



URBAN Green Education for ENTteRprising Agricultural INnovation

Moduli e materiali educativi (102)

Modulo 2:

Uso efficiente delle risorse: scenari e sfide



Con il supporto del programma Erasmus+ dell'Unione Europea

Quest'opera è distribuita sotto licenza Creative Commons Attribuzione-NonCommerciale-Non opere derivate 2.5 Italia. Per leggere la licenza, visita questa pagina: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/it/>



Il progetto URBAN GREEN TRAIN riceve un finanziamento dalla Commissione Europea e dall'Agenzia Nazionale italiana per il programma Erasmus+. Questa pubblicazione presenta l'opinione degli autori, e la Commissione Europea e l'Agenzia Nazionale Italiana per il programma Erasmus+ non sono responsabili per l'uso che può essere fatto di quanto è in essa contenuto



MODULO 2 “Uso efficiente delle risorse: scenari e sfide”

Coordinamento del modulo: F. Orsini (Università di Bologna, IT)

AUTORI

Capitolo 2.1	F. Orsini, G. Gianquinto (Università di Bologna, IT); G. Bazzocchi (Horticity, IT)
Capitolo 2.2	E. Sanyè-Mengual (Università di Bologna, IT)
Capitolo 2.3	E. Chantoiseau, L. Vidal-Beaudet, P. Cannavo, V. Beaujouan (Agreenium, FR)
Capitolo 2.4	F. Orsini, E. Sanyè-Mengual, G. Gianquinto (Università di Bologna, IT); G. Bazzocchi (Horticity, IT)
Capitolo 2.5	W. Lorleberg, B. Pölling (South-Westphalia University of Applied Sciences; DE)

TRADUZIONE E REVISIONE TESTO ITALIANO

G. Pennisi, M. D'Ambrosio (Dipartimento di Scienze Agrarie, Università di Bologna, IT)

INDICE

INTRODUZIONE	5
MODULO 2 “Uso efficiente delle risorse: scenari e sfide”	6
Finalità	6
Struttura	6
Obiettivi formativi.....	7
CONTENUTI PRINCIPALI E RISORSE	8
2.1 – L’Agricoltura Urbana per la biodiversità e l’ecologia	8
2.2 – L’Agricoltura Urbana per ridurre l’impronta ecologica delle città	18
2.3 – L’Agricoltura Urbana per l’uso efficiente delle risorse e la gestione dei rifiuti	23
2.4 – L’Agricoltura Urbana per migliorare il clima delle città	43
2.5 – Punti chiave: ricordare la dimensione economica	52

INTRODUZIONE

Questo modulo e i materiali educativi ad esso associati sono stati sviluppati nell'ambito del progetto URBAN GREEN TRAIN (URBAN GReen Education for ENTteRprising Agricultural INnovation), finanziato dall'Unione Europea e dall'Agenzia Italiana per il Programma ERASMUS+. Il progetto URBAN GREEN TRAIN (2014-1-IT02-KA200-003689) intende incoraggiare la nascita di nuove iniziative di impresa nell'ambito dell'agricoltura urbana basate sulla collaborazione e lo scambio di conoscenze tra imprenditori, ricercatori e autorità locali, così da rispondere in maniera efficace alla crescente domanda da parte dei cittadini di tutta Europa di innovazione e sostenibilità.

Uno dei prodotti principali del progetto URBAN GREEN TRAIN è un set di moduli e materiali educativi (IO2) ideato appositamente per supportare tutti coloro che aspirano a lavorare e fare impresa in Agricoltura Urbana. Il set comprende 5 moduli, adatti sia all'apprendimento a distanza che a quello in presenza, per un totale di 150 ore. La struttura ed i contenuti dei moduli sono stati definiti in base ai risultati di un'accurata analisi dei fabbisogni formativi dei principali attori coinvolti in iniziative di Agricoltura Urbana, realizzata dai partner del progetto nei loro rispettivi paesi e illustrata nella pubblicazione: "[URBAN AGRICULTURE INITIATIVES TOWARD A MINDSET CHANGE](#)" (IO1). I moduli URBAN GREEN TRAIN sono i seguenti:

Modulo 1: Introduzione all'Agricoltura Urbana: forme e tipologie

Modulo 2: Uso efficiente delle risorse: scenari e sfide

Modulo 3: Tipologie di Agricoltura Urbana / sistemi di produzione e filiera corta

Modulo 4: Forme di governance e partecipazione

Modulo 5: Fare impresa: Domanda e Offerta in Agricoltura Urbana

I moduli e i materiali educativi URBAN GREEN TRAIN (IO2) sono stati testati nell'ambito di un corso pilota internazionale organizzato secondo due principali modalità: a distanza (corso online) e "mista" (parte online e parte in presenza). Il corso pilota, erogato attraverso la piattaforma e-Learning dell'Università di Bologna nel periodo compreso tra Agosto 2016 e Gennaio 2017, ha coinvolto numerosi partecipanti da vari paesi europei e con diversi background professionali. Grazie ai commenti e riscontri forniti dai partecipanti al corso pilota, i moduli e i materiali URBAN GREEN TRAIN sono stati rivisti, migliorati e resi disponibili nel presente formato, in modo da offrire alle Università ed Istituti di Educazione Superiore, alle organizzazioni per l'apprendimento permanente e a tutti gli interessati, un esempio di percorso formativo completo e strutturato sugli aspetti principali del fare impresa in Agricoltura Urbana.

Il progetto URBAN GREEN TRAIN è coordinato dall'Università di Bologna, Alma Mater Studiorum – Dipartimento di Scienze Agrarie (www.scienzeagrarie.unibo.it) e realizzato in collaborazione con:

- Agreenium / Agrocampus Ouest, Parigi, Francia <https://agreenium.fr>
- Vegepolys, Angers, Francia www.vegepolys.eu
- South-Westphalia University of Applied Sciences, Department of Agriculture, Soest, Germania <http://www4.fh-swf.de>.
- Hei-tro GmbH, Dortmund, Germania www.hei-tro.com/
- Horticity srl, Bologna, Italia www.horticity.it
- STePS srl, Bologna, Italia www.stepsurope.it
- Mammut Film srl, Bologna, Italia www.mammutfilm.it
- Grow the Planet, Italia www.growtheplanet.com
- RUAF Foundation, Paesi Bassi www.ruaf.org

Per maggiori informazioni visitate il sito web: www.urbangreentrain.eu

MODULO 2 “Uso efficiente delle risorse: scenari e sfide”

Finalità

Questo modulo intende introdurre i partecipanti al rapporto tra l'agricoltura urbana e l'ecologia urbana. Saranno definite e affrontate criticamente le strategie per migliorare il ruolo dell'agricoltura urbana nel ridurre l'impronta ecologica della città. Gli studenti esamineranno i diversi elementi che contribuiscono all'efficienza d'uso delle risorse e alla gestione dei rifiuti, nonché al benessere dei cittadini. Alla fine del modulo, gli studenti saranno in grado di identificare e valutare opportunità imprenditoriali e possibilità di innovazione per ogni sfida.

Struttura

I contenuti del Modulo 2 sono stati organizzati come segue:

- **2.1 L'Agricoltura Urbana per la biodiversità e l'ecologia**
 - 2.1.1 L'urbanizzazione e la perdita di biodiversità
 - 2.1.2 L'agricoltura urbana e i corridoi ecologici
 - 2.1.3 Gestione sostenibile degli input in agricoltura
 - 2.1.4 Servizi ecosistemici connessi alla biodiversità
 - 2.1.5 Gestione dei suoli inquinati
- **2.2 L'Agricoltura Urbana per ridurre l'impronta ecologica delle città**
 - 2.2.1 Mitigazione del cambiamento climatico: produzione locale e foodmiles
 - 2.2.2 Riduzione dei rifiuti alimentari e implicazioni ambientali
 - 2.2.3 Giustizia ambientale: ridurre al minimo gli scambi geografici promuovendo la produzione locale
 - 2.2.4 Valutare le tre dimensioni della sostenibilità dell'agricoltura urbana
- **2.3 L'Agricoltura Urbana per l'uso efficiente delle risorse e la gestione dei rifiuti**
 - 2.3.1 Serre sui tetti e pareti verdi: edifici dal basso consumo energetico
 - 2.3.2 Da rifiuto a risorsa: le potenzialità dei rifiuti organici
 - 2.3.3 Raccolta dell'acqua piovana e recupero delle acque grigie
- **2.4 L'Agricoltura Urbana per migliorare il clima delle città**
 - 2.4.1 Migliorare il clima nelle città
 - 2.4.2 Infrastrutture verdi per il filtraggio dell'aria
 - 2.4.3 Ridurre l'isola di calore urbana
 - 2.4.4 Finanziare iniziative di agricoltura urbana per migliorare il clima delle città
- **2.5 Punti chiave: ricordare la dimensione economica**

Obiettivi formativi

I principali obiettivi formativi di questo modulo sono riassunti nella tabella qui sotto:

TITOLO	DURATA	OBIETTIVI FORMATIVI	RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI
2.1 L'Agricoltura Urbana per la biodiversità e l'ecologia	5.5	Introdurre gli studenti alla relazione città - biodiversità Introdurre gli studenti al concetto di corridoio verde Definire una gestione sostenibile degli input in agricoltura Definire il ruolo della biodiversità nel fornire servizi ecosistemici Descrivere come coltivare su suoli inquinati Collegare temi ecologici nei sistemi di AU	I partecipanti saranno in grado di: Descrivere il legame tra città e biodiversità Definire i corridoi verdi e identificarli sulla mappa della città Identificare le pratiche agricole che rispettano gli ecosistemi e la biodiversità Pianificare e gestire i sistemi agricoli ecologici
2.2 L'Agricoltura Urbana per ridurre l'impronta ecologica delle città	4.5	Conoscere l'impronta ambientale dell'attuale sistema alimentare urbano Conoscere la rilevanza dello spreco di cibo sull'impronta ambientale della città Definire il sistema alimentare da una prospettiva economica, ambientale e sociale	I partecipanti saranno in grado di: Definire criticamente diversi sistemi alimentari dal punto di vista ambientale, economico e sociale Pianificare e sviluppare progetti di agricoltura di prossimità
2.3 L'Agricoltura Urbana per l'uso efficiente delle risorse e la gestione dei rifiuti	9	Conoscere l'efficienza energetica a scala cittadina Identificare il nesso energetico tra edificio ed infrastruttura verde Capire l'importanza del compostaggio nella gestione efficiente della città Definire il ciclo dell'acqua in ambiente urbano e l'uso efficiente della risorsa idrica in AU Definire spazio e suolo come risorsa in ambiente urbano	I partecipanti saranno in grado di: Creare ed implementare progetti di AU efficienti
2.4 L'Agricoltura Urbana per migliorare il clima delle città	5	Capire la connessione tra urbanizzazione e inquinamento dell'aria Relazionare le infrastrutture verdi e i servizi ecosistemici includendo filtraggio dell'aria e regolazione microclimatica	I partecipanti saranno in grado di: Progettare infrastrutture verdi per il filtraggio dell'aria Progettare attività di AU che favoriscano la resilienza climatica della città
2.5 Punti chiave: ricordare la dimensione economica	1	Identificare le possibili innovazioni per i principali temi trattati nel modulo	I partecipanti saranno in grado di: Considerare le sfide legate alla città e creare business in AU Creare una lista di possibili innovazioni

CONTENUTI PRINCIPALI E RISORSE

2.1 – L’Agricoltura Urbana per la biodiversità e l’ecologia

Introduzione

Questo capitolo introduce gli studenti al rapporto che esiste tra le città e la biodiversità e al concetto di “corridoio verde”. All’interno del capitolo verranno definiti come gli input dell’agricoltura possono essere gestiti in modo sostenibile, il ruolo delle risorse genotipiche delle piante nel fornire servizi all’ecosistema, e come l’orticoltura urbana può essere praticata in suoli inquinati. Inoltre, gli studenti esploreranno la connessione tra le questioni ecologiche nei sistemi di agricoltura urbana. Una volta completato il capitolo, gli studenti saranno capaci di descrivere il legame tra le città e la biodiversità, definire i “corridoi verdi” e riconoscerli in un piano urbano, identificare le pratiche agricole che rispettano gli ecosistemi e la biodiversità e pianificare e gestire i sistemi ecologici urbani.

2.1.1 – L'urbanizzazione e la perdita di biodiversità

Nell'ultimo secolo, le popolazioni si sono spostate gradualmente dalle aree rurali alle aree urbanizzate e alle città. Oggi, più della metà della popolazione mondiale vive in territori urbani. I siti di produzione alimentare devono essere sempre più prossimi ai principali centri di consumo poiché il tasso di urbanizzazione è in continua crescita. Di conseguenza, l'agricoltura urbana sta guadagnando importanza in tutto il mondo ed è necessario programmare nuove strategie per assicurare l'offerta e la sicurezza alimentare a tutti coloro che vivono in territori urbani.

