



**Interreg**



**MARITTIMO-IT FR-MARITIME**

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



# INFRASTRUTTURE VERDI

**PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI**

Strategie e indicazioni progettuali per la gestione sostenibile delle acque meteoriche urbane nell'area mediterranea nord-occidentale

# INFRASTRUCTURES ÉCOLOGIQUES

**POUR L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

Stratégies et indications de projets pour la gestion durable des eaux pluviales urbaines dans le nord-ouest du bassin méditerranéen



Città Metropolitana  
di Genova



Università degli Studi di Genova  
Dipartimento Architettura e Design  
Scuola Politecnica

La cooperazione al cuore del Mediterraneo  
La coopération au coeur de la Méditerranée

# **INFRASTRUTTURE VERDI**

## **PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI**

**Strategie e indicazioni progettuali per la gestione sostenibile delle  
acque meteoriche urbane nell'area mediterranea nord-occidentale**

---

# **INFRASTRUCTURES ÉCOLOGIQUES**

## **POUR L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES**

**Stratégies et indications de projets pour la gestion durable des  
eaux pluviales urbaines dans le nord-ouest du bassin méditerranée**

---

---

La presente pubblicazione è stata elaborata grazie ad una ricerca svolta presso il Dipartimento Architettura e Design – Università degli Studi di Genova nell’ambito del progetto Interreg Marittimo - Italia Francia PROTERINA-3Èvolution.

Cette publication a été élaborée grâce à une recherche réalisée par la Faculté d’Architecture et de Design de l’Université de Gênes dans le cadre du programme Interreg Italie France Maritime PROTERINA-3Èvolution.

**Edito da**

ModusOperandi Editore

© Città Metropolitana di Genova e Università degli Studi di Genova – Dipartimento Architettura e Design – Scuola Politecnica

*Finito di stampare nel mese di febbraio 2020*

ISBN 9788898102075

**Indice**

<b>Premessa Città Metropolitana di Genova</b>	<b>7</b>
<b>Introduzione</b>	<b>9</b>
<b>1. Cambiamento climatico e ambiente urbano</b>	<b>11</b>
1.1 Cambiamento climatico e squilibri nelle aree urbane <i>Katia Perini</i>	12
1.2 Acque meteoriche e relative criticità in ambito urbano <i>Paola Sabbion</i>	21
1.3 Caratteristiche meteorologiche del Territorio Marittimo <i>Adriano Magliocco</i>	25
<b>2. Infrastrutture verdi</b>	<b>35</b>
2.1 Infrastrutture verdi: benefici e servizi ecosistemici <i>Katia Perini</i>	36
2.2 Politiche comunitarie ed esempi internazionali e nazionali di linee guida <i>Paola Sabbion</i>	43
2.3 Componenti di controllo e treatment train <i>Katia Perini</i>	53
2.4 Sistemi e componenti per la gestione delle acque meteoriche in ambiente urbano <i>Katia Perini, Paola Sabbion</i>	57
2.5 La vegetazione per le infrastrutture verdi <i>Paola Sabbion</i>	65

**Index**

<b>Prémisse Ville métropolitaine de Gênes</b>	<b>7</b>
<b>Introduction</b>	<b>9</b>
<b>1. Changement climatique et environnement urbain</b>	<b>11</b>
1.1 Changement climatique et déséquilibres dans les zones urbaines <i>Katia Perini</i>	12
1.2 L'eau de pluie et ses aspects critiques en milieu urbain <i>Paola Sabbion</i>	21
1.3 Caractéristiques météorologiques du Territoire Maritime <i>Adriano Magliocco</i>	25
<b>2. Infrastructures vertes</b>	<b>35</b>
2.1 Infrastructures vertes: avantages et services écosystémiques <i>Katia Perini</i>	36
2.2 Politiques communautaires et exemples internationaux et nationaux de lignes directrices <i>Paola Sabbion</i>	43
2.3 Éléments de contrôle treatment train <i>Katia Perini</i>	53
2.4 Systèmes et éléments de gestion des eaux pluviales en milieu urbain <i>Katia Perini, Paola Sabbion</i>	57
2.5 La végétation pour les infrastructures écologiques <i>Paola Sabbion</i>	65

<b>3. Schede per la progettazione di sistemi per la gestione delle acque meteoriche</b>	<b>79</b>	<b>3. Conseils pour la conception de systèmes de gestion des eaux pluviales</b>	<b>79</b>
3.1 Premessa	80	3.1 Introduction	80
<i>Adriano Magliocco</i>		<i>Adriano Magliocco</i>	
<b>3.2 Rain garden</b>	<b>84</b>	<b>3.2 Rain garden</b>	<b>91</b>
<i>Paola Sabbion</i>		<i>Paola Sabbion</i>	
<b>3.3 Infiltration basin</b>	<b>98</b>	<b>3.3 Infiltration basin</b>	<b>107</b>
<i>Katia Perini</i>		<i>Katia Perini</i>	
<b>3.4 Vegetative swale</b>	<b>116</b>	<b>3.4 Vegetative swale</b>	<b>124</b>
<i>Paola Sabbion</i>		<i>Paola Sabbion</i>	
<b>3.5 Green roof</b>	<b>132</b>	<b>3.5 Green roof</b>	<b>140</b>
<i>Katia Perini</i>		<i>Katia Perini</i>	
<b>4. Un caso studio: il rain garden di Campomorone, Genova</b>	<b>149</b>	<b>4. Un cas d'étude: le rain garden de Campomorone, Gênes</b>	<b>149</b>
4.1 Descrizione dell'intervento	150	4.1 Description de l'intervention	150
<i>Adriano Magliocco</i>		<i>Adriano Magliocco</i>	
4.2 Le specie vegetali	156	4.2 Les espèces végétales	156
<i>Paola Sabbion</i>		<i>Paola Sabbion</i>	
4.3 Monitorare le prestazioni del sistema	164	4.3 Suivi des performances du système	164
<i>Katia Perini</i>		<i>Katia Perini</i>	



