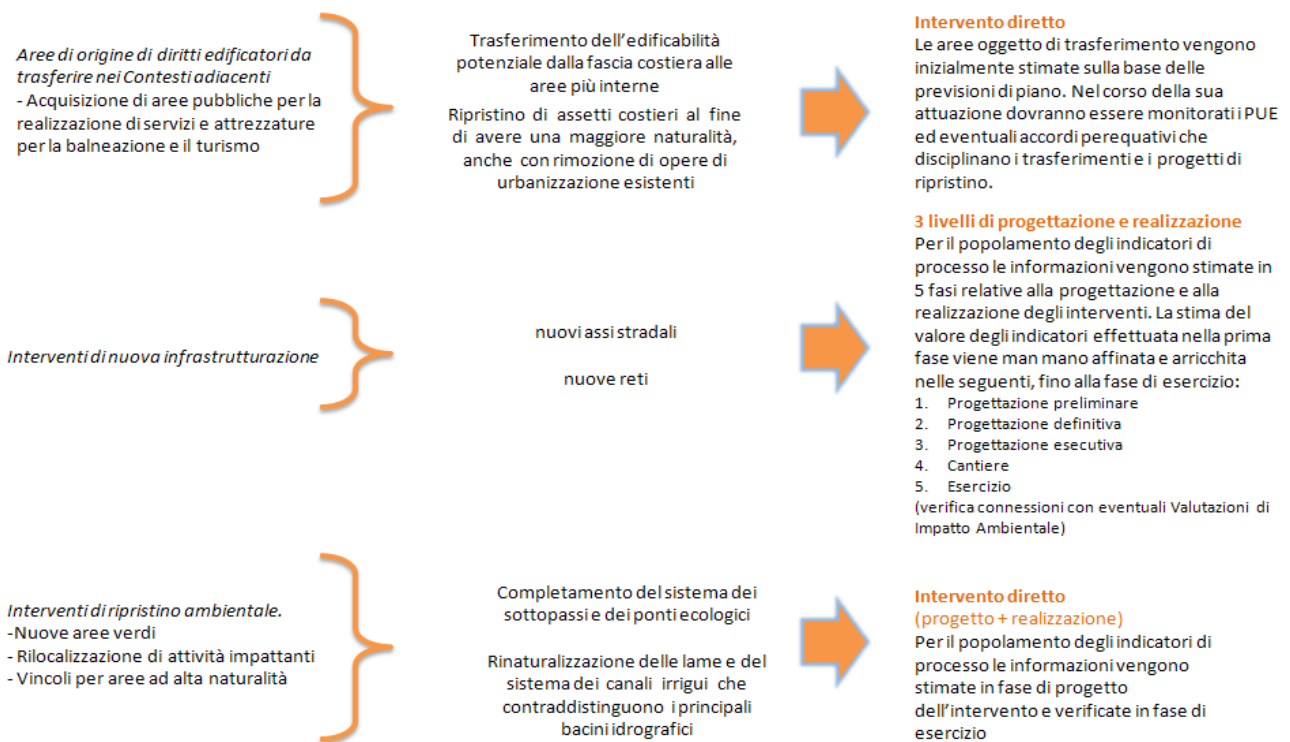
Dei diversi piani che compongono la filiera, oltre all'abusivismo che agisce sia in fascia costiera demaniale che retro demaniale con specifica occupazione di suolo e potenziale compromissione di habitat, il PRC e i PCC attivano azioni riguardanti la fascia costiera demaniale sia di recupero e risanamento costiero che di gestione delle concessioni per stabilimenti, impianti di maricoltura e nautica da diporto (rinnovo – revoca – rilascio). Il Piano urbanistico comunale definisce interventi anche consistenti nella fascia retro costiera ampiamente intesa, che per la loro portata hanno effetti sulle dinamiche erosive e più in generale sulle dinamiche ambientali costiere. Di seguito, si delineano le azioni del PRC/PCC e del PUG di Monopoli, con le relative modalità attuative e anche in termini temporali. In questo modo, è possibile ipotizzare l'organizzazione delle attività di raccolta delle informazioni necessarie al monitoraggio.

Piani Comunali delle Coste (PRG+PCC)

Ambiti di intervento, obiettivi e azioni	Tipologie di intervento	Modalità di attuazione e temporalizzazione monitoraggio
<i>Concessioni per attività del diporto nautico</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. pontili 2. approdi turistici 3. punti di ormeggio 	
<i>Aree in concessione per strutture balneari</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. manutenzione ordinaria, straordinaria e adeguamento igienico sanitario e per l'eliminazione delle barriere architettoniche degli impianti balneari esistenti; 2. trasformazioni delle opere fisse eventualmente esistenti in opere facilmente amovibili; 3. ampliamento e ristrutturazione degli impianti balneari esistenti; 4. nuove costruzioni 	
<i>Impianti di maricoltura</i>	Regolazione delle concessioni per allevamenti off-shore	<p>Gestione delle concessioni Il Piano Comunale delle Coste governa il regime delle concessioni demaniali che hanno durata esennale. Gli interventi sono dunque tutti attuati attraverso la regolazione del regime concessorio. I comuni devono trasmettere costantemente alla Regione, nell'ambito del Sistema Informativo Regionale (www.sit.puglia.it) l'aggiornamento dei dati relativi al monitoraggio, secondo standard precisi e definiti dall'Ufficio regionale del Demanio. In particolare, gli indicatori di processo verranno calcolati in tempo reale sulla base delle variazioni delle specifiche dei regimi concessori (superficie occupata, distanze, ecc) in termini di: - Nuove concessioni - Ampliamento concessioni esistenti - Concessioni non rinnovate</p>
<i>Variatione del regime di tutela delle lame e delle aree di pertinenza e ad esse annesse.</i>	Individuazione delle fasce di rispetto in cui è assolutamente vietato il rilascio, il rinnovo e la variazione delle concessioni preesistenti (art. 16 LR17/2006)	
<i>Interventi di recupero e risanamento costiero finalizzati al contenimento e alla riduzione della criticità all'erosione dei litorali sabbiosi e della sensibilità ambientale della costa</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ricostituzione delle spiagge, anche attraverso ripascimenti artificiali; 2. rinaturalizzazione della fascia costiera con interventi di tutela e ricostituzione della duna litoranea; 3. ricarica e il riordino delle opere di difesa esistenti; 4. 	
<i>Interventi di recupero e risanamento costiero finalizzati al contenimento e alla riduzione della criticità all'erosione dei litorali sabbiosi e della sensibilità ambientale della costa</i>		

Piano Urbanistico Generale di Monopoli

Ambiti di intervento, obiettivi e azioni	Tipologie di intervento	Modalità di attuazione e temporalizzazione monitoraggio
<p><i>Contesti per insediamenti turistici di nuovo impianto</i></p> <p><i>Contesti del sistema portuale</i> (Sottoambiti per le attività portuali e di Riqualificazione urbana) - Realizzazione di un nuovo spazio urbano pubblico integrato da funzioni commerciali, culturali e pubbliche - Riqualificazione dell'ex sistema produttivo industriale a Nord del porto</p> <p><i>Contesti per verde attrezzato di nuovo impianto</i> - Attuazione di una previsione residua del "PRG Piccinato" finalizzata ad incrementare le attrezzature balneari e sportive pubbliche e di uso pubblico della città - Ampliamento di un'area per attrezzature sportive già esistente.</p>	<p>Recupero edilizio:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Manutenzione ordinaria b) Manutenzione straordinaria c) Restauro e risanamento conservativo <p>Ristrutturazione edilizia</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Ristrutturazione edilizia senza aumento di Sul (RE1) b) Ristrutturazione edilizia con aumento di Sul (RE2) c) Demolizione e ricostruzione senza variazione di Sul, sagoma e area di sedime (RE3). e) Demolizione senza ricostruzione <p>Nuova costruzione:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Demolizione e ricostruzione b) Ampliamento c) Nuova edificazione (su aree libere) <p>Trasformazione urbanistica:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Ristrutturazione urbanistica (sostituzione del tessuto urbano preesistente con un tessuto urbano di nuovo impianto) b) nuova edificazione su aree non edificate da urbanizzare <p>Interventi di ripristino infrastrutturale,</p> <ol style="list-style-type: none"> a) messa in sicurezza dello spazio stradale b) riqualificazione degli spazi pubblici, c) ampliamento delle sezioni stradali <p>Interventi di nuova infrastrutturazione,</p> <ol style="list-style-type: none"> a) nuovi assi stradali b) nuove reti c) nuovi spazi pubblici 	<p>Piano Urbanistico Esecutivo (PUE) Da realizzarsi per ciascuno degli ambiti appartenenti ai contesti descritti. I vari PUE degli ambiti costieri dovranno essere coordinati da un unico Schema di Assetto, predisposto dal Comune o dai proprietari e approvato dalla Giunta Comunale.</p> <p>Per il popolamento degli indicatori di processo, in questi casi le informazioni devono essere richieste in tre fasi successive: 1. nell'ambito della elaborazione dello schema di assetto 2. in fase di redazione dei singoli PUE (primo step di verifica) 3. in fase di realizzazione degli interventi attraverso i procedimenti autorizzativi (Fonti: permessi di costruire e delle DIA, richieste Autorizzazioni Paesaggistiche, Valutazioni di Incidenza)</p>



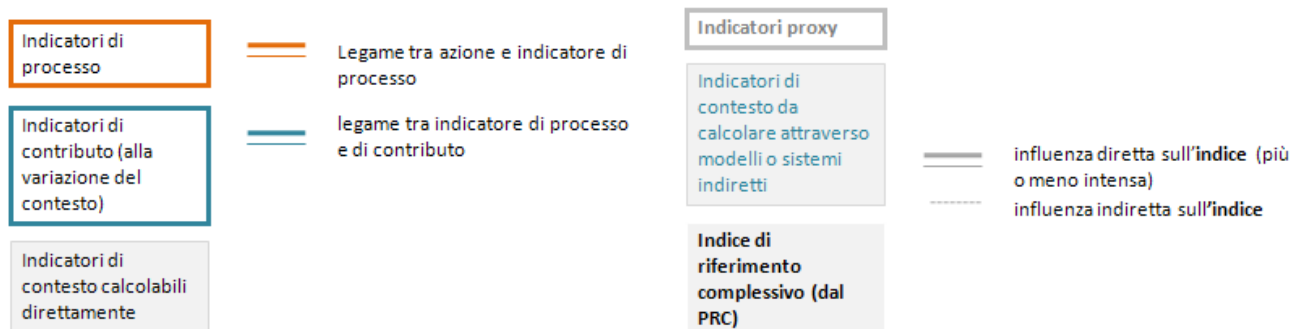
Fase 3. Identificazione degli effetti ambientali

Grafi per la valutazione degli effetti attesi

Si propongono, nelle figure seguenti, i grafi elaborati per il monitoraggio dell'erosione costiera nel PRC. A sinistra sono rappresentate le azioni da monitorare (di PRC, PCC e PUG); procedendo verso destra si incontrano gli effetti diretti (arancio), quelli indiretti (azzurro), che confluiscono sull'obiettivo di riferimento (grigio). Ai nodi e agli archi sono associate le seguenti informazioni:

- in rosso, gli elementi di scenario (dinamiche esterne alle azioni dei piani oggetto di monitoraggio) che influiscono sugli effetti descritti e che quindi devono essere tenuti sotto controllo;
- in grigio, i nodi che possono essere trascurati perché esulano dal campo di indagine attuale, ma sono importanti per dare l'idea della complessità delle relazioni esistenti (es. catene di effetti su altre componenti ambientali, azioni di piani diversi da quelli in monitoraggio, ...)
- in grassetto, gli archi che descrivono le relazioni causa – effetto più significative; ciò introduce una sorta di “gerarchia” fra le azioni e i relativi effetti.

LEGENDA PER LA LETTURA DEL GRAFO



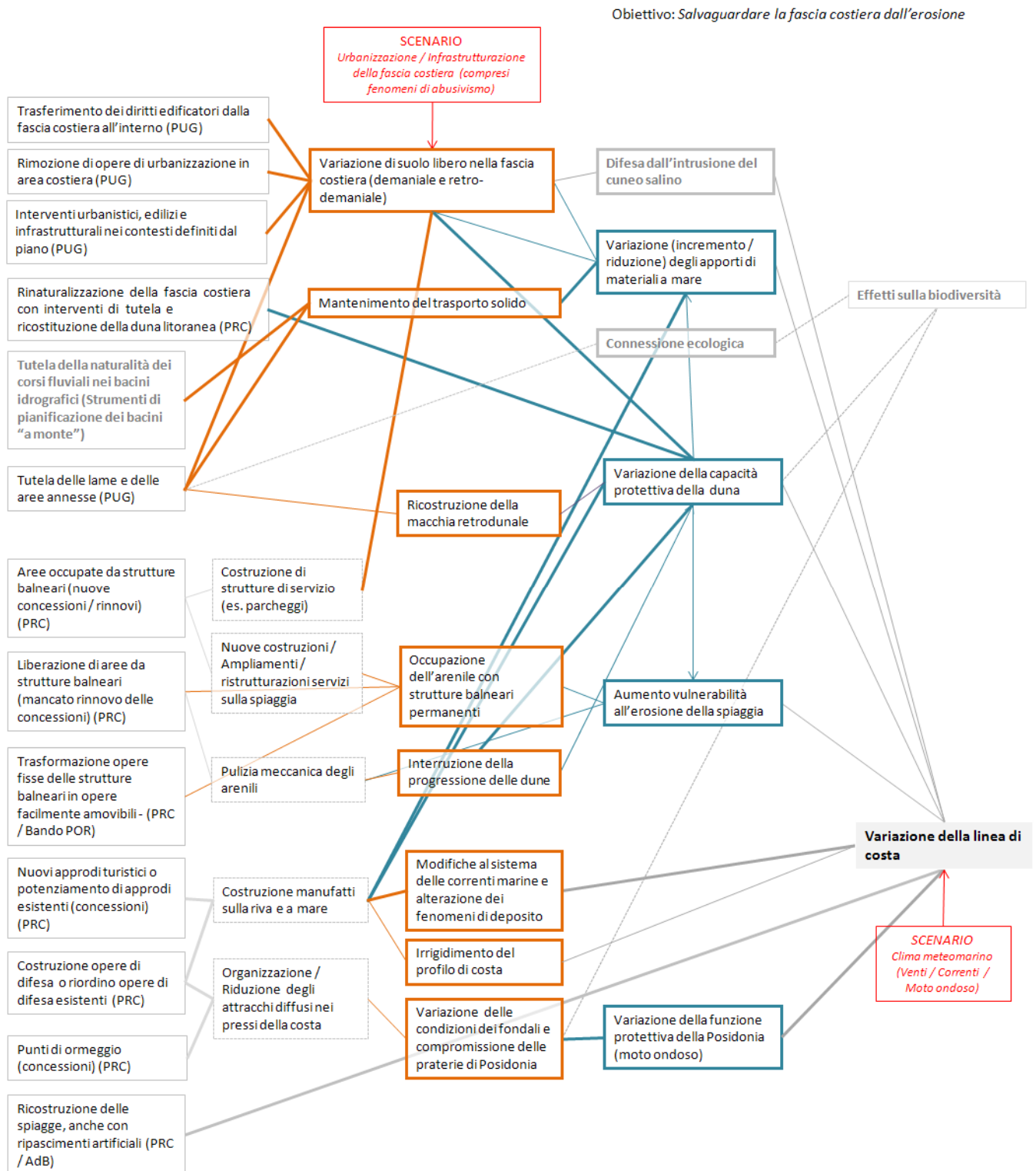


Figura 3: Grafo degli effetti ambientali sull'obiettivo "Salvaguardare la fascia costiera dall'erosione".

In questa rappresentazione, si evidenziano anche qualitativamente i contributi delle singole tipologie di intervento dei diversi piani al raggiungimento dell'obiettivo di sostenibilità "Salvaguardare la fascia costiera dall'erosione". In questo modo è possibile evidenziare quali azioni abbiano un effetto diretto sull'obiettivo e quali possano essere ad esso correlate attraverso diversi passaggi, traducibili come diverse tipologie di effetto (positivo/negativo, desiderato/indesiderato, a breve/medio o lungo termine).

In via esemplificativa, si propone di seguito la lettura degli effetti indotti sull'obiettivo di sostenibilità da parte di due azioni:

- per il PUG la "Rimozione di opere di urbanizzazione in area costiera", che consiste nella liberazione di suoli da copertura di asfalto o da altri manufatti e infrastrutture;
- per il PRC/PCC, le "Concessioni per nuovi approdi turistici o per il potenziamento di approdi esistenti", azione che prevede la realizzazione o il potenziamento di strutture amovibili ed inamovibili realizzate con opere a terra e a mare allo scopo di servire la nautica da diporto;

Analizzando il grafo rappresentato in Figura 3, si evidenzia come la prima azione "Rimozione delle opere di urbanizzazione in area costiera" produca un aumento del suolo libero e come questo sia un effetto di tipo diretto.

Incidono sulla variazione del suolo libero diverse altre azioni, sia del PUG che del PRC/PCC, come dimostrano gli archi in entrata da sinistra nel nodo relativo. Questa lettura segnala pertanto la necessità di monitorare l'effetto cumulativo indotto da tutte le azioni che vi impattano e cioè: rimozione delle opere di urbanizzazione; trasferimento dei diritti edificatori; interventi urbanistici e infrastrutturali nei contesti definiti dal PUG; costruzione di strutture di servizio alle concessioni rilasciate da parte del PRC/PCC.

A sua volta, la variazione del suolo libero induce potenzialmente altri effetti, più o meno diretti, che riguardano, ad esempio:

- l'incremento o la diminuzione della potenzialità di ricarica della falda acquifera, con una conseguente variazione dell'equilibrio idrogeologico del territorio, che potrebbe contribuire a rafforzare / indebolire fenomeni come il cuneo salino;
- la variazione della capacità protettiva della duna, qualora la liberazione di suolo avvenga in area di duna o nelle sue prossimità (la presenza di suolo libero migliora la capacità di rigenerazione della duna, massimizzando così il suo ruolo di protezione dalle dinamiche erosive e agendo sulla diminuzione della vulnerabilità della spiaggia);
- la variazione degli apporti di materiale a mare (gli apporti di materiali in presenza di costa naturale sono generalmente superiori rispetto a quelli derivanti dalla costa artificializzata).

I meccanismi descritti qualificano anche le modalità con cui gli effetti indotti dalle azioni prese in esame influenzano, più o meno direttamente, l'obiettivo di sostenibilità, descritto dalla "variazione della linea di costa".

Sempre nel medesimo grafo, la seconda azione presa in considerazione, relativa alle Concessioni per nuovi approdi turistici o per il potenziamento di approdi esistenti produce un effetto diretto di alterazione del profilo di costa, con conseguente effetto potenziale sulla diminuzione degli apporti di materiale a mare e/o, nel caso interferisca con la duna (evento che dovrebbe essere vietato dal PRC), con la sua funzione protettiva. Parallelamente, la costruzione delle opere a mare potrebbe comportare la modifica delle correnti marine con conseguente alterazione dei fenomeni di deposito. Questi tre effetti influenzano direttamente la variazione della linea di costa.

Ulteriore effetto indotto dalle opere a mare è rappresentato dalla potenziale interferenza (diretta o relativa alle rotte dei natanti) con le praterie di Posidonia, con conseguente alterazione della loro funzione protettiva nei confronti del moto ondoso che contribuisce notevolmente alle dinamiche erosive.

Fase 4. Costruzione degli indicatori di processo e di contributo

Dalla valutazione degli effetti attesi alla definizione del contributo del piano alla variazione del contesto: l'uso dei grafi

Gli schemi che seguono (Figura 4) forniscono una lettura delle relazioni tra gli indicatori selezionati attraverso lo sviluppo dello strumento del grafo e sono stati sviluppati per il monitoraggio integrato del PRC. Essi propongono una rilettura delle relazioni causa/effetto già individuate, supportando in particolare la verifica della funzionalità di ciascun indicatore rispetto alla valutazione del contributo complessivo degli strumenti all'obiettivo in esame. La criticità all'erosione è stata scelta come riferimento complessivo di tutte le azioni in quanto principale "verificatore" del raggiungimento dell'obiettivo di salvaguardia dall'erosione costiera, nonché descrittore della dinamica di riferimento utilizzata nella valutazione degli effetti (variazione della linea di costa e variazione del livello di degrado delle fasce costiere).

In analogia con la terminologia e la grafica utilizzata per la valutazione degli effetti potenziali, in questo schema ad ogni azione è correlato uno o più indicatori (di contributo o di processo ove necessario). A loro volta, gli indicatori di piano sono correlati ad uno o più indicatori di contesto (le modalità di correlazione sono specificate nelle tabelle seguenti). Questi infine influenzano direttamente o indirettamente l'indice di riferimento del PRC, la criticità all'erosione.

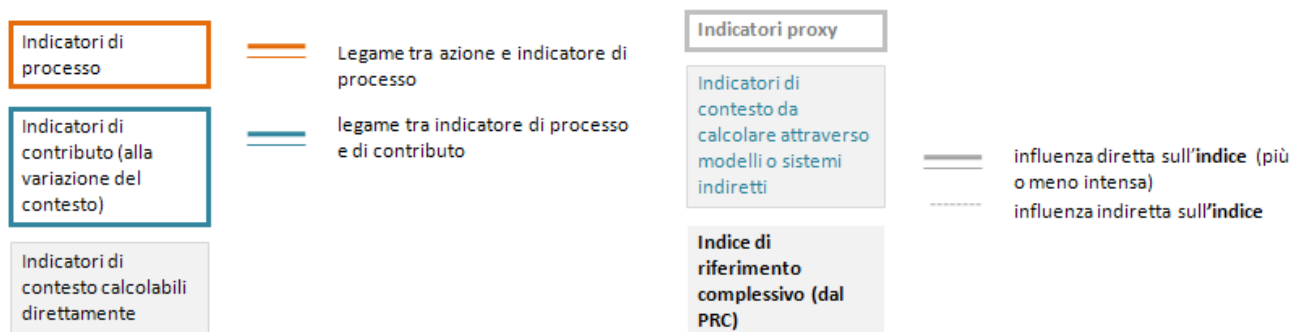
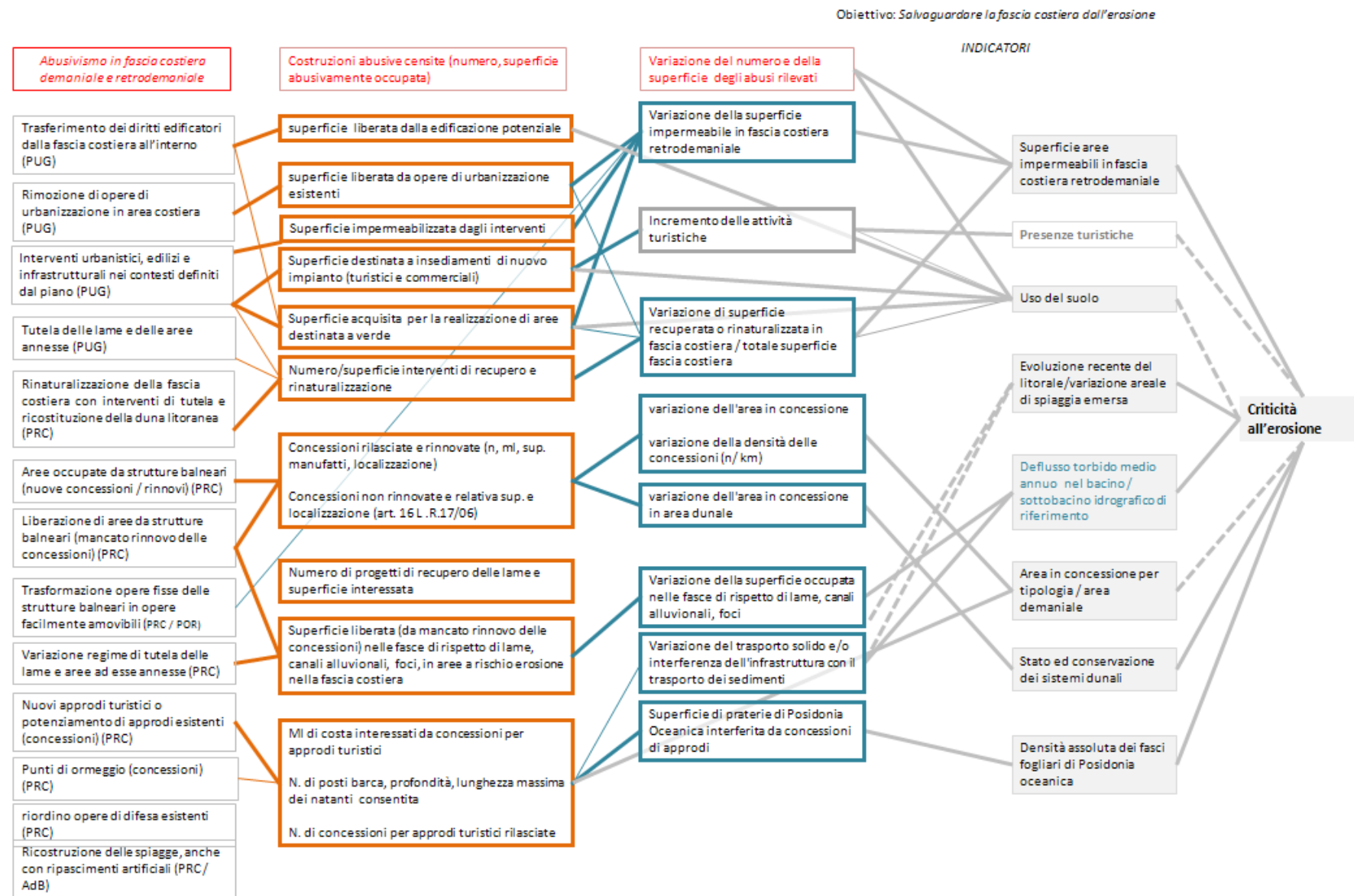
LEGENDA PER LA LETTURA DEL GRAFO

Figura 4: Relazioni tra gli elementi per il monitoraggio dell'obiettivo "Salvaguardare la fascia costiera dall'erosione".



Riprendendo in via esemplificativa le azioni analizzate per la valutazione degli effetti (per il PUG la “Rimozione di opere di urbanizzazione in area costiera”; per il PRC/PCC, le “Concessioni per nuovi approdi turistici o per il potenziamento di approdi esistenti”), è possibile evidenziare la relazione tra l’identificazione degli effetti e la definizione degli indicatori di processo e contributo. Al contempo si rende necessario:

- verificare la popolabilità degli indicatori attraverso le informazioni che si rendono disponibili nel corso dell’attuazione o predisponendo strumenti idonei per la raccolta di informazioni ad hoc che si rendessero necessarie (integrazione dei documenti dell’attuazione, formulari, interviste, ecc),
- disegnare le modalità di raccolta e aggregazione delle informazioni sia in termini temporali (come anticipato nella descrizione delle tipologie di intervento) che organizzativi.

In generale, ove possibile è preferibile scegliere indicatori di processo e di contributo in grado di descrivere sinteticamente gli effetti indotti da diverse azioni per contenere il più possibile il numero di indicatori utilizzati. Ai fini del popolamento è necessario precisare che in questo caso per il PUG l’azione si iscrive nelle aree di origine di diritti edificatori da trasferire nei Contesti adiacenti; le superfici oggetto di rimozione vengono pertanto inizialmente stimate sulla base delle previsioni di piano. Nel corso della sua attuazione per l’ottenimento delle informazioni necessarie dovranno essere monitorati i piani urbanistici esecutivi ed eventuali accordi perequativi che disciplinano i trasferimenti.

Analizzando la correlazione dell’indicatore di processo, si evidenzia come questo partecipi alla stima di diversi indicatori di contributo, oltre che direttamente all’indicatore di contesto sull’uso del suolo, relativamente alla possibilità di modificare le destinazioni di uso dei suoli da urbanizzazioni ad altra classe di appartenenza. Gli indicatori di contributo connessi sono:

- la variazione della superficie impermeabile in fascia costiera retro demaniale
- la variazione della superficie recuperata o rinaturalizzata in fascia costiera

Le modalità di correlazione appaiono in entrambi i casi dirette, poiché si tratta di un bilancio di superfici. Nel primo caso, si considera la variazione la superficie impermeabilizzata sottratta dagli interventi di rimozione; nel secondo, si contabilizzano le superfici interessate da rimozione come interventi di recupero della fascia costiera. In quest’ultima ipotesi è necessario in fase di attuazione porre particolare attenzione alla possibilità di inserire nel calcolo soltanto le aree effettivamente sottoposte a recupero, poiché la loro liberazione da urbanizzazioni preesistenti non ne implica automaticamente la riqualificazione, sebbene lo lasci supporre. Entrambi gli indicatori di contributo si correlano all’indicatore di contesto che misura la superficie impermeabile in fascia costiera retro demaniale, a sua volta direttamente connesso all’indice di riferimento sulla criticità all’erosione. I due livelli di connessione possono essere esemplificati come segue:

1. connessione tra indicatori di contributo e indicatore di contesto. Si sostanzia in questo caso nel contributo che la diminuzione delle superfici impermeabili indotta dalle azioni di piano riveste nel bilancio complessivo sulle superfici impermeabilizzate. Il senso è dunque la verifica di quanto la rimozione delle opere di urbanizzazione stia influenzando sulle dinamiche comunali complessive.
2. relazione tra l’indicatore di contesto e l’indice di riferimento. Si esprime in questo caso in maniera qualitativa. Tra gli indicatori che il PRC definisce come componenti dell’indice non è infatti contenuto il dato sulle superfici impermeabili; è però indubbio l’effetto che questo riveste su alcune dinamiche connesse all’erosione (ad esempio interferendo con il trasporto di sedimenti a mare).

Si riporta in seguito la scheda delle metainformazioni degli indicatori di processo e contributo *“Superficie destinata a insediamenti turistici di nuovo impianto (nella fascia costiera retrodemaniale)”* e *“Variazione dell’area in concessione”*.

Nome indicatore	Superficie destinata a insediamenti turistici di nuovo impianto (nella fascia costiera retrodemaniale)
Descrizione	L’indicatore misura le aree in fascia costiera retro demaniale che verranno occupate da nuova edificazione a scopo turistico. Il PUG di Monopoli prevede infatti un’area da includere nei “Contesti per insediamenti turistici di nuovo impianto” a ridosso della fascia costiera.
Area tematica/questione ambientale	Suolo
Tipologia di indicatore:	<input type="checkbox"/> Indicatore di contesto <input checked="" type="checkbox"/> Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Unità di misura	Mq
Disaggregazione spaziale	Essendo un indicatore di processo, il dato è disponibile a livello sub comunale (di singolo intervento) e deve essere poi riaggregato alle diverse scale di utilizzo.
Copertura temporale	l’indicatore di processo segue l’attuazione del piano, ne recepisce dunque anche la durata
Periodicità di aggiornamento dell’indicatore	l’indicatore viene aggiornato in continuo seguendo i diversi stadi di pianificazione esecutiva, progettazione e realizzazione degli interventi Le informazioni devono essere richieste in quattro fasi successive: 1. nell’ambito della elaborazione dello schema di assetto 2. in fase di redazione dei singoli PUE (primo step di verifica) 3. in fase di realizzazione degli interventi attraverso i procedimenti autorizzativi 4. in fase di esercizio con la relazione di fine lavori
Metodologia di elaborazione	Si definisce attraverso la somma delle superfici occupate da nuova edificazione nella fascia costiera retro demaniale, ovvero a discrezione dei diversi comuni, almeno nei 300 retrostanti la linea di costa. Questa è la fascia minima per cui i comuni sono tenuti a trasmettere dati di contesto al sistema informativo regionale. Ciascun comune è libero di ampliare la fascia da considerare. L’ipotesi per il PUG di Monopoli, e per questo indicatore, è che la fascia possa essere ampliata a ricomprendere tutta l’area compresa tra la linea di costa e la litoranea.
Comparabilità nel tempo	-
Tipo di rappresentazione dell’indicatore	dato alfanumerico e attraverso mappe.
Fonte dell’indicatore	documenti di pianificazione attuativa (PUE e schemi di assetto); permessi di costruire; DIA, richieste Autorizzazioni Paesaggistiche, Valutazioni di Incidenza
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	-
Limitazioni dell’indicatore	La difficoltà principale risiede nella necessità di organizzare la raccolta delle informazioni per via del differimento nel tempo della realizzazione dei diversi interventi.
Metodologia di raccolta dei dati	Informazioni dedotte dai documenti di attuazione, di progetto, di autorizzazione e di valutazione
Formato e supporto informatico dei dati	- Office - Shape file
Fonte dei dati	Comune di Monopoli
Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Deve essere organizzata l’extrapolazione delle informazioni necessarie al popolamento in ciascuna delle 4 fasi identificate (responsabilità, modalità di

	estrapolazione e restituzione)
--	--------------------------------

Nome indicatore	Variatione dell'area in concessione
Descrizione	L'indicatore misura il contributo dei PCC (e del PRC) alla riorganizzazione del regime concessorio e alla conseguente liberazione di aree demaniali . incide direttamente sulla densità delle concessioni e sulla percentuale di spiaggia concessa sul totale dell'area demaniale. E' correlato inoltre alla potenziale variazione areale della spiaggia emersa e si riflette sulla criticità all'erosione in generale
Area tematica/questione ambientale	Suolo
Tipologia di indicatore	<input type="checkbox"/> Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo <input checked="" type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Unità di misura	Mq, %
Disaggregazione spaziale	il dato è territorializzato e dunque disponibile a livello sub comunale
Copertura temporale	La data di riferimento per il calcolo della variazione è quella di trasmissione del PCC all'Ufficio regionale per il demanio marittimo
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Il regime delle concessioni dura sei anni. È comunque ipotizzabile un aggiornamento in continuo del dato di base grazie all'utilizzo del sistema informativo regionale e del demanio marittimo che potrebbe suggerire un popolamento dell'indicatore annuale o biennale, ad apertura stagione.
Metodologia di elaborazione	L'indicatore misura ad intervalli di tempo prefissati, la variazione delle superfici concesse in area demaniale. Il parametro di riferimento è il dato relativo alle concessioni demaniali alla data di redazione del PCC, ovvero l'individuazione grafica e il calcolo complessivo delle aree demaniali in concessione. Le informazioni disponibili consentirebbero anche la suddivisione e mappatura del dato per tipologia di concessione
Comparabilità nel tempo	-
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Dato alfanumerico e mappa (l'indicatore raccoglie le informazioni cartografiche relative a ciascuna richiesta di concessione/variazione/rinnovo della concessione)
Fonte dell'indicatore	Si popola facilmente dalle richieste di concessione/rinnovo/variazione e dai dati complessivi contenuti nel S.I.D (sistema informativo del demanio marittimo).
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	-
Limitazioni dell'indicatore	L'unica difficoltà di popolamento potrebbe essere relativa alla mancata operatività del sistema informativo del demanio marittimo. Il sistema informativo regionale e in particolare l'Ufficio del demanio marittimo potrebbero comunque fornire le informazioni necessarie
Metodologia di raccolta dei dati	Il sistema informativo ha già definito protocolli per la raccolta delle istanze relative alle concessioni. Rimane da capire come estrapolare le informazioni necessarie (in questa fase il sistema non è accessibile)
Formato e supporto informatico dei dati	- Office - Shape file
Fonte dei dati	Contatti per informazioni ed assistenza tecnica del SID Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per i Porti - Div 4 Centro Operativo Nazionale del S.I.D. Viale dell'Arte, 16 - 00144 Roma (RM) Tel. 06/5908 4314 - orario: 9.30 - 13.30 fax. 06/5908 4487 email: consid@mit.gov.it In caso di mancato funzionamento del SID, il dato dovrebbe essere disponibile presso l'Ufficio Demanio Marittimo della Regione Puglia – verificare se e come questo lo metta a disposizione

Modalità di accesso ai dati	<p>Dato disponibile pubblicamente</p> <p><input type="checkbox"/> SI</p> <p>Il SID mette teoricamente a disposizione dei cittadini la propria banca dati (http://www.mit.gov.it/mit/site.php?p=cm&o=vd&id=1143) , ma risulta al momento inaccessibile.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p>Accesso possibile per i comuni e per l'Ufficio demanio marittimo (da verificare), eventuale reperimento attraverso l'ufficio regionale.</p>
-----------------------------	--

APPENDICE 2 IL MONITORAGGIO DEL PIANO STRUTTURALE DI COORDINAMENTO DEL PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI LAMEZIA TERME

Il caso studio inerente al Comune di Lamezia Terme ha riguardato la definizione del sistema di monitoraggio del Piano Strutturale Comunale (PSC), la cui redazione è stata avviata nel gennaio 2008, contestualmente a quella del Regolamento edilizio Urbanistico (l.r. n. 19/2002 e s.m.i.).