Questo capitolo affronterà i seguenti argomenti:

- **Tendenze dell'urbanizzazione.** Dal 2007, la popolazione urbana ha superato la popolazione rurale, portando ad una crescita del mercato nelle aree urbane. Gli andamenti mostrano che, entro il 2050, la popolazione urbana costituirà il 70% del totale. Le città stanno crescendo principalmente negli *hotspot di biodiversità* del mondo.
- **Hotspot di biodiversità mondiali e la distribuzione delle città.** Gli hotspot sono aree per la conservazione della biodiversità. Sono caratterizzati dalla presenza di livelli eccezionali di varietà di piante endemiche (almeno 1'500 specie di piante vascolari) e da un grave livello di perdita di vegetazione (una perdita almeno del 70% della vegetazione originaria). In tutto il mondo sono stati identificati 34 hotspot di biodiversità. Collettivamente, questi hotspot ospitano elevati livelli di biodiversità, includendo almeno 150'000 specie vegetali e il 77% del totale di specie di vertebrati terrestri. I 34 hotspot di biodiversità identificati in tutto il mondo dalla Conservation International contengono tutti aree urbane. Le città che racchiudono una ricca biodiversità sono numerose, e sono localizzate in diverse posizioni geografiche come Bruxelles, Città del Capo, Chicago, Curitiba, Francoforte, Città del Messico, New York e Singapore, per citarne alcune. Bruxelles, per esempio, comprende più del 50% delle specie floreali di tutto il Belgio. Città del Capo ospita il 50% delle specie vegetali in via di estinzione del Sud Africa e approssimativamente 3'000 specie di piante vascolari indigene. Singapore ha più di 10 ecosistemi entro i suoi confini territoriali e recenti ricerche hanno registrato più di 500 nuove specie di piante e animali, dei quali più di 100 sono nuovi alla comunità scientifica.
- **Perdita della biodiversità globale.** A livello globale, gli ecosistemi naturali sono stati modificati per fini agricoli ed altri usi ad un ritmo costante lungo almeno il secolo scorso. La conversione è stata più lenta in aree come le foreste del Mediterraneo, dove la maggior parte del suolo utilizzabile per l'agricoltura è stato già trasformato dal 1950 e dove la maggior parte della vegetazione nativa è stata già perduta. L'estinzione delle specie è un evento naturale della storia della Terra. Tuttavia, negli ultimi 100 anni gli esseri umani hanno aumentato il tasso di estinzione di almeno 100 volte rispetto al tasso naturale. Il tasso di estinzione attuale è molto più alto del tasso di nascita di nuove specie, con conseguente perdita netta di biodiversità.
- **Lo sviluppo delle città e la biodiversità.** Lo sviluppo delle città causa una riduzione dei terreni agricoli, deforestazione e perdita di vegetazione, riduzione di spazi aperti, inquinamento e perdita di fertilità del suolo, risultando in una riduzione di resilienza climatica, frammentazione degli ecosistemi e perdita di biodiversità.
- **Ecosistemi urbani.** Gli ecosistemi urbani sono artificiali e offrono habitat specifici. La biodiversità in ambiente urbano è altamente specifica e varia in relazione alle attività e alla pressione esercitata dell'uomo.
- **Biodiversità e servizi ecosistemici.** L'ecosistema è un modo per descrivere il funzionamento della natura ed è costituito da determinati componenti (piante, animali, microrganismo, acqua, aria ecc.) e dall'interazione di questi componenti. Gli ecosistemi funzionanti sono la base del benessere umano e della maggior parte dell'attività economica, perché quasi ogni risorsa che l'uomo utilizza quotidianamente si basa direttamente o indirettamente sulla natura. I benefici che gli esseri umani derivano dalla natura sono conosciuti come servizi ecosistemici. Possono essere suddivisi in quattro categorie: servizi di fornitura, servizi di regolazione, habitat o servizi di supporto e servizi culturali.

Segui la seguente presentazione:



2.1.2 – L'agricoltura urbana e i corridoi ecologici

Secondo il segretario delle Nazioni Unite Ban Ki-moon (Segretario della Convention sulla Diversità Biologica, 2012) le sfide dell'urbanizzazione sono ingenti. Infatti, le città ben progettate possono ospitare in modo sostenibile un gran numero di persone in uno spazio relativamente di piccole dimensioni, offrendo una qualità della vita migliore e consentendo una maggiore efficienza d'uso delle risorse. Come già visto prima, le infrastrutture verdi e i corrispondenti servizi ecologici sono fattori chiave per la vivibilità delle città. Questo sotto-capitolo si concentra sul tema del ruolo positivo che le città possono giocare per quanto riguarda la promozione e la conservazione della biodiversità. L'agricoltura urbana può diventare, attraverso la realizzazione dei "corridoi ecologici" all'interno delle città, un fattore determinante per il miglioramento del benessere umano e contemporaneamente della protezione ambientale.

Questo capitolo farà riferimento ai seguenti argomenti:

- **Biodiversità urbana, messaggi chiave.** La biodiversità urbana rappresenta la varietà e la ricchezza di organismi viventi e dei loro diversi habitat che si trovano all'interno e nelle aree adiacenti agli insediamenti urbani. Messaggi chiave: 1) l'urbanizzazione è sia una sfida che un'opportunità per gestire i servizi dati dall'ecosistema nel suo insieme; 2) può esistere una ricca biodiversità nelle città; 3) la biodiversità e i servizi ecosistemici sono capitali naturali di valore critico; 4) mantenere gli ecosistemi urbani funzionanti può significativamente migliorare il benessere e la salute umana; 5) i servizi ecosistemici urbani e la biodiversità possono contribuire alla mitigazione e all'adattamento al cambiamento climatico; 6) incrementare la biodiversità del sistema alimentare urbano può assicurare la sicurezza nutrizionale e alimentare; 7) i servizi ecosistemici devono essere integrati nelle politiche urbane e nella pianificazione urbana; 8) la gestione vincente dei servizi ecosistemici e della biodiversità si deve basare sul coinvolgimento multi scala, multi settore e multi-stakeholder; 9) le città offrono opportunità uniche di insegnamento ed educazione per quanto concerne un futuro sostenibile e resiliente; 10) le città hanno un gran potenziale per generare innovazioni e strumenti di governance e pertanto possono e devono assumere il controllo dello sviluppo sostenibile.
- **Infrastrutture verdi per la biodiversità.** Nelle città, ci sono differenti tipologie di infrastrutture verdi: tetti verdi intensivi, tetti verdi estensivi, orti urbani, fiori selvatici nelle aiuole.
- **Corridoi ecologici (definizione).** I corridoi ecologici aiutano a mantenere una coesione tra ecosistemi che sarebbero altrimenti frammentati. Attraverso la connessione degli habitat frammentati, la possibilità di sopravvivenza degli animali e delle specie vegetali viene migliorata grazie all'ampliamento degli habitat, alla possibilità di dispersione di piccoli animali, e al riuso di habitat non utilizzati. Le reti ecologiche sono costituite da aree centrali, corridoi e zone cuscinetto. I corridoi creano una connessione permanente tra le aree centrali. Le aree centrali e i corridoi connessi sono circondati dalle zone cuscinetto che servono come protezione da possibili influenze distruttive esterne. Oltre le zone centrali e i corridoi ad esse connessi c'è un'altra area con terreni selezionati per usi sostenibili per la preservazione di diverse funzioni ecosistemiche.

Segui la seguente presentazione:



2.1.3 – Gestione sostenibile degli input in agricoltura

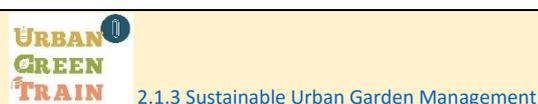
L'agricoltura urbana sta guadagnando l'attenzione del pubblico essendo considerata un'attività sostenibile che riduce le distanze tra i produttori e i consumatori, crea comunità e senso di appartenenza, consente di esercitare attività fisica e migliora il benessere complessivo nelle città. Quando le piante crescono in ambiente urbano, sorgono un certo numero di questioni agronomiche. È realmente più sostenibile coltivare piante in singoli appezzamenti piuttosto che in un'azienda agricola? La produzione è salutare? Come può un contadino urbano non informato coltivare piante in modo sostenibile? In che modo le risorse (acqua, nutrienti) possono essere correttamente gestiti? Come si possono controllare i parassiti e le malattie senza provocare danni all'ambiente, agli agricoltori e ai consumatori?

Queste domande sono state affrontate nel contesto del progetto dell'Unione Europea HORTIS (Horticulture in Towns for Inclusion and Socialisation). Il progetto, creato all'interno del Lifelong Learning Programme (LLP-GRUNDTVIG) mirava alla diffusione di buone pratiche di agricoltura urbana, con l'obiettivo finale di sviluppo della stessa nelle città europee. Tra i risultati del progetto, sono stati prodotti una serie di e-book che sono scaricabili gratuitamente dal sito web del progetto (www.hortis-europe.net).

I cinque e-book fanno riferimento ai seguenti argomenti:

- Orti comunitari sostenibili nelle città
- Gestione sostenibile degli orti urbani
- Sistemi di coltivazione negli orti urbani
- Sistemi semplificati di coltivazione fuorisuolo per produzioni vegetali in ambiente urbano
- Mangiare vicino casa: un manuale per il consumatore urbano

Leggi almeno un capitolo dell'e-book allegato sulla gestione sostenibile degli orti urbani. Dopo la lettura, svolgi l'esercizio 2.1.3.



Esercizio 2.1.3.

Leggi il capitolo dell'e-book e rispondi alle seguenti domande (discutendo con gli altri partecipanti):

1. Quale capitolo hai letto?
2. Puoi elencare 5 punti chiave che hai imparato dalla lettura del capitolo scelto?

2.1.4 – Servizi ecosistemici connessi alla biodiversità

Introduzione

Questa lezione fornirà le conoscenze essenziali sull'importanza della biodiversità genetica vegetale e il contributo che l'agricoltura urbana può giocare nell'assicurarne la conservazione.

Il video riportato è una parte del documentario "God save the green" e illustra le peculiarità della biodiversità su un tetto verde a Torino, in Italia.



Guarda il video al seguente link https://www.youtube.com/watch?v=sSQgZ_3xk3U



Esercizio 2.1.4.

Guarda il video al link precedente e rispondi alle seguenti domande

1) Quali servizi ecosistemici possono essere forniti dal tetto verde presentato nel video (ordinali in ordine di importanza)?

- a. Regolazione termica
- b. Promozione della biodiversità
- c. Controllo delle inondazioni
- d. Produzione di cibo
- e. Teraupetico / antistress

2) Quali sono, secondo la tua opinione, i più importanti elementi da tenere in considerazione prima di creare un tetto verde simile a quello mostrato nel video (elencali in ordine di importanza)?

- a. Portata del tetto
- b. Presenza di vento
- c. Scelata delle cultivar
- d. Impermeabilizzazione del tetto
- e. Accessibilità del tetto
- f. Presenza di sistemi di sicurezza

Agricoltura e miglioramento vegetale

Negli ultimi anni, è sorto un crescente interesse riguardo all'impiego di ibridi commerciali in agricoltura. La selezione delle cultivar è stata associata alla perdita dei genotipi tradizionali, all'insorgenza di patologie e allergie, e alla riduzione della resilienza al cambiamento climatico e ambientale. Infatti, il miglioramento vegetale potrebbe essere non considerato una tendenza recente in agricoltura, ma risalente a 9'000 a 11'000 anni fa. Originariamente, i primi agricoltori hanno selezionato le piante alimentari per particolari

caratteristiche d'interesse utilizzando i loro semi per le successive generazioni, con la complessiva conseguenza di accumulo delle caratteristiche desiderate nel tempo.

A partire dalle sperimentazioni di Gregor Mendel è stata introdotta l'ibridazione che ha portato all'attuale applicazione di un moderno metodo di miglioramento delle piante, che comprende una serie di discipline, tra cui la biologia molecolare, la citologia, sistematica, la fisiologia, la patologia, l'entomologia, la chimica e la statistica.

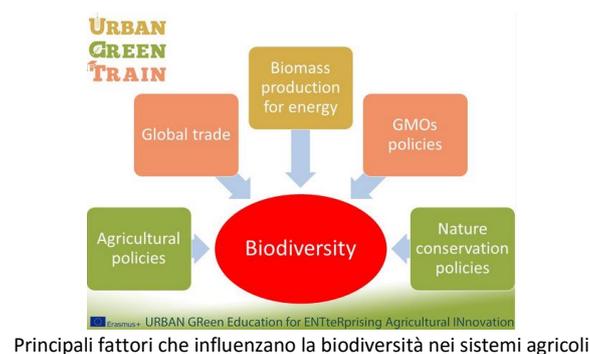
La più importante interazione tra l'agricoltura e la biodiversità globale si è manifestata tra la fine del 19° e l'inizio del 20° secolo, quando si è verificato un considerevole declino nell'uso estensivo dei pascoli e dei terreni rurali, mentre si sono sviluppate innovazioni nelle tecnologie applicate all'agricoltura. Tale intensificazione ha subito un'accelerazione attorno alla seconda metà del 20° secolo attraverso l'adozione di politiche agricole comuni (PAC) e la globalizzazione dei mercati agricoli. Ciò ha determinato un incremento del degrado degli habitat, una sovrapproduzione alimentare, l'intensificazione delle pratiche agricole, e la concentrazione della produzione in poche aziende agricole, più grandi e più specializzate. Solo all'inizio degli anni '90, le riforme della PAC hanno iniziato a riconoscere il ruolo ambientale dell'agricoltura, integrando politiche che hanno valorizzato la promozione e la conservazione della biodiversità nelle aziende. I risultati di queste misure agroambientali per la realizzazione degli obiettivi di conservazione della biodiversità variano drasticamente in tutta Europa. Coerentemente, è stato dimostrato che gli effetti di queste misure sulla ricchezza di specie e sulla densità di popolazione dipendono dall'età dell'area in cui vengono applicate, dall'ampiezza dell'area e dal livello di intensità con cui l'agricoltura viene praticata.

Attualmente, il paesaggio agricolo copre il 45% (180 milioni di ettari) di tutto il territorio dell'Unione Europea (EU27). La superficie agricola varia comunque considerevolmente in termini di biodiversità, a seconda della condizione del suolo, della disponibilità di acqua, del clima, dell'orografia e dei fattori gestionali. Per questo, l'agenzia europea dell'ambiente (EEA) nel 2004 ha riconosciuto tre tipologie di superfici agricole identificate con il nome di High Nature Value (HNV), che sono, rispettivamente:

- Tipo 1: superficie agricola con un'alta proporzione di vegetazione semi-naturale;
- Tipo 2: superficie agricola dominata da una bassa intensità di agricoltura o da una combinazione di terreno semi-naturale;
- Tipo 3: superficie agricola che custodisce specie rare o con un'alta proporzione di popolazione europea o mondiale.

Sulla base di questa classificazione, la conservazione della biodiversità dipende direttamente dalle tipologie tradizionali di uso del terreno agricolo che in generale stanno diminuendo a causa sia dell'abbandono dei terreni agricoli che dell'intensificazione dell'uso del suolo. Riducendosi le superfici agricole HNV, la sopravvivenza di tutte quelle specie adattate alla loro diversità di strutture e risorse diventa minacciata.

I maggiori fattori che, ad oggi, influenzano la biodiversità delle superfici agricole sono descritti nella seguente immagine:



Principali fattori che influenzano la biodiversità nei sistemi agricoli

Sono state adottate misure europee e nazionali, amministrative e giuridiche, per supportare la biodiversità in agricoltura e in ambiente urbano. Queste includono, tra le altre, le seguenti:

- La costituzione di riserve naturali (attraverso la rete europea Natura 2000 che comprende più di 25'000 siti e copre un'area di 1 milione di km quadrati (EU, 2007))
- La compravendita e la gestione dei terreni allo scopo di preservare la biodiversità, come viene fatto in Olanda e nel Regno Unito
- Il supporto al mantenimento e al ripristino di habitat naturali attraverso specifiche opportunità di finanziamento (EU-LIFE+ program)
- I programmi di conservazione della biodiversità che mirano all'acquisto di fondi agricoli, come www.euronatur.org
- Le misure di sostegno promosse da campagne private (es. il progetto IUCN sull'agricoltura sostenibile e la biodiversità della steppa in Russia e Ucraina)
- Le misure di supporto alle attività connesse promosse dall'amministrazione regionale/nazionale per la promozione del mercato locale/regionale o del turismo.