# 4

**Un caso studio:  
il rain garden  
di Campomorone, Genova**  
**Un cas d'étude:  
le rain garden  
de Campomorone, Gênes**



### NOME / NOM: *Spartina bakeri*



**Origine:** coste dell'Oceano Atlantico di Europa occidentale e meridionale, Africa nord-occidentale e meridionale, coste del Nord America e Sud America, particolarmente Florida, dell'entroterra delle Americhe. **Descrizione:** Pianta erbacea cespitosa, raggiunge un'altezza di massima di 120 cm circa. Queste piante sono caratterizzate da una crescita rapida e si possono trovare sia in paludi salate costiere che in ambienti paludosi interni di acqua dolce.

**Origine:** Côtes atlantiques de l'Europe de l'Ouest et du Sud, Afrique du Nord-Ouest et du Sud, côtes de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, en particulier la Floride, arrière-pays des Amériques. **Description:** Plante herbacée cespiteuse, atteint une hauteur maximale de 120 cm. Ces plantes se caractérisent par une croissance rapide et se trouvent aussi bien dans les marais salés côtiers que dans les marais intérieurs d'eau douce.

### NOME / NOM: *Tripsacum floridanum*



**Origine:** zone umide e assolate dal nord America orientale fino alla Florida **Descrizione:** Erbacea cespitosa macroterma, raggiunge un'altezza di 90-120 cm. Il fogliame è grigio-verde e le piccole infiorescenze appaiono da metà estate. Vive ai margini di laghi e corsi d'acqua in terreni spesso allagati ma ciò nonostante tollera bene la siccità e preferisce esposizione al sole o ombra parziale.

**Origine:** zones humides et ensoleillées de l'est de l'Amérique du Nord jusqu'en Floride. **Description:** Plante herbacée cespiteuse macrotherme, atteint une hauteur de 90-120 cm. Le feuillage est gris-vert et les petites inflorescences apparaissent dès le milieu de l'été. Elle vit au bord des lacs et des cours d'eau dans des sols souvent inondés mais tolère néanmoins bien la sécheresse et préfère l'exposition au soleil ou l'ombre partielle.

## 4.3 Monitorare le prestazioni del sistema

Katia Perini

Rain garden, come anche altri tipi di infrastrutture verdi, sono utilizzati con successo in diverse zone di nord Europa, Stati Uniti e Australia. In area Mediterranea tali sistemi sono scarsamente diffusi e, pertanto, risulta di grande importanza valutare le prestazioni ottenibili in funzione delle condizioni climatiche e dal regime delle piogge e la capacità di adattamento delle specie vegetali. Infatti, questi sistemi permettono il trattamento delle acque piovane, la rimozione di sedimenti fini, metalli pesanti, fosforo, azoto, idrocarburi, batteri e sostanze organiche attraverso la filtrazione, sedimentazione,

## 4.3 Suivi des performances du système

Katia Perini

Les rain gardens, tout comme d'autres types d'infrastructures vertes, sont utilisés avec succès dans plusieurs régions d'Europe du Nord, aux États-Unis et en Australie. Dans la zone méditerranéenne, ces systèmes sont peu utilisés et il est donc très important d'évaluer les performances qui peuvent être obtenues en fonction des conditions climatiques, du régime pluviométrique et de la capacité d'adaptation des espèces végétales. En effet, ces systèmes permettent le traitement des eaux pluviales, l'élimination de sédiments fins, de métaux lourds, du phosphore, de l'azote, des hydrocarbures, de bactéries et de substances organiques par

grazie ai processi biologici delle piante (infiltrazione ed evapotraspirazione).

Come brevemente descritto nel capitolo 4.1, il rain garden Proterina è stato progettato per permettere il monitoraggio delle prestazioni in termini qualitativi e quantitativi, cioè per valutare la capacità di riduzione dello scorrimento superficiale dell'acqua meteorica e la rimozione di inquinanti, filtrata da specie vegetali, dal substrato e dal materiale drenante (figura 4.13).

Il progetto pilota è oggetto delle seguenti attività di monitoraggio:

- prestazioni del sistema in termini di riduzione dello scorrimento superficiale;
- prestazioni del sistema in termini di miglioramento della qualità dell'acqua in relazione alle condizioni atmosferiche;
- efficacia e capacità di adattamento delle specie vegetali.