Il piano assume come strategia portante la perequazione urbanistica. La manovra perequativa, coinvolge un'ampia pluralità di piccole e medie proprietà fondiarie, si basa essenzialmente sul cosiddetto "trasferimento" di diritti edificatori, prevedendo ambiti ove si originano tali diritti, senza una loro possibilità di utilizzo nei siti medesimi (Parchi Urbani), e prevedendo congiuntamente altri ambiti, in cui si determinano diritti edificatori propri e si "ospitano" anche diritti maturati altrove.

Date e peculiarità di tale manovra, le attività di sperimentazione del monitoraggio ambientale sono state incentrate sulla componente suolo, in particolare sul tema del consumo del suolo. L'attiva partecipazione dell'amministrazione, ha consentito di concordare la definizione di un sistema di monitoraggio integrato tra piano e VAS che tenesse fortemente sotto controllo l'efficacia della manovra perequativa sia in sé che come strumento di contenimento del consumo di suolo. Si è giunti alla definizione di un sistema composto da due ambiti:

1. monitoraggio dell'efficacia della manovra perequativa e della funzionalità amministrativa del piano
2. monitoraggio degli effetti ambientali e del raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità /di piano

Mentre il primo ambito tiene sotto controllo principalmente la fase di pianificazione e programmazione degli interventi, con l'avvenuta approvazione degli strumenti perequativi e gli accordi previsti dal piano, il secondo segue l'intero arco dell'attuazione, fino alla fase di esercizio dei singoli interventi.

Le attività hanno seguito la successione delle proposte in questo documento per la costruzione del sistema di monitoraggio (sezione 2). Di seguito se ne sintetizzano gli esiti principali.

Obiettivi di sostenibilità e indicatori del contesto

Il sistema degli obiettivi di sostenibilità per la componente suolo è stato identificato relazionando direttamente gli obiettivi proposti dal Catalogo ISPRA-ARPA e approfondimenti territoriali rispetto al contesto e al quadro programmatico di riferimento. È stato dunque definito un insieme ristretto di obiettivi di sostenibilità, significativo e gestibile per il livello comunale. In seguito, ciascuno degli obiettivi di sostenibilità è stato correlato ad uno o più indicatori di contesto che ne consentissero la descrizione e la ricostruzione del trend. Il sistema obiettivi-indicatori per il monitoraggio del contesto è presentato in Tabella 3.

Tabella 3: Sistema obiettivi - indicatori di contesto proposti per il PSC del Comune di Lamezia Terme per la componente Suolo.

Suolo			
Obiettivo di sostenibilità generale: Migliorare la gestione ed evitare il sovrasfruttamento delle risorse naturali rinnovabili (suolo) - SSS			
Questione ambientale	Obiettivo di sostenibilità specifico	Obiettivo di sostenibilità per livello territoriale considerato	Indicatore di contesto
Gestione sostenibile delle foreste	Invertire la perdita di superficie forestale tramite la gestione Sostenibile delle Foreste (Sustainable Forest Management - SFM), la protezione, il restauro, l'afforestazione e la riforestazione ed aumentare l'impegno per prevenire la degradazione delle foreste - SSS	Buona conoscenza dello stato attuale del patrimonio boschivo e dell'utilizzo del suolo oltre che delle aree percorse dal fuoco anche per gli anni precedenti (obbligo di censimento tramite apposito catasto)	Superficie forestale per tipologia: stato e variazione
		Salvaguardia della rete viaria e di presidio territoriale (serbatoi idrici, vasche e bacini) deputata alla prevenzione spegnimento e l'evacuazione in caso di incendio	Superficie percorsa da incendi
Dissesto idrogeologico	Assicurare la tutela e il risanamento del suolo e sottosuolo, il risanamento idrogeologico del territorio tramite la prevenzione dei fenomeni di dissesto, la messa in sicurezza delle situazioni a rischio e la lotta alla desertificazione – Dlgs 152/2006	Naturalizzazione dei corsi d'acqua e creazione di fasce riparie naturali nei principali corsi d'acqua urbani, con progressiva rimozione degli interventi antropici a maggiore impatto	Percentuale di superficie a rischio idrogeologico
		Identificazione della franosità, della pericolosità idrogeologica, del rischio idrogeologico	
		Consolidamento dei versanti collinari interessati da movimenti franosi, con particolare riguardo ai versanti che gravano sulle infrastrutture e sugli abitati già censiti a rischio e/o oggetto di ordinanza di consolidamento e/o trasferimento	
Lotta alla desertificazione		Tutelare il suolo dai processi di erosione e desertificazione	Aree sensibili alla desertificazione
		Mitigare gli effetti delle inondazioni e delle siccità	
Contaminazione del suolo e delle acque	Ridurre la contaminazione del suolo e rischi che questa provoca – COM(2006)231		Siti contaminati
Qualità dei suoli Evoluzione fisica e biologica dei suoli	Lotta all'erosione, alla diminuzione di materia organica, alla compattazione, alla salinizzazione, agli smottamenti - COM(2006)231		Percentuale di carbonio organico (CO) presente negli orizzonti superficiali (30 cm) dei suoli
			Erosione idrica
			Numero di siti bonificati certificati

Questione ambientale	Obiettivo di sostenibilità specifico	Obiettivo di sostenibilità per livello territoriale considerato	Indicatore di contesto
acque	questa provoca – COM(2006)231		Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola
Consumo del suolo	Utilizzo razionale del suolo per limitare l'occupazione e impermeabilizzazione del suolo - COM(2006)231	Riqualificazione, rinnovamento e rifunzionalizzazione del tessuto edilizio urbano con particolare attenzione al recupero dei centri storici e minori	Numero servizi esistenti per tipologia
			Superficie adibita a servizi per tipologia
			Risorse patrimoniali pubbliche e private esistenti
		Riequilibrio territoriale ed urbanistico (Eliminare la dispersione urbana ed il conseguente consumo di suolo)	Superficie edificata
		Ridurre l'impermeabilizzazione del suolo	Uso del suolo
	Riorganizzazione e qualificazione del sistema urbano, esaltando la multipolarità e la multifunzionalità per soddisfare la richiesta di qualità espressa dalla popolazione residente	Superficie impermeabilizzata	
			Uso del suolo (banche dati comunali)
Erosione delle coste	Proteggere le coste dai fenomeni erosivi e le aree costiere dai fenomeni di subsidenza naturale ed antropica	Contenere il processo diffusivo con particolare riguardo agli ambiti costieri, completare e qualificare gli insediamenti esistenti.	Variazione areale di spiaggia emersa (dinamica litoranea)
		Migliorare la sicurezza ambientale, mediante anche adeguati piani di ripascimento nelle aree interessate da processi di erosione della costa.	
		Promuovere il recupero e la riqualificazione delle aree costiere compromesse	

Definizione delle modalità attuative dello strumento

In una seconda fase il sistema obiettivi di sostenibilità-indicatori è stato relazionato con gli obiettivi e le azioni di piano, come mostrato nella seguente tabella.

Tabella 4: Relazione tra gli obiettivi di sostenibilità e gli obiettivi e le azioni di piano.

OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ per il livello territoriale considerato	OBIETTIVO DI PIANO CORRELATO PSC Lamezia Terme	AZIONI DI PIANO
<i>Utilizzo razionale del suolo per limitare l'occupazione e impermeabilizzazione del suolo</i>	<i>Valorizzazione del territorio</i>	<i>Interventi conformativi o convenzionati</i>
Riqualificazione, rinnovamento e rifunzionalizzazione urbana con particolare attenzione al recupero dei centri storici e minori	Applicazione di pratiche di perequazione urbanistica affiancate da premialità immobiliare	Titoli abilitativi coerenti con gli indici di PSC. Accordi preliminari di pianificazione che premiano il superamento degli indici di PSC Individuazione di suoli destinati a servizi di quartiere ed attrezzature, ai fini del riequilibrio territoriale ed urbanistico e della ricostruzione della forma urbis.
Riequilibrio territoriale ed urbanistico (Eliminare la dispersione urbana ed il conseguente consumo di suolo)	Mantenimento del valore del territorio all'interno di operazioni di trasformazione urbana	Negli interventi privati premialità per il superamento del coefficiente standard di impermeabilizzazione definito dalle norme. Negli interventi pubblici obbligatorietà al superamento degli standard di norma (per gli interventi pubblici è debole) AZIONI DI NUOVA TRASFORMAZIONE/OCCUPAZIONE SUOLO
Ridurre l'impermeabilizzazione del suolo		
Riorganizzazione e qualificazione del sistema urbano, esaltando la multipolarità e la multifunzionalità per soddisfare la richiesta di qualità espressa dalla popolazione residente	Valorizzazione delle aree strategiche in funzione dello sviluppo urbano e metropolitano (Città dei due mari)	Valorizzazione e promozione delle funzioni di eccellenza nel rispetto della sostenibilità e dell'utilizzo razionale di suolo. (Attività logistiche e fieristiche a Sant'Eufemia; Parco Termale nella collina del torrente Bagni; Cittadella dello Sport sulla Strada dei Due Mari; Attività produttive integrate nei siti strategici di Rotoli, di Via del Progresso e del "Rettifilo")

È stata successivamente esplicitata nel dettaglio la struttura dell'attuazione (fasi e strumenti previsti), in considerazione delle potenzialità di raccolta di informazioni per il monitoraggio.

Lo schema di Figura 5 propone una prima individuazione degli strumenti interessati dal monitoraggio e dalle fasi che lo contraddistinguono. È stato utilizzato come base di riferimento per la definizione della struttura e delle modalità di popolamento e funzionamento degli indicatori di processo e di contributo.

- monitoraggio della manovra perequativa e la funzionalità amministrativa del piano

fasì	strumenti	ambiti di applicazione	informazioni
programmazione/ pianificazione attuativa	Accordi perequativi Accordi preliminari	Sistemi territoriali in cui il piano prevede perequazione	Valuta la funzionalità dei processi perequativi (superfici perequate, superfici premiate, ecc) Tiene sotto controllo il funzionamento degli atti amministrativi del piano e della relativa tempistica (accordi firmati/accordi previsti).

- monitoraggio degli effetti e il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità (VAS e piano)

programmazione/ pianificazione attuativa	Accordi perequativi Accordi preliminari Piano dei servizi Piani urbanistici attuativi	Sistemi territoriali in cui il piano prevede perequazione Aree di riqualificazione urbanistica (tessuti abusivi)	Stima gli effetti indotti dalle previsioni dei diversi strumenti rispetto all'obiettivo e alla componente in esame . (Cfr SUOLO Nuova superficie edificata Aree liberate da rimozione immobili abusivi Tasferimenti di cubatura, ecc)
progettazione interventi	Permesso di costruire, superdia ecc. Scheda urbanistica Autorizzazioni ove necessarie	Sistemi territoriali in cui il piano prevede perequazione Aree di trasformazione minuta (interventi singoli) Aree e tessuti abusivi	Stima gli effetti indotti dalle previsioni dei singoli progetti rispetto all'obiettivo e alla componente in esame . Costituisce una verifica e un affinamento delle analisi della fase precedente
esercizio	Relazione fine lavori	Sistemi territoriali in cui il piano prevede perequazione Aree di trasformazione minuta (interventi singoli) Aree e tessuti abusivi	Stima gli effetti realmente indotti dalla realizzazione dei singoli progetti rispetto all'obiettivo e alla componente in esame . Costituisce una verifica finale degli effetti indotti dal piano

Figura 5: Individuazione degli strumenti di attuazione e prima individuazione di informazioni utili al monitoraggio

Costruzione degli indicatori di processo e di contributo

Il complesso degli elementi che costituiscono il sistema di monitoraggio integrato piano-VAS pe ril PSC sono riportati in Tabella 5), che esplicita anche la relazione tra indicatori di contributo e indicatori di contesto.

Per rendere evidente le modalità con cui gli indicatori possono modificarsi lungo il corso dell'attuazione sono state elaborate delle schede (di seguito) per ciascuno degli strumenti che concorrono all'attuazione del PSC. Esse sintetizzano tutte le informazioni necessariamente da dedurre da ciascuno di essi per consentire il popolamento degli indicatori per il monitoraggio del piano. Le schede contengono anche dei target, già definiti all'interno del PSC o da definire sulla base di scelte specifiche dell'amministrazione, rispetto ai quali misurare l'effettivo contributo del singolo strumento e del piano nel suo complesso. Contengono inoltre gli indicatori di processo e le relazioni tra ciascun indicatore di processo e gli indicatori di contributo complessivamente previsti.

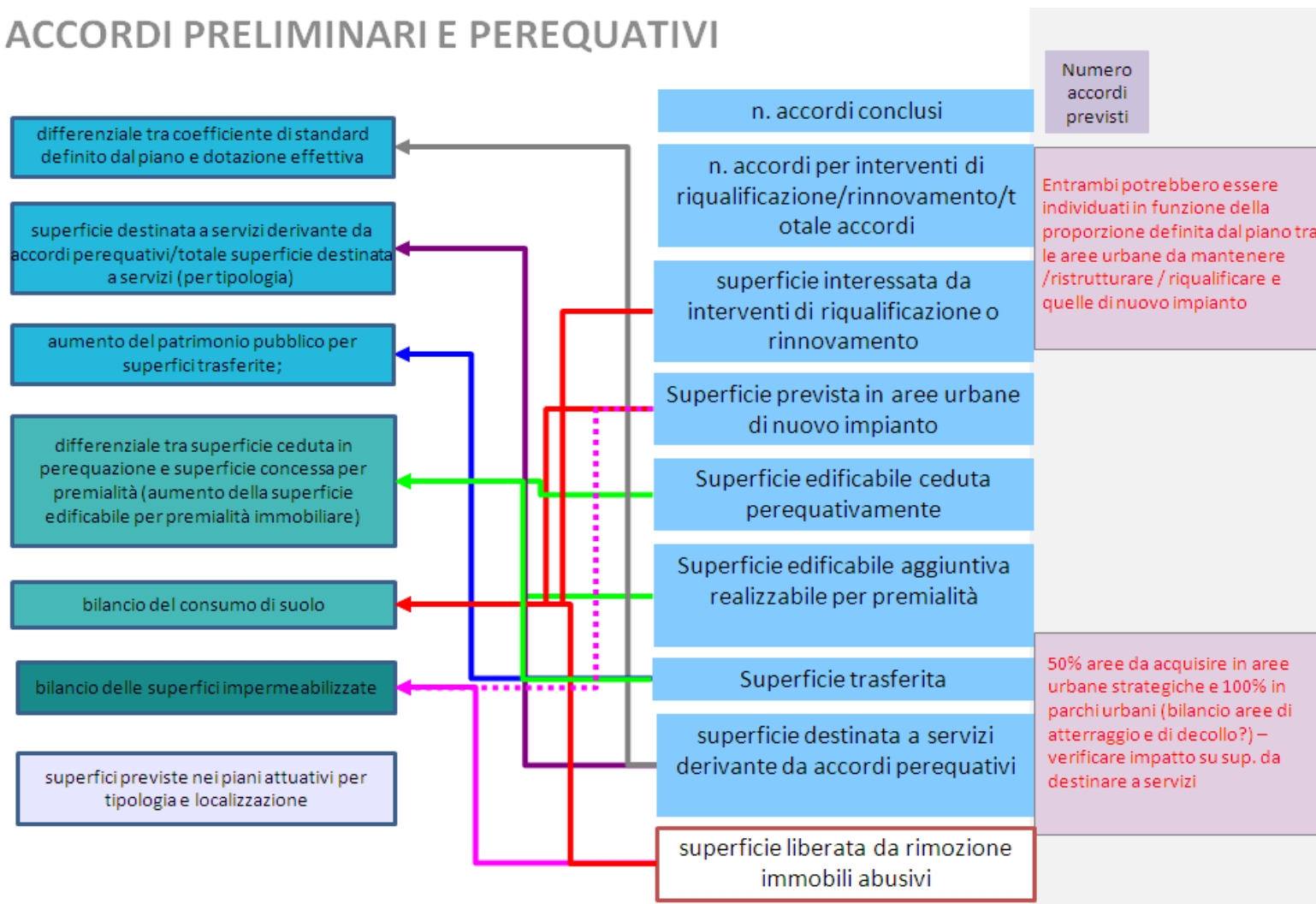
Tabella 5: Sistema di monitoraggio integrato per la tematica Consumo di Suolo del PSC.

OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ generale e per il livello territoriale considerato	OBIETTIVO DI PIANO CORRELATO PSC Lamezia Terme	AZIONI DI PIANO	Indicatori di contesto	Indicatori di contributo del PSC alla variazione del contesto	Verifica ex post indicatori di contesto (aggiornamento periodico – tiene conto anche dello scenario)
<i>Utilizzo razionale del suolo per limitare l'occupazione e impermeabilizzazione del suolo</i>	<i>Valorizzazione del territorio</i>	Interventi conformativi o convenzionati			
Riqualificazione, rinnovamento e rifunzionalizzazione urbana con particolare attenzione al recupero dei centri storici e minori	Applicazione di pratiche di perequazione urbanistica affiancate da premialità immobiliare	Titoli abilitativi coerenti con gli indici di PSC. Accordi preliminari di pianificazione che premiano il superamento degli indici di PSC	Numero servizi esistenti per tipologia	Differenziale tra coefficiente di standard definito dal piano e dotazione effettiva	Variazione del numero e della superficie destinata a servizi
		Individuazione di suoli destinati a servizi di quartiere ed attrezzature, ai fini del riequilibrio territoriale ed urbanistico e della ricostruzione della forma urbis.	Superficie adibita a servizi per tipologia	Superficie destinata a servizi derivante da accordi perequativi/totale superficie destinata a servizi (per tipologia)	
			Risorse patrimoniali pubbliche e private esistenti	Aumento del patrimonio pubblico per superfici trasferite	Variazione delle risorse patrimoniali pubbliche e private
Riequilibrio territoriale ed urbanistico (Eliminare la dispersione urbana ed il conseguente consumo di suolo)	Mantenimento del valore del territorio all'interno di operazioni di trasformazione urbana	Negli interventi privati premialità per il superamento del coefficiente standard di impermeabilizzazione definito dalle norme. Negli interventi pubblici obbligatorietà al superamento degli standard di norma (per gli interventi pubblici è debole)	Superficie edificata	Differenziale tra superficie ceduta in perequazione e superficie concessa per premialità (aumento della superficie edificabile per premialità immobiliare)	Variazione della superficie edificata
			Uso del suolo	Bilancio dell'occupazione di suolo (superfici complessivamente oggetto di intervento - superfici oggetto di interventi di riqualificazione/rinnovamento - superfici liberate da edificazione abusiva - superfici trasferite) in fase di progetto e di esercizio - diventa nuova superficie occupata	
Ridurre l'impermeabilizzazione del			superficie impermeabilizzata	bilancio superfici impermeabilizzate (nuove superfici impermeabilizzate-	Variazione della superficie impermeabilizzata

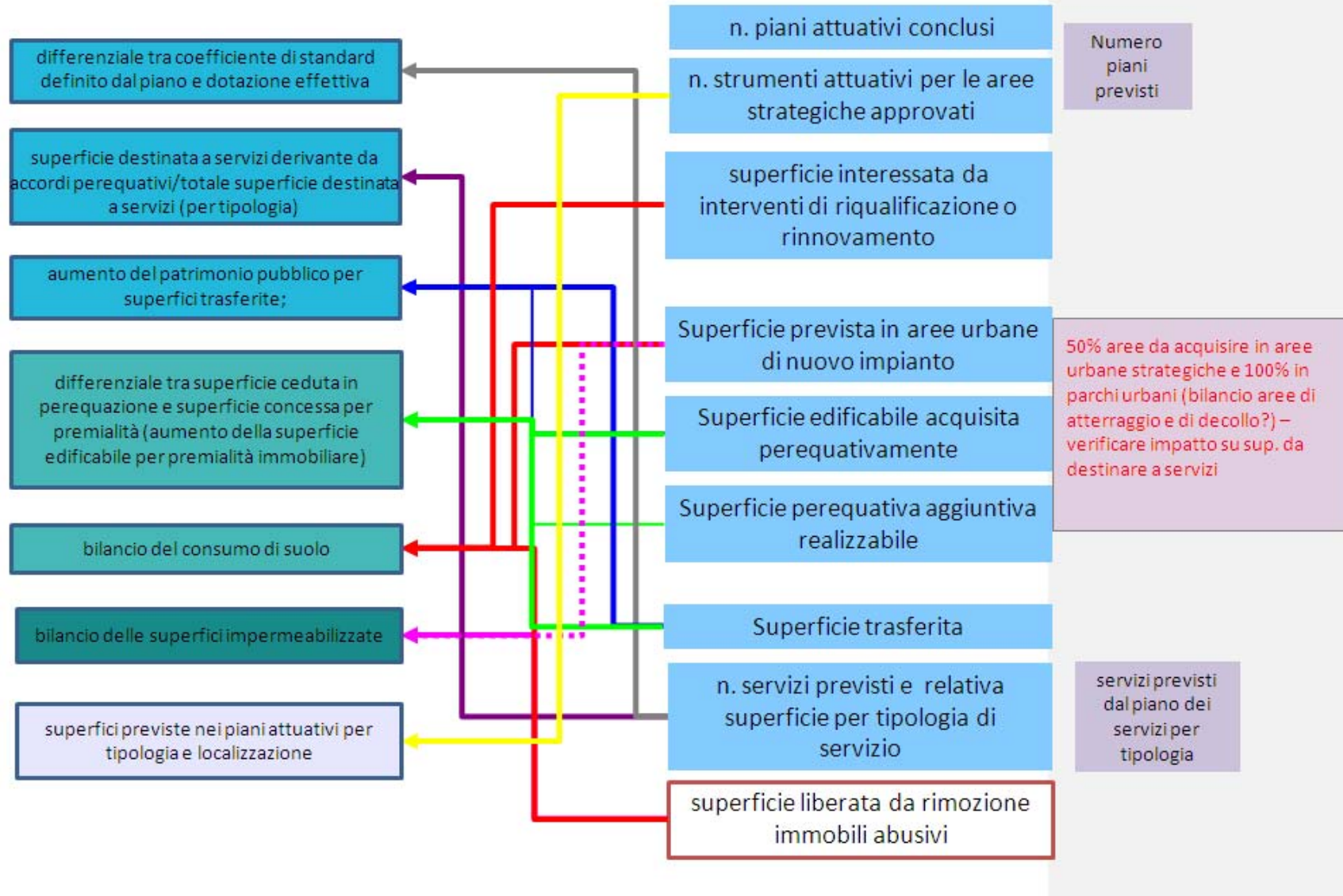
OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ generale e per il livello territoriale considerato	OBIETTIVO DI PIANO CORRELATO PSC Lamezia Terme	AZIONI DI PIANO	Indicatori di contesto	Indicatori di contributo del PSC alla variazione del contesto	Verifica ex post indicatori di contesto (aggiornamento periodico – tiene conto anche dello scenario)
<i>Utilizzo razionale del suolo per limitare l'occupazione e impermeabilizzazione del suolo</i>	<i>Valorizzazione del territorio</i>	Interventi conformativi o convenzionati			
Riorganizzazione e qualificazione del sistema urbano, esaltando la multipolarità e la multifunzionalità per soddisfare la richiesta di qualità espressa dalla popolazione residente	Valorizzazione delle aree strategiche in funzione dello sviluppo urbano e metropolitano (Città dei due mari)	Valorizzazione e promozione delle funzioni di eccellenza nel rispetto della sostenibilità e dell'utilizzo razionale di suolo. (Attività logistiche e fieristiche a Sant'Eufemia; Parco Termale nella collina del torrente Bagni; Cittadella dello Sport sulla Strada dei Due Mari; Attività produttive integrate nei siti strategici di Rotoli, di Via del Progresso e del "Rettifilo")	Uso del suolo (banche dati comunali)	Superfici previste nei piani attuativi per tipologia e localizzazione (superficie parchi urbani; superficie aree produttive; ecc)	Variazione dell'uso dei suoli

Figura 6: Schede per gli strumenti attuativi delle azioni di piano (accordi preliminari e perequativi, piani urbanistici attuativi, titoli abilitativi, scheda urbanistica, relazione di fine lavori) che contengono tutte le informazioni necessariamente da dedurre da ciascuno di essi per consentire il popolamento degli indicatori di piano.

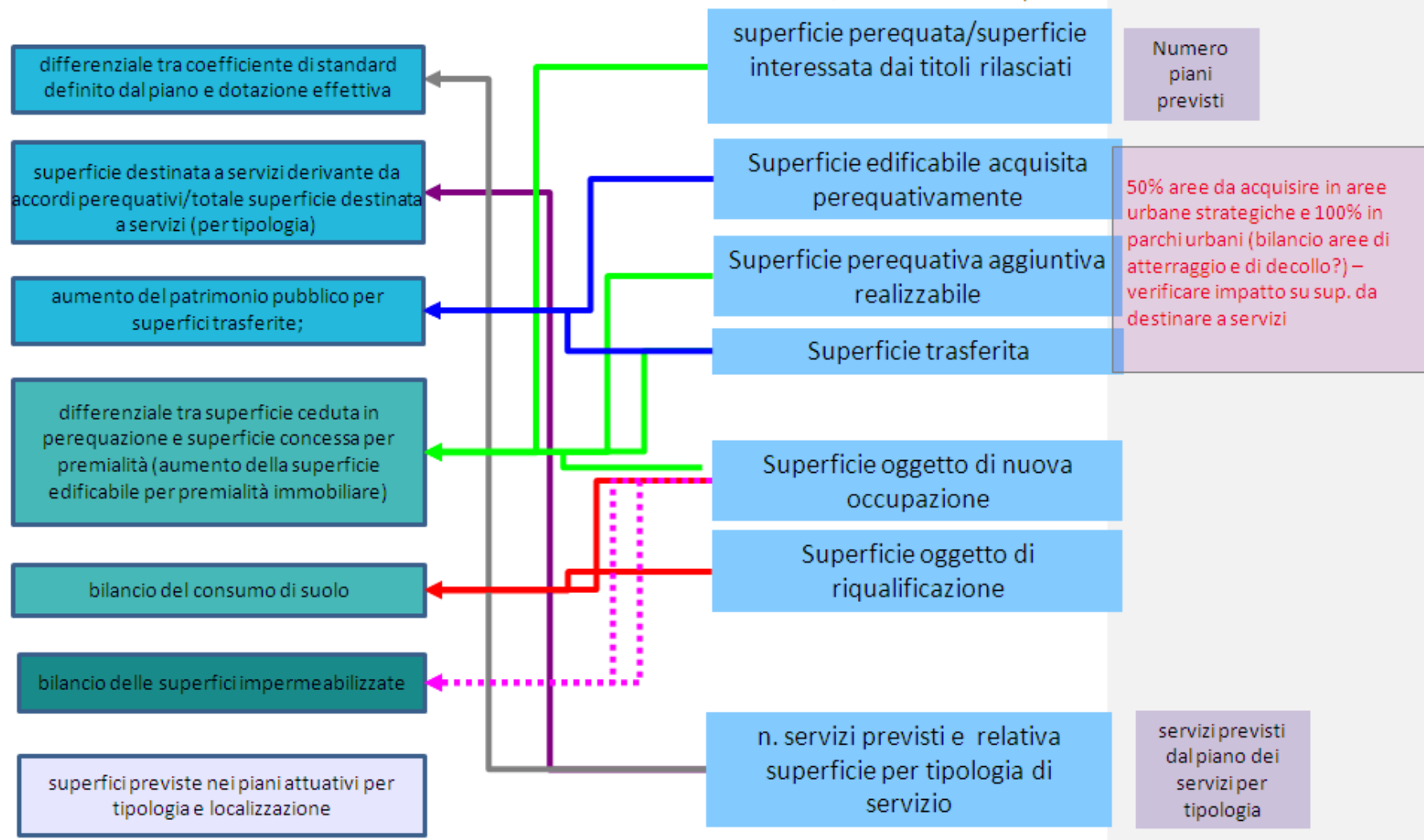
ACCORDI PRELIMINARI E PEREQUATIVI



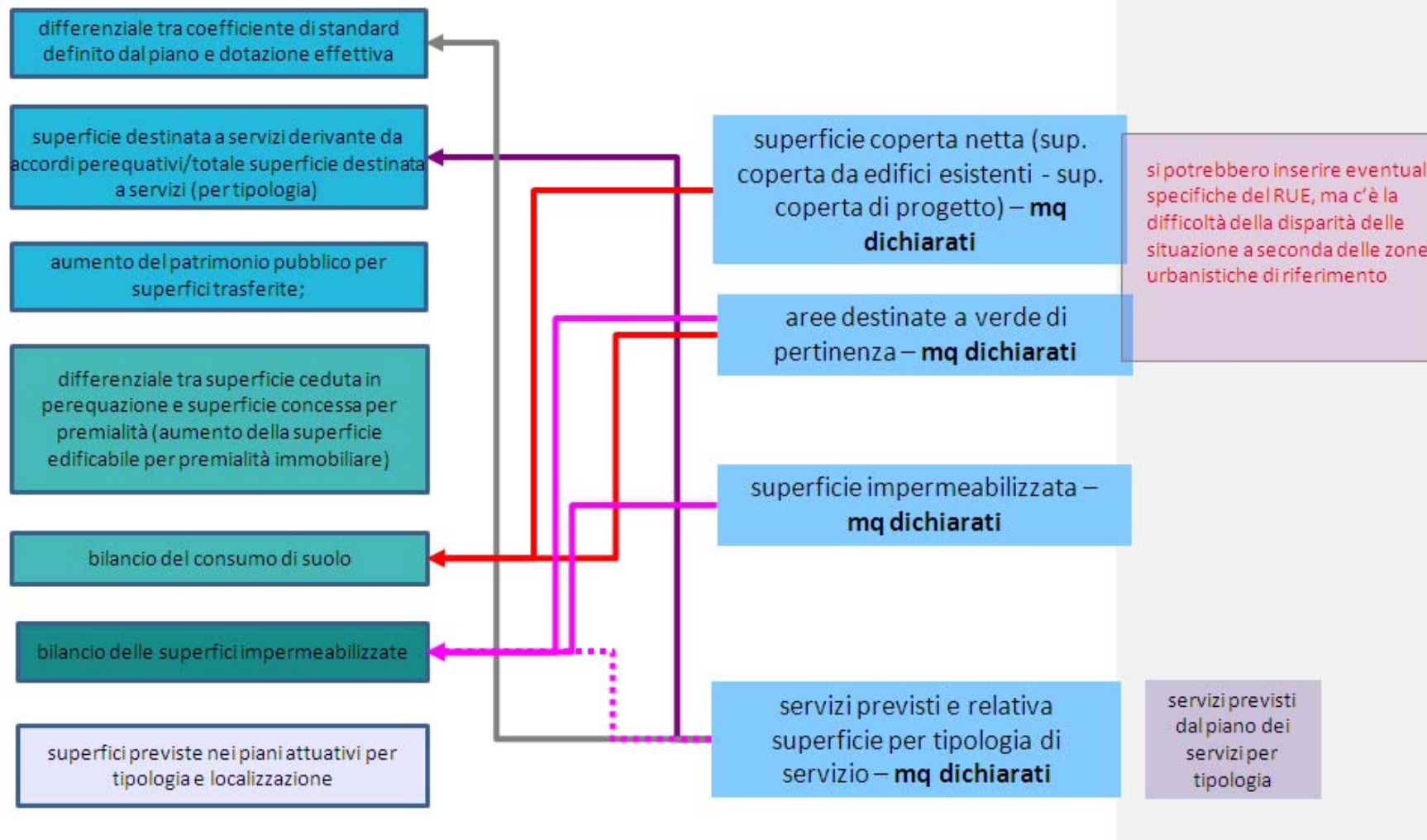
PIANI URBANISTICI ATTUATIVI



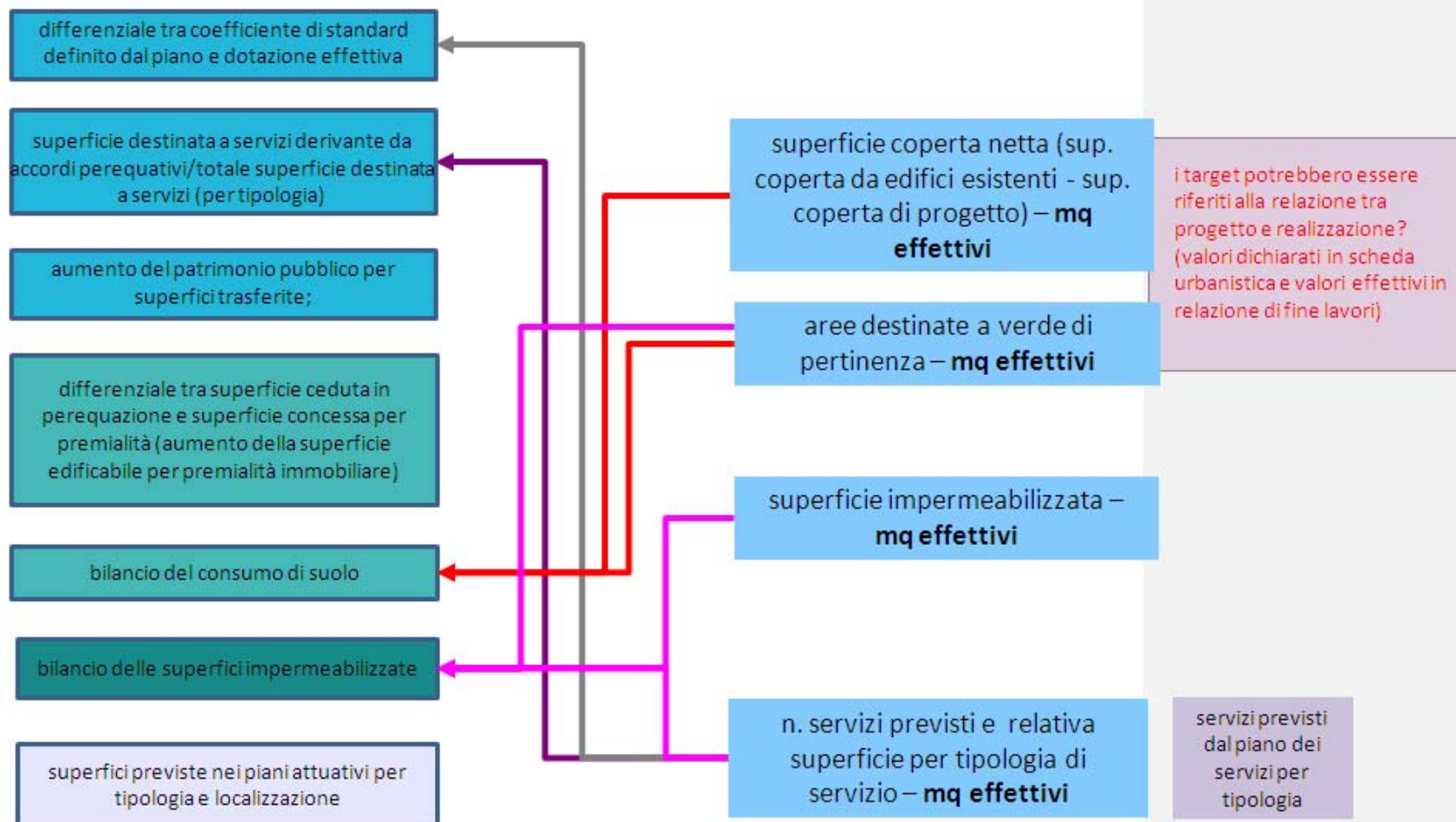
TITOLI ABILITATIVI



SCHEDA URBANISTICA



RELAZIONE DI FINE LAVORI



APPENDICE 3 BILANCIO DEI GAS SERRA

Questa appendice contiene approfondimenti relativi al monitoraggio dei gas serra trattato nel documento “Indicazioni per il monitoraggio nella VAS”. In particolare presenta, per la tipologia di azione “nuova edificazione” di un piano urbanistico, i moduli di calcolo per la stima delle emissioni/assorbimenti di gas serra, a partire dall’inserimento di dati fisici/realizzativi degli interventi. Il modulo di calcolo, a partire dall’individuazione delle fasi attuative e delle cause emmissive dell’azione, specifica tutte le informazioni da raccogliere e le operazioni da fare per la stima delle emissioni di gas serra per tutta l’attuazione del piano (fase di pianificazione, pianificazione attuativa, progettazione, esercizio). Un esempio numerico si sviluppa lungo tutta la trattazione con il tentativo di chiarire la metodologia proposta.

