



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MILANO



L'EFFETTO IDROLOGICO DEL BOSCO IN CITTÀ

Alessio CISLAGHI ⁽¹⁾

*⁽¹⁾ Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali (DiSAA),
Università degli Studi di Milano, Italia*



20 Novembre 2020, Milano

Quali sono le conseguenze delle piogge intense in città?





Milano, forti temporali nella notte: esonda il Seveso, Lambro a livello di guardia

Rai News



Nubifragio a Milano: allagamenti, blocchi e danni. È tornato l'incubo Seveso

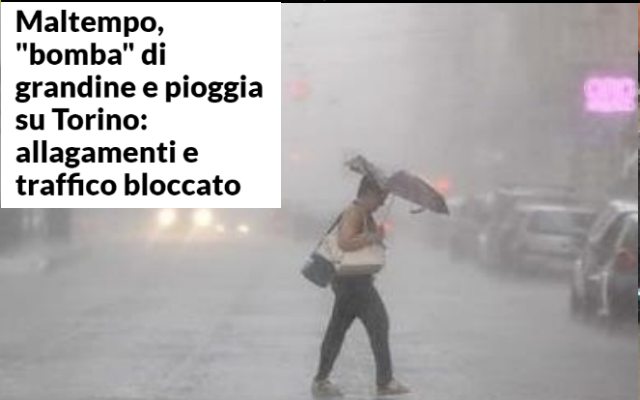


la Repubblica MILANO.it

Allagamenti e alberi caduti: i danni dell'esondazione del Seveso e del Lambro a Milano

CORRIERE DELLA SERA MILANO
vivimilano

Maltempo, "bomba" di grandine e pioggia su Torino: allagamenti e traffico bloccato



BERGAMON NEWS
QUOTIDIANO ON-LINE

Allagamenti in via Corsica - Giornale di brescia

Alzano, allagamenti e dissesti dopo la bomba d'acqua: "Prudenza"

Esondazioni «croniche»



Marco Granelli
@MarcoGranelliMI

#allerta arancione #maltempo per temporali forti e poi vento forte nodo idraulico #Milano Attivato il Centro Operativo @ComuneMI e monitoraggio livelli fiumi #Seveso e #Lambro. Allerta Protezione civile, Polizia locale e MM da oggi #14maggio alle 21 di domani #15maggio Attenzione

18 19:20 - 14 mag 2020



[Google Earth Pro]

Quali sono state le soluzioni del passato?



Mitigazione delle alluvioni: il f. Seveso



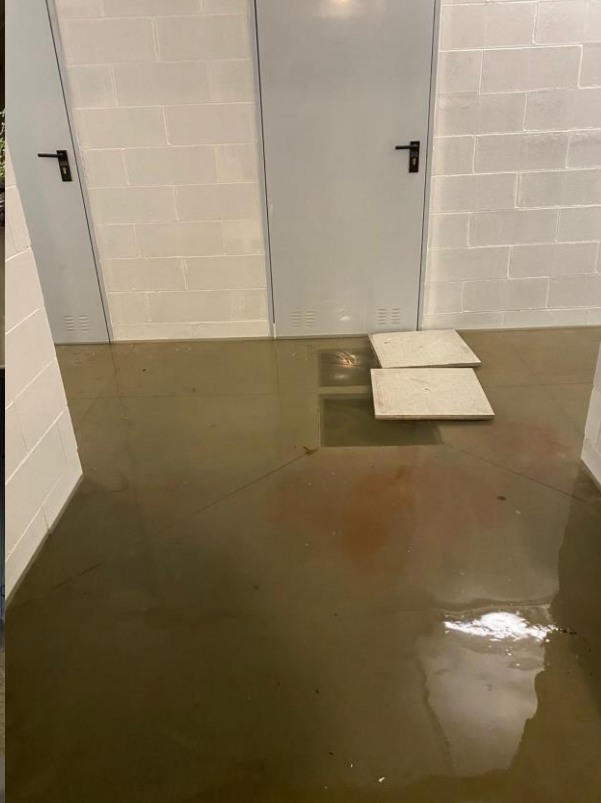
Fattori determinanti

Milano



- 21/10/2019 Esondazione dei f. Seveso e Lambro
- 08/09/2019 Esondazione del f. Seveso in zona Niguarda e viale Zara
- 22/06/2019 Il f. Seveso esonda a Niguarda raggiungendo i 2 m
- 10/05/2018 Disagi alla circolazione stradale, attivazione scolmatore
- 12/05/2017 Esondazione del f. Seveso e allerta per il f. Lambro
- 23/09/2015 Disagi alla metropolitana e alla stazione Porta Garibaldi
- 24/06/2015 Disagi alla metropolitana
- 15/11/2014 Esondazione del f. Seveso e allagamento della M2
- 13/11/2014 Esondazione del f. Seveso, disagi alla stazione Porta Garibaldi
- 20/08/2014 Esondazione del f. Seveso in Piazza Istria e dintorni
- 03/08/2014 Esondazione del f. Seveso in Piazza Istria e dintorni
- 29/07/2014 Esondazione del f. Seveso in zona Niguarda
- 26/07/2014 Esondazione del f. Seveso, voragine a Porta Romana
- 08/07/2014 Esondazione del f. Seveso in zona Niguarda disagi a viale Zara

<https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2019/11/Il-Clima-è-già-cambiato-2019.pdf>



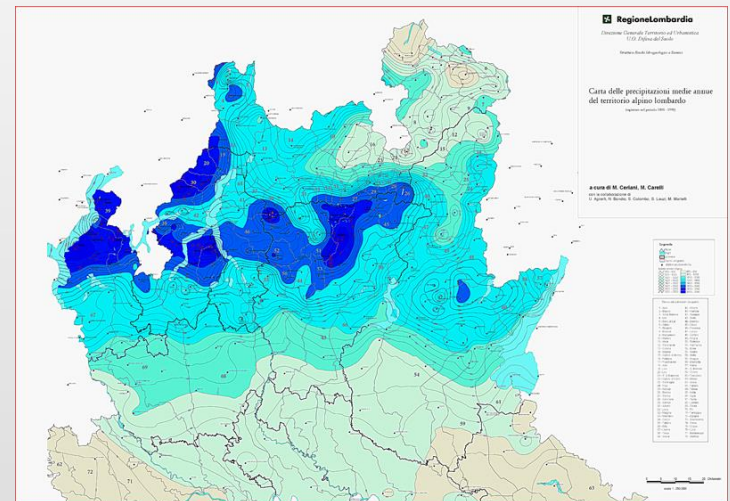
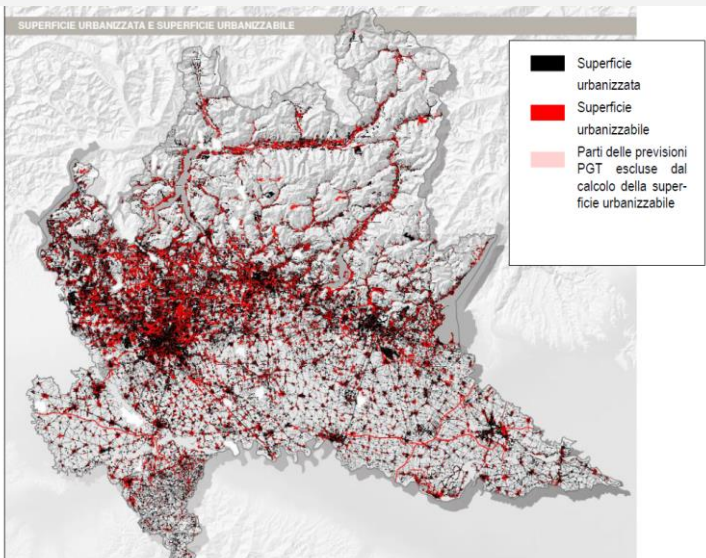
**Scene sempre
più frequenti...**

Quali sono le cause?



