

Master di II livello in Ingegneria dell'Innovazione
 Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale
 Università di Roma «La Sapienza»
 a.a. 2022-23

MOD XI – PROGETTAZIONE DI TRASFORMAZIONI DEL TERRITORIO A SCALA REGIONALE

Agenda 2030 - Obiettivo 11
 CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI

6 ottobre 2023



Servizi ecosistemici: il caso di studio di Torino

Le slides sono disponibili in Internet (cerca «pettenella»)
<https://intra.tesaf.unipd.it/pettenella/>

Davide Pettenella

TESAF Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali 

1



2

Introduction (2/3)

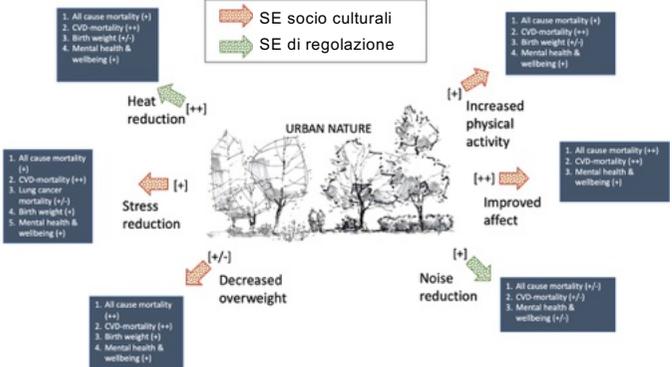


Nature-Based Solutions (NBS)
 "Living solutions inspired by, supported by or copied from **nature** and which aim to help societies addressed a variety of **environmental, social and economic challenges** in **sustainable ways**" (EC, 2015) to achieve more **resilient cities** (Cohen-Shacham, 2016) and **wellbeing**




3

Servizi Ecosistemici offerti dalle NBS in aree verdi urbane



URBAN NATURE

SE socio culturali
SE di regolazione

- Heat reduction** (++)
 - 1. All cause mortality (+)
 - 2. CVD-mortality (++)
 - 3. Birth weight (+/-)
 - 4. Mental health & wellbeing (+)
- Stress reduction** (+)
 - 1. All cause mortality (+)
 - 2. CVD-mortality (++)
 - 3. Lung cancer mortality (+/-)
 - 4. Birth weight (+)
 - 5. Mental health & wellbeing (+)
- Increased physical activity** (+)
 - 1. All cause mortality (+)
 - 2. CVD-mortality (++)
 - 3. Birth weight (+/-)
 - 4. Mental health & wellbeing (+)
- Improved affect** (++)
 - 1. All cause mortality (++)
 - 2. CVD-mortality (++)
 - 3. Mental health & wellbeing (+)
- Decreased overweight** (+/-)
 - 1. All cause mortality (++)
 - 2. CVD-mortality (++)
 - 3. Birth weight (+)
 - 4. Mental health & wellbeing (+)
- Noise reduction** (+)
 - 1. All cause mortality (+/-)
 - 2. CVD-mortality (+/-)
 - 3. Mental health & wellbeing (+/-)

Adapted from Van den Bosch, M., Ode Sang, A. 2017.



4

Introduction (3/3)

 **Pollution removal & CO₂ sequestration**
(Manjiath et al., 2017)

 **Temperature mitigation**
(Koc et al., 2018; Aram et al., 2019; Stewart and Oke, 2021)

 **Water security and treatment**
(Nika et al., 2020; Boano et al., 2020; Song et al., 2019)

 **Disaster risk reduction**
(Naumann et al., 2014; Potschin et al., 2014; Terton, 2017 (Czernit et al., 2019))

 **Habitat and biodiversity protection**
(Grizzom et al., 2017; Parker et al., 2020; Lavorel et al., 2020; Maes and Jacobs, 2017; Chausson et al., 2020; Mc Hustron et al., 2021)

 **Mental and physical health and wellbeing**
(Bralman et al., 2015; Park et al., 2007; Cervinka et al., 2014; Lee et al., 2017; O'Brien et al., 2018; Gibson et al., 2018; Milligan and Sinsley, 2007; Jans, 2009; Cornick et al., 2012; Gill, 2014; Lubans et al., 2016; McCracken et al., 2016; McCormick, 2017; (Funayoshi et al., 2019; Kikera, 2020; Dolmo et al., 2021; Faccio and Ballester, 2018)