Per un monitoraggio complessivo dell’andamento del piano, e per completare il bilancio dei gas serra, la metodologia proposta deve essere estesa alle altre tipologie di intervento del piano che generano emissioni o assorbimenti (tra cui: realizzazione di infrastrutture, realizzazione di aree a verde, interventi di riqualificazione edilizia, etc.).

1. Moduli di stima per la tipologia di azione “nuova edificazione”

La tipologia di azione “nuova edificazione” considera gli “edifici civili”, cioè edifici residenziali, edifici adibiti ad albergo, pensioni e attività similari, edifici adibiti a ufficio, etc. I moduli, in particolare, si concentrano sugli edifici di tipo residenziale, dando comunque qualche spunto per l’applicazione alle altre tipologie.

Al fine di rendere il documento il più pratico e applicativo possibile si è deciso di prendere come riferimento la realtà lombarda, in particolare per ciò che riguarda le norme regionali vigenti. Tuttavia questo non impedisce di adattarne i contenuti, con le opportune modifiche, a qualsiasi realtà regionale.

FASI ATTUATIVE DELL’INTERVENTO

L’iniziativa per la realizzazione di edifici è nella maggior parte privata e, in alcuni casi, pubblica (di competenza e responsabilità del Comune, ad esempio per quanto riguarda alcune tipologie di *housing* sociale), in entrambi i casi, tuttavia, l’iter attuativo è simile. Il piano urbanistico comunale dà normalmente origine alle previsioni di nuove trasformazioni territoriali, che, in qualche caso, devono essere sottoposte a pianificazione attuativa. Per la realizzazione degli interventi di iniziativa privata, deve essere realizzato il progetto che, a seconda dei casi, è sottoposto a permesso di costruire o soggetto a Segnalazione Certificata di Inizio Attività (SCIA). Gli interventi di iniziativa pubblica hanno un iter attuativo stabilito dal Regolamento Edilizio che comprende in genere la redazione del progetto (preliminare, definitivo ed esecutivo) e seguente approvazione da parte degli organi comunali competenti, a cui segue l’appalto per la realizzazione dell’opera oppure la redazione del progetto preliminare da parte degli organi comunali, a cui segue l’appalto per la progettazione definitiva e realizzazione dell’opera. In entrambi i casi, una volta terminata la costruzione, vi è la dichiarazione di fine lavori, cui può seguire, previo certificato di abitabilità, l’insediamento delle funzioni previste nell’edificio (residenza, terziario, ..).

Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali fasi attuative degli interventi edilizi, ipotizzate per un piano urbanistico “tipo”. I documenti e le fonti dei dati necessari al popolamento degli indicatori potranno differire a seconda delle normative regionali sul governo del territorio.

	FASE ATTUATIVA		DOCUMENTI FONTI DEI DATI
RAPPORTO AMBIENTALE	Pianificazione	Approvazione Piano Urbanistico	- Piano Urbanistico - Regolamento edilizio
MONITORAGGIO	Pianificazione attuativa	Presentazione del Piano Attuativo / Programmazione negoziata Firma della Convenzione	- Convenzione per il Piano Attuativo - Piano attuativo (Piano di Lottizzazione o Piano di Recupero) o Strumento di programmazione negoziata
	Progettazione	Presentazione domanda permesso di costruire / SCIA –rilascio permesso di costruire	- Per interventi di edilizia privata: Pratica edilizia (progetto e istruttoria comunale, compreso eventuale parere della commissione edilizia) - Per opere pubbliche dei comuni: bando di appalto progetto e relativa deliberazione di approvazione
	Realizzazione degli interventi	Dichiarazione fine lavori	- Certificazione energetica - Certificato di abitabilità
	Fase di “esercizio”	Insediamiento ed esercizio di nuovi residenti / funzioni	- Anagrafe - Fatturazione dei consumi (energetici, ..) - Campagne di monitoraggio specifiche

Nella trattazione che segue, per semplicità e per evitare ridondanze è stato scelto di considerare e articolare il modello in tre macro fasi attuative dell'azione di piano “nuova edificazione”:

- pianificazione e pianificazione attuativa;
- progettazione e realizzazione degli interventi;
- esercizio.

Come anticipato, qualora si volesse monitorare non un piano ma un progetto, ad esempio sottoposto a VIA e relativo monitoraggio, si passerebbe direttamente alle fasi di progettazione e realizzazione degli interventi e di esercizio.

CAUSE EMISSIVE PER LA TIPOLOGIA DI INTERVENTO

Per ciascuna delle fasi attuative descritte (pianificazione/progettazione e realizzazione/esercizio), saranno quindi stimate le emissioni dovute a: **Produzione** dei materiali, **Cantiere** ed **Utilizzo** degli edifici.

La valutazione delle emissioni dei **materiali** si riferisce ai materiali, necessari per la realizzazione dell'intervento, ovvero i materiali costituenti l'involucro, le opere accessorie e gli impianti. Di tutto il ciclo di vita si propone di tener conto delle fasi di produzione, trasporto e lavorazione in situ dei materiali; si suppone infatti che lo smaltimento, riciclo e riuso dei materiali non possano essere associati alla pianificazione comunale ma piuttosto agli utilizzatori finali delle opere e strutture realizzate.

Il cantiere comporta consumi energetici sia in termini di elettricità che di combustibile per le seguenti attività:

1. Trasporto materiali
2. Realizzazione dello scavo
3. Smaltimento del terreno
4. Lavorazione in situ dei materiali
5. Costruzione del manufatto

L' **utilizzo** dell'edificio comporta consumo di energia, quindi emissioni climalteranti, per le necessità degli occupanti di mantenere una temperatura confortevole attraverso il riscaldamento in inverno e il raffrescamento in estate, di usufruire di acqua calda sanitaria in tutti i periodi dell'anno, di illuminare gli ambienti e di alimentazione di tutte le apparecchiature elettriche. Preponderante è il contributo emissivo dovuto alla climatizzazione, soprattutto invernale, e, in secondo luogo, alla produzione di acqua calda. Il raffrescamento può incidere o meno a seconda della zona climatica e degli andamenti delle temperature nei mesi più caldi. La modellizzazione per la stima delle emissioni sarà basata sui contenuti e le indicazioni fornite dalla normativa sulla certificazione energetica degli edifici e dai dati stessi riportati nella certificazione, che tutti gli edifici di nuova costruzione devono possedere. Sintetizzando, le sotto cause emissive considerate per la stima delle emissioni dovute all'utilizzo degli edifici sono:

1. Climatizzazione invernale (riscaldamento)
2. Produzione acqua calda sanitaria
3. Climatizzazione estiva (raffrescamento)
4. Illuminazione
5. Energia ausiliaria

IL MONITORAGGIO NELLE DIVERSE FASI DELL'ITER ATTUATIVO

Nella prima fase (Pianificazione e Pianificazione attuativa), si propone la stima delle emissioni per il Cantiere e l'Utilizzo dell'edificio, basate sui dati disponibili preliminarmente (quali ad esempio la superficie lorda pavimentabile dell'edificio, la volumetria, ...). In fase di pianificazione, la stima delle emissioni di gas serra relative ai Materiali appare, infatti, non percorribile poiché non sono generalmente noti i materiali da impiegare per la realizzazione dell'intervento. La stima di tale contributo diventa maggiormente significativa e possibile a partire dalla seconda fase (Progettazione e Realizzazione dell'intervento). Per la terza fase (Esercizio), invece, gli unici contributi emissivi stimati riguardano l'utilizzo dell'edificio.

Nella tabella seguente è riportata la sintesi delle cause emissive da monitorare nelle diverse fasi dell'iter attuativo.

		FASE ATTUATIVA		Cause emissive da monitorare
RAPPORTO AMBIENTALE	Pianificazione	Approvazione Piano Urbanistico		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cantiere (Stima dati) ❖ Utilizzo (Stima dati)
	Pianificazione attuativa	Presentazione del Piano Attuativo / Programmazione negoziata Firma della Convenzione		
MONITORAGGIO	Progettazione	Presentazione domanda permesso di costruire / SCIA –rilascio permesso di costruire		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Produzione dei materiali (Stima dati) ❖ Cantiere (Stima / Rilevazione dati) ❖ Utilizzo (Stima dati)
	Realizzazione degli interventi	Dichiarazione fine lavori		
	Fase di "esercizio"	Insediamento ed esercizio di nuovi residenti / funzioni		

Considerando un piano urbanistico comunale, il monitoraggio delle emissioni dovute agli interventi edilizi del Comune in un dato momento sarà determinato dalla somma delle emissioni previste per gli interventi per i quali è stato avviato l'iter attuativo (piano attuativo), di quelle previste per gli interventi in fase di realizzazione (es. per cui è stato rilasciato il permesso di costruire), di quelle derivanti dagli interventi già conclusi e in fase di esercizio (edifici abitati o destinati ad altri usi).

Come già sottolineato, le emissioni stimate hanno un grado di accuratezza maggiore via via che l'intervento avanza nell'iter attuativo, riducendo i propri margini decisionali (dimensioni e tipologia di unità abitativa, tecnologie, materiali utilizzati nella costruzione, ...).

Di seguito viene presentato il dettaglio del modello per la stima delle emissioni, organizzato per le macro – fasi dell'iter attuativo identificate. Al termine di ogni sezione corrispondente ad una fase dell'iter, sono riportate due tabelle: la prima contiene gli indicatori necessari, con relativa unità di misura, momento attuativo in cui devono essere aggiornati e la fonte dei dati; la seconda contiene i parametri numerici necessari per l'implementazione del modello. Al fine di rendere più chiara l'applicazione del modello alla fine di ogni fase verrà proposto un esempio applicativo relativo ad un intervento edilizio previsto dal piano urbanistico (Piano del Governo del Territorio - PGT) del Comune di XYZ in Regione Lombardia.

ESEMPIO – Dati iniziali

Il Piano del Governo del Territorio (PGT) del Comune lombardo di XYZ prevede la realizzazione di un complesso residenziale, di iniziativa privata, composto da 10 palazzine uguali ad alta performance energetica; ogni palazzina avrà i seguenti requisiti di massima:

- Superficie Coperta = 500 m² a palazzina
- SLP insediabile = 1.000 m² a palazzina
- SLP standard pro-capite = 40 m²/ab
- N piani = 2
- Classe energetica prevista = alta (A o A+)
- Vita utile = 30 anni

Il complesso residenziale sarà servito dalla rete di teleriscaldamento alimentata a rifiuti già presente nel Comune di XYZ. Nel seguito si stimeranno le emissioni di gas serra imputabili alla realizzazione di una palazzina. La stima sarà affinata con i dati di progetto che si renderanno via via disponibili in corrispondenza di ogni fase attuativa prevista per l'intervento.

Ipotizziamo che il piano sia stato approvato nel 2008, e che nel 2009 si sia realizzato il piano attuativo e la progettazione del complesso residenziale. Il termine dei lavori si collochi ad inizio 2010; a fine del 2010 la palazzina sia abitata solo per la metà degli appartamenti, ovvero da 3 famiglie, e da inizio 2011 sia completamente occupata da 6 famiglie.

L'esempio di monitoraggio tratterà il periodo 2008-2011 (anche se il monitoraggio dovrà continuare per tutto il periodo di vita utile dell'edificio), in cui le fasi attuative dell'azione di piano relativo all'ambito di trasformazione in oggetto sono così distribuite:

Anno	2008				2009				2010				2011				...
Trimestre	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	...
	Pianificazione				Pianificazion e attuativa		Progetta zione		Realizzazione				Esercizio				...

Fase di pianificazione / pianificazione attuativa

La metodologia di stima, in particolare per la fase di pianificazione e per le pressioni relative a cantiere ed esercizio, è in parte ispirata al “*Modello semplificato di valutazione e contabilizzazione, dal punto di vista delle emissioni di CO₂, degli effetti delle politiche regionali sulla base del loro orientamento progettuale ed economico*”, finanziato da Regione Lombardia a CESTEC¹ (di seguito “Modello CESTEC”).

Il modello, per ora ancora in fase prototipale, permette di quantificare, per alcune categorie di intervento, tra cui la categoria Edilizia (ma anche infrastrutture per la mobilità e per la forestazione), le emissioni di gas serra in fase di cantiere e di esercizio a partire da semplici parametri progettuali o di costo. Il modello è tarato sul territorio della Regione Lombardia, tuttavia si potrebbe esplorare la possibilità di generalizzarne la metodologia e adattarla ad altri territori regionali.

❖ Cantiere

Nella fase di pianificazione, i dati noti potranno essere relativi alla superficie territoriale, la superficie coperta o la superficie lorda pavimentata. In assenza di ulteriori informazioni relative la tipologia di edificio, la qualità costruttiva ecc., la stima delle emissioni di gas serra potrà basarsi su dati medi di emissioni relative alla realizzazione di un edificio di tipo residenziale. In questa fase inoltre si potrebbe considerare che il cantiere per un edificio civile ha durata media di un anno.

1. Trasporto materiali / 2. Realizzazione dello scavo / 3. Smaltimento del terreno / 4. Lavorazione in situ dei materiali / 5. Costruzione del manufatto

La documentazione illustrativa del modello CESTEC riporta uno studio sulla attività di cantiere associata alla costruzione di strutture ricettive “standard” e “lusso” (da cui sono tratti la maggior parte dei dati presentati nel seguito). La prima categoria si riferisce ad una struttura media (tre stelle) con un indice di occupazione di 21 mq/persona e ad un’altezza di interpiano di 3,5 m; la seconda invece si riferisce ad una struttura classificata almeno a quattro stelle, con un indice di occupazione medio di 30 mq/persona. Vista la tradizione costruttiva dell’area lombarda, è stata ipotizzata la costruzione in calcestruzzo armato, pertanto i materiali impiegati per la costruzione dell’edificio risultano essere calcestruzzo (ottenuto da cemento, inerti e acqua d’impasto) e acciaio di armatura (tipicamente acciaio al carbonio in barre di diametri variabili). Poiché il fattore di occupazione medio per gli edifici residenziale può essere assimilato a 33 mq/ab, si ritiene che essi possano essere ricondotti, almeno per la tipologia costruttiva e la fase di cantiere, ad una struttura ricettiva “lusso”.

Le tabelle che seguono riportano gli impatti in termini di emissioni di gas serra, associati alla realizzazione di tali tipologie di strutture; essi sono stati definiti al variare del numero di piani ed alla tipologia di fondazione (plinti o platea), con una distanza del trasporto dei materiali in ingresso e in uscita dal cantiere fissata pari a 30 km con autocarri e 10 km con autobenpompa e sono riportati nelle tabelle che seguono:

Edificio “standard”	KgCO ₂ eq/mc edificio		KgCO ₂ eq/persona	
	Plinti	Platea	Plinti	Platea
1 piano	4,12	4,53	302,6	333,0
5 piani	2,18	2,27	160,5	166,6

¹ Il modello CESTEC è ancora in fase di elaborazione finale. A breve saranno note le specifiche tecniche, e le fonti bibliografiche, dei valori emissivi usati nel modello per la stima delle emissioni di gas climalteranti; in tal modo tali dati potranno essere valutati e ne potrà essere verificata o meno la validità generale e/o l’adattabilità a livello nazionale.

10 piani	1,95	1,99	143,3	146,4
15 piani	1,88	1,90	137,9	139,9

Edificio "lusso"	KgCO ₂ eq/mc edificio		KgCO ₂ eq/persona	
	Plinti	Platea	Plinti	Platea
1 piano	3,66	4,02	438,7	482,1
5 piani	1,96	2,04	235,8	244,5
10 piani	1,76	1,80	211,3	215,6
15 piani	1,70	1,72	203,6	206,5

La fondazione a "plinti" piuttosto che a "platea" incide in particolare sul materiale (cemento) impiegato per la realizzazione dell'intervento. In particolare la scelta di una o dell'altra tipologia dipende dalla sovrastruttura, quindi dal numero di piani e dall'estensione in pianta dell'edificio, ma soprattutto dalla tipologia di terreno sottostante. Infatti, nel caso di substrato roccioso e molto consistente, con buone caratteristiche meccaniche, si potrà preferire lo schema a plinti; viceversa in caso di terreni scarsi e soprattutto in presenza di falde superficiali sarà preferibile creare un vero e proprio strato di calcestruzzo armato a contatto con il terreno, secondo uno schema a platea. Viene da sé quindi che uno stesso edificio può avere la medesima sovrastruttura (quindi numero di piani) ma sistemi fondazionali differenti.

Infine la distanza considerata di 30 km con autocarri e 10 km con autobenpompata si ritiene ragionevole in caso di costruzioni civili con caratteristiche costruttive e materiali utilizzati nella media. In caso di edifici, che fanno eccezione a queste caratteristiche comuni, la stima emissiva in fase di cantiere necessiterà di maggiori approfondimenti da realizzare ad hoc.

Utilizzando i dati riportati nelle tabelle precedenti, la stima delle emissioni è data da:

$$EmissioniCO_2eq(kg) = Emission_specificheCO_2eq (kg / m^3) * Volumetria(m^3)$$

Dove la volumetria dell'edificio, nota la superficie coperta, può essere stimata come:

$$Volumetria (m^3) = Superficie coperta(m^2) * N_piani * Altezza piani(m)$$

Dove:

Superficie coperta (m²) = proiezione orizzontale degli edifici, a seconda dei casi può comprendere o meno gli elementi aggettanti come logge, balconi, pensiline, o gli elementi porticati o ancora i cavedi e le chiostrine.

Volumetria (m³) = volume lordo dell'edificio ovvero tutto ciò che è realizzabile fuori terra, nonché la parte di volume interrato eventualmente destinata a residenze, uffici o attività produttive.

Altezza piani (m) = altezza media dei piani di un edificio; ove non nota si può considerare un'altezza di interpiano pari a 3,3 m.

N_piani (m) = numero di piani di cui è composto l'edificio, considerando anche quelli interrati e mansardati se abitabili. Qualora non si conosca con esattezza il numero di piani si potrà far riferimento agli intervalli riportati in tabella: uguale a 1, compreso tra 1 e 5, compreso tra 5 e 10, compreso tra 10 e 15. Con l'accortezza, qualora si avesse un numero di piani intermedio, di considerare il dato relativo al numero di piani direttamente inferiore (ad esempio con 6-9 piani si considererà un edificio di 5 piani, con 11-14 piani un edificio di 10 piani e così via).

Il valore ottenuto dalla moltiplicazione delle emissioni specifiche per la volumetria dell'edificio potrà essere corretto per tener conto di caratteristiche peculiari degli interventi, che si traducono in modo semplice in fasi di cantiere più o meno onerose (in termini di tempo, materiale, lavorazioni, etc.).

Ad esempio la qualità energetica potrebbe essere tenuta in considerazione attraverso coefficienti moltiplicativi che distinguano edifici con alti requisiti energetici, con cantierizzazione più laboriosa in termini di materiali e tempi (si pensi ad esempio alle esigenze di isolamento tramite cappotto termico e così via) e requisiti energetici standard. La qualità energetica potrebbe allora essere espressa in termini di classificazione energetica prevista per l'edificio: alle classi A e A+ potrebbe essere associato un valore *ottimo* di qualità energetica, alla classe B un valore *medio*, alla classe C un valore *standard*. I coefficienti moltiplicativi da associare alle classi potranno essere ad esempio: 1,2; 1; 0,9 (*Coeff Qualità Energ*). La stima delle emissioni potrebbe perciò essere così corretta:

$$Emissioni\ CO_2eq_corretto(kg) = Emissioni\ CO_2eq(kg) * CoeffQualitàEnerg$$

Qualora non fosse nota, in fase di pianificazione, la qualità energetica dell'edificio, in termini di classe energetica prevista, si potrà far riferimento al limite minimo di legge, previsto dalla normativa regionale, o ad eventuali limiti, indirizzi o regole imposte dagli stessi piani comunali.

ESEMPIO

Per ciò che riguarda la realizzazione della palazzina di 2 piani e superficie coperta di 500 m² relativa all'esempio pilota, stimiamo dapprima la volumetria, ipotizzando un'altezza di interpiano di 3,3 m:

$$Volumetria = 500m^2 * 2 * 3,3m = 3.300m^3$$

Le emissioni specifiche sono ricavate dalla tabella sopra riportata nel caso di un edificio "lusso" (SLP standard pro-capite è infatti di 40 m²), con fondazioni a plinti data la sovrastruttura di modesta entità e ipotizzato un terreno roccioso e resistente, e approssimate ad un piano di altezza:

$$Emissioni\ CO_2eq = 3,66\ kg / m^3 * 3.300m^3 = 12.078\ kgCO_2eq$$

Considerando inoltre la qualità energetica prevista per gli edifici, classe A o A+, la stima deve essere così corretta:

$$Emissioni\ CO_2eq_corretto = 12.078\ kgCO_2eq * 1,2 = 14.494\ kgCO_2eq$$

Nelle tabelle seguenti sono elencati gli indicatori che devono essere popolati per la stima delle emissioni di gas serra in fase di pianificazione dell'intervento e i dati/parametri necessari al modello. Alcuni degli indicatori, a seconda del caso specifico, potranno essere aggiornabili o in fase di pianificazione o in fase di pianificazione attuativa.

DATI		FASE ATTUATIVA	FONTE
Superficie coperta	m ²	Pianificazione	Piano Urbanistico,
N piani / altezza piani	n, m	Pianificazione Attuativa	Piano attuativo o Strumento di programmazione negoziata
Volumetria	m ³	Pianificazione	Piano Urbanistico, Piano attuativo o
		Pianificazione Attuativa	Strumento di programmazione negoziata
Qualità energetica: standard, media, ottima (classe energetica C, B, A-A+)	-	Pianificazione (eventuale)	Piano Urbanistico, Regolamento edilizio
		Pianificazione Attuativa	Convenzione per il Piano Attuativo, Piano attuativo o Strumento di programmazione negoziata

PARAMETRI NECESSARI		FONTE
Altezza media piani per tipologia di edificio (residenziale, turistico, etc)	m	Modello CESTEC – Linee guida
Emissioni specifiche di CO2 in fase di cantiere	kgCO ₂ eq/m ³	Modello CESTEC – Linee guida

❖ Utilizzo

I dati relativi ai consumi energetici dell'edificio sono noti solo in fase di utilizzo dello stesso, la stima delle emissioni sarà basata sui contenuti e le indicazioni fornite dalla normativa sulla certificazione energetica degli edifici.

In fase di pianificazione urbanistica, non è nota la classe energetica prevista per l'edificio; si potrà perciò riferimento ai requisiti energetici minimi per gli edifici di nuova costruzione (che dipendono dalla zona climatica di appartenenza del Comune, dai gradi giorno del Comune e al rapporto di forma Superficie/Volume dell'edificio), deliberati dalle Regioni e Province autonome oppure a quelli più specifici eventualmente previsti dai regolamenti edilizi comunali o provinciali. Attraverso tali requisiti si potrà risalire alla classe energetica "minima" che qualsiasi nuovo edificio dovrà garantire². In fase di pianificazione attuativa, è più probabile invece che sia nota la classe energetica prevista per l'edificio; sulla base di questa si potrà procedere alla stima dei fabbisogni energetici e delle emissioni climalteranti.

In questo caso, il riferimento per la Regione Lombardia è la normativa sulle prestazioni energetiche degli edifici e relativa classificazione energetica: d.g.r. n.8/8745 "Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici".

D.g.r. n.8/8745 "Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici"

La definizione di *edificio* che viene data dalla d.g.r. è "un sistema costituito da un unico fabbricato connesso ad un impianto termico, ovvero da un fabbricato facente parte di un complesso di più fabbricati, mantenuti a temperatura controllata o climatizzati da un impianto termico. [...] Il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a se stanti."

La prestazione energetica di un edificio è invece definita come la quantità annua di energia che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio, compresi la climatizzazione invernale, ovvero il riscaldamento, la climatizzazione estiva, ovvero il raffrescamento, la preparazione dell'acqua calda per usi igienico-sanitari, la ventilazione e l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono conto della coibentazione, delle caratteristiche

tecniche e di installazione di impianti, della progettazione e della posizione dell'edificio in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di trasformazione propria di energia e di altri fattori, che influenzano il fabbisogno energetico, compreso il clima degli ambienti interni.

Ai fini della classificazione energetica degli edifici, il territorio italiano è suddiviso in zone climatiche in funzione dei gradi giorno (art. 2 del d.p.r. n.412/1993):

- Zona A: comuni che presentano un numero di gradi-giorno non superiore a 600;
- Zona B: comuni che presentano un numero di gradi-giorno maggiore di 600 e non superiore a 900;
- Zona C: comuni che presentano un numero di gradi-giorno maggiore di 900 e non superiore a 1.400;
- Zona D: comuni che presentano un numero di gradi-giorno maggiore di 1.400 e non superiore a 2.100;
- Zona E: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 2.101 e non superiore a 3.000;
- Zona F1: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 3.001 e non superiore a 3.900;
- Zona F2: comuni che presentano un numero di gradi giorno maggiore di 3.901 e non superiore a 4.800.

Tutti i comuni di Regione Lombardia sono compresi tra le zone climatiche E, F1 e F2.

Gli edifici possono essere classificati, in base alla loro destinazione d'uso, come segue (art. 3 del d.p.r. n.412/1993):

² Ad esempio da giugno 2011 tutti gli edifici di nuova costruzione situati sul territorio della Provincia autonoma di Bolzano dovranno obbligatoriamente rispondere ai requisiti energetici relativi alla classe energetica "B" di "CasaClima". In Regione Lombardia, la classificazione minima per gli edifici di nuova costruzione è la C.

- E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:
 - o E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;
 - o E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;
 - o E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;
- E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;
- E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossicodipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;
- E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili:
 - o E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;
 - o E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;
 - o E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;
- E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;
- E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:
 - o E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;
 - o E.6 (2) palestre e assimilabili;
 - o E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;
- E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;
- E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

Qualora un edificio sia costituito da parti individuali come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

La dgr n 8/8745 definisce i valori limite per la prestazione energetica degli edifici per la climatizzazione invernale o riscaldamento. Tali valori limite dipendono dalla zona climatica, ovvero dai gradi giorno associati al Comune, e dal rapporto di forma dell'edificio. Si riporta in seguito l'estratto dell'Allegato A – requisiti energetici degli edifici della d.g.r.

Limiti per la prestazione energetica degli edifici per la climatizzazione invernale o il riscaldamento

Per gli edifici residenziali della categoria E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme, i valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, nel corso di un anno, sono riportati in Tabella 6.

Tabella 6: Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, nel corso di un anno, per la climatizzazione invernale o il riscaldamento espressi in kWh/m² di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzata, vigenti sul territorio regionale (tabella A.1.1 della d.g.r. 8/8745).

Rapporto di forma dell'edificio	Zona climatica				
	D		E		F
S/V [m ⁻¹]	Da 1401 [GG]	A 2100 [GG]	Da 2101 [GG]	A 3000 [GG]	Oltre 3001 [GG]
≤0,2	21,3	34	34	46,8	46,8
≥0,9	68	88	88	116	116

Per tutti gli altri edifici, i valori limite dell'indice di prestazione energetica sono indicati in Tabella 7.

Tabella 7: Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento, nel corso di un anno, per la climatizzazione invernale o il riscaldamento espressi in kWh/m² di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzata, vigenti sul territorio regionale (tabella A.1.2 della d.g.r. 8/8745).

Rapporto di forma dell'edificio	Zona climatica				
	D		E		F
S/V [m ⁻¹]	Da 1401 [GG]	A 2100 [GG]	Da 2101 [GG]	A 3000 [GG]	Oltre 3001 [GG]
≤0,2	6	9,6	9,6	12,7	12,7
≥0,9	17,3	22,5	22,5	31	31

I valori limite sono espressi in funzione della zona climatica e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:

- S, espressa in m², è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianti di riscaldamento), il volume lordo a temperatura controllata o climatizzato V;
- V è il volume lordo, espresso in m³, delle parti di edificio a temperatura controllata o climatizzato, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2-0,9 m⁻¹ e analogamente per gradi giorno intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati nelle tabelle precedenti, il valore limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento è determinato mediante interpolazione lineare. Per località caratterizzate da un numero di gradi giorno superiori a 3001, i valori limite sono determinati per estrapolazione lineare, sulla base dei valori fissati per la zona climatica E, con riferimento

al numero di gradi giorno propri della località in esame.

Classificazioni energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento

Per gli edifici residenziali della categoria E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme vale, i valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento sono riportati in **Tabella 8**.

Tabella 8: valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento espressi in kWh/m² di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzata, vigenti sul territorio regionale (tabella A.4.1 della d.g.r. 8/8745)

Classe	Edifici di classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$EP_h < 14$	$EP_h < 20$	$EP_h < 25$
A	$14 \leq EP_h < 29$	$20 \leq EP_h < 39$	$25 \leq EP_h < 49$
B	$29 \leq EP_h < 58$	$39 \leq EP_h < 78$	$49 \leq EP_h < 98$
C	$58 \leq EP_h < 87$	$78 \leq EP_h < 118$	$98 \leq EP_h < 148$
D	$87 \leq EP_h < 116$	$118 \leq EP_h < 157$	$148 \leq EP_h < 198$
E	$116 \leq EP_h < 145$	$157 \leq EP_h < 197$	$198 \leq EP_h < 248$
F	$145 \leq EP_h < 175$	$197 \leq EP_h < 236$	$248 \leq EP_h < 298$
G	$EP_h \geq 175$	$EP_h \geq 236$	$EP_h \geq 298$

Per tutti gli altri edifici, i valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento sono riportati in **Tabella 9**.

Tabella 9: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione invernale o il riscaldamento espressi in kWh/m² di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzata, vigenti sul territorio regionale (tabella A.4.2 della d.g.r. 8/8745).

Classe	Altri edifici		
	Zona E	Zona F1	Zona F2
A+	$EP_h < 3$	$EP_h < 4$	$EP_h < 5$
A	$3 \leq EP_h < 6$	$4 \leq EP_h < 7$	$5 \leq EP_h < 9$
B	$6 \leq EP_h < 11$	$7 \leq EP_h < 15$	$9 \leq EP_h < 19$
C	$11 \leq EP_h < 27$	$15 \leq EP_h < 37$	$19 \leq EP_h < 46$
D	$27 \leq EP_h < 43$	$37 \leq EP_h < 58$	$46 \leq EP_h < 74$
E	$43 \leq EP_h < 54$	$58 \leq EP_h < 73$	$74 \leq EP_h < 92$
F	$54 \leq EP_h < 65$	$73 \leq EP_h < 87$	$92 \leq EP_h < 110$
G	$EP_h \geq 65$	$EP_h \geq 87$	$EP_h \geq 110$

La classe energetica a cui l'edificio appartiene, relativamente alla climatizzazione invernale o al riscaldamento, è determinata confrontando il valore dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale o il riscaldamento dell'edificio, EP_h con i parametri numerici associati a ogni classe.

La normativa di Regione Lombardia fissa dei limiti di prestazione energetica per classi anche per ciò che riguarda la climatizzazione estiva:

Classificazioni energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento

Per gli edifici residenziali della categoria E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme, i valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento sono riportati in **Tabella 10**.

Tabella 10: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento espressi in kWh/m² di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzata, vigenti sul territorio regionale (tabella A.4.3 della d.g.r. 8/8745).

Classe	Edifici di classe E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme
	Zona E, F1 e F2
A+	$ET_c < 5$
A	$5 \leq ET_c < 10$
B	$10 \leq ET_c < 20$
C	$20 \leq ET_c < 30$
D	$30 \leq ET_c < 40$
E	$40 \leq ET_c < 50$
F	$50 \leq ET_c < 60$
G	$ET_c \geq 60$

Per tutti gli altri edifici residenziali, i valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento, sono riportati in Tabella 11.

Tabella 11: Valori limite delle classi energetiche per la climatizzazione estiva o il raffrescamento espressi in kWh/m² di superficie utile dell'ambiente a temperatura controllata o climatizzata, vigenti sul territorio regionale (tabella A.4.4 della d.g.r. 8/8745).

Classe	Altri edifici
	Zona E, F1 e F2
A+	$ET_c < 2$
A	$2 \leq ET_c < 4$
B	$4 \leq ET_c < 8$
C	$8 \leq ET_c < 12$
D	$12 \leq ET_c < 16$
E	$16 \leq ET_c < 20$
F	$20 \leq ET_c < 24$
G	$ET_c \geq 24$

La classe energetica a cui l'edificio appartiene, relativamente alla estiva o al raffrescamento, è determinata confrontando il valore dell'indice di prestazione termica per la climatizzazione invernale o il raffrescamento, ET_c , con i parametri numerici associati a ogni classe.

1. Climatizzazione invernale (riscaldamento)

Secondo quanto dettato dalla normativa regionale, noti: i gradi giorno del Comune, oggetto dell'intervento, la tipologia di edificio e il rapporto di forma (se non noto, cautelativamente si prenda il rapporto di forma più svantaggioso ovvero $S/V \geq 0,9 \text{ m}^{-1}$), si potranno utilizzare le tabelle sopra riportate (se l'edificio rientra nella tipologia E.1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme, si dovrà far riferimento alla Tabella 6, altrimenti alla Tabella 7). Interpolando linearmente i dati per gradi giorno intermedi, si ricava il fabbisogno limite per la climatizzazione invernale o il riscaldamento (EP_{h_lim}) in kWh/m²/anno. Il potenziale consumo energetico si otterrà quindi moltiplicando il valore di EP_{h_lim} così ottenuto per la SLP dell'edificio:

$$EP_{h_tot}(\text{kWh}/\text{anno}) = EP_{h_lim}(\text{kWh}/\text{m}^2/\text{anno}) \cdot SLP(\text{m}^2)$$

Qualora non fosse nota la SLP dell'intervento, per approssimazione, potrà essere utilizzato, in prima approssimazione, il dato di superficie utile (SU) oppure la superficie coperta (SC) moltiplicata per il numero di piani dell'edificio:

$$Sup(\text{m}^2) = SU(\text{m}^2) \cong SLP(\text{m}^2) \cong SC(\text{m}^2) \cdot N_{\text{piani}}$$

Dove:

EP_{h_tot} (kWh/anno) = energia primaria spesa in un anno per la climatizzazione invernale o riscaldamento dell'edificio

EP_{h_lim} (kWh/m²/anno) = indice di prestazione energetica, rappresenta il fabbisogno annuo di energia primaria, riferito alla sola climatizzazione invernale o riscaldamento, rapportato all'unità di superficie utile degli ambienti a temperatura controllata o climatizzati

Superficie utile (m²) = la somma delle superfici considerate rispetto alla loro utilità; esclude dal computo: balconi, terrazze, armadi a muro, sottoscala di scale interne, cantine, soffitte non abitabili, tutti gli eventuali spazi comuni e le superfici comprese negli sguinci

SLP o superficie lorda (m²) = somma delle superfici calpestabili che fanno parte dell'edificio o di una sua singola parte, alloggio o altro. Se intesa in senso stretto, la SLP escluderebbe le sole superfici dei muri perimetrali e dei sottotetti non abitabili e comprenderebbe invece interrati e semiinterrati. Se riferita alla parte e non all'intero edificio, deve escludere anche le superfici di uso comune

Moltiplicando il consumo ottenuto per il fattore di emissione di gas serra associato all'energia termica spesa, è possibile valutare il potenziale contributo del nuovo edificio in termini di emissioni climalteranti:

$$Emiss_CO_2eq(kton/anno) = EP_{i,tot}(kWh/anno) \cdot FE_EnTerm(kgCO_2eq/kWh)$$

Per la stima delle emissioni, è quindi necessario conoscere il fattore di emissione del combustibile utilizzato nell'impianto di riscaldamento (nel caso di caldaie convenzionali si tratterà di metano o gasolio, nel caso di teleriscaldamento potrà trattarsi di combustibile tradizionale come di biomasse o rifiuti, etc.). I fattori di conversione per i principali tipi di combustibile per la Regione Lombardia sono riportati Tabella 12, estratta dall'Allegato al Decreto n. 5796 dell'11 giugno 2009.

Tabella 12: Fattori di emissione per la stima della quantità di CO₂eq emessa dai principali combustibili per la produzione di 1 kW termico.