Il monitoraggio quantitativo per la riduzione dello scorrimento superficiale è svolto in continuo grazie ad una elettrovalvola che misura la quantità di acqua in uscita dal sistema. Come descritto nel capitolo precedente, il rain garden tratta l'acqua meteorica incidente sulla sua superficie e l'acqua proveniente dalla superficie di raccolta adiacente (copertura del parcheggio antistante, figura 4.14). Nel caso di eventi atmosferici di ridotta entità, l'acqua viene trattenuta dal terreno ed evapora anche grazie ai processi di evapotraspirazione delle piante. Nel caso di eventi atmosferici intensi l'acqua verrà temporaneamente raccolta grazie alla leggera depressione che caratterizza il rain garden (fino al raggiungimento del overflow, Figura 4.13) e lentamente raggiungerà, attraverso un tubo poroso, il pozzetto dotato di elettrovalvola. I dati verranno registrati per un anno e permetteranno di quantificare, in funzione delle caratteristiche dei diversi eventi atmosferici (mm/ora), la capacità di riduzione dello scorrimento superficiale del sistema.

filtration, et/ou sédimentation, grâce aux processus biologiques des plantes (infiltration et évapotranspiration).

Comme décrit brièvement au chapitre 4.1, le rain garden Proterina a été conçu pour permettre le suivi des performances en termes qualitatifs et quantitatifs, c'est-à-dire pour évaluer la capacité à réduire l'écoulement superficiel des eaux pluviales et l'élimination des polluants, par filtration des espèces végétales, du substrat et du matériau drainant (Figure 4.13).

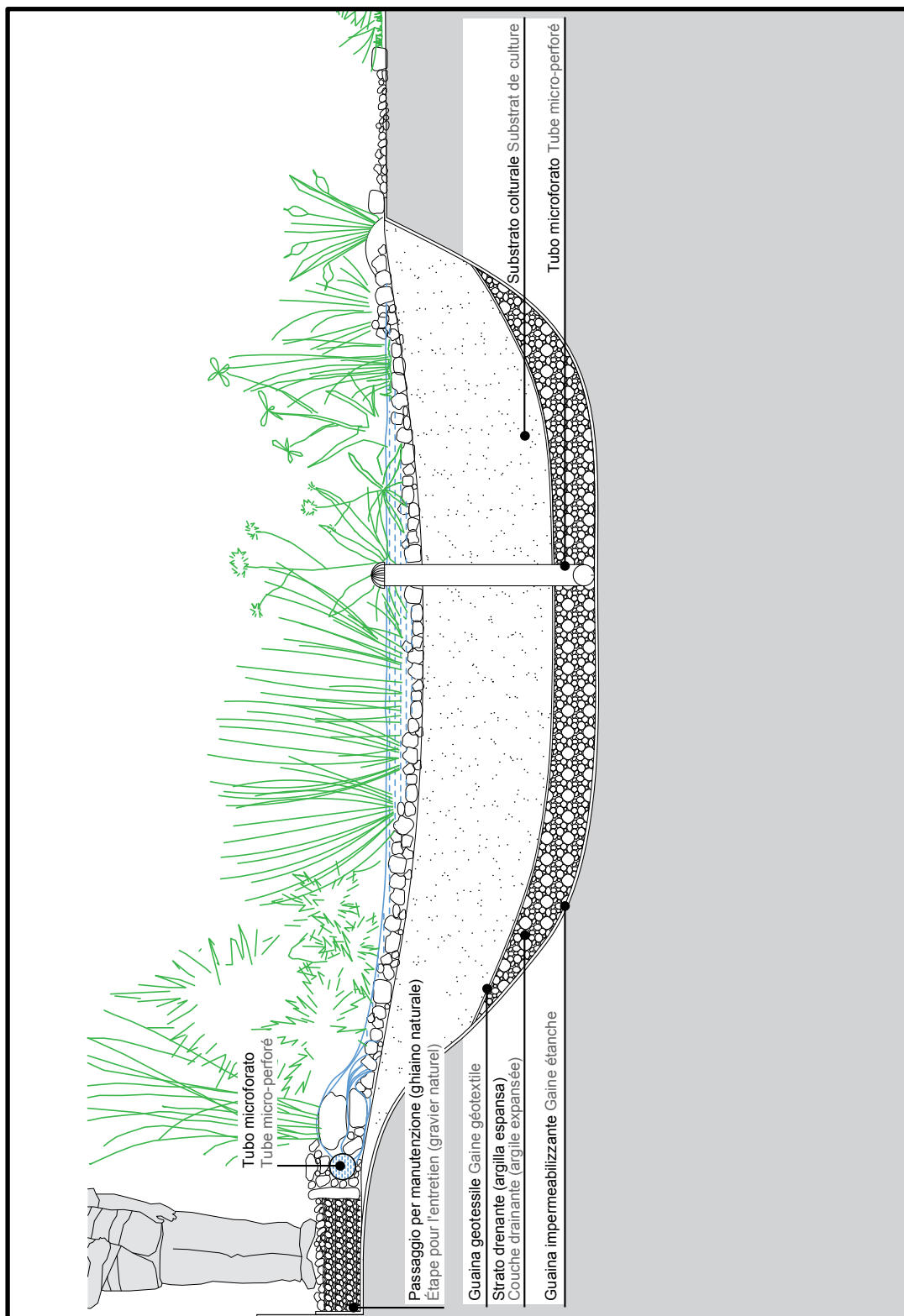
Ce projet pilote fait l'objet des activités de suivi indiquées ci-après:

- les performances du système en termes de réduction de l'écoulement de surface;
- les performances du système en termes d'amélioration de la qualité de l'eau par rapport aux conditions atmosphériques;
- l'efficacité et l'adaptabilité des espèces végétales.

