Gemello Digitale Territoriale

Land DigitalTwin

Roberto Masiero

Michele Casertano
Luca Pistorello

Osservatorio
per il paesaggio
delle colline
di Conegliano
Valdobbiadene

Fondazione
Francesco Fabbri

OSSERVATORIO
PER IL PAESAGGIO
DELLE COLLINE
DI CONEGLIANO
VALDOBBIADENE

Fondazione
Francesco
Fabbri

Comune
di Pieve di Soligo

IPA
Terre Alte della
Marca Trevigiana

RETE REGIONALE
OSSERVATORI PER IL PAESAGGIO
Veneto

Questo dossier voluto dall'Osservatorio
per il Paesaggio delle colline di Conegliano
e Valdobbiadene , finanziato dalla Fondazione
Francesco Fabbri e promosso dal Comune
di Pieve di Soligo e dal IPA della Marca trevigiana,
nasce dopo un incontro al Museo M9 di Mestre
dal titolo Fare comunità e co- produrre territorio
con i digital Twin al quale hanno partecipato
Cosimo Accoto, Alberto Baban,Flavia Barca,
Elena Battaglini, Paolo Erminio Canevese,
Andrea Carobene, Federico della Puppa,
Alberto De Toni, Nicola Martinelli, Francesco
Molinari, Maurizio Morgantini, Anna Laura
Palazzo, Nicola Pirina, Roberto Siagri,
Silvano Tagliagambe, Paolo Zanenga.
Un ringraziamento a Danilo Casertano,
per le relazioni personali che ha creato,
i consigli, i documenti di studio, il supporto.
L'incontro ha preso la forma di un pre print,
curato da Elena Battaglini e Aurora Riponti.
Il dossier che recupera alcuni contenuti elaborati
in quella occasione, in particolare dagli interventi
di Elena Battaglini, Nicola Martinelli e Paolo
Zanenga, è anche l'esito del lavoro di Michele
Casertano e Luca Pistorello che firmano
la parte più significativa della documentazione.

Un grazie a tutti
Roberto Masiero

Indice

8 **Glossario**

12 **Introduzione**

Land digital twin
15 • Che cos'è un gemello digitale?
18 • I gemelli digitali e le loro implicazioni
19 • Gemello digitale e metaverso
21 • La transizione al digitale, il metaverso e le idee emergenti sul territorio e sul "fare" comunità
22 • Il governo dei territori con i gemelli digitali
24 • Progettare con il gemello digitale
25 • Rigenerazione urbana e cittadinanza digitale
26 • Il territorio come DAO (distributed autonomous organization)
27 • Il gemello digitale da simulazione ad attuazione della realtà
31 • Alcune considerazioni a margine

Digital twin esistenti: siamo al passo coi tempi?
35 • Sperimentando il Digital Twin
36 • Virtual Singapore
38 • National Digital Twin Programme, UK
40 • Zurigo
42 • Herrenberg
44 • CityZenith e TwinUp
46 • Svizzera, 3D Viewer
48 • Buildmedia e il Digital Twin di Wellington
50 • Univrses
52 • DUET Project

La costruzione del modello
55 • Tecnologie disponibili per un'interfaccia di Digital Twin territoriale
55 • Il modello 3D del terreno
57 • Un modello parametrico: usare il machine learning
57 • Software di gaming per il Digital Twin: Unreal Engine
60 • Le potenzialità di Google Earth

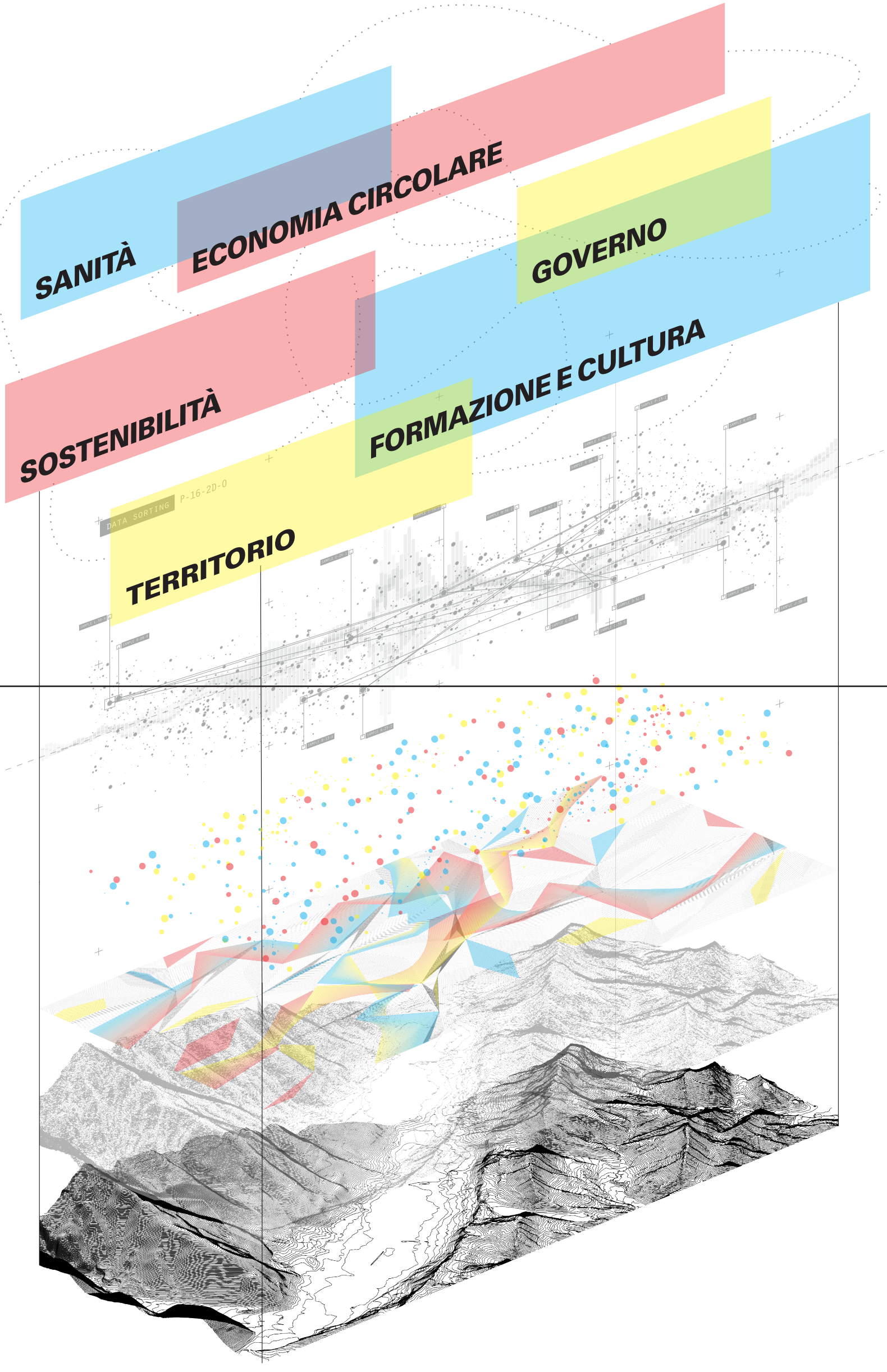
La raccolta dei dati
63 • La relazione tra modello e dati
64 • Cosa sono gli open data?
66 • Live open data, sensoristica, raccolta dati in tempo reale

