POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Pianificazione Territoriale, Urbanistica
e Paesaggistico-Ambientale

Tesi di Laurea Magistrale

Smart City e Smart People: dalla realtà urbana alla realtà mista

Relatore
prof. Gabriele Garnero
firma del relatore
.....

Candidato
Michele De Chiaro
firma del candidato
.....

A.A. 2017/2018

Se ho visto più lontano, è perché stavo sulle spalle di giganti.

ISAAC NEWTON, (1676), *Lettera a Robert Hooke*.

INDICE

INTRODUZIONE **1**

1 CAPITOLO **3**

1.1 COSA SIGNIFICA ESSERE UNA SMART CITY 3

1.2 MOBILITÀ DEL PARADIGMA 13

2 CAPITOLO **23**

2.1 IN CHE DIREZIONE SI MUOVONO LE PRINCIPALI CITTÀ ITALIANE 23

2.2 LE SEI DIMENSIONI 27

2.2.1 Smart People *27*

2.2.2 Smart Economy *29*

2.2.3 Smart Mobility *31*

2.2.4 Smart Governance *33*

2.2.5 Smart Environment *34*

2.2.6 Smart Living *37*

2.3 ECCELLENZE ITALIANE A CONFRONTO 38

2.3.1 Bologna *39*

2.3.2 Firenze *45*

2.3.3 Milano *50*

2.3.4 Torino *57*

3 CAPITOLO **69**

3.1 INTRODUZIONE 69

3.2 DALLA LETTERATURA AL XR 71

3.2.1 Città intelligenti, sostenibili e realtà virtuali *71*

3.2.2 Sviluppo delle tecnologie virtuali *75*

3.2.3 Dalla XR alla pianificazione *78*

3.2.4 XR e simulazione in tempo reale *82*

3.3 LA XR NELLA PROGETTAZIONE E PIANIFICAZIONE DI UNA SMART CITY 85

3.3.1 La XR per la visualizzazione del comfort termico pedonale *85*

3.3.2 XR e Smart Mobility *87*

3.3.3 Potenziale della XR nella gestione dei dati *89*

3.3.4 La XR nell'analisi cognitivo-comportamentale dei cittadini *91*

4 CAPITOLO 94

4.1 INTRODUZIONE 94

4.2 LA TECNOLOGIA 97

4.2.1 La realtà virtuale 97

4.2.2 La realtà aumentata e le principali differenze con la realtà virtuale 99

4.2.3 La realtà mista 101

4.3 MICROSOFT HOLOLENS 103

4.3.1 Il visore: caratteristiche tecniche e principi base 103

4.3.2 Sistemi di coordinate, spatial mapping e tipologie di input 106

4.4 INTRODUZIONE AGLI STRUMENTI DI SVILUPPO 112

4.5 ESPERIENZE DI MIXED REALITY NELLA CIRCOSRIZIONE 2 114

4.5.1 Modellazione di ambienti urbani: Esri CityEngine 114

4.5.2 Implementazione della scena: Unity 119

4.5.3 Distribuzione dell'applicazione olografica: Visual Studio 123

4.5.4 Risultati ottenuti 125

CONCLUSIONI 130

BIBLIOGRAFIA 132

SITOGRAFIA 139

INTRODUZIONE

Una *Smart City* è basata su un modello di sviluppo urbano che integra le moderne tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) per la gestione del patrimonio di una città nonché di tutte le sue componenti.
Indipendentemente dal modello che si scelga di seguire, la città rappresenta il luogo della complessità ed è il risultato di un costante processo evolutivo. Tuttavia quando si parla di "città intelligenti" si ha la sensazione che essa rappresenti un obiettivo da raggiungere, tralasciando completamente quanto appena detto. Ma la storia ci dimostra come da sempre, alle fasi di crescita, siano inevitabilmente susseguiti momenti di declino, dovuti all'affermarsi di innovazioni sociali, economiche o dagli effetti di calamità o guerre. Le dinamiche evolutive che interessano un sistema urbano, non possono sottrarsi alla storia come processo di cambiamento. Allo stesso modo anche le nostre moderne città non possono scampare a tali mutamenti, data la rapidità con cui oggi può affermarsi un'innovazione.
Abbandonare certezze ed esemplificazioni intraprendendo percorsi tortuosi e non lineari, può aiutare chi si occupa della gestione di tali sistemi complessi nel raggiungimento della smartness.
È la consapevolezza di tale complessità che ha portato negli ultimi anni alla diffusione di questo nuovo paradigma: la città diventa il luogo ideale per la sperimentazione di nuove tecnologie digitali. Lo scopo è quello di migliorare la qualità della vita dei cittadini con il supporto delle più moderne tecnologie, tenendo conto delle esigenze sociali, culturali, ambientali e fisiche di una società.
La gestione e la visualizzazione dei dati e quindi delle informazioni, sono due elementi chiave nella pianificazione per il raggiungimento della smartness, e attualmente costituisce per professionisti e pianificatori una delle principali sfide; questi ultimi infatti, stanno investendo nella ricerca di nuovi metodi per la simulazione dei dati in tempo reale e quindi nell'analisi degli impatti relativi a "scenari what-if".

La realtà virtuale (VR) e più genericamente le tecnologie per la realtà estesa (XR), rappresentano un possibile strumento per affrontare tali sfide. Per XR si fa riferimento a tutti gli ambienti combinati reali e virtuali e le interazioni uomo-macchina generate dalla tecnologia informatica e dai dispositivi indossabili. Comprende forme di rappresentazione come la realtà virtuale, la realtà aumentata (AR) e la più moderna realtà mista (MR).

Esse rappresentano uno dei potenziali strumenti per raffigurare ed enfatizzare il valore delle informazioni all'interno delle Smart City, aiutando non solo i tecnici di settore ma supportando anche i cittadini nella comprensione delle politiche pianificatorie, soprattutto nelle fasi iniziali della progettazione.

Dopo aver affrontato nella prima parte di questa ricerca temi quali la definizione del concetto di Smart City e quanto esso sia stato davvero calato all'interno delle maggiori città italiane, nonché le principali sperimentazioni, la seconda parte della ricerca si concentrerà sull'utilizzo di questo tipo di tecnologie. Più precisamente, si indagherà sul ruolo della XR all'interno della pianificazione, attraverso una sintesi riguardante le tecnologie abilitanti trattate poi, in maniera più approfondita, all'interno dell'ultima parte dell'elaborato insieme alla sperimentazione eseguita nella Circoscrizione 2 della Città di Torino. Sono dunque questi i presupposti dai quali si articola lo studio effettuato, con l'obiettivo di poter sperimentare sul campo le potenzialità di tali nuovi strumenti.

1 CAPITOLO

1.1 Cosa significa essere una Smart City

Nonostante siano trascorsi diversi anni da quando il termine smart o intelligente venne associato al concetto di città, ad oggi risulta ancora complicato riuscire ad identificare una definizione universalmente condivisa di Smart City. Al contrario, è sicuramente indubbia la base sulla quale si forma questo paradigma, cioè il rapporto tra uomo e tecnologia applicato allo spazio. Probabilmente, si potrebbe affermare che la forza di questo modello stia proprio nella sua astrattezza: nonostante possa sembrare una sua debolezza, rappresenta un suo punto di forza grazie alla capacità di poter dire e allo stesso tempo, includere tutto al proprio interno.

Sappiamo bene come una città sia un ambiente molto complesso, caratterizzato dall'insieme di funzioni urbane e dalle relative relazioni esistenti fra di esse. È proprio per questo motivo che risulta difficile definire univocamente il concetto di Smart City, mentre è molto più semplice trovare differenti definizioni, a seconda dell'aspetto che viene giudicato predominante o del settore che prova a dare il proprio punto di vista.

La letteratura spesso tende a descrivere tale modello secondo tre principali tipi di approccio: quello della pianificazione urbana, quello più legato alle caratteristiche *hardware* di cui si compone una moderna città (e quindi più strettamente tecnologico) ed infine secondo l'aspetto del marketing.

Se analizziamo il concetto dal punto di vista della pianificazione urbana, il termine smart implica una forte direzione strategica e il concetto di *smartness* viene spesso utilizzato dalle Pubbliche Amministrazioni per distinguere le loro politiche in materia di sostenibilità, miglioramento della qualità della vita del cittadino, di crescita economica, etc. e, in questo senso, viene spesso associato al successo di politiche in ambito urbano.

Se invece proviamo ad esaminare il paradigma dal punto di vista strettamente tecnologico, esso include l'utilizzo di sensori/attuatori, la capacità di autogestirsi, configurarsi ed ottimizzarsi autonomamente da parte delle macchine, la possibilità di accedere da ogni luogo ad un terminale o avere sempre a disposizione una connessione internet mobile. Tutto ciò può essere riassunto come *Smart Ecosystem* o "Ecosistema intelligente" (Nam e Pardo, 2014).

Infine un terzo punto di vista è quello che analizza il modello dal punto di vista del marketing: in questo senso, l'utilizzo del termine smart è considerato più *user friendly* rispetto alla più elitaria *intelligent*, facendo sembrare la città un luogo più attento ai bisogni dei propri utenti e fornendo loro interfacce personalizzate.

Questa distinzione tra i principali tipi di approccio rafforza ulteriormente il paradigma, in quanto, nonostante abbiano contenuti differenti, descrivono il modello come la sintesi di quanto di meglio figure professionali diverse (pianificatori, ingegneri, economisti, sociologi, geografi, etc.) possano auspicare per la città del futuro.

Il suo enorme ed inaspettato successo tra istituzioni, società civile, mondo accademico e imprese è la conseguenza di come esso racchiuda tutto ciò che una città dovrebbe essere: sostenibile, competitiva, efficiente, connessa, tecnologicamente avanzata, *e-governed*, etc.

Questa sua astrattezza, se da un lato rappresenta la sua forza, dall'altro è spesso motivo di critiche; più che il frutto di analisi e ragionamenti, il modello smart sembrerebbe essere per alcuni il risultato di deboli ipotesi su come la tecnologia possa rappresentare la panacea per tutti i mali.

Tuttavia se ci si sofferma, più che sulla definizione, sulla ricerca di una metodologia di sviluppo urbano, questo modello risulta tutt'altro che utopico e di sicuro molto più concreto rispetto a concetti come quello della città creativa o della città sostenibile. Certamente non ha una natura politica, risulta tutto sommato condivisibile (chiunque vorrebbe vivere in una città "non stupida" e capace di sfruttare, a vantaggio del cittadino e dello sviluppo le

principali innovazioni tecnologiche) e per questo difficilmente genera conflitto (Hollands, 2008).

Da questo punto di vista sono esemplari alcune esperienze cittadine guidate dall'ormai più che consolidato "modello Barcellona", città che dalle Olimpiadi del 1992 ha visto cambiare velocemente la propria identità in questa direzione. Oppure i tentativi di realizzare delle vere e proprie linee guida allo sviluppo ed alla diffusione delle Smart City, come nel caso dell'esperienza del "City Protocol"[1], che forniscono non solo un esempio delle possibili operazioni realizzabili per raggiungere la *smartness,* ma che, al contempo, permettono di riconoscere i limiti di questo modello.

Un altro importante contributo è sicuramente quello formulato da Giffinger e dall'Università Tecnologica di Vienna (Giffinger *et al.*, 2007): con l'intento di dare una definizione generale di Smart City gli autori, partendo dall'analisi della letteratura di settore, hanno riconosciuto come tale concetto faccia riferimento ad una serie di aspetti che interessano una città. Lo studio porta all'individuazione di sei principali assi che lo contraddistinguono: *Smart Economy* (economia), *Smart People* (capitale umano e sociale), *Smart Governance* (Governance), *Smart Mobility* (mobilità), *Smart Environment* (ambiente) e *Smart Living* (vita quotidiana).

Come si può osservare nella tabella in Figura 1, ognuno dei sei assi contiene al proprio interno una serie di caratteristiche o macro-obiettivi che ne specificano la direzione.

[1] Il City Protocol è una comunità di città, imprese e università che sfrutta la conoscenza e l'esperienza nelle città di tutto il mondo per accelerare la trasformazione sostenibile. Tra i membri fondatori: Città di Barcellona, Amsterdam, Quito, alcune tra le principali università nel mondo, aziende ed organizzazioni non profit. (http://cityprotocol.org)

SMART ECONOMY	SMART PEOPLE
- Innovation spirit - Entrepreneurship - Economic image and trademarks - Productivity - Flexibility of labour market - International embeddedness - Ability to trasform	- Level of qualification - Affinty to life long learning - Social and ethnic plurality - Flexibility - Creativity - Cosmopolitanism/Open-mindedness - Partecipation in public life
SMART GOVERNANCE	**SMART MOBILITY**
- Participation in decision-making - Public and social services - Transparent governance - Political strategies and perspectives	- Local accessibility - (Inter-)natiolal accessibility - Availability of ICT infrastructure - Sustainable, innovative and safe transport systems
SMART LIVING	**SMART ENVIRONMENT**
- Cultural facilities - Healt condition - Individual safety - Housing quality - Education facilities - Touristic attractivity - Social cohesion	- Attractivity of natural condition - Pollution - Environmental protection - Sutainable resource management

Figura 1 - Le 6 dimensioni smart identificate dall'Università di Vienna

Così, la *Smart Economy,* comprende fattori che coinvolgono competitività e innovazione come, ad esempio, la produttività o lo spirito di imprenditorialità.

Smart People include elementi che riguardano il capitale umano e sociale, che non interessano aspetti legati al livello di istruzione o a quello professionale ma anche alla flessibilità mentale o la qualità dei rapporti sociali.

All'interno della *Smart Governance* sono invece inclusi fattori come la partecipazione dei cittadini o la trasparenza delle amministrazioni, nonché dei suoi servizi per i cittadini.

L'asse della *Smart Mobility* comprende i trasporti ma anche le tecnologie informatiche, quindi non pone solo l'attenzione alla sostenibilità del trasporto pubblico o alla sua efficacia ma anche alla realizzazione di infrastrutture per l'informazione.

Per quanto riguarda lo *Smart Living* vengono presi in considerazione aspetti relativi alla qualità della vita, al sistema sanitario o alla disponibilità abitativa, ma anche turismo educazione e cultura.

Infine lo *Smart Environment* comprende tutti quei fattori relativi agli elementi che costituiscono attrattività naturali locali o che riguardano la gestione delle risorse, la protezione ambientale nonché azioni contro l'inquinamento.

Questa parziale descrizione degli assi, seppur contenente solo alcuni dei fattori a cui si riferisce lo studio, riesce a descrivere la metodologia utilizzata e rappresenta il tentativo di individuare un terreno comune o comunque una definizione del paradigma. Nonostante questo tipo di suddivisione possa indebolire quello che in precedenza è stato definito come un punto di forza, cioè la capacità di includere al suo interno differenti ambiti di studio, è possibile notare come molti dei fattori elencati, per quanto appartengano ad uno specifico asse, possano essere interessati o interessare i restanti cinque e quindi non in contrasto con quanto detto. Se da un lato questo tipo di suddivisione accentua la difficoltà nel formulare una definizione univoca di Smart City, dall'altro ha dato il via ad una serie di analisi e valutazioni, grazie all'individuazione di indici, relativi al livello di *smartness* dei principali centri urbani nel mondo. Difficoltà che tuttavia sta nella dualità che alcuni degli elementi fin qui descritti possono avere e che sono emerse nel corso degli anni: da un lato una visione più orientata al capitale sociale ed umano, dall'altro quella relativa agli aspetti strettamente tecnologici.

Figura 2 - Evoluzione del concetto di Smart City (TEH-Ambrosetti)

Questo conflitto esiste sin dalla nascita del concetto stesso, il *California Institute for Smart Communities* fu uno dei primi istituti di ricerca ad interessarsi di tale tematiche, concentrando il proprio lavoro su come una città dovesse direzionarsi per poter diventare "intelligente". Esso si riferiva principalmente al ruolo che le nuove tecnologie delle telecomunicazioni ed informatiche avrebbero rivestito all'interno delle future infrastrutture

cittadine. Solo qualche anno dopo, il Dipartimento di Governance dell'Università di Ottawa ne criticò fortemente l'approccio, considerato troppo tecnico e proponendo un modello orientato principalmente alla gestione e al governo, ponendo forte attenzione al ruolo del capitale sociale e delle relazioni relative allo sviluppo urbano (Albino *et al*., 2015).

Questa distinzione non appare tuttavia sempre così netta, a parte casi estremi in cui è molto chiaro identificare la filosofia che vi è dietro il tentativo di definire il concetto di Smart City.

Per comprendere meglio quanto appena detto, si proverà ad esaminare alcune definizioni, partendo da un approccio più vicino al cittadino fino ad arrivare a quelle in cui la tecnologia ha un ruolo predominante.

Liviu Grabiel Cretu, IT Project Manager presso la Commissione Europea, partendo dalla definizione dell'Università di Vienna e riconoscendo come importante elemento la tecnologia, dà la seguente definizione: *"Una Smart City è una citta che opera in maniera progressista in queste sei caratteristiche (Figura 1) e costruita sulla combinazione "intelligente" delle doti e delle attività dei cittadini consapevoli, indipendenti e autodeterminanti"* (Cretu, 2012). L'autore riconosce in questo caso, non solo la centralità del ruolo del cittadino ma anche il modello a sei assi, in cui a parte l'asse relativo alla *Smart Mobility* in cui le IT[2] (Information Technology) hanno chiaramente un ruolo fondamentale, i restanti assi rientrano in una visone il cui la centralità sta nel ruolo del cittadino.

Una seconda definizione che enfatizza questo aspetto, nonché la qualità della vita ed il concetto di sostenibilità, è quella di Caragliu, ricercatore e docente presso il Politecnico di Milano, il quale ritiene che *"una città sia "intelligente" quando investimenti nel capitale umano e sociale e nelle infrastrutture tradizionali (trasporti) e moderne (ITC) alimentano una crescita economica sostenibile e un'alta qualità della vita, con una oculata gestione delle risorse naturali, e tramite una governance partecipata."* (Caragliu *et al.*, 2009).

[2] L'espressione tecnologia dell'informazione, (in inglese Information Technology, IT), indica l'utilizzo di elaboratori e attrezzature di telecomunicazione per memorizzare, recuperare, trasmettere e manipolare dati (Daintith, 2009.)

Infine, seguendo questo tipo di visione, ma in ottica "estremizzata", troviamo la definizione di Rios che, all'interno della sua ricerca per l'Università di Detroit, definisce una Smart City come *"…una città che dà ispirazione, condivide cultura, conoscenza e vita, una città che motiva i suoi abitanti a creare prospettive nelle proprie vite. Una Smart City è una città ammirata, un contenitore per l'intelligenza ed un'incubatrice di empowered spaces"* (Rios, 2009), dove questi ultimi sono definiti come luoghi che una città deve possedere, di cui la gente ha bisogno, come ad esempio musei o biblioteche, luoghi dove le persone incrementano la propria conoscenza.

Passando invece ad un approccio di impronta tecnologica, sicuramente tra le principali definizione nella letteratura, c'è quella di Washburn, ricercatore per la Forrester Research, una delle più influenti aziende di ricerca e consulenza nel mondo. Secondo la sua visione una Smart City è definibile tale se utilizza tecnologie di *Smart Computing*[3] *"per rendere i componenti e servizi delle infrastrutture critiche di una città – che includono l'amministrazione, l'educazione, la sicurezza pubblica, gli immobili, i trasporti e i servizi pubblici – più intelligenti, interconnessi ed efficienti."* (Washburn e Sindhu, 2010). Per Washburn l'utilizzo di tecnologie informatiche intelligenti, definite tali in quanto danno la consapevolezza del mondo reale ai sistemi cui sono applicate, costituiscono l'infrastruttura principale sulla quale poter costruire un modello di Smart City. L'utilizzo delle IT porta non solo una migliore consapevolezza di questo sistema ma, al contempo, ne migliora l'efficienza e l'interconnessione.

Marsal, ricercatrice per l'Università Pompeu Fabra di Barcellona, insieme al suo gruppo di ricerca, ha definito il modello come la possibilità per poter migliorare l'efficienza urbana utilizzando tecnologie informatiche, dati ed informazioni al fine di migliorare i servizi per i cittadini, le infrastrutture esistenti e la partnership tra gli stakeholder pubblici e privati. Inoltre lo studio è incentrato sulla definizione di indici per valutare il livello di *smartness:* su questo tema

[3] Lo stesso Washburn definisce il termine *Smart Computing* come *"una nuova generazione di hardware, software e tecnologie di rete integrate che forniscono ai sistemi informatici una consapevolezza in tempo reale del mondo concreto e analisi avanzate per aiutare le persone a prendere decisioni più intelligenti a proposito di alternative ed azioni che ottimizzeranno i processi di business ed i risultati della contabilità"*.

l'autrice denuncia una certa difficoltà nell'individuazione di questi ultimi, in quanto relativi all'analisi di una quantità di dati elevatissima e molto complicati da gestire.

Un altro approccio di tipo tecnologico è quello usato dalla IBM, una delle più grandi aziende del settore e che da anni sta investendo sul tema delle Smart City. Harrison, ricercatore presso la IBM, dà una definizione per lo più funzionale, definendola come un modello di città in cui le infrastrutture fisiche, informatiche, sociali e di business sono tra loro connesse al fine di incrementare "intelligenza collettiva". *"Le Smarter Cities*[4] *proseguono nella pratica, da lunga data, nel migliorare l'efficienza operazionale e la qualità della vita di una città costruendo sui progressi delle tecnologie informatiche"* (Harrison, 2010). La *vision* dell'azienda è quella di un'infrastruttura virtuale che affianca quella fisica tradizionale: essa risulta costituita da sensori, dati e tecnologie per la trasmissione ed analisi di quest'ultimi che dovrebbero supportare il lavoro di chi si occupa di città, ottimizzando la loro capacità decisionale. La Smarter Cities di IBM non è che una parte costituente di un sistema più grande denominato Smarter Planet. Quest'ultimo possiede tre caratteristiche principali:

- è un sistema dotato di strumenti di ogni genere utili alla raccolta di dati dal mondo reale (*Instrumented*);
- è un sistema interconnesso (*Interconnected*) che tramite le strumentazioni possiede un processo, un'organizzazione ed una catena di valori capace di integrare i dati ottenuti.
- è un sistema intelligente (*Intelligent*) perché capace di analizzare i dati utili elaborati per ottenere informazioni a supporto delle scelte decisionali di professionisti.

Da una multinazionale come la IBM non ci si poteva aspettare un approccio differente da quello tecnocentrico, tuttavia non tutte le aziende che lavorano nello stesso campo hanno un così estremo approccio.

[4] *Smarter Cities* è una variazione del più comune termine Smart City ed è un marchio registrato dalla IBM

La Intel ad esempio, altra azienda leader nel settore tecnologico, in collaborazione con la Fondazione Nesta, ha redatto uno studio intitolato "Ripensare le Smart City da cima a fondo" (Saunders e Baeck, 2015). Partendo dall'analisi di esempi concreti, nei quali cittadini e tecnologia collaborano allo stesso livello per migliorare la qualità delle città, è immediatamente riconoscibile come il documento e quindi l'azienda, nonostante appartenga al gruppo con approccio maggiormente tecnologico, non tralasci assolutamente il fattore umano.

Gli autori riconoscono alcuni dei difetti derivanti dalla assoluta associazione del concetto di Smart City con quello di tecnologia ed individuano inoltre quattro metodologie specifiche per sfruttare efficacemente il potere dei cittadini attraverso le tecnologie digitali:

- economia collaborativa: mettere in "rete" gruppi distribuiti di persone, utilizzando Internet e le tecnologie digitali, per fare un uso migliore di beni, competenze e spazio. Questo è importante nelle città in cui le risorse, in particolare lo spazio, sono limitate;
- dati di *crowdsourcing*[5]: le persone possono utilizzare sensori a basso costo per misurare e creare mappe *crowdsourcing* dei loro ambienti; i governi delle città possono raccogliere i dati dai social media e dai sensori presenti negli smartphone, come supplemento alle reti *Internet of Things* di tutta la città;
- intelligenza collettiva: i processi decisionali e di risoluzione dei problemi sono di solito lasciati agli esperti, tuttavia i cittadini possiedono una quantità enorme di informazioni riguardanti le proprie città. I nuovi strumenti digitali facilitano il coinvolgimento delle persone nel processo

[5] Il crowdsourcing (da crowd, "folla", e sourcing, da outsourcing, e cioè esternalizzazione aziendale) è lo sviluppo collettivo di un progetto da parte di numerose persone esterne all'entità che l'ha ideato. Le persone che collaborano lo fanno in genere volontariamente, rispondendo ad un invito a collaborare. Questo modello di realizzazione dei progetti è in genere reso possibile da internet e non riguarda necessariamente la scrittura di codice in linguaggi di programmazione, ma la varietà di progetti può essere diversa, basti pensare a Wikipedia stessa, scritta dai propri lettori. (https://it.wikipedia.org/wiki/Crowdsourcing)

decisionale, nella pianificazione e nel bilancio, e ciò potrebbe aiutare le città a prendere decisioni più intelligenti e più democratiche;

- *crowdfunding*[6]: le persone possono connettersi online per finanziare in modo collaborativo i progetti della comunità e le amministrazioni cittadine, possono utilizzare il crowdfunding per prendere decisioni relative a spese che riflettano in modo più accurato i bisogni e i desideri dei cittadini.

Lo studio continua riconoscendo alcuni difetti fondamentali che spesso vengono commessi quando si parla di un modello cittadino di tipo smart. In primo luogo capita di pensare sin dall'inizio all'aspetto tecnologico piuttosto che a quello urbano, poiché spesso l'obiettivo del modello è la crescita economica.

Secondo difetto che è possibile riconoscere è quello relativo all'utilizzo o alla generazione di casi pratici. Molto spesso capita di trovarsi di fronte a situazioni in cui l'utilizzo effettivo di una determinata tecnologia in ambito urbano non vada oltre la sperimentazione. Tale problematica potrebbe essere superata semplicemente con la condivisione delle esperienze cittadine, utile a valutare quali tecnologie siano davvero vantaggiose e sostenibili all'interno del modello.

Una terza criticità è quella relativa alla consapevolezza su come gli altri stiano tentando di migliorare le proprie città. Nonostante il concetto di Smart City dovrebbe coinvolgere una gran varietà di figure professionali, a volte risulta essere un concetto isolato, in quanto si riduce a discorsi tra esperti di tecnologie e non coinvolgendo altre figure professionali che da sempre collaborano nella risoluzione delle sfide urbane, come pubbliche amministrazioni o pianificatori.

Infine ultimo punto è quello relativo al coinvolgimento dei cittadini che, nonostante siano i primi interessati rispetto alle scelte che riguardano le proprie città, raramente sono consultati o coinvolti riguardo alle scelte urbane e quindi sottovalutato il loro ruolo.

---

[6] Il crowdfunding (dall'inglese crowd, folla e funding, finanziamento) o finanziamento collettivo in italiano è un processo collaborativo di un gruppo di persone che utilizza il proprio denaro in comune per sostenere gli sforzi di persone e organizzazioni. È una pratica di microfinanziamento dal basso che mobilita persone e risorse. (https://it.wikipedia.org/wiki/Crowdfunding)

Nonostante il documento sia stato redatto dalla Intel, azienda molto simile alla IBM, è possibile notare un approccio completamente differente che sì, riconosce alla tecnologia un ruolo fondamentale, ma al contempo afferma quanto sia centrale il ruolo del cittadino.

È facile capire come il concetto di Smart City rappresenti un vero e proprio laboratorio di idee dal punto di vista teorico ma non solo; come si vedrà più avanti, c'è un enorme fervore anche dal lato pratico.

1.2 Mobilità del paradigma

Sebbene il tentativo di fare chiarezza riguardo la sua definizione, il concetto in sé resta alquanto sfocato ed aperto a differenti interpretazioni. Si è visto come si sia provato a identificare le principali caratteristiche di tale modello e le difficoltà emerse nella loro classificazione; di come esperti si siano domandati quale approccio utilizzare o quale direzione intraprendere, se di tipo tecnologico o più umano, se lo sviluppo economico o quello urbano.

Per quanto fin qui detto, nonostante i diversi tentativi esaminati, non esiste una definizione univoca e probabilmente non esisterà; ma questo non è che la risposta al fatto che il paradigma riconosca, rispetto ad ogni città, peculiarità differenti, caratteristiche uniche che le contraddistinguono le une dalle altre.

Se le questioni relative alla definizione del modello risultano ancora piuttosto complesse, dal punto di vista pratico, invece, grazie ai finanziamenti messi a disposizione dalle istituzioni italiane e dalla Comunità Europea, vi è stata la possibilità di poter sperimentare sul campo tali pratiche.

	Mobilità	ICT	Sostenibilità ambientale	Qualita della vita	Società Smart
Istituzioni					
EU SET Plan			■		
EU Smart Cities and Communities Initiatives	■	■	■		
Agenda Digitale per l'Italia	■	■	■	■	■
Bandi MIUR	■	■	■		■

Figura 3 - Ambiti interessati a livello comunitario e nazionale (elaborazione da TEH-Ambrosetti)

Il concetto di Smart City, di fatto, rientra all'interno dei settori di ricerca finanziati dall'Unione Europea, che già da alcuni anni sta stanziando diversi miliardi di euro per il perseguimento di città con una maggiore efficienza energetica e tecnologica.

Di fatto le città europee sono le principali protagoniste nell'innescarsi di un insieme di fenomeni che incidono e determinano lo sviluppo e la crescita dell'intero territorio comunitario. Tuttavia è proprio all'interno delle aree urbane che si rilevano i maggiori problemi a livello energetico ed ambientale, ambiti che da sempre sono di particolare interesse per la UE e rappresentano, per quest'ultima, i principali target verso i quali spesso è declinata la *smartness*. Partendo da queste criticità, attraverso strumenti di finanziamento a gestione diretta, sono stati sponsorizzati una serie di progetti al fine di incrementare attrattività ed efficienza delle città, renderle luoghi del progresso e centri per il rilancio socio-economico: oltre ad essere un traguardo auspicabile, esso rappresenta un obiettivo strategico necessario.

Da qui l'iniziativa avviata nel 2007 con quello che da molti è considerato il principale documento di riferimento a livello comunitario, il "Piano strategico europeo per le tecnologie energetiche", meglio conosciuto come Piano SET che da i primi indirizzi in questa direzione (nonostante non contenga riferimenti diretti al modello in analisi).

I riferimenti alle città intelligenti diventano però più espliciti dal 2011, con il "Technology Roadmap", documento che mette a disposizione un budget considerevole. Circa il 17% degli investimenti viene destinato alle "opere" smart, mentre la restante somma, pari all'83%, ripartiti tra diversi settori energetici (stoccaggio del carbonio, energia solare, energia nucleare sostenibile, bioenergia, etc.)[7].

Nonostante il tema delle Smart City sia molto sentito a livello europeo, esso non è mai stato finanziato da un programma specifico dedicato, ma piuttosto

[7] Per le stime degli investimenti si è fatto riferimento al portale del SETIS (Strategic Energy Technologies Information System) e nello specifico corrispondono al: 17% Smart City, 23% cattura e stoccaggio del carbonio, 22% energia solare, 14% energia nucleare sostenibile, 13% bioenergia, 8% energia eolica e 3% reti elettriche. (https://setis.ec.europa.eu/strategic-energy-technologies)

viene affrontato in maniera trasversale in sintonia con l'intervento settoriale che contraddistingue i programmi a gestione diretta dell'UE.

Dal 2002 sono partite una serie di iniziative con lo scopo di sostenere lo sviluppo di questo modello attraverso reti, premi e azioni di sensibilizzazione.

Civitas nel 2002, Green Building Programme nel 2005, European Green Capital Award sempre nello stesso anno, Concerto nel 2006, il Patto dei Sindaci, European Green Cars Initiative e lo Urban Europe Joint Programming Initiative nel 2008 ed il Green Digital Charter nel 2009, sono tra le iniziative con maggior impatto e successo.

È sulla base di questi documenti che si struttura gran parte della programmazione relativa al periodo 2007-2013, durante il quale si è vista la costruzione di una vera e propria strategia tramite la quale la UE si è impegnata a sostenere regioni e città che avessero adottato misure all'avanguardia nei settori dell'energia, dell'edilizia e dei trasporti. Ambiti che da sempre sono considerati piuttosto ostici da gestire e per i quali sono stati messi a disposizione ingenti fondi.

Si inserisce invece nel 2012, "Smart Cities and Communities European Innovation Partenrship"[8] con lo scopo di realizzare una partnership strategica tra città ed aziende al fine di migliorare la qualità dei sistemi urbani e delle infrastrutture rispetto a temi come l'energia, le tecnologie di informazione, comunicazione e trasporti, mettendo a disposizione a partire dal 2013, 365 milioni di euro per interventi in chiave smart. Ancora una volta i temi ambientali ed energetici, affiancati alle più moderne ICT costituiscono per l'Europa, la chiave per diventare smart.

L'Ottavo Programma Quadro per il periodo 2014-2020, meglio conosciuto come "*Horizon 2020"* ed attualmente in vigore, riunisce con un approccio

[8] Sul tema relativo all'energia le azioni previste riguardano: sviluppo e validazione di metodi e strumenti per l'integrazione di reti interattive per la distribuzione energetica, temi e tecnologie trasversali (24 mln di euro); dimostrazione di sistemi energetici ottimizzati per distretti energetici ad alte prestazioni (90 mln di euro). Per quanto riguarda le ICT invece: internet intelligente, affidabile e sicuro (20 mln di euro); data centres (20 mln di euro); ottimizzazione dei sistemi energetici (40 mln di euro); mobilità personale integrata per le Smart City (15 mln di euro)

integrato tutti i programmi e le iniziative dell'UE nel campo della ricerca e dell'innovazione, portando avanti anche gli obiettivi relativi ai programmi precedenti.

Nello specifico si articola in tre assi: il primo riguarda il rafforzamento della ricerca scientifica come eccellenza a livello mondiale (crescita intelligente), il secondo punta sugli investimenti in ricerca e sviluppo per il raggiungimento della leadership industriale (crescita sostenibile) ed infine, terza priorità, riguarda le sfide per la società (crescita inclusiva).

Quest'ultimo obiettivo *"affronta direttamente le priorità politiche e le sfide sociali individuate dalla strategia Europa 2020 cercando di risolvere i problemi dei cittadini europei mediante la cooperazione e l'interazione di diverse discipline di ricerca"* (Commissione Europea, 2014).

Questa "priorità", come viene definita dal documento, comprende sei ambiti d'azione e tutti strettamente correlati a politiche riguardanti l'utilizzo delle IT in chiave urbana:

- Salute, evoluzione demografica e benessere
- Sicurezza alimentare, agricoltura sostenibile, ricerca marina e marittima e bioeconomia
- Energia sicura, pulita ed efficiente
- Trasporti intelligenti, ecologici e integrati
- Azione per il clima, ambiente, efficienza delle risorse e materie prime
- Società inclusive, innovative e sicure

La UE ha avuto un forte ruolo trainante in quanto a *vision* e politiche adottate dagli Stati membri. È da qui che, partendo dalle iniziative finora analizzate, il concetto di *smartness* è stato calato all'interno delle rispettive politiche nazionali.

Per quanto riguarda la situazione italiana, l'approccio al concetto di Smart City in una prima fase si è in concretizzato in una serie di progetti isolati dall'alto contenuto tecnologico che avevano lo scopo di rendere più innovativi ed efficienti alcuni servizi urbani.

Successivamente ci si è resi conto che, a prescindere dalla presenza dei singoli progetti, vi era la necessita di inserire il modello smart all'interno di un quadro

di strategie programmatorie. Da qui hanno lentamente preso il via una serie di esperienze grazie anche alla collaborazione con diverse imprese di settore come ad esempio Telecom o IBM, per le quali sono state stanziate considerevoli investimenti soprattutto nel settore delle ICT.

Sulla base delle principali esperienze europee hanno quindi preso il via importanti iniziative a livello nazionale che, a prescindere dal loro livello di innovazione, hanno dato ufficialmente avvio ad una terza fase, attualmente in corso e contraddistinta da un maggiore sforzo programmatico che ha esteso il coinvolgimento a ministeri, regioni e città.

