



STRATEGIE PER LO SVILUPPO
DELLA CITTÀ DEL FUTURO

La città del futuro è già sotto i nostri occhi: un ecosistema complesso dove ambiente, salute, giustizia sociale, conoscenza e partecipazione si intrecciano in modo profondo e inseparabile. Le crisi ambientali e sanitarie degli ultimi anni – dalla pandemia ai cambiamenti climatici – hanno reso evidente quanto fragile, e al tempo stesso trasformabile, sia il nostro modo di abitare i territori.

La collana "Strategie per lo Sviluppo della Città del Futuro" nasce da questa consapevolezza. È una risposta concreta all'esigenza crescente di città più sane, sostenibili, intelligenti e inclusive, capaci di affrontare le sfide dell'Agenda 2030 non solo con buone intenzioni, ma con dati, evidenze scientifiche e pratiche locali condivise.

Ogni volume è un tassello di un mosaico urbano, un "intreccio", che si costruisce con politiche integrate, strumenti trasparenti, scelte informate. Il sapere tecnico si traduce in conoscenza operativa, accessibile, orientata all'azione. Perché la salute collettiva e la qualità della vita passano anche – e soprattutto – attraverso la capacità di coinvolgere le persone, rendere leggibili i fenomeni e guidare il cambiamento in modo partecipato.

Radicata nei principi dell'open government e del diritto alla conoscenza (D.Lgs. 33/2013), questa collana vuole offrire alle amministrazioni locali, ai cittadini, ai ricercatori e ai professionisti un riferimento utile per orientarsi e agire in un mondo urbano in rapido mutamento. Un invito a pensare e costruire, insieme, città più eque, più trasparenti, più umane.



STRATEGIE PER LO SVILUPPO
DELLA CITTÀ DEL FUTURO

DIREZIONE:

Nunzia Linzalone, Epidemiologa Ambientale, Istituto di Fisiologia Clinica, CNR, Pisa

COMITATO SCIENTIFICO:

Marco Redini, Responsabile Ambiente, Comune di Pisa, esperto in sostenibilità urbana e monitoraggio ambientale

Franco Farina, Esperto in comunicazione e narrazione urbana, Università di Pisa

Monica Deri, Architetto Urbanista, esperta in sostenibilità e pianificazione urbana

Sonia Paone, Sociologa dell'ambiente e del territorio, Università di Pisa

Alessandro Zaldei, Responsabile Laboratorio di Climatologia Urbana, IBE CNR

RIFIUTI E SOSTENIBILITA' IL MODELLO PISA



Marco Redini
Nunzia Linzalone

Edizioni ETS



www.edizioniets.com

Progetto grafico e infografiche: Luca Serasini.

© Copyright 2025
EDIZIONI ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa
info@edizioniets.com
www.edizioniets.com

Distribuzione

Messaggerie Libri SPA
Sede legale: via G. Verdi 8 - 20090 Assago (MI)

Promozione

PDE PROMOZIONE SRL
via Zago 2/2 - 40128 Bologna

ISBN 978-884677373-9

*Le opere contenute in questo libro sono protette da copyright.
È consentito fare fotocopie solo per uso personale e non commerciale, nel rispetto delle normative sul diritto d'autore.
Ogni altra forma di riproduzione, distribuzione o utilizzo non autorizzato è vietata.*

Ogni cosa è interconnessa: gestire i rifiuti significa governare il flusso della civiltà.
(ispirato a Marco Aurelio, *Meditazioni* IV, 40)

COME SI LEGGE QUESTO LIBRO

La possibilità di scegliere il livello di approfondimento in base alle proprie conoscenze e curiosità rende il libro accessibile a un pubblico ampio, sia a chi si avvicina per la prima volta a determinati argomenti sia a chi ricerca dettagli tecnici e approfondimenti specifici.

L'uso dei colori come guida per passare da un livello all'altro rappresenta un'idea intuitiva che facilita la navigazione e orienta il lettore.

Questo approccio multilivello crea un ponte tra la comprensione di base e l'analisi tecnica approfondita, rendendo l'informazione accessibile e permettendo ai cittadini di partecipare in maniera più consapevole alla pianificazione e allo sviluppo responsabile della città del futuro.