Tipo di combustibile	Fattore di emissione	Valore [kg CO ₂ eq/kWh]
Gas naturale	$f_{em,fuel}$	0,1998
GPL		0,2254
Gasolio		0,2642
Olio combustibile		0,2704
Biomasse	$f_{em,fuel,ren}$	0
RSU		0,1703
Energia elettrica	$f_{em,el}$	0,4332

Prospetto LXXV – Fattori di emissione per il calcolo della quantità di CO₂eq

(Fonte: Piano d'Azione per l'Energia della Regione Lombardia D.G.R. VIII/4916 e s.m.i.; Terna)

Anche in questo caso, è molto probabile che in fase di pianificazione non sia noto il combustibile utilizzato per l'impianto a meno di casi particolari (dovrebbe essere noto infatti se l'edificio sarà allacciato alla rete di teleriscaldamento eventualmente presente sul territorio e quale combustibile alimenta la centrale di generazione). In assenza di altri dati sull'utilizzo di combustibile si potrà far riferimento ai valori medi di consumi per il solo riscaldamento, del settore civile (residenziale e terziario), per vettori energetici, se disponibili con dettaglio comunale o provinciale, altrimenti regionale, o in alternativa utilizzare una media tra i fattori di emissione dei combustibili non rinnovabili (per Regione Lombardia pari a 0,23 kgCO₂eq/kWh).

Procedendo in questo modo si ottiene una stima cautelativa, ipotizzando che gli interventi rispettino i requisiti minimi di legge, senza quindi utilizzare particolari tecniche per il risparmio energetico.

Qualora fosse nota la classe energetica dell'edificio in fase di pianificazione (in caso di vincoli o incentivi previsti dal piano comunale, dal regolamento edilizio o dalle norme tecniche di attuazione) o in fase di pianificazione attuativa (in cui è più probabile che sia già dichiarata la classe dell'edificio), si potrà evincere il fabbisogno specifico della classe corrispondente (rif. Tabella 8 e Tabella 9).

A tal punto basterà moltiplicare, come illustrato in precedenza, per la superficie dell'intervento (in caso di edifici appartenenti alla classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme), o il volume (in caso di tutte le altre categorie di edifici), per ottenere l'energia termica spesa in un anno, e per il fattore di conversione per la stima delle relative emissioni climalteranti.

$$EP_{h,tot}(kWh/anno) = EP_h(kWh/m^2) \cdot SLP(m^2)$$

Basterà infine moltiplicare il dato ottenuto per il fattore di emissione dell'energia primaria spesa:

$$Emiss_CO_2eq(kg/anno) = EP_{h,tot}(kWh/anno) \cdot FE_EnTerm(kgCO_2eq/kWh)$$

Dove:

$FE_EnTerm(kgCO_2eq/kWh)$ = fattore di emissione relativo al combustibile utilizzato per la produzione di energia termica; per Regione Lombardia, si faccia riferimento ai valori riportati in Tabella 12.

Riduzione da FER

Le emissioni di gas climalteranti potrebbero risultare inferiori a quelle stimate se si prevedesse l'autoproduzione di energia da fonti rinnovabili (FER). I requisiti minimi previsti per legge per l'impiego di FER negli edifici di nuova costruzione variano a seconda della Regione di riferimento³. In Regione Lombardia l'obbligo di utilizzo di FER è rivolto esclusivamente alla produzione di acqua calda sanitaria, che per il 50% deve essere coperta da fonti rinnovabili (d.g.r. 8/8745), tuttavia potrebbero esistere ulteriori incentivi, obblighi o indirizzi posti dalle amministrazioni locali che favoriscono l'utilizzo di FER per i fabbisogni da riscaldamento (impianti fotovoltaici, etc.); in questo caso la quantità di gas serra sopra stimata dovrebbe essere ridotta della quota parte di energia verde utilizzata (ovvero in termini di una diminuzione del fabbisogno annuo di energia primaria per il riscaldamento EP_h).

$$Emiss_netta_CO_2eq(kg/m^2) = Emiss_CO_2eq(kg/m^2) \cdot \%riduzione\ FER$$

ESEMPIO

Per ciò che riguarda la realizzazione della palazzina di 2 piani relativa all'esempio pilota, nota la classe energetica dell'edificio, che dovrà essere A o A+, l' EP_h si ricava dalla Tabella 8 relativa agli edifici di categoria E.1. Nota la zona climatica del Comune, E, l' EP_h deve essere minore di 14 kWh/m²/anno per la classe A+ e compreso tra 14 e 29 kWh/m²/anno per la classe A. Poiché la classe energetica non è, in questa fase, ancora nota con sicurezza cautelativamente si consideri un valore di EP_h pari al valore massimo della classe A, 29 kWh/m²/anno. Moltiplicato questo valore per la superficie lorda pavimentabile dell'edificio si ottiene:

$$EP_{h,tot} = 29\ kWh/m^2/anno \cdot 1.000\ m^2 = 29.000\ kWh/anno$$

Ipotizzando che il complesso residenziale sia servito da rete di teleriscaldamento alimentata a rifiuti, si possono stimare le emissioni di gas climalteranti moltiplicando l'energia totale spesa $EP_{h,tot}$ per il fattore di emissione di RSU, riportato in Tabella 12:

$$Emiss_CO_2eq = 29.000\ kWh/anno \cdot 0,1703\ kgCO_2eq/kWh = 4.939\ kgCO_2eq/anno$$

Poiché l'edificio è servito da rete di teleriscaldamento alimentato ad RSU, considerati fonte rinnovabile al 50%, non si considera altro contributo del rinnovabile nella stima delle emissioni.

2. Produzione acqua calda sanitaria

³ Ad esempio la Regione Emilia Romagna richiede: consumo di acqua calda sanitaria garantito da FER per il 50% (ridotto a 20% se nel centro storico) e produzione energia elettrica da FER per potenza pari almeno a 1 kW per unità abitativa (Delib. 156/08 "Atto Regionale di Indirizzo e Coordinamento").

In fase di pianificazione, in assenza di dati progettuali più specifici, la stima delle emissioni climalteranti potrebbe partire da dati medi di fabbisogno di ACS per abitante e al numero di abitanti insediabili nell'edificio in progetto.

In caso di edificio residenziale, il numero di abitanti insediabili, si può ottenere conoscendo la dotazione media per abitante, in genere contenuta nei piani comunali; mediamente il valore di standard di SLP pro capite è di 40-50 m²/ab [Fonte: APAT]. Qualora si considerasse, ad esempio, una struttura ricettiva o un ospedale, non dovranno più essere considerati gli abitanti insediabili ma piuttosto i potenziali ospiti o pazienti, e così via.

Il fabbisogno medio pro capite di acqua calda sanitaria alla temperatura di 45°C, è di circa 50 litri al giorno in Italia (Fonte: MATTM⁴). Tale fabbisogno può essere poi ulteriormente specificato a seconda degli usi previsti per l'edificio. In una struttura residenziale, il fabbisogno di acqua calda sanitaria medio per abitante è pressoché costante nel corso dell'anno e può andare dai 40 l/g (consumo basso) agli 80 l/g (consumo alto). Negli edifici con funzione ricettiva (alberghi, pensioni, campeggi, ecc.) il fabbisogno di acqua calda sanitaria per ospite, va dai 35 l/persona/g (per ostelli con bagni comuni) ai 100 l/persona/g per hotel a quattro stelle. In altre applicazioni, il fabbisogno primario di acqua calda sanitaria è all'incirca⁵:

- Ospedali e Cliniche: 80 litri / letto
- Ostelli della gioventù: 80 litri / letto
- Spogliatoi, docce comuni: 20 litri / persona
- Scuole: 5 litri / alunno
- Ristoranti: da 8 a 15 litri / portata
- Bar: 2 litri / cliente
- Carceri: 30 litri / persona
- Fabbriche/artigianato: 20 litri / persona
- Uffici: 5 litri / dipendenti
- Palestre: 30 litri / utilizzatore

Tali dati potrebbero essere sostituiti da dati più specifici disponibili di livello provinciale o comunale.

Ipotizzando una temperatura dell'acqua proveniente dall'acquedotto pari a 15°C il quantitativo pro capite di energia termica necessaria per innalzare la temperatura dell'acqua a 45°C (tenendo conto che è necessario 1 kcal per innalzare la temperatura dell'acqua di 1°C) si ottiene:

$$EP_{ACS} \text{ procapite (kWh/ab/giorno)} = Fabb_spec_ACS \text{ (lt/ab/giorno)} \cdot 1 \text{ (kcal/1°C)} \cdot (T_{fm} - T_{in}) \text{ (°C)} \cdot 1/860 \text{ (kWh/Kcal)}$$

da cui, il fabbisogno totale di energia annuale:

$$EP_{ACS} \text{ tot (kWh/anno)} = Energia_ACS \text{ (kWh/ab/giorno)} \cdot N_ab \text{ (ab)} \cdot 365$$

Il numero di abitanti insediati (N_{ab}) può essere ottenuto moltiplicando il valore di standard di SLP pro capite per la SLP dell'edificio:

⁴ Fonte: Ministero dell'Ambiente del Territorio e del Mare
http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=argomenti.html|Fonti_rinnovabili.html|Solare_termico.html|Tecnologia__Applicazioni_e_Potenzialita.html

⁵ Fonte: <http://www.nucleosolare.com/soluzioni/riconversione-energetica/112.html>

$$N_{ab}(ab) = SLP(m^2) \cdot SLP_std(m^2/ab)$$

Dove:

$SLP_std(m^2/ab)$ = valore di standard di SLP pro capite.

Qualora non fosse nota, la SLP potrebbe essere approssimata con la superficie utile (SU) o la superficie coperta (SC) dell'intervento moltiplicata per il numero di piani dell'edificio:

$$Sup(m^2) = SU(m^2) \cong SLP(m^2) \cong SC(m^2) \cdot N_piani$$

ESEMPIO

Nel caso della palazzina oggetto dell'esempio pilota, ipotizzando un consumo medio cautelativamente alto di acqua calda sanitaria di 80 lt/ab/giorno si otterrebbe:

$$\begin{aligned} EP_{ACS} \text{ procapite (kWh/ab/giorno)} &= 80(\text{lt/ab/giorno}) \cdot 1(\text{kcal/1}^\circ\text{C}) \cdot (45-15)(^\circ\text{C}) \cdot 1/860(\text{kWh/Kcal}) \\ &= 2,79 \text{ kWh/ab/anno} \end{aligned}$$

Con una SLP standard pro-capite di 40 m²/ab e una SLP insediabile di 1.000 m², il numero di abitanti insediabili è:

$$N_{ab} = 1.000 m^2 / (40 m^2 \cdot ab) = 25 ab$$

Il consumo energetico totale annuo risulta di:

$$EP_{ACS} \text{ tot} = 2,79 \text{ kWh/ab/anno} \cdot 25 ab = 70 \text{ kWh/anno}$$

A partire dall'energia termica, applicando gli opportuni coefficienti di conversione di Tabella 12, si ricava poi il quantitativo di gas serra emessi. A livello nazionale si possono usare le stime riportate in Tabella 13: i fabbisogni energetici per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) sono a livello nazionale imputabili mediamente al consumo di gas (per il 70%) e al consumo di energia elettrica (per il 30%), per l'utilizzo di boiler a gas o elettrici a seconda dei casi. Come al solito, tali valori potranno essere aggiornati con dati specifici per il livello locale.

Tabella 13: Settore residenziale – Consumi energetici per fonte e per funzione d'uso 2005 (migliaia di tep) (Fonte: elaborazioni dati Enea su dati Ministero dello Sviluppo Economico)

Dati 2005	GPL	Gas	Gasolio	Olio combustibile	Carbone	Legna	Energia elettrica	Totale consumi
Riscaldamento	3%	52%	9%			4%	<1%	69%
Acqua calda	<1%	7%	<1%				3%	10%
Usi cucina	2%	3%					<1%	5%
Altri usi elettrici							15%	15%
Residenziale	1%	62%	10%	<1%	<1%	4%	19%	100%

Le emissioni di gas serra annue, imputabili alla produzione di acqua calda sanitaria, in media risultano quindi:

$$\begin{aligned} Emiss_CO_2eq(kg/anno) &= EP_{ACS} \text{ tot}(kWh/anno) \cdot E_EnEl(kgCO_2eq/kWh) \cdot \%Utilizzo_En_El + \\ &FE_EnTermica(kgCO_2eq/m^3) \cdot \%Utilizzo_Comb \end{aligned}$$

Dove:

$EP_{ACS\text{tot}}$ (kWh/anno) = consumo di energia elettrica per la produzione di ACS annuale per l'edificio

% Utilizzo_En_El = percentuale di utilizzo di energia elettrica per la produzione di ACS rispetto ai dati di consumo medio

% Utilizzo_Comb = percentuale di utilizzo di combustibile (energia termica) per la produzione di ACS rispetto ai dati di consumo medio

FE_{EnEl} (kgCO₂eq/kWh) = fattore di emissione relativo all'energia elettrica; per Regione Lombardia si faccia riferimento al valore riportato in Tabella 12.

Riduzione da FER

Le emissioni di gas climalteranti potrebbero risultare inferiori a quelle stimate se si prevedesse l'autoproduzione di energia da fonti rinnovabili (FER). I requisiti minimi previsti per legge per l'impiego di FER negli edifici di nuova costruzione variano anch'essi a seconda della Regione di riferimento⁶. Per la Regione Lombardia questo si traduce in un impiego di FER (impianti solari termici, etc.) che garantisca la produzione di almeno il 50% di acqua calda sanitaria. Per questo motivo le emissioni di gas serra precedentemente stimate dovrebbero essere ridotte, al minimo, del 50%. Anche in questo caso, eventuali incentivi o obblighi espressi dalle singole amministrazioni locali potrebbero essere migliorativi rispetto alla percentuale minima.

$$Emiss_netta_CO_2eq(kg/m^2) = Emiss_CO_2eq(kg/m^2) \cdot \% \text{ riduzione FER}$$

ESEMPIO

Proseguendo l'esempio iniziato in precedenza e utilizzando i dati nazionali per il settore residenziale risulterebbe quindi:

$$Emiss_CO_2eq(kg/anno) = 70 (kWh/anno) \cdot (0,4332 (kgCO_2eq/kWh) \cdot 30\% + 0,20 (kgCO_2eq/kWh) \cdot 70\%) = 18 kgCO_2eq/anno$$

Essendo, nel nostro caso, noto che il complesso residenziale sarà servito da teleriscaldamento alimentato a rifiuti urbani, la stima delle emissioni di gas serra risulta quindi più corretta utilizzando il fattore di emissione relativo ai RSU:

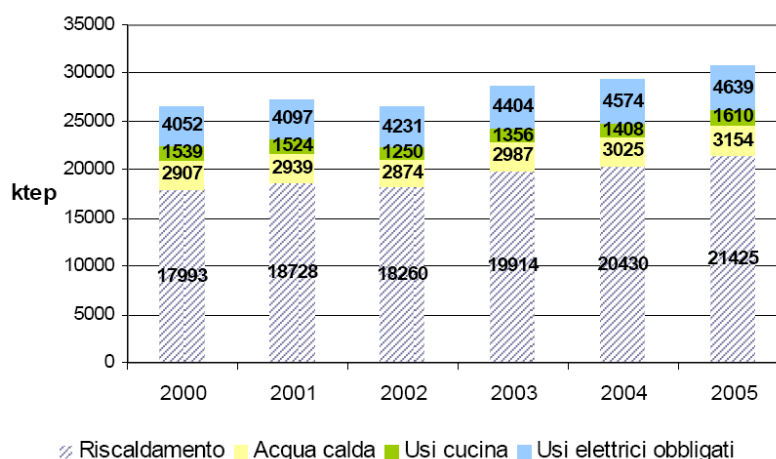
$$Emiss_CO_2eq(kg/anno) = 70 kWh/anno \cdot 0,1703 kgCO_2eq/kWh = 12 kgCO_2eq/anno$$

Secondo la d.g.r. n. 8/8745, è obbligatorio progettare e realizzare l'impianto di produzione di energia termica in modo tale da coprire almeno il 50% del fabbisogno anno di energia prima richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria attraverso il contributo di impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile. Tale copertura si intende soddisfatta qualora l'acqua calda sanitaria derivi da una rete di teleriscaldamento, alimentata da RSU e/o biogas da rifiuti, o da reflui energetici di un processo produttivo non altrimenti utilizzabili. Per questo motivo, nel caso in esempio, risulta naturalmente soddisfatto tale requisito di legge e non è stata quindi considerata ulteriore riduzione da parte di altre fonti rinnovabili.

3.Climatizzazione estiva (raffrescamento) / 4. Illuminazione / 5.Energia ausiliaria

⁶ Ad esempio la Regione Emilia Romagna richiede: consumo di acqua calda sanitaria garantito da FER per il 50% (ridotto a 20% se nel centro storico) e produzione energia elettrica da FER per potenza pari almeno a 1 kW per unità abitativa (Delib. 156/08 "Atto Regionale di Indirizzo e Coordinamento").

L'utilizzo di energia elettrica in ambiente domestico è in buona parte dovuto all'illuminazione e all'alimentazione di apparecchi elettrici (elettrodomestici, apparecchi per il raffrescamento, etc..). Buona parte di essa può essere destinata alla climatizzazione estiva (la stagione di raffrescamento è il periodo durante il quale è necessario un apporto dell'impianto di climatizzazione per mantenere all'interno dell'edificio una temperatura interna non superiore a quella di progetto). Per la stima dei gas serra emessi si può far riferimento a dati medi di consumo per abitante di energia elettrica ad uso domestico per categoria d'uso, esclusi i consumi per la produzione di acqua calda sanitaria, già compresi nella precedente sezione. Tali dati che, a livello nazionale sono forniti da ENEA, potranno essere specificati con dati più precisi per il livello locale.



Fonte: elaborazioni su dati MSE

Figura 7: Trend consumi finali energia nel settore residenziale. Anni 2000-2005 (ktep). Fonte: Rapporto Energia e Ambiente, ENEA 2006.

Ad esempio per quanto riguarda Regione Lombardia, i consumi di energia per settori e vettori, a livello sia comunale che provinciale, sono estraibili dal database SIRENA, consultabile on-line (<http://sirena.cestec.eu/sirena/index.jsp>).

Le emissioni di gas serra risultano quindi pari a:

$$Emiss_CO_2eq(kg/anno) = Consumo_medio_EnEl(kWh/ab) \cdot N_ab(ab) \cdot FE_EnEl(kgCO_2eq/kWh)$$

Dove:

$Consumo_medio_EnEl(kWh/ab)$ = consumo medio annuale di energia elettrica per uso domestico per funzioni d'uso ad esclusione dell'acqua calda sanitaria

N_ab = numero massimo di abitanti insediabili nell'edificio

Qualora l'edificio avesse uso alternativo a quello residenziale (per uffici, ricettivo, etc.) dovranno essere utilizzati dati di consumi medi specifici, sia in termini di fabbisogno di acqua calda sanitaria che di fabbisogni elettrici (i fabbisogni termici non cambiano in maniera sostanziale) o in alternativa opportuni coefficienti correttivi da applicare ai calcoli descritti.

ESEMPIO

Considerando che i consumi di energia elettrica per usi obbligati (forza motrice, elettronica, illuminazione), secondo i dati medi nazionali riportati nel grafico precedente, sono pari circa al 15% dei consumi energetici

totali nel settore civile, è possibile stimare il consumo di energia elettrica medio nel Comune di XYZ utilizzando il dato comunale riportato nel database SIRENA. Si ipotizzi ad esempio che nel Comune di XYZ abbia una domanda di energia per il settore residenziale di 18.000 tep (nel 2008). Circa il 15% di questa domanda, ovvero circa 2.700 Tep ovvero 3.021 MWh, è per utilizzi di tipo elettrico. Questo si traduce in un consumo medio di 453.000 kWh/anno e, ipotizzando che il Comune abbia una popolazione di 32.000 abitanti, in un consumo medio pro-capite di 14 kWh/ab/anno.

Le emissioni di gas serra risultano quindi pari a:

$$E_{miss_CO_2eq} = 14 \text{ kWh/ab} \cdot 25 \text{ ab} \cdot 0,4332 \text{ kgCO}_2eq/\text{kWh} = 152 \text{ kgCO}_2eq/\text{anno}$$

Per ciò che riguarda invece gli usi elettrici specificamente relativi alla climatizzazione estiva, come anticipato, alcune normative regionali, tra cui quella di Regione Lombardia, fissano dei limiti di prestazione energetica per classi. Qualora fosse nota la classe energetica dell'edificio anche per la climatizzazione estiva o raffrescamento in fase di pianificazione o pianificazione attuativa (ipotesi remota ma non da escludere a priori) o vincoli, regolamenti e norme comunali che fissino i requisiti minimi delle nuove costruzioni anche per la climatizzazione estiva, sarebbe noto il fabbisogno annuo di energia termica per la climatizzazione estiva o raffrescamento (Etc), contenuto in Tabella 10 e Tabella 11.

A tal punto basterà moltiplicare, come illustrato in precedenza, per la superficie dell'intervento (in caso di edifici appartenenti alla classe E.1 esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme), o il volume (in caso di tutte le altre categorie di edifici), per ottenere l'energia termica spesa in un anno.

Per passare dal fabbisogno termico dell'edificio al fabbisogno di energia primaria è necessario infine passare per il rendimento globale medio stagionale, valore che tiene conto del rendimento della tipologia di impianti a servizio dell'edificio e delle perdite globali del sistema edificio/impianto. In mancanza del dato di rendimento medio associato al sistema edificio-impianto, solitamente contenuto nella certificazione energetica, si potrà utilizzare, per una stima cautelativa, il valore minimo di rendimento previsto per legge n_{lim} (fonte: D.M. 19 febbraio 2007 già modificato dal D.M. 26 ottobre 2007 e coordinato con D.M. 7 aprile 2008, attuativo della Legge Finanziaria 2008 "Decreto edifici"). L'energia primaria spesa per la climatizzazione estiva in un anno risulta perciò:

$$EP_{c,tot}(kWh/anno) = ET_{c_lim}(kWh/m^2) \cdot SLP(m^2) / \eta_{lim}$$

Dove:

$EP_{c,tot}$ (kWh/anno) = energia primaria spesa in un anno per la climatizzazione estiva o raffrescamento dell'edificio

ET_{c_lim} (kWh/m²) = fabbisogno annuo di energia termica per la climatizzazione estiva o raffrescamento relativo alla classe energetica dell'edificio o alla classe energetica minima di legge per unità di superficie

n_{lim} = valore minimo di rendimento globale medio previsto per legge

Qualora fossero noti, a differenza del caso di Regione Lombardia, il fabbisogno di energia primaria, o indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EP_h) non sarebbe più necessario, nella formula precedente, utilizzare il rendimento medio globale stagionale (n_{lim}).

Basterà infine moltiplicare il dato ottenuto per il fattore di emissione dell'energia primaria spesa, che nella stragrande maggioranza dei casi sarà energia elettrica:

$$E_{miss_CO_2eq}(kg/anno) = EP_{c,tot}(kWh/anno) \cdot FE_{EnEl}(kgCO_2eq/kWh)$$

ESEMPIO

La palazzina di 2 piani relativa all'esempio pilota sarà classificata al minimo in classe A. L' ET_c si ricava quindi dalla Tabella 10 relativa agli edifici di categoria E.1, incrociando il dato relativo alla classe energetica con la zona climatica del Comune, E. Moltiplicando il valore massimo dell' ET_c per la classe A, pari a 10 kWh/m²/anno, per la superficie lorda pavimentabile dell'edificio si ottiene:

$$EP_{h,tot} = 10 \text{ kWh/m}^2 / \text{anno} \cdot 1.000 \text{ m}^2 = 10.000 \text{ kWh/anno}$$

Assumendo l'ipotesi, valida nella maggior parte dei casi, che l'impianto di condizionamento sia alimentato da energia elettrica, le emissioni climalteranti in un anno saranno pari a:

$$Emiss_{CO_2eq} = 10.000 \text{ kWh/anno} \cdot 0,4332 \text{ kgCO}_2eq / \text{kWh} = 4.332 \text{ kgCO}_2eq / \text{anno}$$

Nelle tabelle seguenti sono elencati gli indicatori che devono essere popolati per la stima delle emissioni di gas serra in fase di pianificazione dell'intervento e i dati/parametri necessari al modello.

DATI		FASE ATTUATIVA	FONTE
Classe energetica minima (per il Comune)	-	Pianificazione	Piano Urbanistico, Regolamento edilizio
Classe energetica prevista per l'edificio	-	Pianificazione Attuativa	Piano attuativo o Strumento di programmazione negoziata
Impiego di FER minimo (per il Comune)	%	Pianificazione	Piano Urbanistico, Regolamento edilizio
Impiego di FER previsto per l'edificio	%	Pianificazione Attuativa	Piano attuativo o Strumento di programmazione negoziata
Superficie coperta	m ²	Pianificazione	Piano Urbanistico
N piani	n	Pianificazione	Piano Urbanistico
Superficie Lorda Pavimentabile	m ²	Pianificazione Attuativa	Piano Urbanistico, Piano attuativo o Strumento di programmazione negoziata

PARAMETRI NECESSARI		FONTE
Fattori di emissione per combustibile utilizzato	KgCO ₂ eq/l o kgCO ₂ eq/m ³	Piano energetico regionale (PAE Regione Lombardia), Terna
Fattori di emissione dell'energia elettrica per usi finali	KgCO ₂ eq/kWh _e	Piano energetico regionale (PAE Regione Lombardia), Terna
Rendimento medio globale stagionale minimo previsto per legge (<i>n_{lim}</i>)	-	Normativa regionale – dgr n 8/8745 R.L.
SLP standard pro-capite	m ² /ab	Piano Urbanistico / Norme tecniche attuazione
Classe energetica minima di legge	-	Normativa regionale – dgr n 8/8745 R.L.
EP _{h,lim} e ET _{c,lim} , prestazione energetica minima per edificio per riscaldamento e raffrescamento	kWh/m ²	Normativa regionale – dgr n 8/8745 R.L.
Impiego di FER minimo per legge	% o kWh	Normativa regionale – dgr n 8/8745 R.L., Piano Urbanistico, Regolamento edilizio comunale
Ripartizione percentuale vettori energetici per il riscaldamento nel settore civile (territorio provinciale/regionale)	%	Piano energetico regionale (PAE Regione Lombardia), altre fonti regionali, provinciali, ad es. Bilanci energetici
Fabbisogno acqua calda sanitaria	l/ab/g	<i>Da stabilire</i>
Consumo medio annuale di energia elettrica per uso domestico per funzione d'uso (residenziale)	kWh/ab	Piano energetico regionale (PAE Regione Lombardia), altre fonti regionali, provinciali, ad es. Bilanci energetici, banche dati energia
Consumo medio annuale di energia elettrica per altri usi (uffici, strutture alberghiere, etc...)	KWh/m ²	Piano energetico regionale (PAE Regione Lombardia), altre fonti regionali, provinciali, ad es. Bilanci energetici, banche dati energia

Fase di progettazione e realizzazione dell'intervento

In questa fase la stima delle emissioni in fase di cantiere ed esercizio ripercorre sommariamente quanto mostrato in fase di pianificazione/pianificazione attuativa.

A queste sono aggiunte le emissioni associate ai materiali, ipotizzando di conoscere in fase di progettazione/realizzazione dell'intervento le caratteristiche di base dell'edificio. Le emissioni specifiche di gas serra per ogni materiale nel suo ciclo di vita possono essere tratte da alcuni studi o data base di LCA che, relativamente ai principali materiali utilizzati in edilizia, forniscono, per unità funzionale, una stima dei principali impatti sull'ambiente, comprese le emissioni di gas serra, nelle diverse fasi ciclo di vita.

Nella scelta della banca dati, ove possibile, si dovranno privilegiare quelle fonti che permettano di distinguere le fasi del ciclo di vita, al fine di evitare doppi conteggi: infatti, se le emissioni associate al trasporto e alla lavorazione in situ dei materiali venissero stimate come proposto nei punti precedenti, le emissioni associate ai materiali dovranno essere associate solo alla fase di produzione del materiale stesso. Ove possibile, inoltre, si dovranno privilegiare studi rappresentativi del contesto di territoriale di riferimento; i potenziali emissivi possono, infatti, subire notevoli variazioni sia in relazione al mix energetico delle differenti nazioni, sia in relazione alla variazione delle tecnologie e dei vettori energetici usati in diversi stabilimenti produttivi, sia in relazione alle modalità di approvvigionamento delle materie prime e trasporto. Purtroppo, ad oggi, non esistono banche dati specifiche per il territorio italiano (ad eccezione di recente progetto di ITACA con Regione Marche, che si occupa di creare una banca dati italiana LCA di 128 materiali e prodotti per l'edilizia), ci si dovrà perciò accontentare di operare una stima delle emissioni associate ai materiali da costruzione indicativa e non calata sul territorio in esame, con tutti i limiti che questo comporta.

Poiché la stima del trasporto dei materiali e la lavorazione in situ nella fase di cantiere, di tutto il ciclo di vita rimane esclusa la sola fase di produzione. Per quest'ultima, si farà riferimento in particolare a due studi, che, relativamente ai principali materiali utilizzati in edilizia, forniscono, per unità funzionale, una stima dei principali impatti sull'ambiente, comprese le emissioni di gas serra, nelle diverse fasi ciclo di vita:

- Life Cycle Assessment in edilizia, Monica Lavagna, 2008
- Geoff Hammond & Craig Jones* Sustainable Energy Research Team (SERT), University of Bath.

Altri database a cui fare riferimento potrebbero essere:

- Ecoinvent Life cycle inventories of production systems. Swiss Centre of Life Cycle Inventories, 2004
- ETH-ESU 96 Okoinventare von Energiesystemen. ESU group, ETH Technical University of Zurich, 1996
- BUWAL 250 Life cycle inventory for packagings. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape (SAEFL), Berne, Switzerland

❖ Produzione dei materiali

In fase di progettazione definitiva, sono noti, con discreta precisione, i materiali e rispettivi quantitativi da impiegare per la realizzazione dell'intervento. In generale le emissioni di gas serra imputabili ai materiali utilizzati possono essere stimate, per ogni tipologia di materiale j :

$$Emissioni_tot_CO_2eq(kg) = \sum_j Emissioni_spec_CO_2eq_j(kg/kg) * Q.tà_j(kg)$$

Dove:

$Emissioni_{tot_CO_2eq}$ (kg) = emissioni totali di gas serra prodotte per tutti i materiali utilizzati per la realizzazione dell'intervento

$Emissioni_{spec_CO_2eq}$ (kg/kg) = emissioni specifiche di gas serra per ogni materiale j per unità di massa nell'interno ciclo di vita del materiale

$Q.tà$ (kg) = quantitativo totale di materiale j richiesto per la realizzazione dell'intervento

Le emissioni specifiche di gas serra per ogni materiale nel suo ciclo di vita, come anticipato, possono essere tratte da alcuni studi o data base di LCA che, relativamente ai principali materiali utilizzati in edilizia, forniscono, per unità funzionale, una stima dei principali impatti sull'ambiente, comprese le emissioni di gas serra, nelle diverse fasi ciclo di vita.

Nel modello proposto si propone di considerare solo la fase di produzione del materiale, che comprende il reperimento e trasporto delle materie prime e il processo produttivo. Il trasporto del materiale all'utilizzatore infatti è già conteggiato nella fase di cantiere; mentre non si ritiene che debbano essere inserite, tout court, le emissioni relative alla fase finale della vita dei materiali (smaltimento in discarica, riutilizzo e riciclo, etc.), che non sono da attribuire necessariamente al piano/progetto ma agli utilizzatori successivi dei materiali stessi.

Si riportano in seguito alcuni dati relativi alle emissioni di gas serra associati alla sola fase di produzione dei principali materiali da costruzione, tratti dallo studio "Life Cycle Assessment in edilizia", Monica Lavagna (2008).

Tabella 14: Fattori di emissione per unità funzionale di alcuni materiali da costruzione associati alla fase di produzione (Fonte: Life Cycle Assessment in edilizia", Monica Lavagna, 2008).

Emissione gas serra per unità funzionale (kg CO ₂ eq/kg)		
	MIN	MAX
Acciaio primario (profili laminati a caldo Fe360)	1,24	1,7
Acciaio riciclato		0,57
Alluminio (mix europeo)		8,32
Blocco forato in laterizio	0,14	0,22
Calcestruzzo prefabbricato (armato)		0,18
Calcestruzzo gettato in opera (C25/30 non armato)		0,13
Lana di vetro	1,47	2,25
Lastra in gesso e cartongesso	0,17	0,36
Legno lamellare		-1,42
Polietilene ad alta densità (HDPE)		1,82
Polipropilene (PP)		1,82
Polistirene espanso sinterizzato (o polistirolo)	3,49	9,33
Politetrafluoroetilene (TEFLON)		16,2
Polivinil cloruro (PVC)		2,05
Vetro float	0,88	0,97

Ulteriori fattori, relativi ad altri materiali, sono disponibili dal data base Geoff Hammond & Craig Jones-Sustainable Energy Research Team, se ne riportano alcuni nella tabella che segue:

Tabella 15: Fattori di emissione per unità funzionale di alcuni materiali da costruzione associati alla fase di produzione (Fonte: Geoff Hammond & Craig Jones - SERT).

Emissione gas serra per unità funzionale (kg CO ₂ eq/kg)		
	MIN	MAX
<i>Cemento armato</i>	0,19	0,24
<i>Gres per tubazioni</i>	0,7	1,10
<i>Ghisa (per valvole e saracinesche)</i>		2,00
<i>Rame per cavi elettrici</i>		2,70
<i>Polimeri (collante per pavimentazione)</i>	3	6

ESEMPIO

NOTA: L'esempio che segue è stato costruito prendendo come riferimento l'approfondimento delle Linee Guida del Modello CESTEC riguardante l'attività di cantiere. In un caso reale i dati di seguito ipotizzati dovrebbero essere noti a partire dal progetto dell'edificio. I dati riportati devono essere pertanto considerati come puramente indicativi e funzionali all'esempio.

Secondo quanto riportato nelle linee guida del modello CESTEC, con riferimento alla tradizione costruttiva dell'area lombarda, un edificio residenziale si può considerare composto principalmente da calcestruzzo armato, acciaio da armatura, laterizio, vetro.

Si prenda come esempio la palazzina a 2 piani (volumetria di 3.300 m³ ca e sottostruttura a plinti), oggetto di esempio, che potrebbe verosimilmente essere composta da:

CALCESTRUZZO	ACCIAIO	LATERIZIO	CEMENTO ARMATO	VETRO	GRES/CERAMICA PER PAVIMENTI	GRES PER TUBAZIONI
450 mc	40.000 kg	300.000 kg	10.000 kg	5.000 kg	75.000 kg	33.000 kg

Si supponga inoltre che l'acciaio per metà sia riciclato. I fattori di emissione relativi alla fase di produzione dei materiali sono tratti da Tabella 14 e Tabella 15 (cautelativamente sono stati considerati i valori massimi):

Emissione gas serra per unità funzionale (kg CO ₂ eq/kg)	
<i>Acciaio primario (profili laminati a caldo Fe360)</i>	1,7
<i>Acciaio riciclato</i>	0,57
<i>Blocco forato in laterizio</i>	0,22
<i>Calcestruzzo prefabbricato (armato)</i>	0,18
<i>Cemento armato</i>	0,24
<i>Vetro float</i>	0,97
<i>Gres per tubazioni</i>	1,1

Incrociando le informazioni si ottengono, per ogni materiale, le emissioni di gas serra:

	Quantità (kg)	Emissioni per unità funzionale CO ₂ eq (kg/kg)	Emissioni CO ₂ eq (kg)
Calcestruzzo	900.000	0,18	162.000
Acciaio primario	20.000	1,7	34.000
Acciaio riciclato	20.000	0,57	11.400
Laterizio	300.000	0,22	66.000

Cemento armato	10.000	0,24	2.400
Vetro	5.000	0,97	4.850
Gres/ceramica	33.000	1,1	36.300
		TOTALE	316.950

Le emissioni totali imputabili ai materiali edili infine sono:

$$Emissioni CO_2eq = 316.950 \text{ kg CO}_2eq$$

Nelle tabelle seguenti sono elencati gli indicatori che devono essere popolati per la stima delle emissioni di gas serra in fase di progettazione definitiva dell'intervento e i dati/parametri necessari al modello.

DATI		FASE ATTUATIVA	FONTE
Materiale utilizzato: - quantità	kg	Progettazione	Progetto

PARAMETRI NECESSARI		FONTE
Emissioni specifiche di gas serra per ogni materiale nel suo ciclo di vita	KgCO ₂ eq/kg	Banche dati LCA

❖ Cantiere

In questa fase, la durata del cantiere, in fase di pianificazione, considerata pari ad un anno può essere sostituita dal dato reale.

1. Trasporto materiali / 3. Smaltimento del terreno

Le fasi 1 e 3 comprendono le seguenti voci:

- materiali in ingresso la realizzazione di strutture ed edifici;
- materiali in uscita (eventualmente da demolizione di quanto attualmente presente, materiale bituminoso);
- terreno da conferire (coltivo, terre e rocce di scavo);
- terreno da smaltire (eventualmente terreno coltivo, terre e rocce di scavo, riporto, terreno contaminato).