Quali sono le cause?

- Consumo di suolo
- Precipitazioni



Consumo di suolo (ed impermeabilizzazione)

anno	suolo consumato [km ²]	incremento annuale [ha]
2012	3.068	
2015	3.088	+661.88*
2016	3.094	+636.24
2017	3.100	+553.24
2018	3.106	+633.03
2019	3.112	+642.08



* Media sui tre anni

- **Province:**
 - Brescia (+184 ha), Bergamo (+85 ha) e Mantova (+84 ha)
 - Lecco, Sondrio e Lodi -> province più «virtuose» <15 ha)
- **835/1509** -> comuni ad incremento zero nel 2018
- **56/1509** -> comuni con consumo di suolo >50% del territorio
Lissone (MB) 71%, Sesto San Giovanni (MI) 69%, Lallio (BG) 67%

Fonte: Munafò, M., 2020. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.
Edizione 2020. Report SNPA 15/2020.

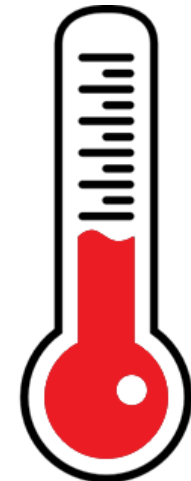


CAMBIAMENTO CLIMATICO: IN LOMBARDIA, OLTRE UN SECOLO DI DATI DALL'OSSERVATORIO MILANO BRERA

14 mar 2019

– Il trend delle temperature

«Dal 1901, i valori mostrano un incremento della **temperatura media annuale** di circa **2.2°C dal 1901**: un aumento non costante ma con alcune differenze. Infatti, mediamente si evidenzia un incremento di circa **0.3°C/decennio**, ma - se si considerano gli anni successivi al 1961 - si osserva un aumento fino a **0.4°C/decennio**. Questo incremento, evidenziato su base stagionale è maggiore in inverno sugli estremi massimi (**+0.5°C/decennio**) e in estate sugli estremi minimi (**+0.5°C/decennio**).»



CAMBIAMENTO CLIMATICO: IN LOMBARDIA, OLTRE UN SECOLO DI DATI DALL'OSSERVATORIO MILANO BRERA

– Il trend delle precipitazioni

«Molto più complessa la valutazione sul **trend delle precipitazioni**. Analizzando i dati di precipitazione cumulata annale si nota, sempre a partire dal 1900, una **lieve diminuzione**. Un segnale poco evidente che trova riscontro soprattutto osservando i valori cumulati nella sola stagione estiva. A sostegno di questo dato, che numericamente può essere espresso nell'ordine dei **-12 mm/ decennio**, si osserva che, a partire dal 1951, il **massimo numero di giorni consecutivi senza precipitazioni** in estate è raddoppiato con maggiore frequenza dopo il 1990.»



Come «mitigare» questo problema?



Un «nuovo» regolamento regionale

- «Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato»
 - secondo la legge regionale n.31 del 28 novembre 2014, integrata e completata con la legge regionale n.18 del 26 novembre 2019



Un «nuovo» regolamento regionale

- «Il drenaggio urbano sostenibile e il principio dell'invarianza idraulico-idrologica»
 - secondo la legge regionale n.4 del 15 marzo 2016 e il Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017

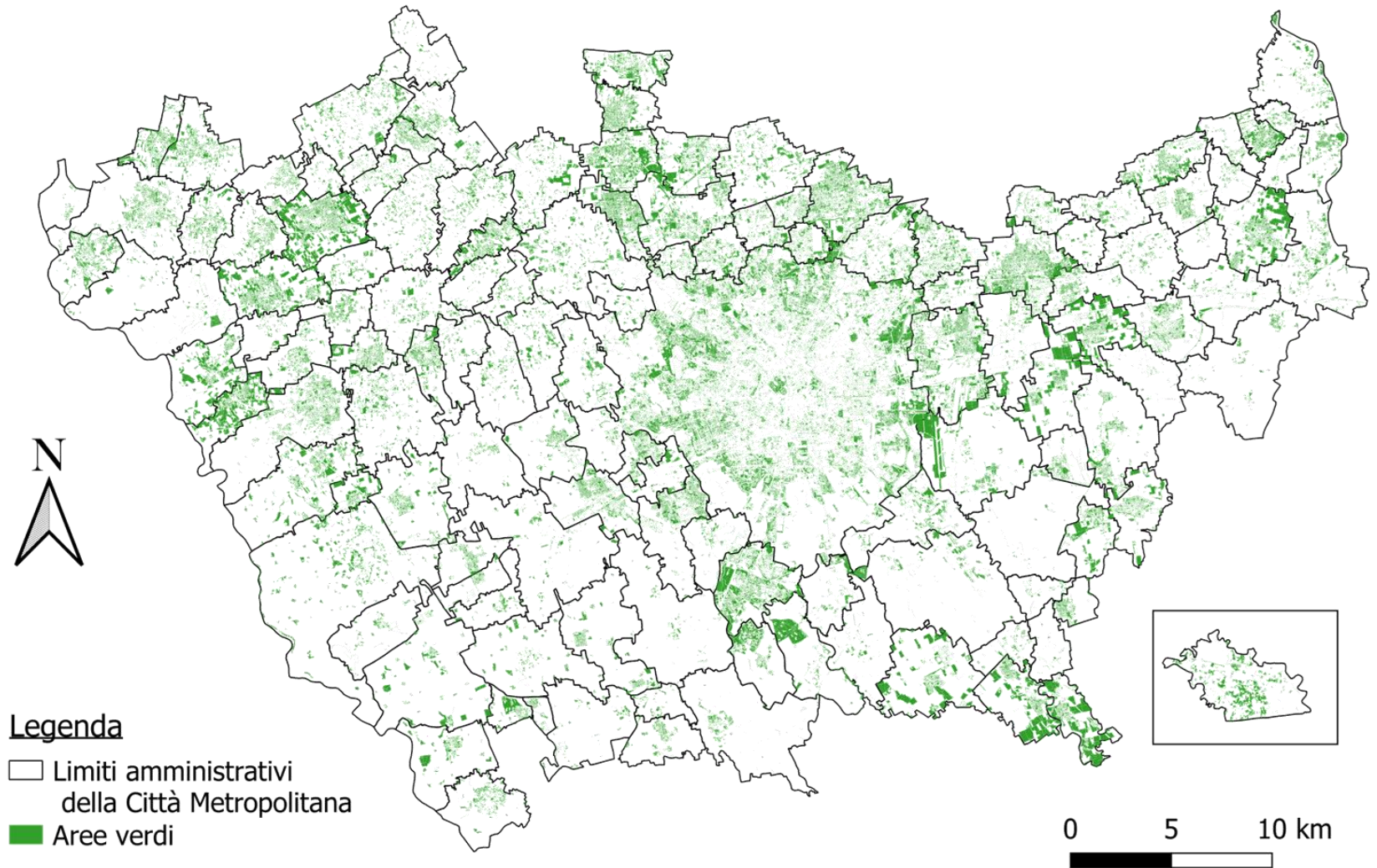
Autori: Daniele Masseroni, Federico Massara, Claudio Gandolfi, Gian Battista Bischetti
con la collaborazione di CAP Holding spa