Per leggere il libro nel modo più efficace, segui queste indicazioni operative:

1. **Inizia dal livello arancione:** Leggi le pagine arancioni per acquisire una panoramica generale dei concetti chiave relativi a rifiuti e sostenibilità. Questo livello è pensato per chi si avvicina per la prima volta all'argomento e offre una comprensione immediata e accessibile.
2. **Approfondisci con il livello celeste:** Durante la lettura, individua i rimandi in colore celeste. Questi collegamenti ti guideranno verso approfondimenti tecnici e normativi, permettendoti di espandere le conoscenze acquisite nel livello base.
3. **Completa con il livello verde:** Se desideri ulteriori dettagli, definizioni e dati precisi, segui i rimandi in verde alle pagine dedicate. Questi ti condurranno a contenuti su statistiche e dettagli tecnici, utili per un'analisi più approfondita.
4. **Naviga seguendo le indicazioni in fondo alla pagina:** le pagine con i rimandi riportano in basso l'indicazione della pagina da consultare. Se non intendi approfondire ulteriormente, prosegui con la lettura delle pagine arancioni.



6.6 - **TARIFFAZIONE PUNTUALE**
pag. 201 >

SISTEMA DELLA CERTIFICAZIONE
pag. 293 >

INDICE

PREFAZIONE	11	3 - DATI PER COMPRENDERE	55
QUALE SOSTENIBILITÀ PER LA SALUTE?	13	3.1 Uso efficiente delle risorse	56
1 - I NUOVI PARADIGMI DI SOSTENIBILITÀ	15	3.2 Il monitoraggio dei rifiuti	59
1.1 Cambiamento climatico	18	Categorie di indicatori	60
1.2 Urbanizzazione	21	3.3 Indicatori di sostenibilità	65
1.3 Transizione ecologica	21	3.4 Tre aspetti evolutivi degli scenari	66
1.4 L'economia circolare	23	4 - RIFIUTI ZERO COME IDEALE	69
La performance dell'economia circolare	24	Carta di Napoli	71
Quattro obiettivi prioritari	25	4.1 Gerarchia europea	72
1.5 Strategie integrate e multisettoriali	26	4.2 Obiettivi	74
Criterio della prossimità nella gestione dei rifiuti	31	Contesto normativo e programmatico	76
1.6 Sostenibilità delle città	32	Obiettivi PRB	76
SDG 11 - Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili	36	Impegni dei paesi comunitari	77
SDG 12 - Produzione e consumo sostenibile	37	Obiettivi PRBEC (Piano regionale di gestione dei Rifiuti e Bonifica dei siti inquinati e dell'Economia Circolare)	78
2 - I RIFIUTI SONO UN (NOSTRO) PROBLEMA?	41	4.3 Calcolo dell'efficienza della raccolta differenziata	80
2.1 Il rifiuto	42	Evoluzione in Italia	82
Dalla classificazione alla corretta gestione	43	Evoluzione in Toscana	87
2.2 Il metano: più dannoso della CO ₂	45	4.4 Calcolo dell'efficienza del riciclo dei rifiuti urbani	94
2.3 Salute e costi sociali	46	4.5 Il ciclo della gestione dei rifiuti urbani	96
Il <i>Marginal Abatement Cost</i> (MAC)	48	4.6 Il rifiuto urbano diventa risorsa	99
2.4 Modelli di consumo	49	Il CONAI	100
Servizi ecosistemici	52		
2.5 Impatto dell'uomo sul pianeta	53		

