

**Universita IUAV di Venezia**

Scuola di Dottorato

Dottorato di ricerca in nuove tecnologie e informazione Territorio e Ambiente

**Resoconto sull'attività del 2° anno di dottorato in  
Nuove Tecnologie & Informazione Territorio e Ambiente  
Ciclo XXIX – A.A. 2014**

Dottorando: Riccardo Pasi

28 ottobre 2015

## **0 PREMESSA**

### **1 ATTIVITÀ DI STUDIO E FORMAZIONE**

- 1.1 Seminari della scuola di dottorato
- 1.2 Altri Corsi e attività di formazione
- 1.3 Conferenze esterne

### **2 PROSPETTIVE DI RICERCA**

- 2.1 Definizione del progetto di ricerca
- 2.2 Periodo di dottorato all'estero
- 2.3 Incontri con esperti

### **3 ATTIVITÀ IN CORSO**

- 3.1. Collaborazione con il gruppo di lavoro Planning&ClimateChange (IUAV – DPPAC)
- 3.2. Attività in Unisky srl: alluvioni e gestione del rischio nel settore assicurativo

**ALLEGATO – Abstract esteso del progetto di ricerca**

## **0. PREMESSA**

Il problema della mancata integrazione delle politiche per la prevenzione dei dissesti idrogeologici e per la gestione delle risorse idriche nei piani di governo del territorio è un'evidenza sotto gli occhi di tutti, che tende ad aggravarsi a seguito delle modalità di urbanizzazione e del carattere estremo degli eventi indotti dal cambiamento climatico. La difficile integrazione tra queste due pianificazioni di settore risulta, a mio avviso, emblematica per la molteplicità di problemi che pone: questi hanno natura molto varia, spaziando da quelli di carattere politico-istituzionale a quelli conoscitivi. Se però la risoluzione dei primi appare lontana e complessa, almeno per i secondi è possibile ottenere importanti passi avanti sfruttando a pieno le nuove tecnologie e partendo dai dati e dalle risorse informative già disponibili (attingendo ai cosiddetti 'giacimenti informativi').

Il governo del territorio – in generale – e la gestione del rischio idraulico – in particolare – presuppongono una capacità di conoscenza estremamente dettagliata; diceva Einaudi: “conoscere per decidere”. Tale conoscenza deve essere acquisita in contesti complessi, non solo per le loro dinamiche urbane e naturali, ma anche per il palinsesto di norme, regolamenti, direttive e pratiche che i diversi soggetti tenuti a governare il territorio e la città hanno stratificato nel tempo. E' ormai piuttosto evidente come questa complessità non possa essere affrontata se non migliorando qualità, coerenza e accessibilità delle informazioni necessarie ad agire.

Nell'ambito della gestione delle risorse idriche e del rischio idraulico, sebbene operino sul territorio molteplici enti e strutture tecniche, si registrano a tutti i livelli la mancanza di coordinamento, un progressivo impoverimento delle competenze tecniche necessarie alle attività di analisi e ad identificare e realizzare interventi efficaci e non sovradimensionati, una scarsa conoscenza della realtà sulla quale si deve intervenire, la mancanza di metodologie standard di riferimento e la scarsa condivisione dei dati tra diverse amministrazioni ed organi tecnici. Parlare di Smart Cities – in questo contesto – implica la necessità di integrare conoscenze a più livelli, sia in forma di nuove informazioni (cfr. community sensing), sia in forma di cooperazione multi-attore sulla base di un quadro di riferimento condiviso.

Fondamentale risulta contribuire alla conoscenza dei fenomeni in atto al fine di individuare le possibilità di adattamento che i centri urbani e le aree rurali possono attuare. Le connessioni tra strumenti di conoscenza e strumenti di valutazione sono evidenti: il tema delle trasformazioni territoriali emerge sempre più come domanda di conoscenza all'interno dei sistemi di supporto alle decisioni nelle scelte di governo del territorio. La messa a sistema delle informazioni relative ai cambiamenti e sui processi in corso rappresenta una base imprescindibile per poter configurare i futuri assetti di un territorio. Le risorse delle ICT applicate al territorio non solo consentono di migliorare la qualità dei quadri di conoscenze, ma forniscono diverse soluzioni innovative e di grande efficacia nello sviluppo di processi interpretativi, collaborativi, di comprensione dei fenomeni, nella comunicazione e condivisione di dati e scenari complessi.

# 1. ATTIVITÀ DI STUDIO E FORMAZIONE

Dopo il primo anno di dottorato in cui sono stato principalmente impegnato in attività di riallineamento formativo, in questo secondo anno mi sono concentrato sulla definizione e articolazione del progetto di ricerca, non rinunciando tuttavia a partecipare ad alcune attività di tipo formativo. Tali attività hanno seguito differenti canali fruitivi, sostanzialmente riconducibili a:

- organizzazione e partecipazione a seminari della Scuola di Dottorato;
- frequentazione di corsi ed altre attività formative esterne;
- partecipazione (sia da uditore che da relatore) a conferenze organizzate da altri enti e istituti di ricerca.

## 1.1. Seminari della scuola di dottorato

*Come scrivere una tesi di dottorato o un articolo scientifico*

L. Marotta

“La tesi è un resoconto sulla ricerca. Il resoconto interessa un problema o una serie di problemi nel vostro campo di ricerca ed esso dovrebbe descrivere che cosa è conosciuto precedentemente a questo proposito, che cosa avete fatto per risolverlo, che cosa pensate i vostri risultati significhino e dove o come ulteriori progressi in tal campo possono essere realizzati”. (Joe Wolfe)

- ▣ Introduzione: contesto, obiettivi, guida alla lettura
- ▣ Stato dell’arte e literature review
- ▣ Materiali e metodi (anche modelli, teorie applicate, contesti, modalità progettuali)
- ▣ Risultati: come ho applicato metodi, modelli ecc. ad un contesto specifico o generale
- ▣ Discussione
- ▣ Conclusioni, implicazioni e studi futuri

GOOGLE EARTH ENGINE

*Big Data Analytics for Environmental Monitoring using “Free and Open” Satellite Imagery*

G. Lemoine (JRC)

Google Earth Engine brings together the world's satellite imagery — trillions of scientific measurements dating back over 40 years — and makes it available online with tools for scientists, independent researchers, and nations to mine this massive warehouse of data to detect changes, map trends and quantify differences on the Earth's surface. Applications include: detecting deforestation, classifying land cover, estimating forest biomass and carbon, and mapping the world's roadless areas.



The poster features the Google Earth Engine logo in large, bold, black letters. To the right of the logo, the text reads: "27.2.2015 UNISKY Parco Scientifico Tecnologico VEGA, edificio Pegaso, Porto Marghera ore 13". Below the logo, there is a smaller text block: "Piattaforma di monitoraggio ambientale online con dati satellitari Landsat". At the bottom of the poster is a photograph of the Earth from space, showing the Americas and the Atlantic Ocean.

## INNOVAZIONI E TECNOLOGIE PER CITTÀ, TERRITORIO E AMBIENTE

Mostra evento tenutasi a Venezia Ca' Tron dal 23 marzo al 3 aprile 2015

“Innovazioni e Tecnologie per Città, Territorio e Ambiente” ha illustrato le attività e i risultati ottenuti nell’arco degli ultimi anni dal gruppo di ricercatori, professionisti e imprese che hanno operato nell’ambito del dottorato di ricerca in Nuove Tecnologie per la Città, il Territorio e l’Ambiente della Scuola di Dottorato luav e nello spin-off universitario UniSky Srl per lo sviluppo di soluzioni ICT innovative.

L’esposizione si è articolata in Progetti e Tecnologie. Mentre i primi hanno documentato le soluzioni realizzate nell’ambito della ricerca applicata tra attività accademiche e attività dello spin-off UniSky, le Tecnologie hanno approfondito le risorse ICT utilizzate quali sensori e sistemi hardware, software e metodi di trattamento dei dati o strumenti per la condivisione web dei quadri di conoscenza sulla città, il territorio e l’ambiente. Progetti e soluzioni sono riferibili a diversi ambiti tematici: Energia e città, Sicurezza stradale, Cambiamenti dell’uso del suolo, Rischio idrogeologico, Marketing territoriale, Agricoltura, Sharing city.

L’esposizione è stata inoltre l’occasione per sviluppare alcune riflessioni con una serie di interlocutori strategici sulle diverse questioni che caratterizzano lo scenario dell’innovazione tecnologica applicata alla città, il territorio e l’ambiente.