Territorio digitale: come funziona un digital twin territoriale
69 • Il Digital Twin come piattaforma di entità, sistemi, processi
71 • L'interfaccia
71 • Combinazioni e correlazioni
73 • Simulazione

Territorio digitale: i nodi della rete
75 • Qual è la rete?
75 • La rete di dati
76 • Clima e monitoraggio ambientale
78 • Monitoraggio della vegetazione urbana e forestale
80 • Settori produttivi ed economia circolare
80 • Settore immobiliare e delle costruzioni
82 • Traffico
83 • Informazione, formazione ed istruzione
86 • Turismo
88 • Economia e finanza
89 • Sanità

Digital twin territoriale: alcune questioni
97 • Fruibilità del Digital Twin
97 • Collaborazione tra settore pubblico e privato
98 • Call To Action: il coinvolgimento del cittadino per un Digital Twin partecipativo

100 **Sitografia e bibliografia**


SANITÀ
ECONOMIA CIRCOLARE
GOVERNO
SOSTENIBILITÀ
FORMAZIONE E CULTURA
TERRITORIO
DATA SORTING
P-16-2D-0

Glossario

Big Data
In statistica e informatica, la locuzione inglese big data (o l'italiana megadati) indica genericamente una raccolta di dati informatici così estesa in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per essere compresi.

Blockchain
Struttura che descrive una serie di eventi, racchiusi in "blocchi", collegati tra loro in modo sicuro in quanto crittografate. Ogni blocco contiene data e ora (cd. timestamp), informazioni del blocco precedente (cd. hash crittografico), dati che descrivono gli eventi che si verificano (cd. dati di transazione). Di conseguenza le transazioni e le informazioni contenute al loro interno sono permanenti. È possibile registrare nuove informazioni in un nuovo blocco, che andranno a rettificare o integrare quella precedente. La blockchain può essere utilizzata ogni qual volta ci si trovi di fronte al trasferimento di beni o informazioni digitali. Caratteristiche: digitalizzazione dei dati, decentralizzazione, disintermediazione, tracciabilità dei trasferimenti, trasparenza/verificabilità, immutabilità del registro e programmabilità dei trasferimenti. Caratteristica principale: sicurezza.

Cibernetica
Ramo della scienza pura e applicata, che si prefigge lo studio e la realizzazione di dispositivi e macchine capaci di simulare le funzioni del cervello umano, autoregolandosi per mezzo di segnali di comando e di controllo in circuiti elettrici ed elettronici o tramite sistemi meccanici.

Cloud
Banca dati virtuale (server) a cui si accede tramite internet. Sono disponibili in tutte le parti del mondo.

Cloud computing
Tecnologia che consente di avere uno spazio di archiviazione virtuale (cloud storage) a cui poter accedere da qualsiasi luogo e in qualsiasi momento utilizzando solo una connessione ad Internet.

Criptovaluta
Monete virtuali basate sulla tecnologia blockchain e servono per acquistare beni o servizi e scambiare valore. Sono composte da codici crittografici, sono autonome e non girano nei normali servizi finanziari, bancari e soprattutto governativi. Le informazioni sulle transazioni in criptovaluta sono memorizzate in una banca dati virtuale decentralizzata. La prima e più nota criptovaluta è il Bitcoin. Al mondo esistono ad oggi oltre 24.000 criptovalute.