4.7 Modalità di raccolta rifiuti	103	Compostaggio domestico	183
Salute e sicurezza sul lavoro anche ad età avanzata	108	Raccolta rifiuti ingombranti	184
4.8 I costi della gestione integrata	112	Verde (sfalci, ramaglie, potature)	187
Ecotassa	113	Rifiuti di prodotti sanitari assorbenti (PSA)	187
4.9 Rete impiantistica in Italia e in Toscana	115	Utenze non domestiche - Centro storico	188
4.10 Trend e sostenibilità nei dati toscani	120	Stabilimenti balneari, spiagge libere	190
		Utenze non domestiche mercato ortofrutticolo	192
5 - ATTORI NELL'ARENA DEL RIFIUTO	123	Grandi utenze (mense, supermercati, grandi strutture di servizi)	193
5.1 Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente - ARERA	124	Rifiuti tessili	194
5.2 Autorità d'Ambito	128	Il termovalorizzatore di Ospedaletto Pisa	198
5.3 100 Comuni ed un unico soggetto gestore	133		
		6.6 Tariffazione puntuale	201
6 - LA TORRE PENDE VERSO LA SOSTENIBILITÀ	141	Uni 11686:2017 Waste Visual Elements	206
6.1 Unicità territoriale e sociale	142	6.7 Andamento della raccolta differenziata	207
6.2 Dinamismo urbano	144	6.8 Pro-capite, Pisa versus la provincia	210
6.3 Utenze domestiche, utenze non domestiche	147	6.9 Andamento delle frazioni di rifiuti differenziati	211
Andamento della popolazione	149		
6.4 Produzione dei rifiuti	150	7 - ESTENSIONE GRADUALE DELLA RACCOLTA CON CASSONETTI INTELLIGENTI	215
6.5 Strategia dei rifiuti: IL MODELLO PISA	151	7.1 Personale e salute	217
Raccolta domiciliare - porta a porta	157	7.2 Confronto % RD cassonetti intelligenti vs PaP	221
Eco-isole informatizzate interrate e di superficie	160	7.3 Confronto RD qualità cassonetti intelligenti vs PaP	224
Il centro storico dopo l'intervento	163	7.4 Sostenibilità e modalità di raccolta	228
Abbandono dei rifiuti	164	Il trasporto dei rifiuti	232
Centri di raccolta (CdR)	166	Stress veicoli	233
Centri ambientali mobili automatizzati (CAMA)	170	Accessibilità	233
CDR-RAEE	175	Rischi operatori ecologici	238
Centro didattico	178	Rimanenze	238
Centro riuso	181	7.5 Modalità di raccolta e costi	239
		Costi del servizio dal 2013 al 2025	240

Costi a bilancio del personale	245	Revet	314
Confronto tra costi servizio raccolta e smaltimento PaP e cassonetti intelligenti	247	Multimateriale leggero	315
7.6 Analisi SWOT	250	Impianto riciclo materiali ferrosi	317
SWOT PAP	251	Eco-isole informatizzate	318
SWOT CAS-I	253	Tessera elettronica (card)	320
SWOT CAS-T	256	Littering	323
8 - MONITORAGGIO E CONTROLLO	259	Abbandono di rifiuti	324
Geomonitoring	261	I controlli sul territorio - Report attività	326
Geocontrol	263	Report minidiscariche	328
Calcolo degli scostamenti	267	Controlli personale della polizia municipale ufficio ambiente dal 2020 al 2024	330
Funzionalità pubbliche	269	Ecobonus	332
Funzionalità private	270	Saturazione - unità di carico	336
CONCLUSIONI	273	Soglia minima di saturazione	338
IL MODELLO PISA: UN'ESPERIENZA VIRTUOSA DI GESTIONE INTEGRATA DEI RIFIUTI URBANI		Utenze non domestiche che esercitano attività di somministrazione bevande ed alimenti	340
		Controllo della radioattività dei rifiuti	340
APPROFONDIMENTI		ALLEGATI	
Recupero e smaltimento	278	Allegato 1	344
Catalogo europeo dei rifiuti	281	Allegato 2	361
Evoluzione del catalogo europeo dei rifiuti	283	Allegato 3	367
Tipologie di rifiuti e loro classificazione	284	Allegato 4	370
Circolare del ministro Orlando	294	Allegato 5	375
Sistema della certificazione	295	Allegato 6	383
Trattamento di terre da spazzamento stradale	297	Indice analitico	391
Accordo quadro nazionale ANCI-CONAI	300		
Qualità contrattuale e tecnica	303		
Calendario	310		
Ritiro dell'organico	311		
Vetro	312		