Oltre ad aver contribuito alla preparazione dei materiali ed all’allestimento della mostra, ho partecipato ai seguenti tavoli di lavoro:

- Rischio idrogeologico, sistemi di monitoraggio e di early warning a cura di Goffredo La Loggia (Università degli studi di Palermo);
- Innovazione e territorio a cura di Mario Dal Co (Borgomeo & Co., già Direttore Agenzia dell’Innovazione);
- Nuove piattaforme geo-web per la condivisione della conoscenza a cura di Dimitri Dello Buono (CNR IMAA);
- Soluzioni low-cost per il monitoraggio aereo 3D ad altissima risoluzione a cura di Nuccio Bucceri (LTS Srl, UniSky Srl);
- Monitoraggio costiero e dei corpi idrici: innovazioni e tecnologie a cura di Silvia e Franco Castelli (TE.MA. Snc);
- Trasformazioni dell’uso del suolo a cura di Massimo Zotti (Planetek Italia Srl).

Presentazione TESI di DOTTORATO NT&ITA (XXVII ciclo)

Panoramica del paradigma Smart City / Smart Community attraverso 2 percorsi di ricerca:

- S. Picchio - relatore: prof. L. Di Prinzio  
*Territorio cibo e salute - Ovvero spunti e idee per reimmaginare territori sani per la produzione di cibi sani con il contributo delle nuove tecnologie;*
- F. Urbano - relatore: prof. L. Filesi, corelatore: H. Dettki  
*Smart Ecology - Surfing the wave of wildlife tracking data.*



## CLIMATE CHANGE(S) DESIGN

Erle Ellis, Harvard University

Il ciclo di conferenze “Climate change(s) design” intende avviare un dibattito interdisciplinare sul tema “cambio di clima e progetto”. Come la progettazione e il disegno del territorio in particolare stanno modificandosi in relazione ai cambiamenti ambientali attualmente in corso? Quale è il ruolo del progettista nel quadro più ampio? Gli incontri affronteranno il tema raccogliendo contributi anche esterni alle discipline progettuali.

Erle Ellis: visiting professor in Ecologia del paesaggio presso la Harvard School of Design, professore di Geografia e sistemi ambientali presso l’Università del Maryland, è uno dei maggiori esperti su quello che gli scienziati descrivono con maggior frequenza come Antropocene, l’età caratterizzata dalla presenza dell’uomo sul pianeta. Nella sua attività di ricerca, Ellis indaga l’ecologia dei paesaggi umani a scala locale e globale con l’obiettivo di promuovere una gestione sostenibile della biosfera nell’Antropocene.



### 1.2. Altri corsi e attività di formazione

#### Periodo di ricerca presso la Fondazione Bruno Kessler (FBK)

Il periodo di ricerca presso il Digital Commons Lab (DCL) dell’FBK, conclusosi ufficialmente alla fine dello scorso anno, si è protratto – con una frequenza settimanale minore – fino a marzo al fine di concludere il lavoro intrapreso, incentrato sull’analisi delle potenzialità e dei possibili contributi degli open data in tema di gestione e mappatura del rischio idraulico.

Tale lavoro è stato condensato all’interno di un articolo scientifico in inglese sottoposto a *peer-review* e accettato come intervento orale (sezione Open Data track) del FOSS4G Europe 2015, tenutosi a Como dal 14 al 17 luglio. I contributi della conferenza sono poi stati pubblicati in *Geomatics Workbooks n.12* (ISSN 1591-092X), pubblicazione del Laboratorio di Geomatica del Politecnico di Milano. L’articolo, scritto insieme a M. Napolitano e C. Consonni del DCL, analizza i limiti e le opportunità dell’utilizzo della *Volunteered Geographic Information* (VGI) nella gestione dei rischi naturali, con particolare riferimento alla fase di prevenzione. Il caso studio si basa sulla valutazione del rischio alluvionale di due città venete (Vicenza e Mestre) recentemente allagate attraverso InaSAFE, una semplice applicazione integrata in QGIS come plug-in che permette di sovrapporre layers di pericolosità e di esposizione restituendo alcune mappe e statistiche. Nello specifico, mantenendo gli stessi due layer di pericolosità (aree allagate nel 2007 per Mestre e nel 2010 per Vicenza), sono stati comparati i risultati ottenuti utilizzando – come layer di esposizione – i dati ufficiali della CTR relativi agli edifici con quelli estratti da OpenStreetMap (OSM). L’obiettivo è stato rispondere alla seguente domanda: i dati di OSM possono essere utilizzati per condurre analisi di rischio (versante beni esposti)? A nostro avviso la risposta è affermativa e l’articolo si conclude analizzando punti di forza e criticità del possibile utilizzo del dato di OSM in applicazioni di questo genere.

Frequenza del corso di Geostatistics della Scuola di Dottorato in Ingegneria Ambientale dell'Università degli Studi di Trento – Docenti: A. Bellin, B. Majone

*“The term geostatistics is used for a broad family of tools for the spatialization and modeling of data. The basic tools have been developed in mining industry in the sixties, with the intent to estimate the size of ore deposits from scarce and uncertain data. Today a suite of geostatistical methodologies are available for the spatial analysis of environmental data. Important fields of applications are hydrology, meteorology, health exposure analysis, ecology and regional planning. The course offers a suite of geostatistical techniques for the spatialization of environmental data and the construction of risk maps to be used in risk analysis and other applications involving spatial analysis and spatial pattern recognition. The course provides also theoretical and practical skills to make better use of secondary information and to quantify uncertainty associated to spatial analysis. The study of uncertainty propagation through the use of stochastic modeling closes the course and will provide the skill needed to a complete spatial analysis”.*

Il corso, durato dal 2 al 6 febbraio, è stato organizzato in moduli giornalieri, con sessioni teoriche (18h) seguite da esercitazioni (14h) condotte utilizzando il software R, che offre un insieme completo di tool per l'analisi spaziale.

Frequenza del corso di Idrologia appartenente al percorso di studi del Corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi di Trento – Docente: R. Rigon

Il corso si propone di descrivere i processi attinenti il flusso dell'acqua sulla superficie terrestre e nel sottosuolo: il concetto di bilancio idrologico, il concetto di bilancio di energia, la genesi e la fenomenologia delle precipitazioni, l'infiltrazione e il deflusso nei suoli, la produzione di deflusso superficiale, l'evapotraspirazione e il metamorfismo della neve, etc. Parte integrante del corso è l'apprendimento di strumenti di analisi e, in particolare, del GIS UDIG e dei JGRASStools per la delimitazione dei bacini idrografici, la loro analisi e la costruzione di un modello di bacino digitale, a partire da Digital Terrain Models (DTM), e l'apprendimento del software R per l'analisi statistica di dati (serie temporali) idrologici.

Il corso è durato un semestre (23 febbraio – 9 giugno), con due lezioni a settimana. Non mi è stato tuttavia possibile seguirlo interamente per il sovrapporsi delle lezioni a Trento con le attività del dottorato a Venezia; si stima una frequenza a circa il 50% delle lezioni.

Frequenza del corso di Carbon e Water Footprint – Docenti: L. Marotta, G. Deandrea

Lo scopo del corso (della durata di 16h: 8h di lezioni frontali – 8h di esercitazione) è quello di formare operatori specializzati da poter inserire nella rete ESEST (European Society for Environmental Sciences and Technologies) per il calcolo della Carbon Footprint nel settore agro-industriale ed industriale. Programma: concetto e norme di Carbon e Water Footprint; cambiamenti climatici e impatti; certificazione ambientale, standard esistenti e prospettive future; esempi di valutazione delle emissioni di gas serra e Water Footprint nei settori agricolo e industriale manifatturiero; esercitazione con il software open source LCA e le relative banche dati (approccio alla modellizzazione, implementazione dei dati, diagrammi di flusso, valutazione dell'impatto, interpretazione dei risultati, introduzione ai parametri dei processi).