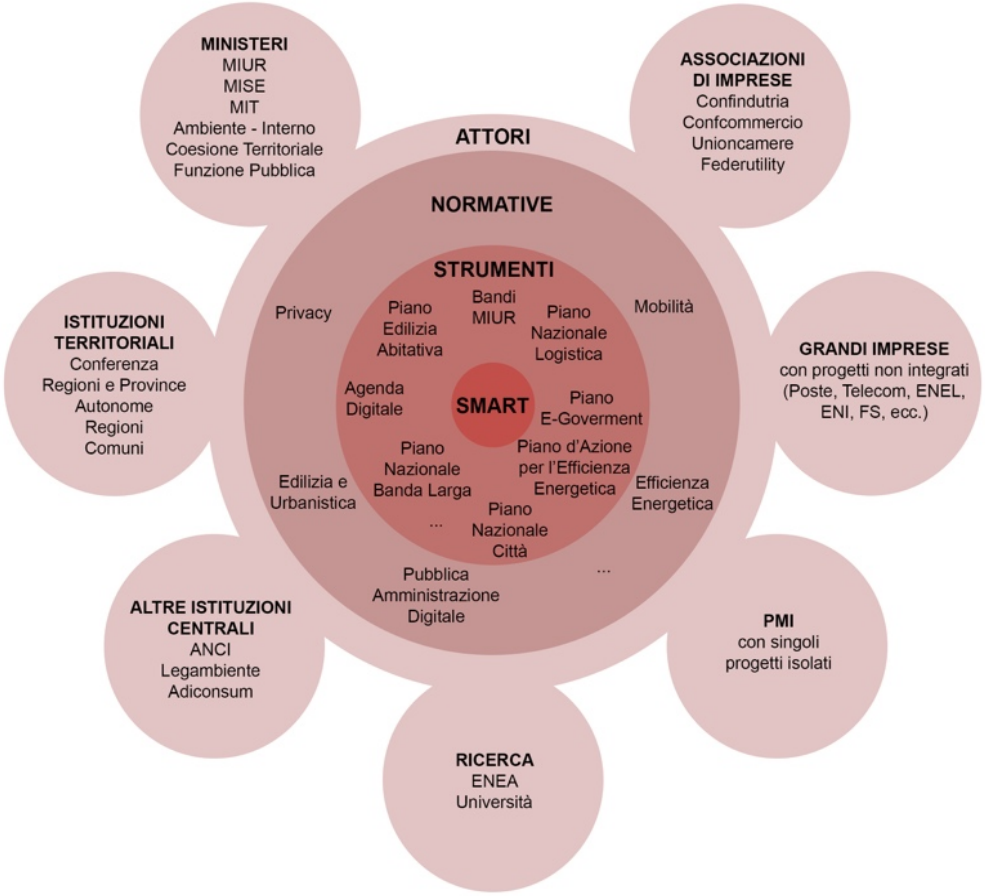

Figura 4 - Attori e iniziative sulla smartness in Italia (TEH-Ambrosetti)

È nel 2012 quando con il Governo Monti, il tema delle Smart City diventa uno dei pilastri principali dell'Agenda Digitale Italiana (ADI). L'attuale quadro dell'Agenda è stato progressivamente implementato in questi anni da una serie di leggi, programmi e documenti; in particolare: il D.L. 18 ottobre 2012, n.179 meglio conosciuto come "Decreto Crescita 2.0" su iniziativa del ministero per

lo Sviluppo Economico[9] che può essere considerato il primo vero esempio di esperienza programmatica. Altre misure sono state successivamente avviate dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) sotto forma di due bandi: il primo di 700 milioni di euro circa e dedicato all'intero territorio nazionale, il secondo di circa 200 milioni per lo sviluppo delle Regioni del Mezzogiorno.

"Per accelerare il processo di realizzazione di Smart City e communities favorendo la nascita e la replicazione di buone pratiche, l'art. 20 del DL 179/2012 definisce un modello di governance ed una serie di azioni tecniche sotto il coordinamento dell'Agenzia. La sfida è costruire un nuovo genere di bene comune: infrastrutture tecnologiche e immateriali che mettano in comunicazione persone e oggetti, integrando informazioni e generando intelligenza, producendo inclusione e migliorando la vita del cittadino ed il business per le imprese, anche attraverso azioni di promozione della social innovation" (Agenzia per l'Italia Digitale, 2012).

Successivamente la Legge n.98/2013 (conosciuta come Decreto del Fare) istituisce insieme alla Legge di Stabilità del 2014 incentivi per le piccole e medie imprese (PMI) che decidono di investire in ICT.

Un intervento più strutturato si ha nel 2015 con l'approvazione di documenti quali "Strategia Italiana per la Crescita Digitale" e "Strategia Italiana per la Banda Ultralarga" per promuovere iniziative sovvenzionate dai fondi 2014-2020 ed inserite nell'ambito dell'Accordo di Partenariato. Nello specifico la "Strategia Crescita Digitale" definisce gli ambiti di suddivisione degli interventi in: Azioni Infrastrutturali Trasversali (Sistema Pubblico di Connettività e predisposizione Wi-Fi tutti edifici pubblici, Digital Security per la PA, Razionalizzazione del patrimonio ICT, consolidamento data center e cloud computing, Servizio Pubblico d'Identità Digitale (SPID)), Piattaforme Abilitanti (Anagrafe Popolazione Residente, Pagamenti elettronici, Fatturazione elettronica PA, Open Data, Sanità digitale, Scuola Digitale, Giustizia Digitale,

[9] Il D.L. è stato preparato in collaborazione con il ministero per la Pubblica amministrazione e la Semplificazione, quello per la Coesione territoriale, il MIUR ed il ministero dell'Economia delle Finanze

Turismo Digitale, Agricoltura Digitale) e Programmi di Accelerazione (Italia Login – La casa del cittadino, Le competenze digitali, Smart City & communities).

Nel 2016, all'interno della più ampia legge di riforma della PA, vengono approvati il decreto legislativo per le modifiche al CAD[10] che prevede il suo adeguamento ai programmi in corso di attuazione (soprattutto per identità digitale e domicilio digitale) e predispone interventi in tema di governance e di abrogazione di norme non attuate o obsolete; il decreto che introduce i principi del FOIA[11], nonostante le disposizioni in esso contenute non ne promuovano una agevole attuazione. Permane inoltre, anche dopo l'ultima proroga individuata nel decreto di modifica del CAD, l'ambiguità in materia di trasmissione in via esclusivamente telematica da parte delle PA. Il riallineamento delle regole tecniche che aveva condotto all'esigenza della proroga non è ancora stato completato; nonostante ciò il 2016 vede l'approvazione di una nuova versione della Strategia Italiana per la Crescita Digitale che applica le note della Commissione Europea, riarticolando la distribuzione dei fondi (4,6 miliardi di euro) ed inserendo una definizione degli indicatori di realizzazione, di risultato e di impatto. Il coordinamento per la gestione dei 4,6 miliardi (finanziamenti nazionali e comunitari, stanziati per il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla strategia "Crescita Digitale" rispetto alla riqualificazione della spesa ICT) si concretizza nel 2017 con l'approvazione del Piano Triennale 2017-2019 per l'informatica della PA.

Quelli appena descritti rappresentano step-by-step le iniziative che hanno strutturato l'attuale Agenda Digitale, la quale costituisce una delle principali strategie per raggiungere la *smartness* a livello nazionale. Rispetto al concetto di "rete immateriale" che è alla base dell'iniziativa, il modello smart italiano,

[10] Il decreto legislativo 7 marzo 2005 n. 82, detto Codice dell'Amministrazione digitale (CAD) è una norma che riunisce in sé diverse norme emanate tra il 1997 e il 2005 riguardanti l'informatizzazione della pubblica amministrazione.

[11] La normativa cosiddetta FOIA (Freedom of Information Act), introdotta con decreto legislativo n. 97 del 2016, è parte integrante del processo di riforma della pubblica amministrazione, definito dalla legge 7 agosto 2015, n. 124 (c.d. legge Madia). Con la normativa FOIA, l'ordinamento italiano riconosce la libertà di accedere alle informazioni in possesso delle pubbliche amministrazioni come diritto fondamentale.

sembrerebbe orientato a garantire una maggiore conoscenza diffusa, risparmi nell'uso delle risorse, miglioramento della qualità della vita, dei servizi al cittadino e garantire una migliore mobilità.

Un secondo elemento distintivo a livello italiano rispetto all'approccio smart è il progetto relativo allo studio per l'individuazione di indicatori per misurare il benessere equo e sostenibile (BES) che CNEL e ISTAT hanno avviato dal 2010.

Ogni anno vengono presentati, sotto forma di rapporto, i risultati dell'iniziativa che pone l'Italia all'avanguardia nel panorama internazionale in tema di sviluppo di indicatori sullo stato di salute di un Paese che vadano oltre il PIL. Questo tipo di approccio rappresenta il tentativo di uscire da una modalità di misurazione considerata monodimensionale e che tralascia alcuni aspetti del vivere urbano considerati fondamentali.

La ricerca sembrerebbe rispondere a pieno alle necessita di una città che vuole essere intelligente, cioè più efficace dal punto di vista energetico, infrastrutturata, sostenibile, che sia attenta alle questioni ambientali e che miri all'inclusione e alla partecipazione dei cittadini.

Questo approccio è figlio di un accordo sancito con la Dichiarazione di Istanbul nel 2007, tramite il quale, i Paesi firmatari hanno riconosciuto la necessità di intraprendere la misurazione del progresso della società superando il convenzionale approccio di tipo economico.

Questo sforzo da parte dell'Italia ha portato all'individuazione, rispetto all'ultimo rapporto[12], di 129 indicatori raggruppati in 12 domini o ambiti quali:

- Salute
- Istruzione e formazione
- Lavoro e conciliazione dei tempi di vita
- Benessere economico
- Relazioni sociali

[12] Il Rapporto BES 2017 ha introdotto alcuni indicatori BES nel ciclo delle politiche economiche, come previsto dalla legge n. 163 del 4 agosto 2016 che ha riformato la legge di bilancio. Inoltre, il Rapporto 2017 introduce alcuni nuovi indicatori, allo scopo di rafforzare la capacità di misurazione e di analisi del sistema BES. (http://www.istat.it/it/archivio/207259)

- Politica e istituzioni
- Sicurezza
- Benessere soggettivo
- Paesaggio e patrimonio culturale
- Ambiente
- Innovazione, ricerca e creatività
- Qualità dei servizi

Gran parte di questi indicatori sono declinati in scala regionale, ma sono partite una serie di iniziative per la loro sperimentazione su scale inferiori come quella cittadina o provinciale: rispettivamente il progetto "Urbes"[13] e "BES delle Province".[14]

Terza innovativa idea a livello nazionale è stata la fondazione nel 2012 da parte dell'Associazione Nazionale Comuni Italiani (ANCI), in collaborazione con Forum PA, dell'Osservatorio Nazionale Smart City. Esso si propone di "*elaborare analisi, ricerche e modelli replicabili da mettere a disposizione dei Comuni italiani che vogliono intraprendere il percorso per diventare "città intelligenti"".*

Inoltre si configura come:

- *"uno spazio per la produzione e la condivisione di conoscenza sui temi dell'innovazione e della sostenibilità urbana, aperto ai contributi del mondo istituzionale e della ricerca, dell'impresa e della società civile";*
- *"uno strumento per individuare e mettere in rete le migliori pratiche ed esperienze, le soluzioni tecnologiche e gli strumenti di programmazione";*
- *"una guida per indirizzare le amministrazioni verso le scelte più adatte alla loro particolare realtà territoriale".*[15]

Sono tre le categorie di soggetti che possono aderire all'Osservatorio tra cui i Comuni (singoli o associati) come referenti o beneficiari di iniziative; i *proposer*

[13]Ultimo progetto risale al 2015 con UrBes 2015 con la partecipazione di 29 città tra cui Torino. (http://www.istat.it/it/archivio/153995)

[14]Il progetto inserito nel Programma Statistico Nazionale 2014-2016 è stato riconfermato anche per il triennio 2017-2019 come Sistema informativo statistico. (http://www.besdelleprovince.it)

[15] Portale Osservatorio Nazionale Smart City (http://osservatoriosmartcity.it)

che intendono contribuire con idee, ricerche, *paper* o esperienze come ricercatori, docenti, enti o organizzazioni di ricerca o della società civile; i sostenitori, ovvero aziende che abbiano l'intento di sostenere le attività promosse dall'Osservatorio.

Partendo dall'analisi di modelli, modalità differenti di approccio, ambiti di intervento e strumenti a disposizione, esso si propone nell'analisi di problematiche e nella ricerca delle relative soluzioni operative in ottica smart. Oltre alla realizzazione di un Vademecum, l'Osservatorio ha predisposto un piano di sensibilizzazione per la formazione degli amministratori cittadini rispetto ai temi affrontati, nonché il supporto per tutti i Comuni aderenti e la sperimentazione di alcune pratiche in una serie di città selezionate.[16]

Infine, sempre a livello nazionale, da una collaborazione tra ANCI e MIUR è stata avviata una seconda iniziativa. Lo scopo di quest'ultima, denominata Progetto Paese, è quello di avviare un'azione che consenta alle città italiane di liberare il proprio potenziale di sviluppo e innovazione inespresso, favorendo la realizzazione di soluzioni evolute ed all'avanguardia.

Se dal punto di vista teorico le questioni relative alla definizione del paradigma risultano ancora irrisolte e piuttosto fumose, dal punto di vista pratico, in particolare riguardo agli aspetti tecnici e politici, il concetto di Smart City tende a materializzarsi con una maggiore consistenza. Superato il tempo in cui sperimentazioni e progetti puntuali hanno accompagnato il concetto di *smartness,* si è diffusa, a partire dall'Europa fino ad arrivare in Italia, un'ottica di sviluppo basata sul medio-lungo periodo con approccio chiaramente strategico.

Questo passaggio appare fondamentale per garantire il ritorno di progetti e piani smart in termini di inclusione socio-spaziale parallelamente alla valorizzazione degli aspetti fin qui analizzati come quelli tecnologici, economici, ambientali, etc.

[16] Ad oggi aderiscono all'Osservatorio 58 Comuni italiani i quali vengono supportati dall'analisi al reperimento dei finanziamenti, all'engagement dei cittadini e degli stakeholder, nell'individuazione di soluzioni operative, etc.

2 CAPITOLO

2.1 In che direzione si muovono le principali città italiane

La rilevante crescita all'interno del dibattito scientifico nonché la prassi operativa degli ultimi anni, ha fatto si che il modello di Smart City iniziasse a rappresentare una delle opportunità per ripensare le nostre città. Ciò ha permesso di comprendere come il capitale sociale, umano ed ambientale, siano fattori strategici da affiancare allo sviluppo di quello fisico, costituito dalla dotazione delle infrastrutture innovative.

Il concetto di Smart City si è delineato nel tempo, infatti già tra gli anni ottanta e novanta gli studiosi discutevano di come le tecnologie dell'informazione avrebbero assunto un ruolo fondamentale, stravolgendo lo sviluppo delle classiche attività urbane. Tuttavia si sbagliavano su un'unica, ma importantissima questione: esse non avrebbero sostituito quest'ultime ma hanno assunto un ruolo complementare ad esse.

In altre parole la città cerca di avvicinarsi ai propri utenti, offrendo servizi di maggior qualità, riducendo gli impatti sull'ambiente e contenendo i consumi energetici grazie alle moderne ICT.

Su questa base, nonostante ci sia ancora molto scetticismo nei confronti di tale modello e manchi ancora una visione globale a lungo termine, in Italia è possibile individuare casi anche piuttosto rilevanti di applicazioni di questo concetto. Di seguito verranno presentate alcune esperienze nazionali utili a fare il punto della situazione nel nostro Paese.

A partire dall'ormai datato Osservatorio Nazionale Smart City, passando per gli annuali iCity Lab, fino alle più varie pubblicazioni in ambito accademico, è

sempre più nutrito il materiale di supporto sotto forma di classifiche o rapporti descrittivi dello stato di avanzamento del modello smart nelle città italiane[17].

Lo scopo principale di queste iniziative è spesso quello di valutare la propensione dei centri urbani nell'adozione di approcci smart utilizzando una serie di indicatori specifici. Ciò permette, partendo dallo stadio di sviluppo delle diverse proposte, di mettere in risalto le principali criticità rispetto all'adozione del paradigma o alla procrastinazione dell'attuazione, condizione che caratterizza per lo più le città del sud Italia. In secondo luogo consente di poter selezionale una serie di buone pratiche riproducibili in altri contesti urbani e che potrebbero magari supportare il processo di innovazione anche a livello istituzionale.

Spesso all'interno di questi studi il denominatore comune che identifica come smart un'iniziativa, è l'uso di tecnologie per la comunicazione e l'informazione che, nonostante non sia l'unico elemento connotante la *smartness*, rappresenta un catalizzatore con il quale è possibile definire strategie a livello politico per l'incremento della qualità, sostenibilità e soprattutto vivibilità dei principali centri urbani. Inoltre quello che viene spesso valutato oltre alla già citata riproducibilità, sono il grado di innovazione di un progetto o la possibilità di poter replicare un'iniziativa da un'area pilota a contesti territoriali più ampi.

Il criterio di classificazione fa quasi sempre riferimento al modello a 6 dimensioni proposto da Giffinger: Smart People, Smart Economy, Smart Mobility, Smart Governance, Smart Environment e Smart Living.

Nonostante questo tipo di classificazione possa sembrare una semplificazione, mette invece in evidenza il tentativo di alcune città di privilegiare una o l'altra dimensione smart, rispecchiando le specificità delle realtà analizzate. Tuttavia è pur vero, visto la natura dei fondi europei e degli ambiti maggiormente supportati (ambientale ed energetico), che la distribuzione delle iniziative attive si concentra maggiormente verso la dimensione dell'Environment.

[17] Tutte le iniziative analizzate sia in ambito nazionale che per la redazione delle schede di confronto delle città in analisi sono state ricavate dallo studio incrociato del materiale appena citato.

Torino e Bologna emergono in Italia per la capacità di adottare una logica di tipo integrativa e trasversale sull'adozione dei temi relativi alla *smartness* puntando in particolar modo al risparmio e all'efficienza energetica, la diffusione delle ICT anche alle fasce sociali più deboli e sull'innovazione della Pubblica Amministrazione per semplificare l'accesso ai servizi cittadini.

Milano ha invece una maggiore vocazione rispetto al sistema dei trasporti e della mobilità sostenibile, con le principali iniziative che riguardano l'asse della Smart Mobility; Venezia invece così come Torino, punta a progetti relativi alla Smart Governance.

Tra le città a nord della penisola, è Genova a porre maggiormente l'attenzione sulle tematiche ambientali, nonostante rappresenti sicuramente la città con meno iniziative attive sul suo territorio a differenza di altri centri più intraprendenti capitanati, come già detto, da Milano e Torino.

Roma e Firenze, in maniera piuttosto equilibrata fra loro, definiscono il loro piano di attuazione del modello Smart su due assi principali: Smart Mobility e della Smart Environment; tendenza adottata anche dalle principali città meridionali.

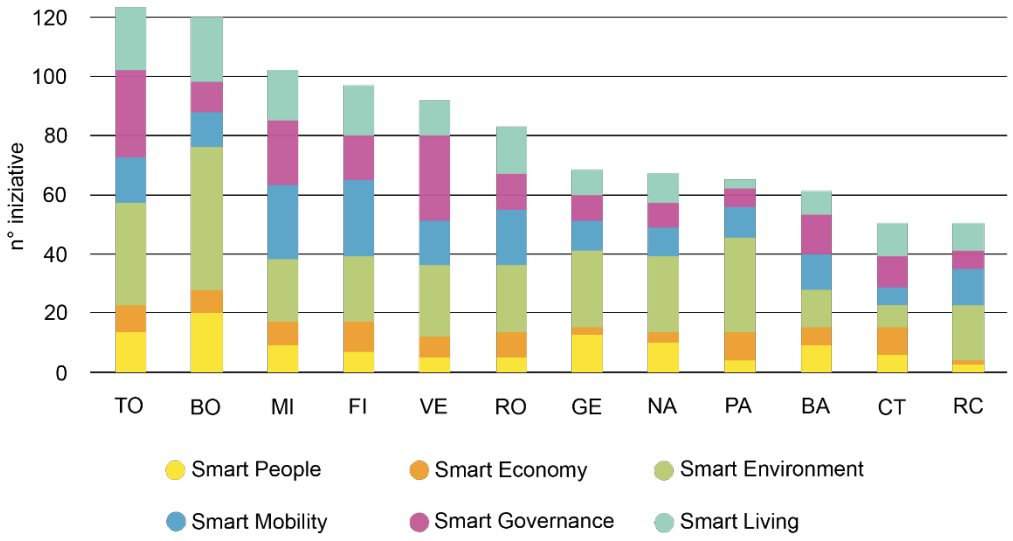

Figura 5 - Distribuzione iniziative smart tra alcune delle principali città italiane (fonte: Progetto GAP, Governance Analysis Project)

Una puntualizzazione va fatta sul caso di Bologna che sempre più velocemente, si sta imponendo con forza all'interno del panorama smart italiano, grazie alla

sua propensione ad includere all'interno dei principali piani e programmi, aspetti relativi alla *smartness* (si vedano PAES, Piano Clima, Piano Strategico Metropolitano). Si tratta di una modalità interessante per il raggiungimento di tale obiettivo, in quanto testimonia la volontà forte da parte della Pubblica Amministrazione di investire in un simile modello in maniera programmatica e strategica.

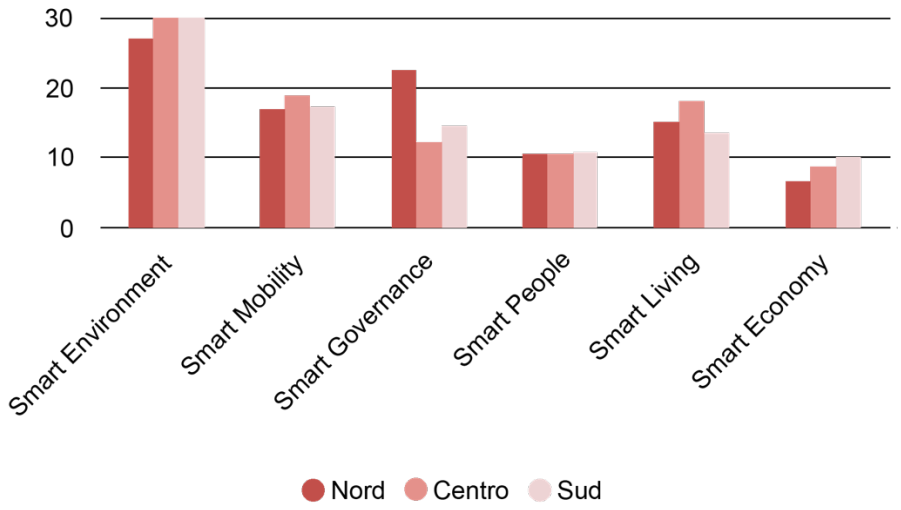

Figura 6 – Distribuzione geografica in percentuale delle iniziative (fonte: Progetto GAP)

Per quel che riguarda la ripartizione dei soggetti attuatori, gli enti locali rappresentano in maniera abbastanza forte i principali attori del processo avviato per il raggiungimento del modello. Tuttavia se nelle regioni settentrionali e centrali della penisola essi rappresentano la stragrande maggioranza dei soggetti interessati, la distribuzione degli altri attori non è così uniforme a livello nazionale: ad esempio nelle città meridionali è possibile notare quanto sia forte il terzo settore che, in particolare tramite le associazioni, promuove circa il 20% delle iniziative.

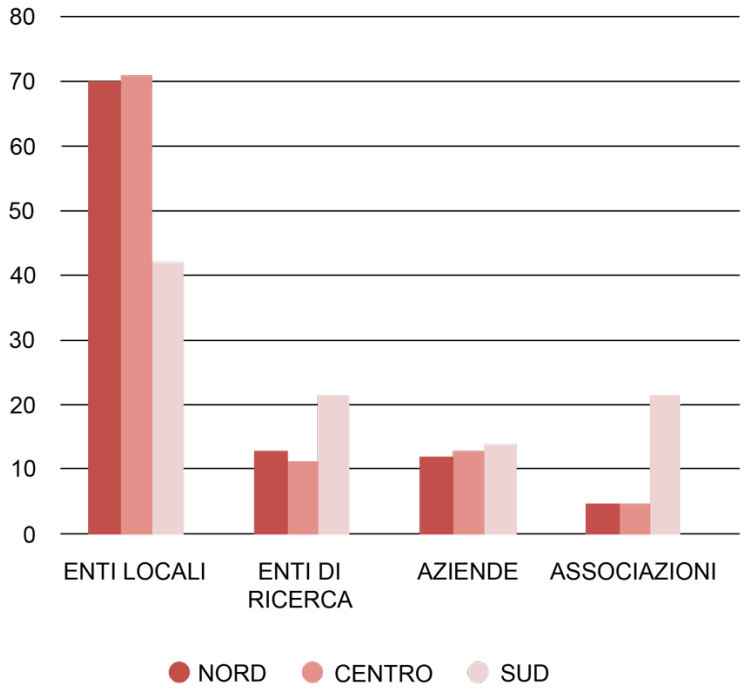

Figura 7- Percentuale soggetti attuatori (fonte: Progetto GAP)

2.2 Le sei dimensioni

2.2.1 Smart People

Per poter parlare di Smart City, come più volte ripetuto precedentemente, risulta essere necessaria la componente umana; è dal libero confronto tra amministratori e cittadini, tramite partecipazione, coinvolgimento, dialogo, interazione ed ascolto che una città può essere definita "intelligente". Essa diviene così una città co-progettata, un luogo in cui grazie all'importanza data ai processi partecipativi, il cittadino diventa co-autore delle politiche pubbliche influenzando e supportando al contempo anche lo sviluppo di altre politiche in chiave smart. Un processo che non solo eleverebbe il ruolo del cittadino all'interno di queste dinamiche ma che allo stesso tempo permetterebbe, con maggiore efficacia ed efficienza, di poter dare risposte ai loro bisogni.

Dal confronto tra i principali centri urbani sono state rilevate circa un centinaio di iniziative, con un peso pari all'11% sulla totalità degli interventi appartenenti

ai sei assi ma distribuite con una certa disomogeneità lungo lo stivale. Infatti delle attività individuate sotto questo ambito, poco meno della metà (45% del totale) sono da attribuire a Bologna, Torino e Genova, le quali sembrano aver puntato proprio su questo aspetto.

Bologna rappresenta sicuramente la città con una maggiore esperienza in questo ambito, da sempre infatti è riconosciuta per avere alle spalle una forte tradizione basata su processi partecipati che coinvolgono attivamente i suoi abitanti. È proprio su questa stessa linea che ha direzionato il processo di sviluppo in chiave smart; già a partire dal 2011 con l'Agenda Digitale Bologna, ha integrato all'interno della propria tradizione pianificatoria, l'utilizzo delle ICT allo scopo di colmare il digital divide[18]. Uno dei perni sul quale si basa il documento si intitola "internet come diritto", un manifesto portato avanti anche da Stefano Rodotà, che prevede una serie di azioni diversificate che vanno dal potenziamento delle infrastrutture per la connettività, all'inclusione sociale in particolare di giovani ed anziani.

Anche Torino, in quanto ad iniziative, sembrerebbe aver fortemente puntato all'empowerment dei propri cittadini nei processi decisionali tramite l'applicazione di tecnologie dell'informazione e della comunicazione nelle fasi di partecipazione. Simbolo della propensione verso questa dimensione è sicuramente il Master Plan Smile, realizzato con un percorso di progettazione partecipata che ha visto coinvolti enti, università, centri di ricerca ed aziende e contenente tra le principali azioni, una dedicata a questo tema e denominata "Cittadini smart informati e partecipi". Altro esempio è l'iniziativa Torino Living Lab[19] che con una procedura di evidenza pubblica punta all'individuazione di

[18] Per digital divide si intende il divario tra individui, famiglie, imprese e aree geografiche a diversi livelli socio-economici per quanto riguarda sia le loro opportunità di accedere alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione sia il loro uso di Internet per una vasta gamma di attività (OECD Glossary of Statistical Terms)

[19] Il primo Living Lab cittadino prevede la sperimentazione di 32 progetti ed è ospitato nel quartiere Campidoglio, che è diventato il primo spazio urbano torinese dedicato all'innovazione e alla Smart City. Per ulteriori approfondimenti su questa iniziativa: http://torinolivinglab.it/docs/.

attori interessati nella sperimentazione di iniziative o soluzioni tecnologiche innovative all'interno di un'area pilota.

Per quanto riguarda le altre città italiane molte di queste iniziative, nonostante molto spesso non evolvano in nulla che vada oltre la sperimentazione, sono la testimonianza della volontà di attivare proposte dal basso coinvolgendo cittadini o anche piccole associazioni a scala locale. Tra le città meridionali c'è sicuramente da segnalare Reggio Calabria con Risorgimenti.Lab, progetto avviato nell'ambito di quello europeo "Smart Cities and Communities and Social Innovation" grazie a finanziamenti stanziati dal MIUR.

Inoltre, spesso, tali progetti sono supportati dalla veloce diffusione di piattaforme online che ad oggi rappresentano uno dei metodi più rapidi per diffondere conoscenza, scambiare informazioni o promuovere eventi come convegni e seminari. Questo a sottolineare l'importanza delle ICT per la diffusione della cultura digitale ad un pubblico che sia il più ampio possibile e a supportare la centralità dell'innovazione sociale per permettere l'affermarsi del modello smart.

2.2.2 Smart Economy

Puntare sulla ricerca, favorire processi di internazionalizzazione, valorizzare i talenti creativi o condividere la conoscenza significa investire nella Knowledge Economy[20] e fare ciò significa investire nel secondo degli assi che verranno trattati, quello della Smart Economy. "*Perseguire questi obbiettivi consente di governare un processo di trasformazione della Smart City promuovendo un sistema sinergico in cui impresa privata, enti pubblici, istituti di ricerca collaborino all'innalzamento del livello tecnologico creando un ambiente*

[20] È un'espressione coniata da Peter Drucker con la quale si intende l'utilizzo delle informazioni per generare valore, con particolare attenzione a natura, creazione, diffusione, trasformazione, trasferimento, e utilizzo della conoscenza in ogni sua forma. La conoscenza dal un punto di vista aziendale è una risorsa scarsa che consente, a chi la possiede, di trarre un vantaggio competitivo. È considerata una risorsa, se applicata alla risoluzione di problemi, perché può essere una fonte di guadagno. (https://it.wikipedia.org/wiki/Economia_della_conoscenza)

stimolante per l'impresa, ma anche per il singolo cittadino." (Osservatorio Nazionale Smart City, 2013).

Esso rappresenta uno degli assi più trasversale agli altri in quanto è evidente come molti degli interventi che riguardano le restanti dimensioni, comportino quasi sempre impatti in termini di crescita dell'occupazione, della formazione del capitale umano o dell'accessibilità alle reti tecnologiche e quindi possono indirettamente interessare lo sviluppo economico di una città.

Per questo motivo risulta forse essere uno degli assi meno interessati dalle iniziative italiane, in quanto è molto complicato individuare quelle attività che siano maggiormente rivolte a favorire la costruzione di un tessuto imprenditoriale, innovativo e dinamico. Sotto questo aspetto, passando in rassegna le iniziative registrate sul portale ANCI, è possibile trovare oltre ad azioni rivolte alla creazione di ambienti favorevoli alle imprese e quindi al mondo imprenditoriale, anche azioni dedicate all'infrastrutturazione ICT e di rigenerazione urbana. Gran parte di queste iniziative riguardano inoltre la promozione di incubatori di impresa, start-up sia private che pubbliche e laboratori.

Fatta questa premessa, Firenze risulta essere sicuramente una delle principali città che si muove in questa direzione, grazie alla capacità di mettere insieme il settore della ricerca con quello delle aziende tramite incubatori di imprese. Ne è un esempio la riqualificazione dell'area ex carcere "Le Murate", oggi diventato un parco dell'innovazione che ospita diverse imprese innovative nel settore dei beni culturali.

Alcune iniziative sono indirizzate alla facilitazione all'accesso al mondo del lavoro per i più giovani, come ad esempio accade a Bari grazie all'attivazione di una serie di bandi, o come nel caso della città di Torino, fornendo supporto tecnico e finanziario per trasformare idee innovative in servizi o prodotti mediante la realizzazione di piattaforme o punti informativi.

Altre invece interessano settori più specifici dell'economia come, ancora una volta a Bari, tramite il progetto Prisma e Pitagora per l'implementazione del *e-commerce* e del *e-business*, o a Napoli dove si punta al miglioramento della logistica.

Ultima osservazione va fatta sulle modalità tramite le quali queste iniziative vengono avviate: esse appartengono quasi sempre al settore della ricerca, in quanto, in molti casi (circa il 35%), si tratta di progetti finanziati dall'Europa allo scopo di attivare reti di partenariato tra le città per lo scambio di buone pratiche.

2.2.3 Smart Mobility

La Smart Mobility, grazie ad una gran disponibilità di investimenti strutturali e innovazione a basso costo, operanti non solo sulla mobilità ma anche sull'innovazione sociale e sulla sensibilizzazione dei cittadini, rappresenta una delle dimensioni maggiormente trattate del paradigma. Tra le città italiane è possibile trovare realtà in cui le auto di servizio del Comune vengono sostituite da mezzi elettrici o esperienze di riciclaggio degli oli esausti utilizzati in cucina e trasformati in combustibile alternativo. Non si tratta di sperimentazioni visionarie ma del tentativo di trasformare la mobilità urbana in maniera smart tramite una maggiore efficienza del trasporto pubblico che diventa così più innovativo e sostenibile, o grazie alla disincentivazione degli spostamenti con auto private e soluzioni avanzate di mobility managment o ancora, attraverso la realizzazione di servizi di infomobilità per la gestione degli spostamenti quotidiani dei cittadini.

Essa come già accennato nel precedente capitolo, per la natura dei temi supportati dai fondi internazionali a disposizione, rappresenta insieme alla dimensione ambientale, uno dei due principali assi interessati da programmi smart con circa il 18% di iniziative. È infatti una delle questioni centrali affrontate dalla Commissione Europea e che riguardano i centri urbani, per questo motivo sono state avviate una serie di politiche atte a ridurre le emissioni di CO_2 da traffico veicolare, ritenute tra i principali fattori di incremento dell'inquinamento.

Quindi è possibile parlare di mobilità "intelligente" quando, partendo da un approccio basato su una pianificazione e programmazione integrata di tutte le componenti del sistema, essa venga affiancata dall'utilizzo delle ICT sia per

quanto riguarda la rete infrastrutturale (trasporto di beni, persone ed informazioni) che per le questioni legate alla gestione.

È possibile riassumere, partendo dalle analisi fatte, tre principali categorie di intervento a livello nazionale:

- mobilità sostenibile;
- utilizzo di dispositivi/sensori per il miglioramento delle prestazioni del sistema e della infomobilità;
- attivazione di servizi di bike e car sharing;

Per quanto relativo alla prima categoria si va dall'incentivazione alla mobilità alternativa tramite realizzazione di percorsi ciclabili o pedonali come a Napoli fino alla redazione di un Piano per la Mobilità Sostenibile, di cui la quasi totalità delle città analizzate sembra essere dotata.

All'interno del secondo gruppo è possibile individuare una gran varietà di applicazioni che vanno dalla realizzazione di piattaforme che integrano, allo scopo di fornire agli utenti informazioni in tempo reale, dati sulla viabilità (traffico, limitazioni alla circolazione o agli accessi delle autovetture) con quelli sul trasporto pubblico, come nel caso di Milano o Bologna. Non sono tuttavia le uniche realtà in cui questi progetti trovano la loro applicazione ma, anche se molto spesso in maniera quasi del tutto solo sperimentale, esse sono individuabili in molte realtà italiane, anche di dimensione più contenuta.

A Firenze invece, grazie ai finanziamenti ottenuti dal Programma ELISA[21], questo approccio è stato esteso a tutta l'area metropolitana, interessando quindi non solo l'ambito urbano ma anche quello extraurbano. Inoltre da segnalare alcune iniziative attive sul territorio bolognese e milanese riguardanti

[21] A partire dal 2009, attraverso il Programma ELISA sono stati investiti circa 100 milioni di euro per sviluppare nuovi servizi ai cittadini e alle imprese e ottenere un recupero di efficienza nella PA. Sono stati avviati complessivamente 18 progetti su tre aree diverse:
gestione integrata della logistica e della infomobilità nel trasporto pubblico locale, mobilità urbana ed extraurbana;
sistemi di misurazione per la valutazione della qualità dei servizi erogati dagli Enti Locali, nonché integrazione e potenziamento dei sistemi informativi del lavoro;
gestione digitale integrata dei servizi degli enti locali in materia fiscale e catastale attraverso modelli di cooperazione applicativa a livello locale, regionale e nazionale.
I progetti hanno coinvolto circa 600 Enti tra Comuni, Province e Regioni per un totale di oltre 1.000 funzionari, permettendo di sviluppare 70 soluzioni oggi disponibili al riuso per l'ammodernamento della Pubblica Amministrazione. (http://www.labegov.it)

l'ottimizzazione del trasporto merci e della logistica allo scopo di ridurre le emissioni di inquinanti.