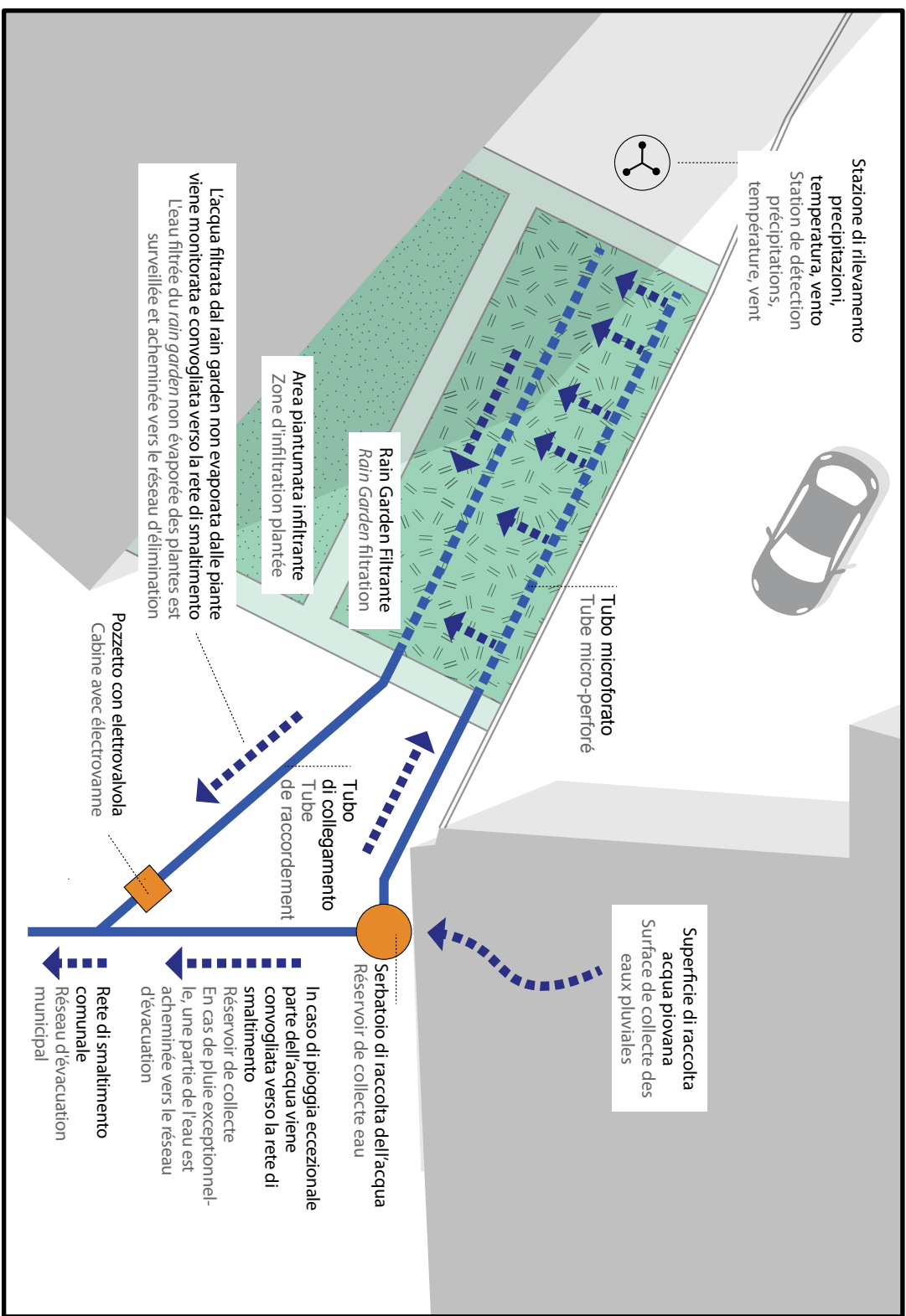
La surveillance quantitative de l'écoulement superficiel est effectuée en continu grâce à une électrovanne qui mesure la quantité en sortie du système. Comme décrit dans le chapitre précédent, le rain garden traite l'eau météorologique incidente à sa surface et l'eau provenant de la surface de collecte adjacente (couverture du parking en face, Figure 4.14). Dans le cas de petits événements atmosphériques, l'eau est retenue par le sol et s'évapore également grâce aux processus d'évapotranspiration des plantes. En cas d'événements atmosphériques intenses, l'eau sera recueillie temporairement grâce à la légère dépression qui caractérise le rain garden (jusqu'à ce que l'overflow soit atteint, Figure 4.13) et atteindra lentement, par un tuyau poreux, le puits équipé d'une électrovanne. Les données seront enregistrées pendant un an et permettront de quantifier, en fonction des caractéristiques des différents événements atmosphériques (mm/heure), la capacité à réduire l'écoulement superficiel du système.