### 1.3. Conferenze esterne

Distretto Idrografico Alpi Orientali: *“Ciclo di incontri di consultazione e partecipazione pubblica del progetto di Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (I ciclo di pianificazione 2015-2021)”*

Udine – 22/04/15: uditore

Treviso – 28/04/15: uditore

Università degli Studi di Firenze: *“Adattamento climatico, rischio idrogeologico e pianificazione urbanistica”*, moderatore Tommaso Montanari (Università Federico II Napoli)

Firenze – 24/04/15: uditore

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA): *“Recuperiamo terreno. Politiche, azioni e misure per un uso sostenibile del suolo”*

Milano – 06/05/15: inviato paper, partecipazione con poster

(“Basi dati a confronto per il monitoraggio del consumo di suolo: il contributo delle nuove tecnologie”, di L. Di Prinzio, D. Gariboldi, D. Longato, D. Maragno, R. Pasi, S. Picchio, E. Vedovo)

Provincia Autonoma di Trento: *“Incontro pubblico di consultazione e partecipazione del progetto di Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni della Provincia Autonoma di Trento”*

Trento – 14/05/15: uditore, presentato osservazioni come Legambiente Trento

Provincia di Venezia (in collaborazione con IUAV, progetto Seap Alps - Alpine Space): *“Venezia: città metropolitana resiliente. Affrontare i cambiamenti climatici e le loro conseguenze nel contesto metropolitano”*

Venezia – 22/05/15: uditore

Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV): *“I dati delle acque in Veneto”*

Padova – 09/06/15: uditore

Università degli Studi di Trento, Gruppo Italiano di Idraulica (GII): *“PhD days 2015 di ingegneria delle acque”*

Trento – 06-08/07/15: presentazione del mio progetto di ricerca

(“From flood hazard to flood risk - Exposure and vulnerability assessment informing land-use and urban planning practices for flood risk reduction”, di R. Pasi)

FOSS4G Europe 2015 – *“Free and Open Source Software for Geospatial European Conference”*

Como – 14-17/07/15: partecipazione al workshop ‘Analysis with QGIS’ e relatore di un intervento

(“Open community data & official public data in flood risk management: a comparison based on InaSAFE”, di R. Pasi, C. Consonni, M. Napolitano)

Distretto Idrografico Alpi Orientali: Conferenza internazionale *“Piani di gestione del rischio di alluvioni: esperienze internazionali a confronto”*

Venezia – 07/09/15: uditore



## 2. PROSPETTIVE DI RICERCA

### 2.1. Definizione del progetto di ricerca

Durante il primo semestre del 2° anno, attraverso numerosi incontri e contatti con il tutor ed altri esperti (vedi par. 2.3) si è giunti alla definizione di un percorso logico e metodologico sulla base del quale impostare il progetto di ricerca di dottorato.

Si allega al presente rapporto una sorta di **abstract esteso** (in inglese) di tale percorso, a cui si rimanda. In estrema sintesi:

- il tema è la valutazione del rischio idraulico in ambito urbano a scala comunale, vista la sostanziale debolezza e grossolanità delle analisi di rischio attualmente condotte (in parte dovuta alla macro scala di analisi adottata) e l'esistenza di una molteplicità di soggetti (tra loro sconsiderati) con competenze sulla valutazione della pericolosità idraulica di uno stesso territorio. In particolare si è interessati all'analisi ed al miglioramento delle metodologie per la valutazione di esposizione e vulnerabilità di persone e beni (seguendo l'impostazione della direttiva 2007/60: edifici, infrastrutture, attività economiche, ambiente, beni culturali);
- l'obiettivo è sviluppare un sistema a supporto delle decisioni degli enti locali per indirizzare in modo corretto le scelte urbanistiche, per sviluppare un set di azioni non strutturali volte a prevenire/minimizzare la generazione del rischio (regolamenti edilizi, pratiche 'blue-green' di gestione del territorio, norme tipo invarianza idr., etc.), e per assegnare un ordine di priorità agli interventi strutturali già proposti da altri strumenti;
- la base dati da cui si intende partire per l'analisi degli elementi esposti sarà il rilievo aerofotogrammetrico svolto sul territorio della Provincia di Venezia nella primavera 2014, incrociando tale dato con tutte le perimetrazioni esistenti in tema di pericolosità idraulica (da AdB, Regione, Provincia, Comuni, Consorzi di bonifica, ex-AATO, etc.) e popolandolo di attributi attraverso la sua integrazione con i dati territoriali esistenti (destinazioni d'uso e funzioni urbanistiche, tipi di colture, dati ISTAT...).

Prima di partire per il periodo di dottorato all'estero, si è poi cercato di individuare un contesto territoriale adeguato da assumere come caso di studio della tesi. Adeguato nel senso di funzionale alla dimostrazione dell'opportunità di adottare l'approccio metodologico proposto: da un lato dovrà quindi essere dotato di specifiche caratteristiche geografiche (all'interno della Provincia di Venezia, esposto a pericolosità idraulica mappata sia da rete principale che secondaria, con un territorio sufficientemente vario e popolato, etc.); dall'altro dovrà essere contraddistinto dalla presenza di un clima politico-amministrativo favorevole (con amministratori disponibili e interessati al tema, personale preparato, dotato di Piano comunale delle Acque e di strumenti urbanistici in redazione in cui poter far confluire spunti e input dall'analisi di rischio, etc.).

Nel tentativo di identificare una zona all'interno del territorio del Veneto Orientale (contraddistinto per eccellenza dalla compresenza di criticità idrauliche provenienti da grandi fiumi e da reti di bonifica) ma non trovando adeguata disponibilità, si è ipotizzato di assumere come caso studio il territorio del Comune di Noale, dopo aver avuto un incontro – preliminare ma

positivo – con l'Assessore alle Politiche Ambientali, Urbanistica ed Edilizia Privata (A. Dini). Tale scelta è stata attentamente valutata e sottoposta al parere di competenti tecnici della Provincia (Dott. M. Gattolin e Dott. Geol. V. Bassan) e del Consorzio di bonifica Acque Risorgive (Arch. Urb. D. Denurchis), oltre che dell'ex Assessore all'Ambiente e Difesa del suolo della Provincia di Venezia (Avv. P. Dalla Vecchia), con esito positivo.

## 2.2. Periodo di dottorato all'estero

La volontà di trascorrere un periodo di ricerca all'estero, maturata fin dall'inizio del dottorato e supportata sia dal coordinatore del curriculum (prof. A. Prati) che dal mio supervisor (prof. G. La Loggia), si è materializzata tra giugno e luglio quando, in seguito alla rassegna della letteratura internazionale sui temi della gestione del rischio idraulico e della valutazione delle vulnerabilità dei sistemi urbani, ho individuato i centri di ricerca europei di maggior competenza e prestigio sul tema. Le domande sono state inviate a:

- UNESCO IHE (Delft), Institute for Water Education, prof. C. Zevenbergen (<http://www.unesco-ihe.org/node/2648>);
- Wageningen University, Earth System Science and Climate Change Group, prof. B. Van Hove (<http://www.wageningenur.nl/en/Dossiers/file/Flooding.htm>);
- Middlesex University (London), Flood Hazard Research Centre (FHRC), prof. E. Penning-Rowsell, S. Tapsell (<http://www.mdx.ac.uk/our-research/centres/flood-hazard>);
- University of the West of England (Bristol), Centre for Floods Communities and Resilience (CFRC), prof. L. McEwen (<http://www1.uwe.ac.uk/et/research/cfcr.aspx>);
- Helmholtz Centre for Environmental Research (Leipzig), Dr. Volker Meyer (<https://www.ufz.de/index.php?en=4715>);
- University of Potsdam, Institute of Earth and Environmental Science, prof. A. Thielen (<http://www.geo.uni-potsdam.de/member-details/show/387.html>);
- Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), prof. J. Kropp (<http://www.pik-potsdam.de/~kropp/>).

Accertata la disponibilità di alcuni e l'impossibilità di altri, a fine luglio ho dovuto scegliere optando per il **Flood Hazard Research Centre (FHRC)** di Londra, prestigioso centro che da più di 40 anni produce pubblicazioni (tra cui i cosiddetti 'Multi-Coloured Manuals and Handbooks' di E. Penning-Rowsell) che hanno plasmato il modo in cui guardiamo a rischi naturali, e in particolare al rischio di alluvioni ed alla gestione delle risorse idriche. Molto vario – ed assolutamente calzante rispetto ai miei interessi di ricerca – il *know-how* a disposizione all'interno dell'istituto, che include: *water economics, sustainable urban water management, sustainable flood risk management, vulnerability assessment, capacity building, water governance and decision-making*.