Inoltre, l'etichettatura ecologica (es per produzioni biologiche, soprattutto per la grande distribuzione alimentare) e i gruppi d'acquisto solidali (per la filiera alimentare corta) migliorano la sostenibilità ambientale dell'agricoltura e promuovono la biodiversità.

Al fine di massimizzare l'impatto dell'agricoltura sulla promozione e la conservazione della biodiversità, si può ricorrere alle seguenti attività:



Video tutorial: come conservare i semi di pomodoro

Guarda il video che segue che riguarda l'uso e la salvaguardia dei genotipi tradizionali in orticoltura urbana dal progetto europeo HORTIS:

 Guarda il video al link <https://www.youtube.com/watch?v=u9Wotav21Tc>

Il ruolo dell'agricoltura urbana nella salvaguardia della biodiversità

L'agricoltura urbana potrebbe giocare un ruolo chiave nella salvaguardia della biodiversità per le seguenti ragioni:

1. È localizzata vicino o in prossimità dei centri urbani, dove la biodiversità è di cruciale importanza ma anche in estremo pericolo;
2. Potrebbe rappresentare contemporaneamente un rischio e un promotore della biodiversità urbana, in base al metodo di gestione;
3. Potrebbe sollevare la consapevolezza dei cittadini per quanto concerne l'importanza di una vita rispettosa dell'ambiente;
4. Potrebbe costituire un bacino di biodiversità una volta che le cultivar e le specie locali/tradizionali vengono coltivate.

2.1.5 – Gestione dei suoli inquinati



Esercizio 2.1.5.

Leggi il seguente articolo scientifico



[2.1.5 Heavy metal accumulation in vegetables grown in urban gardens](#)

2.2 – L’Agricoltura Urbana per ridurre l’impronta ecologica delle città

Introduzione

Questo capitolo si concentra sull’impronta ecologica delle aree urbane e delle produzioni alimentari e sul contributo potenziale dell’agricoltura urbana per minimizzare gli impatti negativi. L’impronta ecologica (l’impatto delle attività umane in termini di superfici biologicamente produttive e acqua richiesta per produrre beni di consumo e per assimilare i rifiuti generati) si riferisce all’indicatore di sostenibilità del pianeta che ha lo scopo di assicurare un futuro vivibile. Essa calcola le risorse necessarie per sostenere una determinata attività. Nel caso delle città, nonostante rappresentino meno del 3% della superficie terrestre, i cittadini contribuiscono ampiamente all’impatto ambientale globale. L’attuale metabolismo urbano implica l’utilizzo di diverse risorse (cibo, acqua, energia o suolo) che vengono convertite in rifiuti ed emissioni attraverso le molteplici attività. Gli urbanisti e la classe dirigente cercano di implementare strategie sostenibili in ambiente urbano in modo da ridurre le implicazioni ambientali del metabolismo attuale. Tali iniziative hanno lo scopo di ridurre il consumo di risorse e minimizzare le emissioni e la produzione di rifiuti e contemporaneamente promuovere l’autosufficienza, la produzione locale e il metabolismo circolare (economia circolare).

Questo capitolo approfondirà i seguenti argomenti:

- Il cambiamento climatico e la produzione alimentare
- La produzione locale e le food miles
- Le implicazioni ambientali dei rifiuti alimentari
- La valutazione della sostenibilità

La seguente presentazione introduce l’argomento e definisce i concetti importanti.



Esercizio 2.2.

Leggi le sezioni 1 e 2 del seguente articolo (vedi link) che spiega le implicazioni ambientali dell’agricoltura urbana in termini di risorse e di metabolismo urbano



[2.2 \(1\) Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review](#)

2.2.1. – Mitigazione del cambiamento climatico: produzione locale e foodmiles

Il settore che produce il più alto valore di emissioni di gas serra in Europa è l'industria alimentare. Mentre la produzione agricola contribuisce al cambiamento climatico (l'uso di fertilizzanti, lo spreco alimentare e la produzione di rifiuti, il consumo di risorse, il consumo di combustibili, la trasformazione dell'uso del suolo), gli effetti del cambiamento climatico sull'ecosistema naturale come la desertificazione o l'erosione del suolo colpiscono drasticamente l'agricoltura e la produzione alimentare. L'intera filiera alimentare contribuisce al cambiamento climatico, in particolare durante le fasi che riguardano il trasporto. Nel contesto di progettazione di un futuro sostenibile, i movimenti locali hanno creato reti alternative alimentari per accorciare le lunghe distanze percorse dal cibo e ridurre l'apporto al cambiamento climatico. Il concetto di "ridurre le food-miles" è stato usato in letteratura per stimare i differenti impatti ambientali delle filiere alimentari locali ed esterne, in termini principalmente di consumo di energia e cambiamento climatico. Ancora di più, i sistemi agroalimentari locali sono conosciuti come "km 0". L'uso di spazi urbani per sostenere le produzioni alimentari locali attraverso iniziative di agricoltura urbana può positivamente contribuire alla riduzione dell'impatto ambientale causato dal consumo di cibo.

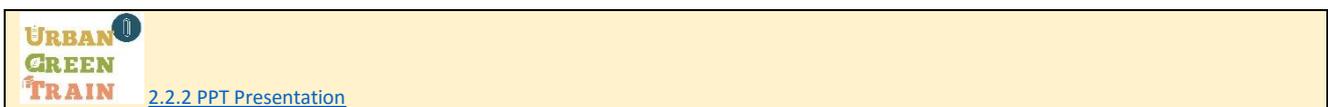
La presentazione che segue spiega nel dettaglio la relazione tra il cambiamento climatico e la produzione locale con la definizione dei concetti ed esempi di casi studio.



2.2.2 - Riduzione dei rifiuti alimentari e implicazioni ambientali

Secondo la Food and Agriculture Organization (FAO), circa il 30% del cibo prodotto viene sprecato, per un totale stimato di 1.3 miliardi di tonnellate di rifiuti alimentari ogni anno. In base ai dati forniti dalla commissione europea, solo in Europa vengono prodotti 100 milioni di tonnellate di rifiuti e questo valore potrebbe aumentare a 120 milioni di tonnellate entro il 2020 se non vengono implementate delle misure di mitigazione del fenomeno. Lo spreco alimentare è diventato un punto cruciale della sicurezza alimentare globale. Sono stati pensati e realizzati dei programmi e dei progetti per promuovere la riduzione dello spreco alimentare durante le fasi di produzione e consumo di cibo. La produzione agroalimentare locale può contribuire positivamente a questo intento accorciando la filiera dei prodotti agroalimentari.

La presentazione che segue sottolinea i dati e i numeri principali dello spreco alimentare. Il video realizzato dall'UNEP riguarda gli effetti ambientali dello spreco alimentare.



Esercizio 2.2.2.

Leggi il seguente articolo e rispondi alle domande



[2.2.2 \(1\) Energy balance for locally grown versus imported apple fruit](#)

- Quali filiere alimentari sono comparate?
- Quali sono gli indicatori ambientali usati dagli autori?
- Quali sono i principali risultati riportati che riguardano il consumo di prodotti locali e gli impatti ambientali?

2.2.3 - Giustizia ambientale: ridurre al minimo gli scambi geografici promuovendo la produzione locale

L'industria alimentare globalizzata crea diversi problemi all'ambiente, come l'erosione del suolo, la deforestazione, la perdita di biodiversità, la contaminazione o l'esaurimento delle acque. Inoltre, lo sviluppo urbano ha generato progressivamente problemi ambientali locali da quando i quartieri poveri versano in situazioni di degrado con una qualità della vita sempre più bassa. I movimenti agroalimentari locali cercano di minimizzare gli scambi sul vasto territorio sviluppando sistemi alimentari alternativi. Inoltre, i progetti di agricoltura urbana migliorano la giustizia sociale e il ripristino dei quartieri nelle città.



Esercizio 2.2.3.

Leggi il seguente articolo che esplora i sistemi di produzione locale e le filiere alimentari alternative usate in agricoltura urbana



[2.2.3 Eating closer to home: an urban consumer's manual](#)

2.2.4 - Valutare le tre dimensioni della sostenibilità dell'agricoltura urbana

I sistemi di agricoltura urbana cercano di minimizzare l'impatto della produzione agroalimentare locale sulla base dei tre pilastri della sostenibilità: ambientale, sociale, economica. Gli studiosi stanno attualmente lavorando allo sviluppo di strumenti di valutazione che stimino la sostenibilità sotto una prospettiva globale. Per esempio, gli strumenti dell'LCA (Life Cycle Assessment) sono stati sviluppati per l'ambiente (valutazione del ciclo di vita) per l'economia (costo del ciclo di vita) e per la società (social-LCA). In questa unità, discuteremo del modo in cui si valuta la sostenibilità dal punto di vista quantitativo.



Esercizio 2.2.4.

Leggi il seguente articolo e rispondi alle domande



[2.2.4 Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy](#)

- Quali sono gli indicatori ambientali considerati? Vorreste includere degli indicatori ambientali nella valutazione? Perché?
- Cos'è il concetto di eco-efficienza? È un concetto facile per comunicare i risultati al pubblico?
- Quali indicatori potrebbero essere inclusi per valutare la dimensione sociale della sostenibilità?

2.3 – L’Agricoltura Urbana per l’uso efficiente delle risorse e la gestione dei rifiuti

Introduzione

Questo capitolo consentirà agli studenti di capire l’efficienza energetica in rapporto alla dimensione della città, identificare il nesso energetico tra l’ambiente urbano e le infrastrutture verdi e apprendere l’importanza del compostaggio in una gestione urbanistica efficiente. Inoltre, si definirà il ciclo dell’acqua in ambiente urbano e l’uso efficiente dell’acqua in associazione all’agricoltura urbana, così come lo spazio e la terra come risorsa in ambiente urbano. Al completamento del capitolo, i partecipanti saranno capaci di progettare e implementare progetti di agricoltura urbana efficienti.

2.3.1 – Serre sui tetti e pareti verdi: edifici dal basso consumo energetico

Introduzione

Perché coltivare sulle pareti e sui tetti?

Le ragioni per prendere in considerazione giardini verticali o serre sul tetto di un edificio, sono multiple:

- Migliorare la qualità della vita
 - Migliorare l'aspetto estetico (in ogni caso, riguarda per lo più coltivazioni senza la serra)
 - Ridurre il livello di rumore
 - Rispondere ai bisogni sociali e ambientali per il ritorno della natura in città attraverso il ripopolamento di specie animali e vegetali
- Migliorare la gestione dell'acqua piovana, infatti le coltivazioni sui tetti riescono a trattenere temporaneamente parte dell'acqua, permettendo la riduzione del suo deflusso
- Produzioni alimentari locali, la maggior parte su strutture industriali o già esistenti (riguarda per lo più coltivazioni sui tetti per ragioni pratiche)
- Ridurre la domanda energetica:
 - Parete verde
 - Serra sul tetto
 - Facciata verde a doppio strato

L'ultimo punto è l'argomento di questo capitolo, e sarà discusso a lungo. Gli altri punti saranno sviluppati ulteriormente in altre sezioni del corso.

Scopo della lezione

Saranno trattati gli effetti termici delle strutture ecologiche e delle serre, con un focus sulle pareti verdi e le coltivazioni sui tetti. A causa del crescente interesse per l'agricoltura integrata negli edifici e per le soluzioni naturali, la lezione include serre in o su gli edifici, nonché le facciate verdi a doppio strato, che si comportano come serre verticali laterali. Dopo una rapida ricapitolazione dei diversi sistemi di inverdimento degli edifici, verranno fornite alcune basi della fisica per spiegare meglio il trasferimento di calore. Saranno esposti solo i principali risultati rilevanti che riguardano lo studio dell'energia degli edifici.

Sistemi di coltivazione

Sistemi di coltivazione per i tetti

Esistono un ampio ventaglio di sistemi di coltivazione per i tetti a seconda dei loro obiettivi, dai semplici sistemi decorativi alla serra da produzione alimentare. La diversità di obiettivi porta a grandi variazioni nella complessità e nei costi di installazione. Dal punto di vista tecnico, i diversi sistemi di coltivazione si distinguono per il loro spessore, principalmente in riferimento al substrato. I substrati più sottili sono più semplici ma non possono permettere la crescita di grandi piante, mentre in substrati spessi (oltre 30 cm) possono essere piantati anche gli alberi alti.



Sistema intensivo per coltivazione su tetto a Monaco (sinistra), estensivo a Dardilli (al centro) e semi-intensivo a La Rochelle, Francia (destra)

Queste differenze influenzeranno i trasferimenti di energia tra l'interno e l'esterno dei tetti, in quanto il substrato più spesso conferisce un maggiore isolamento termico.

Sistemi di coltivazione per pareti verdi

Per le pareti verdi, le possibilità sono limitate dalla geometria verticale e si distinguono per la presenza o meno di un mezzo di coltivazione sull'intera altezza.



Sistema della facciata verde (Kontoleon e Eumorfopoulou, 2010)



Esempi di pareti verdi (sistema intensivo) (Kontoleon e Eumorfopoulou, 2010)



Differenti metodi di ancoraggio delle piante alle strutture di pareti verdi estensive (Mazzali et al., 2013)

Le piante, e in particolare le foglie, consentono di ridurre l'insolazione e la temperatura superficiale, riducendo quindi le esigenze di raffreddamento dell'edificio in estate. Inoltre, per quanto riguarda il tetto, la presenza di substrato o di terreno di coltura potrebbe aumentare l'isolamento.