4.13 - Sezione rain garden Section du rain garden



4.14 - Schema in pianta rain garden Schéma en plan du rain garden



Il monitoraggio riguardante la capacità di ridurre la concentrazione di inquinanti da parte del rain garden, tramite processi di filtrazione, infiltrazione, detenzione, etc. prevede le seguenti attività:

- analisi elementari per la determinazione della qualità dell'acqua in entrata e in uscita; nello specifico verranno determinati i seguenti parametri: pH, conducibilità elettrica, colore, azoto ammoniacale, solfati, cloruri, fluoruri, nitriti, nitrati, fosfati, calcio, magnesio, sodio, potassio, alluminio, ferro, manganese, rame;
- analisi chimiche mediante spettrofotometro portatile a raggi-X per la determinazione delle componenti elementari di suoli;
- Effettuazione di analisi chimiche mediante spettrofotometro portatile a raggi-X (FPEDXRF) per la determinazione delle componenti elementari di specie vegetali;
- campionamento, determinazione e monitoraggio delle specie vegetali.

Il monitoraggio permette di valutare il ruolo dei diversi componenti (strati del rain garden e specie vegetali) nella capacità di fitodepurazione del sistema di infrastruttura verde.

I dati ottenuti grazie all'attività di monitoraggio forniranno importanti indicazioni circa l'efficacia di piccole infrastrutture verdi, in particolare di rain garden, per il trattamento dell'acqua meteorica in un'area caratterizzata da una netta alternanza fra periodi di siccità (in particolare nei mesi estivi) e periodi molto piovosi (nei mesi di ottobre e novembre).

Le suivi concernant la capacité à réduire la concentration de polluants grâce au rain garden, aux processus de filtration, d'infiltration, de rétention, etc. prévoit les activités suivantes:

- analyses élémentaires pour déterminer la qualité de l'eau entrante et sortante; en particulier, les paramètres suivants seront déterminés: pH, conductivité électrique, couleur, azote ammoniacal, sulfates, chlorures, fluorures, nitrites, nitrates, phosphates, calcium, magnésium, sodium, potassium, aluminium, fer, manganèse, cuivre;
- analyses chimiques à l'aide d'un spectrophotomètre à rayons X portable pour identifier les composantes élémentaires des sols;
- analyses chimiques réalisées à l'aide d'un spectrophotomètre à rayons X portable (FPEDXRF) pour la détermination des composantes élémentaires des espèces végétales;
- échantillonnage, détermination et surveillance des espèces végétales.

Le suivi permet d'évaluer le rôle des différentes composantes (couches du rain garden e espèces végétales) dans la capacité de phytoépuration du système d'infrastructure verte.

Les données obtenues grâce à l'activité de suivi fourniront des indications importantes sur l'efficacité des petites infrastructures vertes, en particulier les rain gardens (jardins pluviaux), pour le traitement des eaux pluviales dans une zone caractérisée par une alternance claire entre les périodes de sécheresse (surtout en été) et les périodes très pluvieuses (en octobre et novembre).

## Riferimenti Références

- Abdrabo, M.A., Hassaan, M.A., 2015. An integrated framework for urban resilience to climate change – Case study: Sea level rise impacts on the Nile Delta coastal urban areas. *Urban Clim.* 14, Part 4, 554–565. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.09.005>
- Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, 2012. Impacts du changement climatique dans le domaine de l'eau sur les bassins Rhône-Méditerranée et Corse: Bilan des Connaissances.
- Agenzia europea dell'ambiente, 2015. L'ambiente in Europa: Stato e prospettive nel 2015 – Relazione di sintesi.
- Agrillo, G., Bonati, V., 2013. Atlante climatico della Liguria.
- Arpas, 2017. Annuario statistico ambientale della Sardegna anno 2017, Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna.
- Atlanta Regional Commission, 2014. Georgia Stormwater Management Manual [WWW Document]. URL <http://www.atlantaregional.com/environment/georgia-stormwater-manual> (accessed 6.6.16).
- Ballard, B.W., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., Shaffer, P., 2007. Site Handbook for the Construction of SUDS. CIRIA.
- Bellomo, A., 2003. Pareti verdi : linee guida alla progettazione / Antonella Bellomo. Es-selibri, Napoli.
- Benedict, M.A., McMahon, E.T., 2001. Green infrastructure: smart conservation for the 21st century.
- Benedict, M.A., McMahon, E.T., Conservation Fund, 2006. Green infrastructure: linking landscapes and communities. Island Press, Washington, DC.
- Benedict, M.A., McMahon, E.T., Fund, M.A.T.C., 2012. Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. Island Press.
- Bianchini, F., Hewage, K., 2012. Probabilistic social cost-benefit analysis for green roofs: A lifecycle approach. *Build. Environ.*
- Chaouche, K., Neppel, L., Dieulin, C., Pujol, N., Ladouche, B., Martin, E., Salas, D., Caballero, Y., 2010. Analyses of precipitation, temperature and evapotranspiration in a French Mediterranean region in the context of climate change. *Comptes Rendus Geosci.* 342, 234–243. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2010.02.001>
- Clar, M.L., Barfield, B.J., O'Connor, T.P., 2004. Stormwater Best Management Practice Design Guide.

Colville, R.N., Hutchinson, E.J., Mindell, J.S., Warren, R.F., 2001. The transport sector as a source of air pollution. *Atmos. Environ.* 35, 1537–1565. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00551-3](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00551-3)

Commission of the European Communities, 2013. Communication From The Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital.