In fase di progettazione/realizzazione, note le specifiche di progetto, le emissioni dovute al trasporto di materiali (1.) e allo smaltimento del terreno (3.) possono essere stimate, per ogni fase i :

$$Emissioni CO_2eq(kg) = \sum_{i=1; i=3} km \text{ percorsi}_i (km) \cdot consumo \text{ specifico} (l/km) \cdot FE_comb (kg CO_2eq/l)$$

Dove:

FE_comb = fattore di emissione di gas serra del combustibile utilizzato (kgCO₂eq/l o kgCO₂eq/m³)

O, in alternativa:

$$Emissioni CO_2eq(kg) = \sum_{i=1; i=3} km \text{ percorsi}_i (km) \cdot FE_veic (kg CO_2eq/km)$$

Dove:

$Emissioni CO_2eq(kg)$ = emissioni di gas serra totali dovute al trasporto del materiale in fase di cantiere

FE_{veic} (kgCO₂eq/km)= fattore di emissione di gas serra del veicolo per km percorso

Le percorrenze possono essere stimate conoscendo la lunghezza dei percorsi da e per il cantiere, la capacità dei veicoli e la quantità di materiale o di terreno da trasportare:

$$km\ percorsi\ (km) = N_viaggi \cdot L_percorso(km)$$

$$N_viaggi = Q.tà\ da\ trasportare(ton) / C_veic(ton) \cdot 2$$

Dove:

$L_percorso$ (km) = lunghezza media di un viaggio di andata per il trasporto del materiale al cantiere o del terreno dal cantiere al sito di smaltimento

$Q.tà\ da\ trasportare$ (ton) = quantità totale di materiale di cui il cantiere deve essere approvvigionato per la realizzazione dell'intervento o la quantità di terreno da smaltire

C_veic (ton) = capacità dei veicoli adibiti al trasporto di materiale da e per il cantiere

N_viaggi = numero di viaggi di andata e ritorno (fattore moltiplicativo 2) dei veicoli da e per il cantiere

A seconda dei dettagli progettuali noti, la stima potrà essere più o meno precisa; ad esempio non conoscendo i dati relativi ai trasporti distinti per le due fasi 1. e 3. si potrà procedere ad una stima complessiva, considerando dati medi di percorrenza, capacità media dei veicoli, fattori di emissioni relativi a mezzi pesanti generici, etc.

In alternativa all'approccio mostrato sopra, è possibile anche utilizzare i dati forniti dal database ECOINVENT (2007)⁷ relativi al consumo di carburante ed emissioni di gas serra per le principali tipologie di autocarro. Il database definisce anche quanti chilometri devono essere percorsi perché una tonnellata di materiale venga trasportata per un chilometro da un certo automezzo (km/(km t)), sulla base del carico medio di ciascun veicolo, arrivando a definire i fattori di emissione per i veicoli in termini di kgCO₂eq/(km t), riportati nell'ultima colonna di Tabella 17.

Tabella 16: Consumi di carburante e emissioni di gas serra per tipologia di autocarro (Fonte: ECOINVENT 2007).

TIPOLOGIA DI AUTCARRO	CONSUMO DI DIESEL (kg/km)	EMISSIONE CO ₂ EQ	
		(kg/km)	(kg/km_diesel)
>32 ton	0,289	0,924	3,2
16-32 ton	0,210	0,676	3,2
7,5-16 ton	0,219	0,701	3,2
3,5-7,5 ton	0,143	0,463	3,2

Tabella 17: Per tipologia di autocarro, carico medio, chilometri percorsi per trasportare una tonnellata di materiale e fattore di emissione (Fonte: ECOINVENT 2007).

TIPOLOGIA DI AUTCARRO	CARICO MEDIO (t)	RICHIESTA DI KM (km/km t)	FATTORE DI EMISSIONE kgCO ₂ eq/(km t)
>32 ton	18	0,085	0,079
16-32 ton	10	0,173	0,117
7,5-16 ton	7,5	0,305	0,214
3,5-7,5 ton	5	1,021	0,472

⁷ <http://www.ecoinvent.org/documentation/>

Un altro mezzo adibito al trasporto è l'autobetonpompa che viene utilizzata per il trasporto e la distribuzione del calcestruzzo. In media essa comporta un consumo medio, per un carico di 5 mc (media tra il carico del viaggio di andata e del viaggio di ritorno) pari a 0,442 litri/km e un fattore di emissione associato all'attività di trasporto di 0,236 kgCO₂eq/(km mc) (Fonte: Modello CESTEC – Linee Guida).

Per determinare quindi l'impatto dell'attività di trasporto con autocarro o autobetonpompa è sufficiente scegliere la tipologia di autocarro utilizzata e moltiplicare il corrispondente fattore di emissione per la distanza, espressa in km, tra il punto di partenza e il punto di arrivo (ossia la distanza del solo viaggio di andata dal fornitore al cantiere e dal cantiere al sito di smaltimento terreno) e per il quantitativo effettivo (in tonnellate o volume in caso di calcestruzzo) del carico da trasportare:

$$Emissioni\ CO_2eq(kg) = \sum_{i=1; i=3} FE_automezzo(kgCO_2eq/km \cdot t) \cdot Q.tà(t) \cdot Distanza(km)$$

2. Realizzazione dello scavo / 4. Lavorazione in situ dei materiali / 5. Costruzione del manufatto

La realizzazione degli scavi (2.), la lavorazione dei materiali in situ (4.) e la costruzione del manufatto (5.) possono essere trattati in maniera uniforme, poiché le emissioni di gas serra in queste fasi è imputabile principalmente al consumo di combustibile degli strumenti/macchinari operativi in cantiere e ai fabbisogni/consumi di elettricità per gli eventuali allacciamenti alla rete elettrica. Le emissioni di gas serra per ogni fase *i*:

$$Emissioni\ CO_2eq(kg) = \sum_{i=2; i=4; i=5} Consumo\ specifico_M_i(l/h) * H_lavorazione_i(h) * FE_comb(kgCO_2eq/l) + Fabbisogno_en\ elettr_i(kWh) * FE_EnEl(kgCO_2eq/kWh)$$

Dove:

Consumo specifico_M (l/h) = consumo orario medio di combustibile dei macchinari/strumenti utilizzati nella fase *i*-esima

H_lavorazione (h) = ore di lavorazione totali, intese come impiego di macchine e strumenti, previste per la fase *i*-esima

Fabbisogno_en elettrica (kWh) = fabbisogno stimato di energia elettrica complessivo per le lavorazioni previste nella fase *i*-esima

FE_EnEl (kgCO₂eq/kWh) = fattore di emissione per l'approvvigionamento di energia elettrica dalla rete nazionale; dipende dalle modalità di produzione della stessa – il cui mix di combustibili/tecnologie, import, rendimenti cambia ogni anno

In seguito si forniscono i dati di consumo orario medio di combustibile relativamente ai principali mezzi impiegati in cantiere, che potranno essere modificati qualora si conoscessero dati più specifici:

Tabella 18: Consumo di combustibile per i mezzi non-road più comunemente utilizzati in cantiere (Fonte: Studio Impatto Ambientale VIA EXPO 2015/Linee guida CESTEC).

MEZZO	CONSUMO COMBUSTIBILE (DIESEL) [LT/H]
Autobetoniere	12
Autobotte 15'000 lt	11
Autocarri (18mc) con e senza grù	19

Autogrù 25/30t	10
Bobcat	4
Escavatori gommati	12
Escavatori cingolati	19
Finitrice	35
Fork lift	6
Fresatrice (per inserti in granito)	4
Greder	13
Macchina per pali	36
Motocompressori	8,5
Pala cingolata	12
Pala gommata	12
Piattaforme carrate	6
Pompe cls	14
Rulli compattatori	11
Rullo da 10 t	8
Sollevatori telescopici gommati	9
Terna	8

Inoltre:

Grù a torre elettrica	Consumo elettrico: 0,014 kwh / (t m) dipende dalla quantità di materiale alzato e dall'altezza a cui viene alzato
Autobetonpompa	per ogni mc di calcestruzzo gettato il consumo medio è di 0,2 lt/diesel

Le emissioni di gas serra associate all'utilizzo di veicoli "non road" possono essere tratte dall'Emission Inventory Guidebook (ENEA, 2009). Per tutti i macchinari "non road" il Guidebook fornisce un solo valore di emissione di gas serra per unità di combustibile (diesel) utilizzato.

Tabella 19: Fattori di emissione per i mezzi non-road più comunemente utilizzati in cantiere (Fonte: Emission Inventory Guidebook ENEA, 2009).

GAS SERRA	FATTORE EMISSIONE (kg/ton diesel)
CO ₂	3160
CH ₄	0,055
N ₂ O	0,135
CO ₂ eq	3202

Per tutti i mezzi usati in cantiere ed alimentati a combustibile diesel si può quindi utilizzare il fattore di emissione di 3,2 kg CO₂eq/kg diesel, equivalente a 2,67 kgCO₂eq/lt diesel. Per quanto riguarda invece tutti i mezzi alimentati ad energia elettrica (es. gru) si potrà utilizzare il fattore di emissione per l'energia elettrica di Tabella 12.

Anche in questo caso, a seconda dei dettagli progettuali noti, la stima potrà essere condotta singolarmente per ognuna delle attività (2. *Realizzazione dello scavo* / 4. *Lavorazione in situ dei materiali* / 5. *Costruzione del manufatto*) oppure per l'insieme delle attività, qualora si disponesse di un dato medio di consumo complessivo e le ore complessive di cantiere per le tre attività.

ESEMPIO

Proseguendo l'esempio iniziato, si consideri che la palazzina a 2 piani (volumetria di 3.300 m³ ca e sottostruttura a plinti), oggetto di esempio, potrebbe verosimilmente essere composta da:

CALCESTRUZZO	ACCIAIO	LATERIZIO	CEMENTO ARMATO	VETRO	GRES/CERAMICA PER PAVIMENTI	GRES PER TUBAZIONI
450 mc	40.000 kg	300.000 kg	10.000 kg	5.000 kg	75.000 kg	33.000 kg

Si ipotizzi che il calcestruzzo sia trasportato e gettato in cantiere tramite un'autobetonpompa con carico di 10 mc e fattore di emissione di 0,236 kgCO₂eq/(km mc), gli altri materiali invece siano trasportati dai fornitori al cantiere con autocarri di tipologia 7,5 - 16 ton, con carico medio di 10 ton (rif. Tabella 16 e Tabella 17).

Si consideri inoltre che per lo scavo debba essere rimosso un quantitativo di terreno di circa 1.500 ton, che deve essere allontanato dal cantiere, nel sito di smaltimento più vicino, tramite autocarri di tipologia 7,5 - 16 ton, con carico medio di 18 ton (rif. Tabella 17).

Infine, si supponga che siano noti la distanza dei fornitori dei materiali e del sito dove sarà smaltito il terreno asportato per lo scavo, e, di conseguenza, il chilometraggio percorso dagli automezzi da e per il cantiere. Per ogni materiale in tabella sono stati riportati anche i fattori di emissione degli automezzi utilizzati per il trasporto (rif. Tabella 17), funzionali alla stima delle emissioni di gas serra (ultima riga).

	Quantità (kg)	Distanza (km)	F.E (kgCO ₂ eq/km t)	Emissioni CO ₂ eq (kg)
Calcestruzzo	450 mc	8	0,236 kgCO ₂ eq/km mc	850
Acciaio	40.000	15	0,214	128
Laterizio	300.000	20	0,214	1.284
Cemento armato	10.000	20	0,214	43
Vetro	5.000	10	0,472	24
Gres/ceramica	75.000	10	0,472	354
Tubazioni e caldaia	33.000	30	0,472	467
Terreno di scavo	1.500.000	30	0,117	5.265
			Totale	8.415

Le emissioni di gas serra imputabili al trasporto di materiale da e per il cantiere (fasi 1, 3) sono:

$$Emissioni CO_2eq_{(fasi 1,3)} = 8.415 kg CO_2eq$$

Per quanto riguarda la stima delle emissioni di cantiere nelle fasi 2, 4 e 5, si considerino le seguenti attività principali:

- per realizzare lo scavo, sia necessario l'utilizzo di un escavatore (produzione effettiva di 70-80 mc/h) per circa 10 h;
- per realizzare solaio e tamponature esterne si utilizzi una gru che sollevi il cemento armato per i solai (considerando i 2 piani dell'edificio e un'altezza di spostamento media di circa 7 m) e il laterizio per le tamponature esterne;

- per il getto del calcestruzzo venga utilizzata la stessa autobetonpompa utilizzata per il trasporto del materiale al cantiere.

Utilizzando i dati di consumo orario riportati in Tabella 11 e il fattore di emissione per il diesel di 2,67 kgCO₂eq/l (rif. Tabella 19), si ottengono le emissioni di gas serra imputabili all'utilizzo dell'escavatore:

$$EmissioniCO_2eq_escavatore=19\text{ l/h}\cdot 10h\cdot 2,67\text{ kgCO}_2eq/l=507\text{ kgCO}_2eq$$

Dell'autobetonpompa per il getto del calcestruzzo:

$$EmissioniCO_2eq_autobetonpompa=0,2\text{ l/m}^3\cdot 450\text{m}^3\cdot 2,67\text{ kgCO}_2eq/l=240\text{ kgCO}_2eq$$

E alla gru elettrica:

$$Emissioni\ CO_2eq=0,014\text{ kWh}/(\text{ton}\cdot\text{m})\cdot 7\text{ m}\cdot 310\text{ ton}\cdot 0,4332\text{ kgCO}_2eq/\text{kWh}=132\text{ kgCO}_2eq$$

Le emissioni totali nelle fasi 2, 4 e 5 sono:

$$Emissioni\ CO_2eq\ (fasi\ 2,4e5)=879\text{ kg}\ CO_2eq$$

Le emissioni totali in fase di cantiere risultano quindi:

$$Emissioni\ CO_2eq\ (fasi\ 1-5)=9.294\text{ kg}\ CO_2eq$$

Nelle tabelle seguenti sono elencati gli indicatori che devono essere popolati per la stima delle emissioni di gas serra imputabili al cantiere in fase di progettazione/realizzazione dell'intervento e i dati/parametri necessari al modello.

DATI		FASE ATTUATIVA	FONTE
Tipologia di veicoli e combustibile		Fine lavori	Progetto Impresa appaltante (Indagine ad hoc)
- consumo specifico	l/km		
- capacità	ton		
Quantità di materiale o terreno da trasportare	-	Progettazione	
Distanza media fornitori/discariche terreni	%	Fine lavori	
Tipologia di macchine/strumenti e combustibile utilizzato:		Fine lavori	Progetto Impresa appaltante (Indagini ad hoc)
- consumo orario	l/h		
Ore di lavorazione/impiego macchine/strumenti	h		
Fabbisogni di energia elettrica totali o per attività di cantiere	kWh		

PARAMETRI NECESSARI		FONTE
Fattori di emissione (FE) per combustibile utilizzato o, <i>in alternativa</i> , Fattore di emissione (FE) del combustibile utilizzato	KgCO ₂ eq/l	EcolInvent (2007), Emission Inventory Guidebook (ENEA, 2009)
Fattori di emissione (FE) dell'energia elettrica per usi finali	KgCO ₂ eq/kWh	Piano energetico regionale (PAE Regione Lombardia), altre fonti regionali, provinciali, ad es. Bilanci energetici, banche dati energia

❖ Utilizzo

I dati relativi ai consumi energetici dell'edificio sono noti solo in fase di utilizzo dello stesso, la stima delle emissioni sarà quindi basata sui dati riportati per obbligo di legge nella certificazione energetica, che tutti gli edifici di nuova costruzione devono possedere e che deve accompagnare il progetto definitivo dell'intervento. In fase di progettazione definitiva dell'edificio sono noti tutti i parametri progettuali e quelli richiesti dalla pratica di certificazione energetica.

Secondo le "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici" [DM 26.06.09. Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici] la classificazione energetica dovrebbe essere condotta rispetto ad un indice di prestazione energetica globale (EP_{gl}) che tenga conto di tutte le fonti di dispendio energetico dell'edificio, ovvero:

$$EP_{gl}(kWh/m^2/anno) = EP_h + ET_c + EP_{ACS} + ET_{ill}$$

Dove:

$EP_{gl}(kWh/m^2)$ = indice di prestazione energetica globale

$EP_h(kWh/m^2)$ = indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

$EP_c(kWh/m^2)$ = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva

$EP_{acs}(kWh/m^2)$ = indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria

$EP_{ill}(kWh/m^2)$ = indice di prestazione energetica per illuminazione artificiale.

Tuttavia, allo stato attuale del recepimento della normativa, per la maggior parte delle Regioni, nella certificazione energetica si tiene conto esclusivamente della climatizzazione invernale e della produzione di acqua calda sanitaria e in alcuni casi anche delle altre voci. La metodologia che segue, basandosi sul caso di Regione Lombardia, propone di utilizzare i dati della certificazione energetica per climatizzazione invernale, produzione di acqua calda sanitaria e climatizzazione estiva. Illuminazione ed energia ausiliaria verranno trattati secondo una metodologia alternativa. Tuttavia quanto proposto può essere adattato con semplicità di volta in volta alle diverse specifiche regionali.

1. Climatizzazione invernale (riscaldamento) / 2. Produzione acqua calda sanitaria / 3. Climatizzazione estiva (raffrescamento)

La stima delle emissioni climalteranti acquista quindi completezza e precisione; in particolare si potrà tenere conto delle tre fonti di dispendio energetico: climatizzazione invernale (riscaldamento), produzione di acqua calda sanitaria e, ove presente, climatizzazione estiva (raffrescamento), come segue:

$$Emiss_{CO_2eq}(kg/m^2) = EP_h(kWh/m^2) \cdot FE_h(KgCO_2eq/kWh) + EP_{ACS}(kWh/m^2) \cdot FE_{ACS}(KgCO_2eq/kWh) + EP_c(kWh/m^2) \cdot FE_c(KgCO_2eq/kWh)$$

Dove:

$Emiss_{CO_2eq}(kg/m^2)$ = emissione di gas climalteranti per unità di superficie

$EP_h(kWh/m^2)$ = fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale

$EP_{ACS}(kWh/m^2)$ = fabbisogno specifico di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria

$FE(kgCO_2eq/l, o m^3, o kgCO_2eq/kWh)$ = fattore di emissione del combustibile utilizzato o dell'energia elettrica per la climatizzazione invernale, estiva e per la produzione di acqua calda sanitaria.

$EP_c (kWh/m^2)$ = fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione estiva

$$EP_c (kWh/m^2) = ET_c (kWh/m^2) / \eta$$

$ET_c (kWh/m^2)$ = fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione estiva o raffrescamento, che si ottiene passando per il rendimento di impianto n :

n = rendimento globale medio dell'impianto

In questa fase si potrà passare alla stima delle emissioni lorde a quelle nette considerando la quota parte di energia prodotta da FER:

$$Emiss_netta_CO_2eq (kg/m^2) = Emiss_CO_2eq (kg/m^2) \cdot (1 - \% FER)$$

$Emiss_netta_CO_2eq (kg/anno)$ = emissione di gas climalteranti per unità di superficie al netto della percentuale di emissioni evitate grazie all'autoproduzione di energia da FER

$\% FER$ = energia lorda prodotta da fonti rinnovabili rispetto al fabbisogno energetico totale di energia primaria

$$Emiss_tot_CO_2eq (kg/anno) = Emiss_netta_CO_2eq (kg/m^2) \cdot SU (m^2)$$

Dove:

$Emiss_tot_CO_2eq (kg/anno)$ = emissione totale di gas climalteranti per un anno di esercizio dell'edificio

$SU (m^2)$ = superficie utile, ovvero superficie netta calpestabile degli ambienti a temperatura controllata o climatizzata dell'edificio

Una volta conclusa la realizzazione dell'edificio, dalla certificazione energetica potranno essere direttamente note le emissioni climalteranti imputabili all'edificio, a seconda della normativa regionale, riferite al solo fabbisogno energetico per riscaldamento, o comprendere anche i fabbisogni per la produzione di acqua calda sanitaria e per il raffrescamento estivo.

ESEMPIO

L'attestato di certificazione energetica vigente in Regione Lombardia (Del. n° 9/1811), oltre ai dati del proprietario, dell'edificio e del suo accatastamento, contiene le informazioni relative alla classe energetica in cui l'edificio è collocato dal certificatore e i dati di impianto. Ai fini dell'esempio interessa in particolare la classificazione energetica e di superficie utile dell'edificio, riportati nel primo foglio dell'attestato (Figura 8) e i dati di: fabbisogno annuo di energia primaria per riscaldamento (EP_h), climatizzazione estiva (ET_c) e produzione di acqua calda sanitaria (EP_w) e il contributo delle fonti rinnovabili (EP_{fer}), da riportare nel secondo foglio dell'attestato (Figura 9).

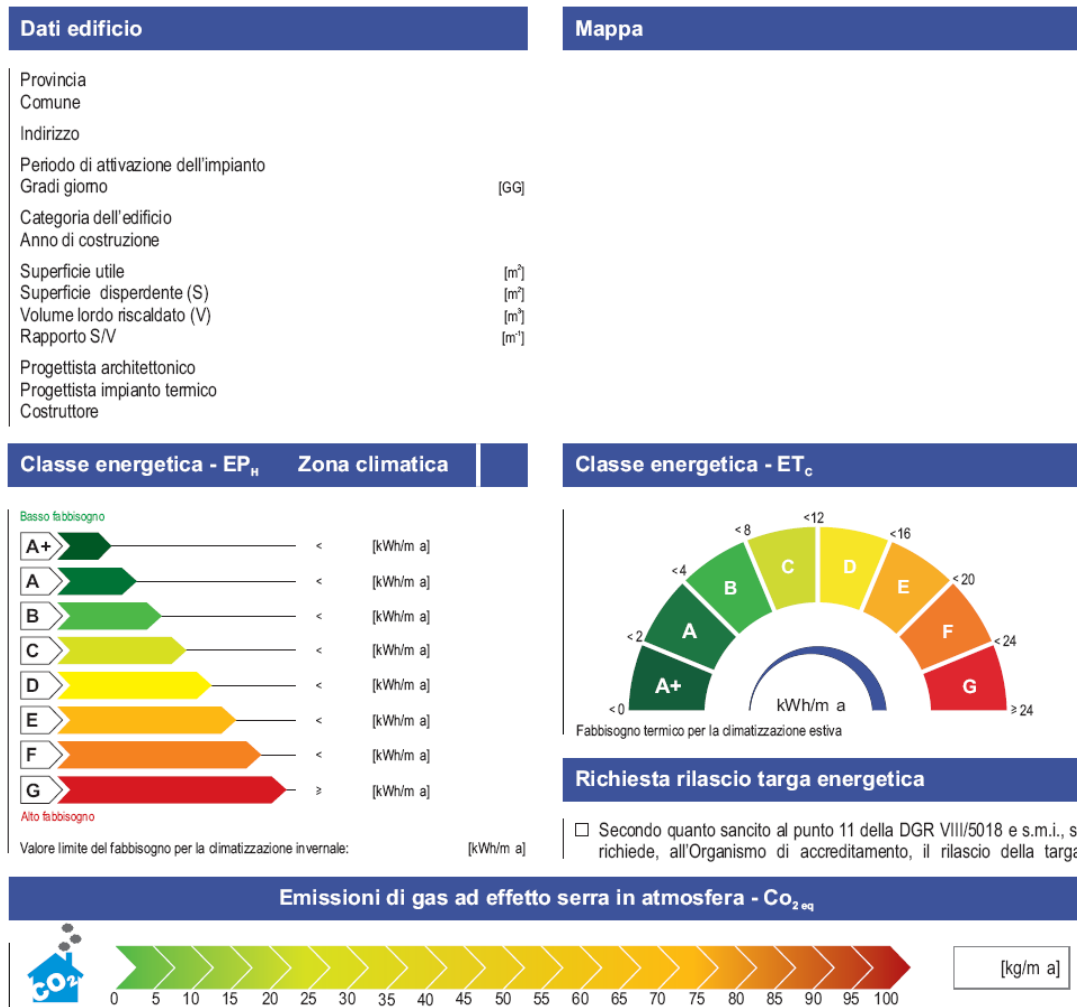


Figura 8: Estratto dell'attestato di certificazione energetica vigente in Regione Lombardia (Del. n° 9/1811) – pag. 1

Indicatori di prestazione energetica		Specifiche impianto termico			
Fabbisogno annuo di energia termica		Tipologia impianto	Riscaldamento	ACS	Combinato
Climatizzazione invernale ET_H	[kWh/m a]				
Climatizzazione estiva ET_C	[kWh/m a]				
Acqua calda sanitaria ET_w	[kWh/m a]	Sistema di generazione			
Fabbisogno di energia primaria					
Climatizzazione invernale EP_H	[kWh/m a]				
Climatizzazione estiva EP_C	[kWh/m a]	<input type="checkbox"/> tradizionale <input type="checkbox"/> multistadio o modulante numero generatori potenza termica nom. al focolare combustibile utilizzato			
Acqua calda sanitaria EP_w	[kWh/m a]				
Contributi					
Fonti rinnovabili EP_{FER}	[kWh/m a]	<input type="checkbox"/> condensazione <input type="checkbox"/> multistadio o modulante numero generatori potenza termica nom. al focolare combustibile utilizzato			
Efficienze medie					
Riscaldamento $\epsilon_{gH,yr}$	[%]				
Acqua calda sanitaria $\epsilon_{gW,yr}$	[%]	<input type="checkbox"/> pompe di calore numero generatori C.O.P. / G.U.E. combustibile utilizzato			
Riscaldamento + Acqua calda sanitaria $\epsilon_{gHW,yr}$	[%]				
Totale per usi termici EP_T	[kWh/m a]				
Altri usi energetici		<input type="checkbox"/> teleriscaldamento combustibile utilizzato			
Illuminazione EP_L	[kWh/m a]				
		<input type="checkbox"/> cogenerazione consumo nom. di combustibile combustibile utilizzato			
		<input type="checkbox"/> ad alimentazione elettrica potenza elettrica assorbita			
		<input type="checkbox"/> altro (si veda campo note)			

Figura 9: Estratto dell'attestato di certificazione energetica vigente in Regione Lombardia (Del. n° 9/1811) – pag. 2

L'attestato vigente in Regione Lombardia, comprende l'indicazione delle emissioni di gas serra prodotte in un anno per unità di superficie dell'edificio, imputabili al riscaldamento invernale, climatizzazione estiva e acqua calda sanitaria. In questo caso è sufficiente quindi moltiplicare il dato di emissione annuale per la superficie utile dell'edificio, senza bisogno di ulteriori stime.

Ci poniamo invece nel caso generale, in cui l'attestato di certificazione vigente non contempli il dato di emissione di gas serra. Ipotizziamo, quindi, che la palazzina di 2 piani, avente superficie utile SU pari a 850 m², sia stata classificata dal certificatore energetico in classe A sia per la climatizzazione invernale che per la climatizzazione estiva (trovandosi il Comune in zona E, l'EP_h dovrà essere compreso tra 14 e 29 kWh/m² e l'ET_c tra 5 e 10 kWh/m²). Assumiamo che il certificatore abbia stabilito un valore di EP_h pari a 27 kWh/m², di ET_c pari a 8 kWh/m², e di EP_w pari a 2 kWh/m².

Sappiamo inoltre che la d.g.r. n. 8/8745 rende obbligatorio progettare e realizzare l'impianto di produzione di energia termica in modo tale da coprire almeno il 50% del fabbisogno anno di energia prima richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria attraverso il contributo di impianti alimentati da fonti di energia rinnovabile. Tale copertura si intende soddisfatta qualora l'acqua calda sanitaria derivi da una rete di teleriscaldamento, alimentata da RSU e/o biogas da rifiuti, o da reflui energetici di un processo produttivo non altrimenti utilizzabili. Per questo motivo, nel caso in esempio, risulta naturalmente soddisfatto il requisito di legge e, non considerando altri contributi da fonte rinnovabile, il valore di EP_{fer} può essere considerato pari a 1 kWh/m².

Nella sezione dell'attestato, relativa alle specifiche di impianto termico, si trovano le informazioni relative ai combustibili utilizzati, nel nostro caso l'impianto di produzione di energia termica è alimentato da rete di teleriscaldamento a RSU, mentre l'impianto di climatizzazione estiva è alimentato da energia elettrica.

Si perviene quindi alla stima delle emissioni di gas serra, utilizzando i fattori di emissione di Tabella 12:

$$Emiss_CO_2eq_netta = (27 kWh/m^2 + 2 kWh/m^2) \cdot 850 m^2 \cdot 0,1703 KgCO_2eq/kWh + 8 kWh/m^2 \cdot 850 m^2 \cdot 0,4332 KgCO_2eq/kWh = 7.144 kgCO_2eq/anno$$

4. Illuminazione / 5. Energia ausiliaria

Le emissioni di gas serra imputabili ai consumi di energia elettrica per uso domestico possono essere stimate a partire da un dato medio di consumo per abitante (ad esclusione di acqua calda sanitaria e raffrescamento estivo, già ricompresi nella precedente sezione) e dal numero massimo di abitanti insediabili nell'edificio in progetto.

$$Emiss_tot_CO_2eq(kg/anno) = Consumo_medio_EnEl(kWh/ab) \cdot N_ab(ab) \cdot FE_EnEl(kgCO_2eq/kWh)$$

Dove:

Consumo_medio_EnEl (kWh/ab) = consumo medio annuale di energia elettrica per uso domestico per funzioni d'uso ad esclusione di acqua calda sanitaria e raffrescamento estivo

N_ab (ab) = numero massimo di abitanti insediabili nell'edificio

NOTA: Qualora l'edificio avesse uso alternativo a quello residenziale (per uffici, ricettivo, etc.) andranno utilizzati dati di consumi medi specifici, sia in termini di fabbisogno di acqua calda sanitaria che di fabbisogni elettrici (i fabbisogni termici non cambiano in maniera sostanziale) o in alternativa opportuni coefficienti correttivi da applicare ai calcoli descritti.

Per la quantificazione delle emissioni dovute ai consumi di energia elettrica per usi obbligati (forza motrice, elettronica, illuminazione) in fase di utilizzo dell'edificio si fa riferimento a quella condotta per la fase di pianificazione/progettazione, in cui è stato stimato un consumo medio pro-capite di 14 kWh/ab/anno nel Comune di XYZ. Si supponga però che in fase di progettazione e realizzazione dell'intervento, il numero abitanti insediabili sia noto (prima, infatti, è stato stimato utilizzato la SLP standard pro-capite prevista di 40 m²/ab) e pari a 28.

Le emissioni di gas serra risultano quindi pari a:

$$Emiss_{CO_2eq} = 14 kWh/ab \cdot 28 ab \cdot 0,4332 kgCO_2eq/kWh = 170 kgCO_2eq/anno$$

Nelle tabelle seguenti sono elencati gli indicatori che devono essere popolati per la stima delle emissioni di gas serra in fase di progettazione definitiva dell'intervento e i dati/parametri necessari al modello.

DATI		FASE ATTUATIVA	FONTE
Superficie Utile (SU)	m ²	Progettazione	Progetto
N abitanti insediabili	ab	Fine lavori	Certificato di abitabilità
Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale (classe energetica prevista)	kWh/m ²	Progettazione	Progetto
Fabbisogno specifico di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria	kWh/m ²		
Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione estiva (classe energetica prevista)	kWh/m ²		
Quota di energia prodotta da FER (%)	%		
Emissioni di gas serra dell'edificio	kg CO ₂ eq/ anno	Fine lavori	Certificazione energetica

PARAMETRI NECESSARI		FONTE
Consumo medio annuale di energia elettrica per uso domestico per funzioni d'uso (residenziale)	kWh/ab	Piano energetico regionale, altre fonti regionali, provinciali, ad es. Bilanci energetici, banche dati energia
Consumo medio annuale di energia elettrica per altri usi (uffici, strutture alberghiere, etc...) per funzioni d'uso	kWh/ m ²	
Fattori di emissione (FE) per combustibile utilizzato	KgCO ₂ eq/l o kgCO ₂ eq/m ³	
Fattori di emissione (FE) dell'energia elettrica per usi finali	KgCO ₂ eq/kWh _e	

Fase di esercizio

In fase di esercizio sono monitorati i contributi emissivi causati dall'utilizzo dell'edificio; la stima per la fase di cantiere e di produzione dei materiali in fase di progettazione/realizzazione non deve essere infatti più ricalcolata.

❖ Utilizzo

1.Climatizzazione invernale (riscaldamento) / 2.Produzione acqua calda sanitaria / 3.Climatizzazione estiva (raffrescamento)/4.Illuminazione / 5.Energia ausiliaria

Nella fase di esercizio sono stimate le emissioni di gas climalteranti relative all'utilizzo dell'edificio.

In fase di esercizio, rispetto alle fasi precedenti si potranno sostituire i fabbisogni energetici con i consumi annuali di elettricità e combustibile per i diversi usi, che in questo caso comprenderanno la climatizzazione (estiva e invernale), la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione e l'energia ausiliaria. Tuttavia i dati di consumo, forniti dalle fatturazioni dei fornitori energetici ai cittadini, non possono essere più distinti per i vari usi. Come sempre andranno considerate le eventuali produzioni di energia elettrica da FER: si suppone che l'energia elettrica prodotta (ad es. da impianto fotovoltaico) sia immessa in rete e quindi non direttamente utilizzata per fabbisogni dell'edificio⁸, viceversa l'energia termica (ad es. da impianto solare) è direttamente utilizzata per i fabbisogni dell'edificio (acqua calda sanitaria) e non emerge dalla fatturazione. La stima dei gas serra emessi in un anno di esercizio quindi diventa:

$$Emiss_tot_CO_2eq \text{ (kg / anno)} = \\ (Consumo_EnEl \text{ (kWh)} - Produzione_EnEl_FER \text{ (kWh)}) \cdot FE_EnEl \text{ (kgCO}_2\text{eq / kWh)} \\ + \sum_z Consumo_Comb_z \text{ (l)} \cdot FE_comb_z \text{ (KgCO}_2\text{eq / l)}$$

Dove:

$Emiss_tot_CO_2eq \text{ (kg/anno)}$ = emissione totale di gas climalteranti per un anno di esercizio dell'edificio

$Consumo_EnEl \text{ (kWh}_e\text{)}$ = consumi complessivi di energia elettrica annuali

$Produzione_EnEl_FER \text{ (kWh}_e\text{)}$ = produzione annuale di energia elettrica da fonti rinnovabili

$Consumo_Comb \text{ (l o m}^3\text{)}$ = consumo complessivo annuale del combustibile z

$FE_comb \text{ (kgCO}_2\text{eq/l, o m}^3\text{, o kgCO}_2\text{eq/kWh)}$ = fattore di emissione del combustibile z

$FE_EnEl \text{ (kgCO}_2\text{eq/kWh)}$ = fattore di emissione dell'energia elettrica per gli usi finali che tenga conto delle modalità di produzione della stessa (mix di combustibili/tecnologie, import, rendimenti)

Nel caso in cui, invece l'energia elettrica prodotta da FER venga in quota parte consumata dall'edificio stesso e l'eventuale rimanente immesso in rete, si terrà conto del consumo di energia elettrica al netto della produzione:

$$Emiss_tot_CO_2eq \text{ (kg / anno)} = \\ Consumo_EnEl_netto \text{ (kWh}_e\text{)} \cdot FE_EnEl \text{ (kgCO}_2\text{eq / kWh}_e\text{)} + \sum_z Consumo_Comb_z \text{ (l)} \cdot FE_comb_z \text{ (KgCO}_2\text{eq / l)}$$

Dove:

$Consumo_EnEl_netto \text{ (kWh)}$ = consumi di energia elettrica annuali al netto dell'energia elettrica da FER autoprodotta e consumata dall'edificio

ESEMPIO

Ipotizziamo che dalla fatturazione dei consumi elettrici e di calore emerga che in media la palazzina contenga 6 appartamenti e che in media ogni famiglia consumi 2.000 kWh/anno di energia elettrica e 3.500 kWh/anno di calore da teleriscaldamento.