 **Increase sociability and active lifestyle**
(Pretty et al., 2007, 2010, White et al., 2019, Roe and Asprill, 2011...)

 **Aesthetic improvement**

 **Energy saving**

 **Economic growth and development**
(Kabish et al., 2017, Cook et al., 2020)





5

Una nota terminologica

Nella terminologia dell'Analisi Costi-Benefici:

- Benefici e costi sociali = **“analisi economica”**
- Ricavi e costi private = **“analisi finanziaria”**




6

NBS e benefici legati al benessere (analisi economica)

Effetti Psicologici



- ✓ Depressione, umore, ansia
- ✓ Rilassamento mentale, concentrazione
- ✓ Vitalità e senso di benessere

Effetti Fisiologici



- ✓ Sistema immunitario (NKCells, infiammazioni)
- ✓ Sistema nervoso (cortisolo, frequenza battito cardiaco)
- ✓ Sistema cardiocircolatorio (pressione del sangue)
- ✓ Sistema respiratorio

Effetti Sociali

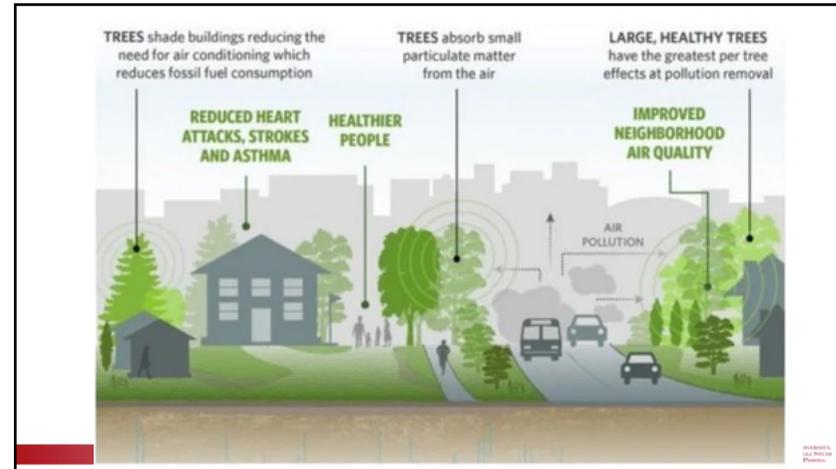


- ✓ Abilità di socializzazione
- ✓ Gestione delle emozioni
- ✓ Autostima
- ✓ Creatività e spiritualità

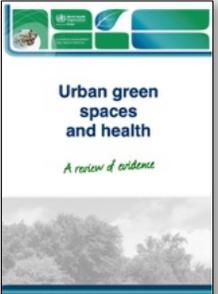
Dimensione sensoriale



7



8

<p>2.2 Pathways linking urban green space to improved health and well-being</p> <p>2.2.1 Overview of pathways to health</p> <p>2.2.2 Improved relaxation and restoration</p> <p>2.2.3 Improved social capital</p> <p>2.2.4 Improved functioning of the immune system</p> <p>2.2.5 Enhanced physical activity, improved fitness and reduced obesity</p> <p>2.2.6 Anthropogenic noise buffering and production of natural sounds</p> <p>2.2.7 Reduced exposure to air pollution</p> <p>2.2.8 Reduction of the urban heat island effect</p> <p>2.2.9 Enhanced pro-environmental behaviour</p> <p>2.2.10 Optimized exposure to sunlight and improved sleep</p> <p>2.3 Evidence of health benefits of green spaces</p> <p>2.3.1 Improved mental health and cognitive function</p> <p>2.3.2 Reduced cardiovascular morbidity</p> <p>2.3.3 Reduced prevalence of type 2 diabetes</p> <p>2.3.4 Improved pregnancy outcomes</p> <p>2.3.5 Reduced mortality</p> <p>2.4 Mechanisms of potential pathogenic effects of green spaces</p> <p>2.4.1 Increased exposure to air pollutants</p> <p>2.4.2 Risk of allergies and asthma</p> <p>2.4.3 Exposure to pesticides and herbicides</p> <p>2.4.4 Exposure to disease vectors and zoonotic infections</p> <p>2.4.5 Accidental injuries</p> <p>2.4.6 Excessive exposure to UV radiation</p> <p>2.4.7 Vulnerability to crime</p>	<h2 style="color: red;">Aree verdi e Servizi Ecosistemici legati alla salute in contesti urbani</h2>  <p style="text-align: center;">Urban green spaces and health <i>A review of evidence</i></p> <p style="text-align: right;"><small>Università della Basilicata © Università della Basilicata</small></p>
--	--