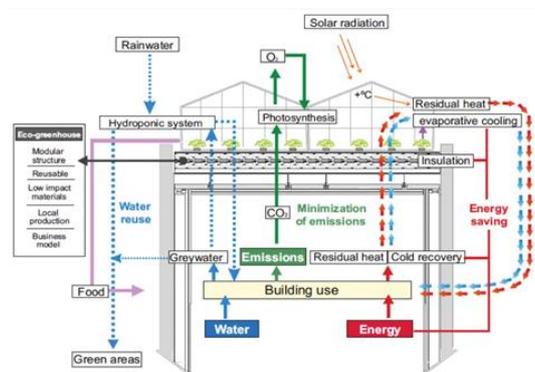
Serre sugli edifici urbani

La serra installata sul tetto è più o meno identica a quella classica. Poiché l'obiettivo primario delle serre urbane è legato alla produzione alimentare locale per ridurre l'impronta ambientale dei consumi alimentari, pochi dati sono disponibili per valutare i guadagni energetici.



Serra su tetto (nexuscorp.com)

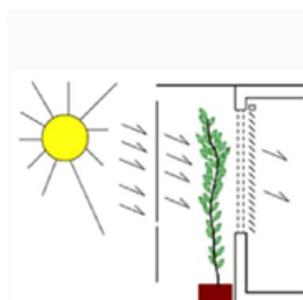
La differenza con le serre comuni, e il vantaggio per il consumo energetico, riguarda l'accoppiamento con l'edificio sottostante. Infatti, il riutilizzo dell'energia da una parte dell'edificio all'altro permette di risparmiare. La serra potrebbe servire da aiuto o come sistema completo HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) in estate per l'edificio sottostante. Quest'ultimo sistema di riscaldamento potrebbe essere utilizzato per riscaldare la serra.



Concettualizzazione di RoofTop Eco.Greenhouse, con interscambio di acqua, energia e CO₂ tra la serra e l'edificio (Cerón-Palma et al., 2012)

Alcuni edifici sono costruiti utilizzando la cosiddetta facciata "doppia", dove le pareti delle strutture sono raddoppiate, sul lato esterno, da un involucro in vetro. L'obiettivo è quello di utilizzare l'effetto serra per riscaldare lo spazio intermedio in inverno, e quindi utilizzare il calore per riscaldare l'aria interna. In estate, lo spazio intermedio viene utilizzato per raccogliere o evacuare la radiazione solare assorbita dalle facciate ventilando l'aria.

Tuttavia, durante l'estate calda, la necessità di raffreddamento aumenta e il sistema di ombreggiatura può aumentare ulteriormente l'efficienza della doppia facciata. In questo contesto, l'uso di piante può essere un modo economico ed efficiente per limitare il carico sul sistema HVAC. Il sistema risultante è molto simile a una serra verticale.



Schema dell'installazione delle piante in un sistema a doppia facciata (Zhou and Chen, 2010)

Gli effetti di raffreddamento sono dovuti principalmente alla riduzione della luce solare che raggiunge la parete interna tramite l'ombreggiatura delle foglie. Inoltre, la traspirazione delle piante svolge un ruolo importante nel ridurre la temperatura dell'aria.

Principi di trasferimento del calore

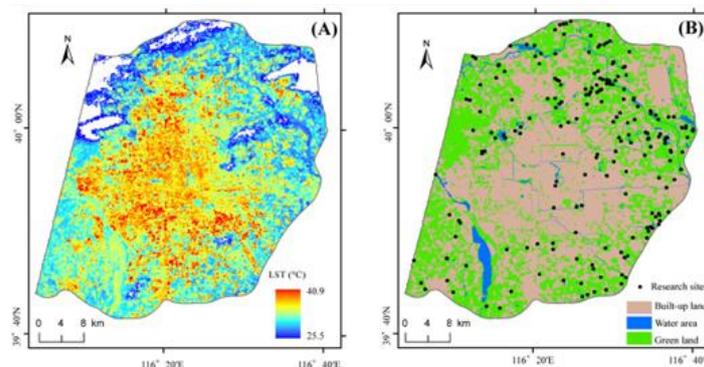
Esistono tre modalità per trasferire il calore:

- **Conduzione:** questa è la modalità principale di trasferimento di calore nei solidi. Si verifica perché quando una parte del corpo è calda, le sue molecole vibrano più velocemente di quelle che si trovano nella parte più fredda. La loro energia cinetica viene quindi condotta alla parte adiacente del corpo - molecola per molecola fino a quando l'energia cinetica (e quindi la temperatura) è omogenea.
- **Convezione:** in questo caso, il trasporto di calore dalle molecole alla molecola adiacente è accoppiato con un trasporto della molecola mediante movimenti fluidi. Il trasporto complessivo del calore è generalmente più veloce poiché la velocità della molecola può essere elevata. È tipico principalmente di fluidi (liquidi e gassosi). Se il trasporto di calore è l'origine (la forza motrice) del movimento del fluido, si parla di convezione naturale. Il movimento del fluido può anche esistere senza il trasferimento di calore, e si parla di convezione forzata.
- **Radiazione:** questa modalità di trasferimento di calore riguarda lo scambio termico tra le superfici a diverse temperatura. È causato dal fatto che ogni corpo emette energia elettromagnetica a seconda della temperatura e della costituzione della sua superficie. L'energia viene irradiata dalle superfici calde a quelle fredde, ma contrariamente alle altre due modalità di trasporto di calore anche da superfici fredde a calde.

Generalmente, tutte le tre modalità si verificano quando si considerano i trasferimenti termici di un edificio. L'inverdimento degli edifici comporta grandi modifiche sui trasferimenti radiativi e conduttivi tra l'edificio e l'ambiente esterno, mentre i trasferimenti di calore convettivi sono meno modificati. Per questo motivo verranno approfondite la conduzione e la radiazione.

Interesse nell'inverdimento degli edifici

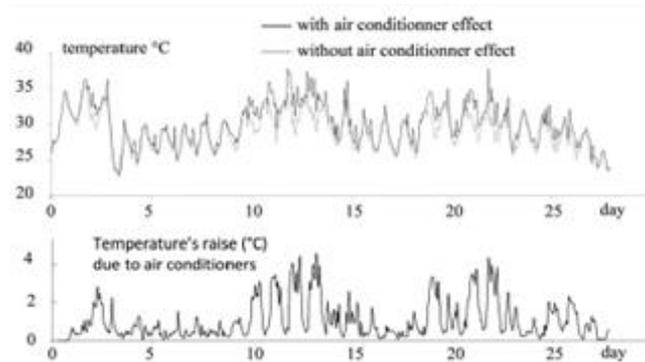
A causa delle attività umane, il clima delle aree urbane è significativamente più caldo di quello delle zone rurali:



Temperatura superficiale del suolo (a), copertura del suolo (b), e posizionamento di 197 corpi idrici (b) all'interno di Beijing (Sun e Chen, 2012)

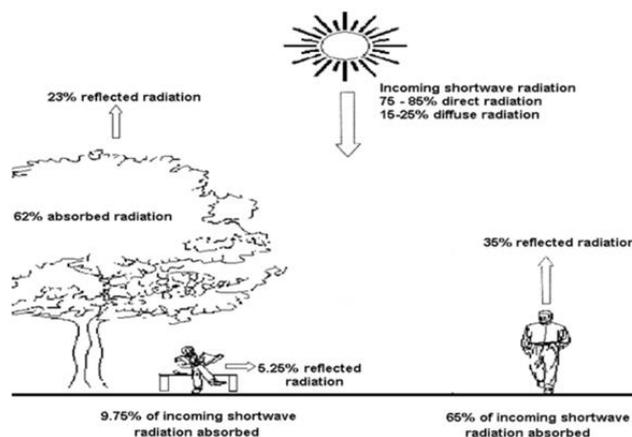
In estate, ciò provoca disagi per gli abitanti, con i cambiamenti climatici globali che andranno ad aumentare la temperatura estiva e peggiorare la situazione. Infatti, il raddoppio del consumo elettrico dovuto all'isola di calore urbano dell'aria è citato da Santamouris (2014).

Nei paesi sviluppati (e in via di sviluppo) questo provoca un sempre maggiore uso dei sistemi di condizionamento, per far sì che gli edifici rimangano vivibili per i loro residenti. Tuttavia, la climatizzazione implica il riscaldamento dell'aria esterna, peggiorando così la situazione. Inoltre, l'uso diffuso del combustibile fossile per la produzione di elettricità comporta la generazione di una grande quantità di gas a effetto serra.



Evoluzione della temperature media nelle strade con e senza l'aria condizionata (Bozonnet et al., 2013)

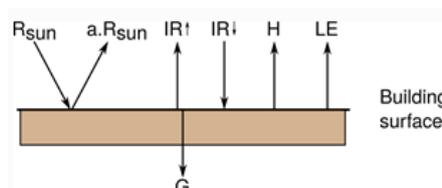
In questo contesto, l'inverdimento degli edifici è un mezzo per ridurre il consumo energetico limitando le esigenze di condizionamento. Inoltre, alcune delle soluzioni descritte di seguito possono essere interessanti per limitare la perdita di calore in condizioni di freddo, riducendo così il consumo di energia anche durante l'inverno.



Riduzione della radiazione fornita dagli alberi sul bilancio dell'energia radiante umana (Armson, 2012)

Nella città o in un quartiere, gli studi dimostrano che la vegetazione (da alberi o da erba) è molto positiva per il clima estivo. Ad esempio, Armson (2012) attribuisce all'inverdimento una diminuzione della temperatura superficiale di 24°C.

Per quanto riguarda gli edifici, gli scambi di energia in estate possono essere descritti come nel seguente disegno:

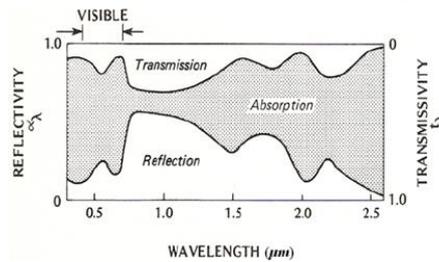


Per ridurre la necessità di raffreddamento in estate, cioè l'energia che passa attraverso il tetto e le pareti (indicata come G sopra), l'ingresso deve essere ridotto o l'uscita deve essere aumentata. Come vedremo di seguito, le piante e il verde sono mezzi efficaci per agire su tutti i flussi di calore in questione.

Scambi radiativi

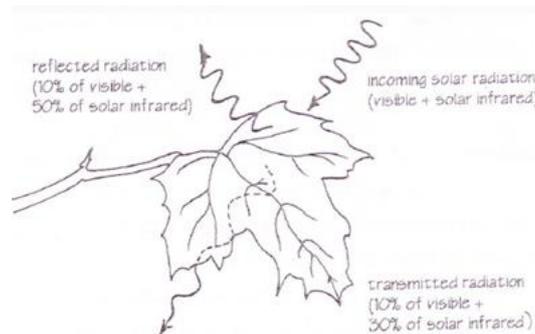
Il primo approccio per limitare l'ingresso di calore su un edificio è quello di ridurre la quantità di illuminazione solare diretta che raggiunge il tetto e le pareti ombreggiando o aumentando l'albedo di queste superfici, cioè la quantità di luce solare riflessa.

Per le lunghezze d'onda emesse dal sole, le proprietà ottiche delle foglie sono descritte nella seguente figura:



Relazione tra le lunghezze d'onda e l'assorbimento, la trasmissione e la riflessione di una foglia verde (Armson, 2012)

La parte di radiazione trasmessa, cioè che attraversa la foglia, è limitata e una gran parte della radiazione in entrata si riflette.

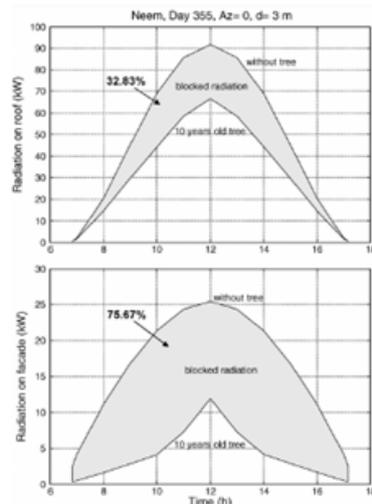


Bilancio radiativo di una foglia (Armson, 2012)

Il bilancio radiativo di una foglia è raffigurato nella figura precedente. Meno di un terzo delle radiazioni in arrivo vengono trasmesse, il che spiega l'ampio utilizzo degli alberi per fornire ombra.

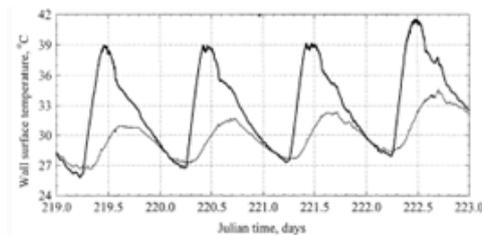
Ombreggiatura: impedire che la radiazione solare raggiunga l'edificio

Il primo metodo per ridurre l'ingresso di energia su un edificio è quello di evitare l'ingresso di energia da radiazioni solari. Per raggiungere questo obiettivo, è comune utilizzare alberi per creare ombra.



Ombreggiamento di un albero sul tetto di un edificio (sopra) o sulla parete a sud (sotto) (Gómez-Muñoz et al., 2010)

Vari studi hanno riportato che l'ombra riduce la temperatura esterna degli edifici.



Temperatura di una parete in un'area ombreggiata (linea sottile) o non ombreggiata (linea spessa) (Papadakis et al., 2001)

I guadagni sul raffreddamento variano a seconda del clima e della latitudine e la maggior parte degli studi è stato svolto in città a bassa latitudine dove il guadagno previsto è più alto. La letteratura fornisce un esempio di risparmio energetico per il raffreddamento: 3.23 e 6.46 kWh m⁻² in California (Akbari e Konopacki, 2005). Gli stessi principi applicati anche a pareti verdi o tetti verdi sono descritti da Pulselli et al. (2014). Come previsto, l'effetto di ombreggiatura è fortemente legato al LAI (indice di area fogliare), che è la superficie fogliare per m² di terreno (o parete o tetto).

C'è una relazione lineare tra il LAI e l'effetto di ombreggiatura (Wong et al., 2009) e per un fattore di trasmissione della luce molto basso (raggiungibile con una coltura densa), le perdite di energia possono essere ridotte del 40% (Wong et al. 2009). Inoltre, questo è interessante per il bilancio energetico dell'edificio, poiché le foglie isolano gli edifici dal sole in estate quando è necessario raffreddare, ma le piante decidue perdono le foglie in autunno e in inverno quando il sole è un input di calore apprezzato.

Tuttavia, l'effetto di ombreggiatura dei tetti e delle pareti verdi è difficile da differenziarsi dall'effetto della variazione di albedo indotta dalle foglie.