Gemello digitale
Rappresentazione virtuale di un'entità fisica, vivente o non vivente, di una persona o di un sistema con la quale è possibile scambiare dati e informazioni. Il gemello digitale non è solo una copia di qualcosa o di un insieme di cose, ma è anche tutto ciò che è pensabile, interpretabile. Il seguente dossier è dedicato alla spiegazione di cos'è e come funziona un gemello digitale.

Intelligenza artificiale
Tecnologia informatica che rivoluziona il modo con cui l'uomo interagisce con la macchina, e le macchine tra di loro. È il processo attraverso cui le macchine e i sistemi informatici simulano i processi di intelligenza umana. Esempi di applicazione: riproduzione del linguaggio naturale, il riconoscimento vocale, visione artificiale. L'IA riesce ad "apprendere, ragionare, autocorreggersi."

Internet
La rete di collegamenti informatici a livello planetario che da quasi quaranta anni permette la connessione e la comunicazione tra loro di reti locali, di computer e banche dati, rendendone disponibili agli utenti le informazioni nella forma di immagini, filmati, ipertesti, musica, garantendo un servizio socialmente fondamentale come la posta elettronica.

Internet delle cose
Rete intelligente composta da oggetti di uso quotidiano, luoghi e strumenti dotati di processori e connettività wireless. Questi oggetti possono essere riconosciuti, localizzati e controllati tramite Internet, creando un legame tra il mondo fisico e quello digitale. Questa connessione permette agli oggetti di scambiare dati e svolgere attività in modo efficiente, portando a benefici economici e riducendo gli sforzi umani. Esempi: casa intelligente, auto a guida autonoma, assistenti vocali.

Machine learning
Sottoinsieme dell'Intelligenza artificiale. Il suo compito è addestrare i computer a imparare dai dati e a migliorare con l'esperienza, anziché essere appositamente programmato per riuscirci.

Machine reasoning
Processo software che utilizza regole e spazia diverse aree della logica per fare inferenze. Poiché il ragionamento delle macchine utilizza la logica – in un modo che vuole essere paragonabile alla logica umana – le sue applicazioni rientrano principalmente nel campo della robotica e dell'elaborazione del linguaggio naturale. L'uso del ragionamento automatico è uno dei tanti motivi per cui i sistemi software come i "chatbot", cioè i software che elaborano le conversazioni umane (scritte o parlate) consentendo agli utenti di interagire con i dispositivi digitali, stanno diventando sempre più conversazionali. Questa tecnologia aiuta tali sistemi a prendere decisioni basate sul contesto della lingua e su altre informazioni complesse, invece di ricevere semplicemente parole chiave e prendere le implicazioni di quelle parole alla lettera e senza sfumature.

Metaverso
Spazio virtuale tridimensionale all'interno del quale le persone fisiche possono muoversi, condividere, incontrarsi, fare affari e acquistare beni. Il metaverso può liberarsi non certo del reale, visto che può comunque inserire il reale nella propria virtualità, ma produrre nella propria area virtuale scene, figure, personaggi, oggetti non reali, inventati, meri prodotti dell'immaginazione mescolati con la nostra stessa realtà. Gemello digitale e metaverso sono per molti aspetti analoghi. Ambedue utilizzano la realtà aumentata, la realtà virtuale e la realtà estesa e le tecnologie relative, ma in particolare è il metaverso che dipende completamente da queste tecnologie immersive.

NFT
Cd. non-fungible-token, in italiano "gettone non copiabile". Contenuto digitale che rappresenta oggetti del mondo reale come opere d'arte, musica, giochi e collezioni di qualsiasi tipo.

Piattaforma digitale
Infrastruttura in grado di connettere tra loro i sistemi diversi ed esporli agli utenti attraverso interfacce semplificate e integrate, generalmente un'app mobile o un sito web. Assicura l'accesso a informazioni di contatto e di contesto che sono normalmente disponibili solo a singoli soggetti pubblici o privati. Una piattaforma digitale può presentarsi anche come un sito, ma è soprattutto un modo per connette comunità, utenti, soggetti vari e dati in un ecosistema.

Realtà aumentata
L'arricchimento della percezione sensibile mediante informazioni manipolate elettronicamente non percepibili con i cinque sensi.

Realtà estesa
Dall'inglese "extended reality", termine onnicomprensivo che combina le esperienze di realtà aumentata, realtà virtuale e realtà mista. Tecnologia immersiva che consente di modificare in maniera concreta il modo in cui gli esseri umani percepiscono la realtà, traslando la loro esperienza di utenti su un livello completamente nuovo ed enormemente più soddisfacente. Il grado di immersione è strettamente collegato alla possibilità di interazione con l'ambiente digitale. Tramite questa tecnologia, gli utenti si ritrovano in un mondo virtuale o interagiscono con un mondo virtualmente aumentato. I contenuti virtuali vengono quindi percepiti come estremamente vicini alla realtà.

Rete Peer-to-peer
Peer-to-peer (espressione della lingua inglese, abbreviato vale per rete paritaria/paritetica) nelle telecomunicazioni indica un modello di architettura logica di rete informatica in cui i nodi non sono gerarchizzati unicamente sotto forma di client o server fissi, ma anche sotto forma di nodi equivalenti o 'paritari' (peer), potendo fungere al contempo da client e server verso gli altri nodi terminali della rete.
Mediante questa configurazione, qualsiasi nodo è in grado di avviare o completare una transazione. I nodi equivalenti possono differire nella configurazione locale, velocità di elaborazione, ampiezza di banda e quantità di dati memorizzati. Esempio tipico di P2P è la rete per la condivisione di file.