9

<h2 style="color: red;">Valori complessivi degli investimenti in aree verdi urbane</h2> <h3 style="color: red;">A. benefici economici</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Il valore stimato con metodi «robusti» più significativo dei servizi è quello connesso alla attività ricreative (ivi comprese quelle sportive, di <i>wellness</i>, con riduzione obesità, ...), anche se variabile in relazione alla densità della popolazione • La rimozione di inquinanti, la riduzione delle isole di calore, l'insonorizzazione, ... e gli altri benefici legati alla salute umana e in particolare quella dei minori (categorie fragili sono quelli di maggior valore anche se i più variabili in relazione al contesto urbano, ma potrebbero essere considerati quelli socialmente più opportuni) 	 
---	---

10

Evidenze scientifiche del ruolo delle NBS sulle condizioni di salute

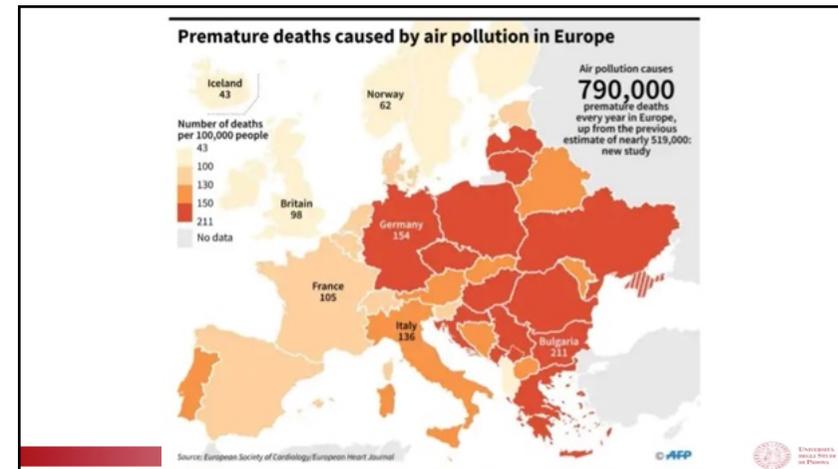
EARLY LIFE: STRENGTH OF THE EVIDENCE				ADULTHOOD: STRENGTH OF THE EVIDENCE			
PERINATAL PERIOD				MENTAL HEALTH			
Pregnancy complications	Birth weight	Pre-term birth		Mental wellbeing and quality of life	Mental disorders	Spiritual wellbeing	
+/0	-	+/0		++	+/0	++	
CHILDHOOD AND ADOLESCENCE				PHYSICAL HEALTH			
Neurodevelopment and mental health	Cardiomtabolic development	Respiratory/allergic outcomes	Infectious diseases	Malnutrition	Infectious diseases	Cardiomtabolic health	Respiratory/allergic outcomes
++	+/0	+/-	++/-	++/-	+/-	++	+/-
ELDERLY: STRENGTH OF THE EVIDENCE							
Cognitive decline and dementia	Physical functioning and frailty	Mental health and wellbeing	Longevity and mortality				
++	+/0	++	++				

Note: Sign indicates type of association: + beneficial association, 0 no association, - detrimental (harmful) association. Number of some signs indicates strength of evidence for a particular type of association.
Source: MISA, 2005.

Fonte: C.Konijnendijk, D.Devkota, S.Mansourian, C.Wildburger (eds), 2023. Forests and Trees for Human Health: Pathways, Impacts, Challenges and Response Options. A Global Assessment Report. IUFRO, CFP.