La durata del periodo di ricerca presso il FHRC è stata concordata – in via preliminare – con la direttrice (prof. S. Tapsell) in circa 5 mesi, da fine ottobre 2015 a fine marzo 2016. Obiettivo principale della mia permanenza al FHRC, oltre al miglioramento della mia conoscenza della lingua inglese, è l'analisi e l'approfondimento delle metodologie attualmente in uso per la valutazione della vulnerabilità agli eventi alluvionali dei sistemi urbani e territoriali.

Si riporta di seguito l'estratto del *volunteer agreement* che tratta della questione:

« *During the visit you will study:*

- *how flood risk is managed in the UK, and especially the assessment of flood vulnerabilities (at a micro scale: municipality or neighborhood);*
- *the analysis of existing evaluation methods (for all flood receptors);*
- *the identification of the main limits of these approaches;*
- *identifying improvement opportunities at the local scale through remote sensing and data integration;*
- *you will work with Middlesex University and the Flood Hazard Research Centre staff in relation to their work on improving the Multi-Coloured Manual and advising on experiences/practice from other parts of Europe. »*

Essendo a Londra conto infine di avere la possibilità di incontrare e discutere della mia ricerca con il prof. Cedo Maksimovic (Imperial College London), coordinatore del progetto Blue Green Dream; incentrato sullo sviluppo di infrastrutture di servizio 'blue-green' per migliorare l'adattamento dei sistemi urbani agli impatti indotti dal cambiamento climatico, il progetto (così come la mia ricerca) presuppone la necessità di una stretta collaborazione tra *decision makers*, urbanisti e ingegneri civili nella progettazione di soluzioni infrastrutturali, aree verdi e spazi urbani in maniera integrata al fine di rendere la città un luogo più abitabile e resiliente.

### **2.3. Incontri con esperti**

La definizione del tema, degli obiettivi e del percorso logico e metodologico del progetto di ricerca è avvenuta attraverso il confronto con numerosi professori e ricercatori esperti, che ho contattato e incontrato personalmente durante questi mesi. Tale confronto, connotatosi per la multidisciplinarietà dei contributi, mi è stato di grande aiuto nel dare una forma compiuta alla proposta di progetto di ricerca attraverso l'individuazione dei punti critici e di spunti integrativi.

Oltre che naturalmente il mio supervisor, gli esperti incontrati (in ordine cronologico) sono stati:

- prof. Antonio Rusconi: ingegnere civile con specializzazione in Idraulica Sperimentale, ex Direttore del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, ex Segretario Generale dell'Autorità di Bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico, professore a contratto IUAV;
- Paolo Ronco: ingegnere ambientale, PhD in Idrodinamica e modellazione ambientale, ricercatore e consulente (UniPD, CMCC, Ca' Foscari) su cambiamento climatico e pericoli naturali, valutazione e modellazione di rischio idraulico, modellazione idrogeomorfologica e gestione delle risorse idriche;
- prof. Riccardo Rigon: fisico, PhD in Idrodinamica, professore associato (UniTN) in Idrologia, presidente della Water Platform della Convenzione delle Alpi, esperto per il rapporto acqua e clima;
- prof. Franco Montalto: civil engineer, PhD in Environmental engineer, assistant professor at Drexel University (USA). He has a particular interest in the development of ecologically, economically, and socially sensible solutions to urban environmental problems, with a focus on sustainable water resources engineering (restoration of wetlands, green infrastructure, blue-green technologies);

- prof. Domenico Patassini: urbanista, professore ordinario in Tecniche di valutazione e Pianificazione Territoriale (IUAV), già preside della facoltà di Pianificazione del Territorio, esperto in valutazione ambientale e urbana, analisi multicriterio per scopo decisionale;
- prof. Carlo Giupponi: agronomo, PhD, professore associato (Univ. Ca' Foscari) e ricercatore (CMCC, FEEM), direttore del centro interdipartimentale VICCS (Venice Centre for Climate Studies), esperto in modellazione spaziale, sistemi a supporto delle decisioni, gestione delle risorse naturali (acqua in particolare), adattamento ai cambiamenti climatici;
- prof. Davide Geneletti: scienze ambientali, PhD in Ecological evaluation for environmental impact assessment, professore associato (UniTN) ed esperto in VIA e VAS, servizi ecosistemici, pianificazione territoriale e analisi multicriterio 'GIS based' a supporto delle decisioni;
- prof. Francesco Musco: architetto urbanista, PhD in Analysis and Governance of Sustainable Development, professore associato (IUAV) ed esperto in pianificazione territoriale/urbanistica e cambiamento climatico, politiche di mitigazione e adattamento, progettazione sostenibile;
- Ugo Baldini: architetto, libero professionista e presidente della Cooperativa Architetti e Ingegneri – Urbanistica (CAIRE-Urbanistica), esperto in pianificazione territoriale e urbanistica, pianificazione strategica e innovazione territoriale.

### **3. ATTIVITÀ IN CORSO**

#### **3.1. Collaborazione con il gruppo di lavoro Planning&ClimateChange (IUAV – DPPAC)**

In quest'ultimo periodo sono stato coinvolto dal prof. F. Musco – insieme all'ing. A. Rusconi – all'interno delle attività per l'attuazione del Patto dei Sindaci e del *Mayor Adapt* nel Comune di Isola Vicentina (VI). Trattasi di una prima sperimentazione volta alla redazione di un Piano Clima comunale che coniughi mitigazione e adattamento al cambiamento climatico. Pianificare città e territori resilienti equivale infatti, da un lato, ad avviare processi per la riduzione delle emissioni di anidride carbonica favorendo gli investimenti nella riqualificazione edilizia, e dall'altro a garantire la sicurezza del territorio con una attenta gestione delle acque in ambito urbano. In questo caso, i due ambiti d'intervento vengono trattati insieme elaborando in modo congiunto:

- il Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (PAES), strumento principe per la mitigazione volto ad individuare le priorità di intervento in tema di efficienza energetica e sviluppo delle rinnovabili;
- il Piano Comunale delle Acque, strumento di programmazione e gestione delle reti idrauliche locali e delle loro criticità, che può essere utilizzato come banco di prova dell'adattamento orientandone il taglio, i contenuti e il rapporto con gli altri strumenti di governo del territorio comunali.

L'oggetto della collaborazione è ovviamente incentrato sul versante 'adattamento/Piano delle Acque' e prevede il supporto al gruppo di lavoro Planning&ClimateChange del DPPAC nella fase preliminare del progetto per:

- analizzare il sistema fisico e delle utilizzazioni del territorio previste dagli strumenti urbanistici comunali ed intercomunali, integrandola con un'indagine del sistema idraulico;
- analizzare piani e progetti aventi pertinenza con il regime idrologico/idraulico del Comune;
- definire le competenze amministrative sui diversi corpi idrici;
- produrre materiali cartografici;
- curare un report introduttivo al Piano delle Acque che faccia riferimento alle molteplici sfaccettature e funzioni che può assumere tale strumento, alle potenziali criticità del territorio in esame e ad una prima rassegna di soluzioni di piano volte ad indirizzare lo sviluppo urbanistico in maniera adeguata.

Si tratta di un'opportunità importante che, vista l'attinenza con il tema di ricerca, mi permette di ricevere spunti, di confrontarmi in modo operativo con una realtà territoriale (geografica ma anche politico-istituzionale), di pubblicare e di arricchire la mia esperienza.

### **3.2. Attività in Unisky srl: alluvioni e gestione del rischio nel settore assicurativo**

Si è infine avviato da alcuni mesi un ragionamento con Stefano Picchio sull'analisi e la raccolta dei dati geospaziali disponibili sulla pericolosità idraulica in Regione Veneto (e non solo). L'obiettivo è quello di sistematizzare tali informazioni (insieme a quelle relative a frane, terremoti ed eruzioni vulcaniche) per renderle direttamente e facilmente fruibili dagli operatori del settore assicurativo. Da molti anni in Italia si discute sull'opportunità di introdurre un sistema di coperture assicurative contro le catastrofi naturali per il patrimonio abitativo civile; il mercato di tali coperture tuttavia non è ancora decollato per carenze sia di domanda che di offerta. Per quanto riguarda la domanda, i risarcimenti a seguito delle catastrofi naturali hanno indotto i cittadini a ritenere di aver diritto a tali risarcimenti, causando inoltre una scarsa propensione ad atti di prevenzione individuale. Inoltre, la sensibilità al tema è concentrata nelle aree a più alto rischio il che rende la domanda altamente "anti-selezionata". Dal punto di vista dell'offerta, l'elevata rischiosità del territorio italiano rende tali coperture impegnative dal punto di vista del capitale da allocare. È tuttavia altamente strategico tentare di costruire un quadro conoscitivo aggiornato, completo e dettagliato sulla distribuzione spaziale delle pericolosità naturali, in modo da permettere agli operatori del settore di valutare con maggior accuratezza i potenziali danni e, di conseguenza, la capacità economica ipoteticamente necessaria al sistema assicurativo. Tali operatori infatti generalmente non dispongono delle necessarie competenze per la gestione operativa di dati georeferenziati, né per la comprensione dei criteri e dei parametri tecnici con cui sono state elaborate le mappe di pericolosità, creando così un alto potenziale di domanda per servizi di questo genere.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica, il riferimento essenziale – e abbastanza omogeneo a scala nazionale – sono le mappe redatte a livello distrettuale dalle Autorità di bacino che, per tre

scenari legati al tempo di ritorno dell'evento (30, 100, 300 anni), individuano l'estensione delle aree potenzialmente allagabili, i tiranti idrici e le velocità di deflusso.