Infine, relative all'ultima categoria è possibile individuare un gran numero di città che hanno attivato servizi di car o bike sharing, delle quali quelle dotate di un'offerta più ampia sono sicuramente Milano, Torino, Firenze e Roma. L'utilizzo dello sharing come modalità di spostamento trova successo in particolare in città dotate di sistemi che limitano la circolazione o l'accesso in determinate aree urbane, come ad esempio accade all'interno dei principali centri storici.

2.2.4 Smart Governance

Un'amministrazione smart è un'amministrazione promotrice di trasparenza, disponibile alla condivisione tramite open data dei flussi di informazioni provenienti dai propri cittadini. È un'amministrazione che punta alla semplificazione e alla digitalizzazione dei processi per il raggiungimento dell'*e-government*, uno dei principali obiettivi che le amministrazioni locali italiane stanno cercando di raggiungere.

Alla base del processo di raggiungimento della *smartness* deve esserci la capacità di definire una *vision* strategica a lungo termine e supportata da linee d'azione che siano il risultato di una concertazione con i cittadini attivi.

È in questo settore che città come Torino, Venezia o Milano risultano tra le più attive, promovendo iniziative che mettano l'amministrazione al servizio del cittadino anche attraverso l'uso delle ICT e che ne semplifichino e velocizzino le attività. Circa il 17% delle attività rilevate rientrano sotto questo aspetto e sono principalmente concentrate nelle tre città appena citate.

A Venezia ad esempio, sono state avviate delle iniziative che cercano di mettere a punto una serie di progetti per far interfacciare cittadini ed amministrazione, etichettate come "Cittadinanza intelligente", mirate dunque alla realizzazione di una comunità informata ed una amministrazione efficiente.

Bologna e Torino invece, entrambe con una lunga esperienza in tema di partecipazione, si occupano particolarmente di questo aspetto grazie anche

alle recenti disposizioni normative che hanno permesso agli enti locali la diffusione in modalità open di banche dati relativi ai propri territori.
Un nodo cruciale riguarda la definizione della tipologia di struttura preposta al coordinamento di progetti ed iniziative smart di cui sono dotate molte delle città esaminate. A volte si fa ricorso alla costruzione di una Fondazione che possa garantire un certo margine di autonomia, sia organizzativa che finanziaria, rispetto ad un Ente Pubblico. In città come Milano, Genova, Bari si è pensato invece di nominare un soggetto "terzo", solitamente associazioni no profit, mantenendo però il relativo Comune come soggetto promotore.
Al contrario di Firenze, Roma o Palermo, in cui non è stato individuato alcun soggetto attuatore relative alle politiche smart, a Bologna è stato realizzato in accordo con Aster[22] ed Università un organismo "virtuale" (portale digitale) con lo scopo di coordinare e promuovere tali politiche.

2.2.5 Smart Environment

Le tematiche che riguardano l'ambiente si traducono in efficienza energetica e sostenibilità, riduzione della produzione dei rifiuti e relativa sensibilizzazione, raccolta differenziata o iniziative di riuso, razionalizzazione dell'edilizia e mitigazione degli impatti relativi al riscaldamento, climatizzazione, illuminazione pubblica, nonché la gestione del verde urbano e l'abbattimento di CO_2. Esse rappresentano un'ampia gamma di temi progettuali in quanto l'asse dello Smart Environment, rappresenta sicuramente quello più supportato non solo dai finanziamenti europei ma anche da una serie di idee che in molti Paesi, in particolare quelli con una gran tradizione verso queste tematiche, sono già stati largamente sperimentati.
A supporto di questa tesi è da segnalare l'adesione al Patto dei Sindaci da parte della quasi totalità delle città analizzate, al fine di ridurre nel 2020 le emissioni

[22] Società consortile tra Regione Emilia-Romagna, Università, CNR, ENEA, INFN e Camere di Commercio che promuove l'innovazione del sistema produttivo attraverso la collaborazione tra ricerca e impresa.

di CO_2, migliorare l'efficienza energetica e sostenere l'utilizzo da fonti rinnovabili.

Fatta questa premessa è facile intuire come quest'asse rappresenti sicuramente quello più ricco di iniziative che hanno avuto luogo nei principali centri oggetto di indagine con un 30% circa sul totale.

Molto spesso però, esso viene tradotto più che in azioni riguardanti l'ambiente in generale, in sperimentazioni relative a questioni energetiche, con un 80% rispetto alla totalità delle iniziative di Smart Environment, tanto da poter rappresentare un'importante sottocategoria di quest'ultimo. Molto spesso esse riguardano la realizzazione di quartieri a basso consumo energetico dotati di reti intelligenti, alimentati con energia alternativa e rinnovabile e che gestiscono in maniera efficace le acque ed il sistema di smaltimento dei rifiuti. Altre volte invece, si tratta di interventi che interessano per lo più i sistemi a rete (acqua, energia, rifiuti, etc..) o la realizzazione di sistemi di illuminazione pubblica più efficienti e meno onerosi o ancora, il miglioramento delle prestazioni energetiche negli edifici pubblici.

Tornando invece alle iniziative che riguardano in senso più generico il tema dell'ambiente e non solo quello energetico possono essere distinte tre tipologie principali di intervento:

- inquinamento atmosferico;
- utilities urbane (rifiuti urbani, servizi idrici, etc.);
- mitigazione e prevenzione dei rischi naturali.

Uno degli aspetti più interessati è quello relativo alla gestione delle reti di servizi e infrastrutture che, dopo la L. 56/2014, è diventata competenza metropolitana. Ciò ha comportato a causa dell'estensione territoriale di queste ultime e la relativa complessità, che la gestione delle utilities venisse supportata da una serie di tecnologie avanzate e applicazioni ICT per semplificare le varie fasi del processo, che vanno dall'analisi della domanda al monitoraggio in tempo reale delle reti.

Tuttavia gran parte di queste sperimentazioni presentano spesso una enorme criticità che, come visto in precedenza, è comune anche ad altri assi smart e cioè la poca maturità che hanno queste iniziative che restano in molte occasioni

solo esperienze di tipo prototipale in aree pilota. Per questo motivo sono state prese in considerazione tra le esperienze analizzate, solo quelle che sembrano aver superato tale limite e che ad oggi vedono la loro applicazione a scala comunale; ciò si traduce quasi sempre nella possibilità di poter estendere queste esperienze a scala più ampia.

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti sono sicuramente da segnalare il progetto SIGLOD[23] per il supporto alla gestione e alla localizzazione degli impianti di gestione dei rifiuti a Palermo o come nel caso di Genova, una serie di progetti nell'ambito di partenariati finanziati dalla Comunità Europea[24]. In Lombardia sono stati lanciati una serie di progetti, applicati successivamente sul territorio Milanese che riguardano l'ottimizzazione energetica dei siti industriali tramite il trattamento dei rifiuti come City-Wise-Net o riguardanti la gestione ed il trattamento di rifiuti solidi urbani (RSU) o delle apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

Molte sono le iniziative che riguardano la gestione delle risorse idriche, come nel caso di Napoli o ancora una volta Milano, con l'obbiettivo di ottimizzare in maniera efficace l'uso della risorsa idrica tramite l'utilizzo di sensori a basso costo, contatori intelligenti o smart kit.

Infine da segnalare alcune importanti iniziative attive che hanno come oggetto la prevenzione dai rischi naturali ed i relativi legami di quest'ultimi rispetto ai cambiamenti climatici, come a Bologna con il progetto BLUEAP[25] (Bologna Local

---

[23] Il Progetto SIGLOD consente di usufruire dei risultati forniti da una rete di strumenti tecnologici innovativi ed efficaci per l'individuazione di discariche abusive e soprattutto di discariche abusive interrate, la contaminazione radioattiva e i pericoli connessi alla salute pubblica derivanti dalla infiltrazione di agenti inquinanti, il supporto decisionale ai programmi di localizzazione di discariche, gestione delle problematiche di sicurezza, gestione delle emergenze, e conseguente bonifica, etc. (http://www.siglod.org/Siglod)

[24] Alcuni esempi:
WASMAN-Waste Management as policy tools for corporate governance;
MED-3R-Platform stratégique euro-méditerranéenne pour une gestion des déchets;
SCOW - Selective Collection of the Organic Waste in tourist areas and valorization in farm

[25] Il Progetto BLUE AP è nato con l'obiettivo di dotare la città di Bologna di un piano di adattamento al cambiamento climatico, che preveda anche la sperimentazione di alcune misure concrete da attuare a livello locale, per rendere la città meno vulnerabile e in grado di agire in caso di alluvioni, siccità e altre conseguenze del mutamento del clima. Nel 2018 è stato valutato come "il migliore e più coerente di tutti i template che siano stati valutati" dal Centro Comune di ricerca (CRC) della Commissione Europea. (http://www.blueap.eu/site/il-progetto)

Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City) o a Venezia con THESEUS[26] (Innovative technologies for safer European coasts in a changing climate)

2.2.6 Smart Living

Così come inevitabilmente accade per gli assi appena descritti, anche in questo caso spesso ci si può trovare ad affrontare tematiche che nella realtà hanno un carattere trasversale rispetto ai precedenti, in maniera più o meno forte. Si tratta infatti di iniziative in ambito urbano che riguardano il miglioramento dei servizi ai cittadini che vanno da quelli sanitari agli scolastici, da quelli turistici a quelli culturali, andando ad incidere fortemente le caratteristiche di vivibilità di un'area urbana. Non sono state considerate nell'analisi, le iniziative relative ad aspetti più sociali e che escludono quasi completamente quelli tecnologici come ad esempio il social housing; ciò non significa che una Smart City debba fare a meno di quest'elemento e cioè della disponibilità di alloggi sostenibili a prezzi accessibili per le fasce di popolazione più deboli, ma si è considerato questo aspetto come fondamentale ed imprescindibile dal modello urbano di sviluppo che si voglia seguire.

Fatta questa premessa, sono state individuate circa il 16% di iniziative asse Smart Living, di cui la stragrande maggioranza si concentra su progetti relativi al settore turistico per la presenza di elementi innovatori e più in generale dedicate alla fruizione dei beni culturali.

Tali iniziative sono spesso assoggettabili alla realizzazione di piattaforme o app che offrano servizi di ticketing più rapidi o che permettano di poter accedere ad una serie di informazioni relative ad edifici o monumenti storici utilizzando dei semplici QR CODE che integrano i classici pannelli informativi.

[26] Obiettivo del progetto THESEUS è la creazione di una metodologia integrata per la pianificazione di strategie di difesa sostenibile per la gestione dell'erosione costiera e degli allagamenti, considerando gli aspetti tecnici, socio-economici ed ambientali. (http://www.ismar.cnr.it/progetti/progetti-internazionali/copy2_of_progetti-in-corso-life/progetto-theseus)

"*Partendo dal rispetto della propria storia e identità, una Smart City promuove la propria immagine turistica con una presenza intelligente sul web; virtualizza il proprio patrimonio culturale e le proprie tradizioni e le restituisce in rete come "bene comune" per i propri cittadini e i propri visitatori; usa tecniche avanzate per creare percorsi e mappe tematiche della città e per renderle facilmente fruibili*" (Osservatorio Nazionale Smart City, 2013).

Per gli altri aspetti relativi al living, da segnalare l'esperienza di Bari per quanto riguarda il miglioramento dei servizi di istruzione EDOC@WORK 3.0[27], o il progetto Smart Health Cluster OSDH a cui hanno aderito alcune delle città in analisi con lo scopo di rafforzare e valorizzare l'intera filiera della ricerca e le reti di cooperazione tra il sistema della ricerca e le imprese.

Entrambe i progetti hanno ottenuto finanziamenti dalla comunità europea pari a circa 100 milioni di euro.

2.3 Eccellenze italiane a confronto

Nonostante il processo di costruzione della città intelligente sia ancora lungo e per poter essere attuato richieda non solo un rapido cambio di mentalità ma anche l'utilizzo di nuovi strumenti di governance, sono diverse le città italiane che si stanno avvicinando ad un modello di sviluppo urbano di tipo smart.

Con un occhio a ciò che accade nel resto d'Europa, iniziano ad essere non poche le città italiane che per un aspetto o per un altro, stanno trovando la propria dimensione e rappresentano un'eccellenza nel panorama delle Smart City.

Ad esempio Bologna emerge a livello nazionale per l'integrazione e l'interoperabilità di alcuni progetti grazie ad una buona governance e ad una comunità sempre più "intelligente".

Firenze invece eccelle in quanto a vivibilità ed iniziative relative all'empowerment del cittadino e con una forte attitudine verso uno sviluppo di tipo sostenibile a scala territoriale e non solo urbano.

[27] Per maggiori informazioni: http://www.indire.it/progetto/edocwork3/

Emerge poi Milano confermandosi ancora una volta la città più smart nel panorama nazionale in particolare in quanto a coesione sociale e sviluppo economico.

Infine Torino, che nonostante abbia perso lo spunto iniziale, è da sempre una delle città più attive rispetto al tema della *smartness* e che ha più sperimentato soprattutto per quanto riguarda i nuovi metodi di comunicazione pubblica e democrazia partecipata per la realizzazione di iniziative di riqualificazione urbana.

Di seguito, in maniera più approfondita, verranno analizzate le città appena citate rappresentative non soltanto dell'eccellenza italiana ma anche della vicinanza con i target globali.

2.3.1 Bologna

Bologna ha aderito a "Smart City and Communities Initiatives" relativi al SET Plan 2011 ed al "Smart City and the Communities European Innovation Partnership" del 2012, grazie ai quali sono partiti una serie di progetti relativi al settore energetico e dei trasporti. Tali piani di azione fanno capo al più ampio progetto della Comunità Europea denominato Europa 2020.

L'applicazione delle strategie per rendere il capoluogo emiliano una Smart City, si snoda su due livelli: un livello costruito strategicamente in ottica a lungo termine, in cui sono coinvolti amministrazione, università ed imprese per co-costruire progetti in tema di sostenibilità sia ambientale che economica.

L'altro determinato invece dalla "partecipazione" in termini di coesione sociale.

Smart People

Il termine Smart People vuole identificare tutti i progetti sociali finalizzati a creare reti di persone che possano accedere a piani di istruzione e formazione ad hoc con l'obiettivo di realizzare una società sempre più ICT-enabled (Manville *et al.,* 2014). Si tratta ad esempio di applicazioni informatiche destinate a smartphone e tablet, o a progetti di ricerca europei come il progetto ICity, che tramite una piattaforma di management condivisa di apps e serviz, ha

coinvolto attivamente cittadini, associazioni, imprese ed università, promuovendo innovazione ed inclusività.

Si fa riferimento quindi alla diffusione della cultura digitale, alla sensibilizzazione rispetto al tema della Smart City all'interno di piani condivisi che vedono coinvolti diversi enti quali Università enti di ricerca e pubbliche amministrazioni (ad esempio l'ASTER, il CNR e l'Agenda Digitale di Bologna).

Ancora in tema di inclusione è importante citare il progetto sviluppato con il contributo del CNR, MIUR e Telecom, lo Smart City Test Plan che all'interno dello Smart Service Cooperation Lab, offre una simulazione live dei Servizi Smart City.

Parlando di Smart People si parla anche di iniziative di promozione per la cura del territorio e dei beni comuni. Si tratta di bandi e progetti finanziati o promossi dagli enti locali, come ad esempio il Community Lab, o il Bologna Par Tot o i laboratori urbani creati grazie al bando Cittadinanza Attiva.

Smart Economy

La dimensione Smart Economy è definita dall'insieme di iniziative atte a promuovere una città che investe nell'interconnessione e nel radicamento internazionale tra flussi di beni, servizi e conoscenze (Fabbricatti, 2016).

Anche in questo caso si tratta di progetti creati e attuati grazie al lavoro congiunto di enti pubblici, imprese private ed enti di ricerca. Ad esempio la città di Bologna, attraverso il programma Interreg ha avuto la possibilità di sviluppare interventi innovativi quali l'ICT-VN Promotion of ICTs usage by SMEs[28] as an enabler of Value Networks, rivolto alle PMI per promuovere le ICT ed il progetto Smart Europe (Smart strategies to create innovation-based jobs in regions of Europe) progettato in partnership dalla Provincia di Bologna per coinvolgere e supportare gli organismi regionali nella creazione di occupazione nei nuovi settori. A tal proposito sono sorte anche importanti iniziative per creare opportunità di dialogo su argomenti quali la conoscenza

[28] Progetto sviluppato da ERVET, Emilia-Romagna Valorizzazione Economica Territorio Spa, è la società "in house" della Regione Emilia-Romagna che opera come agenzia di sviluppo territoriale a supporto della Regione.

digitale nelle imprese, con l'obiettivo di colmare il gap tra aziende e nuove tecnologie e tra Italia ed Europa (esempio WISE forum, promosso dalla società Clickutility on Earth e dal Comune di Bologna).

A livello urbano è importante anche evidenziare i progetti stanziati all'interno del Piano Strategico Metropolitano:

- il progetto IRMA (Iniziativa per il Rinascimento della Manifattura), promosso da ASTER, Provincia di Bologna, Comune di Bologna, Università di Bologna, Unindustria, CNA, Regione Emilia- Romagna, CNR, Legacoop, Camera di Commercio ed il progetto JoReL (Joint Research Labs Materiali & Processi Manifatturieri avanzati e ICT), promosso dall'Università di Bologna, CNR, ASTER, Provincia di Bologna, Comunità Montana dell'Appennino di Bologna.
- il progetto Tecnopolo Enea Bologna, sviluppato dalla Regione Emilia Romagna, ENEA e l'Università di Bologna, che vuole creare un polo di attrazione per tutto ciò che riguarda l'innovazione industriale e tecnologia.

Smart Environment

Ci si riferisce alla dimensione della Smart Environment quando si tratta di tutto ciò che ruota intorno alla salvaguardia ambientale e alla sensibilizzazione del tessuto sociale in merito a tali tematiche.

La salvaguardia ambientale si riferisce alla riduzione dei molteplici fattori impattanti sull'ambiente, per cui nella Smart Environment si hanno iniziative che vanno dalla riduzione delle emissioni alla gestione dei rifiuti.

Importante sottolineare il ruolo cruciale dell'Unione Europea che attraverso il programma Smart City ha posto obiettivi imprescindibili in materia riduzione delle emissioni inquinanti e di risparmio energetico.

Bologna quindi sulla linea delle direttive europee e del suo progetto di città Smart ha attuato piani di intervento delineati sui tre principali focus: clima, gestione sostenibile delle risorse e impatto ambientale.

Per quanto concerne l'aspetto climatico gli obiettivi sono definiti in termini di sviluppo della resilienza della città per quanto riguarda i rischi di calamità

naturali, come definito dal progetto BLUEAP (Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City), inserito nel più ampio Programma Life.

Tra le iniziative tese alla sostenibilità ambientale vi sono invece i programmi provinciali di gestione della qualità dell'aria e gestione dei rifiuti del quale fa parte il progetto di Raccolta differenziata del Comune di Bologna. Si tratta dell'ampliamento delle isole ecologiche (all'incirca 140) con l'obiettivo più prossimo di far aumentare fino ad almeno il 50% i rifiuti differenziati e a lungo termine di eliminare progressivamente i cassonetti nel centro.

Meritevole di attenzione è il progetto SORT (Bando Smart City and Communities) sviluppato da comune, imprese ed università con lo scopo di ridurre e valorizzare gli sprechi alimentari, attraverso sistemi innovativi tecnologici integrati.

Importanti sono anche le iniziative rivolte alla riduzione dell'impatto delle attività ordinarie sull'ambiente ed alla promozione di comportamenti ambientalmente responsabili; hanno infatti dato luogo ad esperienze positive come il progetto Al lavoro in bici, promosso dal Comune di Bologna, e l'iniziativa della Provincia di Bologna Acquisti verdi per la PA, realizzata all'interno della Politica Ambientale EMAS.

Smart Mobility

La Smart Mobility è una delle dimensioni della Smart City più significative, convoglia infatti determinanti obiettivi di potenziamento ed efficientamento dei sistemi di connessione e di rete e ICT-enabled che mirano a garantire migliori servizi ai cittadini in termini di riduzione dei costi e qualità degli spostamenti. Il progetto Making Innovation in Mobility and Sustainable Actions mira proprio al consolidamento dell'uso dell'ICT per il controllo della mobilità sul piano dell'accesso alle città e della protezione delle corsie preferenziali, con uno sguardo più ampio orientato alla diminuzione delle emissioni legate alla mobilità.

Dal settore pubblico sono stati stanziati fondi per la ricerca, che grazie a diversi progetti (Interreg EU, 7° Programma Quadro, Progetto Smartfreight) hanno reso possibile l'applicazione di tecnologie all'avanguardia e delle ICT per

ottimizzare la distribuzione delle merci, consentendo inoltre una crescita economica delle zone centrali senza allo stesso tempo incrementare la performance economica delle aree centrali delle città senza disagi per i cittadini. Qui si inserisce il progetto D-AIR (Decarbonated Airport Regions) che delinea un piano di conversione degli aeroporti in centri di trasporto sostenibili ed ecologici, monitorando la neutralità di CO_2 delle attività e l'accessibilità alle zone aeroportuale.

Bologna in termini di servizi urbani ha scelto di potenziare tre livelli di mobilità:

- Pedonale
- Ciclabile
- Intermodalità

Muove inoltre dai progetti di Smart Mobility il processo di open data, che consentirà l'integrazione tra i sistemi di trasporto ed i servizi forniti. CIVITAS MIMOSA ed UTOPIA sono alcuni dei progetti dedicati a tale processo, il primo sostenuto economicamente da fondi europei (60%) e coordinato dal Comune di Bologna.

Smart Governance

Trasversale rispetto alle altre dimensioni di una Smart City, la Smart Governance qualifica tutte quelle manovre messe in atto per gestire e pianificare le applicazioni smart nel contesto urbano.

Il Bando Smart City and Communities ha promosso progetti di ricerca nel settore dell'e-government, come il Secure (GEOssLIFE Smart Security) che punta all'ideazione in diversi comuni metropolitani bolognesi, di un un sistema integrato tra ICT ed infrastrutture per garantire la continuità dei servizi sia per i sistemi informativi di PA ed imprese, sia per quanto riguarda servizi di erogazione acqua, luce, gas e rifiuti.

Anche qui la nuova sfida è l'aggiornamento in termini digitali, in linea con i programmi comunitari quali l'Agenda Digitale europea. Territorialmente troviamo il MadlER (Modello partecipato per Agende Digitali Locali in Emilia-Romagna), indirizzato ad identificare i processi partecipati innovativi con l'obiettivo di aumentare le skills delle figure decisionali degli Enti locali, e per

aderire ai punti strategici formalizzati nel PiTER (Piano Telematico dell'Emilia Romagna).

Smart Living

Attraverso il termine Smart Living si intende delineare quelle caratteristiche che rendono il tessuto urbano conforme alle esigenze di vita dei cittadini definito non solo in termini di qualità della vita e coesione sociale ma anche di realizzazione di e-service e di utilizzo delle ICT.

Rispetto alla realtà bolognese le basi per la costruzione della Smart City furono gettate già nei primi anni '90 con la sperimentazione di un primo progetto che intendeva sviluppare connessioni tra rete civica e amministrativa.

Progetto implementato nel corso degli anni che ha dato vita al più moderno Iperbole 2020 Cloud & Crowd con lo scopo di fronteggiare le nuove sfide dettate dagli attuali bisogni sociali delineati ovviamente anche dai sempre più veloci cambiamenti tecnologici.

Al centro resta la comunicazione espressa adesso in termini di partecipazione della cittadinanza la quale svolge un ruolo centrale per quanto riguarda la condivisione e che può avvalersi di strumenti sempre più avanguardistici.

L'applicazione di tale premessa è ben sintetizzata dalla selezione del Distretto Industriale della Sanità Elettronica tra i 67 progetti del Piano Strategico Metropolitano, che ha come obiettivo più ampio la creazione di Reti d'Impresa nel settore sanitario, con ovvie ripercussioni in termini di opportunità di lavoro e finanziamenti di ricerca in ambito sanitario.

Bologna si distingue inoltre per i progetti di ricerca promossi nell'ambito del bando "Smart City and Communities ed Interreg EU". Rappresentativi delle energie, idee e risorse che la Città di Bologna sta investendo nel miglioramento di servizi dedicati ai cittadini attraverso strumenti ICT sono il progetto Marconi, il progetto Inset, il progetto PICO, insieme al progetto eCitizen II (Towards citizen-centred eGovernment in European cities and regions).

Fanno parte della categoria Smart Living anche i progetti realizzati con l'ausilio dei data management:

- Invento progetto che ha consentito la realizzazione di un database su gasdotti, reti idriche e fognarie, reti per illuminazione pubblica e teleriscaldamento, reti di telecomunicazioni.
- Open Data che attraverso il software sviluppato dai Marconi Labs ha consentito un censimento informatizzato delle infrastrutture tecnologiche esistenti e degli immobili comunali inutilizzati.

2.3.2 Firenze

Dall'analisi di diverse tipologie di fonti che vanno dai siti istituzionali alle piattaforme sui progetti europei, riguardo il territorio fiorentino sono state rilevate circa 97 iniziative. Anche in questo caso i criteri di classificazione e valutazione si basano sulla letteratura scientifica (Giffinger *et al.*, 2007; Manville *et al.*, 2014) e principalmente su tre punti cardine:

- peso dell'iniziativa in termini di impatti ambientali, sociali ed economici;
- possibilità di replicare l'iniziativa in altri contesti urbani;
- grado di innovazione in termini sia tecnologici che sociali.

Dall'analisi emerge come nel capoluogo toscano la maggior parte delle iniziative sia legata agli assi Mobility ed Environment, seguiti da Governance e Living ed ancora, col minor numero di iniziative, gli assi Economy e People. Questa classificazione permette di associare un'iniziativa ad un asse specifico tenendo conto della trasversalità di alcune di esse, in linea con il più moderno concetto di Smart City.

Nel corso dell'analisi riguardante le sperimentazioni attive sul territorio fiorentino, si evince come alcuni temi risultino centrali anche rispetto a quelli che sono gli obiettivi relativi al Piano Strategico come la competitività, le infrastrutture e la mobilità, il miglioramento della qualità della vita nonché la sostenibilità ecologica.

Tuttavia nonostante esista una serie di complementarietà tra le iniziative smart e gli obiettivi strategici, si percepisce la mancanza di una cabina di regia ed una programmazione che possa convogliare le energie in un'unica grande direzione.

Molte delle attività risultano ancora in una fase preliminare, non permettendo così una giusta valutazione delle loro potenzialità.

Smart People

L'incontro tra cittadini e ICT è al centro di numerosi progetti che coinvolgono Firenze su più livelli. Nell'ambito del programma Horizon 2020 il comune ha sviluppato CITYCoP che propone un coinvolgimento attivo delle forze dell'ordine e dei cittadini per realizzare uno scambio reciproco di informazioni favorendone il dialogo attraverso l'utilizzo di web e app.

Al contrario, altre iniziative previste in questo ambito non vedono l'utilizzo delle ICT come obiettivo preponderante, ad esempio BREAK e D-ACTIVE, si rivolgono alle marginalità sociali per favorire l'inclusione delle fasce più deboli.

Un' impronta sociale che ritroviamo anche nei piani di formazione rivolti alla cittadinanza che puntano al coinvolgimento delle fasce più giovani, realizzati attraverso progetti quali IL_LABORATORIO (sull'utilizzo consapevole delle nuove tecnologie) e il Progetto R.A.C.E.S. .

Smart Economy

La dimensione della Smart Economy si snoda su un doppio piano costituito da ricerca ed innovazione determinato soprattutto per consentire lo sviluppo delle imprese.

La regione Toscana ha finanziato a questo scopo progetti per la nascita di poli di innovazione attraverso i quali promuovere conoscenze e avanguardie tecnologiche; ne sono un esempio POLIS, promosso dalla Fondazione per la Ricerca e l'Innovazione (Università di Firenze ed ex Provincia di Firenze) che si occupa anche di sviluppo sostenibile della città e il Polo OTIR2020 (Polo Officina Toscana per l'Innovazione e la Ricerca di Settore) per mettere in relazione il settore della manifattura tessile con quello delle nuove tecnologie.

Le proposte innovative e calzate sul territorio vengono elaborate dagli incubatori di impresa come l'Incubatore Tecnologico di Brozzi e l'Incubatore Universitario di Sesto Fiorentino, ma anche da privati i quali, FIWARE

Accelerator, ImpactHub, Nana Bianca.

Rilevante in tale ambito il progetto del comune di Firenze che ha portato alla ristrutturazione dell'ex carcere Le Murate, i cui edifici ospitano adesso eventi organizzati da imprese impegnate nel campo dei beni culturali, settore fondamentale per l'economia della città.

Smart Environment

L' ambito dello Smart Environment è sicuramente il più attivo nel panorama fiorentino con la realizzazione di progetti promossi da enti pubblici, in particolare dal Comune e dalla Provincia di Firenze, che vanno da iniziative riguardanti il settore dell'energia a quelle che affrontano temi relativi alla gestione dell'ambiente e alla sicurezza del territorio come il monitoraggio ambientale, la gestione dei rifiuti, la gestione dei disastri naturali e la resilienza dei sistemi urbani.

Per quanto riguarda la gestione dei rifiuti, di particolare interesse è il progetto EWIT, finanziato nell'ambito del Programma europeo Horizon 2020, che si propone di realizzare un portale per offrire informazioni e sostegno partico alle città africane per la progettazione e lo sviluppo di sistemi di gestione dei rifiuti elettronici.

Interessante è il piano di sviluppo dei progetti di monitoraggio ambientale, costruiti in collaborazione tra università enti locali e imprese private.

SMARTUrban ad esempio è un software che permette di determinare le variazioni di comfort termico e i livelli degli agenti inquinanti in relazione alle scelte di progettazione degli spazi urbani. Si serve di algoritmi di calcolo ed è costituito da un database con variabili inseribili dall'utente o tramite rete di sensori o GIS. Le Amministrazioni Pubbliche e i progettisti possono quindi avvalersi di uno strumento innovativo e funzionale sia per monitorare un'area a livello ambientale che per operare interventi di trasformazione.

Sempre in questo senso Arpat ha commissionato all'I2T3 Onlus (Università di Firenze) l'implementazione di un circuito di reti neuronali che possano rilevare la concentrazione di particelle inquinanti nell'aria basandosi sui dati forniti dalle centraline dell'Arpat, sulle condizioni meteo e sui dati del traffico.

Lo stanziamento di fondi del piano Horizon 2020 ha permesso invece alla Protezione Civile di attuare CARISMAND e Resolute. Il primo è un progetto per la realizzazione di un piano d'azione per la gestione dei disastri naturali; in particolare nel caso dei terremoti, consente di analizzare i differenti modi di agire in caso di emergenza nelle diverse città partner e di definire i comportamenti più corretti da assumere. Riguarda invece i trasporti il piano Resolute: ne vaglia la resilienza in seguito ad eventi catastrofici ed individua le misure utili a mantenere attive le informazioni sulla mobilità e le fasce di servizi garantiti in caso di calamità naturali.

Smart Mobility

Il settore Smart Mobility interessa sia la mobilità urbana che la rete extraurbana di Firenze. Le strategie messe in atto hanno infatti l'obiettivo di facilitare la costruzione di un sistema di mobilità su scala metropolitana.

Ne sono un esempio le realizzazioni dei progetti promossi dal Comune e dalla Provincia di Firenze, come Wi-Move, G.I.M. S.I.Mo.Ne, Concerto ed Infocity, sovvenzionati dal programma nazionale ELISA che si occupano della raccolta di dati della costruzione di piattaforme per la gestione del traffico sull'area vasta. Gli utenti avranno quindi a disposizione app o portali telematici con cui potranno definire gli spostamenti sul territorio.

I piani di mobilità passano anche per interventi strutturali, quali l'ampliamento della linea del sistema tranviario (Linea 2 Peretola-Piazza dell'Unità d'Italia e la Linea 3.1 Careggi – Firenze S.M.N) di cui sta giungendo al termine la fase di realizzazione, e per piani di mobilità sostenibili, come i progetti UNPLUGGED, CLEAN e iPhev (mobilità elettrica) o le iniziative per forme di mobilità dolce come il sistema di wayfinding all'interno del progetto Camminare a Firenze – The walking city e le iniziative per incoraggiare l'uso della bicicletta.

Inoltre, per scoraggiare l'uso indiscriminato delle auto private da parte dei cittadini, da qualche anno l'amministrazione ha investito molto per portare in città i diversi servizi di car sharing.

La città di Firenze ha inoltre promosso il car pooling in quanto partner della piattaforma web RoadSharing.com. In aggiunta, sempre allo scopo di

disincentivare l'utilizzo dell'auto privata e semplificare l'utilizzo di queste ultime tipologie di servizi, con il progetto Mobiwallet è stata realizzata una piattaforma unificata per gestire il pagamento elettronico dei vari operatori del trasporto pubblico.

Smart Governance

Le iniziative incluse all'interno dell'asse Governance sono frutto di una buona interazione tra i vari enti locali che ha portato con se lo scambio di buone pratiche per garantire un miglior accesso ai servizi pubblici e sociali per il cittadino.

Con l'app 100 Luoghi ad esempio, i cittadini hanno a disposizione un ottimo strumento che permette il dialogo diretto con la PA. Grazie a questa iniziativa è possibile avere informazioni relative a cosa è stato fatto, cosa accade nonché le trasformazioni future di circa 100 luoghi all'interno del territorio comunale.

Con l'attivazione del sito web Monitoraggio Interventi, sempre sulla stessa scia della precedente, è possibile visualizzare lo stato dei cantieri in corso d'opera nella città ma anche poter inserire segnalazioni o suggerimenti.

In collaborazione con la Cooperativa Sociale ONLUS "CAT", il comune ha sviluppato una serie di servizi telematici per favorire l'integrazione e l'inclusione sociale degli stranieri nel capoluogo toscano.

Come già accennato in precedenza, il comune ha avuto grande capacità nel realizzare una rete di comunicazione fra i vari enti comunali, infatti con la realizzazione del sistema SP2CON (ex sistema PEOPLE), non solo sta tentando di costituire un modello di governance tipico dei sistemi *open source* ma anche una comunità di enti che collaborano tra di essi, con lo scopo di erogare una serie di servizi destinati ai cittadini, imprese e professionisti.

Con l'adesione al progetto europeo Cities of Change, Firenze sta inoltre cercando di favorire lo scambio di esperienze e pratiche per lo sviluppo e la gestione delle strategie della città.

Smart Living

Data la forte ed affermatissima vocazione turistica di Firenze, la stragrande maggioranza delle iniziative attive o in corso di attivazione, riguardano principalmente la fruizione del patrimonio artistico-culturale. Molto spesso oltre che a migliorare tale aspetto, semplificandone anche l'accesso, le iniziative riguardano anche il miglioramento dello spazio pubblico più in generale. L'app Firenze Turismo ad esempio, offre una serie di informazioni per il turista per migliorare la propria permanenza non solo nel capoluogo ma valorizzando l'intero territorio metropolitano, a conferma della propensione verso lo sviluppo territoriale e non centralizzato rispetto ai principali poli cittadini toscani. Per migliorare tale esperienza è stato realizzato un InfoPoint nei pressi della stazione ferroviaria principale di Santa Maria Novella, dotata di una sala multimediale per la promozione dei contenuti digitali del Museo del Novecento, nonché la diffusione di queste risorse anche sul web.

Per quanto concerne allo spazio pubblico invece, è stata posta particolare attenzione al miglioramento dei servizi di illuminazione pubblica; con il progetto ENIGMA infatti l'intero Parco delle Cascine, cuore verde della città di Firenze, è stato dotato di un sistema hi-tech di illuminazione.

2.3.3 Milano

Il processo che porta Milano verso la *smartness* si compone di un gran numero di iniziative promosse fortemente dall'Amministrazione Comunale e supportate da numerosi soggetti pubblici e privati, all'interno del settore ricerca e innovazione, che collaborano in gran sinergia.

Le iniziative, individuate dall'analisi dei principali documenti di settore e dal sito web di Milano Smart City, sono 103; esse sono il risultato della partecipazione a diversi canali di finanziamento. Alcuni di questi sono rappresentati dai bandi europei (CIP-ICP-PSP 2012-6 Programma Europeo di supporto alle politiche per le tecnologie dell'informazione e della comunicazione; il 7° Programma Quadro), poi ci sono quelli del MIUR (Smart City and community and Social

innovation), quelli per il POR FESR 2007/2013 (Smart City and Community) ed infine diversi canali non legati a bandi pubblici ma di tipo privato.
Inoltre, tutti i progetti ricadenti all'interno dei bandi MIUR e POR, sono stati presentati unicamente tramite procedura di evidenza pubblica e coinvolgendo strettamente Università, istituti di ricerca, imprese ed enti culturali.
Chiaramente anche per il caso milanese, molte delle iniziative analizzate possono essere assoggettate a diversi assi del paradigma Smart City nonostante vengano poi effettivamente assegnate ad un singolo asse.
Questa scelta è dovuta alla necessità di associare un progetto ad un'unica categoria per permettere di omogeneizzare il sistema di classificazione e quindi confrontare le diverse città prese in analisi.