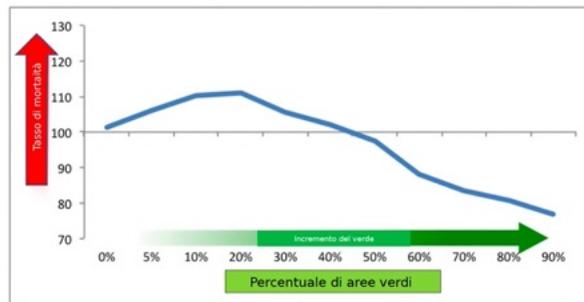


11



12

Accesso ad aree verdi urbane e tasso di mortalità



I dati si riferiscono alle sole aree urbane, morti per problemi cardiaci, età > 30 anni

Fonte: F.Ferrini (2019) da Whyte e Crawford,2014.
http://www.gcph.co.uk/assets/0000/4177/Nature_and_nurture_people_and_places_event_report.pdf

Valori complessivi degli investimenti in NBS

- Il valore stimato con metodi «robusti» più significativo dei servizi è quello connesso alla **attività ricreative** (ivi comprese quelle sportive, di *wellness*, e quindi i problemi dell'obesità, ...), anche se variabile in relazione alla densità della popolazione
- I benefici legati alla salute umana (**rimozione di inquinanti, riduzione delle isole di calore, insonorizzazione, ...**) e in particolare quella dei minori (aumento soglia di attenzione, ...) sono quelli di maggior valore anche se i più variabili in relazione al contesto urbano, ma potrebbero essere considerati quelli **socialmente più opportuna** (e quindi richiesta)
- Benefici legati alla tutela della **biodiversità**

Valori economici unitari dei Servizi Ecosistemici socio-culturali, secondo la categoria d'uso del suolo (1/2)

Fonte: Masiero *et al.*, 2021

Categoria d'uso del suolo	Valore del SE (€/m2/anno)	Categoria di VET considerato
Altra superficie (P-NA)	1,44	valore di non uso
Altri canali (P-NA)	1,44	valore di non uso
Altri edifici (NP-NA)	0,00	-
Altri erbai (P-NA)	1,44	valore di non uso
Altri erbai monofiti di canali (P-NA)	1,44	valore di non uso
Altri prati avvicendati (P-NA)	1,44	valore di non uso
Area attrezzata del suolo (NP-A)	1,44	valore di non uso
Area attrezzata del suolo (NP-NA)	0,00	-
Area cani (P-A)	2,36	valore d'uso diretto
Area cani (P-NA)	2,36	valore d'uso diretto
Area di circolazione ciclabile (NP-NA)	0,00	-
Area di circolazione ciclabile (P-NA)	0,00	-
Area di circolazione pedonale (NP-NA)	0,00	-
Area di circolazione pedonale (P-NA)	0,00	-
Area di circolazione veicolare (NP-NA)	0,00	-
Area di circolazione veicolare (P-NA)	0,00	-
Area giochi bimbi (P-A)	2,36	valore d'uso diretto
Area giochi bimbi (P-NA)	0,00	-
Area in trasformazione (P-A)	1,44	valore di non uso
Area in trasformazione (NP-NA)	0,00	-
Area verde (P-A)	2,36	valore d'uso diretto
Area verde (P-NA)	2,36	valore d'uso diretto
Argine (P-A)	2,36	valore d'uso diretto
Argine (P-NA)	2,36	valore d'uso diretto
Argine (NP-NA)	0,00	-
Attrezzatura sportiva (P-A)	2,36	valore d'uso diretto
Attrezzatura sportiva (NP-NA)	2,36	valore d'uso diretto
Canale artificiale (NP-NA)	0,00	-
Cultura agricola (P-A)	1,44	valore di non uso
Cultura agricola (P-NA)	1,44	valore di non uso