Albedo

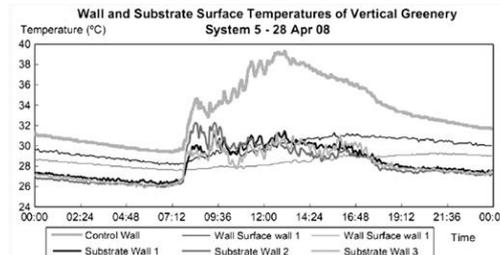
Oltre che dall'incidenza della radiazione solare, la temperatura della superficie esterna delle pareti dipende dall'albedo, cioè dalla parte della radiazione solare che viene riflessa da una superficie. Nelle città, l'uso di materiali a bassa albedo è una delle principali cause dell'effetto dell'isola di calore urbano.

Per questo motivo, per le nuove costruzioni si tendono ad utilizzare materiali ad alta albedo per aumentare la riflessione della luce solare e quindi per ridurre la temperatura di superficie. Come descritto in precedenza, ciò comporta una riduzione del trasferimento di calore conduttivo attraverso le pareti e il tetto.

Le misurazioni dell'albedo così come la temperatura dell'aria e della superficie mostrano che più alto è l'albedo minore è la temperatura (Chatzidimitriou e Yannas, 2015). Se la temperatura superficiale è influenzata dall'albedo superficiale, la temperatura dell'aria è difficilmente modificata dal comportamento

della superficie. La riduzione della temperatura media è di circa 0.3 K per un aumento del 0.1 dell'albedo (Santamouris, 2014).

I guadagni sul carico di raffreddamento delle superfici ad alta albedo sono dell'ordine del 10-40% in estate, per una perdita tra il 5 e il 10% sul riscaldamento (Santamouris, 2014). Per la California meridionale, il risparmio sul consumo di aria condizionata è compreso tra 40 e 70 Wh m⁻² giorno⁻¹ a seconda del tipo di edificio (Akbari et al., 2005). Come descritto dalle figure sopra indicate, l'uso della vegetazione può indurre una limitazione della temperatura superficiale. Le specie vegetali e il LAI hanno una grande influenza sulla temperatura di superficie.



Temperature di pareti e substrati con diversi sistemi di inverdimento (Wong et al., 2010)

Per una temperatura dell'aria di 33°C, Simmons et al. (2008) riporta una temperatura superficiale del tetto di:

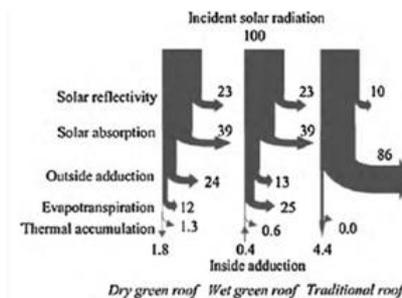
- 68°C per il tetto nero
- 42°C per il tetto bianco
- tra 31 e 38°C per il tetto verde

Tuttavia, il guadagno per le superfici verdi non è dovuto interamente alle proprietà radiative, ma per gran parte al raffreddamento evapotraspirativo (Santamouris, 2014).

Evapotraspirazione

Le piante assorbono una grande quantità di energia dalle foglie, ma mantengono la loro temperatura mediante la traspirazione, cioè trasformando l'acqua liquida in vapore. L'energia necessaria viene prelevata dalle foglie e dall'aria circostante, consentendo la diminuzione della temperatura.

Di conseguenza, le superfici vegetate sono più fredde delle aree circostanti. Di solito, circa il 30% della radiazione solare in arrivo viene convertita mediante traspirazione (Tilley et al., 2012). Poiché le piante producono un'ombreggiatura simile a sistemi artificiali (Pérez et al., 2011), la temperatura delle pareti e dei tetti di supporto può essere molto inferiore a quella della superficie convenzionale. La temperatura superficiale per un tetto verde può essere fino a 8°C inferiore di quella di un tetto convenzionale.



Confronto degli scambi energetici nei tetti verdi asciutti o bagnati con i tetti tradizionali, caso estivo (Lazzarin et al., 2005)

Tuttavia, questo effetto si registra solo finché le piante traspirano. Quando sottoposte a stress idrico, la regolazione biologica impedisce alle piante di perdere troppa acqua e la traspirazione è ridotta. Per questi motivi, l'effetto di raffreddamento della parete / tetto verde dipende fortemente dalla disponibilità di acqua nel substrato.

A seconda delle piante e del loro sviluppo, tra il 40 e l'80% della radiazione solare possono essere riflesse e assorbite (Wong et al., 2010). Un test eseguito in USA da Pérez et al. (2011) afferma che solo il 15% della radiazione solare in entrata passa attraverso una coltura di Virginia creeper, il 18% attraverso il caprifoglio, il 41% attraverso Clematis e il 20% attraverso Ivy. Più che la specie, il LAI e lo spessore della copertura svolgono un ruolo importante nell'afflusso finale del calore (Kumar e Kaushik, 2005).

Inoltre, la traspirazione comporta una modifica del contenuto di acqua dell'aria e dell'umidità relativa (Pérez et al., 2011). Il microclima risultante è vantaggioso in quanto è più vicino alla zona di comfort umano rispetto all'aria iniziale. Tuttavia l'influenza dell'inverdimento sull'effetto dell'isola di calore urbano è limitato ad un raffrescamento di circa 1°C a 60 cm dalla parete (Wong et al., 2010) a causa dell'effetto del vento.

Infine, non solo l'inverdimento delle costruzioni permette di ridurre il calore in entrata dell'edificio, ma la creazione di un clima più freddo e umido è vantaggioso per l'aria condizionata. Infatti, l'aria più fredda consente di eseguire il ciclo di refrigerazione termodinamica con una maggiore efficienza (Getter e Rowe, 2006).

Effetto delle pareti verdi e della coltivazione sui tetti

Il primo effetto è quello di ridurre la temperatura superficiale in base ai principi precedentemente spiegati. Ciò comporterà una riduzione del flusso di calore conduttivo all'interno degli edifici. Oltre ai parametri vegetali (spessore, LAI ...), l'effetto della vegetazione dipende dai parametri costruttivi:

- Posizione geografica, in quanto gli effetti di ombreggiamento aumentano a bassa latitudine;
- Localizzazione, poiché si prevede un po' di guadagno per gli edifici già ombreggiati;
- Esposizione, migliore effetto per la parete sud o il tetto che per la parete nord;
- Clima, in quanto il raffreddamento evaporativo ha maggiori potenzialità con aria ambientale calda e per lo più secca.

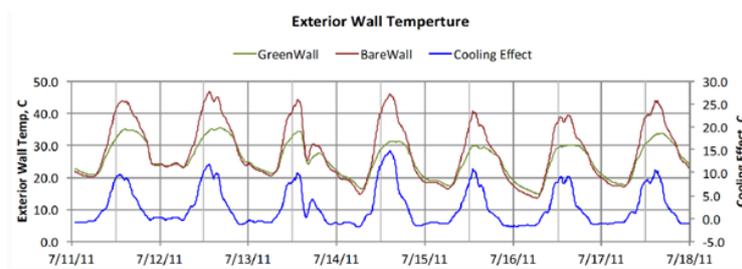
Di conseguenza, una vasta gamma di effetti di raffreddamento può essere trovata in letteratura, e rimane da fare una corretta introduzione sugli effetti di pareti verdi / coltivazione sul tetto.

Come detto in precedenza, l'effetto medio di raffreddamento sulla temperatura superficiale dipende dalla latitudine. Si può prevedere un effetto di raffreddamento medio da 5 a 10°C in estate a 40° di latitudine, con un raffreddamento massimo di circa 15°C (Tilley et al., 2012, Pérez et al. 2011).

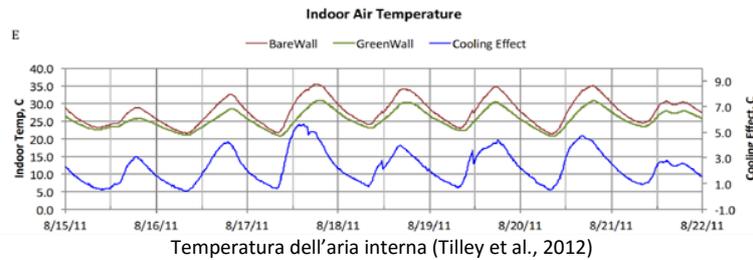
L'effetto di raffreddamento è maggiore quando la latitudine diminuisce o il clima è più secco. Infatti, a circa la stessa latitudine, l'effetto di raffreddamento medio può raggiungere i 20°C nella Grecia settentrionale (Kontoleon e Eumorfopoulou, 2010) e fino a 38°C in Texas (Simmons et al., 2008). Tuttavia, a Singapore (1.3° di latitudine) il guadagno è "solo" di 30°C a causa di una maggiore umidità relativa dell'aria.

La parete ovest è più calda di quella orientale a causa dell'inerzia termica: durante il pomeriggio la parete orientale inizia a raffreddarsi, mentre la parete ovest è già riscaldata dall'aria calda e dalla riflessione su altri edifici.

Ovviamente, l'effetto di raffreddamento dipende dall'attività delle piante ed è massimo intorno al mezzogiorno o all'inizio del pomeriggio.



Temperatura parete esterna (Tilley et al., 2012)



Se le variazioni delle superfici esterne possono essere importanti grazie all'isolamento e all'inerzia della struttura, la variazione dell'aria interna è limitata. Inoltre, le condizioni indoor sono generalmente controllate da sistemi HVAC che sono progettati per evitarli.

In queste condizioni, la riduzione media della temperatura interna prodotta dalla presenza di pareti o di tetti verdi è limitata a più o meno 4°C (Getter e Rowe, 2006; Tilley et al., 2012). Tuttavia, le piccole variazioni di temperatura possono riflettere grandi variazioni sul sistema di climatizzazione e una diminuzione di temperatura di 0.5°C può corrispondere ad un risparmio dell'8% sul consumo elettrico per il raffreddamento (Getter e Rowe, 2006).

Influenza dell'irrigazione e della domanda idrica

L'effetto della vegetazione dipende fortemente dal livello di irrigazione. Infatti, se l'acqua disponibile per le piante diminuisce, le piante riducono la loro traspirazione. Ciò comporta un annullamento dell'effetto di raffreddamento dato dalla traspirazione.

Per questo motivo le superfici vegetate sono più fredde subito dopo l'irrigazione. Ad esempio, l'erba è più fredda di 3.5°C subito dopo l'irrigazione (Chatzidimitriou e Yannas, 2015). Inoltre, il terreno umido induce un isolamento supplementare (Wong et al., 2003).

Durante l'estate l'acqua necessaria per l'irrigazione può essere difficile da giustificare a causa della pressione sulle scorte d'acqua. Se non correttamente irrigata, l'efficienza della parete verde e della coltivazione sul tetto per diminuire la temperatura è limitata (Virk et al., 2015).

Per un LAI tra i 3 e 4, il consumo di acqua è compreso tra 0.5 e 2.6 litri per metro quadrato al giorno a seconda delle condizioni climatiche (a Toronto) (Tilley et al., 2012). Il calore latente di vaporizzazione di questa acqua rappresenta un terzo della radiazione solare. Per un clima più caldo e più asciutto, l'evaporazione può caratterizzare una maggiore quantità di acqua. Marasco et al. (2014) ha misurato fino a 15.4 litri per metro quadrato al giorno a New York e Takebayashi e Moriyama (2009) fino a 18 litri per metro quadrato al giorno in Giappone.

Sistema di coltivazione come strato isolante

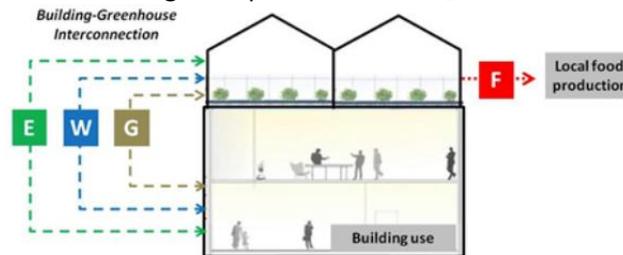
Gli input energetici attraverso la struttura dell'edificio sono limitati dalle pareti verdi e dalla coltivazione sul tetto, non solo per la temperatura superficiale ma anche per l'effetto isolante del sistema di coltivazione. Infatti, i sistemi di coltivazione rappresentano degli strati aggiuntivi sulla parete o sul tetto che aumentano la resistenza termica della struttura. Lo spessore di tale strato dipende dal sistema vegetale, e va da alcuni millimetri per le pareti verdi formate da strati di feltro fino a un metro di substrato per piante a radici estese. Poiché i substrati comuni hanno una bassa conducibilità termica, formano dei buoni strati isolanti. I guadagni sul consumo elettrico dipendono dalla struttura iniziale dell'edificio e dal suo isolamento preesistente.

Minke e Witter (1982) hanno stimato che un sistema di coltivazione sul tetto con 20 cm di substrato e da 20 a 40 cm di erba densa ha una resistenza termica equivalente a 15 cm di lana di roccia. E uno strato di substrato di circa 50 cm può ridurre il picco di consumo per condizionamento del 25% (Bass e Baskaran, 2003).

Serre

Serre sul tetto

Per il clima mediterraneo, Cerón-Palma et al. (2012) afferma che la serra chiusa o semi-chiusa sarebbe efficiente per progettare sistemi di produzione a bassi input e a bassa emissione. L'obiettivo è quello di ridurre il consumo di energia per il riscaldamento durante la stagione fredda e di riciclare l'acqua di drenaggio delle colture irrigate (Montero et al., 2009). Il "Rooftop Eco.Greenhouses" (RTEG) consiste in una serra collegata ad un edificio in termini di energia, acqua e flussi di CO₂.



Serra sul tetto integrata. Energia (E), acqua (W) e CO₂ vengono scambiati tra edificio e serra (Esther Sanyé-Mengual, 2015)

Lo studio condotto a Barcellona da Cerón-Palma et al. (2012) su una serra integrata afferma che la serra sul tetto considerata ha un impatto ambientale maggiore (da 17 al 75%) rispetto a una serra multi-tunnel, nonché un costo economico superiore di 2.8 volte. Tuttavia, considerando l'intera filiera fino al consumo, la serra sul tetto mostra un risparmio del 42% sui costi ecologici e del 21% sui costi economici.