Le emissioni di gas serra risultano quindi pari a:

⁸ Rif. Delibera ARG/elt 74/08; con lo scambio sul posto, l'impianto fotovoltaico lavora in regime di interscambio con la rete elettrica locale. Al termine di ciascun anno si effettua il conguaglio facendo la differenza tra le immissioni e i prelievi di energia dalla rete. Se il saldo è negativo verrà addebitato in bolletta; se il saldo è positivo il credito di energia resterà valido per sempre. Questa soluzione è particolarmente vantaggiosa se l'impianto è dimensionato in modo tale da produrre un quantitativo di energia elettrica minore o uguale all'energia elettrica consumata. lo "scambio sul posto" è possibile per impianti fotovoltaici fino ad un massimo di 200 kWp.

$$Emiss_CO_2eq_En_El = 2.000 kWh/anno \cdot 6 \cdot 0,4332 kgCO_2eq/kWh = 5.198 kgCO_2eq/anno$$

$$Emiss_CO_2eq_Calore = 3.500 kWh/anno \cdot 6 \cdot 0,1703 kgCO_2eq/kWh = 3.576 kgCO_2eq/anno$$

$$Emiss_CO_2eq_tot = 8.775 kgCO_2eq/anno$$

Nelle tabelle seguenti sono elencati gli indicatori che devono essere popolati per la stima delle emissioni di gas serra in fase di esercizio dell'edificio e i dati/parametri necessari al modello.

DATI		FASE ATTUATIVA	FONTE
Consumi annuali di energia elettrica	KWh/anno	Esercizio	- Fatturazione dei consumi (energetici, ..) - Campagne di monitoraggio specifiche
Consumi annuali di combustibile	l/anno m ³ /anno		
Produzione di energia elettrica da FER	KWh/anno		
<i>O in alternativa:</i> Consumi annuali di energia elettrica al netto dell'energia da FER autoprodotta	KWh/anno		

PARAMETRI		FONTE
Fattori di emissione (FE) per combustibile utilizzato	KgCO ₂ eq/l KgCO ₂ eq/m ³	PAE Regione Lombardia (2007)
Fattori di emissione (FE) dell'energia elettrica per usi finali	KgCO ₂ eq/kWh	PAE Regione Lombardia (2007)

ESEMPIO - Conclusione

Il monitoraggio delle emissioni climalteranti per la palazzina, parte del complesso edilizio di previsto da un ambito di trasformazione del PGT del Comune XYZ, nelle fasi attuative dell'intervento (pianificazione e pianificazione attuativa, progettazione e realizzazione e utilizzo) ha dato i seguenti esiti:

	Pianificazione/ Pianificazione attuativa	Progettazione/ Realizzazione	Esercizio (Anno 1)	Esercizio (Anno 2)
❖ Materiali (kg CO ₂ eq)	?	316.950	-	-
❖ Cantiere (kg CO ₂ eq)	14.494	9.294	-	-
❖ Utilizzo (kg CO ₂ eq/anno)	9.435	7.314	8.775	...
<i>Riscaldamento</i>	4.939	7.144	3.576	...
<i>Acqua Calda Sanitaria</i>	12		5.198	...
<i>Raffrescamento</i>	4.332			
<i>Altri usi elettrici</i>	152	170		...

Le differenze tra le emissioni stimate nelle differenti fasi si spiega con l'affinamento progressivo dei dati relativi all'intervento. La diminuzione delle previsioni di emissione di cantiere in fase di pianificazione è spiegata principalmente con la diminuzione della percorrenza media dei mezzi, da e per il cantiere, dovuta alla fornitura locale dei materiali per la costruzione (i 30 km medi ipotizzati in fase di pianificazione diventano 20 km in fase di progettazione /realizzazione degli interventi). Per ciò che riguarda invece le emissioni in fase di utilizzo dell'edificio: in fase di pianificazione/pianificazione attuativa sono maggiori perché non avendo dati specifici si sono fatte ipotesi di consumi basati sui valori limite massimi (per la classe energetica della palazzina) previsti dalla legge; in fase di progetto, si acquisiscono dati più precisi

sulla superficie utile dell'edificio e sui dettagli progettuali: le performance della palazzina risultano migliorative di quelle previste per legge e quindi le emissioni diminuiscono; in fase di utilizzo, più precisamente per il primo anno, i consumi energetici reali si rivelano maggiori di quelli previsti per la classe energetica. Questo può essere causato dagli stili di vita degli occupanti, condizioni atmosferiche particolarmente critiche o da errori di progettazione o realizzazione degli interventi (e nel futuro anche dall'usura dell'edificio e degli impianti), che nel complesso fanno sì che i consumi energetici eccedano quelli previsti dalla certificazione. I consumi energetici, poiché sono variabili nel tempo, devono essere monitorati annualmente per tutta la vita utile dell'edificio.

Nel periodo 2008-2011 le fasi attuative dell'azione di piano relativo all'ambito di trasformazione in oggetto si sono così temporalmente distribuite:

Anno	2008				2009				2010				2011				...
Trimestre	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	...
	Pianificazione				Pianificazioni e attuativa		Progettazione		Realizzazione				Esercizio				...

Le emissioni di gas serra imputabili al piano, in fase di pianificazione e pianificazione attuativa (2008-2009), sono quindi date dalla somma delle emissioni previste in fase di cantiere e in fase di utilizzo per tutto il tempo di vita utile dell'edificio e complessivamente sono pari a:

$$Emiss_CO_2eq_tot = 14.494 kgCO_2eq + 9.435 kgCO_2eq/anno * 30 anno = 297.544 kgCO_2eq$$

La previsione di piano può essere aggiornata con la progettazione e realizzazione gli interventi, includendo anche le emissioni imputabili alla produzione del materiale, per semplicità collocabili nello stesso anno di inizio del cantiere (2009-2010). Le emissioni stimate per materiali e cantiere diventano da previsionali ad effettive.

$$Emiss_CO_2eq_tot = (316.950 + 9.294) kgCO_2eq + 7.314 kgCO_2eq/anno * 30 anno = 545.664 kgCO_2eq$$

In fase di esercizio, sono noti i dati di consumo energetico degli edifici, per questo motivo possono essere aggiornati i dati di emissioni nell'utilizzo dell'edificio. Le emissioni stimate per questa voce, dal 2011 in poi, diventano quindi da previsionali ad effettive. La stima di emissioni di gas serra si corregge quindi considerando per il 2011 il dato registrato dai consumi effettivi e per gli anni rimanenti il dato stimato:

$$Emiss_CO_2eq_tot = (316.950 + 9.294 + 8.775) kgCO_2eq + 7.314 kgCO_2eq/anno * 29 anno = 547.225 kgCO_2eq$$

2. Bibliografia e fonti specifiche

Testi e siti internet:

- Carbon neutrality del “Programma di interventi finalizzati alla realizzazione dell’Expo 2015” – Report finale, CESTEC Regione Lombardia, 2011
- Linee Guida dell’IPCC - Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC/OECD, 1997
- Life Cycle Assessment in edilizia, Monica Lavagna, 2008
- Geoff Hammond & Craig Jones, Sustainable Energy Research Team (SERT), University of Bath.
- Ecoinvent Life cycle inventories of production systems. Swiss Centre of Life Cycle Inventories, 2004 www.ecoinvent.ch
- ETH-ESU 96 Oekoventure von Energiesystemen. ESU group, ETH Technical University of Zurich, 1996
- BUWAL 250 Life cycle inventory for packagings. Swiss Agency for the Environment, Forest and Landscape (SAEFL), Berne, Switzerland
- Rapporto Annuale sull’Efficienza Energetica 2010, ENEA, 2010 <http://efficienzaenergetica.acs.enea.it>
- Risanamento Energetico-Sviluppo Economico e Sociale e Risanamento Ambientale, Pagliaro Mario, 2011
- Studio Impatto Ambientale VIA EXPO Milano 2015, Società Expo, 2011
- http://www.minambiente.it/home_it/menu.html?mp=/menu/menu_attivita/&m=argomenti.html|Fonti_rinnovabili.html
- <http://www.nucleosolare.com/soluzioni/riconversione-energetica/112.html>
- Sistema Informativo Regionale Energia Ambiente (SIRENA) <http://sirena.cestec.eu/sirena/index.jsp>
- Inventario Emissioni Aria (INEMAR) <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/WebHome>
- Inventario Nazionale Emissioni APAT http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sinanet/serie_storiche_emissioni

Riferimenti normativi a livello comunitario e nazionale:

- Comunicazione della Commissione Europea «An energy policy for Europe» del gennaio 2007, nota come pacchetto “Azione clima 20-20-20”
- Direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica degli edifici, che abroga la 2002/91/CE sul rendimento energetico nell’edilizia
- Decreto ministeriale 26/06/09 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”
- Decreto 20 luglio 2004 “Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili”
- Decreto 20 luglio 2004 “Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi per l’incremento dell’efficienza energetica negli usi finali di energia”
- D.M. 27 luglio 2005 “Norma concernente il regolamento d’attuazione della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia»”
- D.lgs. 19 agosto 2005, n. 192 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”
- Delibera Autorità per l’Energia Elettrica e il Gas, ARG/elt 74/08 del 03/06/2008

Riferimenti normativi in Regione Lombardia:

- Deliberazione n. IX / 1811 - Approvazione nuovo modello di Attestato di Certificazione Energetica degli edifici
- D.g.r. VIII/8745 del 22/12/2008 - Determinazioni in merito alle disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia e per la certificazione energetica degli edifici, modificata dalla d.g.r. IX/335 - Certificazione energetica edifici pubblici: aggiornamento del termine finale
- D.d.g. 14006 del 15/12/2009 - Precisazioni in merito all'applicazione delle disposizioni vigenti in materia di certificazione energetica degli edifici e modifiche al DDG 5796 dell'11.06.2009
- Legge regionale 16/07/2009, n.13 - Azioni straordinarie per lo sviluppo e la qualificazione del patrimonio edilizio ed urbanistico della Lombardia
- Decreto n. 5796 dell'11/06/2009 - Aggiornamento della procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici
- Decreto N. 15833 del 13/12/2007 - Aggiornamento della procedura di calcolo per predisporre l'attestato di certificazione energetica degli edifici, previsto con d.g.r. 5018/2007 e successive modifiche ed integrazioni
- D.g.r. VIII/5018 del 26/6/2007 - Determinazioni inerenti la certificazione energetica degli edifici, in attuazione del d.lgs.192/2005 e degli art. 9 e 25 della l.r. 24/2006 come modificato e integrato da D.g.r. VIII/5773 del 31/10/2007
- D.g.r. VIII/4916 - PAE - Piano d'Azione per l'Energia

APPENDICE 4 RUMORE

La presente appendice contiene alcuni approfondimenti del documento “Indicazioni per il monitoraggio nella VAS” relativi al monitoraggio della componente Rumore nella valutazione ambientale strategica; con i seguenti contenuti:

1. Principale normativa sul rumore
2. Approfondimento su alcuni indicatori di contesto
3. Procedure e documenti utili al popolamento degli indicatori di Rumore
4. Individuazione degli indicatori di processo e contributo al contesto per tipologia di azione
5. Impostazione completa del monitoraggio per l'azione di piano “Nuova residenza”
6. Esempi di schede delle meta-informazioni degli indicatori
7. Bibliografia e fonti

1. Principale normativa sul rumore

Norme di carattere generale

- *D.P.C.M. 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”*: contiene una prima individuazione dei limiti massimi di esposizione al rumore, differenziati sulla base di classi di destinazione d’uso del territorio
- *L. 26 ottobre 1995, n. 447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico”*: descrive la ripartizione delle competenze ai diversi livelli amministrativi; estende lo strumento “piano di risanamento acustico”, già introdotto per le imprese dal DPCM 1 marzo 1991, all’ambito comunale; mette ordine nel panorama delle definizioni: valore limite di immissione (assoluto e differenziale), valore di attenzione, valore di qualità
- *D.P.C.M. 14 novembre 1997 “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”*: determina, in attuazione della Legge Quadro, i valori limite di immissione (assoluto e differenziale), valori di attenzione, valore di qualità in riferimento alle classi di destinazione d’uso del territorio
- *D. Lgs. 15 luglio 2005, n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale”*: introduce il procedimento di “mappatura acustica” e le mappe acustiche strategiche; introduce i piani d’azione

Ulteriori riferimenti normativi sono costituiti dal D. M. 16/03/98 “Tecniche di rilevamento e misurazione dell’inquinamento acustico” e dalle Leggi regionali sull’inquinamento acustico.

Riferimenti specifici per le infrastrutture

Aeroporti:

- *D.M. 31 ottobre 1997 “Metodologia di misura del rumore aeroportuale ai fini del contenimento dell’inquinamento acustico negli aeroporti civili e negli aeroporti militari aperti al traffico civile”*
- *D.M. 20 maggio 1999 “Criteri per la progettazione dei sistemi di monitoraggio per il controllo dei livelli di inquinamento acustico in prossimità degli aeroporti nonché criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico”*

- D.P.R. 9 novembre 1999 n. 476: "Regolamento recante modificazioni al decreto del Presidente della Repubblica 11.12.1997, n. 496, concernente il divieto di voli notturni" - DPR 11 dicembre 1997 n. 496: "Regolamento recante norme per la riduzione dell'inquinamento acustico prodotto dagli aeromobili civili"
- D.M. 3 dicembre 1999 "Procedura antirumore e zone di rispetto negli aeroporti"
- D.Lgs. n. 13 del 17 gennaio 2005 "Attuazione della direttiva 2002/30/CE relativa all'introduzione di restrizioni operative ai fini del contenimento del rumore negli aeroporti comunitari"

Ferrovie e strade:

- D.P.R. 18 novembre 1998, n. 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art. 11, L. 447/1995, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario"
- D.M. 29 novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e dagli Enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore"
- D.P.R. 30 marzo 2004, n.142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

2. Approfondimento su alcuni indicatori di contesto

Zonizzazione acustica e valori limite

La zonizzazione (o classificazione) acustica comunale è la suddivisione del territorio comunale in zone acustiche omogenee sulla base delle destinazioni d'uso presenti o previste dalla pianificazione. È stata introdotta a livello nazionale nel D.P.C.M. 01/03/91 e ripresa nella "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 e nel D.P.C.M. 14/11/97. Tali norme demandano alle Regioni il compito di individuare nel dettaglio i criteri con cui effettuare la classificazione; pertanto, le indicazioni specifiche circa le modalità di classificazione, l'iter della procedura tecnico amministrativa e gli elaborati da produrre sono da ricercare all'interno della normativa regionale.

Secondo la normativa nazionale ad ogni zona acustica omogenea, individuata sulla base delle destinazioni d'uso e della presenza o meno di recettori sensibili, deve essere assegnata una delle seguenti classi:

CLASSE I	Aree particolarmente protette. Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.
CLASSE III	Aree di tipo misto. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
CLASSE IV	Aree di intensa attività umana. Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie
CLASSE V	Aree prevalentemente industriali. Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti

	industriali e con scarsità di abitazioni
CLASSE VI	Aree esclusivamente industriali. Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Se la zonizzazione acustica si applica alle destinazioni d'uso del territorio derivanti dai piani urbanistici, parallelamente la normativa definisce anche una zonizzazione acustica specifica applicata alle infrastrutture a seconda della tipologia (aeroportuale, stradale, ferroviaria).

Infrastrutture: fasce e zone di rispetto

Il **rumore aeroportuale** viene misurato tramite un descrittore acustico apposito, detto livello di valutazione del rumore aeroportuale (LVA), che si riferisce alla sola attività aerea, in termini di operazioni a terra e di sorvolo. Gli aeroporti vengono così distinti sulla base dei livelli di inquinamento acustico, mentre nel loro intorno vengono definite tre fasce, A-B-C di dimensioni variabili, caratterizzate da limiti acustici differenti e da funzioni insediabili/insediate differenti.

Per le **ferrovie e le metropolitane** di superficie (escluse tramvie e funicolari), la normativa definisce la regolazione sulle fasce di pertinenza e sul materiale rotabile.

Le fasce di pertinenza hanno larghezza predefinita di 250 metri per lato, suddivise in una fascia A (i 100 m più prossimi all'infrastruttura) e una fascia B (i successivi 150 m). Per le infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h, vige cautelativamente un'unica fascia di 250 m per lato.

All'interno delle fasce, i limiti assoluti di immissione vengono definiti in relazione al tipo di recettore; qualora non rispettati, in caso di infrastrutture esistenti, i limiti sono da conseguire tramite apposite attività pluriennali di risanamento. All'interno delle fasce di pertinenza, per tutte le sorgenti diverse dall'infrastruttura di trasporto valgono i limiti di immissione stabiliti dalla classificazione acustica comunale.

Anche per le **infrastrutture stradali** esistenti e di nuova realizzazione, sono definite fasce di pertinenza (ma l'ampiezza è variabile a seconda del tipo di strada) con i relativi valori limite assoluti di immissione riferiti alla sola sorgente stradale. Analogamente alle infrastrutture ferroviarie, all'interno delle fasce di pertinenza per tutte le sorgenti diverse dalla strada analizzata valgono i limiti di immissione stabiliti sulla base della classificazione acustica comunale.

Valori limite per le classi acustiche

Con riferimento alle classi di destinazione d'uso del territorio, sono individuati specifici limiti acustici da applicare; tali limiti, definiti dalla Legge Quadro n. 447/95 e quantificati dal D.P.C.M. 14/11/97, sono tutti espressi in termini di livello continuo equivalente di rumore ponderato A $L_{eq}(A)$ ⁹, misurato in decibel e calcolato in riferimento a due diversi intervalli temporali: diurno (dalle 6.00 alle 22.00) e notturno (dalle 22.00 alle 6.00).

Determinazione del livello continuo equivalente di rumore

Il livello continuo equivalente di rumore corrisponde al livello di un virtuale rumore costante che, nello stesso periodo di tempo (T) del rumore in esame (più o meno variabile) presenta il medesimo contenuto energetico sonoro: esso rappresenta pertanto un livello medio in termini energetici ed è ritenuto un descrittore acustico idoneo a valutare l'inquinamento acustico; utilizzando il livello equivalente si considera come preponderante il contributo dell'energia media percepita rispetto ai valori di potenza istantanea. In questo modo vengono attenuati eventuali picchi di rumore.

Il livello continuo equivalente, sulla base del quale verificare il rispetto dei limiti normativi, può essere

⁹ La dicitura "ponderato A" si riferisce all'uso di una curva di risposta detta "curva di ponderazione A" che descrive il comportamento dell'orecchio umano. Tale operazione si rende necessaria poiché, al variare della frequenza, uno stesso livello sonoro non produce la stessa sensazione sonora. Gli strumenti di misura e di calcolo sono in grado di riprodurre questo andamento; l'unità di misura in questo caso è il decibel A. In questo modo si riesce a tener conto sia dei fattori fisici che caratterizzano l'emissione sonora in sé, sia della risposta soggettiva della popolazione esposta.

calcolato operativamente in relazione a diversi intervalli temporali.

Essi costituiscono i valori di riferimento con i quali confrontare tutte le misurazioni, effettuate sempre in termini di L_{eq} , al fine di individuare sul territorio eventuali situazioni critiche e poter attivare azioni correttive o di risanamento. I valori vengono di seguito descritti.

Valori limite di emissione:

valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa. Tali limiti sono riferiti alle sorgenti fisse e mobili e si applicano a tutte le aree del territorio ad esse circostanti sulla base della zonizzazione acustica. Le misurazioni sono da effettuare comunque in prossimità degli spazi utilizzati da persone e comunità.

LIMITI DI EMISSIONE (dB(A))		
Classe acustica	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	45	35
II	50	40
III	55	45
IV	60	50
V	65	55
VI	65	65

Valori limite di immissione:

valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo e nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. Il valore limite **assoluto** così definito si applica ai livelli di rumore ambientale, cioè al rumore immesso dall'insieme di tutte le sorgenti in un dato luogo e durante un determinato intervallo di tempo.

La normativa introduce anche i valori limite di immissione **differenziali** che si riferiscono alla differenza tra il suddetto livello di rumore ambientale e il rumore residuo, calcolata all'interno degli ambienti abitativi. Tali limiti non si applicano qualora:

- a) il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno
- b) il livello del rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dB(A) durante il periodo diurno e 25 dB(A) durante il periodo notturno

LIMITI DI IMMISSIONE ASSOLUTI (dB(A))		
Classe acustica	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	50	40
II	55	45
III	60	50
IV	65	55
V	70	60
VI	70	70

LIMITI DI IMMISSIONE DIFFERENZIALI (dB(A))		
Classe acustica	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I-V	5	3
VI	n.a.	n.a.

I limiti differenziali tutelano maggiormente le zone meno rumorose; al contrario i limiti assoluti tutelano le zone più rumorose, stabilendo un valore soglia assoluto che non può essere superato, nemmeno in caso di rispetto dei limiti differenziali.

Valori di attenzione:

valore di rumore che segnala la presenza di un potenziale rischio per la salute umana o per l'ambiente. I valori di attenzione sono:

- a) se riferiti ad un'ora, pari ai valori limite assoluti di immissione, aumentati di 10 dB per il periodo

diurno e di 5 dB per il periodo notturno,

- b) se relativi ai tempi di riferimento, pari ai valori limite assoluti di immissione. Il superamento anche di uno solo di questi due valori comporta per l'amministrazione comunale l'obbligo di adozione di un piano di risanamento acustico, a meno delle aree esclusivamente industriali, per cui tale obbligo sussiste solo in caso di superamento dei valori di cui alla lettera (b).

I piani di risanamento acustico devono contenere: a) l'individuazione della tipologia ed entità dei rumori presenti, incluse le sorgenti mobili, nelle zone da risanare; b) l'individuazione dei soggetti a cui compete l'intervento; c) l'indicazione delle priorità, delle modalità e dei tempi per il risanamento; d) la stima degli oneri finanziari e dei mezzi necessari; e) le eventuali misure cautelari a carattere d'urgenza per la tutela dell'ambiente e della salute pubblica.

Valori di qualità:

valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla presente legge.

VALORI DI QUALITÀ' (dB(A))		
Classe acustica	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)
I	47	37
II	52	42
III	57	47
IV	62	52
V	67	57
VI	70	70

Le amministrazioni comunali possono concedere delle deroghe ai valori limite, in caso di attività rumorose temporanee, ma in linea generale la normativa nazionale vieta l'adiacenza tra aree con un differenziale di livello sonoro equivalente superiore a 5 dBA.

Non tutti i Comuni italiani hanno già provveduto alla classificazione acustica del proprio territorio. In questi casi si applicano per le sorgenti fisse i limiti di accettabilità contenuti nell'art. 6 del D.P.C.M. 01/03/91 riferiti direttamente alla zonizzazione dello strumento urbanistico.

Tabella 20. Limiti di accettabilità da D.P.C.M. 01/03/91.

LIMITI DI ACCETTABILITÀ		
Zonizzazione (DM 1444/68)	Tempi di riferimento	
	Diurno Leq(A)	Notturmo Leq(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zone A: parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestano carattere storico, artistico e di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti, che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi	65	55
Zone B: parti del territorio totalmente o parzialmente edificate, diverse dalle zone A): si considerano parzialmente edificate le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad 1,5 mc/mq	60	50
Zone esclusivamente industriali	70	70

Valori limite applicati alle infrastrutture

Nelle tabelle che seguono sono riportati rispettivamente i valori limite in caso di aeroporti, infrastrutture stradali di nuova realizzazione e esistenti.

Tabella 21. Valori limite e condizioni per la pianificazione urbanistica per aeroporti.

zona	LVA consentito	Condizioni per la pianificazione urbanistica
Est. A	< 60 dB(A)	Nessuna limitazione
zona A	< 65 dB(A)	Nessuna limitazione (classificazione acustica comunale compatibile)
zona B	< 75 dB(A)	consentite solo attività agricole ed allevamenti di bestiame, attività industriali e assimilate, attività commerciali, attività di ufficio, terziario e assimilate, previa adozione di adeguate misure di isolamento acustico
zona C	> 75 dB(A)	Consentite esclusivamente le attività funzionalmente connesse con l'uso ed i servizi delle infrastrutture aeroportuali

Tabella 22. Fasce di rispetto e limiti di immissione per le fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali di nuova realizzazione.

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo D.M. 5.11.01 - Norme funz. e geom. per la costruzione delle strade)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		250	50	40	65	55
B - extraurbana princ		250	50	40	65	55
C - extraurbana sec	C 1	250	50	40	65	55
	C 2	150	50	40	65	55
D - urbana di scorrimento		100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/97 e in modo conforme alla zonizzazione acustica ex art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447/95.			
F - locale		30				

* Per le scuole vale il solo limite diurno

Tabella 23. Fasce di rispetto e limiti di immissione per le fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali esistenti e assimilabili (ampliamenti in sede, affiancamenti e varianti).

TIPO DI STRADA (secondo codice della strada)	SOTTOTIPI A FINI ACUSTICI (Secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza fascia di pertinenza acustica (m)	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		Altri ricettori	
			Diurno dB(A)	Notturno dB(A)	Diurno dB(A)	Notturno dB(A)
A - autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B - extraurbana princ		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C - extraurbana sec	Ca (carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			85	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D - urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	80
	Db (Tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E - urbana di quartiere		30	definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al D.P.C.M. 14/11/97 e in modo conforme alla			
F - locale		30				

		zonizzazione acustica ex art. 6, comma 1, lettera a), della legge n. 447/95.
--	--	--

* Per le scuole vale il solo limite diurno

La mappatura acustica

La mappatura del clima acustico consiste nella “rappresentazione di dati relativi a una situazione di rumore esistente o prevista in una zona, relativa ad una determinata sorgente, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona”. A differenza della zonizzazione, la mappatura acustica descrive l’effettiva esposizione globale al rumore in una determinata zona. La mappa acustica strategica è l’elaborato che si riferisce agli agglomerati urbani: esso deve tenere conto del rumore emesso da tutte le sorgenti principali (strade, ferrovie, aeroporti, siti di attività industriale, inclusi i porti) e si compone di più mappe acustiche, distinte per ciascuna delle sorgenti sopra citate. Al di fuori degli agglomerati, la mappatura viene eseguita in corrispondenza di aree sensibili o delle sorgenti sonore infrastrutturali principali (strade, ferrovie e aeroporti, porti).

In relazione agli obiettivi della mappatura, è possibile individuare diverse tipologie di mappe acustiche e mappe acustiche strategiche: mappe di rumore, mappe di esposizione, mappe di conflitto. Le mappe acustiche fungono da base per l’adozione di piani di azione, che hanno lo scopo di ridurre l’inquinamento acustico gestendo le situazioni di criticità.

I descrittori acustici

I descrittori acustici attraverso cui si costruisce la mappatura sono definiti a livello comunitario, non sono quindi i medesimi adottati per la zonizzazione acustica; invece che al periodo diurno e notturno, essi si distinguono in relazione a più periodi di riferimento (secondo quanto contenuto negli allegati 1 e 2 del D.Lgs. 194/05): L_{den} (livello giorno - sera - notte), L_{day} (livello giorno), $L_{evening}$ (livello sera), L_{night} (livello notte). I descrittori L_{den} e L_{night} rispettivamente forniscono indicazioni per determinare il fastidio e i disturbi del sonno. Obiettivo dell’uso di descrittori condivisi a livello comunitario è definire un approccio comune al controllo e alla riduzione dell’inquinamento acustico, omogeneizzando tra loro i dati da trasmettere obbligatoriamente alla Commissione. Sono in fase di definizione metodi di calcolo comuni per la conversione dei descrittori $Leq(A)$ diurno e notturno nei descrittori caratterizzanti la mappatura, affinché siano utilizzabili anche i dati già disponibili.

3. Procedure e documenti utili al popolamento degli indicatori di Rumore

La Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)

La legge quadro n. 447/95 stabilisce (art.8) che i progetti sottoposti a valutazione di impatto ambientale devono essere redatti in conformità alle esigenze di tutela dall’inquinamento acustico delle popolazioni interessate: ciò comporta che la realizzazione, la modifica ed il potenziamento di determinate tipologie di opere debbano essere accompagnate da specifica documentazione d’impatto acustico (adempimento in carico ai soggetti titolari dei progetti/opere da realizzare). Le categorie di opere individuate dalla normativa sono:

- aeroporti, aviosuperfici, eliporti;
- strade di tipo A (autostrade), B (strade extraurbane principali), C (strade extraurbane secondarie), D (strade urbane di scorrimento), E (strade urbane di quartiere) e F (strade locali), secondo la classificazione di cui al decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni;

- ferrovie e altri sistemi di trasporto collettivo su rotaia.
 - La valutazione d'impatto per la componente rumore in fase di VIA si articola sostanzialmente nelle fasi di seguito elencate; per ogni fase si riportano alcuni possibili indicatori che vengono utilizzati in genere per valutare e quantificare gli effetti dell'opera sottoposta a VIA
- 1) Individuazione dei recettori sensibili e della classe di zonizzazione acustica dell'area in cui si colloca il progetto
 - Presenza e consistenza di ricettori sensibili e rappresentativi (a livello locale). A seconda dei casi, si può prevedere la realizzazione di un censimento di tutti gli edifici influenzati dal rumore prodotto dalla nuova sorgente di progetto tramite compilazione di apposite schede.
 - Classe di zonizzazione acustica a cui appartiene l'area di studio.
 - 2) Analisi del clima acustico preesistente e delle sorgenti sonore già presenti nell'area di studio
 - Livello sonoro equivalente (LAeq) ante-operam in corrispondenza dei recettori sensibili (valutazione puntuale) e/o nell'intorno dell'opera (attraverso la realizzazione di mappe del rumore). In genere la caratterizzazione della situazione ante-operam viene svolta attraverso una serie di misurazioni effettuate in punti ritenuti rappresentativi in relazione alle sorgenti esistenti e future e ai recettori sensibili. Nella scelta di tali punti è bene tener presente anche la possibilità di integrazione con monitoraggi precedentemente svolti e la possibilità di riutilizzare i punti per il monitoraggio post-operam. Lo studio dei livelli di rumore ante-operam permette anche di analizzare nel dettaglio le sorgenti preesistenti, in modo da delineare lo scenario futuro in assenza dell'opera sottoposta a VIA: il confronto tra lo scenario di riferimento e lo scenario progettuale, infatti, è fondamentale nella VIA così come lo è nelle DPIA e nelle VPCA.
 - 3) Caratterizzazione delle nuove sorgenti e della loro potenza sonora e verifica previsionale dei limiti di emissione (si considerano solo le nuove sorgenti oggetto della valutazione)
 - Numero, tipologia, potenza sonora e localizzazione delle nuove sorgenti. L'analisi non si deve limitare esclusivamente alla sorgente oggetto direttamente della VIA, ma deve comprendere anche gli effetti indiretti che questa comporta in termini di rumore, ad esempio generati dal traffico da essa indotto a scala locale.
 - Superamento previsto dei limiti di emissione.
 - L'analisi deve essere effettuata sia per quanto riguarda la fase di cantiere che per quella di esercizio. Esclusivamente per la fase di cantiere, qualora si dovesse prevedere un superamento dei limiti normativi non risolvibile attraverso misure di mitigazione e contenimento, è possibile richiedere una deroga ai limiti vigenti, essendo l'attività di carattere temporaneo. Discorso del tutto analogo vale per quanto concerne i valori limite di immissione.
 - 4) Verifica della compatibilità acustica del progetto con il clima preesistente e verifica previsionale dei limiti di immissione (si considera l'effetto cumulativo delle nuove sorgenti e di quelle preesistenti)
 - Valutazione previsionale del clima acustico futuro con e senza l'opera oggetto di valutazione (attraverso la realizzazione di mappe del rumore).
 - Superamento previsto dei limiti di immissione (assoluti e differenziali).
 - 5) Definizione di eventuali misure di mitigazione e di monitoraggio
 - Interventi sulle sorgenti o sui recettori.
 - N. di centraline per il monitoraggio del rumore installate e configurazione della rete. Il monitoraggio può avvenire tramite centraline fisse che lavorano in continuo e/o tramite campagne di rilievo ad hoc (specialmente in fasi e occasioni particolarmente critiche o impattanti). La valutazione del clima acustico svolta in sede di Studio di Impatto Ambientale è una valutazione previsionale, che si basa sull'utilizzo di modelli acustici in cui inserire come input le informazioni relative al clima ante-operam

e quelle relative alle caratteristiche della nuova sorgente. La verifica effettiva del rispetto dei valori limite può avvenire solo in fase di realizzazione (per quanto riguarda il monitoraggio del cantiere) e in fase di esercizio dell'opera. A questo scopo si definiscono in fase di VIA le modalità per il sistema di monitoraggio, basandosi su quanto principalmente evidenziato in sede di SIA.

L'integrazione e il coordinamento tra la VIA e la VAS, oltre che in fase di analisi della situazione ex-ante e di valutazione degli effetti in previsione, risulta utile anche in fase di verifica degli effetti ex-post tramite il monitoraggio dei livelli di rumore. La VIA, infatti, prevede la predisposizione di un sistema di monitoraggio basato sul posizionamento di centraline fisse e/o sulla realizzazione di campagne ad hoc per situazioni particolarmente critiche e impattanti. I dati e le informazioni così ricavate possono confluire nel monitoraggio di scala più vasta che interessa il piano, andando ad aggiornare l'indicatore di contesto relativo a *"Numero, densità e caratteristiche delle centraline di monitoraggio per il rumore"*, ma anche permettendo il popolamento di indicatori di processo quali *"Numero (e area coperta) di campagne ad hoc per il monitoraggio del rumore effettuate in un anno"* e *"Numero superamenti dei limiti di emissione/immissione rispetto ai limiti di legge / N. totale di rilevamenti all'anno"*, ovviamente in relazione alla sorgente specifica sottoposta a VIA. I sistemi di monitoraggio di VAS e VIA presentano dei parallelismi: la VIA a partire dalle condizioni del contesto ante-operam valuta l'effetto singolo/cumulato della sorgente oggetto di valutazione durante il suo ciclo di vita (in corso d'opera, post operam) e definisce le necessarie misure di monitoraggio e mitigazione; la VAS ha come oggetto le azioni di piano e non più la singola opera, ma il percorso rimane comunque analogo. È ragionevole, quindi, pensare di integrare i due strumenti basandosi sul concetto di scalabilità ovvero legando ciò che viene monitorato e misurato a scala di singolo progetto e gli indicatori di scala vasta. In questo modo è possibile ottenere un duplice effetto positivo: da una parte gli indicatori puntuali possono essere utili per costruire il monitoraggio a scala più vasta, dall'altra tale monitoraggio può fornire un valore aggiunto alle valutazioni puntuali poiché permette di analizzarne il contesto e gli impatti cumulati.

Documentazione previsionale di impatto acustico (DPIA)

La Documentazione Previsionale di Impatto Acustico è stata introdotta dalla L. 447/1995, allo scopo di dimostrare la compatibilità della nuova opera/attività rispetto alla normativa acustica vigente; qualora la DPIA dimostri un potenziale non rispetto dei limiti, ciò costituisce elemento ostativo al rilascio dell'autorizzazione. La documentazione, obbligatoria per le opere soggette a VIA (cfr paragrafo precedente), può essere richiesta da parte dei Comuni anche in caso di realizzazione, modifica e potenziamento di categorie di opere non soggette a tale procedura, come discoteche, circoli privati e pubblici esercizi ove sono installati macchinari o impianti rumorosi, impianti sportivi e ricreativi.

La norma quadro stabilisce inoltre l'obbligo di produrre una documentazione di previsione impatto acustico nelle domande:

- per il rilascio di concessioni edilizie relative a nuovi impianti e infrastrutture adibiti ad attività produttive, sportive e ricreative e a postazioni di servizi commerciali polifunzionali;
- per il rilascio dei provvedimenti che abilitano all'utilizzo degli immobili ed impianti di cui sopra;
- per la licenza o l'autorizzazione all'esercizio di attività produttive.

Obiettivo dell'iter amministrativo regolato dalla Legge Quadro è evitare che nuove attività e/o infrastrutture inidonee con i valori limite possano essere autorizzate. La DPIA deve consentire in primo luogo una valutazione comparativa tra lo stato di fatto (senza le opere o attività in progetto) e lo scenario di progetto (con le opere o attività in progetto) e distinguendo tra la quota di rumorosità indotta dalla sola opera o attività in progetto e quella generata dalle altre sorgenti di rumore presenti.

La DPIA deve stabilire se la realizzazione della nuova opera e/o l'esercizio della nuova attività avverrà nel rispetto dei valori limite di immissione, sia assoluti che differenziali, dei limiti di emissione fissati dalla normativa vigente, dei valori di qualità in corrispondenza di quelle aree in cui tali valori siano già rispettati e il mantenimento dei livelli sonori preesistenti nelle aree di quiete. Qualora, ancora in fase progettuale, la DPIA dimostrasse un potenziale non rispetto anche di uno solo dei valori limite considerati, la documentazione dovrà comprendere la definizione di misure e interventi atti a riportare le emissioni e le immissioni entro i limiti.