Commission of the European Communities, 2005. EUR-Lex - 52005DC0718 - EN.

Commissione Europea, 2012. Relazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle regioni 2012. Attuazione della Strategia Tematica per la Protezione del Suolo e Attività in Corso.

Commissione Europea, 2011. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni - Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse.

Comune di Firenze, 2008. Migliori pratiche per la gestione sostenibile delle acque in aree urbane.

Comune di Reggio Emilia, 2014. Linee guida per la gestione delle acque meteoriche.

Consorzio LaMMA, 2015. Recenti cambiamenti climatici in Toscana.

Costanza, R., Norton, B.G., Haskell, B.D., 1992. Ecosystem health: new goals for environmental management. Island Press, Washington, D.C.

Czemiel Berndtsson, J., 2010. Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecol. Eng.* 36, 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.12.014>

De Urbanisten, 2016. Water squares.

Department of Environmental Resource, Department of Resources, Programs and Planning Division, 1999. Prince George's County, Maryland, Low Impact Development Design Strategies. An integrate design approach [WWW Document]. URL [http://www.lowimpactdevelopment.org/pubs/LID\\_National\\_Manual.pdf](http://www.lowimpactdevelopment.org/pubs/LID_National_Manual.pdf) (accessed 6.7.16).

Department of the Environment, 2009. Evaluating options for water sensitive urban design – a national guide [WWW Document]. URL <https://www.environment.gov.au/resource/evaluating-options-water-sensitive-urban-design-%E2%80%93-national-guide> (accessed 6.6.16).

Deque, M., 2007. Frequency of precipitation and temperature extremes over France in an anthropogenic scenario: Model results and statistical correction according to observed values. *Glob. Planet. Change* 57, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2006.11.030>

Derkzen, M.L., van Teeffelen, A.J.A., Verburg, P.H., 2015. REVIEW: Quantifying urban ecosystem services based on high-resolution data of urban green space: an assessment for Rotterdam, the Netherlands. *J. Appl. Ecol.* 52, 1020–1032. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12469>

Dickie, S., McKay, G., Ions, L., Shaffer, P., 2010. Planning for SuDS - making it happen.

Dunnett, N., Kingsbury, N., 2008. Planting green roofs and living walls. Timber Press, Portland, Or.

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., others, 2014. Climate change 2014: mitigation of climate change. *Contrib. Work. Group III Fifth Assess. Rep. Intergov. Panel Clim. Change* 511–597.

Elmqvist, T., Setälä, H., Handel, S., van der Ploeg, S., Aronson, J., Blignaut, J., Gómez-Baggethun, E., Nowak, D., Kronenberg, J., de Groot, R., 2015. Benefits of restoring ecosystem services in urban areas. *Curr. Opin. Environ. Sustain., Open Issue* 14, 101–108. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.05.001>

EPA, 2011. Land Revitalization Fact Sheet Green Infrastructure.

EPA, 1999. Storm Water Technology Fact Sheet Vegetated Swales.

EPA, U., 2016. US Environmental Protection Agency [WWW Document]. URL <http://www3.epa.gov/> (accessed 2.12.16).

European Commission, 2016. European Green Capital [WWW Document]. URL <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/rotterdam-water-square/> (accessed 5.3.16).

European Commission, 2015. Nature-Based Solutions | Environment - Research & Innovation [WWW Document]. URL <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs> (accessed 9.12.16).

European Commission (Ed.), 2013. Building a green infrastructure for Europe. Publ. Office of the European Union, Luxembourg.

European Commission, 2012. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - A Blueprint To Safeguard Europe's Water Resources.

European Commission, 2010. Green infrastructure.

European Environmental Agency, 2015. Exploring nature-based solutions. The role of green infrastructure in mitigating the impacts of weather- and climate change-related natural hazards.

- Field, C.B., Barros, V.R., Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Abdrabo, M.-K., Adger, N., Anokhin, Y.A., Anisimov, O.A., Arent, D.J., Barnett, J., others, 2014. *Climate Change 2014: Summary for policymakers. Clim. Change 2014 Impacts Adapt. Vulnerability Part Glob. Sect. Asp. Contrib. Work. Group II Fifth Assess. Rep. Intergov. Panel Clim. Change 1–32.*
- Field, C.B., Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds.), 2012. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaption: special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, New York, NY.
- Firehock, K., 2010. *A Short History of the Term Green Infrastructure and Selected Literature.*
- Fisher, B.S., Nakicenovic, N., Alfsen, K., Morlot Corfee, J., de la Chesnaye, F., Hourcade, J.-C., Jiang, K., Kainuma, M., La Rovere, E., Matysek, A., Rana, A., Riahi, K., Richels, R., Rose, S., van Vuuren, D., Warren, R., 2007. *Issues related to mitigation in the long term context, In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)].*
- Fowler, D., 2002. *Pollutants deposition and uptake by vegetation, in: Bell, J.N.B., Treshow, M. (Eds.), Air Pollution and Plant Life.* John Wiley & Sons.
- Getter, K.L., Rowe, D.B., 2006. *The role of extensive green roofs in sustainable development. HortScience 41, 1276–1285.*
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M., 2008. *Global Change and the Ecology of Cities. Science 319, 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>*
- Hamin, E.M., Gurran, N., 2009. *Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. Habitat Int. 33, 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2008.10.005>*
- Hoek, G., Brunekreef, B., Verhoeff, A., van Wijnen, J., Fischer, P., 2000. *Daily mortality and air pollution in The Netherlands. J. Air Waste Manag. Assoc. 1995 50, 1380–1389.*
- International Energy Agency, 2008. *World energy outlook 2008.* International Energy Agency ; Turpin Distribution, Paris; New Milford, Conn.
- IOWA Department of Natural Resources, 2009. *Iowa Stormwater Management Manual.*
- Kazmierczak, A., Carter, J., 2010. *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure. A database of case studies. Interreg IVC Green Blue Space Adapt. Urban Areas Eco Towns GRaBS Manch. UK Available <http://www.Grabs-Eu.Org> accessed 5 July 2012.*
- Kosareo, L., Ries, R., 2007. *Comparative environmental life cycle assessment of green roofs. Build. Environ. 42, 2606–2613. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.06.019>*