Un confronto tra la filiera tradizionale e la filiera locale del tetto ha dimostrato che i pomodori coltivati a Barcellona potrebbero sostituire la location tradizionale di produzione di pomodori, evitando così 441 g di CO₂ eq e 12 MJ di energia consumata per kg di pomodoro. Al livello del sistema edificio-serra, Cerón-Palma et al. (2011) ha effettuato risultati preliminari di modellazione energetica e ha mostrato che l'introduzione di calore residuo dalla serra nell'edificio in una giornata invernale ideale potrebbe sostituire 87 kWh del calore richiesto.

Se l'obiettivo primario economico ed ecologico è soddisfatto, i vantaggi per il consumo energetico dell'edificio sottostante non sono stati dimostrati per tali condizioni.

Caplow e Nelkin (2007) hanno utilizzato una serra più classica in un edificio a New York. La serra è dotata di imbottiture raffreddanti e l'aria fredda può essere usata per raffreddare l'edificio. Inoltre, la serra fornisce anche l'isolamento in estate eliminando alcuni input di luce solare. In estate, quando le strutture sono combinate, l'eliminazione dell'input solare attraverso il tetto dell'edificio equivale ad eliminare 37 kWh al giorno dalla domanda di raffreddamento, con relativo consumo di circa 3.9 tonnellate di acqua.

In inverno le perdite termiche attraverso il tetto dell'edificio sono ridotte dalle serre perché questa superficie è anche il pavimento della serra, con una temperatura intermedia tra la temperatura interna ed esterna dell'edificio. In inverno, Caplow e Nelkin (2007) hanno stimato i carichi di riscaldamento a 366 kWh per la serra e 7 kWh per l'edificio. Nel complesso, solo 6 kWh al giorno vengono salvati.

Dal punto di vista della conservazione energetica, i risparmi potenziali annuali sono approssimativamente uguali all'intero carico di raffreddamento dell'edificio, 44 MWh, perché questo carico sarà soddisfatto dai sistemi della serra, se le strutture sono integrate.

Sistema a doppia facciata

L'uso delle piante in un sistema a doppia facciata è un mezzo efficace per ridurre l'ingresso di energia solare in un edificio. Fang et al. (2011) ha citato che il 60% delle radiazioni solari in entrata è assorbito dalle piante (*Tillandsia usneoides* per un edificio a Shanghai). Questo è coerente con la ricerca di Stec et al. (2005) che dà una diminuzione tra il 50 e il 70%.



Pareti di *Tillandsia usneoides* usate da Fang et al. (2011)

Ciò comporta un'importante riduzione della variazione della temperatura interna della parete durante una giornata calda. Stec et al. (2005) ha misurato una variazione di temperatura tra 5-30°C con piante invece di 10-60°C senza.

La temperatura dell'aria è leggermente ridotta, e Fang et al. (2011) ha riportato una diminuzione di 2.3°C all'interno delle doppia facciata per una densità di piante di 750 g m⁻² (Shanghai). Tuttavia, ciò può portare a riduzioni significative nel carico del sistema di climatizzazione. Chan et al. (2009) ha indicato una diminuzione del 26% dell'energia di raffreddamento annuale rispetto allo standard di costruzione a doppia facciata con vetro riflettente. Questo è coerente con la ricerca di Stec et al. (2005) che ha proposto un risparmio del 20%.

Tuttavia, le piante possono causare problemi, come le incompatibilità tra la loro crescita e le esigenze dei residenti nell'edificio. Infatti, la densità e la crescita della pianta non possono essere controllati dagli abitanti. Inoltre, il mantenimento della pianta e del sistema di coltivazione (irrigazione, raccolta di foglie cadute,...) è costoso ed è un lavoro specializzato. Infine, la scelta degli impianti è difficile a causa delle esigenze ambientali e di bassa manutenzione (Fang et al., 2011).

2.3.2 Da rifiuto a risorsa: le potenzialità dei rifiuti organici

Introduzione

In Europa, oltre il 75% delle persone vive nelle città. La conseguenza principale è il grande consumo di materie prime per costruire la città e la grande produzione di rifiuti esportati fuori dalla città. La città può essere considerata come un ecosistema urbano con un metabolismo lineare, che può essere confrontato con un modello di entrata / uscita dei materiali.

Segui la seguente presentazione:



In Europa, gli abitanti attualmente utilizzano 16 tonnellate di materiale per persona all'anno, di cui 6 tonnellate diventano rifiuti. Nel 2010 la produzione totale di rifiuti nell'UE è stata di 2.5 miliardi di tonnellate. Di questo totale è stata riciclata solo una quota limitata (seppure crescente) (36%), il resto è stata portata in discarica o bruciata, e di questi circa 600 milioni di tonnellate potrebbero invece essere riciclati o riutilizzati (EC, <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/>).

Tutti questi rifiuti hanno un impatto enorme sull'ambiente: i) l'inquinamento, (ii) le emissioni di gas a effetto serra e (iii) le perdite di materiali (<http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/WASTE%20BROCHURE.pdf>).

Quindi la domanda è: come limitare la produzione e l'esportazione dei rifiuti fuori dalla città?

È necessario modificare il metabolismo urbano in un modello circolare, trasformando i rifiuti in una potenziale risorsa di "materie prime secondarie" nell'obiettivo di avere un sistema efficiente e sostenibile. Lo sviluppo di questo tipo di strategia è una chiave per l'economia circolare della città. Le principali azioni della politica di gestione dei rifiuti sono migliorare la prevenzione dei rifiuti (cambiare il comportamento dei consumatori) e il riciclaggio dei rifiuti e limitare l'incenerimento di materiali non riciclabili e l'uso della discarica.

Materiale opzionale: per ulteriori informazioni consulta il seguente link

<http://ec.europa.eu/environment/action-programme/>

Tipologie di rifiuti urbani

I rifiuti urbani (della collettività e dei nuclei familiari) rappresentano un terzo della metà dei rifiuti prodotti in città esclusi i residui delle demolizioni. I rifiuti urbani sono costituiti da rifiuti domestici e da altri rifiuti simili a quelli delle famiglie (commercio, uffici e istituzioni pubbliche). La loro gestione dipende dalla politica pubblica e dai bilanci. I rifiuti organici rappresentano un terzo dei rifiuti comunali. Ogni persona in Europa produce attualmente mezza tonnellata di tali rifiuti.

Segui la seguente presentazione:



Il rifiuto biologico è costituito dai rifiuti biodegradabili dei giardini e dei parchi, (ii) dai rifiuti alimentari e di cucina di famiglie, ristoranti, ristoratori e locali commerciali e (iii) dai rifiuti da impianti di trasformazione

alimentare. Non comprende residui forestali o agricoli, fertilizzanti, fanghi di depurazione o altri rifiuti biodegradabili quali tessili naturali, carta o legno lavorato. Essa esclude inoltre i sottoprodotti della produzione alimentare che non diventano mai sprechi (EU, <http://ec.europa.eu/environment/waste/compost/>).

Metodi di riciclaggio dei rifiuti organici

Alcuni strumenti giuridici dell'UE riguardano la questione del trattamento dei rifiuti organici. Attualmente, la principale minaccia ambientale derivante dai rifiuti organici (e da altri rifiuti biodegradabili) è la produzione di metano derivante dalle decomposizioni di tali rifiuti nelle discariche, che rappresentavano circa il 3% delle emissioni totali di gas a effetto serra nell'UE15 nel 1995. La discarica è la peggiore opzione di gestione dei rifiuti organici con vari impatti negativi, dal deterioramento del paesaggio e inquinamento locale dell'acqua e dell'aria alla generazione di metano e di effluenti. La direttiva sulle discariche (1999/31/CE) obbliga gli Stati membri a ridurre la quantità di rifiuti urbani biodegradabili in discarica al 35% dei livelli del 1995 entro il 2016 (per alcuni paesi entro il 2020), che ridurrà significativamente questo problema

Materiale opzionale: per ulteriori informazioni, leggere le seguenti pubblicazioni

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31999L0031>

I vantaggi più significativi della gestione dei rifiuti organici sarebbero la produzione di fonti rinnovabili di energia e di composti riciclati che contribuiranno a migliorare l'efficienza delle risorse e la qualità del suolo. Il compostaggio è il trattamento biologico più usato per i rifiuti verdi e il materiale legnoso.

Segui la seguente presentazione:



Per ulteriori informazioni raccomandiamo la visione del seguente video sulla produzione di biogas



Guarda il seguente video su compostaggio industriale e identifica le condizioni necessarie per il compostaggio.



Usi potenziali dei rifiuti organici per la produzione vegetale

Il compost viene utilizzato in agricoltura, per il paesaggio, per la produzione di substrati e di terriccio commerciale e per il ripristino di terreni. Gli strumenti giuridici dell'UE che regolano l'uso dei rifiuti organici

sono presentati nel "Libro verde sulla gestione dei rifiuti organici nell'Unione europea". (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A52008DC0811>)

Segui la presentazione:



La popolarità dei tetti verdi e degli orti urbani avviati da gruppi associati o da singoli ha fatto crescere la domanda di suoli urbani. I giardinieri e gli agricoltori urbani desiderano informazioni sulla qualità del suolo e dei suoi contaminanti per avere cibo e paesaggi sicuri.

Ci sono soluzioni per migliorare la fertilità del suolo urbano. Tra questi, l'introduzione di elevate quantità di materia organica (fino al 40% in volume) è una questione importante per favorire la fertilità del terreno a lungo termine (Vidal-Beaudet et al., 2012; Cannavo et al., 2014). Infatti, la materia organica fornisce importanti benefici al suolo: fertilità fisica (strutturazione del suolo per una migliore ritenzione idrica e circolazione d'aria), fertilità chimica (serbatoio nutritivo, capacità di scambio cationico) e fertilità biologica (risorse di carbonio, minerali e energia per gli organismi del suolo). La composizione della materia organica è generalmente controllata e standardizzata. In Francia, il NF U 44-051 dà dei limiti alla sua composizione: contenuto di sostanza organica e di sostanza secca, metalli pesanti, limiti di contenuto di idrocarburi e microorganismi. Tra i compost disponibili, il compost di rifiuti verdi è quello più utilizzato nelle aree periurbane e urbane, a causa di elevate quantità di potatura delle piante presenti in città.

Se il suolo è contaminato o in caso di tetti verdi o orti fuorisuolo, è necessario usare un nuovo substrato con le proprietà appropriate.

L'utilizzo di terriccio da parcelle agricole per il verde urbano è attualmente controverso a causa della diminuzione della superficie arabile. Un'idea alternativa per la protezione di queste risorse naturali consiste nel riutilizzare i materiali di scarto per costruire terreni funzionali (Séré et al., 2008). Le città sono costantemente rinnovate attraverso la demolizione di strutture antiche e producono rifiuti di demolizione, come mattoni, calcestruzzo, e terreni scavati. Questi detriti vengono trasportati regolarmente fuori città e solo una frazione viene riciclata (Marshall e Farahbakhsh, 2013). Nel 2009, per esempio, le attività di ingegneria civile hanno generato 250 milioni di tonnellate di rifiuti in Francia. Materiali per compost e rifiuti verdi provenienti dalla manutenzione di giardini e parchi vengono generati anche all'interno delle città e sono esportati in massa dalle aree urbane per produrre compost o energia. Alcuni di questi materiali potrebbero essere usati per creare terreni adeguati all'ambiente urbano. Tali terreni devono essere in grado di sostenere la crescita vegetale, lo sviluppo delle piante e il traffico leggero. Quindi, hanno bisogno di una sufficiente fertilità, di proprietà agronomiche e di capacità di drenaggio. Inoltre, devono rispettare le restrizioni ambientali per impedire la liberazione di sostanze inquinanti nella falda acquifera sottostante.





Esercizio 2.3.2.

Guarda il video sul compostaggio industriale e identifica le condizioni di successo nell'operazione.

Inoltre:

- *Identifica di quali elementi bisogna conoscere le concentrazioni per poter usare i rifiuti organici come compost.*
- *Definisci le caratteristiche standard di un buon compost.*
- *Identifica le funzioni ed i servizi ecosistemici del compost per l'agricoltura urbana.*

2.3.3 Raccolta dell'acqua piovana e recupero delle acque grigie

Introduzione

Entro il 2050, il 66% della popolazione mondiale vivrà in aree urbane. La conseguenza principale è la progressiva perdita di suolo fertile a causa dell'espansione delle aree urbane. Il ciclo dell'acqua nell'area urbana è notevolmente diverso rispetto alle aree naturali. Infatti, a causa di notevoli aree impermeabili, il principale flusso d'acqua nell'area urbana è lo scorrimento dell'acqua piovana con le conseguenti inondazioni. Quindi, l'infiltrazione d'acqua è possibile solo quando sono presenti terreni vegetati, ed è il principale flusso d'acqua nei suoli naturali. Quindi, una grande sfida è quella di favorire la ritenzione e/o l'infiltrazione dell'acqua aumentando le aree a verde.

Le persone che vivono nelle città hanno sempre più l'esigenza di avere spazi verdi per il loro benessere. Infatti, la vegetazione urbana può fornire diversi servizi quali:

- benefici umani (salute, sociali)
- benefici sugli equilibri naturali (biodiversità, regolazione termica, qualità dell'aria, circolazione dell'acqua e protezione del suolo)
- benefici economici (promozione delle costruzioni, ripristino dei rifiuti vegetali, agricoltura urbana, attrazione del territorio).

Le città sviluppano strategie di inverdimento e renaturation il cui successo dipende dalla qualità del suolo e dalla qualità dell'acqua per la crescita delle piante.

Al fine di riconciliare l'ampliarsi della città e la popolazione demografica con lo scorrimento delle acque e gli spazi verdi urbani, sono necessarie soluzioni innovative in termini di gestione dell'acqua.

L'obiettivo di questa lezione è quello di presentare le alternative possibili per la gestione dell'acqua e gli elementi chiave da tenere in considerazione per un utilizzo efficiente dell'acqua nelle aree urbane

Idrologia urbana

In un paesaggio naturale, il suolo e la vegetazione assorbono naturalmente il 90% delle piogge attraverso l'infiltrazione nel terreno e l'evapotraspirazione. In una città, l'asfalto, le aree pavimentate e i tetti fanno scorrere via l'acqua rapidamente, creando enormi volumi di scorrimento veloce. Le aree urbanizzate creano oltre il 500% di scorrimento in più rispetto alle aree naturali della stessa dimensione. Lo scorrimento aumenta il carico di contaminanti e sono necessari ulteriori trattamenti per riutilizzare l'acqua o scaricarla.