MANUALE SULLE BUONE PRATICHE DI UTILIZZO DEI SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE



<https://smartgreen.unimi.it/pubblicazioni/>

Efficientamento delle aree verdi urbane



- **176km²/1577km²** nella Città Metropolitana di Milano (censimento 2018)
- **1.4 milioni di alberi** (censimento 2012)



Alberi ... Alberature...



- **480mila** alberi nel comune di Milano
(censimento 2018)

© 2020 Google



...che aumenteranno con il progetto «ForestaMI»

Come «possono aiutarci» le piante?



Intercettazione della precipitazione

- Definizione

L'intercettazione è il processo di riduzione della precipitazione che raggiunge il suolo causato dalla trattenuta dell'apparato fogliare della vegetazione arborea, arbustiva ed erbacea, e della lettiera, se presente.

- Quantificazione

Nonostante sia un processo sotto gli occhi di tutti, è molto complesso e difficile



[Kobjeglava 60, Stanjel 6222
Slovenia]

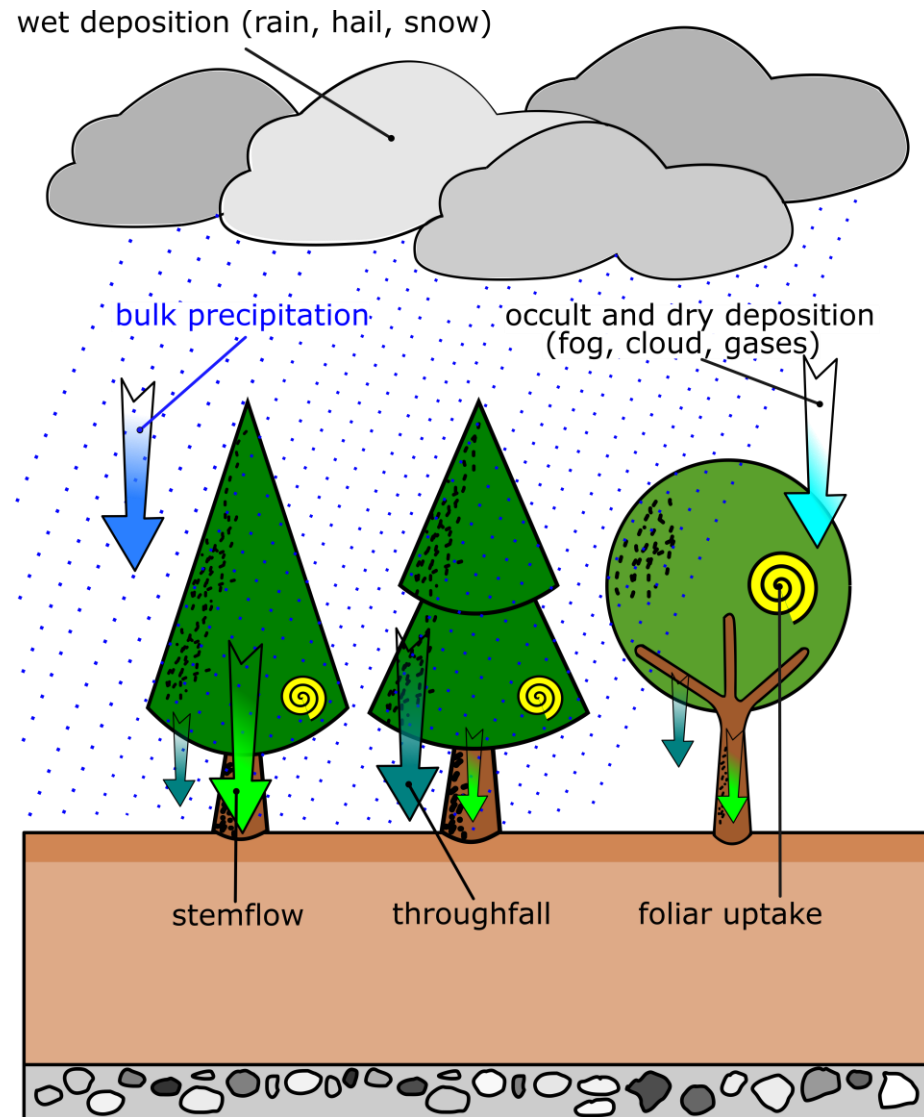
La partizione della precipitazione

- **Throughfall**

La quota parte della precipitazione che attraversa la chioma dell'albero e raggiunge il suolo.

- **Stemflow**

La quota parte della precipitazione che scorre lungo i rami e il tronco dell'albero e raggiunge il suolo.



[Cislaghi, 2018]