Esistono poi altre informazioni – relative alle reti minori ma senza una copertura uniforme a scala nazionale, ottenute tramite modelli meno robusti e metodi più empirici – che possono essere reperite all'interno di:

- Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali (PTCP), con le nomenclature più disparate (carta delle criticità idrauliche, carta delle fragilità, carta del pericolo/rischio, carta degli allagamenti frequenti, etc.), che in parte possono riprendere le aree individuate dai PAI e in parte possono contenere informazioni inedite;
- le cartografie e gli elaborati dei Consorzi di Bonifica e Irrigazione;
- i Piani comunali delle Acque (almeno in Veneto);
- i portali web-GIS di Comuni, Province e Regione, spesso relativi ad allagamenti realmente verificatisi (recenti o storici) od a studi appositamente commissionati in passato.

Sarà da valutare il livello di dettaglio e l'estensione spaziale su cui avviare la sperimentazione.

**ALLEGATO – Abstract esteso del progetto di ricerca**

**FROM FLOOD HAZARD TO FLOOD RISK**

Exposure and vulnerability assessment informing landuse and urban planning  
practices for flood risk reduction

## A. INTRODUCTION

**Flooding** from a wide range of sources (river, pluvial, coastal) is the most frequent and costly natural hazard, affecting on a regular basis the majority of the world's countries and accounting for two-thirds of people affected by natural hazards. Between 1998 and 2009, Europe suffered over 213 major damaging floods, which caused some 1126 deaths, the displacement of about half a million people, at least €52 billion in insured economic losses and severe environmental consequences.

It is accepted that **flood risk has grown** in many areas of Europe, as a consequence of many factors both climatic (increase of heavy precipitation, changing in water natural cycle) and non-climatic (land use change, increase in population, economic wealth, human activities in floodprone areas, new urban developments, 'levees effect' due to structural measures for flood defence, etc.).

Several studies stated that most of this increase has to be attributed to non-climatic factors and showed that the majority of losses arise in **urban areas**, due to impairment of structures, costs of business shut-down and failure of infrastructure.

Risk is rooted in conditions of physical, social, economic and environmental vulnerability that need to be assessed (quantitatively and qualitatively) and managed on a continuing basis.

Risk assessment is the necessary first step for any serious consideration of disaster reduction strategies; it encompasses the systematic use of available information to determine the probability (P) of certain events occurring and the magnitude (M) of their possible damaging consequences. Within this approach flood risk is a function of **hazard, exposure and vulnerability**.

Recent extreme events have challenged conventional thinking due to event magnitudes never experienced before, new locations of occurrence or unforeseen cascading effects. Against this background, it has to be accepted that absolute safety and complete prevention are impossible, whereas approaches for coping with hazards are needed. Resilience, and improving society's resilience to floods, is the main objective. Levels of risk awareness depend largely on the quantity and quality of available information and on the difference in people's perceptions of risk. Risk awareness can be influenced by the knowledge of hazards and vulnerabilities, as well as by the availability of accurate and timely information about them.

Data is the primary input for identifying trends in hazards and vulnerability. **Geospatial data and technologies** (GD&T) are now an integral part of disaster risk management because both hazards and vulnerable societies are changing in space and time. Even if the literature tends to highlight GD&T role in post-disaster phases (i.e. in emergency rapid damage assessment), I would stress GD&T potential in the pre-disaster phases: in supporting – with up-to-date and accurate information – hazard and risk assessments through remote sensing data, Digital Elevation Models (DEMs) and Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) data coupled with information from many different sources (in-situ sensors, census and statistical datasets, etc.).

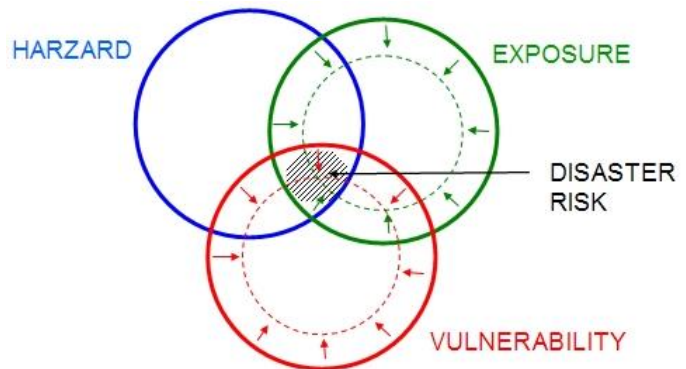
In the context of risk assessment, highly advanced technologies for remote sensing and geographical information systems (GIS) have in recent years led to the development of numerous instruments and methods for hazard mapping, for the analysis of vulnerability's physical aspects and for the widespread of information among inhabitants through web-GIS platforms. Among GD&T, geographic information provided voluntarily by individuals (termed by Goodchild Volunteered Geographic Information) occupies an important and emerging role.



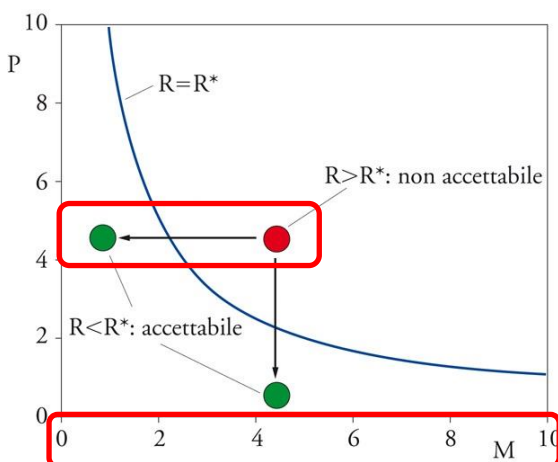
**European policies** are recently tackling the issue of reducing exposure and vulnerability to flooding. The strategic relevance of this issue has prompted the European Parliament to issue the Directive 2007/60/EC on flood risk assessment and management, which introduced flood risk management plans in the EU legislation, with their focus on prevention, protection and preparedness. It has to be noted that, within the flood risk management plans, Member States have to establish appropriate objectives for the management of flood risks in the identified areas «*focusing on the reduction of potential adverse consequences of flooding (...) and, if considered appropriate, (...) on the reduction of the likelihood of flooding*» (2007/60/EC). The priority is therefore to lessen exposure and vulnerability rather than hazard.

Flood risk management – and disaster risk management (DRM) – has shifted from structural defence to a more comprehensive approach: within this approach the full **disaster cycle** is considered, including relief, recovery, reconstruction, prevention and preparedness stages.

In the past few decades, the focus has slowly shifted from disaster recovery and response to risk management and prevention, to reduce the vulnerability of communities by strengthening their capacity to develop coping strategies.



Land management, planning practice (acting on exposure) and building codes (acting on vulnerability) become the most important non-structural solutions to minimise flood losses from the spatial planner’s perspective. I consider essential the reduction of exposure and vulnerability to floods in urban contexts, for both existing built-up stock and future assets, developing resilience and adaptation strategies. A rigorous flood risk reduction approach would consider measures such as: restricting new development/activities in the flood plain; removal of physical structures from the floodway; adapting future development to flood risk (i.e. USGBC LEED standards); improving public dialogue and knowledge on flood risk to enhance awareness, acceptance and understanding of maps/scenarios/models; promoting appropriate land use, agricultural and forestry practices within the catchment area.