Smart contract
Codice digitale che offre una serie di garanzie

a condizioni predefinite e concordate tra le parti. In sostanza, le parti possono stabilire una condizione che può avviare un'azione o una serie di azioni quando non soddisfatte.

Smart sensor
Sensore che opera registrando, trasmettendo, elaborando, la relazione come "dato". La parola "dato" non va intesa come quantificabile o calcolabile come certezza ma come informazione valutabile /argomentatile in termini di verità solo in relazione alle molteplici contestualità possibili e potenziali: gli enti materiali immateriali vanno considerati come stati di relazione e non come sostrato ontologicamente predefinito. Il futuro dei sensori è interagire costantemente e in modo produttivo con il bios, così come le macchine dovranno sempre più interagire e identificarsi con la vita.

Software I2P
Software libero e open source per la realizzazione di una rete anonima (originariamente chiamata invisible internet project). La rete offre un livello in cui le applicazioni possono scambiarsi dati, messaggi, navigare e quant'altro. Tutti i dati sono avvolti con diversi livelli di crittografia.

Token
Dall'inglese gettone e pedina, chiamato anche token hardware, token per l'autenticazione, token crittografico, è un oggetto fisico o logico necessario per le autenticazioni forti, dette a due fattori. Si presenta spesso sotto forma di dispositivo elettronico portatile di piccole dimensioni, alimentato a batteria con autonomia nell'ordine di qualche anno, dotato di uno schermo e talvolta di una tastiera numerica. Alcuni token possono essere collegati ad un computer tramite una porta USB per facilitare lo scambio di dati. Può anche essere di tipo software , ove le informazioni necessarie risiedono direttamente nel computer dell'utente, o in un app per telefoni, e non in un oggetto fisico esterno. A volte, il token è necessario non tanto per autenticarsi all'applicazione quanto per effettuare le transazioni/operazioni.

Web.0
Sottorete di Internet che riunisce siti, cioè luoghi di connessione digitale, che permettono un sistema di navigazione ipertestuale visualizzabili sul computer per mezzo di appositi programmi software. Il web è uno spazio elettronico e digitale destinato alla pubblicazione di contenuti multimediali (testi, immagini, audio, video, ipertesti, ipermedia, ecc.) nonché strumento per implementare particolari servizi come ad esempio il download di software (programmi, dati, applicazioni, videogiochi, ecc.).

Web 1.0
Chiamato anche world wide web o web statico. È stato il primo stadio del web che utilizziamo quotidianamente. L'utente aveva accesso alle pagine tramite collegamenti ipertestuali, non potendo però interagire con queste.
È stato, ed è ancora, prevalentemente al servizio del mercato.

Web 2.0
Chiamato anche web dinamico, è l'evoluzione del world wide web. A differenza della precedente, questa nuova versione del web fornisce i mezzi all'utente per creare e condividere contenuti online in modo semplice e immediato. Col web 2.0 si è affermata una nuova idea di Internet dinamico, che permetteva agli utenti di partecipare attivamente alla creazione dei contenuti. Il periodo del web 2.0 è stato quello degli user generated content (contenuti generati dagli utenti), dei social, dei podcast, delle pagine di Wikipedia costantemente aggiornate. È stato ed è al servizio del sociale.

Web 2.0
Intende migliorare la rete esistente rendendola sempre più connessa, coinvolgente, interattiva con la creazione di contenuti semanticamente collegati tra loro per una rete in cui ogni utente non si limiterà a leggere o scrivere sulle pagine, ma nella quale sarà possibile interagire in modo molto più libero e spontaneo. Grazie all'Intelligenza artificiale le persone possono interagire al meglio ed essere iperconnesse. La parola d'ordine è connessione. Con il web 3.0 internet è entrato profondamente nelle nostre vite diventando parte integrante di una quotidianità in tutti sono sempre connessi in ogni momento e dovunque.

Web 3.0
Nel web3 si viene a formare una infrastruttura sociale immersiva online simulata e si sviluppa una vera e propria intelligenza collettiva generata in un insieme unico riconducibile ad una intelligenza connettiva. È una vera rivoluzione rispetto a il web 3.0 e tende a decentralizzare, all'anonimato e alla sicurezza. Si affida a blockchain, reti peer-to-peer e software I2P. La volontà alla base del web3 è quella di cambiare radicalmente l'attuale funzionamento della rete, sia per quanto riguarda la fruizione dei contenuti, sia per quanto riguarda i rapporti gerarchici che stanno alla base di Internet. Tende a eliminare la distinzione tra client e servent. Il client è il programma che mette un computer nella condizione di interagire attraverso la rete: è il caso. Il termine client spesso si viene a formare e viene usato anche per indicare il dispositivo che ospita tali software: è il computer di un utente.
Il server invece è un computer che ospita servizi e risorse di rete. Si tratta di un dispositivo capace di memorizzare migliaia di informazioni relative alle pagine Internet. I server sono i gestori e i conservatori di dati sensibili e, da un certo punto di vista, hanno una posizione gerarchicamente superiore rispetto a quello dei client. Il web3 vuole cambiare radicalmente questa gerarchia in cui soltanto una parte detiene l'informazione. E proprio la blockchain che permette di rivoluzionare completamente il criterio secondo cui vengono gestiti i dati. La blockchain prevede che l'informazione venga archiviata in più copie e distribuita all'interno di una rete di computer peer-to-peer. Questo insieme di tecnologie può quindi slegarsi dal semplice ruolo di database delle criptovalute, per diventare la base su cui verrà costruita una nuova rete. I vantaggi : decentralizzazione, sicurezza, mantenere l'anonimato. La decentralizzazione prevede la libertà di appoggio a server centrali, quindi libertà di sistema. È distribuito su più nodi grazie a una rete di computer peer-to-peer. Questo presupposto rende questo genere di applicazioni molto più performanti, oltre che molto più resilienti in caso di malfunzionamento o di attacco hacker esterno. La sicurezza: la blockchain protegge le informazioni contenute all'interno dei suoi registri digitali attraverso la crittografia con tecniche atte a occultare, e proteggere, beni e messaggi di varia natura. I dati tutelati dalla crittografia sono praticamente inaccessibili a chiunque non disponga delle corrette chiavi di accesso. La crittografia della blockchain garantisce la sicurezza delle informazioni e l'anonimato degli utenti. Gli utenti vengono associati in maniera anonima a un wallet. Il wallet che contiene le sue crittografiche dell'utente. Le chiavi crittografiche si distinguono tra chiave pubblica e chiave privata. La chiave pubblica è quella che permette di concludere le transazioni: è un codice alfanumerico che, da un certo punto di vista, assomiglia a quelli tipici dei conti correnti. La chiave privata invece è quella che permette all'utente di entrare nella blockchain.