Fattori che regolano l'intercettazione

- Caratteristiche dell'albero: Dimensione, Età e Specie

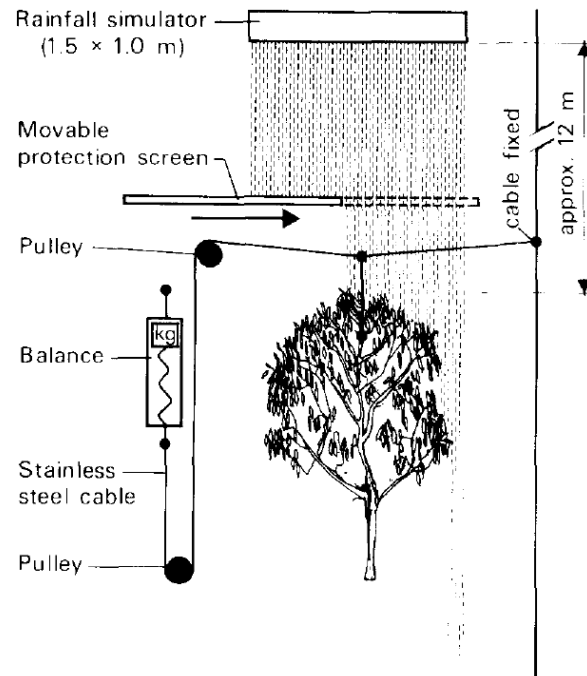


TABLE II

List of interception storages and area parameters of eight selected trees

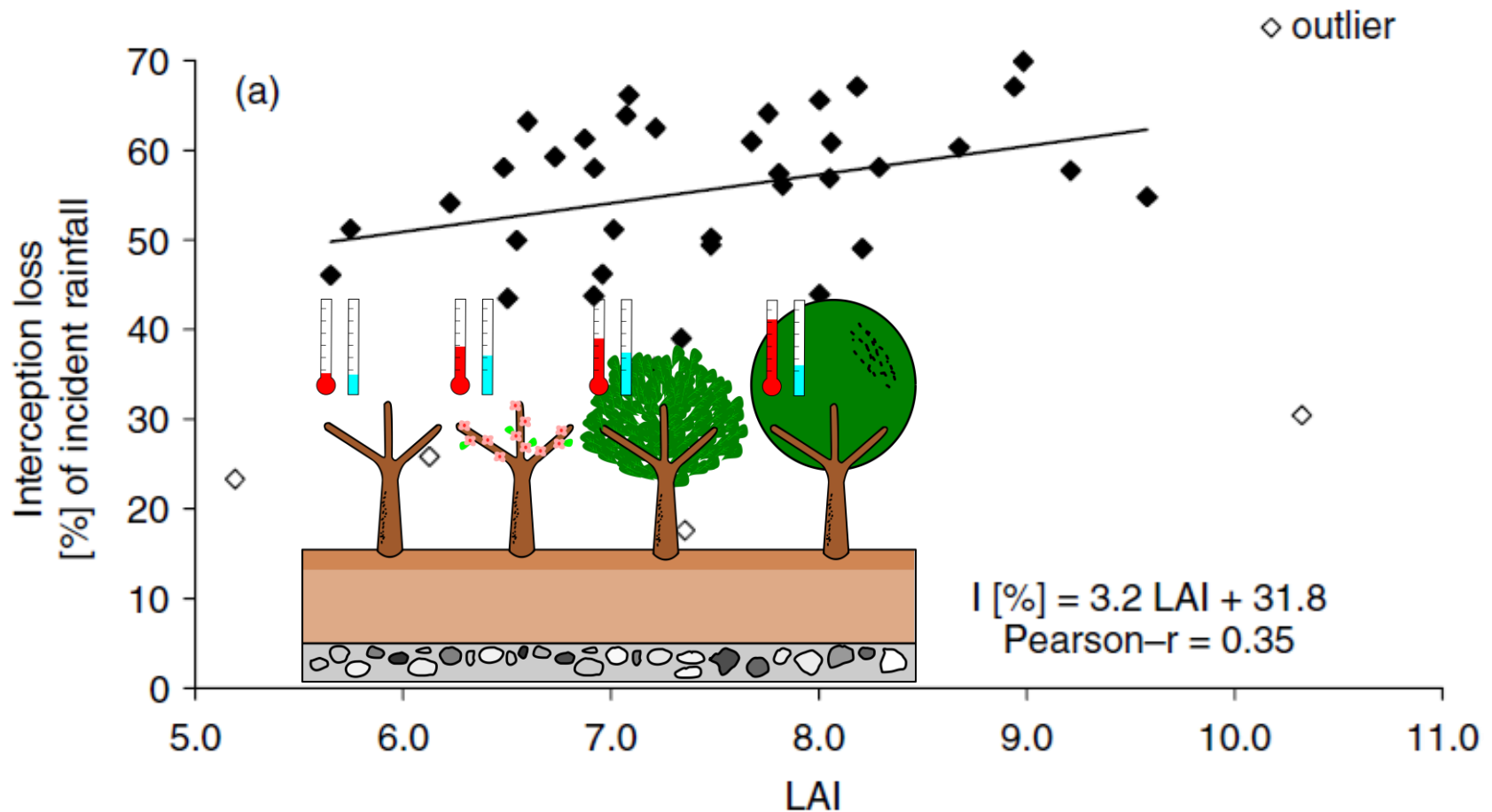
Species	S (kg)	LA (m ²)	GP (m ²)	LAI	Interception storage, S/GP (mm)
1 <i>E. viminalis</i>	0.221	4.98	1.21	4.1	0.2
2 <i>E. maculata</i>	0.362	10.69	0.80	13.4	0.5
3 <i>E. dives</i>	0.280	4.04	0.98	4.1	0.3
4 <i>Acacia longifolia</i>	0.382	5.02	0.66	7.6	0.6
5 <i>E. mannifera</i> subsp. <i>maculosa</i>	0.362	4.16	1.43	2.9	0.3
6 <i>Pinus radiata</i>	0.780	9.84	0.75	13.1	1.0
7 <i>E. cinerea</i>	0.523	4.76	1.32	3.6	0.4
8 <i>E. pauciflora</i>	0.660	3.58	0.86	4.2	0.8

Fig. 1. Schematic of weighing setup under the rainfall simulator.

[Aston, 1979]

Fattori che regolano l'intercettazione

- Stato vegetativo della pianta:
Biomassa fogliare (Indice di Area Fogliare o Leaf Area Index)