Di seguito si propone l'elenco delle informazioni generalmente contenute nella Documentazione Previsionale di Impatto Acustico:

- *Descrizione delle sorgenti di rumore*: analisi delle attività e caratterizzazione acustica delle sorgenti ai fini degli effetti esterni; caratteristiche temporali di funzionamento; valutazione del presumibile volume di traffico indotto; localizzazione rispetto alla zonizzazione acustica comunale
- *Indicazione degli edifici, degli spazi utilizzati da persone o comunità e degli ambienti abitativi (recettori) presumibilmente più esposti al rumore proveniente dall'insediamento (tenuto conto delle zone acustiche, della distanza, della direzionalità e dell'altezza delle sorgenti, della propagazione del rumore, dell'altezza delle finestre degli edifici esposti, ecc.)*: ai fini della valutazione devono essere considerati anche i recettori - intesi come strutture edilizie o aree esterne attrezzate per la permanenza di persone - non ancora realizzati ma per i quali alla data di presentazione della DPIA sia già stata rilasciata autorizzazione.
- *Indicazione dei livelli di rumore esistenti prima dell'attivazione del nuovo insediamento (o dei nuovi impianti), dedotte analiticamente o da rilievi fonometrici; Indicazione dei livelli di rumore dopo l'attivazione delle nuove sorgenti (presunti); Analisi comparativa tra livelli di rumore ed i limiti di emissione ed immissione (compresi i limiti differenziali)*: nel caso si stia considerando la modifica, ampliamento o potenziamento di un'opera già esistente, la DPIA deve consentire di valutare, separatamente, il contributo delle emissioni di rumore delle opere o attività già esistenti e il contributo aggiuntivo causato dal nuovo progetto; si deve inoltre tener conto anche degli effetti generati dalle emissioni non direttamente imputabili alle sorgenti comprese nel progetto, ad esempio legate al traffico veicolare indotto dall'esercizio della nuova opera/attività e alle prevedibili emissioni sonore di origine antropica connesse con l'attività stessa.
- *Descrizione degli interventi di bonifica eventualmente previsti*: la realizzazione di tali interventi costituisce condizione necessaria per il rilascio del provvedimento di autorizzazione all'utilizzo dell'opera e/o all'esercizio della nuova attività.

Valutazione previsionale di clima acustico (VPCA)

La valutazione previsionale di clima acustico (VPCA) è anch'essa prevista dalla Legge n. 447/95. Si tratta di un documento tecnico che viene richiesto e redatto in caso di progettazione/realizzazione di strutture edilizie e di aree attrezzate per attività suscettibili di particolare tutela:

- scuole e asili nido;
- ospedali;
- case di cura e di riposo;
- parchi pubblici urbani ed extraurbani;
- nuovi insediamenti residenziali prossimi alle opere soggette all'obbligo di presentare la Valutazione Previsionale di Impatto Acustico.

Obiettivo della VPCA è valutare la compatibilità dal punto di vista acustico tra l'opera in progetto e la situazione acustica esistente, per stabilire se il clima acustico dell'area risulta o meno idoneo alla realizzazione dell'opera ed al suo pieno utilizzo nel rispetto dei valori limite imposti da normativa. La valutazione deve essere riferita a tutta l'area sulla quale sarà realizzata la nuova opera, con particolare attenzione alla presenza di ulteriori recettori sensibili. Nel caso in cui si evidenzino un'alterazione dei livelli di rumorosità che caratterizzano il clima acustico preesistente (ad esempio per gli effetti generati dal traffico veicolare indotto o dalle installazioni impiantistiche previste dal progetto), la VPCA deve tenerne conto.

Nella valutazione devono essere considerati anche gli effetti indotti da opere/attività già autorizzate alla data di presentazione della VPCA ma non ancora realizzate e le cui emissioni potranno contribuire al raggiungimento dei livelli di rumorosità che caratterizzano il clima acustico dell'area oggetto di indagine; in tal caso, sarà compito dell'ente locale fornire il supporto e le informazioni necessarie alla caratterizzazione delle suddette opere/attività.

La VPCA prevede invece che il soggetto realizzatore di un'opera classificata come recettore fornisca le seguenti informazioni:

- *descrizione e quantificazione, attraverso misure e stime, dei livelli di rumore ambientale e del loro andamento nel tempo relative ad un intorno significativo dell'opera;*
- *descrizione e quantificazione, attraverso stime, di eventuali significative variazioni del clima acustico indotte dall'opera su un'intorno significativo, in particolare su eventuali altri recettori;*
- *valutazione alla compatibilità del nuovo insediamento rispetto al clima acustico ante operam e post operam, con eventuale indicazione delle misure di contenimento, abbattimento, mitigazione.*

Qualora la VPCA dimostri un potenziale mancato rispetto dei limiti, l'amministrazione comunale può: negare la concessione del permesso; prescrivere modifiche al progetto atte ad evitare la presenza di recettori in aree con valori acustici superiori ai limiti; prescrivere la realizzazione di dispositivi di mitigazione acustica passivi o attivi a protezione dei recettori, in modo da riportare i livelli sonori presso i ricettori al di sotto dei limiti prescritti; concedere il permesso di costruire e contestualmente prevedere un piano di bonifica acustica delle sorgenti che determinano il superamento dei limiti, individuando i soggetti responsabili della realizzazione del piano di bonifica ed i soggetti che ne dovranno sostenere i costi ed indicando i tempi per la realizzazione (la realizzazione delle opere previste nel piano di bonifica dovrà comunque essere completata prima del rilascio del certificato di agibilità per le opere in progetto).

4. Individuazione degli indicatori di processo e contributo al contesto per tipologia di azione

Di seguito si propone la progettazione del sistema di monitoraggio (indicatori, fase di popolamento e relative fonti, correlazione con gli indicatori di contesto di riferimento) per alcune tipologie di azioni individuate nel documento, che per facilità di trattazione, sono state raggruppate in famiglie come segue:

Famiglia	Azioni
Localizzazione di sorgenti di rumore	1.1 Scelte delocalizzative, finalizzate a ridurre il numero di persone esposte a livelli di rumore superiori ai limiti 3.1 (a) Localizzazione di nuove sorgenti di rumore puntuali in prossimità di recettori
Localizzazione di nuovi recettori	3.2 Insediamento di nuovi recettori (strutture ospedaliere, scuole, asili, ecc.) o di strutture residenziali in aree per cui risulta necessaria l'adozione di meccanismi correttivi o mitigazioni
Nuove infrastrutture	2.2 Previsione di infrastrutture viarie (es. circonvallazione) che deviano il traffico dal centro abitato verso aree meno densamente abitate

Famiglia	Azioni
	3.1 (b) Localizzazione di nuove sorgenti di rumore infrastrutturali in prossimità di recettori
Azioni migliorative del clima acustico (legate o meno all'obiettivo di sostenibilità)	1.2 Attuazione di misure di mitigazione e contenimento del rumore (agendo sulle sorgenti o sui recettori) 1.3 Adozione di regolamenti relativi ad attività e funzioni specifiche 2.1 Localizzazione di funzioni che possono essere migliorative del clima acustico (ricepimento di azioni dal piano del verde)
Ampliamento della rete di monitoraggio	2.3 Ampliamento della rete per il monitoraggio del rumore o realizzazione di misurazioni ad hoc

Per la “Localizzazione di sorgenti di rumore” viene proposta una completa articolazione degli indicatori di processo e di contributo al contesto, per fonti informative e fasi di popolamento, all'interno del documento “Indicazioni per il monitoraggio VAS” (sezione 3.2).

Di seguito si sviluppano gli indicatori per la “Localizzazione di nuovi recettori” e le “Nuove infrastrutture”. Il monitoraggio, che può riguardare tutte le azioni (localizzazione di sorgenti e di recettori) è trattato separatamente.

Per le azioni migliorative del clima acustico, infine, viene affrontato un discorso più generale, meno legato alle fasi di popolamento degli indicatori.

LOCALIZZAZIONE DI NUOVI RECETTORI

Per recettori acustici si intendono sia strutture dedicate ad attività “sensibili” come scuole, ospedali, asili, ecc., sia in senso ampio gli insediamenti residenziali. È compito del piano prevedere l'insediamento di tali funzioni in aree idonee sotto il profilo acustico: tale verifica viene effettuata sulla base della zonizzazione acustica, se presente, e/o valutata attraverso procedure e stime specifiche (VIA, VPCA). È però necessario monitorare in fase attuativa il clima acustico, e di conseguenza la possibilità che vi sia un'esposizione al rumore più elevata di quanto consentito.

In mancanza di mappatura acustica o di misurazioni puntuali, la “popolazione residente per classe acustica” può essere indicatore proxy dell'esposizione della popolazione a determinati livelli di rumore. Nel caso di nuovi insediamenti residenziali, nelle fasi precedenti a quella di esercizio, la popolazione esposta può essere ricavata attraverso il dato di superficie lorda di pavimento insediabile, contenuto nella documentazione di piano attuativo o di progetto, e un coefficiente di densità abitativa. Il dato relativo alla classificazione acustica degli edifici, pur non fornendo indicazioni sul clima acustico esterno, può essere inteso come un indicatore “correttivo” dell'esposizione, in quanto può aiutare a stimare quanti residenti in classi acustiche elevate sono in realtà esposti a livelli di rumore inferiori. Inoltre il dato relativo alla realizzazione di edifici efficienti dal punto di vista acustico permette di sviluppare ragionamenti sulle strategie di pianificazione adottate (ad esempio, è utile nel momento in cui si voglia stilare un elenco di aree prioritarie su cui intervenire in termini di risanamento).

Fase	Fonti per gli indicatori (processo contributo)	Indicatori di processo	Indicatori di contributo al contesto	Indicatori di contesto di riferimento
Pianificazione attuativa	Piano attuativo Mappatura acustica Zonizzazione acustica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nuovi recettori previsti, per classe acustica della zona di collocazione ▪ SLP insediabile, per livelli di rumore registrati dalla mappatura acustica ▪ SLP insediabile per classe acustica (1)- ▪ Quota di SLP per cui si prevede la certificazione di classificazione acustica (secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento abitanti insediabili, per livelli di rumore registrati dalla mappatura acustica ▪ Incremento abitanti insediabili, per classe acustica ▪ Incremento abitanti insediabili in alloggi per cui si prevede la certificazione di classificazione acustica (secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367) <p><i>Gli abitanti sono calcolati a partire dalla SLP applicando un coefficiente standard</i></p>	1) Mappatura acustica <ul style="list-style-type: none"> ▪ % di popolazione residente esposta a determinati livelli di rumore (>65 dB(A); >65 dB(A) di giorno e 55 dBA di notte; Lden>55 dBA e Lnight> 50 dBA) ▪ Numero e tipologia di recettori esistenti per classe acustica 2) Zonizzazione <ul style="list-style-type: none"> ▪ % di popolazione residente in ciascuna classe ▪ % di popolazione residente all'interno di fasce di pertinenza delle infrastrutture, per classe (es. A, B, C per gli aeroporti)
Progettazione	Progetto Documentazione previsionale di impatto acustico Studio di impatto ambientale Zonizzazione acustica Mappatura acustica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caratteristiche dei recettori (tipologia, popolazione insediabile, esposizione) ▪ SLP insediata, per livelli di rumore registrati dalla mappatura acustica ▪ SLP insediata per classe acustica ▪ Quota di SLP per cui si prevede la dotazione di certificato di classificazione acustica (per classi di efficienza acustica, secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367) ▪ Misure antirumore adottate e relative caratteristiche 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento abitanti insediabili, per livelli di rumore registrati dalla mappatura acustica ▪ Incremento abitanti insediabili, per classe acustica ▪ Incremento abitanti insediabili in alloggi per cui si prevede la certificazione di classificazione acustica (secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367) ▪ Superamenti previsti dei limiti di emissione e di immissione (modelli acustici) dovuti alle vicine sorgenti ▪ Sorgenti controllate nell'intorno del recettore e percentuale di queste per cui si è registrato almeno un superamento dei limiti 	3) Monitoraggio acustico <ul style="list-style-type: none"> ▪ Numero di superamenti dei limiti di immissione e di emissione misurati

Fase	Fonti per gli indicatori (processo contributo)	Indicatori di processo	Indicatori di contributo al contesto	Indicatori di contesto di riferimento
Esercizio	Piano di monitoraggio (VIA) Dati della Rete di monitoraggio ARPA/APPA		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Popolazione residente ▪ Superamenti dei limiti di immissione e di emissione misurati in prossimità del recettore 	
	Piano di monitoraggio (VIA)	Realizzazione interventi di mitigazione del rumore previsti: -asfalto fonoassorbente (km) -barriere antirumore (km)	--	
	Uffici comunali	Esposti presentati dalla popolazione ⁽²⁾	--	

⁽¹⁾ In mancanza di mappatura acustica, è possibile considerare la popolazione per classe acustica: essa infatti può indicare i limiti massimi di rumore a cui la popolazione può potenzialmente essere esposta

⁽²⁾ In mancanza di misurazioni (ove non sia previsto un piano di monitoraggio), un'indicazione di livelli di rumore che comportano un potenziale superamento dei limiti può venire dagli esposti presentati dalla popolazione

NUOVE INFRASTRUTTURE

A questa famiglia corrispondono azioni di diverso tipo e con diversi effetti rispetto all'obiettivo di sostenibilità: la realizzazione di un'infrastruttura, infatti, può avere effetti diversi sul clima acustico, peggiorativi (nella maggior parte dei casi) o migliorativi (qualora la nuova infrastruttura sia realizzata con l'obiettivo di deviare i flussi di traffico da aree densamente popolate ad aree meno popolate). In questo specifico caso, gli indicatori proposti, misurano effetti indiretti sul clima acustico, causati cioè da azioni slegate dall'obiettivo di sostenibilità specifico. Attraverso dati relativi al traffico deviato e alla popolazione residente nelle nuove fasce e nelle fasce delle infrastrutture "alleggerite", l'indicatore può essere utilizzato come proxy del clima acustico, in mancanza di misurazioni puntuali.

È spesso necessario valutare come la pianificazione abbia o meno tenuto conto della presenza di residenze o altri recettori sensibili nella scelta della localizzazione di una nuova un'infrastruttura: in assenza di misurazioni dei livelli di rumore, le indicazioni inerenti le caratteristiche specifiche della sorgente sonora (tipologia/classificazione, flussi di traffico indotti, ecc.) possono fornire un'indicazione proxy del clima acustico generato, oppure consentire di stimare i livelli di rumore (e quindi il clima acustico stesso) costituendo uno degli input del modello acustico che si sceglie di utilizzare. L'individuazione dei residenti e dei recettori presenti all'interno delle fasce di pertinenza può fornire un'indicazione proxy dell'esposizione della popolazione.

Fase	Fonti per gli indicatori (processo contributo)	Indicatori di processo	Indicatori di contributo al contesto	Indicatori di contesto di riferimento
Pianificazione attuativa (1)	Piano attuativo Censimenti ISTAT Zonizzazione acustica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Classificazione dell'infrastruttura e fasce di rispetto previste ▪ Limiti di immissione e di emissione ex-ante (zonizzazione acustica) ex-post (nelle fasce di rispetto) (1) 	Stima della popolazione residente (o numero di recettori) all'interno delle fasce di rispetto (esposta, pertanto, ad un potenziale incremento dei livelli di rumore a cui é esposta – cfr. limiti di rumore ivi previsti)	<p>1) Mappatura acustica</p> <p>- % di popolazione residente esposta a determinati livelli di rumore</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ >65 dB(A) ○ >65 dB(A) di giorno e 55 dBA di notte ○ Lden>55 dBA e Lnight> 50 dBA
Progettazione	Piano/progetto Documentazione previsionale di impatto acustico Studio di impatto ambientale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caratteristiche delle infrastrutture e del traffico previsto (tipologia, flussi, velocità media,...) ▪ Tipologia dell'infrastruttura e Classificazione (per le strade) ▪ Fasce di rispetto ▪ Popolazione residente (o numero di recettori) all'interno di fasce di pertinenza delle infrastrutture, per classe (differenza ex-ante ex-post)(2) ▪ Interventi di mitigazione del rumore previsti 	Stima dei livelli emissivi Variazione dell'esposizione della popolazione in considerazione alle caratteristiche dei recettori (differenza tra situazione ex-ante ex-post)	<p>2) Zonizzazione</p> <p>% di popolazione residente all'interno di fasce di pertinenza delle infrastrutture, per classe (es. A, B, C per gli aeroporti)</p>
Esercizio	Piano di monitoraggio (VIA) Dati della Rete di monitoraggio ARPA / APPA		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Livelli di rumore misurati ▪ Superamenti dei limiti di immissione e di emissione misurati ▪ Variazione della popolazione esposta a determinati livelli di rumore 	
	Piano di monitoraggio (VIA)	Interventi di mitigazione del rumore realizzati: <ul style="list-style-type: none"> ▪ asfalto fonoassorbente (km) ▪ barriere antirumore (km) 		
	Uffici Comunali	Esposti presentati dalla popolazione ⁽³⁾		

(1) solo per le infrastrutture definite dal piano; es strade locali. Per le altre infrastrutture la pianificazione avviene a un livello sovralocale e il piano urbanistico il progetto in fase attuativa. In fase di pianificazione attuativa, si può far riferimento alla classificazione acustica per la situazione ex ante e all'estensione delle fasce di rispetto per la situazione ex-post: la variazione dei valori limite di emissione e immissione può costituire un proxy della variazione del clima acustico

⁽²⁾ L'informazione sulla popolazione residente nelle fasce di pertinenza delle infrastrutture può fornire un'indicazione proxy dell'esposizione al rumore in mancanza di misurazioni o stime

⁽³⁾ In mancanza di misurazioni un'indicazione del clima acustico può venire dagli esposti presentati dalla popolazione

MONITORAGGIO (APPLICABILE A NUOVI RECETTORI, NUOVE SORGENTI PUNTUALI E INFRASTRUTTURE)

Fase	Fonti per gli indicatori	Indicatori di processo	Indicatori di contributo al contesto e modalità di calcolo	Indicatori di contesto di riferimento
Progettazione	Studio di impatto ambientale	Numero, densità e caratteristiche delle centraline di monitoraggio per il rumore <i>di nuova installazione</i>	--	Numero, densità e caratteristiche delle centraline di monitoraggio per il rumore
Esercizio	Piano di monitoraggio (VIA) ARPA / APPA			

ADOZIONE DI REGOLAMENTI

L'adozione di regolamenti specifici finalizzati al miglioramento del clima acustico e alla riduzione delle situazioni di criticità, è un'azione correttiva di situazioni esistenti, rilevate in fase di pianificazione e recepisce le indicazioni derivanti da altri strumenti come i Piani d'azione per il Rumore. I regolamenti possono anche intervenire in fase di esercizio di altre azioni, critiche per il rumore a loro volta.

Il monitoraggio dell'azione non può essere legato ad indicatori di contributo, poiché gli effetti non sono direttamente quantificabili, né in merito ai livelli di rumore né in merito all'esposizione della popolazione (un regolamento può ad esempio stabilire dei limiti orari per l'esercizio di alcune funzioni, ma i limiti acustici sono comunque definiti dalla normativa acustica e quindi riconducibili ai limiti dati dalla zonizzazione). Si possono in ogni caso individuare indicatori che descrivono in modo qualitativo la popolazione esposta nell'intorno delle sorgenti di rumore, oggetto di intervento. Di seguito alcuni esempi:

- area interessata dal regolamento
- popolazione residente (da censimenti ISTAT) interessata oppure recettori sensibili esistenti all'interno dell'area soggetta a regolamento (da mappatura acustica, se esistente)
- sorgenti di rumore soggette a regolamentazione acustica.
 - Ai fini del popolamento, non è significativo, in questo caso, distinguere tra fasi di pianificazione attuativa-progettazione/concessione- esercizio, poiché l'azione è immediatamente operativa una volta approvata.

MISURE DI MITIGAZIONE E CONTENIMENTO

Evitare preventivamente che una nuova sorgente interessi aree già sensibili dal punto di vista acustico è una soluzione da preferire rispetto all'adozione a posteriori di costose misure di mitigazione. Laddove la localizzazione delle sorgenti risulti obbligata oppure nei casi in cui l'azione agisca su preesistenti situazioni di mancato rispetto dei limiti, può essere tuttavia utile indagare, soprattutto in assenza di misurazioni dei livelli di rumore, l'adozione di meccanismi mitigativi.

Nei casi in cui essi siano previsti direttamente dai progetti delle diverse opere (infrastrutture e sorgenti puntuali, recettori sensibili), il monitoraggio è contestuale al monitoraggio delle singole azioni specifiche, poiché le opere contribuiscono nel complesso a determinare la popolazione e i livelli di esposizione.

Gli interventi mitigativi previsti indipendentemente dalla realizzazione di altre opere possono essere monitorati in modo analogo all'*Adozione di regolamenti*, semplicemente rilevando la variazione tra le fasi ex-ante ed ex-post; l'azione si distingue invece da quella precedente poiché consente la misurazione diretta di indicatori di contributo, che possono essere poi convogliati alle banche dati esistenti a livello nazionale (ISTAT - per capoluoghi di provincia) o comunale (uffici tecnici):

- Interventi di bonifica del rumore(km per kmq):
 - estensione dell'asfalto fonoassorbente posto in opera
 - estensione delle barriere antirumore presenti

LOCALIZZAZIONE DI FUNZIONI CHE POSSONO ESSERE MIGLIORATIVE DEL CLIMA ACUSTICO

Un'ultima famiglia di azioni raccoglie tutti quegli interventi riconducibili al piano che possono avere importanti effetti sotto il profilo acustico, come la realizzazione di aree verdi e boscate, che in determinati condizioni e contesti può svolgere una funzione di mitigazione e contenimento del rumore. Se si vogliono valutare gli effetti sul rumore determinati da questo tipo di azioni, che non comportano in genere procedure di valutazioni ambientali o misurazioni ad hoc, è necessario fare una valutazione caso per caso: ha senso infatti analizzare gli effetti di azioni localizzate nell'intorno di recettori (parchi urbani o aree verdi realizzati a breve distanza da edifici scolastici o perimetralmente a quartieri residenziali) o in prossimità di sorgenti di rumore (fasce alberate lungo le infrastrutture); può risultare interessante anche verificare se le nuove aree verdi vengono realizzate in corrispondenza di aree critiche sotto il profilo acustico o presso cui sono stati registrati dei superamenti dei limiti normativi (può in questo senso essere utile la sovrapposizione tra la mappa delle aree verdi previste dal piano e la mappatura acustica).

5. Impostazione completa del monitoraggio per l'azione di piano "Nuova residenza"

Di seguito si propone uno schema metodologico che sintetizza i passaggi e le fonti di dati di monitoraggio relativi all'attuazione di un'azione di piano che preveda l'insediamento di nuova residenza. A partire dall'iter procedurale e dalla documentazione specifica descritta precedentemente, è stata strutturata un'ipotesi di indicatori di processo e di contributo direttamente rilevabili a partire o dalle azioni di piano o dalle procedure autorizzative connesse eventualmente necessarie. Si prevede inoltre che tali dati possano integrare ed aggiornare il contesto, in questo caso la mappatura acustica (come si è detto la zonizzazione acustica è invece un indicatore di contesto che viene aggiornato in casi eccezionali).

Un nuovo insediamento residenziale impatta sul rumore in due modi: sotto il profilo dell'esposizione della popolazione insediata a vari livelli di rumore e sotto il profilo di alterazione del clima acustico, attraverso ad esempio la creazione di traffico veicolare indotto.

Si ritiene opportuno puntualizzare che gli indicatori citati non hanno la pretesa di essere esausti: l'elenco andrà adattato ai casi, alle scale attuative, alle procedure definite a livello regionale, ai regolamenti comunali.

OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ GENERALE Evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi, compreso il fastidio, dell'esposizione al rumore ambientale (<i>Fonti: Dir 2002/49/CE, D.Lgs. 194/2005</i>)
OBIETTIVO DI SOSTENIBILITÀ SPECIFICO PER IL TERRITORIO CONSIDERATO Riduzione dell'esposizione della popolazione al rumore

OBIETTIVO DI PIANO CORRELATO

Riqualificazione, rinnovamento e rifunzionalizzazione del tessuto edilizio urbano.

AZIONI DI PIANO	STRUMENTI E FASI DI ATTUAZIONE	INDICATORI DI PROCESSO	INDICATORI DI CONTRIBUTO	INDICATORI DI CONTESTO
Ambiti di trasformazione - Realizzazione di nuovi insediamenti residenziali	<p>Caso 1 Piano attuativo soggetto a VIA che prevede la realizzazione di opere con obbligo di presentazione di DPIA (strade urbane e di quartiere/strade locali)</p> <p>obbligo di attuazione di un sistema di monitoraggio</p>	<p>Nota: A seconda della regolamentazione regionale, per alcune tipologie di opere è richiesto che la documentazione previsionale di impatto acustico abbia carattere qualitativo (ad es. in RL per strade locali e di quartiere). Si definiscono quindi sia indicatori di processo sia indicatori di contributo, da popolare a seconda dei casi</p> <p>Superficie lorda di pavimento insediabile, abitanti stimati (proxy per la stima del traffico)</p> <p>Superficie lorda di pavimento insediabile e percentuale per classe acustica, come definita dal piano di zonizzazione comunale (proxy dell'esposizione al rumore), di cui insediata in un intorno significativo dell'infrastruttura</p> <p>Misure antirumore adottate e relative caratteristiche (proxy dell'esposizione al rumore)</p> <p>Superficie lorda di pavimento insediabile, di cui dotata di certificato di classificazione acustica (per classi di efficienza acustica, secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367) (proxy dell'esposizione al rumore)</p>	<p>Effetti generati dal traffico indotto a scala locale: potenza sonora e localizzazione di eventuali nuove sorgenti infrastrutturali</p> <p>Valutazione previsionale del clima acustico futuro con e senza l'opera oggetto di valutazione (attraverso la realizzazione di mappe del rumore):</p> <p>Livello sonoro equivalente (LAeq) ante e post operam (stima) in corrispondenza di recettori sensibili individuati in un intorno significativo</p> <p>Livello sonoro equivalente (LAeq) ante e post operam (stima) nell'intorno dell'opera (realizzazione di mappe del rumore).</p> <p>Superamento previsto dei limiti di emissione</p> <p>Superamento previsto dei limiti di immissione (assoluti e differenziali)</p>	<p>Aggiornamento della mappatura acustica</p> <p>Livello sonoro equivalente (LAeq) ante e post -operam in corrispondenza di recettori sensibili individuati in un intorno significativo</p> <p>Livello sonoro equivalente (LAeq) ante e post -operam nell'intorno dell'opera (realizzazione di mappe del rumore)</p> <p>Popolazione esposta per diversi livelli di rumore</p>
	<p>Caso 1 Esercizio</p>		<p>Livello sonoro equivalente post operam (misura) in corrispondenza di recettori sensibili individuati in un intorno significativo</p> <p>Livello sonoro equivalente (LAeq) post operam (misura) nell'intorno dell'opera (realizzazione di mappe del rumore).</p> <p>Superamenti registrati dei limiti di emissione</p> <p>Superamenti registrati dei limiti di immissione (assoluti e differenziali)</p>	
	<p>Caso 2 Piano attuativo NON soggetto a VIA</p>		<p>Valutazione previsionale del clima acustico futuro con e senza l'opera oggetto di valutazione (attraverso la realizzazione di mappe del rumore):</p>	

AZIONI DI PIANO	STRUMENTI E FASI DI ATTUAZIONE	INDICATORI DI PROCESSO	INDICATORI DI CONTRIBUTO	INDICATORI DI CONTESTO
	<p>ma soggetto a VPCA perché vicino a opere con obbligo di DPIA</p>		<p>Livello sonoro equivalente (LAeq) ante e post operam in corrispondenza di recettori sensibili individuati in un intorno significativo Livello sonoro equivalente (LAeq) ante e post operam nell'intorno dell'opera (realizzazione di mappe del rumore). Superamento previsto dei limiti di emissione Superamento previsto dei limiti di immissione (assoluti e differenziali)</p>	
	<p>Caso 3 Piano attuativo soggetto a semplice rilascio di concessione</p>	<p>Superficie lorda di pavimento insediabile e percentuale per classe acustica, come definita dal piano di zonizzazione comunale (proxy dell'esposizione al rumore) Misure antirumore adottate e relative caratteristiche (proxy dell'esposizione al rumore) Superficie lorda di pavimento insediabile, di cui dotata di certificato di classificazione acustica (per classi di efficienza acustica, secondo quanto previsto dalla norma UNI 11367) (proxy dell'esposizione al rumore) Superficie lorda di pavimento insediabile, abitanti stimati (proxy per la stima del traffico)</p>		
	<p>Caso 2, Caso 3 Esercizio</p>	<p>N. di segnalazioni e/o richieste di provvedimenti da parte dei nuovi residenti pervenute in un anno (proxy dell'esposizione al rumore)</p>		

6. Alcune schede delle meta-informazioni degli indicatori

Si riportano esempi di schede delle meta-informazioni compilate per alcuni degli indicatori più significativi, di contesto, contributo o processo.

CONTESTO

Nome indicatore	Zonizzazione acustica (indicatori elaborati a partire da)
Descrizione	<p>La zonizzazione acustica è una distinzione del territorio comunale in sei classi omogenee, definite dalla normativa, sulla base della prevalente ed effettiva destinazione d'uso; a ciascuna classe corrispondono valori limite acustici riferiti a due archi temporali, diurno e notturno. La L. 447/95 assegna alle Regioni il compito di definire i criteri con cui i comuni procedono alla classificazione acustica del proprio territorio.</p> <p>A partire dalla zonizzazione acustica, sono ricavabili molteplici indicatori relativi a superficie (es. kmq per classe acustica) e popolazione (% residenti per classe acustica).</p>
Unità di misura	<ul style="list-style-type: none"> - (Classi) Adimensionale - Kmq, % (ripartizione in classi)
Area tematica/questione ambientale	Rumore
Tipologia di indicatore:	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	-
Disaggregazione spaziale	Comune
Copertura temporale	Variabile da comune a comune.
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Frequenza variabile (in funzione dello strumento urbanistico comunale e della programmazione di infrastrutture per i trasporti). In linea generale l'aggiornamento avviene ogni 5 anni.
Metodologia di elaborazione	<p>I Comuni individuano la suddivisione all'interno del proprio territorio, seguendo gli indirizzi predisposti dalle Regioni di appartenenza. In generale:</p> <p>CLASSE I - aree particolarmente protette: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.</p> <p>CLASSE II - aree ad uso prevalentemente residenziale: aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali.</p> <p>CLASSE III - aree di tipo misto: aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.</p> <p>CLASSE IV - aree di intensa attività umana: aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie.</p> <p>CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.</p> <p>CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.</p> <p>L'individuazione delle zone del territorio comunale da inserire nelle diverse</p>

	classi, avviene tramite parametri di valutazione (densità di popolazione, usi reali e previsti, infrastrutture per il trasporto esistenti) applicati ad unità territoriali di base omogenee. L'unità di base (ad esempio l'isolato o il quartiere) può essere individuata da regolamenti regionali.																							
Comparabilità nel tempo	Sì, la metodologia di zonizzazione non è cambiata nel tempo.																							
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa																							
Fonte dell'indicatore	Comune																							
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	La disciplina dei valori limite di emissione e immissione e i valori di attenzione e qualità sono disciplinati dal DPCM 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore". Il territorio comunale viene suddiviso in 6 classi, per cui sono definiti limiti di emissione (Leq in dB(A)):																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Classi di destinazione d'uso del territorio</th> <th colspan="2">Tempi di riferimento</th> </tr> <tr> <th>Diurno (06.00-22.00)</th> <th>Notturmo (22.00-06.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I aree particolarmente protette</td> <td>45</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>II aree prevalentemente residenziali</td> <td>50</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>III aree di tipo misto</td> <td>55</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>IV aree di intensa attività umana</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>V aree prevalentemente industriali</td> <td>65</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>VI aree esclusivamente industriali</td> <td>65</td> <td>65</td> </tr> </tbody> </table>	Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)	I aree particolarmente protette	45	35	II aree prevalentemente residenziali	50	40	III aree di tipo misto	55	45	IV aree di intensa attività umana	60	50	V aree prevalentemente industriali	65	55	VI aree esclusivamente industriali	65	65
	Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento																					
		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)																					
	I aree particolarmente protette	45	35																					
II aree prevalentemente residenziali	50	40																						
III aree di tipo misto	55	45																						
IV aree di intensa attività umana	60	50																						
V aree prevalentemente industriali	65	55																						
VI aree esclusivamente industriali	65	65																						
di immissione (Leq in dB(A)):	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Classi di destinazione d'uso del territorio</th> <th colspan="2">Tempi di riferimento</th> </tr> <tr> <th>Diurno (06.00-22.00)</th> <th>Notturmo (22.00-06.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I aree particolarmente protette</td> <td>50</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>II aree prevalentemente residenziali</td> <td>55</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>III aree di tipo misto</td> <td>60</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>IV aree di intensa attività umana</td> <td>65</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>V aree prevalentemente industriali</td> <td>70</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>VI aree esclusivamente industriali</td> <td>70</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table>	Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)	I aree particolarmente protette	50	40	II aree prevalentemente residenziali	55	45	III aree di tipo misto	60	50	IV aree di intensa attività umana	65	55	V aree prevalentemente industriali	70	60	VI aree esclusivamente industriali	70	70
Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento																							
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)																						
I aree particolarmente protette	50	40																						
II aree prevalentemente residenziali	55	45																						
III aree di tipo misto	60	50																						
IV aree di intensa attività umana	65	55																						
V aree prevalentemente industriali	70	60																						
VI aree esclusivamente industriali	70	70																						
E valori di qualità (Leq in dB(A)):	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Classi di destinazione d'uso del territorio</th> <th colspan="2">Tempi di riferimento</th> </tr> <tr> <th>Diurno (06.00-22.00)</th> <th>Notturmo (22.00-06.00)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I aree particolarmente protette</td> <td>47</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td>II aree prevalentemente residenziali</td> <td>52</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>III aree di tipo misto</td> <td>57</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td>IV aree di intensa attività umana</td> <td>62</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>V aree prevalentemente industriali</td> <td>67</td> <td>57</td> </tr> </tbody> </table>	Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento		Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)	I aree particolarmente protette	47	37	II aree prevalentemente residenziali	52	42	III aree di tipo misto	57	47	IV aree di intensa attività umana	62	52	V aree prevalentemente industriali	67	57			
Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento																							
	Diurno (06.00-22.00)	Notturmo (22.00-06.00)																						
I aree particolarmente protette	47	37																						
II aree prevalentemente residenziali	52	42																						
III aree di tipo misto	57	47																						
IV aree di intensa attività umana	62	52																						
V aree prevalentemente industriali	67	57																						
Limitazioni dell'indicatore	Non tutti i Comuni hanno la zonizzazione acustica. Per i Comuni che non ce l'hanno si fa riferimento a classi diverse come definite da D.M. 1444/68 attuativo della legge urbanistica nazionale.																							
Metodologia di raccolta dei dati	La mappa della zonizzazione è creata a partire dalle previsioni di piano urbanistico comunale e dalle destinazioni d'uso esistenti previste da piano urbanistico. Il dato relativo all'esposizione della popolazione si ricava dall'incrocio della mappa di zonizzazione con i dati relativi alla popolazione residente (censimenti ISTAT).																							
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico (shape file dove disponibile)																							
Fonte dei dati	Comune, ISTAT																							

Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente X SI <input type="checkbox"/> NO
-----------------------------	---