Web 4.0
Si sta sviluppando per collegare tutto al tutto, il reale come il rituale, le cose con i pensieri, in ogni luogo e sempre a disposizione. Nel web 4.0 noi possiamo essere noi e nel contempo essere un alter ego, un avatar nella simbiosi uomo/macchina, intelligenza e creatività collettiva. Il web 4.0 è ubiquo. Si prospetta un'era in cui ogni individuo avrà un vero e proprio alter ego digitale e dialogherà sempre di più con le nuove interfacce, come la domotica o le macchine intelligenti. Fa parte del quadro generale anche una visione piuttosto distopica del web, con un controllo sempre maggiore delle informazioni che andrà a influenzare in modo significativo non solo il mondo digitale, ma anche la realtà che ci circonda.

Web 3 wallet
In italiano "portafogli web3", portafoglio digitale progettato per interagire con le applicazioni decentralizzate basate sulla tecnologia blockchain. Consente agli utenti di archiviare e gestire le proprie risorse digitali, come criptovalute, NFT e altri token digitali.

Cosa ci dice, in estrema sintesi, questo schematico lessico sul digitale?
Che là dove tutto è interconnesso e interoperabile va ripensata la relazione tra il fare e il pensare, tra i fenomeni e i contesti, tra gli enti e gli stati di relazione, tra noi i territori, gli ambienti e i paesaggi e quindi vanno ripensati radicalmente i modi della decisione, del governo del possibile e quindi delle forme stesse della politica.

Introduzione

Che cos'è il gemello digitale?

Esempi e potenzialità sono l'oggetto di questo Dossier.

È la copia di qualcosa di reale, sia esso materiale che immateriale e, nel contempo è una proprietà emergente di quella realtà, maggiore della somma delle parti.

Esempio 1: è la riproduzione in modalità digitale della Divina commedia di Dante e la rielaborazione interoperabile di quante interpretazioni vogliamo dell'opera stessa. L'una e le altre con la propria identità e con le infinte relazioni ed elaborazioni possibili. Non c'è solo l'oggettività delle opere ma anche lo spazio di libertà tra di loro. Uno spazio a nostra disposizione.

Esempio 2: é la riproduzione in 3D del signor Mario così come noi possiamo riconoscerlo, ma è anche la possibilità di rappresentare e analizzare il suo scheletro, i suoi organi, il suo DNA, ma anche le sue opere, la sua storia, i suoi pensieri, i suoi sogni… aiutando lui e noi ha scoprire il di più della sua stessa vita, come dei suoi talenti e persino della sua salute.

Esempio 3: è la riproduzione in digitale di una macchina reale o immaginaria per simulare tutti i suoi possibili comportamenti reali o potenziali per una valutazione sulla sua efficacia e di tutti i suoi aspetti sociali ed economici, interagendo sia con la simulazione digitale sia con l'integrazione con la cibernetica governandone processi e possibili sviluppi.

Il gemello digitale agisce per interoperabilità. L'interoperabilità è quella capacità di un prodotto o di un sistema informatico di interagire e funzionare con altri prodotti o sistemi esistenti o ancora in divenire senza alcuna restrizione per l'accesso o per le relative implementazioni.

Grazie all'interoperabilità, sistemi informativi eterogenei possono quindi dialogare tra loro, attivando in modo automatico dei processi elaborativi con scambi di informazioni e con la possibilità di attivare autonomamente azioni, quindi applicazioni.

Con il supporto dell'Intelligenza artificiale il gemello digitale può attivarsi in modalità decisionale e può interagire con un orizzonte pressoché infinito di informazioni (di saperi) e di relative rielaborazioni sia cognitive che decisionali.

Che cos'è il gemello digitale territoriale?

È la possibilità di valutare (anche in autovalutazione) e di governare tutte le relazioni che esistono tra i dati materiali e immateriali del territorio, degli ambienti, dei paesaggi e tutte le attività materiali e immateriali che caratterizzano quei determinati territori.
Non essendo più il territorio mero oggetto di estrazione di valori materiali, ma deposito dell'intelligenza e della creatività collettiva, il gemello digitale territoriale è ciò che rende riconoscibile, attivo, propositivo e fattuale questo deposito, rendendo i singoli soggetti pubblici e privati consapevoli e responsabili delle loro stesse decisioni, nella trasparenza e condivisione che solo il digitale può permettere.