Smart People

Con il 9% delle iniziative rispetto al totale, nonché il carattere fortemente innovativo sia per quanto riguarda i contenuti che le metodologie applicative, l'asse Smart People risulta essere fortemente significativo all'interno delle strategie di sviluppo territoriale avviate nel capoluogo lombardo. Due di esse in particolare, meritano la maggiore attenzione: il progetto SM2ART e quello Ambrogio.
Il primo, avviato grazie al finanziamento da parte del MIUR per il bando Smart cities and communities, riguarda il tema della sicurezza e agisce tramite la realizzazione di un'infrastruttura informatica per il monitoraggio del territorio e per il miglioramento del livello di sicurezza in relazione a specifiche esigenze; il tutto supportato anche dall'installazione di una serie di arredi urbani intelligenti.
Il secondo invece, nasce da un'idea interna al Comune stesso e riguarda la realizzazione di un portale che da la possibilità al cittadino di poter effettuare segnalazioni al vigile di quartiere, il quale rappresenta il riferimento per ogni eventuale emergenza e che a sua volta informa eventualmente gli uffici di competenza.
Altre iniziative riguardano in particolare il supporto di fasce sociali più deboli o l'inclusione sociale, tra cui la realizzazione di centri o punti d'accoglienza, con

particolar attenzione al tema dell'immigrazione o il supporto mirato a categorie di cittadini come anziani o persone con disabilità. Il capoluogo risulta essere già da diversi anni attivo rispetto al tema della residenzialità e dell'inclusione grazie anche all'attiva collaborazione con Fondazioni di tipo bancarie.

Smart Economy

La presenza di un minor numero di iniziative rispetto a questo asse può sicuramente essere giustificata dalla loro trasversalità rispetto a più settori. Nonostante ciò, possono essere riconosciute con immediata facilità una serie di iniziative che per la maggiore, riguardano l'incentivazione dell'occupazione giovanile tramite la realizzazione di incubatori di imprese per lo sviluppo di start-up.

Degno di nota è sicuramente lo Smart City Lab[29], incubatore nato con lo scopo di sviluppare imprenditorialità e diffondere innovazione in relazione alla vision Milano Smart City. Parliamo di obiettivi lungamente descritti fin qui e che sono relativi al raggiungimento della *smartness*, in quanto progetti con forte carattere innovativo sia dal punto di vista tecnologico che sociale.

Delle 8 iniziative riconosciute la più rilevante dell'asse Economy è sicuramente Joint open lab (JOL), progetto promosso da Telecom Italia e cinque Atenei e che coinvolge circa 350 giovani. I JOL sono veri e propri laboratori di tipo interdisciplinare che hanno sede all'interno delle diverse università milanesi, con lo scopo di generare idee e soluzioni innovative da poter sviluppare al loro interno, grazie soprattutto alla collaborazione di persone con differenti competenze.

Un'altra iniziativa interessante riguarda la semplificazione delle procedure per attività produttive, mettendo a disposizione servizi che ad esempio diano la possibilità di visualizzare le pratiche in tutte le sue fasi, monitorandone così lo stato di avanzamento. Una di queste, avviata nel 2011, è l'Osservatorio Internet of Things, per rispondere all'interesse crescente verso il tema dell'IoT di un gran numero di aziende locali sia pubbliche che private. Esso ha lo scopo di indagare

[29] www.milanosmartcity.org/joomla/smartcity/smart-city-lab

sulle reali opportunità sia tecnologiche che manageriali che queste tecnologie possono avere all'interno del mercato.

Smart Environment

Con il 20% delle iniziative rispetto alle 103 censite, lo Smart Environment rappresenta sicuramente uno degli assi più interessati. Tali iniziative riguardano per la maggiore gli aspetti energetici come l'efficientamento degli edifici come il progetto City Spaces o ad esempio la gestione dei rifiuti con il progetto City-Wise-Net finanziato nell'ambito del POR Lombardia.

Più in generale, a prescindere dal tema dell'energia, sicuramente sono da segnalare due app PULIamo e Cestino Intelligente. "*In qualsiasi luogo ed in qualsiasi momento, grazie a PULIamo si potrà: segnalare situazioni di degrado ambientale (cestini pieni, siringhe, discariche abusive), conoscere le corrette modalità di smaltimento dei rifiuti, grazie ad un completo e rapido motore di ricerca, essere aggiornati sui giorni di raccolta e di spazzamento delle strade, grazie al completo calendario integrato, chiedere assistenza per il ritiro dei rifiuti ingombranti e prenotarne il ritiro presso la propria abitazione, richiedere un sopralluogo per il servizio di pulizia facciate in caso di presenza graffiti, sfruttare la geolocalizzazione per verificare la presenza vicina a se di campane e cassonetti, di riciclerie ed isole ecologiche*"[30].

Infine, Cestino Intelligente permette di ottimizzare il sistema di circolazione degli automezzi dedicati alla raccolta dei rifiuti contribuendo così alla riduzione degli impatti sia a livello ambientale che della mobilità urbana.

Smart Mobility

L'ambito maggiormente interessate da politiche di tipo smart è sicuramente quello della Smart Mobility con il 26% delle iniziative che da anni rappresenta un caposaldo del comune milanese, il quale da anni investe fortemente sulla mobilità sostenibile intelligente e sull'ottimizzazione del sistema della logistica e della filiera del cosiddetto "ultimo miglio".

[30] www.amsa.it

Rientrano negli interventi relativi alla mobilità urbana progetti come quelli per il bike o il car sharing; bikeMI, ad esempio, per incentivare l'uso della bicicletta o tutti quei progetti che promuovono l'utilizzo di veicoli elettrici e che negli ultimi anni hanno visto una sempre maggiore sperimentazione e diffusione.

Per migliorare l'efficienza del trasporto pubblico sono stati avviati alcuni progetti che prevedono l'installazione di Infopaline, le quali forniscono dati in tempo reale sullo stato del trasporto pubblico o ancora, un servizio denominato Ticketing and payment tramite il quale è possibile acquistare e pagare direttamente con il proprio smartphone titoli di viaggio.

Per quanto riguarda la seconda categoria di interventi, quelli relativi alla logistica e attenti ai problemi relativi all'ultimo miglio, si è cercato di ottimizzare gli importanti flussi merci che interessano Milano cercando di evitare rallentamenti alla mobilità urbana.

URBe-LOG, progetto finanziato dal MIUR che vede tra i principali stakeholder Telecom Italia. Si tratta della creazione di una piattaforma telematica e informatica aperta, dinamica e partecipata per i servizi e i componenti per la logistica in ambito urbano in grado di garantire la realizzazione di una comunità virtuale in rete mobile e la gestione modulare integrata ed evoluta dei processi. Gli attori principali, come ad esempio i produttori al dettaglio, partecipano attivamente per ottimizzare i processi logistici metropolitani in termini di efficienza ed impatto ambientale. La sperimentazione su Milano riguarda, in particolare, Area C (o settori di Area C)"[31]

OPTI-LOG ha invece l'obiettivo di conciliare all'interno del sistema economico cittadino, quello di approvvigionamento, di forniture e consegne di beni e risorse con il sistema della mobilità, fortemente afflitto da problemi di congestione del traffico. Questo progetto "*si basa sull'utilizzo di piattaforme logistiche urbane che, introducendo una rottura di carico, abilita l'utilizzo di biciclette e veicoli leggeri per la consegna di ultimo miglio…assegna in maniera ottimale tutte le spedizioni all'interno dell'area controllata ai veicoli disponibili, tenendo conto delle diverse capacità, autonomie, velocità e di eventuali vincoli*

[31]http://www.milanosmartcity.org/joomla/images/sampledata/programma/SmartCity

di incompatibilità del tipo merce-veicolo o merce-vettore di ultimo miglio" (Consorzio Poliedra, Politecnico di Milano).

Smart Governance

Un secondo numeroso gruppo di iniziative appartiene a questo asse e possono essere raggruppate in tre macro categorie di intervento includendo il 21% del totale e suddivisi in: servizi alla persona, miglioramento dell'accessibilità alle banche dati pubbliche ed infine le iniziative appartenenti al settore scolastico.

Al primo gruppo appartiene Icaro, progetto per gestire in maniera più semplice tutti i procedimenti legati al momento della nascita: l'utilizzo del software BIrthManager By Intersail, BIMBI, consente infatti di automatizzare le procedure amministrative come il certificato di assistenza al parto, la denuncia di nascita e l'attribuzione del nome, del codice Fiscale, così come l'assegnazione del pediatra e l'inserimento e l'aggiornamento di informazioni sul nuovo nato (Comune di Milano).

Stesso tipo di semplificazione rispetto all'evento morte: il progetto Caronte ha infatti lo scopo di facilitare i processi di comunicazione e di trattamento riguardanti il fine vita scegliendo ad esempio anche l'azienda che svolgerà il funerale; il software sceglierà a rotazione tra i profili convenzionati in modalità completamente trasparente (Comune di Milano).

Nel secondo gruppo abbiamo SPAC3[32] realizzata grazie al Programma Operativo Regionale e che ha come scopo quello di mettere a disposizione una piattaforma per la gestione delle richieste e delle erogazioni di informazioni per i cittadini grazie ad un motore semantico intelligente. Parliamo dell'accesso e della fornitura di servizi della pubblica amministrazione negli ambiti di educazione, sport e tempo libero, inclusione, etc..

PROACTIVE[33] è invece uno strumento capace di utilizzare le reti sociali come strumento per il monitoraggio e l'allerta dei cittadini allo scopo di aumentare

[32] www.spac3.it
[33] www.proactiveproject.it

la sicurezza nel territorio comunale coniugando strumenti tradizionali utilizzati dalla PA con tecnologie innovative nel settore delle telecomunicazioni.

SIMULATOR[34] invece, è una piattaforma ancora in fase sperimentale che ha lo scopo di raccogliere ed integrare una serie di informazioni all'interno di un unico modello utile per la prevenzione, previsione, monitoraggio e gestione del rischio di origine ambientale o antropico.

Infine nella terza categoria troviamo due interessanti progetti Geoschool e Genitori in video, il primo promosso dal Comune di Milano, il secondo in collaborazione con Microsoft.

Geoschool permette l'accesso ad una mappa in cui, una volta inserite una serie di informazioni relative al bambino, da come risultato l'elenco degli istituti più vicini nonché le relative distanze tra un set di cinque possibilità.

Genitori in video invece, molto innovativa, è un servizio offerto ai genitori degli studenti e che consente di renderli più partecipi nella vita scolastica di questi ultimi tramite lo scambio di materiali didattici con gli insegnanti.

Concludendo questo asse, va sicuramente ricordata la piattaforma Decision Theatre, trasversale a tutte le categorie fin qui citate nell'ambito della Governance e che nasce in collaborazione con la Città di Torino. Tale piattaforma è capace di simulare una gamma di scenari futuri che possono orientare quindi determinate scelte progettuali partendo dall'analisi di una serie di dati ed il setting di alcuni indicatori.

Smart Living

Questo asse descrive le principali iniziative attive per migliorare la qualità della vita dei cittadini agendo in svariati settori, tra cui quello della salute, del benessere, della cultura e del turismo.

ABILITY è un'iniziativa che prevede la realizzazione di una rete di supporto a persone, soprattutto anziani, con patologie neurodegenerative. Essa prevede inoltre la realizzazione di sistemi e servizi che possano agevolare la mobilità,

[34] www.simulator-project.it.

nonché il prolungamento della vita relazionale di quest'ultimi tramite approcci diagnostici e terapeutici più vicini a questa categoria di utenti.
Il progetto GIOCOSO offre alle famiglie con bambini in età prescolare, una serie di strumenti basati sulle tecnologie ICT per supportare e sviluppare le capacità di comunicazione di questi ultimi e quando presenti problemi, se necessario, offre al bambino la possibilità di seguire terapie specifiche.
Per quanto riguarda le iniziative di tipo culturale Digta.MI è una vera e propria biblioteca digitale che offre l'accesso ad una serie di contenuti relativi alla storia e alla cultura milanese.
ReadIT, sviluppata da un gruppo di giovani studenti del Politecnico, consente di racchiudere in un'unica app una serie di servizi bibliotecari a scala comunale attraverso il semplice uso di un dispositivo mobile.
MiTo, altra iniziativa nata dalla collaborazione della Città di Milano con quella di Torino, ha l'obiettivo di permettere l'accesso all'intera rete museale a disposizione nelle due Regioni tramite un'unica Card.

2.3.4 Torino

Dall'analisi delle iniziative sul territorio torinese, è possibile non solo percepire l'attitudine della città verso l'applicazione del modello smart, ma anche la strategia sulla base della quale politiche ed interventi sono orientati. La prevalenza di un asse rispetto ad un altro infatti, consente di poter capire quali siano gli ambiti sui quali l'Amministrazione sta concentrando i maggiori investimenti e quindi direzionando la vision.
Prima però di procedere all'analisi delle sei dimensioni del paradigma, è opportuno capire quali sono le peculiarità che differenziano Torino dalle altre città in analisi.
Innanzitutto, va precisato, che molte delle iniziative che verranno descritte in seguito sono frutto di una attiva partecipazione a bandi sia europei che italiani che hanno permesso al capoluogo piemontese di fare rete con un gran numero di altre città.

Tra le iniziative finanziate con fondi europei la Città di Torino ha aderito al programma CIP (Competitiveness and Innovation Program), il VII Progamma Quadro, Interreg e Urban II, i quali riguardano differenti strategie per il raggiungimento della *smartness* quali la mobilità, l'energia, l'ambiente, il cleantech, la gestione innovativa di appalti o delle questioni sociali.

Per quanto riguarda le strategie derivanti da programmi o progetti nazionali, grazie anche alla gran capacità di Torino nell'attirare diversi investitori, il Comune ha attivato circa 18 progetti appartenenti al bando MIUR "Smart Cities and Communities and Social Innovation".

A queste iniziative se ne affiancano un gran numero avviate anche localmente come quelle contenute all'interno del masterplan SMILE, il piano strategico realizzato dalla collaborazione tra Comune, Fondazione Torino Smart City e Torino Wireless. Grazie anche al supporto di un gran numero di portatori di interesse localizzati sull'intero territorio, il Piano ha l'obiettivo di individuare e sviluppare strategie e azioni per la realizzazione della città smart del futuro.

Il Piano nasce da un processo di tipo fortemente partecipativo che ha coinvolto circa 450 persone rappresentanti 66 istituzioni, suddivisi in specifici tavoli di lavoro in base ai temi affrontati e durato cinque mesi agli inizi del 2013.

Le quarantacinque azioni individuate sono state suddivise in maniera differente dalle sei classiche dimensioni smart indicate dal Parlamento Europeo sulla base dello studio di Giffinger, in quanto sono stati individuati i seguenti 5 ambiti: Mobility, Energy, Inclusion, Integration e Life&Health.

Tuttavia ai fini del seguente studio, per rendere il confronto omogeneo, si è preferito organizzare le iniziative individuate all'interno del Piano rispetto alle categorie convenzionali del modello smart; questo ha comportato il dover preferire un asse rispetto ad un altro quando l'azione era trasversale a più temi.

Dall'analisi svolta sono state individuate 123 iniziative principali già realizzate o in fase di realizzazione.

Smart People

La dimensione People rappresenta, per le questioni descritte in precedenza, uno dei principali assi di più difficile interpretazione data la sua trasversalità con gli altri, il più ricorrente in questo asse specifico è l'asse Smart Living.

Per questo motivo le iniziative individuate, circa l'11%, sono quelle aventi come obiettivo principale la costruzione di reti materiali o virtuali per migliorare la coesione e l'inclusione sociale, nonché la realizzazione di piattaforme per la condivisione e la partecipazione della cittadinanza.

Si sta parlando di strumenti che hanno la funzione di facilitatori rispetto al primo contatto tra le persone, che permettono lo scambio di informazioni in modo condiviso e soprattutto, non puntano ad esaurire in essi stessi le relazioni sociali.

A supporto di quanto appena detto, all'interno del Piano Smile l'azione n° 43 "*Cittadini smart informati e partecipi*" prevede di "*favorire, anche attraverso strumenti tecnologici, la comunicazione e partecipazione dei cittadini affinché ricevano e producano informazioni su temi sensibili per la cittadinanza e strategici per l'evoluzione urbana, si associno e cooperino in reti utili a orientare scelte di consumo sostenibile e motivo di crescita culturale, rendendo migliore e più sicura la qualità della vita quotidiana. Gli sviluppi tecnologici saranno orientati alla segmentazione di target di cittadini- utenti, compresi soggetti in digital divide, all'ascolto attivo della cittadinanza e alla selezione di temi, linguaggi e format di testi volti a stimolare la partecipazione sociale*".

First Life ad esempio, è un progetto finanziato dal MIUR che ha l'obiettivo di far condividere segnalazioni, opportunità o appuntamenti alle persone che vivono in uno stesso quartiere come se si stesse utilizzando un qualsiasi social network e sfruttando la tecnologia della realtà aumentata.

Per quanto riguarda i progetti nati a livello locale, It's up to you costituisce una di quelle piattaforme di tipo collaborativo che permette la condivisione di una serie di informazioni georeferenziate come foto, video o audio in tempo reale che riguardano non solo emergenze o problematiche legate al territorio ma anche elementi di interesse come luoghi da visitare o eventi.

Molto interessante è il progetto CROSS (Citizen Reinforcing Open Smart Synergies) riguardante invece una piattaforma per la condivisione e scambio di servizi tra city user. Si tratta di favorire lo sviluppo di un ecosistema innovativo che crei servizi digitali e applicazioni attraverso l'uso di informazioni generate dagli utenti. L'economia non monetaria e il volontariato costituiscono in nucleo del progetto che si propone infatti, di promuovere lo sviluppo di servizi e applicazioni informatiche adatte a questo settore, che ha il potenziale per una crescita sostenibile, inclusiva e intelligente nel mercato unico digitale. Si stima un coinvolgimento di 300,000 utenti finali grazie al progetto; CROSS punta inoltre ad incentivare le politiche di Social Innovation che costituiscono uno dei pilastri rilevanti dell'Agenda Europe 2020".[35]

Infine a conclusione di questo ambito strategico, sono da segnalare un gran numero di piccole iniziative riguardanti il settore della pianificazione territoriale che più precisamente riguardano le politiche abitative e l'inclusione sociale abitativa[36].

Smart Economy

Le iniziative contenute in questo asse, sicuramente il meno coinvolto nel piano smart con solo il 7% sul totale, hanno l'obiettivo di promuovere e supportare lo sviluppo imprenditoriale, favorendo soprattutto i progetti giovanili e coinvolgendo il settore dell'educazione, quello delle imprese e quello istituzionale locale.

Mygeneration@Work_Promoting Youth Employment with enterprising skills & attitudes, ma anche FaciliTo Giovani e Innovazione Sociale, sono interessanti iniziative nate con lo scopo di assistere l'avvio di progetti per l'imprenditorialità giovanile (cittadini tra i 18 ed i 35 anni) capaci di creare valore economico e sociale per il territorio e supportate da assistenza sia informativa che tecnica e finanziaria.

[35] www.torinosocialinnovation.it.
[36] Per ulteriori informazioni consultare il Piano SMILE.

Do It Alone ha l'obiettivo di favorire l'occupazione perseguendo politiche incentrate sulla sostenibilità ambientale e facendo del riuso creativo la sua missione. Gli scarti dei materiali delle aziende locali vengono riutilizzate all'interno di un laboratorio da giovani designer e artigiani per produrre accessori, complementi d'arredo o tutto ciò che permetta loro un secondo creativo utilizzo.

A chiudere il gruppo di queste iniziative vi sono due importanti studi per comprendere il valore dei mercati urbani come motore per lo sviluppo locale e la rigenerazione urbana, incoraggiando anche le relazioni con altri centri cittadini europei e accrescendo così l'attrattività e le competitività delle regioni[37].

Smart Environment

Lo Smart Environment rappresenta l'ambito maggiormente interessato dalle iniziative torinesi; con il 28% sul totale testimonia la forte sensibilità rispetto alle questioni ambientali del capoluogo piemontese. La maggior parte di queste iniziative riguarda per lo più il tema dell'efficientamento energetico per il perseguimento degli obiettivi di Horizon 2020.

Di maggior rilievo è sicuramente *Tribute-take the energy bill back to the promised building performance*, nato con un forte partenariato con il settore dell'industria. L'obiettivo è la minimizzazione del gap tra le prestazioni energetiche predette e reali degli edifici, attraverso lo sviluppo di un sistema intelligente che prevede il monitoraggio e il controllo delle performance energetiche. I dati raccolti verranno poi indicizzati all'interno di un database che servirà per gli interventi di efficientamento energetico permettendo di valutare anche lo stato di salute complessivo dell'edificio, rilevandone le criticità del sistema energetico che impattano negativamente sui consumi[38].

La sperimentazione è stata eseguita sul complesso che ospita la biblioteca civica "Calvino" coinvolgendo attivamente anche tutti gli utenti che hanno utilizzato i

[37] Vedi Central markets - Revitalising and promoting traditional markets in Central Europe e Urban markets - Sustainable Urban Markets

[38] www.comune.torino.it/relint/progetti/programmi/tribute.shtml

servizi bibliotecari, questo è stato reso possibile misurando gli effetti dei loro comportamenti sulle prestazioni energetiche dell'edificio.

Il progetto Edifici a zero consumo energetico in distretti urbani intelligenti, finanziato nell'ambito del Cluster Tecnologico Nazionale Tecnologie per le Smart Communities, vuole migliorare l'efficienza energetica degli edifici e complessivamente dei distretti urbani, utilizzando tecnologie per monitorare in tempo reale i parametri ambientali e dei consumi/produzione di energia attraverso l'impego di tecniche basate su sistemi ICT finalizzati al risparmio energetico negli edifici pubblici e privati esistenti (compresi gli edifici storici) sviluppando poi un sistema innovativo di comunicazione dei dati basato sulla realtà aumentata.

Oltre al tema dell'efficientamento energetico a scala di edificio, molto interessanti sono le iniziative relative ad interventi di riqualificazione urbana sostenibili. A sostegno di questa tesi, ancora una volta va citato il Piano SMILE che, con l'azione n°34, supporta la diffusione di smart grid per l'ottimizzazione del sistema di distribuzione dell'energia elettrica, migliorando l'affidabilità e l'efficienza dei servizi.

L'azione n° 19 invece, con il progetto "Reti di sensori per prevenire le emergenze ambientali", "*si propone di estendere e collegare in rete i sistemi già esistenti di sensori meteo e di video-sorveglianza per il monitoraggio e controllo delle emergenze, ampliando il dettaglio della scala di osservazione rispetto ad una rete fissa e attivando istanze di collaborazione con i cittadini, mediante tecniche di condivisione dell'informazione basate su piattaforme web cooperative ed open-source*".

Anche se il settore energetico come già affermato è quello maggiormente interessato, non mancano iniziative che riguardano altre tematiche ambientali. Ad esempio, promosso dall'Assessorato all'Ambiente, il progetto Tocc (Torino Città da Coltivare) che mira all'incremento dell'agricoltura urbana mediante la realizzazione di orti urbani e a sensibilizzare i cittadini su temi come la sostenibilità o il concetto di filiera corta.

Smart Mobility

La seguente dimensione interessa il 13% delle iniziative e mira alla diffusione e alla valorizzazione della mobilità sia urbana che delle merci in ottica sostenibile e alla realizzazione di sistemi di integrazione dei dati per migliorare l'intermodalità o diminuire i carichi di traffico.

Per quanto concerne alla mobilità urbana, già da svariati anni il Comune si è impegnato nella diffusione del progetto [To]Bike che vanta circa 14000 abbonati e 116 postazioni presenti in città. Dal 2013 è diventato il principale servizio di bike sharing italiano coinvolgendo anche i comuni limitrofi a sostegno della multimodalità.

Con il Piano SMILE il capoluogo si è impegnato nel potenziamento infrastrutturale di supporto alla mobilità ciclabile per renderlo facilmente fruibile da cittadini e turisti, sia in termini di infrastrutture fisiche (es. rete di itinerari ciclabili, soste ciclabili e rastrelliere, segnaletica verticale e orizzontale, etc.) che informatiche (integrazione con applicazioni di infomobilità, sistemi ICT di supporto per il bike sharing, sistemi per la sicurezza dei ciclisti).

Ed ancora, sempre all'interno dello stesso, l'iniziativa Progetti e incentivi per condividere l'auto: sono tutte azioni che prevedono il miglioramento o lo sviluppo di sistemi a supporto del vehicle pooling e sharing e l'estensione dei servizi a disposizione dei mobility manager aziendali per gli spostamenti casa-lavoro. Sono previste importanti opere di abilitazione di attività di mobility management aziendali attraverso piattaforme in cui condividere proposte o soluzioni in tema di mobilità sostenibile, piattaforme per acquisto online di abbonamenti scontati (anche di trasporto pubblico) consegnati direttamente in azienda, piattaforme per la diffusione del car-pooling.

Con i due progetti Urbe-log e Food Hub, finanziati entrambi dal MIUR, si mira alla creazione di una piattaforma informatica per gestire in maniera intelligente e con maggiore efficienza la logistica, soprattutto quella legata all'ultimo miglio.

Per quanto riguarda la realizzazione di sistemi capaci di gestire informazioni relative alla mobilità, da citare il progetto europeo Opticities (Optimizing citizens mobility and freight management in urban environments) per

l'integrazione di dati sulla viabilità con quelli del trasporto pubblico o dei servizi di bike sharing e car pooling. "*Tale sperimentazione viene realizzata attraverso l'utilizzo sul campo, da parte di un selezionato gruppo di persone, di un apposito navigatore multimodale installato su smartphone. Il valore aggiunto del progetto consiste nel mettere a sistema diverse fonti di dati, di garantirne qualità e aggiornamento e, ove possibile, aprire i dati a terzi in forma di open web services*"[39].

Infine a chiudere questo asse il progetto SIMONE, nell'ambito del programma ELISA del P.O.R.E. (Progetto Opportunità delle Regioni in Europa), il quale punta alla realizzazione di un sistema di infomobilità che permetta di poter pianificare gli spostamenti degli utenti e di poter scegliere tra l'intero set di servizi di trasporto offerti dal comune.

Smart Governance

Insieme all'asse Smart Environment quello della Governance costituisce il secondo ambito maggiormente interessato dalle politiche smart che coinvolgono la Città di Torino con il 24% delle iniziative.

Possono essere individuate tre macro categorie all'interno del seguente ambito relative alle diverse tipologie di intervento.

Al primo gruppo appartengono tutte quelle iniziative che puntano alla digitalizzazione dei servizi della PA o alla realizzazione di piattaforme collaborative cittadini-imprese. Si parla di azioni che consentono la realizzazione di banche dati open nei diversi settori amministrativi e molte delle quali sono previste all'interno del Piano SMILE sotto l'ambito "Inclusion".

Interessante è il progetto DOQUI il quale prende il via dal contributo condiviso di Regione Piemonte, Comune di Torino e Provincia per la realizzazione di un'infrastruttura digitale abilitata al supporto ai procedimenti amministrati.

Torino Facile invece da la possibilità di richiedere o prenotare una serie di servizi come testamento biologico, anagrafe, edilizia privata, biblioteche, tributi e imposte, etc..

[39] www.comune.torino.it/relint/progetti/programmi/opticities.shtml

Per ultimo va citato MappaTo che permette agli utenti, tramite un servizio Web 2.0, di creare mappe tematiche georeferenziate e condivisibili attraverso Google.

Il secondo gruppo di azioni include tutte quelle piattaforme utilizzate dalla Pubblica Amministrazione a supporto delle decisioni di quest'ultima.

Nonostante siano numerose le città italiane in cui si stanno da anni sperimentando tali pratiche, Torino rappresenta un importante punto di riferimento a livello nazionale, grazie anche al grado di avanzamento raggiunto da molte sperimentazioni.

L'azione n°41 del Piano SMILE, ad esempio, prevede con "Misuriamo i risultati di Smart City", la realizzazione di un cruscotto informativo atto alla valutazione e alla comparazione di Sistemi Locali Territoriali diversi, con riferimento alle capacità di generare e sostenere sviluppi sociali ed economici, nonché di valutare l'operato della PA. La misurazione periodica delle performance della città concorre alla definizione di strategie di cambiamento e alla promozione di uno scambio di buone pratiche tra diverse realtà, nazionali e internazionali.

Poi, come già affrontato nella scheda del Comune di Milano, vi è un progetto nato in collaborazione tra i due capoluoghi, il Decision Thetre. L'obiettivo di sviluppare e mettere a disposizione della PA un sistema avanzato di supporto alle decisioni si riflette inevitabilmente sul miglioramento della comprensione delle informazioni complesse che solitamente accompagnano tali settori, fondamentale in un contesto federativo di enti pubblici, aziende di servizi, cittadini ed associazioni. I decision maker avranno quindi la possibilità di integrare più modelli per arrivare a decisioni informate oltre che per la risoluzione integrata di problemi sociali a scala sia urbana che metropolitana. Sarà in più possibile fare stime rispetto agli scenari futuri e alle azioni da intraprendere valutandone i potenziali impatti sulla comunità sia a medio che a lungo termine[40].

Il terzo gruppo di azioni include una serie di azioni, molto condivise negli ultimi anni anche a livello internazionale, che riguardano la gestione degli appalti di

[40] www.smartcityitalia.net/projects/decision-theatre

innovazione[41].

Da segnalare sicuramente PROBIS, progetto che sfiora ogni fase facente parte dell'iter degli appalti in tema di innovazione: "*dall'identificazione dei requisiti e dei bisogni al dialogo con il mercato, alle specifiche delle performances funzionali, ai criteri di premialità, fino agli aspetti prettamente legali e normativi che un appalto di innovazione deve possedere nonché all'elaborazione della relativa documentazione e contrattualistica*"[42].

La seconda è invece SCI-Network che ha come obiettivo la realizzazione di un network di confronto e collaborazione tra le pubbliche autorità sui temi relativi agli appalti all'innovazione nel settore edilizia.

Per chiudere le iniziative relative all'asse Smart Governance è opportuno citare "La città acquista innovazione", azione n°45 del Piano SMILE che "*prevede il sostegno all'adozione di pratiche di Public Procurement of Innovation in ambiti ad elevato potenziale di innovazione connessi alla Strategia Torino Smart City. Nello specifico, azioni di capacity building rivolte al personale interno, fra cui: formazione specialistica; implementazione/aggiornamento della intracom della Città sul PPI; supporto nella realizzazione di attività di analisi della domanda e di confronto con il mercato in fase pre-gara; predisposizione di procedure e modelli standard; partecipazione a gruppi di lavoro nazionali ed europei; sperimentazione delle procedure, anche tramite la partecipazione a progetti europei*".

Smart Living

Con il 17% lo Smart Living rappresenta l'ambito con il quale possono essere indicate due macro categorie di intervento.

La prima riguarda tutti quei progetti in grado di migliorare il livello di salute dei cittadini, in particolare quelli con problemi economici e motori e che quindi hanno difficoltà ad accedere alle cure. Come OPLON il cui obiettivo riguarda

[41] Sono tali quelli in cui il soggetto pubblico intraprende l'acquisto, o richiede un prodotto – inteso come bene o servizio - che non esiste ancora, ma che probabilmente potrebbe essere sviluppato in un ragionevole periodo di tempo, attraverso la R&S e/o l'innovazione. (Wilkinson *et al.*, 2005)

[42] www.comune.torino.it/relint/progetti/programmi/probios.html

l'identificazione di piani di azione e interventi preventivi in materia di declino funzionale per le categorie a rischio, come ad esempio i cittadini anziani; attraverso strumenti di rete di diagnosi precoce e di care & cure viene fornito supporto sociale quando si riscontrano ad esempio limitazioni nello svolgimento delle attività quotidiane.

L'apporto del piano SMILE rispetto a questo asse è delineato dall'azione n°25 che inserisce la salute nella prospettiva più ampia dello stile di vita: "*La salute è uno stile di vita" è "rivolta a facilitare in modo equo la promozione di stili di vita prioritari per l'impatto sulla salute e sul benessere, quali esercizio fisico e sana alimentazione, prevenzione dipendenze, appropriatezza di uso del farmaco per soggetti sani, comportamenti adattivi in grado di ridurre gli effetti negativi sulla salute dell'inquinamento atmosferico e dei mutamenti climatici, nonché interventi di educazione terapeutica e auto-aiuto per soggetti con patologie croniche, in sinergia con tutte le altre azioni di Smart City*".

O ancora, la n°28 che ridisegna il servizio ristorazione scolastica comunale con un modello a zero emissioni di CO_2.

Il progetto MyDoctor@home è un servizio dedicato a circa 5000 pazienti e che permette telematicamente di inviare una serie di parametri fisiologici, grazie all'utilizzo di dispositivi medici dati in comodato d'uso, ad un server consultabile da una piattaforma ospedaliera[43].

Al secondo set di iniziative appartengono quelle relative alla promozione territoriale specificatamente legato al settore turistico come l'accesso ai servizi, la loro promozione o diversificazione, nonché l'incentivazione della cultura all'accoglienza.

SMARTTOUR è *"una piattaforma integrata di servizi innovativi per la gestione dinamica, interattiva, sicura ed inclusiva dell'esperienza turistica nelle città d'arte e cultura*". Grazie ad essa viene creato un percorso interattivo in grado di accompagnare il nuovo turista digitale alla scoperta della città, facendogli percepire la città come meno sconosciuta e di conseguenza anche più sicura. La piattaforma di utilizzo contribuisce inoltre a formare un network sociale di

[43] www.osservatoriosmartcity.it/torino

condivisione delle esperienze vissute, integrano e potenziando le nuove tecnologie quali il cloud computing, la wireless distribution, il portable smart device, gli innovative sensors[44].

Infine va segnalata, a conclusione di tali analisi, nell'ambito dell'educazione #hackUniTo, un'interessante iniziativa che nasce in ambiente accademico e che riguarda il tema dell'innovazione con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita accademica nonché del territorio che la ospita.

[44] www.s3lab.polito.it/progetti/progetti_in_corso/smartour

3 CAPITOLO

3.1 Introduzione

Negli ultimi decenni l'estensione delle aree metropolitane è notevolmente aumentata. Secondo le Nazioni Unite, la popolazione mondiale stimata al 2050 raggiungerà quota 9,3 miliardi e di questi circa 6,3 miliardi abiterà in aree urbanizzate.

La nascita di megalopoli come risultato di una rapida crescita urbana ha portato con sé una nuova serie di sfide che i tecnici di settore dovranno affrontare e che costituiscono la base per le politiche di sviluppo economico per tenere il passo con la concorrenza internazionale. Esse includono, da un lato, le questioni ambientali come l'inquinamento atmosferico, le isole di calore, il deterioramento delle infrastrutture o la ricerca di fonti energetiche sostenibili ad esempio. Dall'altro, impone ai Governi la ricerca di determinare nuove modalità per realizzare spazi futuri per i cittadini.

In questo scenario le tecnologie dell'informazione e della comunicazione cambiano il modo di pensare le modalità di sviluppo e le relative politiche, avvicinandosi sempre più al concetto di Smart City. Come già largamente discusso, queste città basano le loro strategie sull'utilizzo delle ICT nei diversi settori, quali l'economia, l'ambiente, la mobilità o la governance, con l'obiettivo di ridurre gli impatti e allo stesso tempo rendere più efficienti le infrastrutture ed i servizi per il cittadino.

Nonostante il paradigma stia velocemente attirando l'attenzione di tecnici e politici, esso non ha ancora una precisa conformazione e dalle precedenti analisi possiamo dedurre come esistano differenti declinazioni di questo concetto in base all'approccio che si decide di seguire.

Alcuni studiosi hanno infatti accostato questo concetto a quello di sostenibilità grazie al supporto delle ICT, altri invece vedono la città intelligente in maniera differente. Ad esempio, Albino *et al.* definiscono tale modello sulla base di

quello di Giffinger individuando i sei assi di sviluppo (Albino *et al.*, 2015), altri hanno immaginato una città fatta da una combinazione di reti di sensori o ancora come modello per il miglioramento della qualità degli aspetti sociali.

Detto ciò, di sicuro è possibile affermare come in un contesto di crescita urbana, siano sicuramente tre i pilastri sui quali basare lo sviluppo: la crescita economica, le strategie per affrontare le questioni ambientali ed infine l'equità sociale.

In una città intelligente, sicuramente meno "analogica" e più digitale, avremo a disposizione un'inimmaginabile quantità di informazioni in tempo reale che saranno misurate e trasmesse da oggetti in movimento grazie all'*Internet of things* (IoT) e gestite tramite tecnologie come il *cloud computing* che, in maniera molto simile ad un cervello umano, permettono di eseguire complicati calcoli, analizzare dati ed effettuare il *pattern recognition*[45].