Translating these concepts into a graph with iso-risk curves, the domain of the thesis mainly falls in the damage (magnitude) reduction strategies domain, where damage is the logic product of exposure and vulnerability.

Until recently this type of approach has been neglected in planning practice: it has always been the hazard rate to be adjusted to suite the urban development needs ('design against nature', resistance paradigm), and rarely vice versa ('**design with nature**', **resilience paradigm**).

It is the same type of approach proposed by Novotny for the management of urban water and wastewater infrastructures. From the current hard paradigm (which can be called 'fast conveyance / end-of-pipe control') he suggests the need and the convenience of a softer paradigm ('**sustainable urban drainage system**') based on the effort to

incorporate ecological principles into urban planning and development: microscale green development, macroscale watershed management, water/stormwater/wastewater infrastructures and landscape preserving or mimicking nature are the core concepts of this vision.

Ex-ante assessment of flood risk in urban areas informing present and future planning practices is the subject of this thesis. The aim is the construction of a Flood Directive compliant methodology for flood risk mapping able to function as a decision support system (DSS) in planning practices and cost-benefit analysis of required measures to prevent and reduce damage related to flood.

A key aspect of effective flood risk management is the evaluation of the current situation and the effect of implementing new measures. The impacts and effectiveness of various urban and regional planning instruments and policies could then be assessed by means of **scenario simulation**: measures and policies aimed at reducing flood risk can be developed and duly compared to the baseline scenario for policy making support<sup>1</sup>.

I want develop a methodology suited for the micro scale (municipality/district area) to explore the potential contribution in accuracy of geospatial technologies in order to reduce the model uncertainty and to supply municipalities (the most important spatial planning entities in Italy) with a 'flood risk aware' DSS tool.

## **B. MATERIALS and METHODS**

Risk assessment have to meet the multifunctional demands on flood prevention and protection, considering the population's needs and improving risk awareness. **Risk maps**, along with related statistics, allow anyone to identify and classify areas/objects at risk which are more likely (or vulnerable) to be affected by floods and support the development of strategic adaptation and mitigation measures to minimizing flood impacts.

Both hazard and exposure/vulnerability assessments utilize **formal procedures** that include collection of primary data, monitoring of hazard and vulnerability factors, data processing, mapping and social survey techniques. **Hazard assessment** is related to the domains of hydrology and hydraulics: here, since technical means are often employed for monitoring and storing data of geological and atmospheric conditions, the assessment activities typically involve scientific specialists. By contrast, **vulnerability assessments and damage evaluation** concern many disciplines (accordingly to the type of receptors under analysis) and make use of more conventional methods such as community-based mapping techniques, in which the community at risk should also play an active role.

### **B.1. CROSS ISSUES**

**Uncertainty**: all risk assessment models are by definition based on a degree of generalization, but the level of detail varies significantly between them. Due to the increased occurrence of flooding events in urban areas, the details of the flooding propagation process on the surface and the details of the

---

<sup>1</sup> Taking into account my background, this will be done for adaptation measures (such as land use regulations and building codes), acting on exposure and vulnerability components. Conversely, I am not able to asses mitigation measures (such as embankments raise or mountainside management practices): acting on hazard, they modify the hydraulic response, and I have not the knowledge to handle hydraulic models capable to predict how the hazard could consequently change in space.

interconnections between underground and surface drainage systems have been studied extensively in recent years, resulting in progressively more reliable hydraulic models. The same level of advancement has not been reached with regard to damage curves, for which improvements are highly connected to data availability. Flooding damage functions are usually evaluated by a priori estimation of potential damage (based on the value of exposed goods) or by interpolating real damage data (recorded during historical flooding events). Such functions are usually affected by significant uncertainty intrinsically related to the collected data and to the simplified structure of the adopted functional relationships.

A large part of the total uncertainty is therefore dependent on damage functions: improving the estimation of these curves and of the asset values may provide interesting advancements in the flood risk models. In the proposed methodology this attempt is pursued by:

- setting the analysis scale at the micro level, in order to reach high accuracy assessments;
- using (in the exposure assessment) highly advanced technologies for remote sensing coupled with a geodatabase made up of aerial imagery updated and collected with very high spatial resolution, thus allowing object-based analysis instead of land use ones;
- collecting and integrating all existing high-resolution datasets (on agriculture, industry, commerce, geologic features, etc.) from different sources in order to include in the assessment every possible aspect of the environmental complexity.

**Participation:** the EU Floods Directive put risk maps and associated forms of risk communication at the center of its management strategies. But there are many ways to conceive communication and citizens involvement. At its most basic, risk communication can be seen simply in terms of **information transfer and transparency**, often on the implicit assumption that overcoming information deficits will, by itself, be sufficient to achieve disaster risk reduction ('risk message model'). A second way of thinking sees risk communication as a conscious **instrument for changing the attitudes and behaviour** of message recipients, increasing their precautionary response ('risk instrument model'). Further risk communication approaches ('risk dialogue model' and 'risk government model') highlight the importance of **two-way exchanges** between citizens and institutions both to improve the quality and the implementation of the decisions, and to give the public the opportunity to express its concerns and to enable authorities to take it into account.

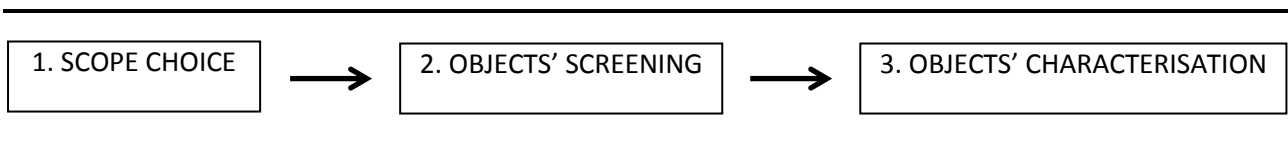
Interesting recent experiences tried to overtake the traditional separation between scientific expertise and lay knowledge, directly involving members of the local community in modelling flood risk and in calculating the costs and benefits of different measures (Lane). In fact, developing flood models can be a highly subjective process that can fail to include important details; scientists and citizens can then work together to negotiate the different assumptions and commitments of each group, in order to inform public interventions in flood risk management.

Taking the cue from these experiences, in this thesis I intend to approach the risk communication theme through increasingly difficult steps, including:

- the improvement of the citizens' risk awareness through the development of a **web-GIS tool** containing historical flooded areas and hazard maps produced by the various public authorities (River Basin District Authority, Regional and Provincial structures, Land Reclamation Authorities, etc.); the tool could also allow users to map flooded areas they have experienced.
- the enhancement of the information on urban receptors through **citizens data collection**: in this research work I explore opportunities and challenges of Volunteered Geographic Information

- (VGI) for flood risk assessment, exploiting the outputs (based on the use of OpenStreetMap data) of a research period spent in Trento, Fondazione Bruno Kessler, Digital Commons Lab (DCL)
- the citizens involvement in the flood risk analysis: in the case study scope there could be the opportunity to do standardized **questionnaires** providing empirical data on the subjective view of the citizens regarding flooding and their preferences/worries. In this way, the urban flood risk assessment methodology could integrate social research survey data (on public awareness level, desired warning system and emergency management, need of information) to support the study of non-structural measures. The aim of this approach is to enrich the physical/environmental assessment (quantitative, evidence-based) with the socio-economic assessment (qualitative, practice-based) through participation outputs, in order to inform the decision-making process.

## B.2. FLOW DIAGRAM OF THE RESEARCH



1. In the **Province of Venice**, the existence of a good collection of aerial imagery – updated, collected with very high spatial resolution and allowing object-based analysis instead of land use ones – led me to choose this area as study scope. Furthermore the whole area is exposed to a considerable degree of river, pluvial and coastal flood hazard rate: it is crossed by a dense network of waterways (with hazard mapped by the river basin district authority) and it is made up of low lands with strong drainage difficulties (with hazard mapped by the local land reclamation authority and regional/provincial/municipal authorities) also in relation with the Adriatic Sea level and tide.

The choice of the municipality on which setting up the case study is fallen on Noale, a 15.000 inhabitants town whose public administrators have been contacted and have shown interest in the proposal.

2. Different territorial scopes are constitute by different elements and **flood risk receptors**; it will be necessary a targeted analysis on the chosen scope.