- 2.2 Pathways linking urban green space to improved health and well-being
 - 2.2.1 Overview of pathways to health
 - 2.2.2 Improved relaxation and restoration
 - 2.2.3 Improved social capital
 - 2.2.4 Improved functioning of the immune system
 - 2.2.5 Enhanced physical activity, improved fitness and reduced obesity
 - 2.2.6 Anthropogenic noise buffering and production of natural sounds
 - 2.2.7 Reduced exposure to air pollution
 - 2.2.8 Reduction of the urban heat island effect
 - 2.2.9 Enhanced pro-environmental behaviour
 - 2.2.10 Optimized exposure to sunlight and improved sleep
- 2.3 Evidence of health benefits of green spaces
- 2.3.1 Improved mental health and cognitive function
- 2.3.2 Reduced cardiovascular morbidity
- 2.3.3 Reduced prevalence of type 2 diabetes
- 2.3.4 Improved pregnancy outcomes
- 2.3.5 Reduced mortality

Are verdi e Servizi Ecosistemici legati alla salute in contesti urbani

Aree verdi e Sevizi Ecosistemici legati alla salute in contesti urbani

2.4 Mechanisms of potential pathogenic effects of green spaces .

2.4.1 Increased exposure to air pollutants.....

2.4.2 Risk of allergies and asthma.....

2.4.3 Exposure to pesticides and herbicides.....

2.4.4 Exposure to disease vectors and zoonotic infections.....

2.4.5 Accidental injuries.....

2.4.6 Excessive exposure to UV radiation.....

2.4.7 Vulnerability to crime.....




17

Valori economici (2/2)

Da 1,44 a 2,36 €/m²/anno

Fonte: Masiero *et al.*, 2021

Categoria d'uso del suolo	Valore del SE (€/m ² /anno)	Categoria di VET considerato
Drainaggi superficiali (P-NAL)	0,00	-
Edifici industriali (NP-NAL)	0,00	-
Edifici residenziali (NP-NAL)	0,00	-
Erba medica (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Forma naturale del terreno (P-AI)	1,44	Valore di non uso
Forma naturale del terreno (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Frumento tenero e spelta (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Grano duro (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Grano duro a maturazione precoce (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Infrastruttura alterata (P-AI)	1,44	Valore di non uso
Infrastruttura alterata (NP-AI)	1,44	Valore di non uso
Lago artificiale (P-NAL)	0,00	-
Manufatto di infrastruttura di trasporto (NP-AI)	0,00	-
Manufatto di infrastruttura di trasporto (NP-NAL)	0,00	-
Manufatto di infrastruttura di trasporto (P-AI)	0,00	-
Manufatto di infrastruttura di trasporto (P-NAL)	0,00	-
Manufatto industriale (NP-NAL)	0,00	-
Manufatto monumentale (NP-NAL)	0,00	-
Muro (NP-NAL)	0,00	-
Muro di sostegno e ritenuta del terreno (P-AI)	0,00	-
Muro di sostegno e ritenuta del terreno (P-NAL)	0,00	-
Opera idraulica di regolazione (NP-NAL)	0,00	-
Opera portuale (NP-NAL)	0,00	-
Orto (P-AI)	1,44	Valore di non uso
Orto (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Orto (NP-NAL)	1,44	Valore di non uso
Particolare architettonico (NP-NAL)	0,00	-
Prato (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Prato incolto (P-AI)	1,44	Valore di non uso
Prato incolto (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Patata (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Prato verde (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Prato verde (NP-NAL)	0,00	-
Porta cavalletto cavallina (NP-NAL)	0,00	-
Prati verdi in genere e in marcia (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Prati pasciuti (P-AI)	1,44	Valore di non uso
Prati pasciuti (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Prati pasciuti (NP-NAL)	0,00	-
Scala di trasporto su ferro (NP-NAL)	0,00	-
Sementi (P-NAL)	1,44	Valore di non uso
Sementi (P-AI)	1,44	Valore di non uso
Sementi (P-NAL)	1,44	Valore di non uso