Ringraziamenti

Un sincero e sentito ringraziamento va a: Luciano Fabbri, già quadro in Herambiente e oggi titolare di Studio Life Srl, per la preziosa revisione del testo, realizzata con grande competenza e pazienza, Roberto Papini e Carlo Zanini, colleghi d'ufficio di Marco Redini, a Roberto per il fondamentale supporto tecnico nella stesura e organizzazione dei contenuti e a Carlo per l'attenta e meticolosa rilettura (quest'ultima effettuata nei viaggi in treno da e verso casa), che ha contribuito a migliorare notevolmente il risultato finale, Franco Farina, giornalista e scrittore, a cui si deve l'ispirazione e l'ossatura originaria di questo lavoro, per la sua visione e il costante incoraggiamento, Paolo Vannozzi, Simone Pucci, Luca Contini, Giuseppe Merico e l'Ing. Luca Ferrari, dipendenti di Geofor S.p.A., per aver fornito informazioni e dati fondamentali per le analisi effettuate e inoltre l'Ing. Alessia Scappini, Amministratore Delegato di Revet S.p.A. A tutte le persone che hanno contribuito in vario modo alla realizzazione di questo progetto, va la nostra più profonda gratitudine.

PREFAZIONE

Dott.ssa Avv. Giulia Gambini, Assessore all'Ambiente, Comune di Pisa
Dott. Filippo Bedini, Assessore alla Cultura, Comune di Pisa

In modo sempre più consapevole, l'importanza di preservare la qualità dell'ambiente è strettamente legata al mantenimento della salute e del benessere individuale e collettivo.

Tra gli obiettivi chiave dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile dell'ONU, avviata nel 2015, figurano settori cruciali che richiedono interventi mirati al fine di garantire una vita sana e il benessere per tutti. Questi includono il consumo responsabile delle risorse, la promozione della produzione e dell'uso di energia rinnovabile, la lotta contro i cambiamenti climatici, l'accesso a risorse idriche pulite e la promozione dello sviluppo urbano sostenibile.

Soprattutto, la città emerge come un luogo cruciale per le iniziative di prevenzione della salute, in quanto rappresenta il contesto in cui si svolge la vita, si costruiscono relazioni sociali e si accede a risorse per l'approvvigionamento, la conoscenza e lo svago. Oggi più che mai, è l'intensa domanda di beni e servizi da parte della comunità a contribuire al deterioramento di molti dei fattori fisici e naturali che influiscono sulla qualità della vita, come l'aria, l'acqua, il suolo, il paesaggio, la catena trofica e il verde, solo per citarne alcuni.

Il principale fattore di pressione sull'ambiente urbano è il modello di mobilità, affiancato da modelli di consumo energetico, del suolo e dell'acqua insostenibili per il pianeta. Inoltre, i modelli di produzione e consumo dei beni portano a una crescente produzione di rifiuti pro-capite. Da questo quadro emerge chiaramente che l'evoluzione delle società dipende dalla ricerca di una via verso la crescita sostenibile per il pianeta.

Il concetto di Economia Circolare (CE) offre una strada percorribile per compiere la transizione dell'economia attuale da lineare a circolare, dal prendere-produrre-smaltire al rinnovare-rifare-condividere. Lo sviluppo di modelli di produzione e consumo responsabili esige l'impegno della società ad affrontare un cambiamento di mentalità epocale volto a "vivere bene entro i confini del nostro pianeta". Questo libro si apre richiamando le moderne sfide che i cambiamenti epocali hanno introdotto nell'orizzonte della programmazione istituzionale.

A partire da queste vengono passate in veloce rassegna alcune conoscenze relative agli indirizzi comunitari che hanno informato l'attuazione dei piani nazionali sull'economia circolare e sui rifiuti. Attraverso un rapido cenno alle conseguenze sociali e sanitarie che ricadono sulle comunità a causa di una gestione dei rifiuti urbani ed un consumo delle risorse poco rispettosi dell'ambiente, nasce chiara la consapevolezza che l'integrazione tra gli strumenti operativi e la condivisione degli obiettivi strategici europei è l'unica via per avanzare più velocemente verso gli obiettivi di sviluppo sostenibile anche a livello locale. Gli impegni definiti nei Piani regionali e nella programmazione delle amministrazioni municipali derivano dagli stessi orientamenti europei.