Following the holistic perspective of the 2007/60/EC Directive, it is necessary to identify and employ proxy indicators to investigate: «*human health, the environment, cultural heritage, economic activity and infrastructure*». A preliminary identification is:

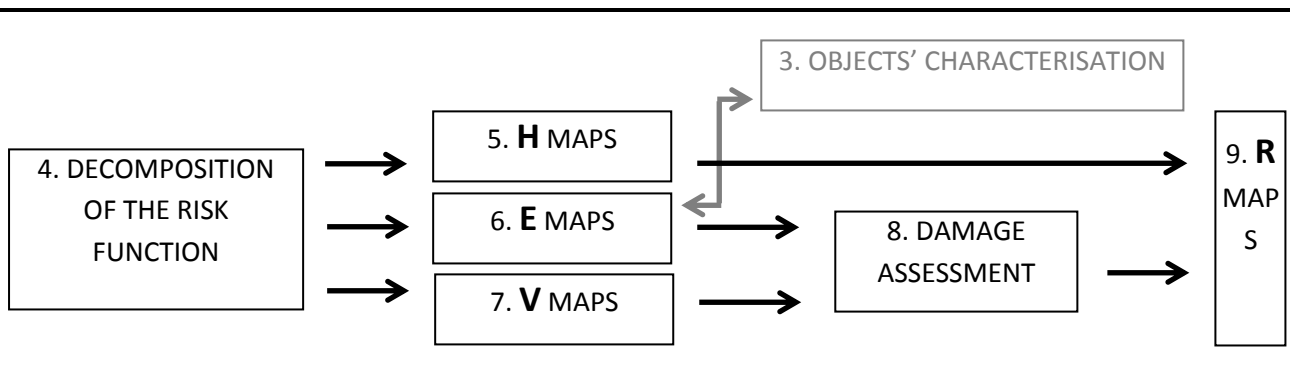
- HUMAN HEALTH – distribution of population<sup>2</sup> (per postal code or average number of people per building/property) and vulnerable groups (based on social and economic indicators), residential buildings, social welfare and public services (hospitals, schools, university, theatres, sports facilities, town halls, prisons, courthouses, urban parks);

---

<sup>2</sup> The issue related to risk to people deserves a brief annotation. In an urban scope, city users (inhabitants, workers, students, tourists, etc.) can be anywhere; they change continuously their position depending on the time of the day, the day of the week, the weather, the season, etc. The assessment of risk to people positioning inhabitants (only) in residential areas does not make sense in a detailed analysis at the micro scale; similarly it is not the aim of this work the real-time detection of flows in a city (it is not a civil protection study). Therefore I propose to consider the presence of people in each receptor 'object' through an index that increases the receptor's exposed value according to its greater or lesser people presence rate.

- ENVIRONMENT – protected natural areas, wetlands, woods, meadows, grazing lands, etc. and installations potentially causing pollution (dangerous industries, wastewater treatment plants, special dump sites, fuel/gas stations, warehouses, etc.);
- CULTURAL HERITAGE – monuments, archaeological sites, etc.;
- ECONOMIC ACTIVITIES – agriculture (arable, orchard, horticulture), commercial buildings, industrial buildings (per types and products), touristic structures (campings, hotels, etc.);
- INFRASTRUCTURE – roads, railways (including stations), main utilities (electricity, telephone, gas, sewer, water supply), parkings.

3. The use of aerial imagery (the last of which – acquired in 2014 – contains both the multispectral information and data elevation) processed with an **objects-based classification** approach will allow the extrapolation of detailed objects belonging to the following 4 classes: elevated sealed soil (buildings), ground sealed soil (streets, squares, parkings, yards), vegetated areas, bare soil (permeable soils without vegetation). Each object have then to be populated with attributes crossing it with **other existing databases** on census, land use, trade and industry, agriculture, soil profile, natural protected areas, etc. The aim is to characterise these objects with both their physical and functional dimension. In this step there will have to be faced and solved problems concerning databases' interoperability and transcalarity that can be managed through semantic, statistical and spatial processing.



4. **Risk** is defined as the expectation value of losses (deaths, injuries, property, etc.) that would be caused by a hazard. (Flood) risk can be seen as a **function of the Hazard (H), Exposure (E) and Vulnerability (V)**. It is a logical product: there is therefore the need to consider the potential mutual disorder effects between these three components.

Vulnerability is in turn defined by the concepts of susceptibility (the damaging effect on element at risk, as a function of magnitude of hazard), exposure (the probability of the element at risk to be present while the event occurs) and resilience (vulnerability counterpart): from many points of view, vulnerability is better defined as a dynamic process, rather than a static condition.

5. Key dimensions of hazard assessments are the presentation of the results, assuring the understanding of the added value of hazard mapping and awareness by policy makers. Furthermore, inadequate training and insufficient communication or collaboration among relevant bodies can adversely affect the hazard mapping process.

The information on hazard is taken from the **existing hazard maps** produced by competent authorities. Since many different entities in Italy are carrying out hazard maps, a main objective is to succeed in a **coordination** of these related initiatives, overlaying all existing flood hazard maps in the case study area. These different maps could then be shared with the population through a web-GIS tool, improving their flood risk awareness and – in doing so – their coping capacities. The increasing use of geographic information systems (GIS) is, in my opinion, a powerful way to widen the breach between the **information** produced by technicians and the understanding of risk by people.

6. Exposure analysis identifies objects (in their physical and/or functional dimension) that are affected by a certain flood scenario.

Exposed objects are commonly extracted by intersecting land use/land cover data with inundation maps. Therefore, elements at risk are pooled into classes, and the damage assessment is performed for the different classes, whereas all elements within one class are treated in the same way. The practice has been greatly improved by **GIS techniques** and by **high-resolution aerial imagery**.

In contrast to information on the exposed assets, hazard estimates are commonly modelled at a spatially explicit raster level. While macro-scale approaches may simply assume an equal spatial distribution of the provided assets over the whole area, within micro-scale studies the different assets have to be disaggregated (by means of ancillary information) to achieve a more realistic distribution. In this work the use of object-based analysis instead of land use cover almost nullifies the need of the spatial disaggregation phase and greatly reduces uncertainty (intrinsically contained in uniform spatial distribution assumptions).

In order to achieve quantitative estimates of the **exposed value** (or value at risk), asset values have to be estimated for all flood-affected objects. Asset values depend on the type of the elements at risk; but within one type of element at risk, several categories of assets can be identified: for example, the value of the building fabric (fixed assets) and the value of the contents (moveable items) are usually distinguished. Methods for asset value estimation vary considerably and depend strongly on the size of the study area, the available input data and the required accuracy of the risk assessment; they can give a monetary value to assets or not, describing exposure in terms of affected sectors or economic activities. Once I will define precisely the study area (and available data), I will decide the approach.

7. The vulnerability assessment evaluates the degree to which the receptors could be affected by a certain flood scenario based on their **physical and functional (social, economic, environmental) dimension**. In other words, it is the object's response capacity to a given H rate, variable in space (E) and time: indeed cumulative effects and time trends could heavily change the object's response.

Different kind of vulnerabilities in space and time dimensions have then to be assessed: in this work we will mainly focus on the physical aspects of vulnerability, which are the most suited for GIS analysis. The inclusion of social, economic and environmental variables into GIS models remains a challenge: the need to assign quantifiable values to the variables analyzed in the spatial models used by GIS is not always possible for social and economic dimensions of vulnerability. Nonetheless, considering the importance of the people risk perception in vulnerability assessment, this may be formally included in the evaluation process by incorporating people's own ideas and perceptions through social research survey data (questionnaires).

Attributes of groups and individuals, such as socio-economic class, ethnicity, gender, age and physical disability, can be retrieved from census data. Further information on economic vulnerabilities can also

be included investigating and integrating existing datasets (on agriculture, industry, commerce, etc.). For the inclusion of environmental vulnerabilities, similarly, the effort will be directed to investigate and integrate existing datasets; in particular, to consider the presence of pollutants in flood waters – which is judged the most dangerous condition acting on environmental vulnerability – the flood water contamination will be elementary assessed (yes/no) looking at the presence of polluting activities (IPPC) in upstream hazardous areas. Other important environmental datasets are those related to soil profile indexes: land capability, soil salinity, surface- and groundwater protection capacity, soil type and water capacity, infiltration rate, etc.