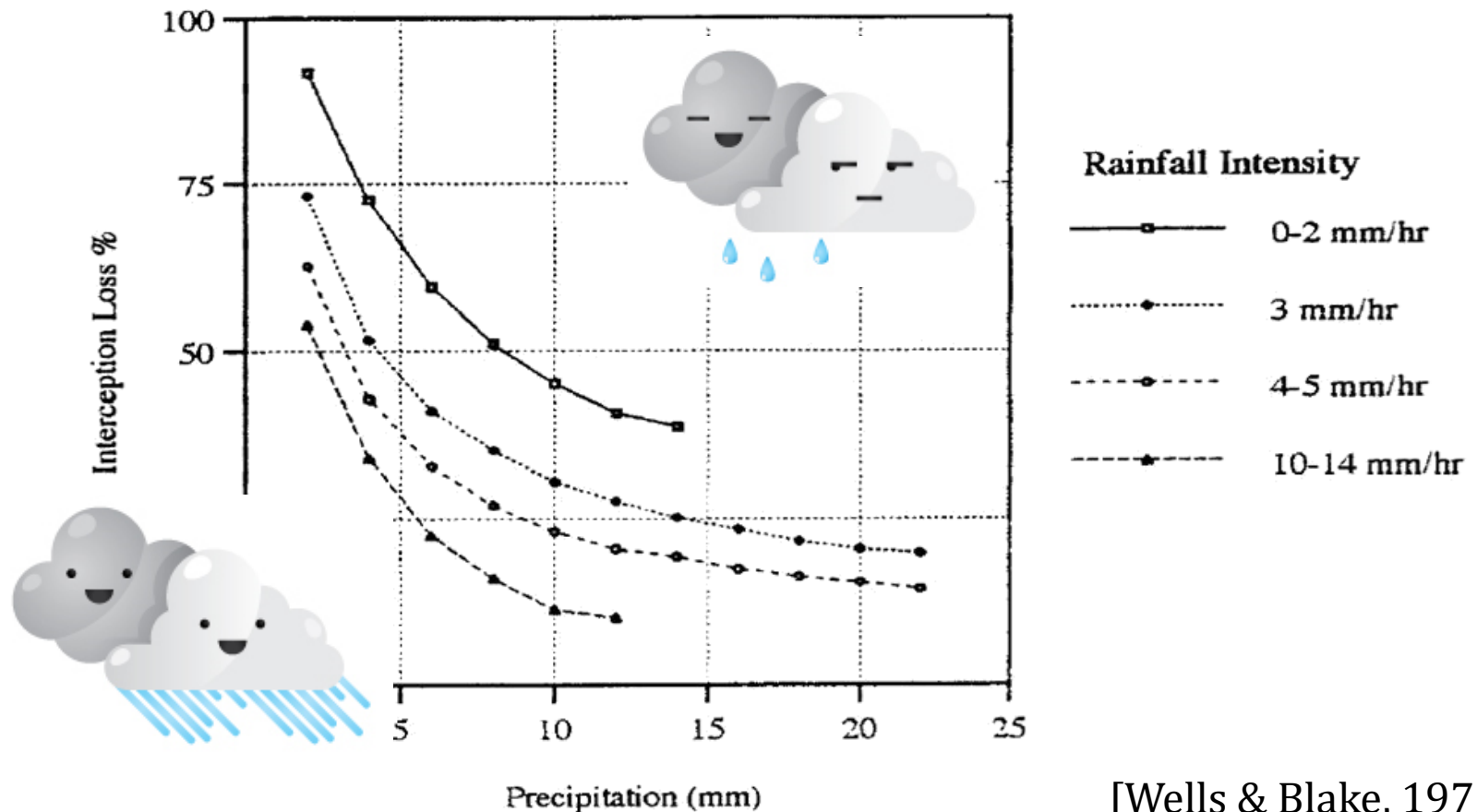


[Fleischbein et al., 2005]

Fattori che regolano l'intercettazione

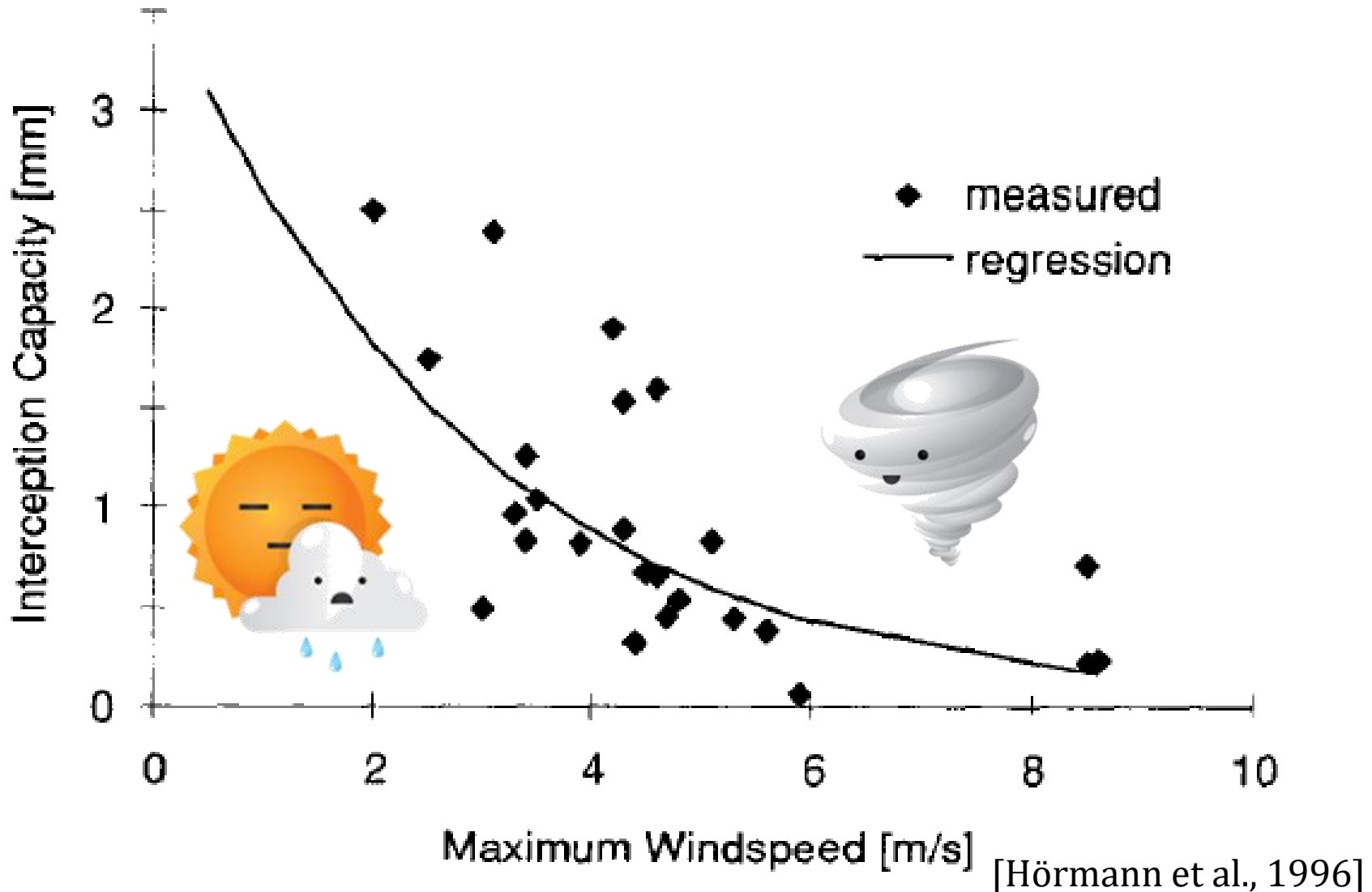
- Caratteristiche precipitazione

- Intensità di precipitazione
- Altezza di precipitazione cumulata
- Forma dello ietogramma



Fattori che regolano l'intercettazione

- Varianti meteorologiche: Velocità del vento



Quanta precipitazione può trattenere un albero?