A cosa serve un gemello digitale territoriale?

A comprendere e governare le relazioni esistenti tra i molteplici fattori che caratterizzano i territori in quanto produttori e accumulatori di intelligenza e creatività collettiva e quindi di innovazione.
Il gemello digitale territoriale elabora le relazioni tra i dati permettendo di governare le dinamiche e i flussi secondo ragioni predeterminate, ma anche di cogliere aspetti che usualmente non vengono comparati. Per esempio può mostrare in tempo reale, e in continuo, come processi, le relazioni tra mobilità territoriale, inquinamento, salute pubblica e privata. Oppure può permetterci di individuare le relazioni fattuali tra la formazione, il trasferimento dei saperi e le varie attività produttive.

Il gemello digitale non permette solo l'accumulazione e la elaborazione dei dati, ma individua e analizza processi ed è infinitamente implementabile (tende quindi ad essere un sistema vivente) ed è la base di un fondamentale oggi processo di sensorizzazione dei territori sempre più necessario per attivare una qualche governance rivolta all'economia circolare e alla sostenibilità.

Il gemello digitale può essere liberamente disponibile per qualsiasi soggetto che operi in un determinato territorio che potrà nel contempo risultare sia come utente dei dati e della loro elaborazione che produttore degli stessi in un rinnovato intreccio tra pubblico e privato. Permette di valutare singolarmente e collettivamente (cioè politicamente) il bene comune e le sue dinamiche.

"Il paesaggio non è solo ciò che vedi, ma sopratutto ciò che fai."

Land digital twin
Dalla smart city, alla smart land, verso il land digital twin

Il testo che segue contiene argomentazioni e appunti che devo a Elena Battaglini, Luca Martinelli, Nicola Martinelli e Paolo Zanenga

Scopo di questo dossier è quello di riflettere, sulle implicazioni e le prospettive aperte dalla costruzione di gemelli digitali territoriali:
- per rendere efficienti ed efficaci le governance future;
- per permettere processi di simulazione e gestione della complessità dei fenomeni economici e sociali oltre che territoriali, ambientali e paesaggistici;
- per poter così organizzare, con e sui dati, piattaforme che permettano la diffusione dei saperi fondamentali per le dinamiche dell'attuale capitalismo cognitivo, in modo da alimentare positivamente l'intelligenza e la creatività collettive;
- per riaffermare che il paesaggio non è solo ciò che si vede, ma soprattutto ciò che si fa e quindi non va valutato solo dal punto di vista estetico, ma soprattutto da quello etico e politico.

L'idea di fondo è dunque quella di individuare, e mettere in rete, interessi comuni tra coloro che stanno elaborando sperimentazioni e ricerche attorno a queste potenzialità, le istituzioni e le molte professionalità che le animano, i tecnici e gli operatori dei vari momenti e forme del governo dei territori, la politica con la sua progettualità socio economica nella speranza di potere elaborare una roadmap condivisa verso la sperimentazione locale di aree animate e aiutate nella costruzione continua di una propria identità e nella realizzazione altrettanto continua delle proprie potenzialità, da un gemello digitale. Questo perché convinti che se siamo ciò che mangiamo è altrettanto vero che siamo il territorio, l'ambiente e soprattutto il paesaggio che abbiamo costruito e possiamo costruire. Il paesaggio non è ciò che vediamo, ma ciò che facciamo e questo fare può essere governato nel suo insieme dal digitale e in particolare dal gemello digitale e dal metaverso.

Che cos'è un gemello digitale?

Per Wikipedia "Un gemello digitale" è la rappresentazione virtuale di un'entità fisica, vivente o non vivente, di una persona o di un sistema anche complesso connessa a una parte fisica e con la quale può scambiare dati e informazioni, sia in modalità sincrona (in tempo reale), che asincrona (in tempi successivi). Un gemello digitale (è una rappresentazione virtuale delle caratteristiche, della struttura dinamica di un oggetto fisico o di uno spazio. Lo scopo della creazione di un gemello digitale è quello di modellare e prevedere il ciclo di vita di un sistema. Un gemello digitale è un modello virtuale progettato per riflettere in modo preciso sia un processo che un oggetto fisico. L'oggetto studiato, per esempio una turbina eolica, viene equipaggiato con un certo numero di sensori collegati alle sue aree funzionali più importanti. Questi sensori producono dati su diversi aspetti inerenti alle prestazioni dell'oggetto fisico, come energia generata, temperatura, condizioni atmosferiche e altro. I dati prodotti vengono quindi trasmessi a un sistema di elaborazione e applicati alla copia digitale. Una volta informato dei dati, il modello virtuale può essere utilizzato per eseguire simulazioni, studiare problemi di prestazione e generare eventuali miglioramenti, tutto allo scopo di produrre preziosi insight cioè intuizioni come comprensione subitanea delle strategie utili ad arrivare ad una soluzione di un qualche problema. Insight, modalità intuitive, appunto, che, a loro volta, potranno essere applicate all'oggetto fisico originale.
È luogo comune pensare che un gemello digitale sia semplicemente una copia, una riproduzione, rappresentazione, o, nel caso di un gemello digitale territoriale, sia una mappa, un plastico, o una qualche