Le soluzioni per la gestione delle acque urbane sono la cattura d'acqua utilizzando bacini di immagazzinaggio aperti o interrati o infiltrazione usando pavimentazioni porose con asfalto poroso innovativo.

Le infrastrutture verdi possono facilitare la gestione dell'acqua a scala di quartiere:

- le foglie degli alberi riducono il flusso d'acqua per l'intercettazione delle piogge;
- i tetti verdi immagazzinano temporaneamente le piogge e favoriscono l'evapotraspirazione;
- l'infiltrazione d'acqua in campo diminuisce il volume dell'acqua e riduce il flusso di picco.

In generale, lo scorrimento superficiale aumenta quando le aree di vegetazione diminuiscono e diminuiscono se esistono tetti verdi. Nelle aree di infrastrutture molto dense, i tetti verdi sono un modo efficace per ridurre i deflussi.

L'infiltrazione dell'acqua nel suolo dipende dalle proprietà fisiche del suolo: struttura del suolo, granulometria, conducibilità idraulica del suolo

Segui la presentazione:

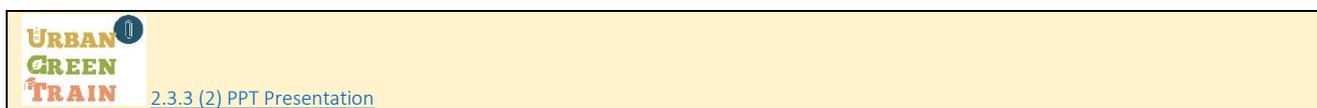


Potenzialità dei tetti verdi per controllare lo scorrimento superficiale

Le origini dei tetti verdi risalgono a migliaia di anni fa. I tetti verdi più famosi erano i giardini pensili di Babilonia. I tetti verdi moderni sono fatti di un sistema di strati disposti sul tetto per sostenere il substrato di coltivazione e la vegetazione. Questo è un fenomeno relativamente nuovo, si è sviluppato in Germania negli anni '60 e si è diffuso in molti paesi. Anche i tetti verdi diventano sempre più popolari negli Stati Uniti, anche se non sono così comuni come in Europa. Ci sono tre tipi di tetto verde: tetti verdi intensivi, più spessi, con una profondità minima di 12.8 cm e possono sostenere una più ampia varietà di piante, ma sono più pesanti e richiedono più manutenzione; tetti verdi estensivi, poco profondi, che vanno da 2 cm a 10 cm, più leggeri rispetto ai tetti verdi intensivi e richiedono una minima manutenzione; tetti verdi semi-intensivi, hanno caratteristiche intermedie.

I supporti di crescita utilizzati nei tetti verdi possono avere diverse funzioni (supporto alla vegetazione, filtro), proprietà (capacità di ritenzione idrica) e composizione.

Segui la presentazione:



Acque grigie

L'acqua grigia è tutta l'acqua di scarico generata nelle case o in edifici per uffici da flussi senza contaminazione fecale. Le fonti di acque grigie includono lavandini, docce, bagni, lavatrici, lavastoviglie. Le acque di scarico dei bagni di ogni tipo sono chiamate acque di scarico o acque nere per indicare che contengono rifiuti umani. Tuttavia, in determinate condizioni, tracce di feci potrebbero entrare nel flusso dell'acqua grigia attraverso effluenti della doccia o lavatrici.

Generalmente, l'acqua grigia è più sicura da gestire e più facile da trattare e riutilizzare in loco per lavare le vaschette, o per l'irrigazione delle colture o altri usi non potabili. L'applicazione del riutilizzo di acque grigie nei sistemi idrici urbani fornisce notevoli benefici per il sottosistema di approvvigionamento idrico riducendo la domanda di acqua fresca pulita e per i sottosistemi di acque reflue riducendo la quantità di acque reflue che devono essere trasportate e trattate.

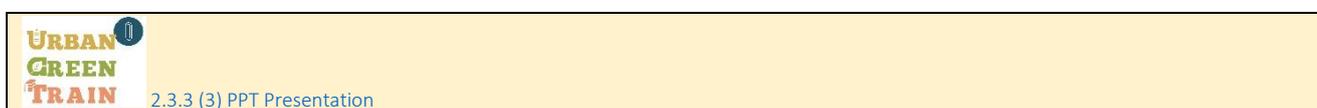
La composizione delle acque grigie dipende principalmente dall'origine geografica, dalla categoria dell'edificio, dall'attività degli occupanti. La maggior parte delle acque grigie è più facile da trattare e riciclare dell'acqua nera, a causa dei livelli più bassi di contaminanti. Se raccolta utilizzando un impianto idraulico separato dall'acqua nera, può essere utilizzata direttamente. Se conservata, deve essere usata in un tempo molto breve o si innescheranno i meccanismi di putrefazione a causa dei solidi organici nell'acqua. Non può essere usata per bere.

I processi di trattamento che possono essere utilizzati sono sistemi biologici (zone umide costruite, pareti vive, bioreattori) o sistemi meccanici (filtrazione a sabbia).

In Francia, se il trattamento dell'acqua grigia è azionato ed è appropriato, il suo riutilizzo è possibile per il risciacquo dei gabinetti, l'irrigazione degli spazi verdi e la pulizia delle superfici esterne.

I principali vantaggi dell'uso dell'acqua grigia per l'irrigazione sono la conservazione delle risorse idriche e la fornitura di sostanze nutritive; i principali inconvenienti sono la salinità, l'accumulo di metalli, la presenza di agenti patogeni.

Segui la presentazione:



Bacini di stoccaggio per lo scorrimento dell'acqua nelle strade

I flussi d'acqua nelle aree urbane sono diversi rispetto alle aree naturali. Lo scorrimento superficiale dell'acqua sulle strade (vettore di contaminazione) è una necessità. Una possibile soluzione è la ritenzione / infiltrazione nei bacini idrici.

I bacini idrici possono avere diversi ruoli: la regolazione del flusso d'acqua piovana, la ricarica delle acque sotterranee, la depurazione. Alla base, presentano un terreno impermeabile che migliora l'infiltrazione d'acqua, sormontata da uno strato di sedimenti.

Le proprietà dello strato di sedimentazione sono:

- struttura fine
- elevato contenuto di materia organica
- elevata capacità di ritenzione idrica
- bassa capacità di infiltrazione
- comportamento idrofobico

Il contenuto di materia organica influenza la conducibilità idraulica alla saturazione; più alto è il contenuto di materia organica, più basso è K_s

Segui la presentazione:

[2.3.3 \(4\) PPT Presentation](#)



Esercizio 2.3.3.

Leggi la seguente presentazione e rispondi alle domande contenute in essa

[2.3.3 \(5\) PPT Presentation](#)

2.4 – L’Agricoltura Urbana per migliorare il clima delle città

Introduzione

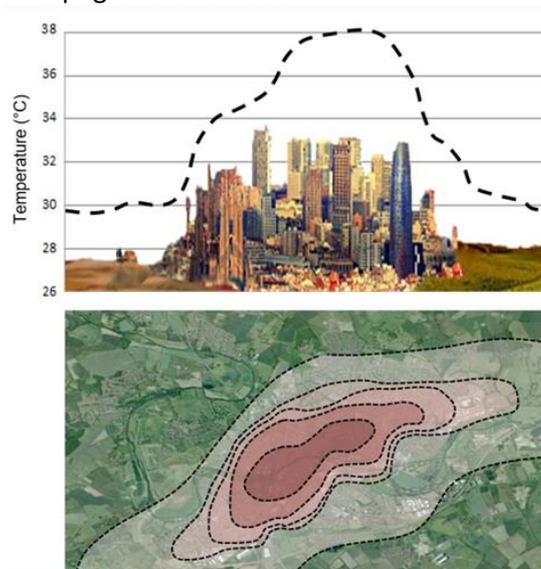
Questo capitolo consentirà agli studenti di comprendere il legame tra l'urbanizzazione e l'inquinamento atmosferico e relazionare le infrastrutture verdi con i servizi ecosistemici, tra cui il filtraggio dell'aria e la regolazione del microclima. Dopo il completamento del capitolo, i partecipanti saranno in grado di progettare le infrastrutture verdi di filtraggio dell'aria.

2.4.1 Migliorare il clima della città

Gli ultimi decenni sono stati caratterizzati da un continuo, intenso e complesso processo di urbanizzazione, e oggi quasi il 54% della popolazione mondiale vive nelle aree urbane, mentre tre quarti dei cittadini europei vivono nelle regioni metropolitane (OMS, 2015). In linea di massima, la riconciliazione tra lo sviluppo delle nostre città con il rispetto e la protezione dell'ambiente sta diventando una sfida importante. Le città sono composte da strutture e da ampi interventi di origine antropica, che li rendono poli di problemi ambientali (Naishi et al., 1998). Gran parte del suolo della città tende a essere coperto con materiali e superfici impermeabili che non assorbono l'acqua e aumentano la presenza di scorie. Inoltre, la maggior parte dei materiali strutturali utilizzati in tali ambienti sono generalmente caratterizzati da bassa albedo (una misura della riflettività della superficie), fatto che intensifica la conversione e l'immagazzinamento della radiazione termica incidente in modo maggiore rispetto alla campagna circostante. Pertanto, lo strato superficiale urbano tende ad essere più caldo di quello rurale (Naishi et al., 1998; Britter e Hanna, 2003).

Questo effetto è esacerbato in città dove le infrastrutture verdi sono scarse. In altre parole, poiché le superfici traspiranti verdi sono sostituite da coperture impermeabili del terreno, l'acqua disponibile per l'evaporazione è ridotta, influenzando il flusso di calore latente. Pertanto, soprattutto in assenza di precipitazione, il valore del rapporto Bowen (flusso di calore sensibile / flusso di calore latente) diventa abbastanza elevato (Bonafè, 2006).

Quando le curve isoterme vengono tracciate su una mappa meteorologica di superficie, il risultato è un profilo che assomiglia ai contorni topografici di un'isola.



Rappresentazione grafica dell'effetto di isola di calore di una città (sopra) che mostra le differenze di temperatura tra campagna e città al pomeriggio. La temperatura della città supera di 8-10°C quella della campagna. Sotto, la simulazione di una mappa di superficie dove è possibile osservare l'isola di calore urbano

Questo è il motivo per cui lo strato superficiale urbano è anche chiamato "isola di calore" (isola termica urbana o UHI) (Naishi et al., 1998). Nelle città altamente popolate, la maggiore temperatura è legata sia all'aumento del consumo di energia per il condizionamento degli edifici, sia all'effetto dell'inquinamento associato al traffico stradale, che include emissioni di inquinanti, compresi anidride solforosa, monossido di carbonio, ossidi di azoto e particelle sospese (Henderson Et al., 2007). Gli effetti dell'inquinamento possono essere esacerbati nei climi con una stagione distintamente calda (White et al., 2001; Koppe, 2004). L'inquinamento atmosferico è diventato un problema dall'inizio della rivoluzione industriale. Trasporti, attività industriali, riscaldamento domestico e incenerimento dei rifiuti sono le principali fonti di inquinanti atmosferici. I principali inquinanti prodotti dalle attività umane sono ossidi di zolfo (particolarmente anidride solforosa, SO_2), ossidi di azoto (NO_2), monossido di carbonio (CO), composti organici volatili (VOC,

principalmente metano, CH₄) e particolato da 10 o 2.5 (PM₁₀ e PM_{2.5}) costituito da polveri di diametro inferiore a 10 µm e 2.5 µm rispettivamente.

Gli studi recenti (Banting et al., 2005; Rosenzweig et al., 2006) sottolineano che l'aumento delle infrastrutture verdi in ambienti urbani può contribuire non solo alla mitigazione dei problemi di microclima ma anche a una vasta gamma di servizi ecosistemici, migliorando la qualità dell'aria (Currie & Bass, 2008; Speak et al., 2012) o fornendo resilienza ad eventi meteorologici eccezionali (Berndtsson, 2010; Gregoire & Clausen, 2011). In questa sezione vengono introdotte le funzioni ambientali fornite dall'agricoltura urbana e, in generale, dalle infrastrutture verdi urbane, con una particolare enfasi sul ruolo che possono svolgere sulla qualità atmosferica urbana e il microclima.



Esercizio 2.4.1.

Leggi il seguente articolo e rispondi alle domande

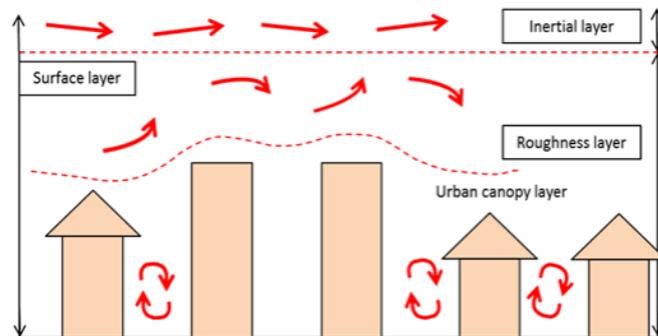


[2.4.1 UA as green infrastructure: the case of New York City](#)

1. La maggior parte della superficie della città è permeabile all'acqua e permette un facile drenaggio dell'acqua piovana
 vero
 falso
2. L'ambiente urbano è generalmente più caldo rispetto alla campagna circostante
 vero
 falso
3. Le infrastrutture verdi mitigano il clima della città attraverso la traspirazione
 vero
 falso
4. PM₁₀ sta per:
 particelle di diametro maggiore a 10 µm
 particelle di diametro inferiore a 10 µm
5. Le principali cause dell'effetto dell'isola di calore urbano sono (segnare le risposte corrette):
 infrastrutture verdi
 traffico veicolare
 vento
 impianti di condizionamento

2.4.2 Infrastrutture verdi per il filtraggio dell'aria

La vegetazione urbana influenza la qualità dell'aria in quanto elimina gli inquinanti presenti in essa o trattenendo le particelle nella massa vegetale o tramite l'assorbimento attraverso le aperture stomatiche durante i processi di fotosintesi e traspirazione (Chapparo e Terradas, 2009). La massa vegetale è un sink di CO₂ in quanto stocca gli eccessi di carbonio trasformandoli in biomassa durante la fotosintesi (McPherson e Simpson, 1998). In uno studio recente (Davies et al., 2011), è stato evidenziato come i giardini delle case possono stoccare circa 0.76 kg C m⁻². Inoltre, le infrastrutture urbane verdi apportano delle modifiche alla distribuzione degli inquinanti in aria in quanto agiscono come ostacoli nell'atmosfera (Britter e Hanna, 2003). All'interno del profilo dell'aria in ambiente urbano, lo strato di rugosità è lo strato di aria più vicino alle superfici della città, che si estende verso l'alto approssimativamente fino a metà dell'altezza degli edifici.