Precipitazione sotto-chioma in bosco

[Shin'ichi et al, 2017]



[Zuecco, 2016]

[Coenders-Gerrits
2010]

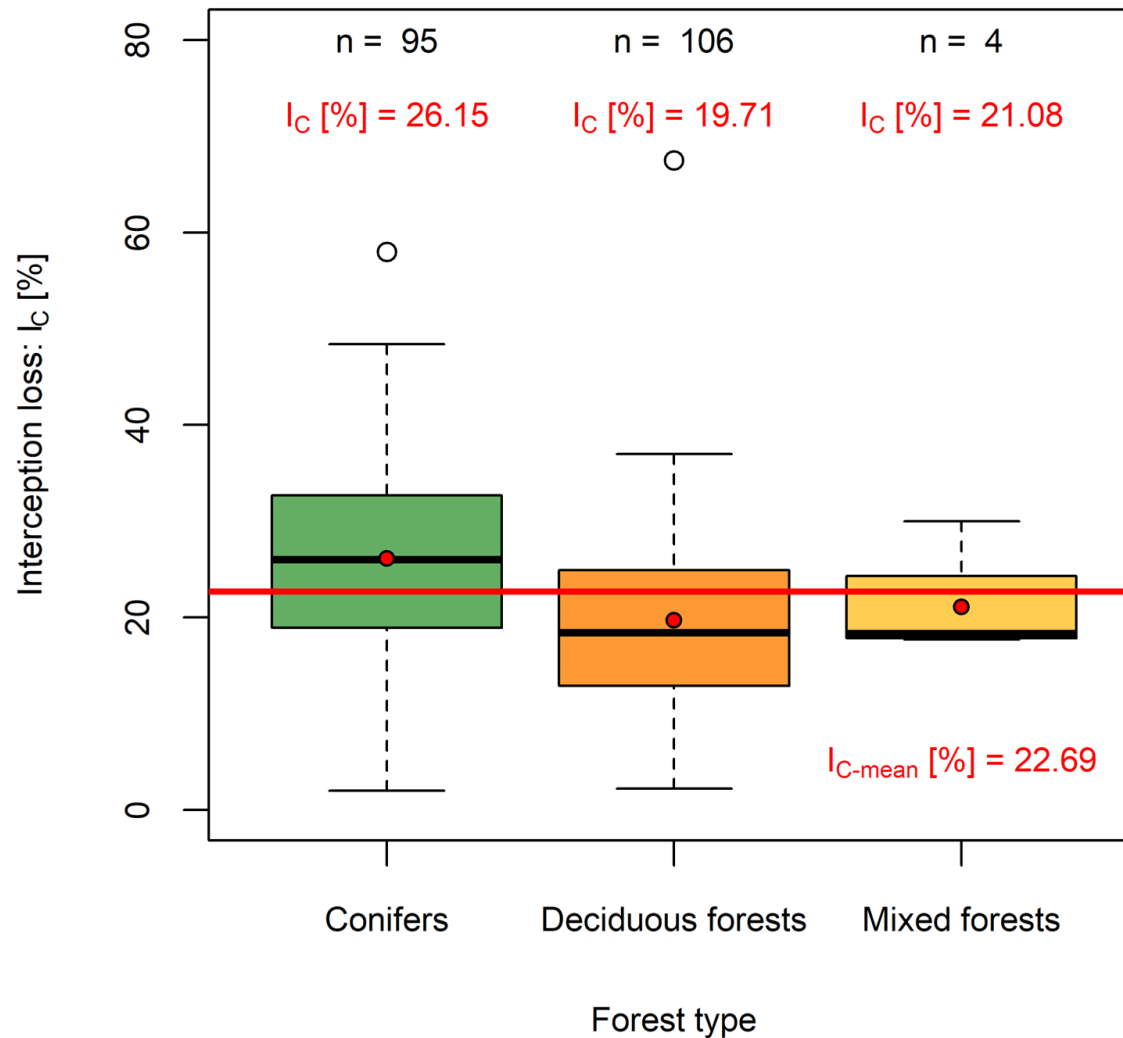


[Lazerjan, 2012]

[Zlindra et al., 2011]



Precipitazione sotto-chioma in bosco



* Osservazioni in Europa

Studi analizzati
n~200

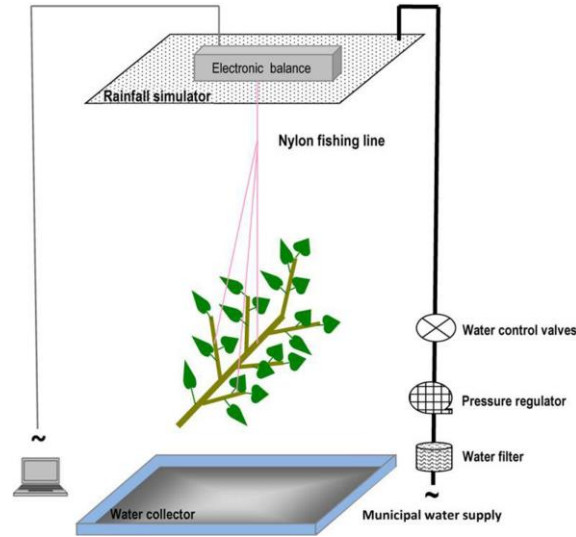
- I_c = 15-25% per le latifoglie
- I_c = 20-30% per le conifere

[Cislaghi, 2018]

Precipitazione sotto-chioma in città (?)

$I_c = \sim 15\%$

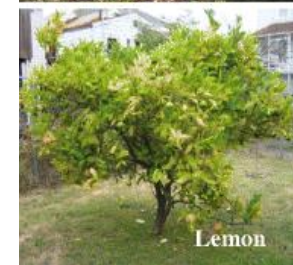
Studi analizzati (n ~ 10)



[Xiao & McPherson, 2016]



[Nytych et al., 2019]