- Larondelle, N., Haase, D., 2013. Urban ecosystem services assessment along a rural-urban gradient: A cross-analysis of European cities. *Ecol. Indic.* 29, 179–190. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.022>
- Lazzari, S., Perini, K., Roccotiello, E., 2018. Chapter 3.6 - Green Streets for Pollutants Reduction, in: Pérez, G., Perini, K. (Eds.), *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. Butterworth-Heinemann, pp. 149–156. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00014-8>
- Legambiente, 2012. *Mal'aria di città*.
- Longo, G., Moretti, S., Nario, L., Papalia, I., 2016. Strategie alternative di gestione delle acque meteoriche. Caso studio Genova San Fruttuoso. Università degli Studi di Genova Scuola Politecnica: Dipartimento di Scienze per l'Architettura.
- Luederitz, C., Lang, D.J., Von Wehrden, H., 2013. A systematic review of guiding principles for sustainable urban neighborhood development. *Landsc. Urban Plan.* 118, 40–52. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.06.002>
- Mazzarello, M., Raimondo, M., 2015. Infrastrutture verdi: una gestione alternativa delle acque meteoriche. Genova, verso una "Water Sensitive City". Università degli Studi di Genova Scuola Politecnica: Dipartimento di Scienze per l'Architettura.
- Melbourne Water, 2016. Porous paving [WWW Document]. URL [http://www.melbournwater.com.au/planning-and-building/stormwater-management/wsud\\_treatments/pages/porous-paving.aspx](http://www.melbournwater.com.au/planning-and-building/stormwater-management/wsud_treatments/pages/porous-paving.aspx) (accessed 5.11.16).
- Metzger, M.J., Rounsevell, M.D.A., Acosta-Michlik, L., Leemans, R., Schröter, D., 2006. The vulnerability of ecosystem services to land use change. *Agric. Ecosyst. Environ.* 114, 69–85. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.025>
- Ministero dell'Ambiente, 2014. *Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici*.
- Nelson, E.J., Kareiva, P., Ruckelshaus, M., Arkema, K., Geller, G., Girvetz, E., Goodrich, D., Matzek, V., Pinsky, M., Reid, W., Saunders, M., Semmens, D., Tallis, H., 2013. Climate change's impact on key ecosystem services and the human well-being they support in the US. *Front. Ecol. Environ.* 11, 483–493. <https://doi.org/10.1890/120312>
- New York City Department of Environmental Protection, 2010. *NYC Green Infrastructure Plan*.
- New York (N.Y.), Department of Design and Construction, Design Trust for Public Space (Organization), 2005. *High performance infrastructure guidelines: best practices for the public right-of-way* : New York City, October 2005. New York City Department of Design + Construction : Design Trust for Public Space, New York.



Pachauri, R.K., Allen, M.R., Barros, V.R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J.A., Clarke, L., Dahe, Q., Dasgupta, P., others, 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

Perini, K., 2013. Progettare il verde in città: una strategia per l'architettura sostenibile. F. Angeli, Milano.

Perini, K., Magliocco, A., 2014. Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban For. Urban Green*. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.03.003>

Perini, K., Ottelé, M., Giulini, S., Magliocco, A., Roccotiello, E., 2017. Quantification of fine dust deposition on different plant species in a vertical greening system. *Ecol. Eng.* 100, 268–276. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.032>

Perini, K., Roccotiello, E., 2018. Chapter 3.4 - Vertical Greening Systems for Pollutants Reduction, in: Pérez, G., Perini, K. (Eds.), *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. Butterworth-Heinemann, pp. 131–140. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00012-4>

Perini, K., Sabbion, P., 2017. *Urban Sustainability and River Restoration: green and blue infrastructure, Construction Sustainability*. Wiley.

Plunz, R., 2008. The design equation, in: Sutto, M.P., Plunz, R. (Eds.), *Urban Climate Change Crossroads*. Urban Design Lab of the Earth Institute, Columbia University, New York.

Powe, N.A., Willis, K.G., 2004. Mortality and morbidity benefits of air pollution (SO<sub>2</sub> and PM<sub>10</sub>) absorption attributable to woodland in Britain. *J. Environ. Manage.* 70, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2003.11.003>

Publications Office of the European Union, 2015. *Towards an EU research and innovation policy agenda for nature-based solutions & re-naturing cities : final report of the Horizon 2020 expert group on 'Nature-based solutions and re-naturing cities' : (full version)*.