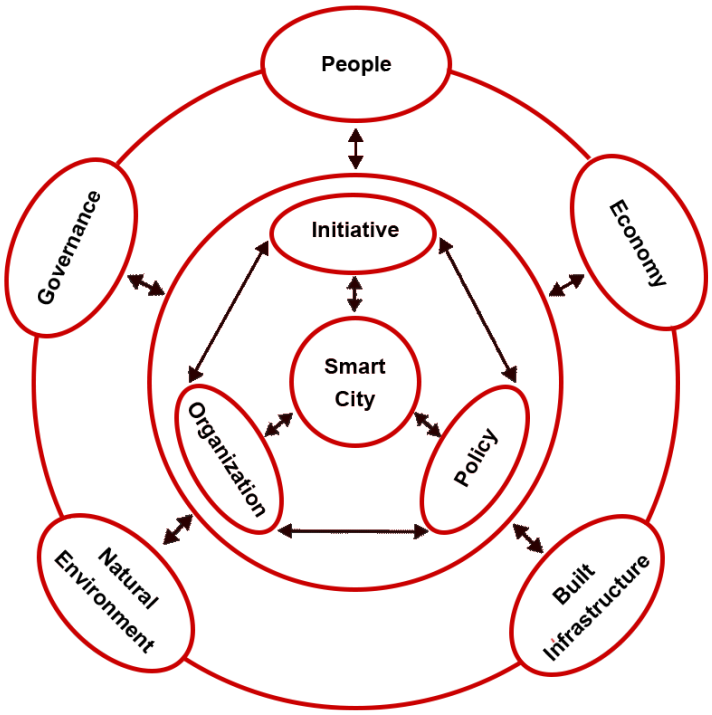

Figura 8 - Componenti smart secondo la Victoria University, Melbourne

[45] Il riconoscimento di pattern è una sottoarea dell'apprendimento automatico. Esso consiste nell'analisi e identificazione di pattern all'interno di dati grezzi al fine di identificarne la classificazione. La maggior parte della ricerca nel campo riguarda metodi di apprendimento supervisionato e non supervisionato (https://it.wikipedia.org/wiki/Riconoscimento_di_pattern).

Il disegno e la rappresentazione di una città sono in gran parte influenzati dal progresso e dallo sviluppo della tecnologia digitale e la visualizzazione delle informazioni legate al territorio rappresenta in un modello smart, la parte più significativa del processo di progettazione.

La presenza di una sempre più vasta gamma di strumenti digitali e tecniche di visualizzazione, archiviazione e recupero dei dati e il rapporto tra utenti finali (es. cittadini) e decisori (es. governi, responsabili politici o tecnici) sarà semplificato grazie ad un processo di progettazione innovativo e sofisticate strategie di comunicazione.

È in questo scenario che, tra le sfide per il raggiungimento della *smartness*, si collocano le tecnologie legate al mondo della realtà estesa per la visualizzazione dei dati.

3.2 Dalla letteratura al XR

3.2.1 Città intelligenti, sostenibili e realtà virtuali

Smart Mobility, Smart Environment, Smart Living, Smart People, Smart Economy e Smart Governance definiscono i sei pilastri principali sui quali si articola il più generico dei modelli di Smart City. Tuttavia esso può anche essere definito come una tecnica di sviluppo urbano che riconosce la centralità del crescente ruolo dell'infrastrutture ICT a supporto del modello *Triple Bottom Line*[46] rispetto al concetto di ambiente urbano. La sostenibilità, d'altra parte, si occupa delle complesse interazioni tra sottosistemi ambientali, sociali, economici e fisici di un ambiente urbano.

[46] Nel 1994 John Elkington conia il termine "Triple Bottom Line" (TBL) intendendo con esso una struttura che considera tre sezioni, le cosiddette tre P: "Persone, pianeta, profitto" (società, ambiente, economia) ovvero i tre pilastri della sostenibilità. Tramite questa suddivisione vengono prese in considerazione le *"bottom lines"* (i profitti o le perdite) anche della sfera sociale e della sfera ambientale.

La progettazione di una città intelligente è composta da una successione formale di fasi formali in un processo ciclico in cui competenze e professionisti si uniscono per la ricerca di soluzioni innovative. Ogni fase deve essere necessariamente comunicata ai numerosi decisori: analogamente l'intero processo dovrà essere comunicato prima e durante le fasi di progettazione dato che la comunicazione è uno strumento fondamentale all'interno di un team di professionisti con differenti background. Quindi uno dei fattori più importanti nella progettazione di una Smart City è la chiara comunicazione tra clienti, progettisti, decisori politici e la comunità civile. Che si parli di arredo urbano o di redigere piani di Governo del Territorio, fondamentale è il carattere visivo, pertanto il miglior metodo per poter comunicare le diverse soluzioni progettuali è anch'esso puramente visivo. Chiaramente quanto appena detto comporta il coinvolgimento di aspetti funzionali, economici, sociali, estetici e di design.

La diffusione di dispositivi che sfruttano la realtà estesa e delle ICT può sicuramente assistere gli urbanisti a superare in maniera efficace queste complessità attraverso la possibilità di visualizzare dati anche di grandi dimensioni. La visualizzazione di quest'ultimi attraverso le diverse realtà virtuali permetterebbe di osservare da una nuova prospettiva problematiche che ad oggi vengono affrontate con i soli strumenti tradizionali.

Inoltre, queste tecnologie potrebbero supportare il raggiungimento della *smartness* aiutando i pianificatori nell'individuazione delle potenzialità delle nostre città, nonché diventare un fondamentale strumento all'interno del sistema di gestione urbana. Pertanto, i principali e più recenti progetti di ricerca sull'utilizzo di questa tecnologia, riguardano iniziative che mirano all'efficientamento funzionale e al miglioramento della sostenibilità negli ambienti urbani. Diventa così possibile poter riprodurre dei sofisticati ma reali ambienti in grado non solo di riprodurre informazioni statiche ma anche dinamiche, nonché di poter interagire con queste ultime o con gli "oggetti" di cui questi modelli sono composti.

Le tecnologie per la realtà virtuale rappresentano un passo in avanti rispetto alle tradizionali rappresentazioni tridimensionali. Esse consentono infatti di

poter vivere un'esperienza di tipo immersiva all'interno di ambienti simulati ma che tuttavia rappresentano o rappresenteranno il mondo reale. È tra la fine degli anni 80 e l'inizio degli anni 90 che la VR trova le prime sperimentazioni non solo nel settore dell'animazione professionale o di chi lavora nel mondo del 3D ma soprattutto in settori come l'architettura e la progettazione, aprendo fin da subito uno spiraglio rispetto a quello che poteva essere un suo potenziale uso all'interno della pianificazione pubblica partecipata.

Il primo passo per la realizzazione di una applicazione in realtà virtuale, aumentata o mista, è la realizzazione di un ambiente 3D in cui l'utente sia capace di navigare facilmente. Una sua fondamentale caratteristica è la possibilità di riprodurre ambienti virtuali con un livello di dettaglio molto alto. Ad esempio una delle prime sperimentazioni fu condotta dal gruppo Division in Giappone. Il modello da essi realizzato dava la possibilità all'utente di esplorare e navigare all'interno di ogni stanza di un edificio, utilizzando un auricolare ed un mouse tridimensionale e il tutto attraverso un normalissimo pc. Tramite la combinazione di questi *device* era possibile visualizzare la posizione della propria mano sullo schermo e quindi poter interagire con porte o cassetti, accendere o spegnere le luci, far scorrere l'acqua in bagno o cambiare il design degli interni. Anche se si sta parlando di una sperimentazione ormai datata e criticata dagli architetti per l'insoddisfacente livello di dettaglio, la sua efficacia fece presagire il valore innovativo di queste tecnologie, nonché la potenziale efficacia in progettazioni di tipo partecipativo, in quanto l'utente era in grado di vedere e valutare scenari non ancora realizzati.

Nonostante oggi gli strumenti a disposizione siano incredibilmente più potenti, è sicuramente ineccepibile il fatto che questo tipo di pianificazione partecipata sia tutt'oggi in fase sperimentale ed ancora immatura.

Detto ciò, questo tipo di applicazioni potrebbero rivoluzionare il modo di comunicare, permettendo di parlare una lingua comune, tra persone con un diverso background. Per esempio, la visualizzazione di un intero quartiere in realtà virtuale permetterebbe non solo ai progettisti ma anche al cittadino di poter sperimentare diversi scenari proposti e non ancora realizzati.

Attualmente il numero di applicazioni in XR per dispositivi indossabili o più semplicemente per dispositivi mobile (smartphone o tablet) relativi al settore della progettazione o per simulare un modello di città intelligente, è ancora relativamente basso. Tuttavia questo scenario sta velocemente cambiando a causa della crescita di interesse e della parallela diffusione di tecnologie come BIM (Building Information Modeling) e GIS (Geographic Information System) grazie ai quali è possibile utilizzare i dati per la realizzazione di ambienti tridimensionali. Ad esempio, una di esse è Navisworks, un'applicazione prodotta da Autodesk e comunemente utilizzata nel settore delle costruzioni per navigare e annotare informazioni su modelli 3D, nonché offre il supporto alla visualizzazione stereoscopica[47] in tempo reale di rendering o di immagini a 360 gradi.

Revizto è invece una applicazione che supporta una vasta gamma di applicazioni BIM e CAD e permette di trasformarne i contenuti per ambienti virtuali interattivi, nonché offre il supporto a dispositivi come Oculus Rift e HTC Vive.

Revitzo offre un'ottima soluzione per la visualizzazione dei modelli ma il livello di interazione con edifici o parti di città risulta limitato, una delle future sfide sarà infatti implementare quest'ultima funzione tramite l'utilizzo di controller con sistema di tracking.

Oggi insieme a questi software per la realizzazione di modelli tridimensionali che sfruttano appieno il potente hardware dei moderni dispositivi, viene affiancato solitamente l'uso di un motore grafico come Unity o Unreal. Ciò consente di implementare in maniera avanzata le funzioni di interazione come l'utilizzo delle mani o del tracciamento basato sui gesti. Nonostante questo approccio richieda un maggior tempo di lavoro e maggiore esperienza in ambito di programmazione, dà agli sviluppatori la libertà di realizzare modelli più complessi e più interattivi.

[47] La stereoscopia è una tecnica di realizzazione e visione di immagini, disegni, fotografie e filmati, atta a trasmettere una illusione di tridimensionalità, analoga a quella generata dalla visione binoculare del sistema visivo umano.

Nonostante la XR, applicata agli ambiti professionali, sia ancora in una fase di incubazione, utilizzare questi software rappresenta un buon punto di partenza per sperimentare le interazioni richieste da applicazioni per Smart City. La continua implementazione di queste ultime infatti, sarà fondamentale per progettare in maniera intelligente e soprattutto per poter realizzare ambienti estremamente interattivi.

3.2.2 Sviluppo delle tecnologie virtuali

L'approccio immersivo si riferisce ad un processo di trasformazione dei dati in rappresentazioni visive, che sono destinate a sviluppare processi cognitivi efficaci ed efficiente al fine di semplificare la lettura di tali dati.

Le tecnologie virtuali non sono assolutamente un concetto nuovo ma l'evoluzione di altre tecnologie ben più datate. Le radici reali della prima forma di XR, risale al 1962 con la sfortunata "Sensorama"[48] di Morton Heiligs e lo sviluppo di teleoperazioni visualizzate usando *head-mounted device* (dispositivi montati su testa) a circuito chiuso.

L'uso di queste tecnologie nella modellazione, nella comunicazione o semplicemente nella visualizzazione di oggetti/informazioni, ha ricevuto una notevole crescita di interesse negli ultimi anni. Uno dei motivi principali è senza dubbio la numerosa serie di vantaggi che esse possono offrire agli utenti (ad esempio la visualizzazione scientifica, quella in ambienti pericolosi o semplicemente da remoto) ed in particolare nella visualizzazione, nella pianificazione e nella progettazione, di idee in un ambiente costruito prima ancora dell'effettiva realizzazione.

La XR include tecnologie capaci di simulare sia la presenza fisica di oggetti virtuali nello spazio reale, sia la presenza di un utente all'interno di un ambiente completamente virtuale. Esse agiscono sul sistema sensoriale andando a coinvolgere principalmente vista, udito e tatto, nonché fornendo

[48] Sensorama, di cui fu prodotto un solo prototipo per via dell'incapacità di trovare qualche finanziatore sufficientemente folle da a supportare Helig, dava la possibilità di fruire di cinque brevi spezzoni audio-tattile-olfattivo-visivi in grado di farne apprezzare le potenzialità.

un'interazione abbastanza intuitiva. Sono tecnologie che riemergono dalle intuizioni fatte alla fine degli anni 90, quando venne riconosciuto il loro enorme potenziale ma la mancanza di requisiti hardware e di elaborazione ne impedirono l'evoluzione in un sistema maturo, decretando così un calo d'interesse nei loro confronti.

Oggi il progresso tecnologico ha permesso di raggiungere un livello più che soddisfacente di potenza di calcolo, al punto che negli ultimi anni, sono state rapidamente prodotte diverse soluzione hardware e software in grado di sfruttare in maniera molto più efficace le differenti realtà virtuali.

Per quanto riguarda le tipologie di esperienze che un utente può simulare (vedi Capitolo 4) si possono riconoscere tendenzialmente due tipologie di approccio. La prima consiste nella realizzazione di oggetti virtuali che vengono collocati all'interno di ambienti anch'essi virtuali; la seconda invece in cui oggetti virtuali vengono collocati all'interno dell'ambiente reale. Chiaramente ciò comporta, in base all'approccio utilizzato, la scelta di un particolare device e in qualche caso specifico, anche di software differenti.

Un'altra modalità di classificazione che può esser adottata, è quella che distingue il diverso grado di mobilità che può avere un utente. In alcuni casi, quando ad esempio vengono utilizzati *head-mounted device,* esso può essere massimo, in altri casi invece, può essere molto limitato, quando ad esempio l'utente non può interagire al di fuori di un Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)[49].

[49] La "grotta" (CAVE) è un sistema di realtà virtuale con un massimo di 6 piani di visualizzazione ortogonali fissi. Le immagini 3D vengono proiettate sulle pareti e sul soffitto della stanza, in maniera tale da avvolgere l'utente nel mondo virtuale.

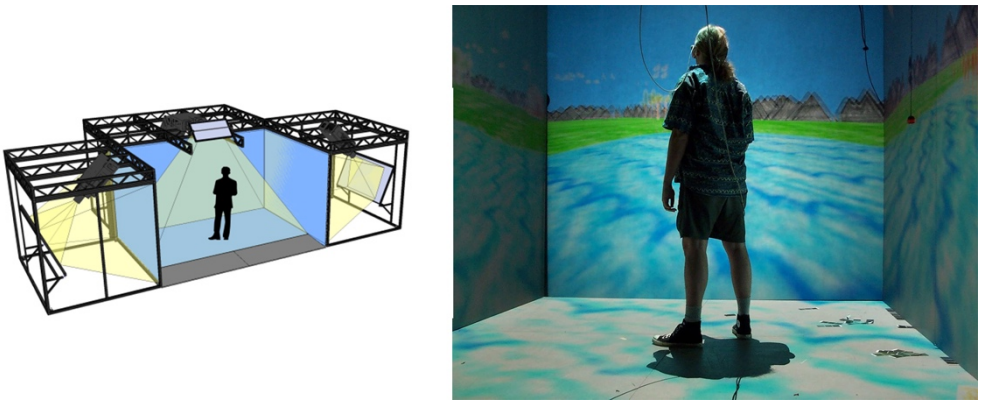

Figura 9 - Principio di funzionamento del CAVE

L'impiego di visori come Oculus Rift, HTC Vive, Microsoft Hololens o il più "popolare" Google Cardboard, forniscono una soluzione a basso costo che utilizzano un display stereoscopico montato direttamente sulla testa di un utente. Essi tramite il monitoraggio della rotazione della testa dell'utente, consentono di guardare in ogni direzione, anche rimanendo in un punto fisso, mentre i più sofisticati garantiscono la piena liberta di movimento all'interno di spazi più o meno delimitati (dipende dalla capacita di calcolo).

Una delle sfide che questi dispositivi indossabili stanno affrontando e che da alcuni è anche già stato superato, riguarda il problema legato alla perdita propriocettiva[50], cioè quando l'utente non ha la possibilità di osservare i propri movimenti quando indossa il device.

Per contro, coloro che scelgono di utilizzare un CAVE, a discapito del grado di immersività, non soffrono questo problema. Essi sono solitamente formati dalle tre alle sei pareti sulle quali vengono proiettate le immagini stereoscopiche utilizzando degli specifici proiettori. In questo caso per massimizzare l'esperienza, l'utente può essere dotato di marcatori, i quali permettono un più preciso rilevamento dei movimenti all'interno dello spazio navigabile.

[50] La propriocezione (nota anche come cinestesia) è la capacità di percepire e riconoscere la posizione del proprio corpo nello spazio e lo stato di contrazione dei propri muscoli, anche senza il supporto della vista. La propriocezione assume un'importanza fondamentale nel complesso meccanismo di controllo del movimento. (https://it.wikipedia.org/wiki/Propriocezione)

Infine negli ultimi anni si sta diffondendo la possibilità di utilizzare la XR utilizzando delle piattaforme online di tipo multi-utente, che come facilmente intuibile, consente il collegamento in contemporanea di diversi dispositivi e conseguentemente di diversi utenti sia a reti locali che internet. Ciò consente di allagare ancora una volta l'esperienza da isolata a condivisa interagendo insieme ad altre persone all'interno dello stesso ambiente virtuale. WebVR[51] è una di queste piattaforme emergenti che consentono la navigazione in ambienti tridimensionali indipendentemente dalla possibilità di utilizzare o meno un visore, quindi estendendo la visualizzazione su diverse piattaforme come smartphone o pc.

3.2.3 Dalla XR alla pianificazione

Pianificare una città significa comprendere non solo le scienze spaziali ma anche diversi aspetti come quelli sociali, economici o fisici che interessano un territorio. Tali aspetti sono dipendenti ed interagiscono tra di essi all'interno dello stesso sistema, pertanto il processo decisionale deve inevitabilmente tener conto di ognuno di essi.

Che si parli di una piazza o di un quartiere o ancora di una città, l'architetto o il pianificatore deve essere capace di leggere tali sfide, identificarne le opportunità e dando risposte che avranno sicuramente un carattere fortemente visivo sul territorio.

Le attuali sfide per questi professionisti, soprattutto quando si parla di progettare una Smart City, è la visualizzazione delle informazioni frutto di costanti e numerosi processi che interessano ogni sua componente: il traffico veicolare, quello umano, i livelli di inquinamento o le risorse idriche ed energetiche. Esse rappresentano solo una parte dell'enorme quantità di dati che una città produce e che se correttamente utilizzati, consentono di determinare cosa sta accadendo in una città e come essa diventerà.

[51] Per ulteriori informazioni: https://webvr.info

Accanto a tali questioni, ci sono quelle relative alla comunicazione tra i diversi livelli interessati che portano spesso a incertezze in fase decisionale o mancanza di coerenza tra le parti interessate. Pertanto, discussioni, riunioni formali, presentazione di informazioni ed accessibilità ai dati possono far emergere la complessità delle interazioni tra le molteplici variabili negli ambienti urbani e allo stesso tempo il loro ruolo fondamentale in ogni fase decisionale.

Fornire un strumento di visualizzazione efficace per la valutazione e la prevenzione delle conseguenze relativi ai diversi interventi che possono essere attuati in ambito urbano, può diventare la chiave per il raggiungimento di una progettazione più sostenibile e resistente nel tempo.

Al momento la ricerca rispetto a questi temi si è concentrata maggiormente sulle diverse tecniche di visualizzazione di aspetti ancora troppo legati alle tradizionali modalità di rappresentazione 2D, mentre l'uso di strumenti come la XR è solo da pochissimi anni che si sta focalizzando su aspetti o rappresentazioni tridimensionali per la dimostrazione di impatti o scenari *what-if.*

La visualizzazione in pianificazione o nello urban design comporta una serie di vantaggi come aiutare a comprendere le conseguenze progettuali da più punti di vista, interpretare i diversi livelli informativi o offrire una piattaforma efficace per comunicare con gli altri.

L'approccio tradizionale è quello di mostrare le informazioni dei dati in un quadro bidimensionale. Gli strati che compongono un modello 2D sono complessi e molto spesso la manipolazione e la consultazione delle informazioni risulta un'operazione difficile possibile solo per pochi professionisti. È quindi per semplificare la complessa lettura di queste rappresentazioni "piatte" che sta crescendo l'attenzione per la XR e gli aspetti legati alla modellazione 3D.

I pianificatori possono valutare gli impatti di nuovi sviluppi in relazione ai modelli di trasporto, le conseguenze ambientali e l'accesso alle principali strutture, alle infrastrutture o altri servizi. Essi possono inoltre valutare le risposte sociali, culturali e comportamentali per l'ambiente costruito. La XR

crea ambienti che possono essere inseriti ed agire direttamente con la realtà facilitando notevolmente la visualizzazione, la valutazione ed infine la comunicazione.

Un'applicazione di successo in XR può essere valutata in due modalità differenti: in base alla capacita del modello tridimensionale di convincere i clienti (cittadini, autorità, stakeholder) rispetto alle linee guida o alle politiche pianificatorie di un progetto o rispetto alla capacità di fornire un dettagliato e realistico modello da scegliere come realizzabile, dopo aver magari potuto osservare e valutare le diverse alternative progettuali.

Tuttavia qualsiasi sia la modalità scelta, esse contribuiscono a rafforzare il concetto di progettazione partecipata in cui tutte le parti interessate vengono coinvolte attivamente all'interno dei processi di progettazione e pianificazione delle politiche urbane, svolgendo un ruolo significativo nella scelta delle azioni, delle strategie e della vision.

La partecipazione dei diversi attori all'interno dei processi decisionali diventa fondamentale nella progettazione di una città che vuole essere più intelligente e resistente, in quanto rappresenta la possibilità di raggiungere un buon equilibrio tra i diversi livelli di potere, interessi e risorse. Inoltre un approccio del genere consentirà di realizzare una piattaforma che porterà interazione e comunicazione su una base più equa, consentendo a tutti i partecipanti di prendere parte ai risultati finali di pianificazione e abilitando le persone nella risoluzione di problemi e nella scelta delle priorità.

La pianificazione partecipata consente alle comunità di impegnarsi nei diversi aspetti e scale dei processi ridisegno della città e cambiando una gerarchia generalmente di tipo top-down in un'esperienza comune ed elaborata che, a sua volta, porterà ad un risultato creativo e consapevole.

Le XR costituiscono una disciplina emergente nel settore della tecnologia dell'informazione e saranno sicuramente in grado di contribuire in maniera significativa alla creazione di un sistema per tali interazioni, sostenendo l'apprendimento reciproco e la trasparenza nelle politiche di pianificazione, nonché la creazione di forti partenariati tra le parti e le varie differenti discipline.

Come mostra la figura 9, la progettazione partecipata porta in primo piano un approccio politico innovativo per la pianificazione, all'interno del quale il processo di formazione delle decisioni e delle politiche (*decision-making* e *policy-making*) si verificano su temi condivisi attraverso l'interazione attiva tra urbanisti, cittadini, stakeholder, scienziati e politici. Pertanto, invece di concentrarsi sulla sola soluzione dei problemi, la progettazione partecipata dovrebbe aiutare a costruire un sistema che sostenga l'apprendimento reciproco, la creazione di partenariati e la responsabilizzazione dei soggetti interessati.

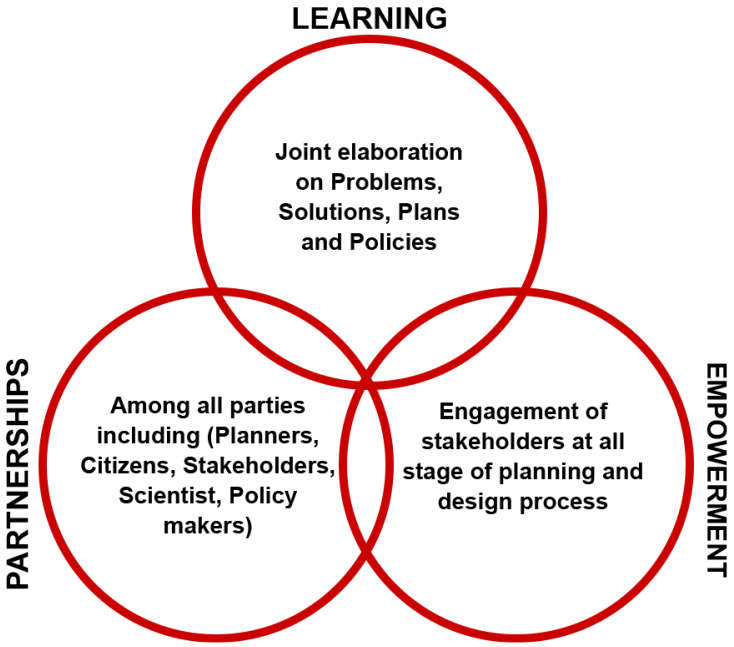

Figura 10 - Dimensioni chiave della progettazione partecipata

Essa costituisce inoltre un processo di analisi collettiva, apprendimento e azione politica, evidenziato più dal processo decisionale che dal disegno progettuale in sé.

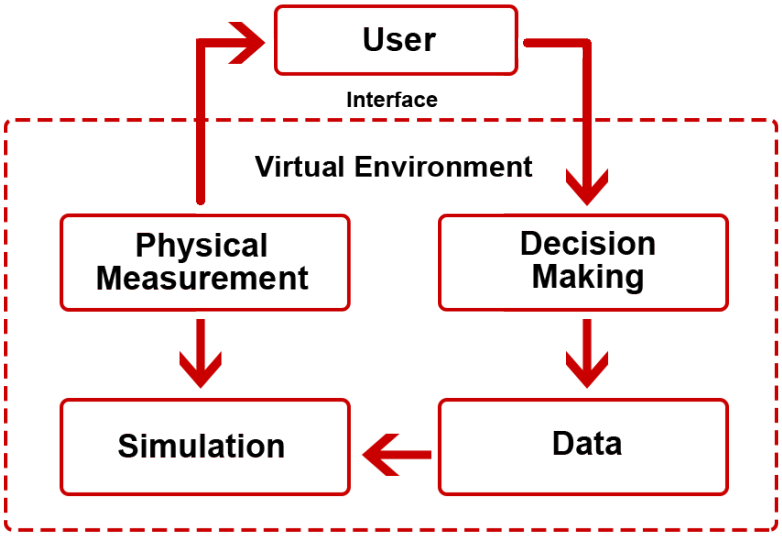

Figura 11 - La XR nella pianificazione

La visualizzazione dei dati tramite le tecnologie di XR fornisce adeguate informazioni sulle diverse opinioni, intuizioni, visioni, desideri oltre alla conoscenza empirica per la comunità, i progettisti e tutti i soggetti interessati che successivamente definiscono il tipo di pianificazione che meglio si adatta alle necessità specifiche di una certa comunità.

3.2.4 XR e simulazione in tempo reale

Il rapido progresso delle tecnologie analizzate fin qui sta cambiando il modo in cui si svolge la ricerca e ha fornito soluzioni alternative ai tradizionali metodi formativi. La progettazione e la simulazione di ambienti urbani che gli attuali *device* consentono di visualizzare, possono beneficiare dei più avanzati livelli di immersione ed interazione naturale. Ad esempio, grazie al supporto dei moderni motori grafici, come i già citati Unity ed Unreal, caratterizzati da un alto livello di realismo e dal supporto di rendering basati sulla fisica degli oggetti (PBR[52]) rappresentati e simulando in tempo reale gli effetti della luce su questi ultimi.

[52] I rendering basati sulla fisica permettono la produzione di immagini utilizzando luce e conseguenti ombreggiature basate sulla fisica e derivate da parametri empirici che vengono settati in fase di scelta rispetto ai materiali che verranno utilizzati.

La diffusione del concetto di "*serious game*"[53] o del fenomeno della "*gamification*", ha portato alla realizzazione di un numero sempre maggiore di applicazioni dedicate a dispositivi pensati per l'intrattenimento o per il gioco e che oggi trovano applicazione nei più disparati ambiti professionali o della ricerca.

I metodi convenzionali per la modellazione e la visualizzazione dei dati possono creare confusione a chi non ha le giuste competenze, nella comprensione dei concetti di progettazione o nella lettura dei dati statistici (tabelle, grafici, diagrammi) che una mappa o un progetto possono contenere. Altra criticità è la difficoltà legata alla visualizzazione in tempo reale di informazioni, caratteristica di cui una Smart City non dovrebbe fare a meno per poter garantire un'efficace comunicazione o per consentire l'analisi e la sintesi di diversi strati informativi su intervalli temporali specifici.

Un'area urbana può essere modellata o scansionata con le moderne tecniche di rilevamento (fotogrammetria, LiDAR, ..) e su di essa è possibile attivare la visualizzazione di strati informativi diversi come i servizi, il traffico, l'inquinamento o il confort termico. Questa operazione può essere eseguita con il supporto di *controller* o *gesture* durante la navigazione nelle aree analizzate. Progettisti e pianificatori possono modificare i parametri di progettazione (ad esempio la posizione o la dimensione dell'infrastruttura verde), fornendo una simulazione in tempo reale ed illustrando gli impatti ambientali, sociali o economici di ogni scenario.

Nella modellazione il termine "rendering" si riferisce ai calcoli che un computer deve effettuare durante le fasi di realizzazione del modello finale, basate sull'utilizzo di alcuni parametri fisici quali luce, ombre o riflessione. Uno *shader*[54] fornisce informazioni su come una scena modellata sarà resa e viene

---

[53] I serious game (lett. "giochi seri") sono giochi digitali che non hanno esclusivamente o principalmente uno scopo di intrattenimento, ma contengono elementi educativi. Generalmente i serious game sono strumenti formativi e idealmente gli aspetti seri e ludici sono in equilibrio. (https://it.wikipedia.org/wiki/Serious_game)

[54] Il termine shader (dall'inglese to shade = ombreggiare, sfumare) indica un insieme di algoritmi usati soprattutto in grafica computerizzata 3D che conferiscono al materiale virtuale a cui sono abbinati delle caratteristiche o proprietà che ne descrivono o ne influenzano il modo

spesso utilizzato per aggiungere quindi diversi effetti speciali ad un oggetto. In pianificazione l'uso di *shaders* per la visualizzazione infrarossa, termica o notturna in tempo reale, rappresentano semplicissime interazioni che possono fornire importanti spunti di riflessione al progettista. In questo modo gli utenti possono, visivamente, passando rapidamente da una visualizzazione ad un'altra, osservare importanti informazioni fisiche come calore o luce.

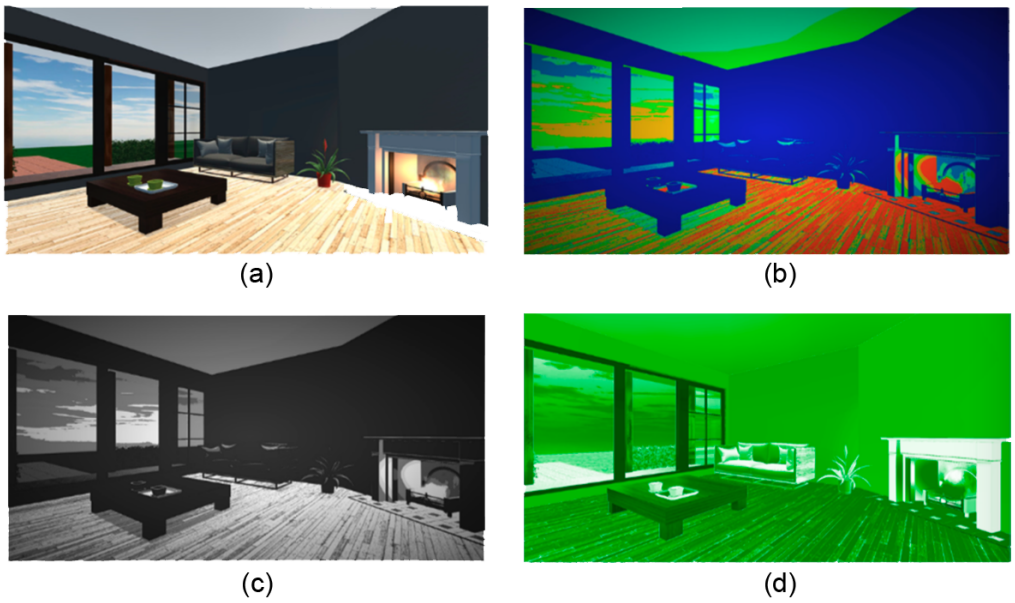

Figura 12 - Differenti tipologie di shaders: normale (a), termica (b), infrarossi (c), visione notturna (d)

Il futuro della pianificazione dello sviluppo urbano sarà un processo caratterizzato dal duplice aspetto "dibattere-decidere" e non "prevedere-fornire". Pertanto per il raggiungimento della *smartness*, tutte le decisioni che verranno intraprese dovranno integrare considerazioni sugli aspetti sociali, economici, ambientali e culturali. Essi sono tutti aspetti in cui l'extended reality rappresenta un utilissimo strumento di supporto e può trovare diverse applicazione, come si vedrà nei paragrafi successivi.

---

di reagire alla luce e di rendere il passaggio da un punto completamente illuminato a uno in ombra. (Francesco Siddi, Grafica 3D con Blender)

3.3 La XR nella progettazione e pianificazione di una Smart City

3.3.1 La XR per la visualizzazione del comfort termico pedonale

Un esempio di modello urbano virtuale è stato realizzato per uno studio di pianificazione ambientale riguardante il futuro sviluppo della Città di Melbourne. Per questa applicazione è stato esaminato l'effetto termico a livello pedonale rispetto all'attuazione del "Piano di Melbourne" e lavorando a scala di quartiere. Nel maggio 2014 il "Piano di Melbourne" è stato lanciato dal Governo vittoriano per delineare le linee di sviluppo della città al 2050. La bozza della dichiarazione strategica comunale identifica l'area "City North", come area urbana da sottoporre a rinnovamento, in quanto viene identificata come zona che avrebbe ospitato le future espansioni urbane. Il Piano Strutturale offre una guida a comunità, pianificatori, investitori, politici e altri portatori di interesse su quella che dovrà essere la direzione appropriata e le opportunità per i futuri cambiamenti che avverranno all'interno di quest'area. Qui il piano prevede la realizzazione di una zona con funzioni miste e con un denso sviluppo urbano.

Una nuova gerarchizzazione delle strade, l'aumento delle altezze degli edifici, l'espansione delle foreste urbane, l'applicazione di tetti verdi ed il passaggio complessivo da zona a basso sviluppo a zona con sviluppo medio-alto, sono alcune delle strategie presentate dal Piano. Gli effetti di queste trasformazioni sul microclima e sul comfort termico pedonale sono stati rappresentati con un modello 3D tramite la realizzazione di un'applicazione creata ad hoc chiamata ENVI-Met.

I risultati ottenuti da questo studio contribuiscono alla comprensione di come modificando la morfologia urbana ed il paesaggio, vengano modificate le interazioni tra gli elementi che costituiscono l'ambiente costruito, i processi microclimatici e l'equilibrio uomo-energia all'interno della regione metropolitana di Melbourne. Questo tipo di sperimentazione aiuta il pianificatore a sviluppare politiche che tengano in considerazione gli aspetti

climatici a livello urbano in previsione di sviluppi futuri, evitando impatti negativi sulla salute pubblica derivanti da futuri progetti. Nella figura sottostante è possibile vedere in che modo il comfort termico pedonale migliorerà. In particolare nella seconda figura è rappresentata la distribuzione spaziale del PET prima al 2015 e poi al 2050, se le strategie del piano venissero rispettate.