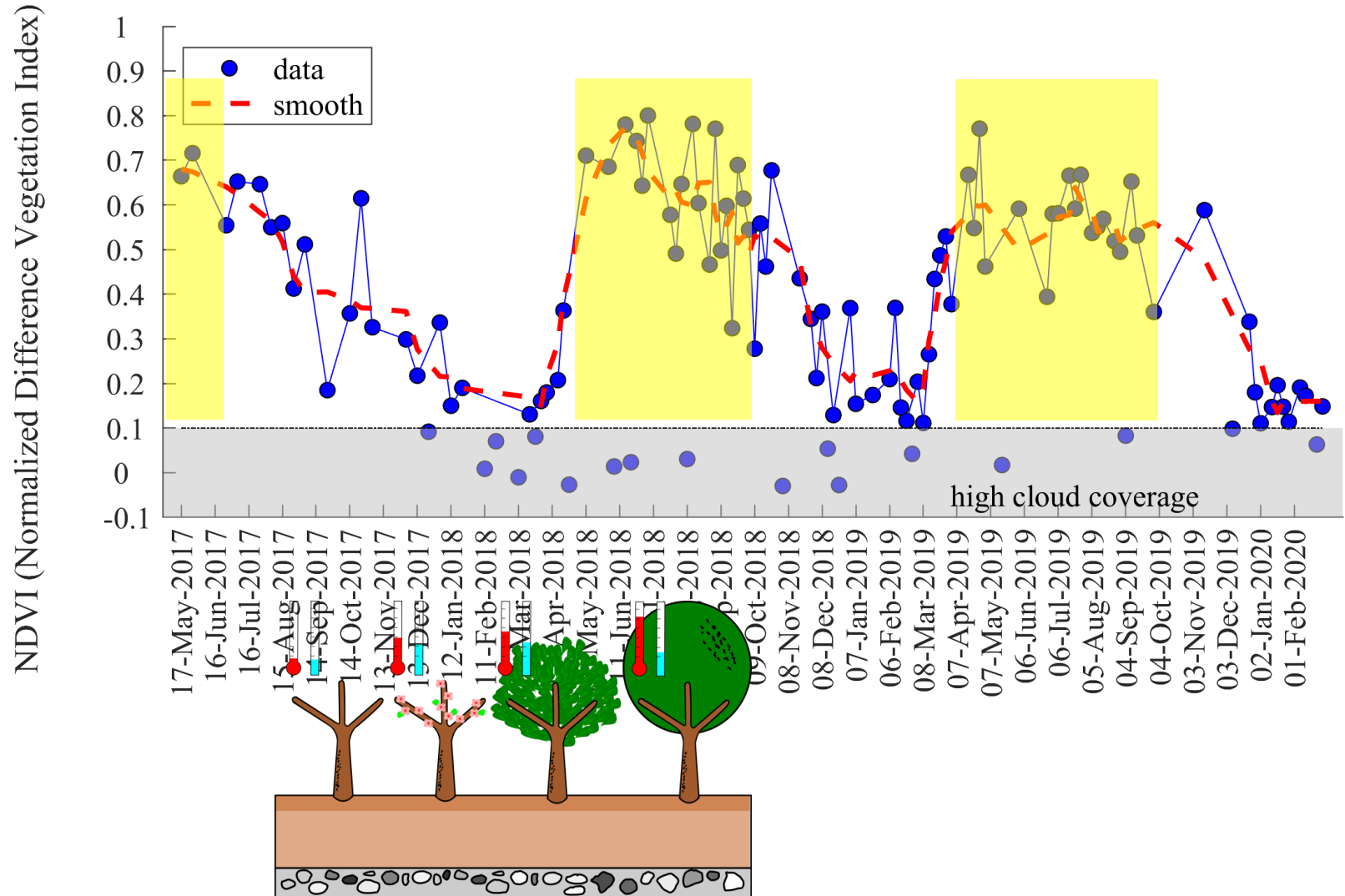


[Xiao & McPherson, 2011]

[Rahman et al., 2019]

Precipitazione sotto-chioma in città (?)

- $I_c \sim 15\%$ per le latifoglie



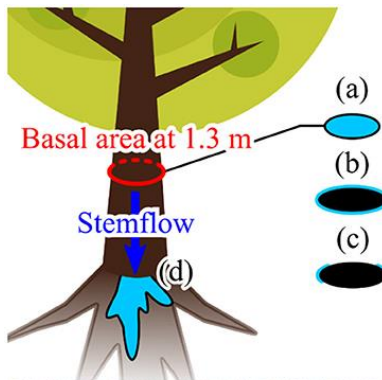
Altri vantaggi?



Convogliamento del deflusso

- «Funelling ratio»:

Incanalare il deflusso verso la base del tronco



What we know
about stemflow's
infiltration area



[Van Stan II & Allen, 2020]



FIGURA 2: A) PARTERRE UTILIZZATO IMPROPRIAMENTE COME PARCHEGGIO; B) PARTERRE NON RIQUALIFICATO; C) PARTERRE RIQUALIFICATO.

- **Data di riqualificazione**
- **Tessitura**
- **Conducibilità
idraulica superficiale**
- **Livello di compattazione**



FIGURA 4. UTILIZZO DEGLI INFILTROMETRI A DEPRESSIONE MINIDISK DURANTE LA MISURA DELLA CONDUCIBILITÀ IDRAULICA INSATURA.

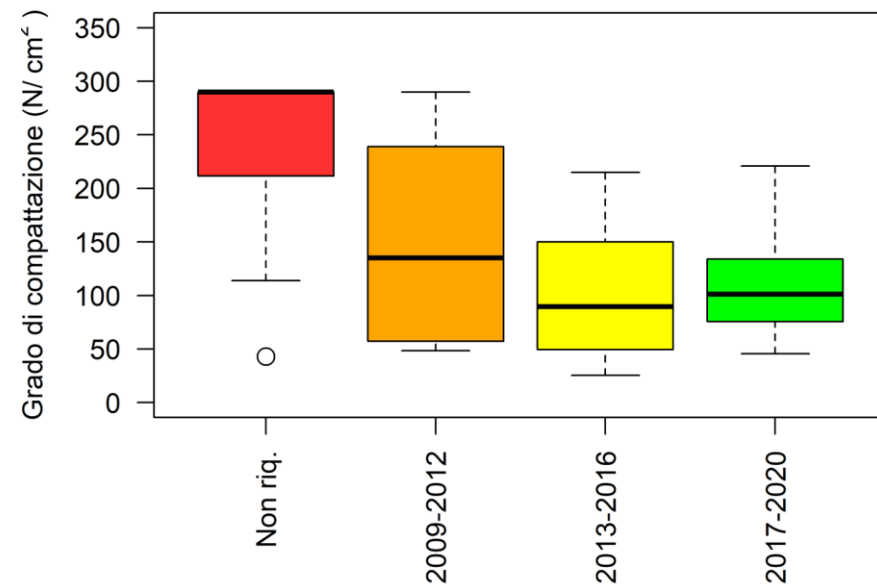
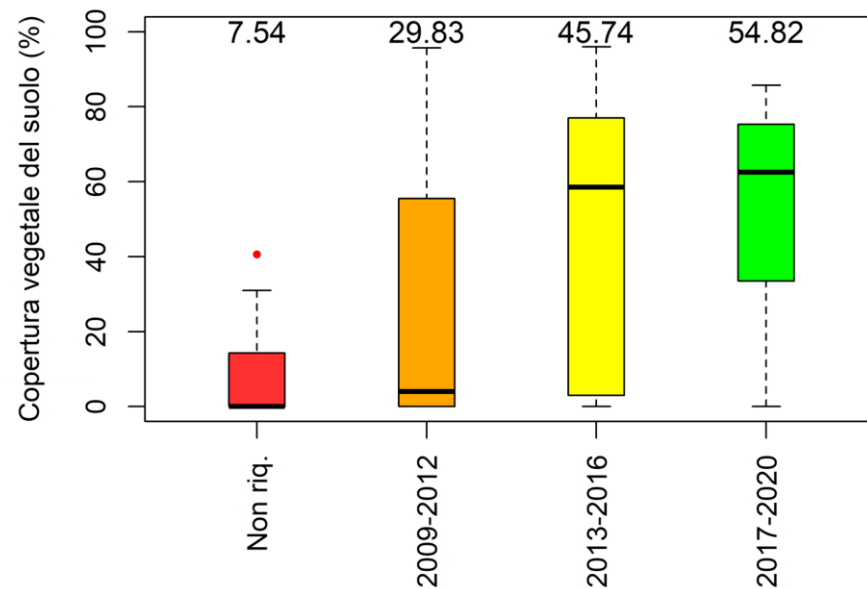
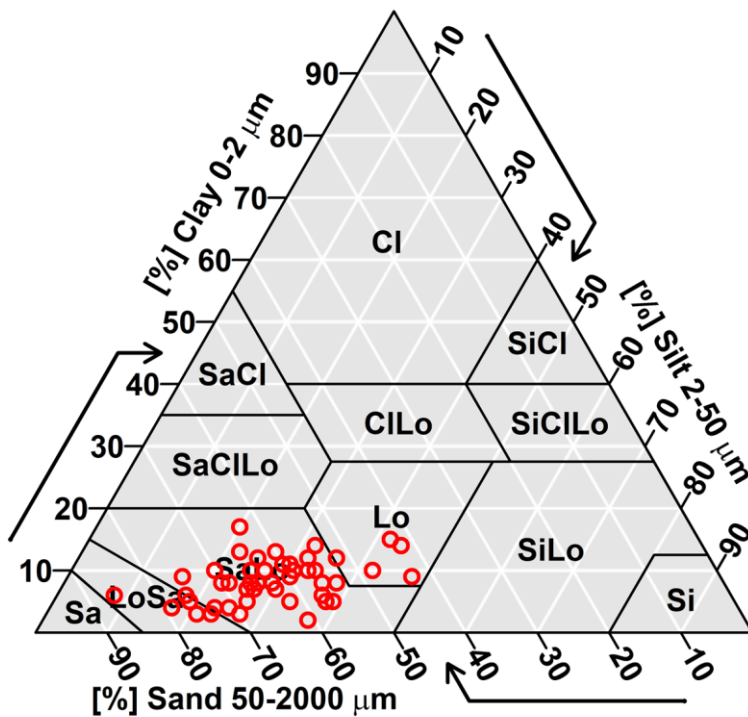
[Galli, 2020]