riproduzione in 3D, al quale magari si può aggiungere una qualche diavoleria informatica. Così come è usuale pensare che il digitale sia solo una tecnologia che ci aiuta e facilita nelle procedure per rappresentare, riprodurre, simulare oggetti o fenomeni.
Ad esempio, che il gemello digitale sia una sorta di avatar immateriale di qualcosa, di una persona, di un animale, o di più persone e animali, di una singola automobile o di una ben più complessa fabbrica di automobili. È così? Certo! E già questo basterebbe per riconoscere che noi umani stiamo comunque facendo cose straordinarie sempre più in simbiosi con la tecnologia. Ma c'è qualcosa in più che dovremmo considerare e cioè il fatto che il digitale non è solo una tecnologia, ma è anche e soprattutto un modo di pensare e di fare. Proprio così: pensare e fare in sincronia! Pensare il sé e l'altro, il possibile e l'impossibile: il mondo. Ed è una modalità suscettibile di applicazioni o attribuzioni non rigorosamente limitate a ciò che è materiale e determinato, ma anche a ciò che è immaginario e immateriale e che tende a far si che, per quanto possibile, ci possa essere una cogente relazione e non una netta separazione tra pensare e fare, tra teoria e prassi. Il digitale ci accompagna e stimola contemporaneamente nel pensare e nel fare, nel fare e nel pensare. Nel gemello digitale computazione numerica, algoritmica, cibernetica e Intelligenza artificiale, provano – per ora in modo più che promettente – a far interagire le forme della logica, le strutture relazionali e simboliche che permettono le configurazioni di linguaggi, le forme concettuali determinate che emergono da ciò che chiamiamo pensiero, i meccanismi di feedback analoghi a ciò che chiamiamo memoria, con l'intelligenza artificiale e una sua modalità, il machine learning. Tutto questo per rendere l'insieme interoperabile. Interoperabile significa la capacità di scambiare funzioni e servizi tra entità tra loro diverse. L'interazione diviene continua tra hardware, software, il singolo operatore o un insieme di operatori, a loro volta, sia naturali che artificiali. L'interazione elabora dati preventivamente accumulati, dati raccolti in tempo reale e dati previsionali in modalità probabilistica. Viene così resa più cogente – o se vogliamo più significativa e proattiva – anche la relazione tra passato, presente e futuro possibile: il già stato, il qui e ora e il non ancora. Questo intreccio che per molti aspetti possiamo considerare come organico, cioè vitale, spinge verso un pensiero non strettamente determinista e aperto a logiche controfattuali, cioè a pensare e a creare possibili alternative a eventi (fatti) che si sono già verificati. Apre quindi all'immaginazione e al diverso da ciò che è già dato. L'interoperabilità mettendo in relazione tra loro enti materiali e immateriali apre al possibile.
Si possono elaborare gemelli digitali di tutto o di più. Sia di singole entità, di insiemi o di fenomeni compositi più o meno complessi.
Per esemplificare, un gemello digitale del signor Mario potrebbe avere come supporto una qualche immagine elaborata in digitale che possa identificarlo (foto, immagine 3D, avatar, ologramma, tutto sempre in digitale). A questo supporto il gemello può mettere in relazione tutto ciò che riguarda lo scheletro di Mario, i suoi organi, il suo sistema nervoso, i suoi dati biometrici e quant'altro. D'atra parte il suo essere ciò che è, il suo essere riconoscibile come il signor Mario, il suo essere una totalità ben identificabile, è di fatto un insieme di singole parti ognuna con le proprie forme, caratteristiche chimico fisiche, funzioni, dinamiche e quant'altro. Anche il signor Mario è in fondo un sistema di sistemi.
Avere un gemello digitale del signor Mario potrà, per esempio, permettere ad un chirurgo chiamato per risolvere una malattia del signor