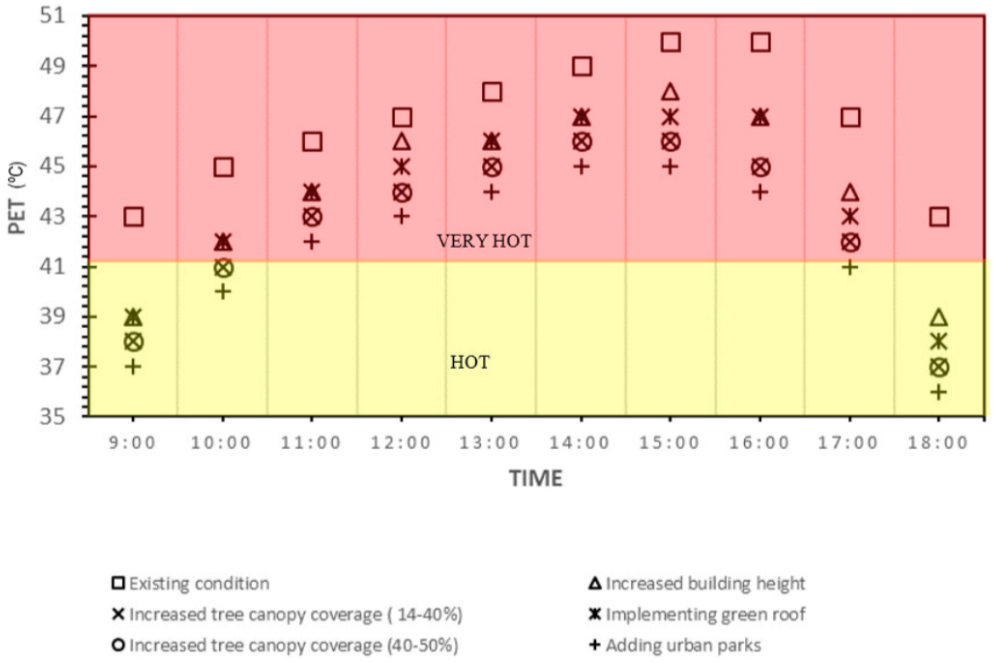

Figura 13 - Comfort termico (PET) e relativi interventi (fonte: Piano di Melbourne, 2014)

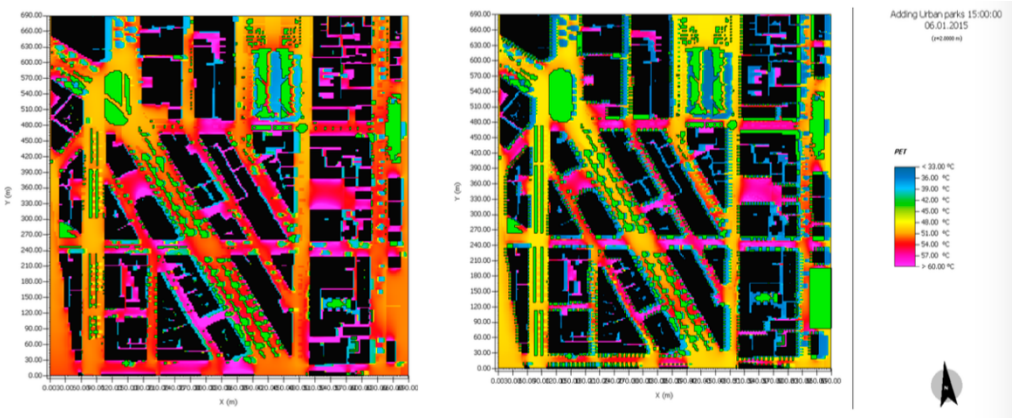

Figura 14 - Distribuzione spaziale di comfort termico all'interno della area studio (sinistra: stato di fatto; destra: scenario al 2050) (fonte: Piano di Melbourne, 2014)

I risultati finali di uno studio di questo tipo consentono di supportare quelle che sono le scelte urbane fatte da pianificatori o amministrazioni. Questo lavoro

dimostra che la creazione di un dialogo continuo tra urbanisti e ricercatori permette di affrontare i cambiamenti e adattarsi agli interventi relativi alle scelte urbane. Lo sviluppo di azioni di adattamento e mitigazione ai fini del miglioramento della qualità e della vivibilità negli spazi urbani, come in questo caso quando si parla di comfort termico, sono possibili solo con l'iterazione e la cooperazione tra gli attori interessati. In base ai risultati ottenuti, questo lavoro dimostra come sia necessaria la comunicazione di queste informazioni che possono risultare molto complesse per i non tecnici.

Il prossimo passaggio di questa ricerca, prevede infatti di trasferire tali risultati da un modello bidimensionale ad uno di tipo tridimensionale. Oltre alla più facile lettura delle informazioni, grazie all'installazione di una rete di sensori, il risultato sarà quello di comprendere a fondo l'impatto del "Piano di Melbourne" sull'ambiente e monitorare con una visualizzazione in tempo reale i valori misurati. La comunità si sentirà fortemente inclusa all'interno del processo di elaborazione delle politiche, mentre i pianificatori e le amministrazioni saranno capaci di vedere molto più chiaramente i benefici ottenuti da ogni eventuale scenario "*what-if*", che a sua volta farà compiere un passo in avanti verso la *smartness* ma anche verso concetti come la sostenibilità e la resilienza, toccando tutti gli ambiti interessati da un sistema di tipo "*Triple Bottom Line*".

3.3.2 XR e Smart Mobility

La riduzione del traffico veicolare e la gestione efficace del sistema dei trasporti rappresentano tematiche largamente affrontate nel corso di questa ricerca e parte costituente del modello smart.

Esistono diversi metodi per raccogliere dati su traffico e trasporti come le smart card utilizzate per monitorare il trasporto pubblico, i moderni navigatori di cui sono dotate le automobili, sistemi di telecamere intelligenti per il controllo del traffico e sensori per quello pedonale. Tutte queste tecnologie forniscono dati per gestire efficacemente i sistemi di trasporto in ambienti urbani, i quali

vengono solitamente ricavati da GPS, sistemi GIS, dati POI[55] e dati *Space Syntax*[56].

All'interno degli studi urbani vengono spesso impiegate queste diverse fonti di dati e metodologie d'analisi, utili per la comprensione e la gestione delle condizioni di traffico, nonché per il supporto alla navigazione. Questi studi spesso raccolgono dati dalle condizioni del traffico nelle differenti parti di città, analizzano le statistiche di comportamento del traffico ed infine individuano algoritmi e *framework* pianificatori. Altre sperimentazioni hanno contribuito ad un significativo miglioramento nel controllo del traffico concentrandosi sull'individuazione dei soli tratti stradali, la valutazione del tempo di spostamento tra origini e destinazioni per esplorare e prevedere quindi i modelli di traffico.

Altri studi sui sistemi di gestione intelligenti si sono invece concentrati su servizi specifici, come ad esempio i sistemi *GPS-oriented.* Si tratta di un sistema di navigazione di alta qualità, spesso generato attraverso una mappa digitale oltre che dai dati in tempo reale sul traffico e dall'analisi dei flussi pedonali, monitorati tramite GNSS che consente anche di ottimizzare il percorso selezionato dal guidatore.

Identificare le migliori strategie per potenziare il sistema di trasporto significa valutare in maniera efficiente l'enorme quantità di dati collezionati. In una sperimentazione effettuata a Londra sono stati rilevati i livelli di congestione dei passeggeri ed è stata proposta una soluzione tecnica per affrontare le questioni legate al traffico sotterraneo. In maniera molto simile è stato proposto un modello di ride sharing, per ridurre il carico di traffico e per

[55] Un punto di interesse (POI) corrisponde alla posizione specifica di un punto che qualcuno potrebbe trovare utile o interessante. Un esempio è un punto sulla Terra che rappresenta la posizione dello Space Needle. La maggior parte dei consumatori usa il termine quando si riferisce ad alberghi, campeggi, stazioni di rifornimento o qualsiasi altra categoria utilizzata nei moderni sistemi di navigazione (automobilistici).
(https://en.wikipedia.org/wiki/Point_of_interest)

[56] Con il nome Space Syntax (SSx) si identifica sia una teoria che una metodologia utilizzate entrambe per una descrizione quantitativa del layout spaziale e della sua relazione con le attività sociali. Inoltre è un sistema che viene a volte utilizzato per le analisi dei flussi di traffico.

permettere il preciso monitoraggio dei passeggeri tramite informazioni relative ad origini-destinazioni.

In questo settore, un esempio di applicazione delle tecnologie XR, potrebbe interessare l'utilizzo di sistemi di trasporto in tempo reale o di *smart corridors*[57]. Questa implementazione consisterebbe nel creare dei collegamenti tra tutti i quartieri, con l'effetto di poter progettare strade più sicure applicando ad esempio strategie di prevenzione del crimine, consentire l'accessibilità e la fruizione dei servizi di trasporto pubblico, oltre che poter controllare il traffico per la diminuzione delle emissioni di CO_2.

La realtà estesa può contribuire a far fronte a questi obiettivi, fornendo agli utenti dati in tempo reale sui diversi sistemi di trasporto, le condizioni del traffico o la presenza di parcheggi riducendo così i problemi legati al traffico. La XR potrebbe inoltre supportare i sistemi di *smart corridors* incrementando così l'efficienza del sistema di trasporto. Questo tipo di visualizzazione, ad esempio, utilizzerebbe i dati di traffico e i segnali stradali elettronici per avvertire di un incidente e fornire diversi percorsi alternativi. La XR crea così un ecosistema di gestione dei dati mostrando come risultato un'immagine in tempo reale sullo stato del sistema di trasporto urbano

3.3.3 Potenziale della XR nella gestione dei dati

Il concetto Data-Centric Smart City consiste nella combinazione di fonti di dati e tecniche di calcolo per l'individuazione e la valutazione di diverse funzioni urbane, nonché dare migliori informazioni rispetto a possibili scenari futuri.

Le aree urbane sono costituite naturalmente da differenti usi del suolo, aree commerciali, residenziali, produttive o amministrative ed una delle sfide nel settore della pianificazione di una Smart City sta nel definire o ridefinire queste aree in maniera ottimale massimizzandone la funzionalità.

[57] Una sezione di carreggiata con segnaletica intelligente che può avvisare gli automobilisti di incidenti imminenti, eventi meteorologici e altri ostacoli.

Tuttavia, si tratta di un'operazione sempre molto complessa in quanto il dimensionamento di queste caratteristiche deve essere efficientemente supportato dalla migliore forma urbana possibile, partendo da una base di dati dinamici.

Alcuni metodi prevedono la distinzione di aree residenziali e aree non residenziali, altri invece distinguono aree residenziali da produttive ed amministrative. Altri ancora, infine, prevedono l'identificazione di 4 principali categorie funzionali quali le aree commerciali, industriali, di servizio e residenziali, ai fini di facilitare l'identificazione e la raccolta dati per la pianificazione in ambienti smart. Tuttavia nessuna delle metodologie appena citate garantisce la piena efficacia nell'assegnazione di una funzione rispetto ad una specifica area: esse rappresentano una delle principali sfide che le Smart City stanno affrontando, con la possibilità di sfruttare strumenti all'avanguardia. Le aree urbane sono quindi rappresentate dalla divisione funzionale in aree residenziali, produttive ed altre funzioni urbane, nonché dalla rete del sistema di trasporto che ne garantisce i collegamenti. Queste caratteristiche devono trovare una sorta di equilibrio che spesso viene analizzato e stimato tramite l'utilizzo di una combinazione lineare di coefficienti pesati sulla base delle diverse categorie di usi del suolo.

È in questo settore che ancora una volta potrebbe trovare spazio l'utilizzo di tecnologie basate sull'extended reality. Esse potrebbero assistere il pianificatore nei diversi aspetti per la gestione dell'informazione spaziale e lo sviluppo urbano, ad esempio nella gestione dell'urbanizzazione, nella pianificazione dell'uso del suolo, nell'infrastrutturazione spaziale dei dati ed infine come strumento di supporto ai sistemi informativi territoriali. Queste tecnologie metterebbero in connessione tutti coloro che si occupano di Governo del Territorio e consentirebbe ai professionisti di prendere le giuste decisioni durante ogni fase di formazione di un Piano.

Un'enorme mole di informazione, proveniente da diverse fonti, potrebbe essere rappresentata tramite un modello tridimensionale interattivo, sul quale sarà possibile attivare o disattivare informazioni, interagire con gli oggetti interrogandone le caratteristiche, aggiungendoli o eliminandoli dalla

visualizzazione. Il tutto con una facilità di lettura delle informazioni che va oltre la più meccanica interpretazione dei database GIS e le attuali tecniche di rappresentazioni bidimensionali dei dati.

3.3.4 La XR nell'analisi cognitivo-comportamentale dei cittadini

La progettazione e l'analisi del comportamento cognitivo di persone in spazi urbani/pubblici spesso richiede un notevole contributo da parte di diverse discipline quali architetti, psicologi, sociologi e specialisti in ICT ed analisi dati.
La fonte dati principalmente utilizzata per questo tipo di studi è costituita dalle informazioni generate dai dispositivi mobile.
La stragrande maggioranza di essi infatti è dotata di antenne GPS integrate e grazie a queste ultime utenti lasciano volontariamente o involontariamente tracce nel cyberspazio che contengono informazioni geolocalizzate, senza avere la consapevolezza di star producendo materiale geografico. Un esempio sono le informazioni relative alla localizzazione di un utente e contenute in un video o in una foto postata su una piattaforma social, o ancora tramite l'analisi dei tag[58]. Esse hanno portato alla diffusione di un fenomeno, conosciuto con il nome di "Geografia Volontaria" (Goodchild, 2007) e che vede il cittadino come un vero e proprio sensore.
Sentiment Map è il risultato di uno studio effettuato dai ricercatori del New England Complex System Institute (NECSI) di Cambridge i quali hanno "misurato" l'umore della città di New York realizzando una mappa attraverso dati ricavati da Twitter. Essi hanno dimostrato che concetti che appaiono così impalpabili come umore e felicità, possono essere in qualche modo rappresentati. Questa ricerca ha portato alla redazione di alcune mappe che evidenziano con una gradazione di colori diversi che va dal verde al rosso gli stati d'animo degli utenti in diverse aree della città.

[58] Il tagging permette, come accade nel nostro cervello, un tipo si associazione multipla, sovrapposta, anziché utilizzare categorie rigide. Un esempio canonico è la foto di un cucciolo la quale può essere codificata con "cucciolo" e "carino", consentendone il recupero lungo gli assi naturali generati dall'attività degli utenti.

Figura 15- Sentiment Map di New York

La Sentiment Map mostra chiaramente come il mood cittadino sia variabile nei luoghi e nel tempo. Generalmente l'umore è alto nei parchi pubblici e nei giardini (Central! Park e NY Botanical Garden), al contrario si rilevano sentimenti fortemente negativi in corrispondenza degli snodi di trasporto, alle entrate dei tunnel e dei ponti (Penn Station, Brooklyn Bridge), in prossimità di stazioni di autobus, treni o di aeroporti ed ancora in luoghi fortemente inquinati.

Questo esperienze coinvolgono sicuramente una serie di tecnologie, tra tutte quelle di tipo ICT, nonché abilitano in maniera diretta o indiretta i cittadini all'interno di meccanismi di partecipazione più raffinati e sicuramente meno tradizionali. L'applicazione di queste sperimentazioni in ambienti virtuali supportate da dati aggiornati in tempo reale, comporterebbe sicuramente una maggiore leggibilità dei contenuti e ne favorirebbe la comunicazione.

Altra interessantissima applicazione delle tecnologie XR è la simulazione delle interazioni tra persone e ambienti urbani circostanti, analizzando il comportamento degli utenti rispetto alle caratteristiche di design urbano.

Il collegamento tra mobilità pedonale e rappresentazioni sintattica ha un significato cognitivo. Diversi studi hanno infatti evidenziato, supportando tale tesi, le differenti reazioni degli utenti in ambienti simulati virtualmente tramite

l'analisi dei dati di *eye-tracking*[59]. Il comportamento in un ambiente urbano è infatti fortemente interessato dalle immagini mentali che gli utenti hanno di uno spazio, ed è grazie all'uso di tali evidenze cognitive che è stata rilevata ad esempio la preferenza da parte degli utenti di percorsi continui a percorsi più tortuosi per passeggiate a piedi e di altri tipi di comportamento che determinano delle scelte del cittadino nei confronti dell'ambiente urbano.

Questo tipo di valutazioni potrebbero avere un forte impatto non solo per la progettazione della viabilità pedonale, ma anche nella progettazione degli spazi pubblici in ambito urbano o del paesaggio.

La sfida maggiore di questo tipo di applicazioni in XR sarà riuscire a tradurre le informazioni analizzate in interventi progettuali più vicini ai desideri del cittadino. In passato questo tipo di sperimentazioni venivano fatte rilevando le informazioni dai dati biometrici o di *eye-tracking* nei soli ambienti reali e quindi già costruiti; oggi invece, è possibile simulare futuri progetti ed avere la possibilità di conoscere le reazioni dei cittadini prima ancora della loro effettiva realizzazione.

[59] L'oculometria, nota anche come monitoraggio oculare e con il termine in lingua inglese eye tracking, è il processo di misurazione del punto di fissazione oculare o del moto di un occhio rispetto alla testa. Tale misure possono essere ottenute tramite un tracciatore oculare ("eye tracker") e possono essere utilizzate nello studio anatomico e fisiologico dell'apparato visivo, nella linguistica cognitiva e nella progettazione di prodotti commerciali. (https://it.wikipedia.org/wiki/Oculometria)

4 CAPITOLO

4.1 Introduzione

Gli strumenti e le applicazioni realizzate (o realizzabili), introdotte nel precedente capitolo, costituiscono il mondo tecnologico della extended reality, un termine che soltanto recentemente è entrato all'interno del lessico tecnologico. Esso nasce dalla necessità di raggruppare in un'unica grande famiglia tutte le tecnologie che nel corso degli anni, fin dalle primissime sperimentazioni, sono sorte dallo sviluppo della capostipite realtà aumentata, termine che spesso, in maniera erronea, viene utilizzato per definire l'intero macro gruppo. Quest'ultima infatti rappresenta solo una delle principali tecnologie che costituiscono la XR, le altre sono le più recenti augmented reality e mixed reality che insieme alla prima, delineano i tre principali ambienti che combinano il mondo reale con quello virtuale.

Il termine realtà virtuale può essere attribuito al 1989, quando Jaron Lanier uno dei primissimi ricercatori in questo settore, fondò la VPL Research (Virtual Programming Languages). È una tecnologia che risale quindi a diversi anni fa e che nasce quasi in parallelo con il concetto di *cyberspazio* o quello che tutti oggi conoscono come "Internet", ma che tuttavia non ebbe la stessa fortuna. Il livello tecnologico, gli altissimi costi di realizzazione di questi dispositivi, la bassa potenza di calcolo dei computer nonché la non ancora adeguata efficienza dei software di modellazione tridimensionale dell'epoca, limitarono sensibilmente lo sviluppo della VR, che venne così quasi totalmente accantonata.

Eppure, in maniera molto silenziosa, la ricerca prosegue coinvolgendo questa volta molti meno spettatori: il concetto si evolve e passando per alcune forme ibride, si arriva nel 1992 alla coniazione del termine augmented reality. Tutt'ora non è chiaro a chi appartenga la reale definizione del concetto di AR, ma è nei laboratori di ricerca e sviluppo della Boeing's Computer Services di Seattle

guidati da Tom Caudell e parallelamente, nello stesso anno, grazie agli studi di Louis Rosemberg per l'US Air Force che nasce il termine di realtà aumentata. Entrambi gli studi danno vita ad un sistema innovativo che permette, a differenza di ciò che accade per la VR, di dare un peso maggiore al mondo reale che diventa l'ambiente nel quale poter collocare oggetti virtuali. L'utente viene così sovrapposto ad un cosiddetto *digital layer* evitando il distaccamento dalla realtà, caratterizzante la prima generazione di tecnologie.

Le prime sperimentazioni riguardano per lo più la semplice visualizzazione di informazioni testuali o grafici associati ad oggetti reali, permettendo quindi ai meccanici della Boeing o a quelli dell'Aeronautica Americana di poter effettuare alcune operazioni senza dover essere supportati da ingombranti e scomodi manuali cartacei.

Parallelamente, negli stessi anni cresce anche l'interesse verso questa tecnologia da parte di aziende come la Esri, la quale si avvia verso le prime sperimentazioni in ambienti Gis per la pianificazione. Tuttavia, i limiti elencati in precedenza persistono ancora, sono infatti passati solo pochi anni e per la seconda volta, ci sarà un calo di interesse, anche se di entità minore.

Intanto gli anni passano e la tecnologia evolve velocemente fino ad arrivare al 2015, anno in cui Microsoft rivoluzionerà il mercato con un incredibile device gli "Hololens". Rappresentano il primo dispositivo ad introdurre il concetto di realtà mista, una tecnologia che seppur molto simile alla realtà aumentata, si distingue da quest'ultima grazie ad una sottile ma sostanziale differenza: gli oggetti virtuali quando collocati nello spazio reale, riconoscono quest'ultimo e con esso interagiscono. La presentazione di questa nuova espressione di virtualità tra le tecnologie appartenenti alla XR porta, ancora una volta, forte curiosità verso questo settore e solo dopo un anno dalla presentazione di questo innovativo visore, il mercato verrà completamente rivoluzionato.

Durante questi anni infatti, dalla nascita della realtà aumentata, il mondo è profondamente cambiato dal punto di vista dell'innovazione tecnologica, compiendo un enorme balzo in avanti: internet è ormai diventato accessibile da ogni luogo nel mondo, i personal computer hanno raggiunto una potenza di calcolo considerevole a costi accessibili e la stragrande maggioranza delle

persone possiede uno smartphone. È proprio grazie a questo dispositivo diventato indispensabile per molti, nonché alle sue molteplici funzioni integrate quali la possibilità di connettersi ad internet, scattare una foto, orientarsi tramite GPS, ascoltare musica o vedere un filmato, che la AR troverà la sua consacrazione.

Infatti è nel 2016 che accade un evento piuttosto curioso, con il lancio di "Pokemon Go" un'app game in augmented reality, che non solo diventerà l'applicazione mobile più scaricata di sempre con oltre 752 milioni di download, ma soprattutto dimostrerà l'enorme interesse verso questa tecnologia, nonché la prima vera sperimentazione su larga scala per dispositivi tutto sommato economici e soprattutto molto popolari.

Da questo momento in poi VR, AR e MR cattureranno l'attenzione di diversi "giganti" tecnologici e soprattutto del mondo della ricerca, aprendosi verso i settori più disparati: dall'entertainment alla sanità, dall'istruzione all'ambito militare fino ad arrivare al mondo dell'architettura e della pianificazione. Un valore di mercato che passa dai 247 milioni di dollari nel 2014 a 11 miliardi nel 2017 fino ad arrivare, secondo una recente ricerca di Goldman Sachs[60], ad un valore di mercato stimato al 2021 pari a 215 miliardi di dollari.

Un trend che lascia intendere come l'interesse sia fortemente cresciuto e soprattutto come il gap tecnologico presente in passato sia stato in gran parte ridotto, dando la possibilità a molte aziende di investire nel settore.

Ancora una volta sarà la Esri, azienda leader in ambienti GIS, ad investire nell'ambito e sviluppare i primi software a supportare la visualizzazione per dispositivi mobile o indossabili. Chiaramente l'interesse maggiore da parte di chi produce software o servizi GIS resta la rappresentazione delle informazioni contenute all'interno dei database geografici che fino a quel momento erano visualizzabili solo mediante i tradizionali strumenti informatici (ArcMap, QGis, etc.). Questo tipo di tecnologia invece porta con sé nel settore della progettazione architettonica e della pianificazione una serie di enormi vantaggi:

[60] The Goldman Sachs Group, Inc. è una delle più grandi banche d'affari del mondo, che si occupa principalmente di investimenti bancari e azionari, di risparmio gestito e di altri servizi finanziari, prevalentemente con investitori istituzionali (multinazionali, governi e privati).

i dati GIS, fonte di informazioni abilitate spazialmente, possono finalmente essere visualizzate sul proprio dispositivo, aumentando non solo l'esperienza dell'utente finale, ma rendendo i software GIS maggiormente accessibili sotto una nuova ed interessante modalità. Grazie alle tecnologie appartenenti al mondo della XR non solo si è in grado di poter vedere oggetti nascosti, ma avere accesso ai loro attributi, aprire diagrammi e persino sfruttare reti di sensori in tempo reale per la visualizzazione delle suddette informazioni.

Tuttavia questa non è l'unica tipologia di esperienza aumentata. Infatti molto interessante risulta essere la possibilità di collocare nello spazio reale e in posizioni definite dai progettisti, oggetti in scala 1:1 di qualsiasi tipo: una panchina, delle alberate, un gazebo, un edificio singolo o gruppi di edifici. Questa seconda tipologia di esperienza comporta una serie di incredibili vantaggi, non solo per i progettisti ma soprattutto per i cittadini, i quali hanno la possibilità di poter visualizzare tutte le trasformazioni che riguardano la loro città prima di qualsiasi effettiva realizzazione.

Essi rappresentano quindi innovativi strumenti che non solo tendono a semplificare il lavoro dei progettisti, ma che soprattutto contengono in sé un eccellente valore comunicativo per gli scambi tra i diversi professionisti e soprattutto tra tecnici e cittadini, diventando così un enorme strumento nelle mani di questi ultimi per l'empowerment all'interno dei processi di partecipazione.

4.2 La tecnologia

4.2.1 La realtà virtuale

Quando si parla di realtà virtuale si fa riferimento a quelle tecnologie che hanno lo scopo di permettere all'utente un'esperienza completamente immersiva data dalla realizzazione di un ambiente totalmente virtuale e parallelo a quello reale. Possono essere rappresentati infatti riproduzioni di ambienti fisici o del

tutto immaginari o comunque, quando si parla di architettura o pianificazione, da realizzare.

All'interno di un ambiente virtuale l'utente può, con qualsiasi oggetto che lo circonda, interagire esattamente come se si trovasse nel mondo reale. Nonostante sia una tecnologia che nasce fondamentalmente per il settore dell'intrattenimento, più precisamente in quello dei videogames, la larga sperimentazione portata avanti in questi ultimi venti anni ha spostato l'interesse verso settori molto differenti. Un esempio è l'utilizzo di questa tecnologia all'interno delle simulazioni di volo per l'addestramento dei piloti o ancora, le più recenti simulazioni all'interno di scenari di evacuazione in risposta a disastri naturali o antropici.

Per migliorare tale esperienza, i dispositivi principalmente utilizzati sono dei visori che coprono l'intero campo visivo degli utenti e spesso vengono supportati da tecnologie secondarie come auricolari per aggiungere all'esperienza visiva anche quella audio o delle pedane, molto simili a dei tapis roulant, che permettono uno spostamento di tipo omnidirezionale all'interno delle scene.

Questo tipo di visori ha solitamente un costo molto elevato, in quanto, riprodurre totalmente la realtà richiede un'elevata qualità dei display che devono supportare una gamma ampia di colori. E ancora processori molto potenti, dato che oltre ad elaborare gli oggetti da inserire nelle scene, devono riprodurre anche l'ambiente stesso, con rendering delle immagini di qualità molto più elevata di quanto accade per la realtà aumentata.

La virtual reality è una tecnologia piuttosto diffusa e i dispositivi più conosciuti dal pubblico sono i già citati Oculus Rift, HTC Vive rispettivamente prodotti da Facebook e HTC.

(a) Oculus Rift (b) HTC Vive

Figura 16 - Device per la realtà virtuale

Tuttavia nonostante questi dispositivi siano molto più potenti e costosi rispetto a quelli utilizzati per le altre tecnologie di XR, alcuni produttori come Samsung, hanno sperimentato dei visori molto più economici e che funzionano incorporando uno smartphone al loro interno. Chiaramente questo, come accennato anche in precedenza, è stato reso possibile grazie all'enorme evoluzione tecnologica degli ultimi anni che ha consentito a dispositivi come gli smartphone di raggiungere potenze di calcolo molto simili a quelle di piccoli computer.

4.2.2 La realtà aumentata e le principali differenze con la realtà virtuale

Come accennato nei precedenti paragrafi, data la diffusione su scala globale in pochissimi anni di queste tecnologie, gli utenti, soprattutto quelli meno esperti, tendono spesso a confonderli facendo un uso improprio della terminologia.
Quando si parla di realtà aumentata, ci si riferisce ad un'esperienza immersiva del tutto diversa dalla precedente. Si parte infatti, non da un ambiente virtuale, ma da un ambiente fisico; la realtà viene letteralmente "aumentata" tramite la sovrapposizione di informazioni o contenuti a ciò che ci circonda. Chiaramente è bene precisare che così come è possibile aggiungere informazioni, è allo stesso modo molto semplice disattivarle o nasconderle, rendendo l'esperienza immersiva più vicina alla necessità dell'utente.

Figura 17 - Dispositivi per la realtà aumentata: smartphone (sinistra) e Google Glass (destra)

Risulta quindi molto differente dalla realtà virtuale in cui, come visto in precedenza, l'ambiente è totalmente digitale ed isola completamente l'utente da quello reale. È perciò intuitivo escludere la presenza di oggetti o ambienti che appartengano alla realtà, trovandosi in una realtà del tutto parallela.

Chiaramente quando si parla di realtà aumentata si intende la stimolazione, o meglio ancora il supporto, ad uno qualsiasi dei nostri sensi, che siano contenuti visivi, audio o simulazioni olfattive. Ovvio che in alcuni casi la tecnologia è ancora lontana da una riproduzione fedele della percezione umana, come nel caso della simulazione degli odori, ed è per questo motivo che generalmente, quando si usa questo termine, si fa riferimento a contenuti di tipo grafico.

Un'esperienza in AR è possibile, differentemente per quanto accade con la VR, anche grazie al solo utilizzo di un smartphone o di un tablet, muovendosi per la propria città. Per un'esperienza maggiore tuttavia esistono dispositivi indossabili le cui caratteristiche principali stanno nel saper combinare oggetti fisici con oggetti virtuali in tempo reale, in quanto dotati di un gran numero di sensori ambientali.

Qui è possibile distinguere due grosse famiglie: sistemi *optical-see-trough* e *video-see-trought*.

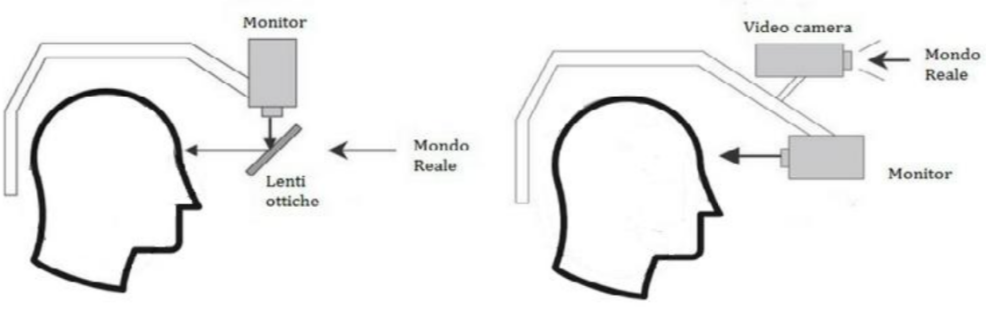

Figura 18 - Diversi sistemi head mounted: optical-see-through (sinistra) e video-see-through (destra)

La differenza sostanziale sta nel fatto che i primi (come accade quando utilizzando uno smartphone) sono dotati di telecamere che riprendono la realtà riproducendola su un display e sui contenuti prodotti vengono sovrapposti gli oggetti virtuali. Nel secondo caso invece, i device sono dotati di lenti/display semi-trasparenti che permettono di osservare con i propri occhi la realtà, senza che venga dapprima digitalizzata e su di essa sovrapposti i contenuti digitali.
Chiaramente la differenza sostanziale sta solo nella diversa esperienza che l'utente può sperimentare; generalmente sono preferibili dispositivi di tipo *optical-see-trough*, ma in alcuni casi, soprattutto in condizioni di forte luminosità, i dispositivi *video-see-trought*, nonostante la minor qualità, possono offrire grandi vantaggi.
Altro aspetto importante è la necessità di questi device di conoscere con precisione la posizione dell'utente, ed anche in questo caso, le due tecnologie si comportano in maniera differente. Se nella realtà virtuale questa operazione è molto più semplice, in quanto basta esclusivamente tracciare i movimenti della testa dell'utente per capire in che direzione stia guardando o voglia muoversi, nella AR il riconoscimento dello spazio è una questione più complessa (Azuma, 1997). Essa dipende dal luogo in cui l'utente si trova: ad esempio per un uso indoor, come nel caso di un museo, l'applicazione dovrà essere capace di riconoscere gli oggetti reali e rispetto ad essi collocare le informazioni aggiuntive.
Per uso esterno invece solitamente, data l'enormità di informazioni visive che dovrebbe rilevare il device, è molto più semplice che essi siano dotati di precise antenne GPS a supporto della modalità precedentemente descritta. Chiaramente in entrambe i casi è facile rendersi conto di come, a prescindere da uso esterno o interno, questi dispositivi debbano processare un'incredibile quantità di informazioni registrate dai diversi sensori di cui sono dotati.

4.2.3 La realtà mista

Se realtà virtuale e realtà aumentata rappresentano concetti ormai familiari a molte persone, non è così scontato invece conoscere quello di mixed reality o

realtà mista. “Anywhere between the extrema of the virtuality continuum” è il modo in cui Milgram definisce la MR rispetto al concetto di continuum tra ambiente reale e virtuale (Milgram, 1994).

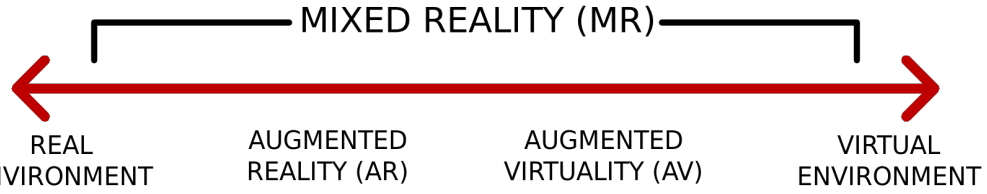

Figura 19 - Il virtuality continuum di Milgram

Il *virtuality continuum* pone ai suoi due poli estremi il mondo reale e virtuale inserendo nello spazio tra essi le varie tecnologie che partono da un’esperienza in cui prevale il mondo reale, fino ad arrivare alla VR che rappresenta l’esatto opposto.

L’insieme di tutto ciò che è contenuto in questo continuum rappresenta la MR, in cui oggetti reali, informazioni di realtà aumentata e oggetti virtuali coesisto e interagiscono in tempo reale in un unico ambiente. Essa rappresenta quindi un’ambiente completamente ibrido che combina i principali aspetti della VR e della AR.

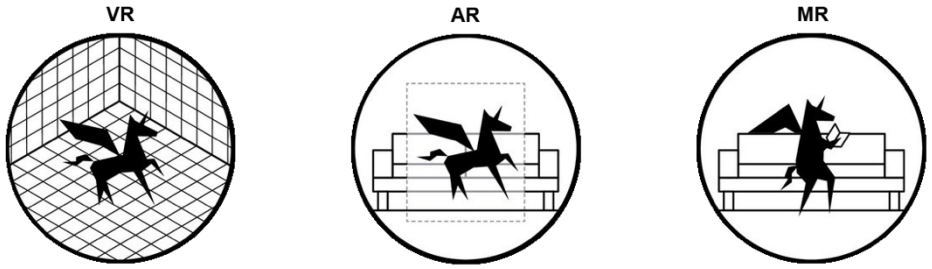

Figura 20 - Ambienti derivanti dall’interazione tra mondo reale e virtuale.

In generale questo tipo di tecnologia utilizza dispositivi *head mounted*, indipendentemente dal fatto che sia un sistema *optical-see-throught* o *video-see-trought.* Essi, dal punto di vista puramente estetico, sono molto simili a quelli utilizzati per la realtà aumentata con la differenza che al loro interno includono un differente hardware ma soprattutto sono compatibili con applicazioni di mixed reality. Sono dotati anche in questo caso di diverse

tipologie di sensori quali accelerometro, svariati sensori ambientali, GPS, giroscopio e sensori audio.

Una delle caratteristiche di questa tecnologia, è la possibilità di riprodurre oggetti virtuali, informazioni o pannelli sotto forma di ologrammi. Un ologramma è il risultato dell'incrocio di diversi fasci di luce che danno luogo ad un oggetto di tipo tridimensionale, osservabile da qualsiasi prospettiva. Esso ha principalmente il grosso vantaggio di non affaticare l'occhio umano rispetto ad una classica visualizzazione tridimensionale, caratteristica non da poco quando si adoperano questi dispostivi.

L'esempio più rappresentativo di questa tecnologia sono gli Hololens prodotti da Microsoft, uno dei dispositivi tecnologicamente più avanzati al momento e sicuramente quello con maggiori margini di miglioramento per il futuro. Questo device rappresenta in toto l'espressione di mixed reality, in quanto all'interno dell'ambiente reale è possibile introdurre oggetti di diversa entità sotto forma olografica con i quali è possibile interagire e che soprattutto interagiscono con lo spazio circostante.

4.3 Microsoft Hololens

4.3.1 Il visore: caratteristiche tecniche e principi base

Il dispositivo indossabile realizzato da Microsoft rappresenta probabilmente uno dei più interessanti e tecnologicamente avanzati device presenti sul mercato ed è questo il motivo che ha determinato la scelta di utilizzarli per sperimentarne l'efficacia all'interno di pratiche urbanistiche o architettoniche e studiarne i relativi limiti.