Il libro si concentra poi sugli indicatori definiti per monitorare i rifiuti e la loro gestione a livello cittadino, indicatori che riflettono quelli più ampi raccolti a livello europeo. Questi indicatori ci aiutano a delineare l'impatto della produzione e l'efficienza della gestione dei rifiuti nella realtà locale, in particolare nella nostra città di Pisa. Sintetizzando l'effetto della produzione e l'efficacia delle strategie di gestione, contribuiscono ad identificare le azioni prioritarie che possono portare ad un beneficio per la salute e il benessere collettivo. Vedremo inoltre che, le peculiarità urbanistiche e sociali caratterizzano la città di Pisa al punto da dover essere attentamente comprese per plasmare una strategia di raccolta e gestione a misura delle esigenze della città. Si scopre ad esempio che paradossalmente Pisa, con una percentuale di raccolta differenziata del 60% raggiunta con tre anni di anticipo rispetto all'obiettivo delle norme per il 2020, ha una produzione di rifiuti pro-capite tra le più elevate di Italia, a causa della forte pressione giornaliera di pendolari e turisti che contribuiscono alla produzione di rifiuti.

A questi ed altri aspetti critici occorre puntare con strumenti di analisi avanzati e con tecnologie di avanguardia per rendere sempre più moderna ed efficiente la gestione locale.

QUALE SOSTENIBILITÀ PER LA SALUTE?

Prof. Fabio Anastasio Recchia
Direttore dell'Istituto di Fisiologia Clinica del Consiglio Nazionale delle Ricerche

Un ambiente sano è essenziale per "garantire vite sane e promuovere il benessere per tutti a tutte le età". Questo principio, sancito dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2030, rappresenta il punto di partenza per una riflessione profonda sulle sfide e sulle strategie legate alla gestione dei rifiuti e alla sostenibilità nelle città del futuro. In questo contesto, il rapporto tra ambiente e salute pubblica assume un ruolo centrale, poiché i determinanti ambientali della salute influenzano direttamente e indirettamente il benessere delle popolazioni, la loro produttività e la qualità della vita.

L'ambiente urbano moderno presenta una serie di sfide complesse che richiedono soluzioni innovative e integrate. L'inquinamento atmosferico, l'accumulo di rifiuti, l'esposizione a sostanze tossiche e il cambiamento climatico sono solo alcune delle minacce che gravano sulle città e sulle loro comunità. La gestione sostenibile dei rifiuti e delle risorse diventa quindi una necessità non solo ecologica, ma anche sanitaria ed economica. La presenza di discariche incontrollate, la dispersione di microplastiche negli ecosistemi e l'inadeguato trattamento dei rifiuti elettronici e chimici rappresentano emergenze che mettono a rischio la salute umana, in particolare delle fasce più vulnerabili della popolazione, come bambini e donne in gravidanza.

L'integrazione di strategie sostenibili nelle politiche urbane non solo riduce gli impatti ambientali negativi, ma favorisce anche lo sviluppo di comunità più resilienti e sane. Investire in soluzioni circolari, come il riciclo e il riutilizzo dei materiali, ridurre la produzione di rifiuti alla fonte e migliorare l'efficienza dei sistemi di gestione sono azioni fondamentali per costruire le città del futuro. Inoltre, affrontare il problema dell'inquinamento richiede un impegno coordinato tra istituzioni, ricerca scientifica, industria e cittadinanza. Solo attraverso un approccio multisettoriale e interprogrammatico sarà possibile sviluppare politiche pubbliche inclusive ed efficaci, capaci di proteggere l'ambiente e la salute delle persone.

La condivisione di conoscenze e buone pratiche è fondamentale per affrontare le sfide ambientali con consapevolezza e determinazione. Solo attraverso un impegno collettivo possiamo garantire un futuro più sano e sostenibile per le generazioni presenti e future.

Edizioni ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa

info@edizioniets.com - www.edizioniets.com

Finito di stampare nel mese di settembre 2025