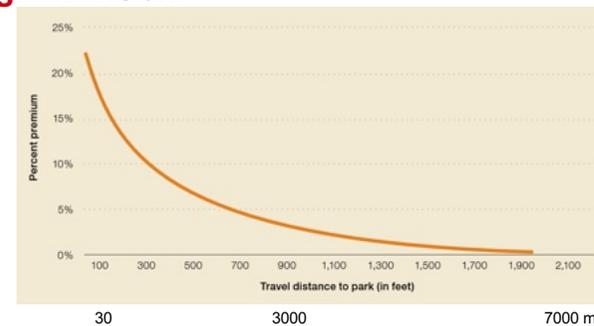
18

Valori complessivi degli investimenti in aree verdi urbane

B. Ricavi finanziari

- Significativi gli **incrementi dei valori immobiliari** connessi alla presenza di piante e in genere alla prossimità di aree verdi. Analogamente: maggiore attrattività dei servizi commerciale (e delle aree)

Relazione tra distanza dei parchi e valore degli immobili



Fonte: L. Shoup *et al.* (2010)

Valori complessivi delle NBS

B. Ricavi finanziari

- Significativi gli **incrementi dei valori immobiliari** connessi alla presenza di piante e in genere alla prossimità di aree verdi. Analogamente: maggiore attrattività dei servizi commerciale (e delle aree)
- Rilevanti vantaggi economici connessi alla **riduzione dei costi di condizionamento** (ombreggiatura) e ai **minori rischi di allagamenti**; in alcuni casi maggiori costi di illuminazione
- La **produzione di ortaggi** (orti sociali) può rappresentare una (limitata) fonte di ricavo (ovviamente a costi impliciti della manodopera nulli)
- Il **sequestro di C** (anche se stimato ai valori unitari riferiti al mercato ETS – 58€/t CO₂eq.) **non** è particolarmente **significativo**, date le specie impiegate e la densità delle piantagioni
- La **produzione di biomassa legnosa** è raramente fonte di reddito, più spesso un costo netto

Benefici e ricavi indiretti

- Possibilità di *green jobs*
 - Attività di progettazione, realizzazione e manutenzione del verde
 - Attività educative, culturali, ricreative, sportive, terapeutiche, di inclusione sociale organizzate

Esempi di stima dei Servizi Ecosistemici di aree verdi

Servizio ecosistemico	Tipologia	Metodologia di stima	Valore economico unitario medio	Unità	Riferimento
Produzione foraggio	Fornitura	Costo di surrogazione	56,02	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Produzione legname da opera	Fornitura	Valore di mercato (costo di trasformazione)	1,55	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Produzione biomassa legnosa	Fornitura	Valore di mercato (costo di trasformazione)	0,42	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Produzione legname da opera (pioppeti)	Fornitura	Valore di mercato (costo di trasformazione)	20,26	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Prodotti non legnosi (funghi e castagne)	Fornitura	Valore di mercato	0,97	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Acqua potabile	Fornitura	Valore di mercato	327,31	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Fissazione carbonio (boschi)	Regolazione	Valore di mercato	6,95	Euro/ha	Life GESTIRE, Azione A5, 2016
Valore ricreativo	Culturale	Costo del viaggio	24,86 - 2.852,17	Euro/ha	Life MGN, 2015

Benefici e ricavi indiretti

- Crescita valori immobiliari
- Possibilità di *green jobs*
 - Attività di progettazione, realizzazione e manutenzione del verde
 - Attività educative, culturali, ricreative, sportive, terapeutiche, di inclusione sociale organizzate
- Mancati costi dei sistemi alternativi del *welfare*

Esempi di campi potenziali di riduzione della spesa sanitaria grazie all'accesso ad aree verdi urbane

- Il costo delle **malattie mentali** nel mondo fra il 2011 e il 2013 è stato stimato intorno ai **16 trilioni di dollari**
- La **depressione** costa **92 miliardi di euro/anno** persi come ore di lavoro a causa della depressione (Europa, 2014)
- Le **malattie mentali**, in Europa, costano **800 miliardi di euro/anno**. In **Italia** tale spesa è di **14 miliardi di €/anno** (Cost of disorders of the brain in Europe 2010 - European Brain Council (EBC))
- **Depressione**: nel 2030 sarà la prima causa al mondo di **giorni di lavoro persi** (Sole24ore, 2018)

Fonte: F.Ferrini (2019)