Dopo una panoramica rispetto all'hardware, di seguito verrà descritto il funzionamento del dispositivo e come sia possibile realizzare un'applicazione olografica.

Si tratta di un dispositivo che inizialmente, nel 2015, viene lanciato per un mercato molto ridotto, la vendita infatti è consentita solo a sviluppatori appartenenti al mondo della ricerca ed alle aziende. Questa scelta da parte di Microsoft servì per sondare inizialmente il mercato, dato ancora il forte dubbio dell'azienda americana rispetto al successo che la mixed reality avrebbe avuto. Dubbi che nel corso degli anni sono stati largamente sciolti, in quanto a tre anni di distanza dal lancio risulta essere ancora uno dei dispositivi più interessanti e ad oggi l'acquisto è consentito anche al pubblico.

Dal punto di vista tecnico risulta un dispositivo incredibilmente potente e a differenza di molti altri device consente all'utente di poter utilizzare il visore svincolato da qualsiasi tipo di cavo o computer. È dotato di un sistema operativo con base Windows ed una buona autonomia, un modulo Wi-Fi e uno Bluetooth per consentire la connessione alla rete internet o ad una serie di altri dispositivi compatibili con il visore.

La vera peculiarità di questo ultimo sta nella capacità di analizzare l'ambiente che lo circonda e ricostruirlo grazie alla presenza di circa 11 sensori ambientali tra audio e video. Tra di essi un'unità IMU (*Inertial Measurement Unit*) costituita da un accelerometro, un giroscopio ed un magnetometro che, parallelamente al lavoro svolto da 4 camere più una di profondità, ricostruisce e memorizza l'ambiente nel quale il visore viene utilizzato. Questa rappresenta una caratteristica fondamentale per tutti i device che sfruttano la MR in quanto, differentemente da ciò che accade nell'AR, gli oggetti collocati nello spazio reale possiedono una propria fisicità e di conseguenza interagiscono a loro volta con gli oggetti reali presenti nell'ambiente circostante.

Gli ologrammi invece vengono gestiti da un secondo processore, una HPU (Holographic Processing Unit) che contemporaneamente si occupa delle *gesture* fondamentali per permettere l'interazione utente-ologramma. Alex Kipman, Hololens Chief Inventor, ha dichiarato che l'HPU è in grado di processare terabytes di informazioni in tempo reale, rimarcando ancora una volta l'unicità di questo visore.

Elemento chiave sono sicuramente le lenti, di tipologia *optical-see-through*, che consentono all'utente di poter osservare con i propri occhi al di là delle stesse,

in maniera opposta rispetto a quanto accade per dispositivi per la realtà virtuale. Queste ultime sono supportate da un duplice motore luce che con una risoluzione olografica di 2.3M di punti luce totale, restituisce oggetti olografici con un'altissima qualità grafica.

Non è tuttavia la potenza di questo visore ad incuriosire, quanto come sia possibile realizzare ed interagire in un ambiente misto: dal momento in cui il dispositivo viene avviato, acquisisce qualsiasi tipo di informazione geometrica rispetto allo spazio che circonda l'utente, ricostruendo la forma della stanza e riconoscendo ogni oggetto fisico al suo interno. Lo spazio circostante viene dunque, in maniera continuativa, sempre mappato e memorizzato. L'utente, indossando il visore, è libero di muoversi passando da un ambiente ad un altro e mentre fa ciò la mappatura dell'ambiente continuerà ad essere integrata dai nuovi spazi rilevati. Chiaramente, come già spiegato in precedenza, questo tipo di tecnologia necessita di un sistema di riferimento che permetta al device di conoscere perfettamente la sua posizione rispetto all'intero spazio rilevato, lavoro che viene compiuto egregiamente dai sensori ambientali di cui è dotato. Mentre viene effettuato il *mapping* dell'ambiente, operazione che avviene solitamente in background, è possibile finalmente collocare nello spazio reale un ologramma, con un'operazione denominata "*pinning*" che letteralmente significa fissare. Il device chiederà dove collocare l'oggetto e, una volta posizionato, esso rimarrà ancorato in quella precisa posizione; l'utente sarà libero di spostarsi o, in alcuni casi, decidere che l'oggetto segua l'utente nei suoi spostamenti.

Con ogni ologramma è possibile eseguire una serie di input, il tutto tramite l'utilizzo delle mani o di controlli vocali, abbandonando in questo modo la tradizionale concezione di uso di controller o più banalmente il classico click tramite mouse su un monitor. Un puntatore circolare, controllato tramite i movimenti della testa e sempre visibile centralmente sul visore, consentirà di facilitare tali operazioni che, almeno nelle prime fasi di lavoro, potrebbero risultare piuttosto meccaniche.

4.3.2 Sistemi di coordinate, spatial mapping e tipologie di input

A differenza della maggior parte dei dispositivi presenti in commercio, gli Hololens non sono dotati di un'antenna GPS integrata, in quanto questo dispositivo nasce principalmente per l'uso indoor e sia la posizione che l'orientamento di un ologramma sono definiti da un sistema di coordinate. Generalmente tutte le applicazioni grafiche 3D utilizzano un sistema di coordinate cartesiane, stabilendo 3 assi perpendicolari lungo i quali posizionare gli oggetti: X, Y, Z.

Nella mixed reality tutte le applicazioni ragionano invece sia su sistemi di coordinate virtuali che fisiche: un oggetto collocato virtualmente a 2 unità di distanza durante la progettazione, apparirà a 2 metri di distanza nello spazio reale. Ciò consente di eseguire facilmente rendering di oggetti e ambienti su scala reale.

Più in generale i sistemi di coordinate cartesiane possono essere sia destrorsi che sinistrorsi mentre il sistema di coordinate spaziale utilizzato da questo genere di device è sempre destrorso.

Conoscere il sistema di riferimento è fondamentale in quanto esistono differente modalità con le quali è possibile collocare l'ologramma nello spazio; di seguito saranno elencate le principali.

Stationary frame of reference

Questa modalità permette di collocare un oggetto rispetto ad un punto specifico, il quale una volta identificato dal dispositivo, costituirà un riferimento per lo stesso. Generalmente quando si vuole posizionare un ologramma viene utilizzato un punto fisso all'interno dell'ambiente reale o meglio un *frame* di riferimento. Questo comporta che l'ologramma dovrà conoscere precisamente il punto sul quale verrà posizionato, mentre i visori rispetto al nuovo sistema di riferimento con origine nello stesso, dovranno calcolare la distanza ogniqualvolta l'utente si sposterà. Tuttavia, in alcuni casi, lo spostamento può comportare un leggero movimento degli oggetti virtuali che può essere risolto sfruttando una seconda ma fondamentale funzione: lo *spatial anchor*.

Spatial Anchor

Come intuibile dal nome, questa funzione di cui è dotato il visore ed attivabile in fase di progettazione, consente a qualsiasi oggetto che viene posizionato nell'ambiente circostante di ancorarsi letteralmente ad uno specifico punto.

Lo *spatial anchor* è attivabile partendo da uno *stationary frame of reference* nel punto in cui viene posizionato l'oggetto e rispetto a come descritto in precedenza, ma questa volta viene collocato un nuovo sistema di riferimento non più basato sulla distanza dal visore ma rispetto alla posizione dell'ologramma nello spazio. In un certo senso l'oggetto non sarà più dipendente dalla posizione dell'utente ma dalla posizione della sua origine rispetto all'ambiente circostante.

Nello specifico, per evitare lo spostamento dell'oggetto man mano che l'utente si muove, si acquisiranno nuove informazioni dello spazio circostante, per rendere possibile la creazione di un sistema di ancore, in modo tale che ognuna aggiorni la propria posizione rispetto ad un'altra.

Attached frame of reference

Questa funzione può essere utilizzata quando si ha la necessità di fissare un ologramma non ad un punto fisso, ma all'utente stesso. Una volta impostata la distanza da quest'ultimo, l'oggetto sarà in grado di seguire l'utente in ogni suo spostamento. Questa funzione può essere principalmente di tue tipi: *body-locked* o *head-locked*.

Nel primo caso, l'ologramma sarà agganciato ad una distanza fissa all'utente; nel secondo invece si comporterà allo stesso modo ma con la differenza che esso sarà sempre visibile all'interno del campo visivo degli Hololens.

Questa modalità è una delle meno utilizzate, riducendo in molti casi l'esperienza immersiva, in quanto un oggetto inanimato anche in natura conserva la sua posizione, tuttavia risulta molto comoda per alcune funzioni supplementari all'ologramma.

Un esempio può essere la realizzazione di un menù: tramite questa modalità di posizionamento, l'utente avrà sempre ben visibile le funzioni che potrà abilitare all'interno del proprio progetto.

Nonostante questi metodi risultino molto innovativi rispetto alle modalità classiche di posizionamento degli oggetti offerti da altre tipologie di dispositivi, in alcuni casi può accadere che il visore faccia fatica ad interpretare l'ambiente circostante. Conseguentemente il device non sarà più in grado di capire dov'è il punto e quindi di mantenere la posizione dell'ologramma.

Solitamente ciò avviene quando ci si trova in spazi geometricamente molto simili e senza elementi utilizzabili come riferimento (ad esempio, parte dell'arredamento) che siano riconoscibili dal visore o ancora, quando ci si trova in ambienti esterni, soprattutto in condizioni di forte luminosità. In situazioni del genere chiaramente potrebbero esserci problemi, ma bisogna comprendere il carattere innovativo di questo tipo di tecnologia, che è alla sua prima generazione ma che, comunque sia, offre la possibilità di poter interfacciare un'antenna GPS per integrare la tecnologia di posizionamento.

Appare immediatamente chiaro, parallelamente alla gestione del posizionamento di oggetti nello spazio reale, quanto risulti fondamentale una buona ricostruzione ambientale. Tale operazione prende il nome di *spatial mapping*, ed ha l'obiettivo di ricreare un ambiente misto fondendo realtà e virtuale.

Inizialmente vengono identificati gli elementi geometrici considerati fondamentali e che durante l'uso continuato del dispositivo vengono perfezionati: essi sono semplicemente volumi elementari che compongono l'ambiente e delimitano la struttura dell'area in cui si trova l'utente.

Successivamente, per ogni volume riconosciuto vengono individuate le superfici spaziali (*spatial surface*) che a loro volta riproducono ogni singola superficie del mondo fisico. Questa operazione è ben visibile all'utente e avviene tramite una ricostruzione per triangolazione; tale rete di triangoli viene poi successivamente aggiornata o affinata rispettivamente nel caso in cui l'utente modifica o lavora per un tempo prolungato nella stessa stanza.

Lo *spatial mapping* non ha solo la funzione di permettere il preciso stazionamento di un ologramma nello spazio, ma permette anche l'interazione tra elementi virtuali e fisici simulando l'ostruzione rispetto ad una superficie o in alcuni casi alcune proprietà fisiche.

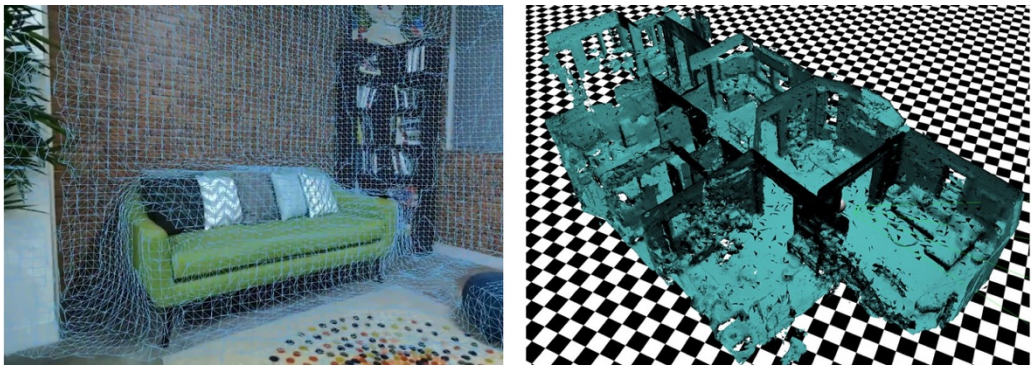

Figura 21 - Spatial Mapping: riconoscimento ambientale (sinistra); ricostruzione delle superfici (destra)

Come più volte ripetuto, la differenza sottile ma allo stesso tempo sostanziale con la realtà aumentata sta nel fatto che in esperienze di realtà mista ogni elemento virtuale dialoga ed interagisce con lo spazio fisico.

Infatti, se un ologramma si avvicina ad una parete o ad una qualsiasi altra superficie rilevata, quella di un tavolo ad esempio, esso non la attraverserà, ma piuttosto si scontrerà o si appoggerà su quest'ultima.

Questo tipo di interazione, risultato delle ricostruzioni in fase di *mapping*, consentono all'utente di avere ancor più la percezione di star manipolando un oggetto quasi reale, tangibile.

Più innovative ancora sono le caratteristiche che è possibile assegnare ad un ologramma in fase di progettazione della scena in base alle proprietà fisiche che esso può avere. Un banale oggetto, come ad esempio una sfera, può essere sottoposto a forza di gravità rimbalzando sul pavimento o rotolare su una superficie. Tali caratteristiche possono essere affinate attribuendo diversi tipi di materiali, sia rispetto alle superfici che rispetto all'oggetto in sé, simulandone così il livello di ruvidità e relativa resistenza all'attrito e permettendo all'utente di vivere un'esperienza il più possibile realistica.

A concludere questa sezione ci sono infine le modalità di input, fondamentali per eseguire un gran numero di manipolazioni sugli oggetti virtuali.

Il *gaze* rappresenta la tipologia di input basilare e sostanzialmente definisce il metodo di puntamento di un ologramma, aiutando l'utente a definire il punto in cui sta guardando. Per puntare un qualsiasi oggetto, gli Hololens sfruttano i movimenti di rotazione della testa e non degli occhi. Il *gaze* può essere pensato

come una sorta di vettore immaginario che collega il centro del visore con un qualsiasi punto nello spazio.

Puntare un oggetto con lo sguardo fa sì che esso venga preselezionato ed "attivato" senza utilizzare le mani, le quali vengono impiegate per la manipolazione degli ologrammi o più tecnicamente *gesture*: *air tap*, *tap and hold* e *bloom*.

Il primo, l'*air tap*, è sicuramente il comando più utilizzato e corrisponde alla funzione di selezione, paragonabile ad un semplice click del mouse.

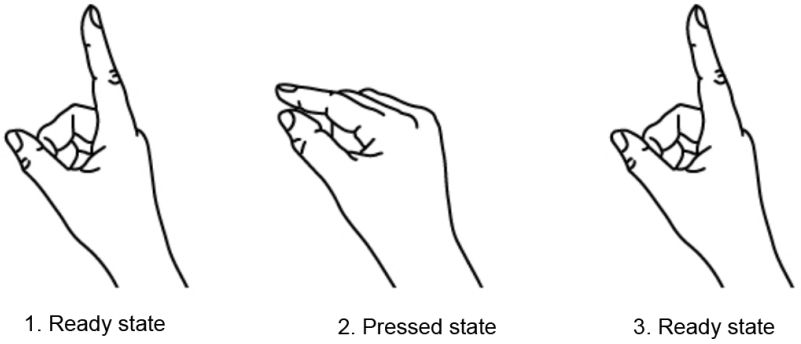

Figura 22 - Air Tap Gesture

Per far ciò bisogna utilizzare la propria mano partendo da un *ready state* della mano (una L rovesciata utilizzando indice e pollice), abbassare l'indice colpendo il pollice come per cliccare, passando così in *pressed state* e ritornare immediatamente in *ready state,* rialzando l'indice.

La seconda *gesture* è il *tap and hold* che viene eseguito esattamente come durante l'*air tap* con l'unica differenza che una volta abbassato l'indice esso rimane in *pressed state.*

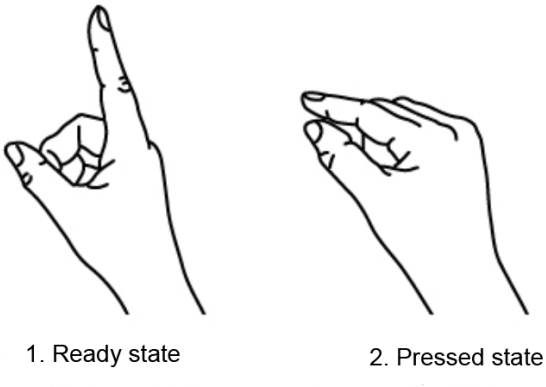

Figura 23 - Tap and hold Gesture

Esso equivale a tener premuto il click del mouse e consente una varietà di interazioni "*click and drag*", come la raccolta di un oggetto o la visualizzazione di un menù di scelta rapida.

Infine c'è il *bloom* che principalmente è riservata alla funzione *home*, cioè quella di ritornare al menù principale, uscendo dall'applicazione.

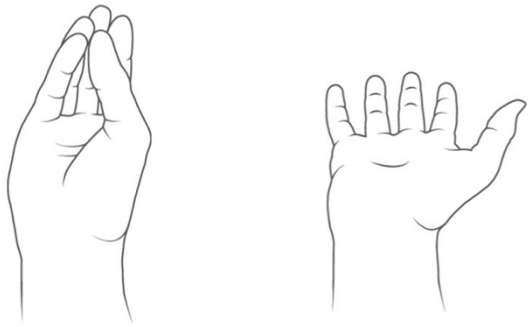

Figura 24 - Bloom Gesture

È un'azione di sistema speciale che viene utilizzata per tornare al menu Start ed è equivalente alla pressione del tasto Windows sulla tastiera. Tuttavia può tornare molto utile in quanto, essendo tutte le *gesture* programmabili, è possibile attribuire una qualsiasi funzione secondaria ad essa in fase di programmazione.

Infine, a concludere questa sezione, contenente i principali aspetti tecnici relativi al visore prodotto da Microsoft, è sicuramente importante citare il *vocal input.* Una forma molto interessante di interazione, basata su Cortana, il celebre assistente vocale di Windows, che consente di attivare qualsiasi funzione adeguatamente programmata in precedenza, utilizzando semplicemente la propria voce.

Gli Hololens sono un device molto apprezzato in quanto, essendo completamente indipendenti da un computer e relativi cavi o qualsiasi forma di controller fisico, consentono una gran libertà di movimento. Tuttavia questa ulteriore modalità consente, in alcune situazioni, di poter rinunciare anche all'utilizzo delle mani, caratteristica molto utile in quanto permette all'operatore di poter effettuare parallelamente altre azioni nella realtà. Ogni comando deve essere necessariamente programmato e, come qualsiasi

funzione, per essere attivata vocalmente, deve essere richiamata pronunciando la frase “Hey Cortana”.

Inoltre, non essendo il visore ufficialmente disponibile in territorio nazionale tramite i canali di vendita autorizzati, non può contare sull’assistente in lingua italiana, per cui ogni comando deve essere effettuato in inglese o nelle poche altre lingue al momento riconosciute.

Dopo questa panoramica su quelle che sono sicuramente le principali caratteristiche relative a questo innovativo dispositivo, si vedrà di seguito come può essere realizzata un’applicazione per la realtà mista.

4.4 Introduzione agli strumenti di sviluppo

Un’applicazione in mixed reality consente la visualizzazione olografica di una serie di contenuti differenti i quali dipendono chiaramente dall’ambito di applicazione previsto. Essa sfrutta i principi di base appena esaminati, partendo dalla gestione dello spazio fisico il quale sarà combinato con le informazioni e gli altri contenuti virtuali, si occuperà di gestire le azioni possibili su di essi e le relative *gesture* per le interazioni.

Essendo un dispositivo pensato anche per un uso combinato con PC supportati da sistemi operativi Windows di ultima generazione (Windows 10 Pro), è importante tener conto della possibilità di poter sviluppare applicazioni che siano compatibili con questa tipologia di dispositivi ma anche con smartphone o tablet. In questo caso l’approccio è differente, in quanto c’è la necessita di realizzare un’app bidimensionale che non escluda la compatibilità con il visore ma al massimo ne riduca il tipo di esperienza immersiva. Per questa tipologia di applicazioni saranno necessari i più comuni strumenti per lo sviluppo di applicazioni su base Windows che tuttavia non saranno trattati nel corso di questo studio.

Per quanto riguarda invece la realizzazione di un’applicazione di tipo olografico, lo sviluppatore deve essere non solo dotato di buone conoscenze nell’ambito

della modellazione 3D, ma dovrà dotarsi di una serie di tools capaci di sfruttare ogni caratteristica delle Windows Holographic API[61].

Per quanto riguarda la fase di modellazione e realizzazione di un qualsiasi oggetto tridimensionale, possono essere utilizzati i più diffusi software in commercio quali Blender, 3D Studio Max, Maya, Rhino e simili. Tuttavia esistono anche software per utilizzi maggiormente settoriali come ad esempio CityEngine prodotto da Esri ed utilissimo per la realizzazione di modelli tridimensionali a scala urbana e per la gestione delle informazioni nella pianificazione.

Lo step successivo consiste invece nel preparare la scena ed implementarla con le funzioni necessarie per rendere gli oggetti interattivi, nonché per impostare le varie *gesture* a disposizione.

Per far ciò è necessario utilizzare uno strumento di *authoring*: ve ne sono disponibili anche in versione open, e consentono la realizzazione di contenuti interattivi. Nel caso specifico è stato utilizzato Unity, il quale raggiunge un buon compromesso per la gestione e la configurazione di visualizzazioni architettoniche e animazioni per il dispositivo in uso. Anche in questo caso è possibile trovare dei prodotti alternativi, a volte anche dal punto di vista grafico più efficienti ma che tuttavia risultano più difficoltosi da gestire: la causa principale sta nella necessità di dover utilizzare linguaggi di programmazione proprietari e più complessi da imparare, altre alle problematiche relative alla compatibilità dei vari ambienti software con i diversi dispositivi in commercio.

Infine, l'ultimo passaggio per il completamento dell'applicazione olografica consiste nella realizzazione dell'app definitiva, quella che l'utente dovrà installare sul proprio device. Per far ciò è stato utilizzato Microsoft Visual Studio, un ambiente software di sviluppo integrato con funzionalità non solo per dispositivi Windows, ma con supporto per Android, iOS, Web e cloud.

---

[61] Acronimo di Application Programming Interface (in italiano traducibile come Interfaccia di programmazione di un'applicazione), le API sono degli strumenti di programmazione che le maggiori software house e industrie del mondo informatico – come Microsoft, Google e Facebook – mettono a disposizione degli sviluppatori per facilitare il loro compito nella realizzazione di applicazioni di vario genere.

Quelli appena descritti costituiscono i passaggi fondamentali per realizzare un'applicazione pronta per la distribuzione compatibile con Hololens: l'utilizzo degli strumenti appena citati necessita di competenze specifiche che vanno dalle abilità nella modellazione tridimensionale a competenze di tipo informatico come la conoscenza di linguaggi di programmazione. È quindi un processo piuttosto complesso, che esige una preparazione di tipo interdisciplinare o, come avviene in ambienti professionali, della costituzione di un team di sviluppo con competenze differenziate.

Ciò significa che rispetto all'ambito che tratterà la specifica app (architettura, pianificazione, medicina, ingegneria, etc.), è consigliabile ad ogni singolo professionista, quando non in possesso di tali competenze, il supporto da parte di un modellatore 3D e di un programmatore informatico per facilitarne l'intero iter.

Detto ciò, di seguito verranno approfonditi tali strumenti e presentati i risultati ottenuti durante l'esperienza portata avanti nel corso di questa ricerca e sperimentate nell'ambito della pianificazione urbana all'interno della Circoscrizione 2 della Città di Torino.

4.5 Esperienze di mixed reality nella Circosrizione 2

4.5.1 Modellazione di ambienti urbani: Esri CityEngine

Il primo fondamentale passaggio per la realizzazione di un'applicazione olografica è sicuramente la creazione del modello tridimensionale.

Chiunque si occupi di pianificazione conosce bene quanto siano fondamentali strumenti come il GIS per analizzare, rappresentare, interrogare entità o eventi territoriali. Il trattamento di qualsiasi dato di tipo spaziale ma soprattutto la sua rappresentazione, avviene tradizionalmente in maniera bidimensionale. Sono infatti delle mappe piatte il risultato di tali operazioni, in cui ogni informazione è georeferenziata ed interrogabile.

Tuttavia nel corso degli anni il modo di visualizzare ed interagire con i dati è molto cambiato grazie all'evoluzione che hanno subito questo genere di strumenti, semplificando non poco le mansioni del pianificatore e consentendo soprattutto una maggiore facilità di comunicazione con chi magari non ha questo genere di competenze.

Uno dei più moderni strumenti è sicuramente il CityEngine prodotto da Esri che fornisce ai professionisti in architettura e pianificazione urbana (ma anche in ambiti quali l'intrattenimento, la simulazione, e la produzione in genere di contenuti 3D), una soluzione concettuale unica sia a livello di progettazione che di modellazione di ambienti urbani ed edifici. Esso permette la creazione di scene urbane tridimensionali basate su dati GIS, il che rappresenta un incredibile punto di forza del software, semplicemente combinando dati 2D, attributi e regole definite proceduralmente.

CityEngine si basa infatti su questi tre elementi chiave: geometrie, attributi e regole; maggiore sarà il loro livello di dettaglio, maggiore sarà la complessità e la precisione con la quale sarà riprodotto il mondo reale.

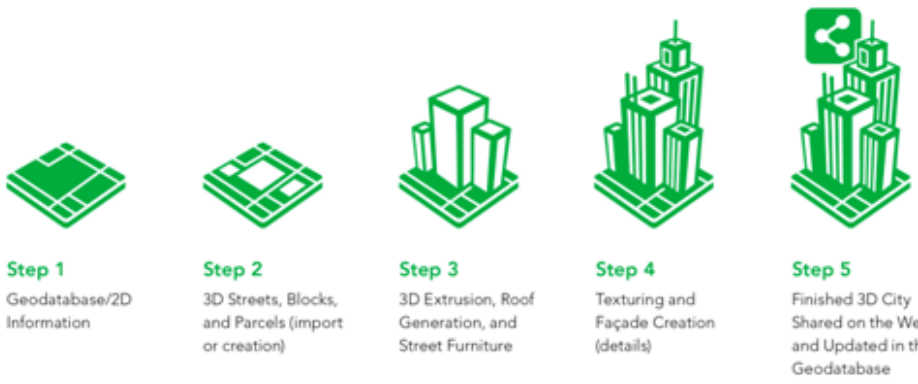

Figura 25 - Passaggi per realizzare città 3D da dati GIS 2D / 3D esistenti (fonte: https://desktop.arcgis.com)

Partendo quindi da una tradizionale base dati territoriale, quella che in Piemonte è definita come BDTRE, è possibile ricavare le prime informazioni necessarie alla ricostruzione dell'area. Il primo passo da seguire è quindi quello di importare all'interno del programma tutti i tematismi che dovranno essere inclusi nel modello tridimensionale.

Nel caso in esame sono stati selezionati tutti gli edifici (contenenti informazioni quali l'altezza o la funzione), la viabilità (principale, secondaria e pedonale), il verde pubblico, le alberature ed i corsi d'acqua principali per i quartieri di Santa Rita, Mirafiori Nord e Sud, costituenti l'area della Circoscrizione 2.

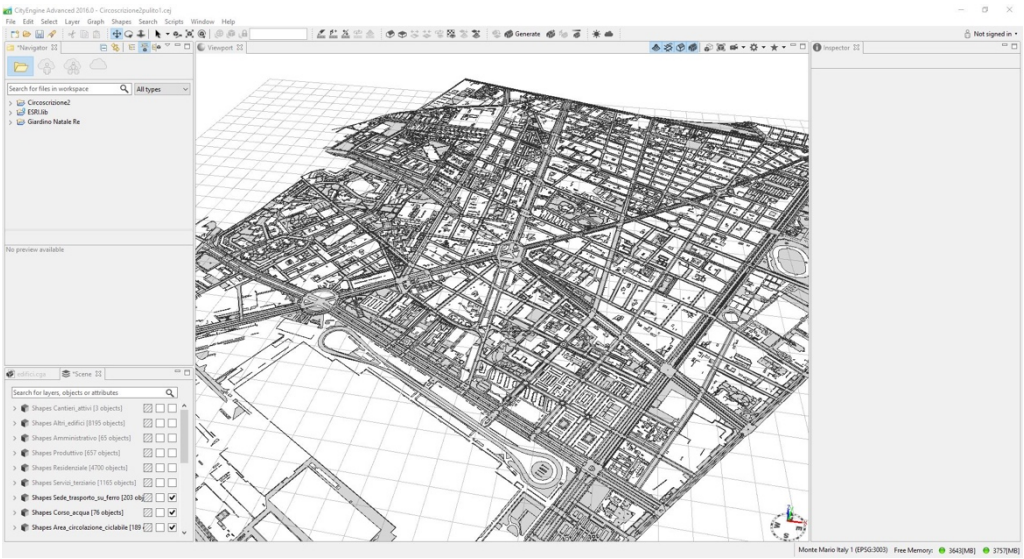

Figura 26 - Interfaccia CityEgine con tematismi di base

Ogni livello informativo, così come accade in GIS, sarà visualizzabile all'interno del *Navigator,* una delle due principali finestre di CityEngine con la quale è possibile navigare all'interno delle cartelle che contengono i progetti, accedere alle loro informazioni e soprattutto lavorare con i diversi layer. Qui è possibile rendere visibile o nascondere un livello, assegnare un colore o ancora accedere alle relative regole, quando assegnate.

Object Attributes

ALTEZZA_VO	3.86
CATEG_USO	Edificio minore
CIT_AR	633776.0
CODICE_CEN	EDM01
NUM_PIANI	non applicabile
QT_GRONDA	252.1
QT_SUOLO	248.3
SHAPE__ID	2.0
SUPERFICIE	109.01
TIPO_PORZ	al suolo

Figura 27 – Finestra attributi oggetti del pannello Inspector

La finestra posta al lato destro della schermata è invece quella dell'*Inspector,* da cui è possibile accedere agli attributi relativi ad ogni singolo oggetto, esattamente come accade in un qualsiasi ambiente GIS. Il CityEngine infatti è caratterizzato da un'interfaccia molto familiare a chi conosce questo genere di software rendendo agevole fin da subito la navigazione tra le funzioni principali. A questo punto, una volta importati quelli che sono i tematismi di base, l'operazione successiva consiste nell'assegnare i valori di estrusione a tutti quegli oggetti che contengono attributi relativi alle altezze, quali ad esempio alberi o edifici. Per far ciò diventa fondamentale l'uso delle regole[62], una delle principali funzioni a disposizione attraverso le quali è possibile definire le geometrie di questi elementi.

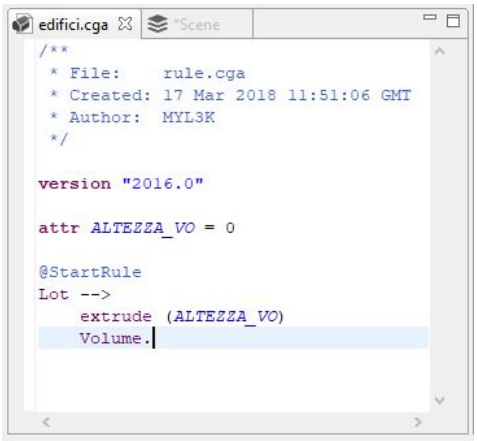

Figura 28 - Esempio di regola

Una regola permette sia di attribuire delle caratteristiche definite dall'utente (ad esempio assegnare altezze fisse o casuali ad un blocco di edifici o ancora generare dei volumi in base alla densità edilizia che si vuole raggiungere), sia di utilizzare gli attributi contenuti all'interno dei database di ogni singolo livello informativo. Nel caso specifico è stato possibile utilizzare sia le altezze reali degli edifici che quella delle alberature, estrapolando i valori dalle tabelle degli attributi ed ottenendo così una rappresentazione realistica di tutte le volumetrie costituenti l'area in analisi.

[62] Le regole possono essere realizzate utilizzando il linguaggio CGA, specifico per generare contenuti architettonici 3D. Il termine CGA sta per Computer Generated Architecture. L'idea della modellizzazione basata sulla grammatica consiste nel definire regole che perfezionino iterativamente una rappresentazione creando sempre più dettagli. (Manuale Esri CityEngine)

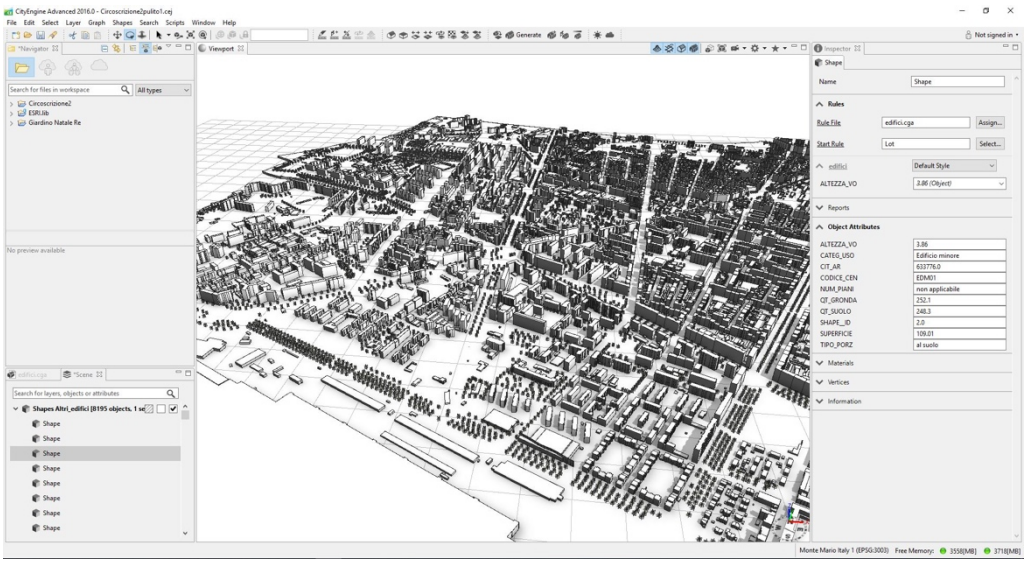

Figura 29 - Visualizzazione base modello 3D

Una volta realizzata la base tridimensionale, sarebbe possibile attribuire a questi oggetti ulteriori caratteristiche puramente estetiche quali ad esempio la tipologia delle coperture, delle texture sia per gli edifici che per altre superfici, nonché la tipologia di alberi ed altre opzioni per migliorare la qualità di questi elementi. Essi rappresentano tutti aspetti che è possibile modificare sia sfruttando i tematismi di base (ad esempio le texture sono suddivise, per gli edifici, rispetto alla funzione e, per gli alberi, rispetto alla tipologia), sia continuando ad utilizzare regole ed elementi personalizzati.

Tuttavia, data la dimensione dell'area e la relativa complessità degli elementi presenti, per rendere il modello maggiormente performante, si è scelto una modalità di rappresentazione semplificata, caratterizzata da volumi elementari e più congrua con la scala.

A questo punto, una volta preparata la base del modello e composta la scena in maniera elementare, è possibile passare alla fase successiva del processo per la realizzazione dell'applicazione olografica. Prima di poter implementare la scena tramite Unity è necessario però esportare il modello in un formato compatibile con quest'ultimo; uno di quelli maggiormente consigliato è il formato FBX.

4.5.2 Implementazione della scena: Unity

La seconda parte di questo processo, forse quella più complessa, consiste nel realizzare ed implementare la scena tramite il software Unity.

Prima di descrivere i principali passaggi che contraddistinguono questa fase del lavoro, è necessario precisare quelle che sono le caratteristiche basilari di questo ambiente di sviluppo.

Realizzare una scena significa inserire all'interno dell'ambiente virtuale che si sta progettando, una camera (che nel caso di utilizzo di un visore sarà rappresentata dallo stesso) la quale identificherà la posizione dell'utente rispetto all'oggetto, ed un *game object* che invece sarà costituito da uno o più oggetti progettati, all'interno della scena. Qualsiasi caratteristica che andrà ad implementare l'esperienza immersiva sarà collegata con quest'ultimo tramite degli script, con i quali si assegneranno i comportamenti e le funzioni di ogni *game object*.

Fondamentale infatti, per l'uso di questo software, è la conoscenza di alcuni fondamenti di C#, un linguaggio di programmazione *object-oriented* sviluppato da Microsoft.