Rizwan, A.M., Dennis, L.Y., Liu, C., 2008. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *J. Environ. Sci.* 20, 120–128.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A., 2009. A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475. <https://doi.org/10.1038/461472a>

- Rogner, H.-H., Zhou, D., Bradley, R., Crabbé, P., Edenhofer, O., Hare, B., Kuijpers, L., Yamaguchi, M., 2007. Introduction. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)].
- Rouse, D.C., 2013. *Green infrastructure: a landscape approach*. American Planning Association, Chicago, IL.
- Rowe, B., 2018. Chapter 3.5 - Green Roofs for Pollutants' Reduction, in: Pérez, G., Perini, K. (Eds.), *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*. Butterworth-Heinemann, pp. 141–148. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812150-4.00013-6>
- Rozbicki, T., Golaszewski, D., 2003. Analysis of local climate changes in Ursynów in the period 1960–1991 as a result of housing estate development, in: *Proc. 5th Int. Conf. Urban Climate*. pp. 455–458.
- Santamouris, M., Papanikolaou, N., Livada, I., Koronakis, I., Georgakis, C., Argiriou, A., Assimakopoulos, D.N., 2001. On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings. *Sol. Energy* 70, 201–216. [https://doi.org/10.1016/S0038-092X\(00\)00095-5](https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00095-5)
- Scholz-Barth, K., 2001. *Green Roofs: Stormwater Management From the Top Down*. Environ. Des. Constr. Feature January/February 2001.
- Seto, K.C., Güneralp, B., Hutyrá, L.R., 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 16083–16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- Susca, T., Gaffin, S.R., Dell'Osso, G.R., 2011. Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. *Environ. Pollut.* 159, 2119–2126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007>
- Taha, H., 1997. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. *Energy Build.* 25, 99–103. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(96\)00999-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(96)00999-1)
- TEEB, 2011. *TEEB Manual for cities: ecosystem services in urban management*.
- Tereshchenko, I.E., Filonov, A.E., 2001. Air temperature fluctuations in Guadalajara, Mexico, from 1926 to 1994 in relation to urban growth. *Int. J. Climatol.* 21, 483–494. <https://doi.org/10.1002/joc.602>
- Toronto and Region Conservation Authority, Credit Valley Conservation Authority, Sustainable Technologies Evaluation Program, Aquafor Beech Limited, Schollen & Company, Dougan and Associates, Kidd Consulting, Center for Watershed Protection, Chesapeake Stormwater Network, 2010. *Low impact development stormwater management planning and design guide*. Version 1.0.
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., James, P., 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landsc. Urban Plan.* 81, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>

UNISDR, 2015. Making Development Sustainable: The Future of Disaster Risk Management. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. Geneva, Switzerland: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).

United Nations, 2012. World Urbanization Prospects. The 2011 Revision (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York).

United Nations, DESA Population Division, 2018. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.

United States Environmental Protection Agency, 2007. Reducing Stormwater Costs through Low Impact Development (LID) Strategies and Practices.

Vos, P.E.J., Maiheu, B., Vankerkom, J., Janssen, S., 2013. Improving local air quality in cities: To tree or not to tree? *Environ. Pollut.* 183, 113–122. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.10.021>

Wang, Y., Berardi, U., Akbari, H., 2016. Comparing the effects of urban heat island mitigation strategies for Toronto, Canada. *Energy Build.* 114, 2–19. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.06.046>

Weisz, H., Steinberger, J.K., 2010. Reducing energy and material flows in cities. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 2, 185–192. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.05.010>

Wilson, E.O., 1984. *Biophilia*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Yin, S., Shen, Z., Zhou, P., Zou, X., Che, S., Wang, W., 2011. Quantifying air pollution attenuation within urban parks: An experimental approach in Shanghai, China. *Environ. Pollut.* 159, 2155–2163. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.009>

Yuan, J., Dunnett, N., 2018. Plant selection for rain gardens: Response to simulated cyclical flooding of 15 perennial species. *Urban For. Urban Green.* 35, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.08.005>

**Il progetto PROTERINA-3Évolution** è cofinanziato da Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020, l'obiettivo generale del progetto è rafforzare la capacità di risposta del territorio al rischio alluvioni attraverso la "costruzione" della consapevolezza delle istituzioni e delle comunità.

**Le projet PROTERINA-3Évolution** est cofinancé par le Interreg Italie- France Maritime 2014-2020, l'objectif global du projet est de renforcer a capacité de réponse du territoire face au risque d'inondation au travers du développement et du renforcement de la conscience du risque au sein des institutionset des communautés concernées.

### **Partenariato / Partenariat**

Fondazione CIMA, Regione Liguria, Città Metropolitana Genova, Office Environnement Corse, Mairie d' Ajaccio, Service Départemental d' Incendie et de Secours de la Haute-Corse, Région Provence-Alpes- Côte d'Azur, Département du Var, Ville de Nice, Regione Autonoma della Sardegna, Regione Toscana, Consorzio LaMMA, Associazione Nazionale Comuni Italiani Toscana, Autorità di Bacino Settentrionale