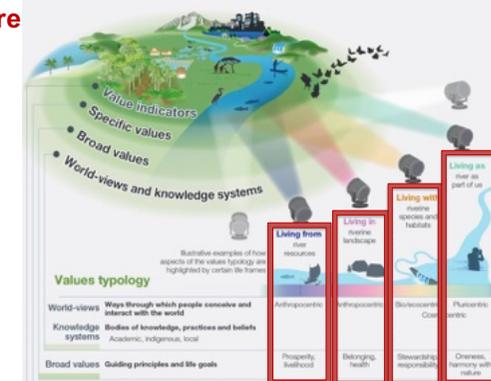
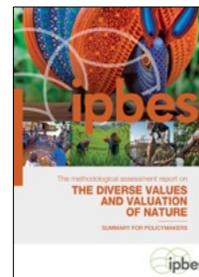
The image shows two posters. The left poster is titled 'Green Prescription WORKS' and features several statistics: 87% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Green Prescription' (a referral to a green space) showed a reduction in symptoms; 79% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Green Prescription' showed a reduction in symptoms; 84% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Green Prescription' showed a reduction in symptoms; 23% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Green Prescription' showed a reduction in symptoms. The right poster is titled 'WALKING FRIENDS' and features several statistics: 100% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Walking Friends' program (a referral to a walking group) showed a reduction in symptoms; 79% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Walking Friends' program showed a reduction in symptoms; 84% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Walking Friends' program showed a reduction in symptoms; 23% of patients with depression, anxiety, or stress-related conditions who were prescribed a 'Walking Friends' program showed a reduction in symptoms.

In larga massima si è in presenza di un **rapporto** tra costi e benefici di **1/8-15** (Borelli, 2021; Masiero *et al.*, 2021)



Fonte: Masiero *et al.*, 2021

«Living in harmony with nature»: **from, in, with, as nature**

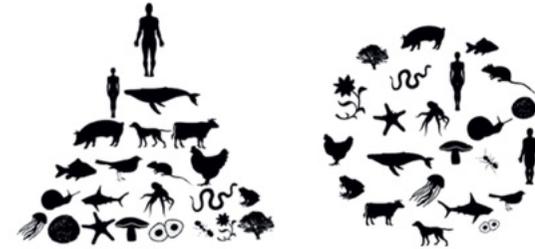


https://zenodo.org/record/7410287/files/EN_SPM_VALUES_V8D_DIGITAL.pdf

Vivere dalla natura, vivere con la natura, vivere nella natura, vivere come natura

- Vivere **dalla** natura: la capacità della natura di fornire risorse per sostenere i mezzi di sussistenza, i bisogni e i desideri delle persone.
- Vivere **con** la natura: diritto intrinseco di ogni specie di prosperare indipendentemente dai bisogni umani.
- Vivere **nella** natura: l'importanza della natura come ambiente per il senso del luogo e dell'identità delle persone.
- Vivere **come** natura: il mondo naturale come una parte fisica, mentale e spirituale di se stessi.

Fonte: IPBES, 2023.



Da living from, in, a with, as nature

Fonte: C.Konijnendijk, D.Devkota, S.Mansourian, C.Wildburger (eds), 2023. Forests and Trees for Human Health: Pathways, Impacts, Challenges and Response Options. A Global Assessment Report. IUFRO, CFP.

**In termini operativi:
nelle nostre città abbiamo bisogno di 3
tipologie di verde**

- Il verde di casa (*living in*)
- Il verde di prossimità per permanenza brevi (il «giardino») (sperimentare giornalmente il *living with*)
- Il verde-natura per permanenze lunghe (la «foresta in città», il «parco agricolo periurbano») (apprezzare periodicamente il *living as*)

+ ovviamente le risorse naturali (ad es. il legname) per il *living from*

31

Promoting health and wellbeing through urban forests – Introducing the 3-30-300 rule



Cecil Konijnendijk
@AnUrbanForester

I am proposing a new 3-30-300 rule for #urbanforestry. At least 3 trees in view from every #home. Every #neighbourhood should have 30 percent #treecanopy (or vegetation cover). Nobody should live more than 300 metres from a larger #park or #greenspace.

<https://iucnurbanalliance.org/promoting-health-and-wellbeing-through-urban-forests-introducing-the-3-30-300-rule/>

Prof Cecil Konijnendijk

TESAF Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Università degli Studi di Firenze

32