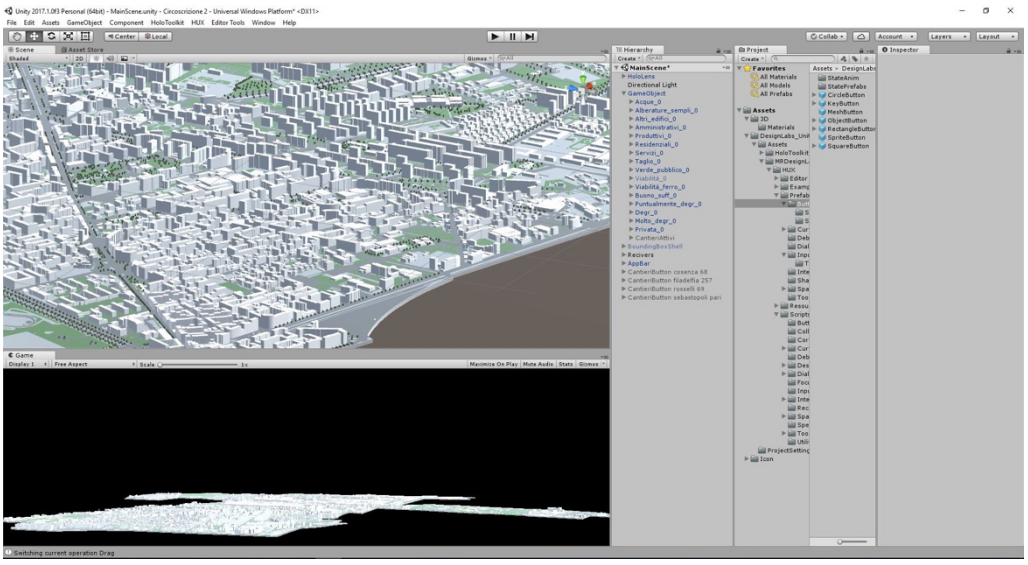

Figura 30 - Visualizzazione in Unity

All'interno di Unity sarà non solo possibile creare o importare oggetti tridimensionali, ma soprattutto impostare i parametri per effettuare manipolazioni, gestire eventi ed i comportamenti di ognuno.

Tramite alcuni funzioni potranno inoltre essere gestite l'illuminazione, eventuali animazioni o caratteristiche audio per migliorare l'esperienza immersiva dell'utente.

Fatto questa rapida introduzione su quella che sono le potenzialità di questo software, si procederà alla descrizione dei fondamentali passaggi per realizzare l'applicazione.

Una volta creato un nuovo progetto, possono essere realizzati o importati gli oggetti che comporranno la scena insieme ad una camera e delle luci che verranno inserite di default. Una volta posizionato l'oggetto centralmente rispetto al sistema di riferimento fornito dal programma (x,y,z: 0,0,0), la prima cosa da dover impostare è la camera, la quale dovrà essere settata in base alle caratteristiche del visore e non utilizzando i parametri standard.

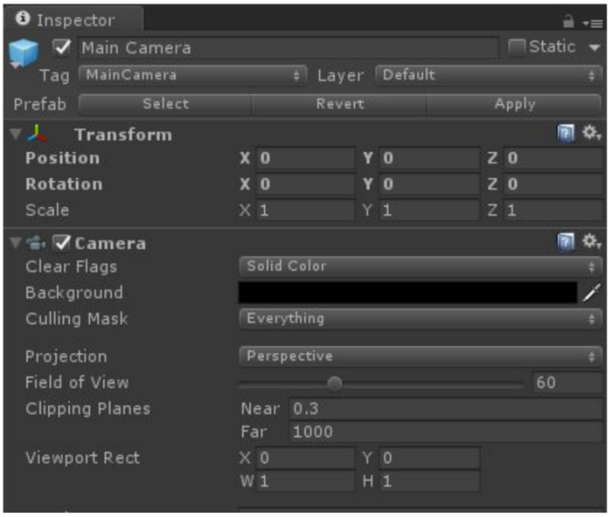

Figura 31 - Esempio configurazione camera per Hololens

Con Hololens è essenziale modificare il backgroud selezionando il colore nero (tutto ciò che è renderizzato come nero vieni infatti interpretato dal dispositivo come trasparente). In questo modo in un ambiente misto sarà possibile visualizzare solo l'oggetto interessato senza oscurare le caratteristiche dell'ambiente fisico.

Secondo parametro fondamentale è la *clipping render distance*, cioè la distanza minima che un oggetto deve avere per essere visualizzato, evitando l'affaticamento visivo: esso potrà essere impostato tra 0,85m e 5m.

Eseguite queste impostazioni basilari sarà già possibile visualizzare nella finestra di anteprima, attivabile all'interno di Unity, come l'oggetto apparirà rispetto all'utente.

La fase successiva, date le caratteristiche con cui è stato esportato il modello tridimensionale da CityEngine, sarà quella di texturizzare gli oggetti; procedimento che tramite Unity risulta molto più veloce ed efficace.

Ad esempio, una dei tematismi attivabili all'interno del modello finale, è la visualizzazione delle funzioni edilizie distinguibili in base a differenti colorazioni. Per far ciò è necessario che gli edifici siano stati precedentemente esportati in blocchi per velocizzare il processo che altrimenti andrebbe eseguito su ogni singolo volume. In altre parole dovranno essere esportati prima tutti gli edifici residenziali, poi tutti quelli produttivi, poi quelli dedicati alle finzioni commerciali e così via. Questo procedimento permetterà di poter lavorare all'interno di Unity su un intero gruppo di oggetti aventi le medesime caratteristiche e attribuire ad essi le stesse funzioni, ad esempio un preciso colore o la possibilità di far apparire o nascondere una determinata tipologia funzionale.

Questo tipo di meccanica è necessaria per ogni oggetto o tema che dovrà essere indipendente e che dovrà essere rappresentato nel modello 3D in quanto, il principale problema, consiste nella perdita delle informazioni in fase di esportazione da CityEngine al formato FBX.

Fatto ciò, una volta che ogni *game object* visualizzato o visualizzabile sarà stato definitivamente realizzato, è necessario attribuire ad esso le funzioni relative alle *gesture*. Per facilitare queste operazioni, Microsoft ha messo a disposizione l'HoloToolKit: una serie di strumenti e funzioni prefabbricate composte da script, oggetti preimpostati, materiali, etc., attivabili semplicemente trascinandoli all'interno dei *game object*. È così possibile abilitare un menù che consenta le tre manipolazioni base sugli oggetti quali: sposta, ruota e scala. O ancora funzioni più complesse come la possibilità di far apparire o nascondere

oggetti, cambiare il loro colore quando incrociati dallo sguardo dell'utente tramite il *gaze*, nonché molte altre interazioni contenute all'interno del *toolkit*.

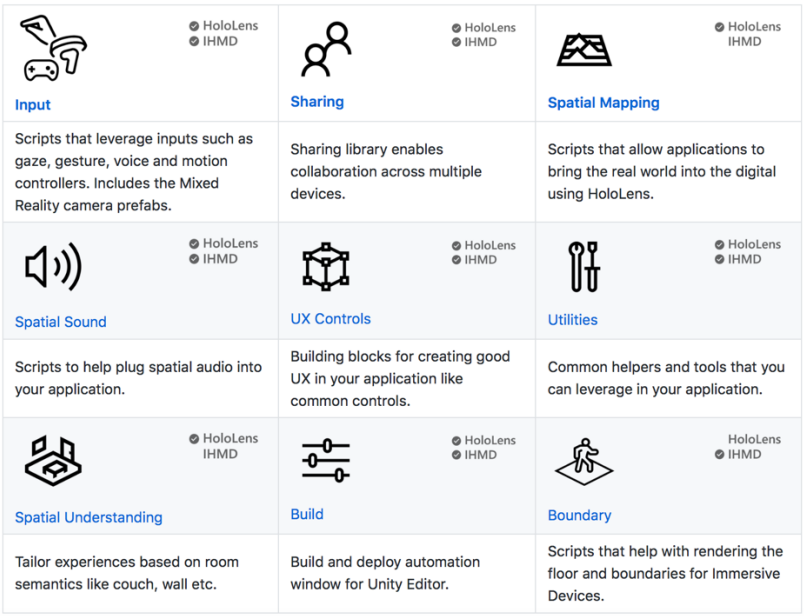

Figura 32 - HoloToolKit: features disponibili

Tuttavia è fondamentale, parallelamente all'inserimento dei *prefab*s per la gestione degli eventi, che gli oggetti selezionabili o cliccabili abbiano una sorta di tangibilità. Per far ciò è necessario attribuire ad ognuno di essi un oggetto soprannominato *Bounding Box*, una sorta di scatola trasparente la quale, approssimando le geometrie di ogni oggetto associato, lo rende cliccabile e attiva le relative funzioni.

Ultima interessante caratteristica, a concludere la fase di progettazione della scena, è la possibilità di assegnare ad un oggetto un target di riferimento per il posizionamento di quest'ultimo rispetto ad un punto definito nell'ambiente fisico. Tramite Vuforia, un'estensione di Unity, si definisce un'immagine, nel caso in esempio un QR Code, la quale, quando inquadrata dal visore, sarà riconosciuta e posizionerà istantaneamente l'oggetto ancorandolo a quest'ultima. Questo tipo di funzione diventa indispensabile quando lo scopo dell'applicazione non è quella di riprodurre un modello tridimensionale in scala, ma quello di simulare la presenza di oggetti con dimensioni reali (ad esempio un edificio, elementi di arredo urbano o delle nuove alberature) nello spazio fisico, prima della loro reale realizzazione.

Figura 33 - QR Code utilizzato per il posizionamento con Vuforia

A questo punto, implementata la scena con tutti gli oggetti, assegnate le *gesture* ed inserite tutte le funzioni necessarie per le diverse features, l'applicazione può essere considerata pronta per la distribuzione, ovvero può essere caricata sul dispositivo Hololens.

4.5.3 Distribuzione dell'applicazione olografica: Visual Studio

Terminato il processo di completamento della scena, l'ultimo passaggio da eseguire consiste nel "costruire" l'applicazione che potrà così essere finalmente lanciata dal dispositivo.

Per prima cosa, prima di terminare l'esperienza con Unity, la scena realizzata va esportata come progetto: esso dovrà essere correttamente impostato per far sì che l'app sia supportata dal visore.

Una volta salvato correttamente, si potrà passare allo sviluppo tramite Microsoft Visual Studio. la funzionalità principale del programma consiste nell'editare codici per lo sviluppo di applicazioni per tablet, smartphone e computer, oltre a siti e servizi web. La sua forza si basa sulla quantità di linguaggi informatici che riesce a supportare: C#, Visual Basic, F#, C ++, Python e Html/Java, solo per citarne alcuni.

Una volta importato il progetto all'interno del programma sarà possibile visualizzare tutti i file che lo compongono nella finestra di destra: la *Solution Explorer*. Qui, prima di procedere al setting delle impostazioni, bisognerà

assicurarsi di aver selezionato la terza voce (dopo i due *assembly*[63]), la quale avrà lo stesso nome con cui il progetto è stato rinominato.

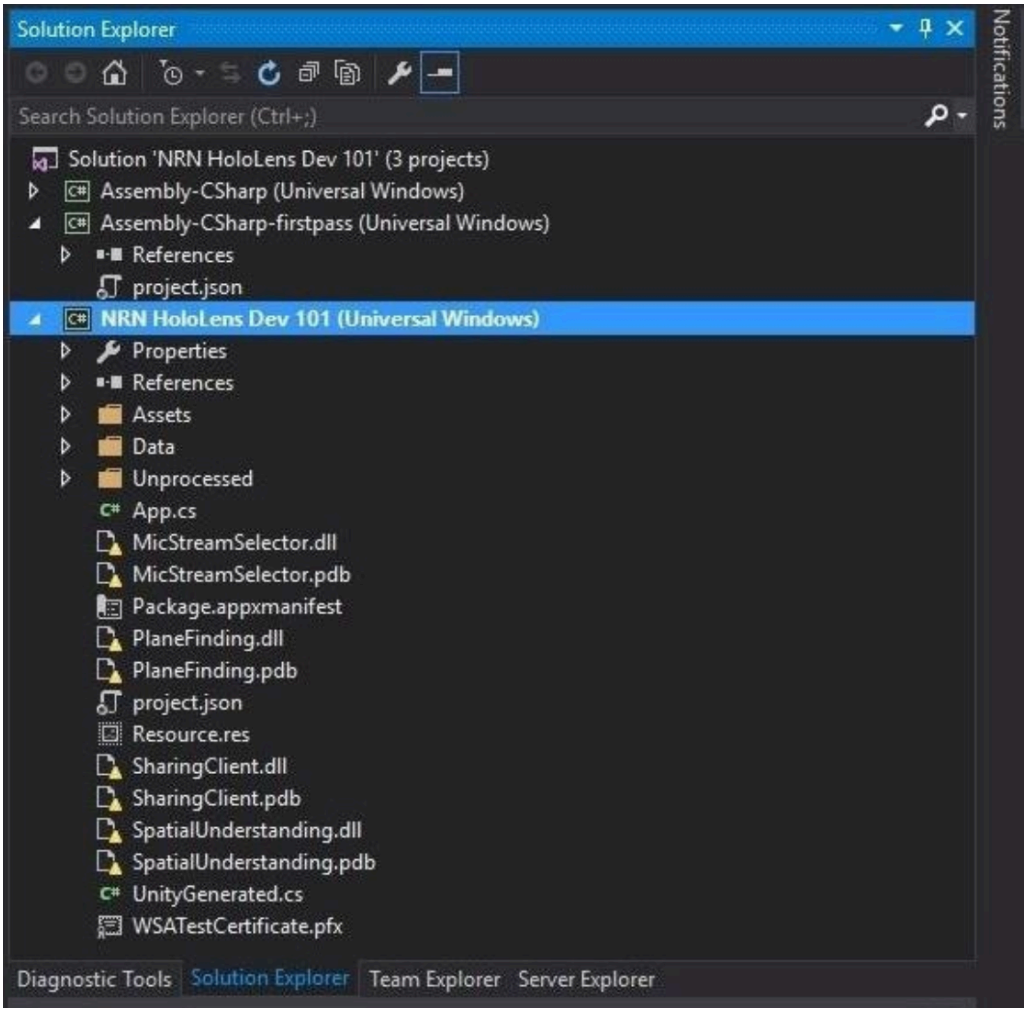

Figura 34 - Solution Explorer di Visual Studio

Il passo successivo consiste nella configurazione rispetto alla tipologia di app che si sceglierà di realizzare e per far ciò la prima impostazione da selezionare sarà la modalità *Release* dal menù a tendina, tramite la quale si semplificherà la struttura in fase di compilazione dell'app.

[63] Il linguaggio assembly, detto anche linguaggio assemblativo, è, tra i linguaggi di programmazione, quello più vicino al linguaggio macchina vero e proprio, pur essendo differente rispetto a quest'ultimo. Erroneamente viene spesso chiamato "assembler", ma quest'ultimo termine identifica solo il programma "assemblatore" che converte il linguaggio assembly in linguaggio macchina.

Successivamente, accanto al primo menù a tendina, per rendere compatibile l'applicazione con i visori Microsoft, dovrà essere selezionata la voce *x86* che identifica l'architettura del processore di cui è dotato il visore.

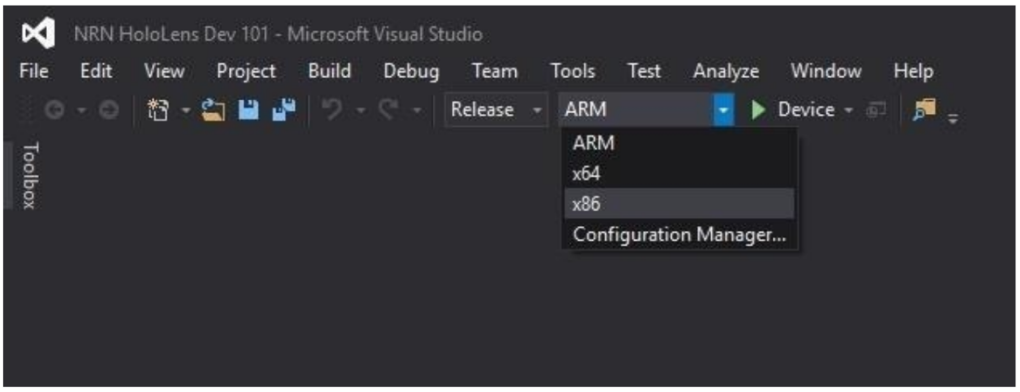

Figura 35 - Setting dell'app in Visual Studio

Fatto ciò l'applicazione è pronta per essere caricata sul dispositivo: basterà cliccare sul tasto Play accanto alle voci appena selezionate, decidere se installare l'app tramite Wi-Fi o tramite un normalissimo cavo usb e attendere qualche minuto per il completamento del processo.

4.5.4 Risultati ottenuti

La sperimentazione effettuata sull'area pilota della Circoscrizione 2 ha avuto come risultato due app distinte.

Come spesso discusso all'interno della ricerca, queste tecnologie offrono differenti modalità di esperienza immersiva nonché diverse tipologie di approccio alla materia: in alcuni casi è possibile visualizzare modelli interattivi tridimensionali di intere porzioni di territorio ed accedere ad una serie di contenuti tematici, in altri si può ottenere una tipologia di esperienza nel quale visualizzare, in scala 1:1, diversi oggetti tridimensionali collocati nello spazio reale.

Il primo risultato è un'applicazione che ha come obiettivo quello di testare quanto questa tecnologia possa essere accostata ai classici strumenti a disposizione del pianificatore e come in questo caso possa addirittura sostituirne uno dei più classici, implementandone la funzionalità: il plastico.

L’esito del lavoro è un modello tridimensionale dell’intera area studio, sul quale è possibile non solo visualizzare, con un ottimo livello di dettaglio, ogni oggetto che si desidera rappresentare, ma soprattutto si ha la possibilità di interagire con questi ultimi avendo accesso ad una serie di informazioni. È infatti possibile, tramite un apposito menù, attivare o disattivare i diversi livelli tematici come se si stesse utilizzando un normale ambiente di sviluppo basato su GIS.
Lanciata l’applicazione è possibile eseguire sull’ologramma le tre manipolazioni essenziali: muovi, ruota e scala.
Una volta posizionato il risultato sarà quello nella figura sottostante.

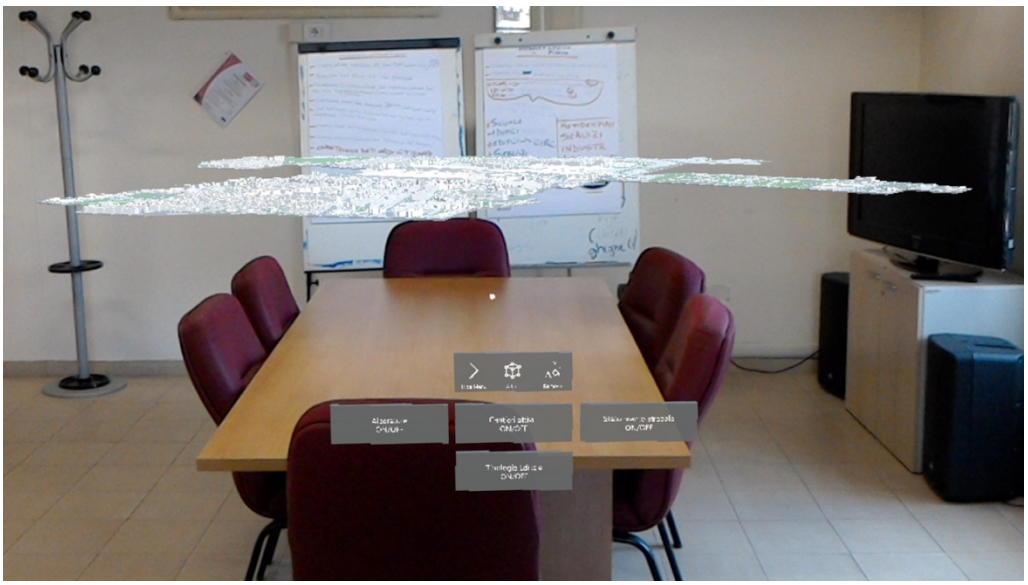

Figura 36 - Modello con menù

Dal menù visibile al di sotto dell’ologramma, è possibile attivare ed esempio le alberature presenti nell’area.

Figura 37 – Alberature

Altra caratteristica è la visualizzazione degli edifici in base alle differenti tipologie funzionali suddivise per colore: rosso per gli edifici residenziali, giallo per quelli con funzione terziarie o commerciale, viola per i produttivi, blu per gli amministrativi e arancione per quelli di tipologie secondarie.

Figura 38 - Funzioni urbane

Cliccando invece sul pulsante “stato manto stradale”, ogni tratto di strada che compone la maglia viaria si colorerà in base al livello di degrado. La colorazione va dal verde al rosso, passando per il giallo e l’arancione ed indica

rispettivamente: strada in buona condizione, puntualmente degradata, parzialmente degradata e per ultimo degradata.

Figura 39 - Stato manto stradale

Infine l'ultimo livello informativo abilita la visualizzazione puntuale di una serie di cantieri attivi nel periodo febbraio-marzo 2018. Ad ogni cantiere è stato associata un'icona indicante il punto preciso rispetto al modello. Molto interessante in questo caso è l'accesso agli attributi relativi a questi ultimi. Infatti cliccando sulle singole icone è possibile attivare un pannello che contiene tutte le informazioni digitalizzate che solitamente sono contenute all'interno dei fogli di lavoro disponibili solo in formato cartaceo.

Figura 40 - Cantieri attivi

Se la prima app è pensata principalmente per pianificatori e progettisti, la seconda estende l'interesse anche ai cittadini.

L'idea infatti è la realizzazione di un'applicazione che consenta di visualizzare le trasformazioni urbane che interessano una determinata area in scala 1:1, prima che qualsiasi elemento progettato sia effettivamente costruito o collocato all'interno dell'ambiente fisico: nello specifico è stata simulata la riqualificazione del giardino Natale Re all'interno dell'area circoscrizionale, inserendo un gazebo, alcune panchine e delle alberature.

Figura 41 - Progetto giardino Natale Re

Figura 42 - Particolare gazebo

Conclusioni

Chi o quante persone hanno considerato tali tecnologie, nate sicuramente con scopi ben diversi, un importante strumento a supporto delle attività di gestione e progettazione urbana?

Una Smart City è un luogo in cui le persone non subiscono gli effetti generati dalle moderne ICT, ma ne sfruttano il potenziale per crescere e competere. È un luogo in cui cittadini, tecnici ed amministrazioni intelligenti vivono consapevolmente la tecnologia traendone benefici ed implementando l'efficienza delle proprie attività.

Ma il cambiamento per avere successo dovrà essere accettato, abbandonando quel senso di spavento che spesso accompagna il termine innovazione, in quanto capace di rompere degli equilibri considerati ormai acquisiti: essa non va subita e, fatte le dovute eccezioni, va ricordato ancora una volta che l'innovazione è frutto della genialità umana.

Se la città non è un obiettivo da raggiungere ma un percorso tortuoso da seguire, animato dalle nostre attività, il modello smart potrebbe rappresentare una soluzione.

Alcuni sembrano aver compreso simili questioni, iniziando ad investire tempo e risorse per raggiungere tali obiettivi, ed è in questa matrice culturale che si inseriscono gli strumenti sperimentati nel corso della ricerca.

Tutte le diverse tecnologie che compongono l'ambiente dell'extended reality stanno trovando nel mondo differenti sperimentazioni in diversi ambiti: da quello ricreativo alla mobilità, dall'educazione alla gestione delle emergenze, passando per l'architettura e la pianificazione. Tuttavia in Italia lo scenario è ben differente, infatti, dalla ricognizione fatta rispetto alle principali Smart City nazionali, sembrerebbe ancora non esserci stata alcuna applicazione se non in ambito accademico. Ciò nonostante il paradigma ha acquisto una notevole trazione negli ultimi anni, favorendo la crescita economica oltre ad una gestione urbana efficiente e sostenibile; molto significativi sono diventati anche gli aspetti relativi alla visualizzazione e la previsione dei dati.

È qui che la XR supporterebbe ricercatori e professionisti nell'eseguire analisi territoriali in tempo reale, simulando i diversi scenari "what-if", aiutando le amministrazioni e soprattutto i cittadini a comprendere gli impatti ambientali e sociali delle loro decisioni.

La XR acquisirà sicuramente un importante ruolo nel futuro della progettazione urbana, supportando professionisti nel disegno della città, migliorandone gli aspetti comunicativi nonché implementando la partecipazione pubblica.

Chiaramente ci troviamo di fronte ad una tecnologia esplosa in particolar modo negli ultimi due anni e che ad oggi non sembrerebbe aver ancora raggiunto la sua maturità. Ciò nonostante il potenziale espresso fin qui lascia ben sperare per il futuro e, malgrado le attuali criticità, questo genere di tecnologie sarà destinata ad entrare sempre più nelle nostre attività quotidiane.

Se la meccanica per l'inserimento delle informazioni all'interno dei modelli tridimensionali e gli ancora non perfetti sistemi di posizionamento degli oggetti rappresentano ad oggi un limite, i risultati ottenuti fin qui, sia nel corso di questa ricerca che all'interno del panorama internazionale, fanno emergere l'incredibile forza di questi strumenti.

Il futuro della pianificazione sarà costretto a scontrarsi inevitabilmente con nuovi modelli di analisi e comunicazione analizzati, pur tra le criticità individuate: quest'ultimi possiedono infatti tutte le caratteristiche necessarie per contribuire al raggiungimento della *smartness*.

Bibliografia

ABB e The European House-Ambrosetti, (2012), **Smart Cities in Italia: un'opportunità nello spirito del Rinascimento per una nuova qualità della vita**. 38° edizione del Forum di Villa d'Este, 8 settembre 2012.

Albino V., Berardi U, Dangelico R. M., (2015), **Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance and Initiative**. Journal of Urban Technology, vol.22, n.1, pp.3-21.

Associazione Torino Internazionale, (2015), **Il terzo Piano Strategico dell'area metropolitana di Torino**.

Attiva Firenze., (2014). **Una Bussola per Firenze**.

Azuma R. T., (1997), **A Survey of Augmented Reality**. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, vol.6, n.4, pp.355-385.

Battarra R., Fistola R., La Rocca R. A., (2016). **City SmartNESS: the Energy Dimension of the Urban System**. Smart Energy in the Smart City. Urban Planning for a Sustainable Future. Springer International Publishing.

Batty M., Axhausen K. W., Giannotti F., Pozdnoukhov A., Bazzani A., Wachowicz M., Ouzou- nis G., Portugali Y., (2012), **Smart Cities of the Future**. European Physical Journal Special Topics, vol.214(1), pp.481-518.

Batty M., Axhausen K.W., Giannotti F., Pozdnoukhov A., Bazzani A., Wachowicz M., Ouzounis G., Portugali Y., (2012). **Smart cities of the future**. The European Physical Journal Special Topics, vol.214, pp. 481–518.

Bonomi A., Masiero R., (2013), **Dalla Smart City alla Smart Land**. Marsilio Ed, Tempi.

Camagni R., (2003), **Piano strategico, capitale relazionale e community governance**. Pianificazione strategica per le città: riflessioni dalle pratiche, Franco Angeli, Milano.

Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P., (2009), **Smart Cities in Europe**. 3rd Central European Conference, Regional Science, pp.45-59.

Carboni P., Dominici G., Piersanti V, (2017), **iCity rate 2017.** Forum Pubblica Amministrazione, Edizioni FPA - Collana Ricerche.

Castro, P., Zhang, D., Li S., (2012), **Urban traffic modelling and prediction using large scale taxi GPS traces**. Proceedings of the 10th International Conference Pervasive Computing, Newcastle, UK, 18–22 June 2012; pp. 57–72.

Ceapa I., Smith C., Capra L., (2012), **Avoiding the crowds: Understanding tube station congestion patterns from trip data**. ACM SIGKDD International Workshop on Urban Computing, Beijing, China, pp. 134–141.

Censis, (2014), **Rileggere i territori per dare identità e governo all'area vasta. Il governo delle aree metropolitane in Europa**. Report di ricerca.

Città Metropolitana di Firenze, (2014), **Statuto della Città Metropolitana**.

Comitato Promotore Bologna 2021, (2014). **Il Piano Strategico Metropolitano di Bologna**.

Commissione Europea, (2014), **Horizon 2020 in breve**. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo.

Comune di Firenze, (2007), **Piano Energetico Ambientale Comunale**.

Comune di Firenze, (2011), **Piano di Azione per l'Energia Sostenibile del Comune di Firenze**.

Comune di Firenze, (2014), **Per un Rinascimento digitale. Manifesto per Firenze**.

Comune di Milano, (2013), **Verso Milano Smart City. Progetti e principali interventi**.

Comune di Milano, (2014), **Linee Guida Milano Smart City**.

Comune di Scandicci, (2010), **Piano Energetico Ambientale Comunale**. Agenzia Fiorentina per l'Energia.

Cretu L. G., (2012), **Smart Cities Design using Event-driven Paradigm and Semantic Web**. Informatica Economică, vol.16, n.4, pp.57-67.

Daintith J., (2009), **A Dictionary of Physics**. Oxford University Press.

Dente B., Melloni E., (2008). **Le forme associative per il governo delle metropoli: esperienze e proposte**. La Finanza Locale in Italia. Rapporto 2007, ISAE, IRES, IRPET, SRM, IReR, Milano, IT: FrancoAngeli.

Dominici G., La Nave M., Piersanti V, (2016), **iCity rate 2016.** Forum Pubblica Amministrazione, Edizioni FPA - Collana Ricerche.

Etzkowitz H., Leydesdorff L., (2000), **The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations**. Research Policy, vol.29(2), pp.109-123.

Fondazione di ricerca Istituto Carlo Cattaneo, (2014), **Cittadini stranieri in Provincia di Bologna: Caratteristiche e tendenze. Rapporto di ricerca realizzato per la Provincia di Bologna**. Bologna.

Gabellini P., (2013), **Capire il carattere della crisi, agire gradualmente e selettivamente, accettare la parzialità**. Città e politiche in tempo di crisi, F. Angeli, Milano.

Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., Meijers, E., (2007), **Smart Cities - Ranking of European medium-sized cities**. Vienna University of Technology.

Harrison C., (2010), **Foundations for Smarter Cities**. IBM Journal of Research and Development, vol.54, n.4, pp.1-16.

Hollands R. G., (2008), **Will the real Smart City please stand up?**. City, vol.12, n.1, pp.303-320.

Ispra, (2013), **Rapporto Rifiuti Urbani**. Rapporto n.176, Roma.

Istituto Nazionale di Statistica, (2017), **Rapporto BES 2017.**

Jamei E.; Rajagopalan P., (2017), **Urban development and pedestrian thermal comfort in Melbourne**. Solar Energy, vol.144, pp.681–698.

Kim, Y.O., Penn, A., (2004), **Linking the spatial syntax of cognitive maps to the spatial syntax of the environment**. Environment and Behavior, vol.36, pp.483–504.

Las Casas G., Lombardo S., Murgante B., Pontrandolfi P., Scorza F., (2014), **Open Data for Territorial Specialization Assessment Territorial Specialization in Attracting Local Development Funds: an Assessment. Procedure Based on**

Open Data and Open Tools. TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment. Special Issue: INPUT, DICEA - Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering University of Naples, "Federico II".

Maged N., Kamel B.Zhihan L., Guerrero P., Charlene J. and Anthony Steed, (2017) **From urban planning and emergency training to Pokémon Go: applications of virtual reality GIS (VRGIS) and augmented reality GIS (ARGIS) in personal, public and environmental health**. International Journal of Health Geographics, vol.16.

Manville C., Cochrane G., Cave J., Millard J., Pederson J. K., Thaarup R. K., Liebe A., Wissner M., Massink R., Kotterink B., (2014), **Mapping smart cities in the EU**. European Parliament, Policy Department A: Economic and Scientific Policy, Bruxelles.

Marsal-Llacuna M. L., Linas J. C., Frigola J. M., (2015), **Lessons in urban monitoring taken from sustainable and livable cities to better address the Smart Cities initiative, Technological Forecasting and Social Change**. Technological Forecasting and Social Change, vol.90-B, pp.611-622.

Milgram P., Takemura H., Utsumi A., Kishino F., (1994), **Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum**. ATR Communication Systems Research Laboratories, Kyoto, Japan.

Nam T., Pardo T. A., (2014), **Conceptualizing Smart City with dimensions of technology, people and institutions**. 12th Annual International Conference on Digital Government Research, College Park, MD, USA.

Natapov A., Czamansk, D., Fisher-Gewirtzman D, (2016), **Visuospatial search in urban environment simulated by random walks**. International Journal of Design Creativity and Innovation, vol.4, n.2, 85–104.

Neirotti P., De Marco A., Cagliano A. C., Mangano G., & Scorrano F., (2014), **Current trends in Smart City initiatives: Some stylised facts**. Cities, vol.38, pp.25-36.

Osservatorio Nazionale Smart City, (2013), **Vademecum per la Città Intelligente**. ANCI, Edizioni FPA - Collana Ricerche.

Papa R., (2014), **Towards Smart City, a Scientific Approach**. Aracne, Roma.

Papa R., Gargiulo C., Battarra R., (2016), **Città Metropolitane e Smart Governance. Iniziative di successo e nodi critici verso la Smart City**. FedOA Press (Federico II Open Access University Press).

Papa R., Gargiulo C., Galderisi A., (2013), **Towards an urban planners' perspective on smart city**, TeMA Journal of Land Use, Mobility and Environment, vol.6(1), pp.5-17, DICEA - Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering University of Naples, "Federico II"

Presidenza del Consiglio dei Ministri, (2015), **Strategia per la crescita digitale 2014-2020.**

Provincia di Bologna, (2005), **Futuro metropolitano. Un progetto per il territorio bolognese**. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Alinea, Firenze.

Provincia di Milano, (2013), **Relazione generale del Piano Territoriale di Coordinamento Provincia**.

Provincia di Torino, (2011), **Relazione illustrativa del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale - Ptc2**.Città Metropolitana di Torino.

Provincia di Torino, (2014), **9° Rapporto sull'energia**. Città Metropolitana di Torino.

Rios P., (2009), **Creating a Smart City**, University of Detroit.

Sauders T., Baeck P., (2015), **Rethinking Smart Cities from the ground up**. Nesta, Londra.

Sclavi M., L. Susskind, (2011), **Confronto creativo. Dal diritto alla parola al diritto ad essere ascoltati**. Et Al Edizioni, Milano.

Venturi G., (2011). **Il PTCP di Bologna, efficacia e limiti**. Ecoscienza, vol.4, pp.32-33.

Washburn D., Sindhu U., (2010), **Helping CIOs Understand "Smart City" Initiative**. Forrester Reasearch, 2010.

Wilkinson, Rosa *et al.*, (2005), **Public Procurement for Research and Innovation**. DG Research of the European Commission.

Sitografia

http://cityprotocol.org

http://civitas.eu/civinet/civinet-italia

http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/index_en.htm

http://www.getconnected.it

http://www.greendigitalcharter.eu

http://www.imaginativeuniversal.com/blog/2015/10/18/how-hololens-displays-work/

http://www.overworld.co/ecco-cose-la-mixed-reality/

https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/computer-vision/

https://azure.microsoft.com/it-it/blog/microsoft-cognitive-services-general-availability-f or-face-api-computer-vision-api-and-content-moderator/

https://cloud.google.com/vision/

https://developer.microsoft.com/en-us/windows/holographic/documentation

https://developer.microsoft.com/en-us/windows/holographic/hardware_details

https://developer.microsoft.com/it-it/windows/mixed-reality/

https://docs.unity3d.com/Manual/index.html

https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/greenbuilding

https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development_en

https://egvi.eu

https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_HoloLens

https://en.wikipedia.org/wiki/Unity_(game_engine)

https://github.com/Microsoft/MixedRealityToolkit-Unity

https://jpi-urbaneurope.eu

https://setis.ec.europa.eu/archive/technology-roadmaps

https://support.microsoft.com/en-us/help/12630/hololens-cortana-on-hololens

https://techcrunch.com/2016/10/10/duke-neurosurgeons-test-hololens-as-an-ar-assist-on -tricky-procedures/

https://www. microsoft.com/microsoft-hololens/en-us

https://www.agid.gov.it/it/agenzia/strategia-quadro-normativo

https://www.docs.microsoft.com/it-it/windows/mixed-reality/academy

https://www.esri.com/arcgis-blog/products/apps/3d-gis/cityengine-rule-of-the-week/

https://www.foundry.com/industries/virtual-reality/vr-mr-ar-confused

https://www.gislounge.com/gis-virtual-reality/

https://www.hololens.reality.news/

https://www.lambda3.com.br/2017/08/mixed-reality-design-labs/

https://www.microsoft.com/en-us/hololens

https://www.pattodeisindaci.eu

https://www.randstad.it/knowledge360/archives/realta-aumentata-dalle-aziende-a-pokemon-go_444/

https://www.theverge.com/2016/1/16/10778864/microsoft-hololens-battery-life-features

https://www.theverge.com/2016/3/30/11333192/microsoft-hololens-partners-augmented-reality-boring