Studio sui parterre

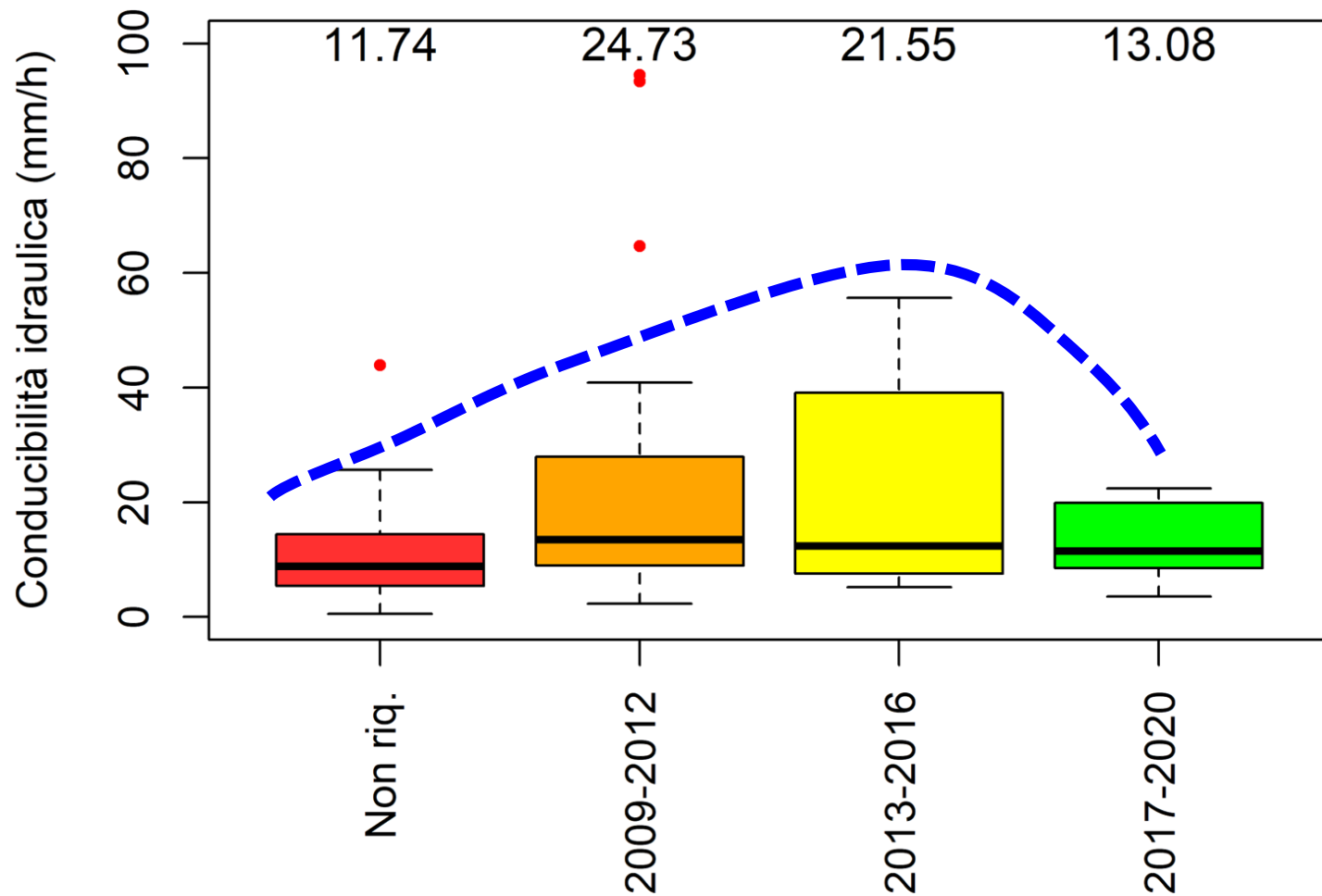
n=64

• Tessitura

- ✓ Franca
- ✓ Franco-sabbiosa
- ✓ Sabbia



Studio sui parterre



- È possibile programmare le “riqualificazioni” in termini di efficienza idrologico-idraulica

Conclusioni



Conclusioni

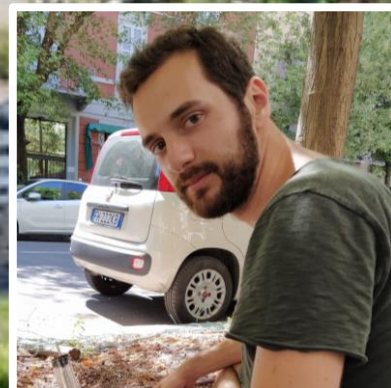
- In ambito urbano, bisogna rendere le infrastrutture verdi urbane esistenti più efficienti ed efficaci da un punto di vista idrologico-idraulico, attraverso una strategia e una programmazione della manutenzione del verde.
- Sfruttare a questo scopo gli alberi: le piante sono in grado di trattenere fino al 15% di un volume di pioggia e possono incanalare parte di questo volume alla loro base.
- Garantire che alla base degli alberi sia disponibile una capacità di infiltrazione sufficiente ad accogliere il regolare deflusso della precipitazione che scorre lungo il tronco.
- Selezionare le specie di alberi con più ramificazioni (anche se necessitano maggiore cura) e con corteccia ruvida.
- Tutto ciò richiede la «multidisciplinarietà» cioè di mettere insieme professionisti e competenze diverse (idrologia del suolo, idraulica urbana, arboricoltura e selvicoltura) e affrontare questa problematica a più ampio respiro.



alessio.cislighi@unimi.it



daniele.masseroni@unimi.it



andrea.galli1@unimi.it

GRAZIE DELL'ATTENZIONE!