Rappresentazione grafica degli effetti del profilo urbano nello strato più basso della troposfera rielaborato da Oke (1987) e Britter e Hanna (2003)

L'impatto meccanico della canalizzazione e del ricircolo della turbolenza dell'aria, quando combinato con le emissioni di inquinanti, porta ad un elevato rischio di inquinamento all'interno dei canyon urbani (Jeong e Andrews, 2002; Kastner-Klein et al., 2004). Infatti, all'interno del profilo del canyon c'è un accumulo di inquinanti a causa di una ri-circolazione vorticoso. Solo una piccola perdita di flusso consente il rinnovo dell'aria e in queste particolari condizioni atmosferiche provoca preoccupazioni legate alla salute della popolazione abitante (Kastner-Klein, 2004).

Nelle piante, l'assorbimento di inquinanti aerei avviene soprattutto attraverso il loro ingresso dalle aperture stomatiche e si verifica durante i processi fisiologici della fotosintesi e della traspirazione vegetale. Questi sono processi passivi, attraverso i quali i gas dispersi nell'atmosfera entrano nella pianta. Una volta nei tessuti vegetali, alcuni degli inquinanti atmosferici disciolti come NO_x e SO_x vengono assorbiti a causa della reazione biochimica attiva (Baldocchi et al., 1987) e utilizzati per i processi metabolici delle piante.

Le componenti del pulviscolo dell'aria (PM₁₀-PM_{2.5}) vengono rimosse dall'atmosfera tramite deposizione elettrostatica sulla cuticola delle foglie (Prajapati, 2012) e successivamente parzialmente assorbite, lavate via dalla pioggia o ri-sospese nell'aria. Studi recenti hanno mostrato che la creazione di nuove infrastrutture verdi nelle aree urbane riduce notevolmente gli inquinanti in aria, contribuendo indirettamente all'aumento della salute ambientale e del benessere dei cittadini (Nowak et al., 2006). Le coperture verdi hanno dimostrato di eliminare efficacemente le particelle inquinanti.

La capacità di ridurre gas e particolato è attribuita all'aumento delle superfici di impatto fornite dalla massa vegetale delle piante che comportano un aumento degli effetti di depurazione per l'impatto e l'intercettazione delle turbolenze (Petroff et al., 2008). Questa è tuttavia una zona relativamente nuova di studio e probabilmente arriverà in un prossimo futuro la comprensione più chiara della capacità di filtraggio di tali infrastrutture verdi (Currie e Bass, 2008).



Esercizio 2.4.2.

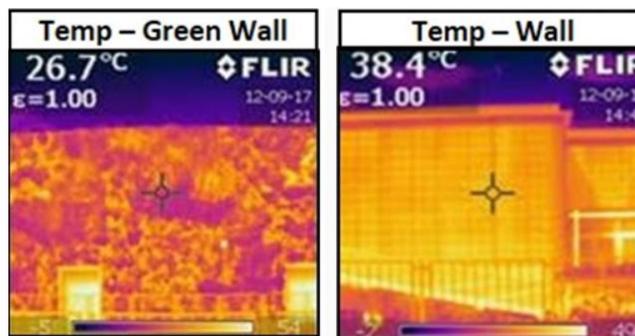
Dopo aver letto la lezione, rispondi alla seguente domanda

Selezionare le affermazioni corrette:

- Le piante assorbono ossigeno durante la fotosintesi
- All'interno dei canyons urbani, gli inquinanti si accumulano causando rischi di contaminazione
- La qualità dell'aria può essere migliorata dalle infrastrutture verdi urbane attraverso la deposizione del particolato (es. PM_{10} - $PM_{2.5}$) sulle foglie delle piante.

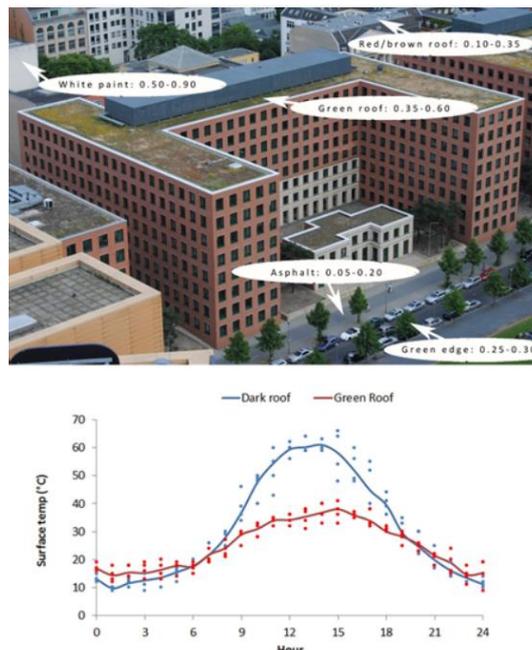
2.4.3. Ridurre l'isola di calore urbana

L'effetto dell'isola termica urbana consiste nell'aumento della temperatura nelle aree urbane rispetto alla campagna circostante (Phelan et al., 2015) a causa delle attività umane e ad un più elevato assorbimento di radiazioni solari dei materiali artificiali (asfalto e cemento). La vegetazione può svolgere un ruolo fondamentale nel contribuire alla regolazione globale della temperatura delle città, poiché attraverso l'evapotraspirazione la temperatura dell'aria può essere ridotta. Phelan et al. (2015) ha riportato che incrementare la presenza di vegetazione nelle aree urbane può essere un possibile rimedio per l'isola di calore urbano. Negli ultimi anni l'uso di infrastrutture ecologiche per la loro energia e funzioni ecologiche è diventata una politica di governo consolidata. Mettendo una copertura vegetale sopra e intorno alle strutture costruite, i primi effetti osservati sono la mitigazione della temperatura e la riduzione dei costi energetici associati all'aria condizionata, soprattutto durante l'estate.



Analisi condotta con una fotocamera termica dal CNR di Bologna (Italia) che mostra le differenze di temperatura tra una parete verde e una parete nuda.

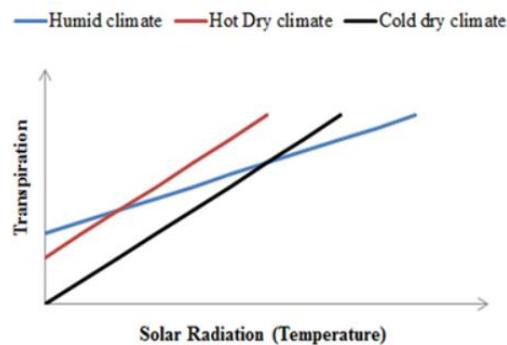
L'effetto indiretto di raffreddamento dato dalle strutture vegetate è determinato da una grande capacità protettiva contro le radiazioni termiche, abbassando in primo luogo la temperatura della superficie degli edifici (Wong et al., 2003a). Questo vantaggio è una conseguenza diretta della modifica dell'albedo di pareti e tetti. Gli edifici con tetti impermeabili scuri hanno generalmente una basso albedo, il che significa una maggiore capacità di assorbimento della radiazione solare.



Effetto di albedo differenti sulle superfici delle strutture. Sopra, valori di albedo di diversi elementi del paesaggio urbano. Sotto, temperature di superficie di un tetto convenzionale e di un tetto verde, misurate durante un esperimento al Dipartimento di Scienze Agrarie dell'Università di Bologna,

Italia (dati non pubblicati, 2015). Le temperature sono misurate con un sensore termico PT100 (Rhopoint Components, East Grinstead, United Kingdom)

Ciò si traduce in un riscaldamento superficiale più intenso, soprattutto se confrontato con una copertura vegetale. Durante l'estate, questo porta ad un aumento dell'effetto dell'isola termica giorno-notte, del consumo di energia per il raffreddamento interno e dell'emissione di inquinanti. Nelle città europee, oltre il 90% dei tetti sono di colore scuro e la superficie della copertura alla luce del sole raggiunge temperature intorno agli 80°C, con un impatto negativo sulla durata dell'isolamento impermeabile (Santamouris, 2014). In alternativa, l'adozione di tetti verdi promuove la conversione dell'energia solare grazie alla traspirazione (raffreddamento), così come la crescita delle piante. Ciò è particolarmente importante durante l'estate, data la relazione diretta tra la traspirazione, la radiazione solare e la temperatura. Di conseguenza, sia dalla copertura vegetale che dal substrato adottato viene fornito un isolamento termico.



Rappresentazione grafica della relazione tra radiazione solare, temperatura e traspirazione della pianta

Usare le piante anziché l'aria condizionata – e risparmiare denaro

Le aree urbane hanno generalmente un livello di umidità minore rispetto alla campagna circostante a causa dell'assenza di vegetazione e dell'aumento dell'assorbimento di energia solare causato da superfici scure ed asfaltate. Ciò spiega anche perché le aree urbane sono spesso alcuni gradi più calde del loro ambiente circostante. Questo fenomeno, noto come l'effetto dell'isola di calore urbano, può avere gravi conseguenze per le persone vulnerabili, come coloro che sono malati cronici o gli anziani, soprattutto durante le ondate di caldo. L'aria umida generata dalla vegetazione naturale aiuta a contrastare questo fenomeno. Anche i livelli di umidità potrebbero essere artificialmente aumentati usando l'energia elettrica per fare evaporare l'acqua, ma questo avrebbe un costo molto più elevato dell'utilizzo della vegetazione naturale (circa 500.000 euro per ettaro). Lavorare con la natura e utilizzare le infrastrutture verdi in un ambiente urbano, ad esempio incorporando parchi ricchi di biodiversità, spazi verdi, tetti e pareti verdi e corridoi ecologici, è generalmente un'opzione molto più economica e più versatile per contribuire a mitigare l'effetto dell'isola di calore urbano. Può anche contribuire ad assorbire le emissioni di CO₂, migliorare la qualità dell'aria, ridurre il ruscellamento delle piogge e aumentare l'efficienza energetica.



Esercizio 2.4.3.

Dopo aver letto la lezione, inserisci le parole corrette per completare le frasi

L'effetto di isola di calore urbano causa _____ maggiori nelle aree urbane rispetto alle aree rurali circostanti.

La vegetazione reduce le temperature superficiali attraverso l'ombreggiamento diretto, grazie alla maggiore _____ (rispetto alle superfici asfaltate scure) che risulta in una maggiore riflessione della radiazione solare.

Durante l'estate, le temperature più alte e la radiazione solare provocano una maggiore _____ delle piante.

2.4.4. Finanziare iniziative di agricoltura urbana per migliorare il clima delle città

Il settore privato svolge anche un ruolo importante nell'investire nell'agricoltura urbana e, più in generale, nello sviluppo di tecnologie innovative "verdi". Tuttavia, i progetti di agricoltura urbana sono complessi e sono spesso percepiti come un rischio da parte degli investitori, in particolare nelle fasi iniziali dello sviluppo. Gli strumenti finanziari specifici (ad es. pratiche di condivisione del rischio) possono contribuire a ridurre i rischi associati ai progetti di agricoltura urbana. Di conseguenza, la Commissione europea e la Banca europea per gli investimenti (BEI) stanno attuando una serie di opzioni per istituire una struttura di finanziamento a sostegno degli investimenti collegati al capitale naturale, inclusi i progetti di agricoltura urbana.



Esercizio 2.4.4.

Scegliere un argomento (uno tra i due presentati qui o un altro diverso) e raccogli le informazioni richieste per riempire la tabella col fine di proporre un business project ad un possibile finanziatore

Argomento	Vincoli attuali		Miglioramenti del progetto	
	Finanziari	Ambientali	Diretti	Indiretti
Giardino sul tetto vs climatizzazione dell'edificio	Costo dell'energia (es. Euro m ³ anno ⁻¹)	Impronta ambientale (es. kg CO ² rilasciata)	Isolamento termico (es. riduzione della temperature in estate)	Benessere dei cittadini (es. Costi per la salute durante i picchi di caldo)
Parete verde indoor in ufficio	Costi sanitari	Composti volatili organici	Filtraggio dell'aria (es. quantità di inquinanti trattenuti nella massa fogliare)	Benessere dei lavoratori (es. riduzione dei costi per la salute; responsabilità sociale)

2.5 – Punti chiave: ricordare la dimensione economica

2.1 L'agricoltura urbana per la biodiversità e l'ecologia

- L'agricoltura urbana sta guadagnando importanza con il fine di assicurare la sicurezza alimentare in ambiente urbano;
- Urbanizzazione: perdita di terreni agricoli produttivi come sfida per le aziende agricole da affrontare in modo redditizio;
- Infrastrutture verdi e temi legati alla biodiversità possono creare campi di business legati all'agricoltura urbana;
- Considerare le sfide legate alla città, come i suoli inquinati, gli aerosol, ecc. quando si produce cibo.

2.2 L'agricoltura urbana per ridurre l'impronta ecologica della città

- Sistemi di produzione climate-smart grazie alla produzione locale, al metabolismo circolare e all'autosufficienza;
- La produzione locale può ridurre i chilometri del cibo e mitigare gli impatti ecologici offrendo contemporaneamente promettenti strategie di business (sistemi alimentari locali, agricoltura supportata dalla Comunità, accordi di direct marketing, ecc.);
- La riduzione dei rifiuti alimentari alla produzione e allo stadio di consumo è in grado di provocare influenze economiche sull'azienda agricola, ma anche a livello del sistema alimentare
- Le ridotte impronte ecologiche sono in grado di creare campi commerciali per l'agricoltura urbana (per aziende agricole, ma anche per iniziative pubbliche e private).

2.3 L'agricoltura urbana per l'uso efficiente delle risorse e la gestione dei rifiuti

- Le trasformazione dei rifiuti in risorse, la raccolta delle acque piovane e il recupero delle acque grigie hanno diversi potenziali economici.



Esercizio 2.5.

Presenta brevemente delle idee (1 paragrafo per ciascuna) sui temi

- da rifiuto a risorsa;
- raccolta dell'acqua piovana;
- recupero delle acque grigie.

>> Maggiori dettagli saranno presentati nel Modulo 5, che si focalizza sulla dimensione economica dell'agricoltura urbana.