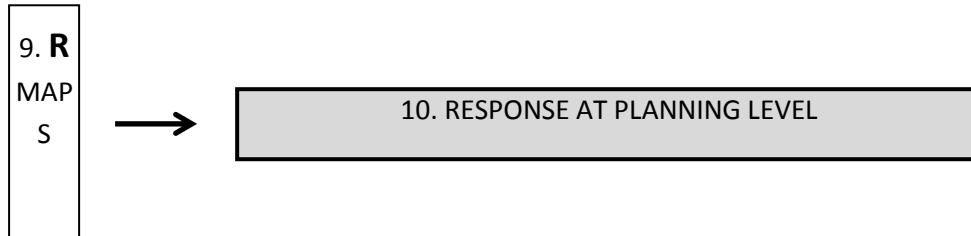
8. Although flood damage assessment is an essential part of flood risk management, it has not received much scientific attention. Compared to the wealth of methods and available information on flood hazard, flood damage data are scarce and damage estimation methods are crude.

Flood damages can be classified into direct and indirect damages: **direct** damages are those which occur due to the physical contact of flood water with humans, property or any other objects; **indirect** damages are induced by the direct impacts and occur – in space or time – outside the flood event. Both types of damages are further classified into **tangible** and **intangible** damages, depending on whether or not they can be assessed in monetary values: tangible damages are damage to manmade capital or resource flows which can be easily specified in monetary terms (including the public spending for clean-up, evacuation and emergency services), whereas intangible damage is to assets which are not traded in a market and are difficult to transfer to monetary values. Economists have since long developed methods to monetize damages to non-market goods (i.e. life, amenities, ecosystem services, etc.). However, these methods are not widely accepted because of the large variance of results and their sensitivity to study settings. Thus, there is a pragmatic choice to be made of what goods are treated as tangible or intangible in flood damage assessment.

In this thesis, it will be done a review (state of the art) of the existing flood damage models, which are almost all based on stage-damage curves and loss functions. Among the flood damage types, I focus only on methodologies related to the estimation of tangible damage (direct and indirect, using parametric indices for the latter). In almost all models in use today, flood depth is treated as the determining factor for expected damage (**depth-damage functions**), sometimes complemented by other parameters (velocity, duration, extent of flooding, water contamination, etc.). I will follow this same approach, using more detailed information (hazard related) where possible.

The most used procedure for the assessment of direct monetary flood damage is the logic product of exposure (E) and vulnerability (V): asset value assessment is related with the relative damage of the elements at risk to the flood impact. This procedure holds for the **relative damage approach**, which seeks to relate flood damage to property values; it uses the market value of the property concerned and expresses flood damage potential as percentages of that value. The advantage of this approach is simplicity, because many data sources are available on the value of property in flood risk areas. Alternatively, the **absolute damage approach** looks at individual properties and assesses the absolute monetary amount of damages per risk element or unit (e.g. per square meter of the floor space) using a single damage function. The analysis of the damages experienced in floods constitutes a major source of information for vulnerability identification and for model calibration; in addition, historical disaster databases are useful to identify the dynamic aspects involved in vulnerability, providing the criteria to assign relative weights to different dimensions of vulnerability in risk assessment exercises.

It is needed a survey to assess the existence of all these data in the case study scope, in order to understand which of these approaches is more suitable.



9. The **risk assessment** combines the information about a certain flood hazard scenario with the exposure and vulnerability of the examined receptors, providing a first evaluation of risks through the computation of a relative risk score (0-1) and the assignment of qualitative classes (low, medium, high risk). After the normalization of the receptor-related risk, a total (integrated) risk index can be calculated by means of **Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)**. In this latter step it is necessary to consider and pay attention to the generation of cumulative impacts. But given the complexity and uncertainty of the real world, we have to assess the opportunity of keeping separate the different dimensions under evaluation (different receptor-related risks) rather than calculate a pretended total integrated risk.

10. Ex-ante assessment of flood risk in urban areas informing present and future planning practices through a DSS approach is a key goal in flood risk reduction. A fundamental step of this process is the evaluation of the current situation and the effect of implementing new measures: impacts and effectiveness of planning instruments and policies could then be assessed by means of **scenario simulation**: measures and policies aimed at reducing flood risk can be developed and duly compared to the baseline scenario for policy making support.

A preliminary set of actions and strategies to cope with flood risk in a 'resilience' way is:

- taking action on HAZARD:
  - Structural measures: Sustainable Urban Drainage Systems (SUDs), green infrastructure, multifunctional flood defences;
  - Policy measures: fight soil sealing and slow run-off time in urban and land use planning practices (through building codes); prevent the generation of the flood wave in urban scopes (with controlled flooding in less valuable areas, 'blue' agricultural practices);
- taking action on EXPOSURE:
  - Structural measures (on built-up zones): relocate assets, reduce population density in hazard areas, zoning changes;
  - Policy measures (on future developments): consider the flood hazard of lands under development; raise awareness among citizens;
- taking action on VULNERABILITY:
  - Structural measures: adopt way of making (and renovating) buildings resilient against floods (flood proofing techniques avoids contact with floodwater or makes the building cope with floodwater and minimises damage caused by floodwater);



- Policy measures: monitoring and early-warning systems, emergency planning, spread the culture of risk (living and coping with it);
- taking action on RISK:  
insurances can be a valuable tool for adaptation in three main ways: helping to manage climate change risks; providing incentives for risk prevention; and providing information on risk.

The proposed approach goes beyond the traditional way followed in urban and regional planning. What I am proposing is an ex-ante scenario simulation based on local risk condition informing planning process and choices. The shift in the method – **from restrictions to case-by-case assessment** (from government to governance) – it is also due to the failure of the constraint-based approach, which has been operated in recent years in Italy (with PAI – Piani di Assetto Idrogeologico) without leading to effective results. The previous politics season, set on a catchment planning approach, showed its limits since the administrative and financial framework of regions and municipalities was often in contrast with the implementation of basin-wide strategies to fight against floods and adapting to climate change. The complex issue of reducing exposure to natural hazards without posing too many obstacles to the economic development of the concerned region is always been high on the agenda of policy makers.

### **B.3. LIMITS OF THE PROPOSED APPROACH**

- 1 - A holistic catchment planning approach would be required to reduce flood losses, using the basin as the basic planning unit. This would produce a more efficient scenario approach in which land use changes in the catchment can be assessed in flood-prone areas. In this thesis I work only on **local sub-basins**, neglecting the whole extent of the catchment area since the core of the analysis – the exploration of the potential contribution of new geospatial technologies in risk assessment methodologies (on exposure and vulnerability components) in order to reduce uncertainty and to increase accuracy – it is incompatible with the catchment area scale.
- 2 – The information on flood hazard is retrieved from existing maps produced by the competent authorities. Static hazard maps are used, not considering climate change effects.
- 3 – Dynamic feedbacks between urbanization and flood hazard can be implemented in a coupled hydrologic-land use approach by accounting for the effects of changes in land use in flood water propagation and velocity. Dynamic feedbacks between land use and flood modeling would even be a more advanced step towards an integrated approach. The effects of the expanding built-up area on the frequency and extent of floods and further on the damages to the building stock could thus be assessed. The latter, however, requires advanced models and considerable calibration and validation efforts. In contrast, the approach presented in this thesis represents a cost-effective method for the ex-ante evaluation of flood risk.

## **C. PROVISIONAL INDEX**

### **1. INTRODUCTION**

### **2. STATE OF THE ART**

- 2.1 The concept of risk (+ uncertainty + ways to include participation)
- 2.2. Geospatial technologies in disaster risk management
- 2.3. European and national (Italy) policies on flood risk
- 2.4. From hazard to risk: exposure, vulnerability and damage assessment methodologies
  - Review of the existing international methodologies on different receptors
  - Review of the methodologies used in the 8 Italian River Basin District Authorities (RBDA)

### **3. MATERIALS and METHODS**

- 3.1. Construction of a catalogue of good practices from the literature review
- 3.2. Case study identification and territorial scope description
- 3.3. Analysis of the existing datasets (aerial imagery, sector-based databases, etc.)
- 3.4. Methodology construction suited for the case study scope
- 3.5. Sensitivity analysis on the proposed methodology
- 3.6. Scenario analysis using the methodology as a DSS (how could change the risk if?)

### **4. RESULTS and DISCUSSION**

- 4.1. Comparison of results with the existing RBDA flood risk maps
- 4.2. Flood risk reduction actions and strategies
- 4.3. Piani comunali delle Acque as Adaptation Plans

### **5. CONCLUSION**