Nome indicatore	Clima acustico (mappatura acustica e mappa acustica strategica)
Descrizione	<p>La mappatura acustica è stata introdotta dalla Dir. 2002/49/CE e recepita in Italia dal D.Lgs 194/05. Essa è finalizzata alla determinazione dell'esposizione globale al rumore in una certa zona, causata dalle diverse sorgenti sonore, in funzione di un descrittore acustico che indichi il superamento di pertinenti valori limite vigenti, il numero di persone esposte in una determinata area o il numero di abitazioni esposte a determinati valori di un descrittore acustico in una certa zona.</p> <p>Alla valutazione e rappresentazione del rumore ambientale negli agglomerati urbani definito nella Dir. 2002/49/CE come "parte di territorio, delimitata dallo Stato membro, la cui popolazione è superiore a 100.000 abitanti e la cui densità di popolazione è tale che lo Stato membro la considera un'area urbanizzata") viene dato il nome di mappa acustica strategica. Al di fuori degli agglomerati, in corrispondenza delle aree sensibili, la mappatura acustica riguarda esclusivamente le sorgenti sonore infrastrutturali principali (assi stradali con flussi di traffico maggiori di 3.000.000 di veicoli/anno; assi ferroviari con transito di oltre 30.000 treni/anno).</p>
Unità di misura	<ul style="list-style-type: none"> - Descrittori acustici L_{den}, L_{night} [-] - Km², % (ripartizione in classi)
Area tematica/questione ambientale	Rumore
Tipologia di indicatore:	<ul style="list-style-type: none"> x Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	-
Disaggregazione spaziale	Agglomerato urbano, infrastruttura di trasporto
Copertura temporale	Variabile
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Non è ancora scaduto il primo termine per la realizzazione delle mappe acustiche sul territorio italiano, l'indicatore non è mai stato aggiornato.
Metodologia di elaborazione	<p>Le mappe acustiche strategiche relative agli agglomerati devono essere elaborate secondo quanto previsto dall'allegato 4 del D.Lgs. 8 Agosto 2005 n.194.</p> <p>Esse devono tener conto del rumore emesso da tutte le sorgenti principali (strade, ferrovie, aeroporti, siti di attività industriale, inclusi i porti) e si compongono, per ciascuna delle sorgenti sopra citate, di mappe acustiche distinte. Le mappe acustiche riguardano invece principali strade, ferrovie e aeroporti, compresi i porti.</p> <p>La mappatura acustica e le mappe acustiche strategiche costituiscono una rappresentazione di dati relativi ai seguenti aspetti:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la situazione di rumore esistente o prevista in funzione di un descrittore acustico; b) il numero stimato di edifici abitativi, scuole e ospedali di una determinata zona che risultano esposti a specifici valori di un descrittore acustico; c) il numero stimato delle persone e la superficie che si trovano in una zona esposta al rumore; d) il superamento di un valore limite di rumore. <p>I descrittori acustici sono descritti dagli allegati 1 e 2 del D.lgs.194/05.</p> <p>Una volta raccolti i dati necessari si può utilizzare un modello di simulazione della propagazione del rumore per ogni sorgente identificata, da cui si possono ricavare: le mappe di isolivello; i livelli di facciata; i dati numerici della</p>

	popolazione esposta ai diversi livelli di rumorosità e ai descrittori L_{den} (il descrittore acustico relativo all'intera giornata) e L_{night} (il descrittore acustico relativo al periodo notturno).			
Comparabilità nel tempo	Non è ancora scaduto il primo termine per la realizzazione delle mappe acustiche sul territorio italiano, l'indicatore non è mai stato aggiornato.			
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa			
Fonte dell'indicatore	Comune, Società gestori di servizi pubblici di trasporto e relative infrastrutture			
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	Il D.Lgs. 8 Agosto 2005 n.194 prevede alcune scadenze temporali per la redazione della mappa acustica, riportate in tabella:			
	Soggetto		Predisposizione Mappe Acustiche e Mappe Acustiche Strategiche	
	Agglomerati urbani	Popolazione tra 100.000 e 250.000 ab	30 giugno 2012	18 luglio 2013
		Popolazione > 250.000 ab.	30 giugno 2007	18 luglio 2008
	Infrastrutture stradali	Veicoli/anno tra 3 e 6 mln	30 giugno 2012	18 luglio 2013
		Veicoli/anno > 6 mln	30 giugno 2007	18 luglio 2008
	Infrastrutture ferroviarie	Convogli/anno tra 30.000 e 60.000	30 giugno 2012	18 luglio 2013
		Convogli/anno > 60.000	30 giugno 2007	18 luglio 2008
	Aeroporti	Movimenti/anno	30 giugno 2007	18 luglio 2008
Limitazioni dell'indicatore	<ul style="list-style-type: none"> - Gli indicatori definiti dalla direttiva europea e recepiti dal D. Lgs. 194/05, in base ai quali devono essere redatte le mappature acustiche, sono calcolati relativamente a tempi di riferimento diversi rispetto a quelli definiti dalla precedente normativa nazionale. In Italia vigono ancora i limiti di emissione e immissione riferiti al livello diurno e notturno (vedi scheda <i>Zonizzazione e acustica</i>) e non ai nuovi descrittori L_{den} e L_{night}. - Una difficoltà che spesso si presenta nella redazione della mappa strategica è legata alla presenza di numerosi soggetti diversi: Comuni, Enti gestori di infrastrutture stradali e ferroviarie, imprese ricadenti in siti di attività industriale, ecc. - L'applicazione delle disposizioni per la gestione dell'inquinamento acustico trova un ostacolo nel concetto di agglomerato. Tale concetto, così come espresso nel D.Lgs. 194/2005, che recepisce la Direttiva 2002/49/CEE, appare inadeguato per alcune realtà, in cui non esistono aree metropolitane di grandi dimensioni superiori ai 100.000 abitanti ma sono caratterizzate da situazioni di diffusione abitativa che raggiungono consistenze numeriche di popolazione rilevanti e che manifestano forti esigenze di gestione della rumorosità ambientale. 			
Metodologia di raccolta dei dati	I dati per la realizzazione della mappa sono di diversa natura: deve essere innanzitutto identificata l'area da indagare attraverso analisi del territorio (carta degli usi del suolo comunale, ...); la sua morfologia attraverso una modellizzazione digitale del terreno (CTR, etc.); l'area di indagine deve poi essere caratterizzata con rilevazioni fonometriche ad hoc per la stima dei descrittori acustici; la popolazione esposta può essere ricavata da dati ISTAT			

	sulle sezioni censuarie.
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico (shape file dove disponibile)
Fonte dei dati	L'indicatore è di tipo complesso quindi necessita il reperimento di diversi dati per la sua costruzione, tra cui la cartografia comunale degli usi del suolo, cartografia tecnica, zonizzazione acustica comunale, misurazioni e campagne di monitoraggio ad hoc.
Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente X SI <input type="checkbox"/> NO

CONTRIBUTO

Nome indicatore	Popolazione esposta, relativamente alle nuove sorgenti di rumore
Descrizione	L'esposizione della popolazione al rumore è uno dei dati registrati dalla mappa acustica strategica e dalle mappe acustiche locali: indica la popolazione residente nell'intorno di una sorgente sonora, puntuale o lineare, che subisce determinati livelli di rumore causati dalle sorgenti stesse; l'esposizione è determinata in funzione di descrittori acustici che indichino i livelli rumore in una certa zona e il superamento di pertinenti valori limite vigenti. La popolazione esposta al rumore causato dalle principali infrastrutture di trasporto afferisce alle cosiddette mappe acustiche locali; la popolazione esposta a livelli globali di rumore in ambiente urbanizzato afferisce alla mappa acustica strategica e generalmente si riferisce al clima acustico relativo a recettori sensibili.
Unità di misura	- Numero, % (ripartizione rispetto ai Descrittori acustici Lden Lnight)
Area tematica/questione ambientale	Rumore
Tipologia di indicatore	<input type="checkbox"/> Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo x Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	Clima acustico (mappatura acustica e mappa acustica strategica): aggiornamento diretto
Disaggregazione spaziale	Agglomerato urbano, infrastruttura di trasporto.
Copertura temporale	Variabile
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Non è ancora scaduto il primo termine per la realizzazione delle mappe acustiche sul territorio italiano, può quindi mancare l'indicatore di riferimento: in questo caso è l'indicatore di contributo a diventare direttamente indicatore di contesto. L'aggiornamento è contestuale alla realizzazione di un recettore, o di una sorgente rumorosa che ricade nell'intorno di un recettore.
Metodologia di elaborazione	La popolazione esposta al rumore dovuto a nuove sorgenti o nuovi recettori deve essere calcolata in relazione a: a) la situazione di rumore esistente o prevista in funzione di un descrittore acustico; b) il numero stimato di edifici abitativi, scuole e ospedali di una determinata zona che risultano esposti a specifici valori di un descrittore acustico; c) il numero stimato delle persone e la superficie che si trovano in una zona esposta al rumore; d) il superamento di un valore limite di rumore. I descrittori acustici sono descritti dagli allegati 1 e 2 del D.lgs.194/05. Una volta raccolti i dati necessari si può utilizzare un modello di simulazione della propagazione del rumore per ogni sorgente identificata, da cui si possono ricavare: le mappe di isolivello; i livelli di facciata; i dati numerici della popolazione esposta ai diversi livelli di rumorosità e ai descrittori Lden e Lnight.
Comparabilità nel tempo	Non è ancora scaduto il primo termine per la realizzazione delle mappe

	acustiche sul territorio italiano, può quindi mancare l'indicatore di riferimento.
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa
Fonte dell'indicatore	Società gestori di servizi pubblici di trasporto e relative infrastrutture; proponente responsabile della realizzazione di una sorgente di rumore o di un recettore. Il dato deve essere sempre fornito all'interno della Documentazione previsionale di impatto acustico (DPIA).
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	-
Limitazioni dell'indicatore	Il principale problema relativo al popolamento dell'indicatore è relativo alla metodologia di calcolo dei livelli di rumore rispetto ai quali viene definita l'esposizione della popolazione; infatti in Italia non è stata ancora approvata una metodologia per il calcolo dei descrittori Lden e Lnight introdotti dalla Direttiva 2002/49/CE e recepiti con D. Lgs. 194/05; vengono quindi utilizzati, nella pratica, i descrittori individuati dal precedente D.P.C.M. 14/11/97 Leq diurno e notturno, dispetto ai quali sono definiti anche i valori limite di immissione e emissione.
Metodologia di raccolta dei dati	La determinazione dei livelli di esposizione deve tenere conto delle caratteristiche dei recettori (altezza, esposizione delle finestre, ...), della morfologia del territorio; la popolazione esposta può essere ricavata da dati ISTAT sulle sezioni censuarie; i descrittori acustici devono essere stimati tramite modelli acustici e monitorati tramite rilevazioni fonometriche ad hoc.
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico (shape file dove disponibile)
Fonte dei dati	Il dato deve essere sempre fornito all'interno della Documentazione previsionale di impatto acustico (DPIA). I livelli di rumore sono stimati o direttamente misurati; il dato relativo alla popolazione può essere costruito a partire dai censimenti ISTAT.
Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente X SI La DPIA può essere una documentazione autonoma o integrata negli Studi di Impatto ambientale. In entrambi l'Amministrazione Comunale (o quella Regionale per le opere soggette a VIA regionale) ne è la depositaria. <input type="checkbox"/> NO

PROCESSO

Nome indicatore	Superficie lorda di pavimento insediabile/insediata e percentuale per classe acustica
Descrizione	La Superficie Lorda di Pavimento (slp) è un parametro urbanistico che viene definito/quantificato contestualmente alla definizione del Piano (generale o attuativo) e indica la consistenza dell'edificato realizzabile nell'ambito di una determinata trasformazione. Nel caso di nuovi insediamenti residenziali, la superficie di pavimento realizzabile è strettamente correlata alla popolazione insediabile (generalmente le norme urbanistiche regionali definiscono la capacità insediativa, ovvero gli abitanti insediabili per mq di abitazione): l'indicatore, combinato con la classificazione acustica, o la mappatura acustica dove disponibile, costituisce quindi un proxy della popolazione esposta a sorgenti di rumore.
Unità di misura	- mq, % (ripartizione rispetto alle classi di zonizzazione acustica, comprese le fasce di pertinenza delle infrastrutture)
Area tematica/questione ambientale	Rumore
Tipologia di indicatore:	<input type="checkbox"/> Indicatore di contesto x Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto

Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	Clima acustico (mappatura acustica e mappa acustica strategica) Stimando la popolazione insediabile a partire dall'indicatore, può essere aggiornato il dato relativo all'esposizione della popolazione contenuto nella mappatura acustica
Disaggregazione spaziale	Agglomerato urbano, infrastruttura di trasporto.
Copertura temporale	Variabile
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	La superficie lorda di pavimento realizzabile in un determinato ambito viene definita in 2 fasi temporali: in fase di pianificazione vengono assegnate al territorio le destinazioni funzionali corredate di parametri urbanistici; in fase di piano attuativo i parametri vengono tradotti e specificati. Il dato reale della popolazione insediata è disponibile in fase di esercizio.
Metodologia di elaborazione	La superficie lorda di pavimento è un parametro che definisce la superficie realizzabile (es. residenziale) per unità di Superficie territoriale (lotto o insieme dei lotti interessati dall'insediamento). L'indice che pone in relazione le due grandezze è l' <i>indice di utilizzazione territoriale (Ut)</i> , normato direttamente dal piano urbanistico o dal piano attuativo ed espresso in mq/mq. La popolazione insediabile si ottiene applicando alla slp un dato medio di capacità insediativa (definito dalla normativa nazionale o regionale). Il dato relativo alla popolazione così ottenuto può essere confrontato con la mappa di zonizzazione acustica o la mappatura acustica
Comparabilità nel tempo	Il dato, essendo un proxy, non può essere direttamente confrontato con la mappa di clima acustico, se esistente (non è ancora scaduto il primo termine per la realizzazione delle mappe acustiche sul territorio italiano, può quindi mancare l'indicatore di contesto di riferimento).
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa
Fonte dell'indicatore	Piano urbanistico comunale Piano attuativo Documentazione previsionale di impatto acustico (dove prevista) Valutazione previsionale di clima acustico (dove prevista)
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	-
Limitazioni dell'indicatore	L'indicatore costituisce una stima, che viene ridefinita durante il processo dalla pianificazione all'attuazione. Non è direttamente confrontabile con il dato relativo alla popolazione sposta determinato dalla mappa di clima acustico poiché quest'ultimo tiene conto di diversi fattori, come la morfologia del territorio, e prevede l'applicazione di modelli specifici.
Metodologia di raccolta dei dati	I parametri sono immediatamente disponibili una volta approvato il piano urbanistico comunale e vanno verificati e confrontati con i dati di superficie quantificati all'interno dei piani attuativi e dei progetti edilizi.
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico (shape file dove disponibile) Alfanumerico (Norme Tecniche di Piano)
Fonte dei dati	I parametri urbanistici per il calcolo della Slp sono un contenuto di base del Piano urbanistico comunale. La quantificazione della Slp è un contenuto di base dei piani attuativi e dei progetti definitivi. La classificazione acustica è direttamente definita dall'Amministrazione comunale
Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente X SI Tutte le informazioni sono immediatamente in possesso dell'Amministrazione comunale. <input type="checkbox"/> NO

7. Bibliografia e fonti specifiche

- “La mappa acustica strategica dell'agglomerato di Bologna ai sensi del D. Lgs. 194/05” - Massimo Garai, Dario Fattori, Luca Barbaresi, Paolo Guidorzi - 36° Convegno Nazionale Associazione Italiana di Acustica (Torino, 10-12 giugno 2009)

- “Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell’ambito della mappatura acustica strategica dell’agglomerato di Torino ai sensi del D. Lgs. 194/05 - Relazione descrittiva” - ARPA Piemonte, Provincia di Torino (Dicembre 2007)
- “Predisposizione dei dati da trasmettere alla Commissione Europea nell’ambito della mappatura acustica dell’agglomerato di Cagliari ai sensi del D. Lgs. 194/05 - Relazione descrittiva” - Provincia di Cagliari (Luglio 2009)
- “Primo core-set di indicatori per il rumore rispondenti alla domanda di informazione proveniente dalla normativa” - ANPA - Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici (1999)
- “Rassegna di indicatori e indici per il rumore, le radiazioni non ionizzanti e la radioattività ambientale” - ANPA (2000)
- “Valutazione dell’esposizione al rumore della popolazione: stato dell’arte, analisi critica, proposte operative - Rapporto finale” - ISPRA (2010)
- Primo rapporto sullo stato dell’ambiente nel Comune di Padova (2002) - Agenda 21 locale
- “Definizioni ed obiettivi generali per la realizzazione della documentazione in materia di impatto acustico ai sensi dell’articolo 8 della L. Q. n. 447/95” (DDG. ARPA Regione Veneto, n. 3/2008)
- “Modalità e criteri tecnici di redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e di valutazione previsionale del clima acustico” Regione Lombardia (approvato con DGR n. 8313, 8 marzo 2002)
- “Criteri tecnici per la predisposizione della classificazione acustica del territorio comunale” Regione Lombardia (approvato con deliberazione n. 9776 del 12 luglio 2002)
- Rapporto Ambientale della Valutazione Ambientale Strategica del Piano Operativo Regionale FESR 2007-2013 della Regione Umbria (Aprile 2007)
- “Linee guida per la predisposizione della documentazione di previsione di impatto acustico” - ARPA Umbria (Marzo 2006)
- “Linee guida relative ai criteri per la classificazione acustica dei territori comunali” - APAT, 2006
- Annuario dei dati ambientali ISPRA (<http://annuario.apat.it/>)
- Data base ISTAT (<http://dati.istat.it/>)

APPENDICE 5 INTRODUZIONE ALLA COMPONENTE ECOSISTEMICA

La presente appendice contiene approfondimenti relativi all'omonimo capitolo trattato nel documento "Indicazioni per il monitoraggio nella VAS" (sezione 3.3).

Per maggiori dettagli sugli indici e indicatori di contesto trattati nel presente documento si rimanda al progetto Carta della natura (http://sgi2.isprambiente.it/cartadellanatura/habitat/CDN_manuale.pdf).

I contenuti dell'appendice riguardano:

1. elementi minimi di inquadramento del progetto Carta della natura alle diverse scale territoriali;
2. indici e indicatori di contesto proposti da Carta della Natura alla scala 1:250.000 (ad integrazione della sezione 3.3, in cui sono approfonditi gli indici e indicatori elaborati alla scala 1:50.000);
3. alcuni riferimenti documentali sull'attuazione della Rete Natura 2000 in Italia;
4. esempi di schede delle meta-informazioni degli indicatori;
5. principali fonti consultate.

1. Carta della Natura alle diverse scale territoriali

Nell'osservazione del territorio dalla macro alla micro scala, si passa dalla percezione di caratteristiche fisiche del territorio di grandi estensioni (catene montuose o grandi pianure) a elementi ambientali (stagni o boschi) per arrivare fino alle singole componenti dei sistemi e all'individuo della specie.

I sistemi territoriali che descrivono meglio i sistemi naturali alle diverse scale sono rappresentati dalle *unità ambientali omogenee*, in altre parole porzioni di territorio che si comportano come unità funzionali caratterizzate da un'omogeneità interna dal punto di vista ecosistemico per composizione e struttura, e distinguibile dalle unità circostanti. Per ogni livello di dettaglio cartografico, sono individuate delle caratteristiche ambientali che esprimono le proprietà emergenti del paesaggio alla scala data, utilizzabili come parametri discriminanti per la suddivisione del territorio in unità omogenee. Secondo il dettaglio cartografico con il quale è analizzato il territorio può essere suddiviso in unità omogenee di diverso rango gerarchico.

I tempi in cui le *unità ambientali* sono suscettibili di variazione ed evoluzione sono direttamente connessi alla scala con la quale sono identificati: tanto maggiore è la risoluzione utilizzata per cartografarle, tanto minori sono i tempi di variazione della composizione e struttura delle unità stesse e quindi minore è il loro periodo di stabilità (ad es. per modificarsi una catena montuosa ha bisogno di tempi geologici, mentre per la trasformazione di un prato o di un arbusteto (ecotopo) bastano anni o decenni; mentre per un intervento antropico i tempi si possono ridurre addirittura a giorni. Questa considerazione è importante perché la scelta della scala comporta anche la possibilità di prevedere eventuali aggiornamenti dei dati e la possibilità quindi di fare una valutazione ponderata degli effetti che un determinato piano, programma o progetto possa avere sul territorio di riferimento.

In

Tabella 24 sono sintetizzate le *unità ambientali* cartografate alle diverse scale, il loro periodo di stabilità e gli indici utilizzati per descriverle.

Tabella 24: Unità ambientali omogenee e indici per le tre scale territoriali della Carta della natura.

Scala	Cartografia	Unità ambientali omogenee	Periodo di stabilità dell'unità	Indici sintetici	Classi
1:250.000	Carta delle unità fisiografiche di paesaggio	Unità fisiografiche di paesaggio (unità territoriali che presentano un caratteristico assetto fisiografico e di copertura del suolo, oltre a una precisa connotazione geografica)	Decine - centinaia di migliaia di anni	<p>1. <i>Valore ecologico (pregio)</i></p> <p>2. <i>Sensibilità ecologica (rischio)</i></p> <p>3. <i>Pressione antropica (impatto)</i></p> <p><i>Profilo ambientale:</i> valore ecologico + sensibilità ecologica + pressione antropica</p>	<p>Gli indici <i>valore ecologico, sensibilità ecologica, pressione antropica</i> esprimono le caratteristiche del territorio mediante l'assegnazione di 5 classi (molto bassa, bassa, media, alta, molto alta).</p> <p>L'indice <i>profilo ambientale</i> delle <i>unità fisiografiche del paesaggio</i>, (variabili di pregio, impatto e frammentazione) prevede 4 classi di pregio (molto basso, basso, medio ed elevato) che vanno dalla classe 1 (la meno pregiata) alla classe 4 (la più pregiata).</p>
1:50.000	Carta degli habitat Redatta prendendo come riferimento il codice di nomenclatura	Habitat - Biotopo	Decine - centinaia di anni	<p>1. <i>Valore ecologico,</i></p> <p>2. <i>Sensibilità ecologica</i></p> <p>3. <i>Pressione antropica</i></p>	<p>Gli indici <i>valore ecologico, sensibilità ecologica, pressione antropica e fragilità ambientale</i> esprimono le caratteristiche del territorio mediante l'assegnazione di 5 classi: (molto bassa, bassa, media, alta, molto alta).</p>
1:10.000	"CORINE Biotopes"	Anni - decine di anni	<p><i>Fragilità ambientale:</i> sensibilità ecologica + pressione antropica</p>		

2.Indici di Carta della natura alla scala 1:250.000

Alla scala 1:250.000, scala adatta alla definizione dei paesaggi di livello sovra regionale e nazionale, si identificano le unità ambientali omogenee dal punto di vista fisiografico, utilizzando quali elementi discriminanti gli aspetti fisici del territorio. La carta a questa scala, offre una suddivisione del territorio nazionale fondata sull'individuazione di *unità di paesaggio*. Queste ultime, sono porzioni di territorio geograficamente definite e con un caratteristico assetto fisiografico e di pattern di copertura del suolo che rappresentano le molteplici tipologie dei paesaggi italiani (pianura costiera, montagne dolomitiche, colline argillose, lagune, ecc.). Essa è costituita da una cartografia di unità territoriali (*Carta delle unità fisiografiche di paesaggio*), a ciascuna delle quali devono essere attribuiti valori di qualità ambientale (pregio) e di vulnerabilità territoriale (rischio). Le suddette *unità di paesaggio* (2160 in tutto) sono state associate a uno dei 37 *tipi fisiografici di paesaggio*, riconosciuti e codificati per il territorio italiano.

Come evidenziato in

Tabella 24, gli indici alla scala 1:250.000 sono analoghi a quelli della scala 1:50.000 (valore ecologico, sensibilità ecologica e pressione antropica), sebbene siano costruiti a partire da differenti indicatori.

Gli indicatori che compongono il *valore ecologico* prendono in considerazione essenzialmente la composizione dell'unità di paesaggio/biotopo; ovvero rappresentano la misura della qualità dal punto di vista ecologico-ambientale di ciascuna unità omogenea. Gli indicatori che concorrono alla valutazione del valore ecologico sono:

- naturalità;
- molteplicità ecologica;
- rarità eco sistemica;
- rarità del tipo di paesaggio (a livello nazionale);
- presenza di aree protette nel territorio dell'unità.

Gli indicatori di *sensibilità ecologica*, considerano fondamentalmente la struttura, vale a dire forniscono una misura della predisposizione intrinseca dell'unità fisiografica di paesaggio al rischio di degrado ecologico-ambientale. In particolare, dopo la sperimentazione di vari indicatori, si è ritenuto di utilizzare esclusivamente l'indice di frammentazione di Jaeger (Landscape Division Index) calcolato sui sistemi naturali, che si è dimostrato un buon indicatore sintetico della sensibilità ecologica dell'unità fisiografica.

Infine, gli indicatori di pressione considerano gli aspetti di origine antropica che incidono all'interno dell'unità ambientale. Gli indicatori che concorrono alla valutazione della pressione antropica sono:

- carico inquinante complessivo calcolato mediante il metodo degli abitanti equivalenti ;
- impatto delle attività agricole;
- impatto delle infrastrutture di trasporto (stradale e ferroviario);
- sottrazione di territorio dovuto alla presenza di aree costruite;
- presenza di aree protette, inteso come detrattore di pressione antropica.

La scala 1:250.000 propone infine un indice complessivo chiamato *profilo ambientale* che sintetizza i singoli indici calcolati di *valore ecologico*, *sensibilità ecologica* e *pressione antropica*, e rappresenta il livello di rischio di degrado ecologico-ambientale per ciascuna *unità fisiografica di paesaggio*.

3. Riferimenti documentali sull'attuazione della Direttiva Habitat in Italia

Nel corso del 2007, è stato redatto il 2° Rapporto Nazionale riferito al periodo 2001-2006 (<http://biodiversity.eionet.europa.eu/article17>)¹⁰. Il Rapporto include una parte generale, con informazioni sull'attuazione della Direttiva, e una parte relativa alla valutazione dello stato di conservazione di habitat e specie. L'attività di monitoraggio, di valutazione e di elaborazione del Rapporto è fondamentale per creare una base di conoscenza comune in tema di biodiversità, flora e fauna. L'analisi delle informazioni e dei risultati del monitoraggio emersi dal 2° Rapporto Nazionale sono pubblicate nel documento "Attuazione della Direttiva Habitat e stato di conservazione di habitat e specie in Italia". (http://www.minambiente.it/export/sites/default/archivio/allegati/rete_natura_2000/attuazione_direttiva_Habitat.pdf).

¹⁰ Il prossimo Rapporto Nazionale ai sensi dell'art. 17 sarà riferito al periodo 2007-2012 e dovrà essere predisposto entro giugno 2013.

4. Schede per alcuni indicatori di contesto

Nome indicatore	Valore ecologico secondo Carta della Natura
Descrizione	L'indice di valore ecologico è uno degli indici che compongono la Carta della Natura. In particolare, descrive la distribuzione spaziale del valore ecologico su un'area vasta per il territorio italiano e permette di evidenziare quali sono, dove sono e quali superfici occupano gli habitat presenti in tali aree. Inoltre, l'indicatore consente un confronto tra le aree ad alta naturalità e quelle sottoposte a tutela, fornendo utili indicazioni ai fini dell'individuazione di ulteriori aree da proteggere o in generale ai fini della pianificazione territoriale di livello nazionale e regionale.
Unità di misura	- Adimensionale (ripartizione in classi: molto bassa, bassa, media, alta e molto alta)
Area tematica/questione ambientale	Biodiversità
Tipologia di indicatore	x Indicatore di contesto <input type="checkbox"/> Indicatore di processo <input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	-
Disaggregazione spaziale	Regionale
Copertura temporale	Inizio elaborazione 2004.
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Non definito
Metodologia di elaborazione	Il Valore Ecologico, calcolato nell'ambito di Carta della Natura, va inteso nell'accezione di pregio naturale. Esso si ricava, tramite uno specifico algoritmo di calcolo, stimando un set di indicatori riconducibili a tre diversi gruppi che fanno riferimento a: <ul style="list-style-type: none"> - valori istituzionali, segnalati in direttive comunitarie - componenti di biodiversità - indicatori tipici dell'ecologia del paesaggio. Gli indicatori compresi nella valutazione del valore ecologico prendono in considerazione essenzialmente la composizione dell'unità di paesaggio/biotopo, ovvero rappresentano la misura della qualità dal punto di vista ecologico-ambientale di ciascun'unità omogenea. Gli indicatori, individuati e selezionati sulla base dei criteri di significatività alla scala 1:50.000, reperibilità ed omogeneità per l'intero territorio nazionale) sono: <ul style="list-style-type: none"> - naturalità - molteplicità ecologica - rarità ecosistemica - rarità del tipo di paesaggio (a livello nazionale) - presenza di aree protette nel territorio dell'unità I singoli indicatori e il "Valore Ecologico" complessivo si calcolano per ogni biotopo presente nella carta.
Comparabilità nel tempo	L'indicatore è aggiornabile e comparabile nel tempo attraverso l'uso di procedure informatiche appositamente sviluppate da ISPRA, che assicurano l'esecuzione standardizzata dei calcoli e consentono semplicità e rapidità d'esecuzione.
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa (scala 1:250.000)
Fonte dell'indicatore	Annuario dati ambientali APAT, ISPRA
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	L'indice di Valore Ecologico è ricavato nell'ambito di realizzazione della Carta della Natura nata con la Legge Quadro sulle aree naturali protette n. 394/91. L'art. 3 della Legge prevede che "la Carta della Natura individua lo stato dell'ambiente in Italia evidenziandone i valori naturali e i profili di vulnerabilità territoriale".
Limitazioni dell'indicatore	La carta della Natura e di conseguenza la distribuzione del valore ecologico è al momento calcolato solo per dieci Regioni italiane (Friuli Venezia Giulia, Veneto, Valle d'Aosta, Abruzzo, Molise, Sicilia, Puglia, Umbria, Lazio, Sardegna); le Regioni attualmente in fase di studio sono Campania, Liguria e Calabria.
Metodologia di raccolta dei dati	La base di riferimento per la determinazione del "Valore Ecologico" è la cartografia degli habitat anch'essa realizzata nell'ambito di Carta della Natura. La metodologia per esteso è riportata nel documento: ISPRA 2009 "Il progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000 – Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat" Manuale n. 48/2009; ISPRA 2009 "Gli habitat in Carta della Natura – Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000" Manuale n. 49/2009.
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico (shape file)
Fonte dei dati	ISPRA, Regioni

Modalità di accesso ai dati	<p>Dato disponibile pubblicamente</p> <p>X SI: www.annuario.apat.it http://www.isprambiente.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Sistema Carta della Natura</p> <p><input type="checkbox"/> NO</p> <p>Modalità per richiederlo</p> <p>Tempo necessario per ottenerlo</p> <p>Costo per il richiedente (ove previsto)</p> <p>Eventuale sito web di riferimento</p>
-----------------------------	---

Nome indicatore	Sensibilità secondo Carta della Natura
Descrizione	<p>L'indice di sensibilità è uno degli indici che compongono la Carta della Natura. In particolare, considera fondamentalmente la struttura di un'unità territoriale, ovvero fornisce una misura della predisposizione intrinseca dell'unità fisiografica di paesaggio al rischio di degrado ecologico-ambientale.</p> <p>Insieme all'indice di pressione antropica contribuisce alla valutazione nella Carta della Natura dell'indice complesso di <i>fragilità ambientale</i>.</p>
Unità di misura	- Adimensionale, compreso tra 0 e 1
Area tematica/questione ambientale	Biodiversità
Tipologia di indicatore:	<p><input checked="" type="checkbox"/> Indicatore di contesto</p> <p><input type="checkbox"/> Indicatore di processo</p> <p><input type="checkbox"/> Indicatore di impatto/contributo alla variazione del contesto</p>
Indicatore di contesto di riferimento e modalità di correlazione	-
Disaggregazione spaziale	Regionale
Copertura temporale	Inizio elaborazione 2004.
Periodicità di aggiornamento dell'indicatore	Non definito
Metodologia di elaborazione	<p>Dopo la sperimentazione di vari indicatori, si è ritenuto di utilizzare, come unico indicatore sintetico della sensibilità ecologica dell'unità fisiografica, l'indice di frammentazione di Jaeger (Landscape Division Index) calcolato sui sistemi naturali.</p> <p>L'indice di Jaeger si calcola attraverso la seguente formula:</p> $DIVISION = \left[1 - \sum_{j=1}^n \left(\frac{a_{ij}}{A} \right)^2 \right]$ <p>Dove: a_{ij} è l'area (in metri quadrati) di un <i>patch</i> e A è l'area totale del sistema naturale. I <i>patch</i> rappresentano aree, sufficientemente grandi, con condizioni ambientali relativamente omogenee come ad esempio poligoni che rappresentano ognuno diversi tipi di copertura del suolo (Forman et al., 1986).</p> <p>L'indice di frammentazione è uguale a zero quando il sistema naturale è intatto ovvero corrisponde ad un unico <i>patch</i>; si avvicina a 1 quando l'unità fisiografica si frammenta in molti <i>patch</i> di piccola dimensione. L'indice si interpreta come la probabilità che due punti scelti a caso nel sistema naturale non sono situati nel medesimo <i>patch</i>.</p> <p>La stima della sensibilità ecologica avviene in due fasi operative:</p> <ul style="list-style-type: none"> - utilizzando la carta dei sistemi ecologici, si accorpano e si fondono i sistemi ecologici in base al loro valore di naturalità; - si calcola l'indice di frammentazione dei sistemi ecologici ad elevata naturalità.
Comparabilità nel tempo	L'indicatore è aggiornabile e comparabile nel tempo attraverso l'uso di procedure informatiche appositamente sviluppate da ISPRA, che assicurano l'esecuzione standardizzata dei calcoli e consentono semplicità e rapidità d'esecuzione.
Tipo di rappresentazione dell'indicatore	Mappa (scala 1:250.000)
Fonte dell'indicatore	ISPRA
Soglie, valori di riferimento, obiettivi fissati dalla normativa	L'indice di sensibilità è ricavato nell'ambito di realizzazione della Carta della Natura nata con la Legge Quadro sulle aree naturali protette n. 394/91. L'art. 3 della Legge prevede che "la Carta della Natura individua lo stato dell'ambiente in Italia evidenziandone i valori naturali e i profili di vulnerabilità territoriale".
Limitazioni dell'indicatore	La carta della Natura e di conseguenza la distribuzione del valore ecologico è al momento calcolato solo per dieci Regioni italiane (Friuli Venezia Giulia, Veneto, Valle d'Aosta, Abruzzo, Molise, Sicilia, Puglia, Umbria, Lazio, Sardegna); le Regioni attualmente in fase di studio sono Campania, Liguria e Calabria.
Metodologia di raccolta dei dati	La base di riferimento per la determinazione della sensibilità è la carta dei Sistemi

	Ecologici, realizzata nell'ambito di Carta della Natura, che a sua volta viene costruita attraverso processi di aggregazione tipologica e spaziale, partendo dalle informazioni contenute nella carta degli Habitat alla scala 1:50.000. La metodologia per esteso è riportata nel documento: ISPRA 2009 "Il progetto Carta della Natura alla scala 1:50.000 – Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat" Manuale n. 48/2009; ISPRA 2009 "Gli habitat in Carta della Natura – Schede descrittive degli habitat per la cartografia alla scala 1:50.000" Manuale n. 49/2009.
Formato e supporto informatico dei dati	Cartografico (shape file)
Fonte dei dati	ISPRA, Regioni
Modalità di accesso ai dati	Dato disponibile pubblicamente X SI: http://www.isprambiente.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Sistema_Carta_della_Natura <input type="checkbox"/> NO Modalità per richiederlo Tempo necessario per ottenerlo Costo per il richiedente (ove previsto) Eventuale sito web di riferimento

5. Principali fonti consultate

- ISPRA, *Progetto Carta della Natura*
http://sgi2.isprambiente.it/cartadellanatura/habitat/CDN_manuale.pdf
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, *2° Rapporto Nazionale sono pubblicate nel documento "Attuazione della Direttiva Habitat e stato di conservazione di habitat e specie in Italia"*
http://www.minambiente.it/export/sites/default/archivio/allegati/rete_natura_2000/attuazione_direttiva_Habitat.pdf
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, *VAS-Valutazione di incidenza: Proposta per l'integrazione dei contenuti*, presentato al Tavolo VAS Stato – Regioni nel luglio 2011
- Malcevschi S., Poli G. - CATAP, *Indicatori per il paesaggio in Italia, raccolta di esperienze*, 2008
http://www.catap.eu/CATAP_Rapporto%20Indicatori%20Paesaggio.pdf
- Regione Abruzzo, *Indicatori ecologici per l'ambiente idrico*
<http://www.regione.abruzzo.it/rivernet/docs/attivita/metodologie/lezioni/misure-di-biodiversita-e-bioindicatori-analisi-della-qualita-ecologica-dei-fiumi.pdf>
http://www.regione.abruzzo.it/xambiente/docs/seminarioVI/sintesi_cicolani.pdf
- Regione Marche, *Indici naturalistico/biologici per la fauna*
<http://sitrem.ambiente.marche.it/sitrem/Help/Relazioni/DATI%20FAUNISTICI/Indice%20Rilevanza%20di%20sito%20Jan2012%20Pandolfi.pdf>
- Regione Lombardia, *Progetto Carta Naturalistica*
<http://server.ambiente.regione.lombardia.it/webqa/carta%20naturalistica/utilizzo%20di%20carta%20naturalistica.pdf>