Mario, di simulare nel modello una operazione individuando le criticità possibili, stabilendo al meglio le procedure dell'intervento.
La registrazione dell'operazione virtuale; potrà a sua volta essere usata per spiegare al paziente come verrà fatta la stessa operazione o ai collaboratori in sala operatoria ciò che dovranno prepararsi a fare o, ancora, potrà essere usata per procedere ad una operazione robotizzata grazie al collegamento con apparati cibernetici comandati dal digitale.
Ma il signor Mario non è solo questo: è anche il suo DNA, la sua cartella clinica, le malattie che ha avuto o ha, le medicine che ha preso o che sta prendendo, le predisposizioni cliniche e persino psicologiche e quant'altro. È anche qualcosa di forse ancora più importante: i suoi pensieri, i suoi sogni, la sua biografia, ciò che ha fatto e persino ciò che non è riuscito a fare, i suoi patrimoni, il suo lavoro, la famiglia, le amicizie, e così di seguito: insomma, la sua stessa vita.
Tutto questo facciamo fatica a pensarlo nella forma di dati, ma in realtà in vari modi anche tutto questo può prendere la configurazione di un insieme di bit. Un insieme che non potrà di certo occupare tutti i valori e il senso di una vita e nemmeno di un suo frammento, ma comunque quello che possiamo codificare può essere fatto interagire con tutti i dati che configurano il gemello digitale del signor Mario. A che scopo? Forse per rubargli la sua identità, per violare la sua dovuta (direi sacra) autonomia, la sua privacy? Certo c'è anche questo pericolo, ma ci sono altri aspetti che ci spingono a cercare il modo di fermare il pericolo e di approfittare invece di tutto il meglio che questo gemello digitale ci offre. La possibilità di scoprire delle relazioni tra tutti gli aspetti di natura che definiamo materiale con quelli immateriali, cioè le relazioni tra ciò che per tanto tempo abbiamo chiamato corpo separandolo dall'anima (o ciò che abbiamo chiamato anima separandolo dal corpo). La possibilità quindi di fare in modo meno conflittuale ciò che ha messo in scena e in gioco Freud con la psicanalisi: i complessi rapporti tra psiche e corporeità, i processi di somatizzazione, aprendoci così ad un modo diverso di pensare l'antropologia, cioè noi stessi.
La possibilità per tutti i signor Mario di questo mondo (cioè noi) di fare una continua autovalutazione visto che l'insieme dei datti potranno essere sempre sottoposti al controllo del soggetto reso gemello a sé stesso. E non ultima la possibilità di far intervenire nella continua rielaborazione dei dati l'intelligenza artificiale che può permetterci di scoprire in noi potenzialità impensate, impreviste, ulteriori.
Il signor Mario che quando si presenta a noi è un qualcosa di riconoscibile, qualcosa di compiuto e identitario, un soggetto, si presenta nel gemello digitale nel suo essere un insieme, una successione aperta di layer, di strati sovrapposti e sovrapponibili, calcolabili e interpolatili a seconda delle nostre richieste o, provati dalle dinamiche dell'intelligenza artificiale, accumulabili, confrontabili, computabili, rielaborabili (argomentabili) con altri gemelli digitali o singoli layer). Insomma, il gemello digitale si propone come un dialogo costante tra il sé, le molte parti materiali e immateriali, che compongono o possono essere comparate al sé, inteso ancora come soggettività, e l'altro da sé che è il sociale. Il gemello digitale è anche un "in più" del suo modello.
Per esemplificare il signor Mario può usare il gemello digitale per controllare la sua salute, per mettere in relazione tra loro e formalizzarle le varie esperienze nei vari momenti della propria vita, e il medico del signor Mario può utilizzarlo, come ricordato nelle pagine precedenti, per programmare un'operazione chirurgica sempre più sicura ed efficiente, mentre i dati clinici generali potranno essere usati

comparandoli con molti altri per comprendere fenomeni legati, ad esempio alla salute pubblica. Lo stesso gemello digitale del signor Mario potrebbe essere su concessione usato da uno studente di chirurgia per fare pratica mentre uno studente di genetica potrebbe simulare la manipolazione virtuale di una successione del DNA sempre del signor Mario. E così, continuando a immaginare altre potenzialità.
Il gemello digitale può tenere assieme materiale e immateriale, quantità e qualità, dati statici e dati dinamici. Questo lo fa essendo – in quanto prodotto informatico – capace di scambiare informazioni e servizi con sistemi vari in modalità interoperabile, grazie al fatto che i dati sia materiali che immateriali sono bit, quindi equipollenti.
Le logiche del gemello digitale sono tali per cui è possibile anche un gemello digitale di più gemelli digitali, anche se le caratteristiche dell'insieme A è diversa dall'insieme B. Così come i diversi gemelli possono essere interpolati senza intaccare la dinamica dell'uno diversa da quella dell'altro o degli altri C, D, E, etc. Questo può accadere in quanto nel digitale tutti i dati sono riconducibili a bit e quindi sono potenzialmente equipollenti.
Per sintetizzare: il gemello digitale è un in più del reale e non una sua semplice rappresentazione, non propone solo dati, ma processi; non propone solo ciò che si presenta nella propria oggettività, ma come ciò che attiva la stessa oggettività in quanto potenziale stato di relazione, non determinata, aleatoria, probabile.

I gemelli digitali e le loro applicazioni

I gemelli digitali vengono utilizzati già oggi per molteplici scopi.
Attualmente i gemelli digitali permettono, per esemplificare, la gestione di determinati processi (interventi di esercizio e manutenzione o progetti di investimento di capitale); il monitoraggio e controllo del loro stato in tempo reale; la diagnostica e prognosi per ottimizzare le prestazioni e la sicurezza delle risorse; la registrazione e apprendimento dai dati storici del processo etc.etc...
I gemelli digitali possono affrontare: a) una varietà di scale dimensionali, di genere, spaziali: territoriali, ambientali, paesaggistiche, edilizie, urbane o di quartiere, regionali e b) una varietà di scale temporali: possono rappresentare qualsiasi punto del ciclo di vita di risorse, processi e sistemi; possono essere statici o dinamici. Ad esempio, tempi di manutenzione reattiva; tempi di manutenzione pianificati; tempi di investimento di capitali etc. Possono anche permettere una varietà di approcci alla modellazione: geometrica e geospaziale; computazionale/matematica/numerica; usando l'intelligenza artificiale e il machine learning. Un gemello digitale può essere una rappresentazione digitale realistica di risorse, processi o sistemi nell'ambiente costruito o naturale. Esso ridefinisce il contesto spazio-temporale di riferimento interfacciando e conformando, al suo interno, le dinamiche interscalari nonché le connessioni cooperative tra soggetti individuali e collettivi diversi, permettendo loro di mantenere la propria specifica identità.
Per produrre nuovo apprendimento e innovazione, un gemello digitale si avvale e fa leva sui fattori originali, sulle differenze, sulle risorse nella loro singolarità, migliorando le competenze e le prestazioni non solo del sistema nel suo complesso, ma anche dei singoli che ne fanno parte.
Ciò che distingue un gemello digitale da qualsiasi altro modello digitalizzato è la sua cornice di direzione e senso ovvero il suo capitale semantico – co-prodotto, condiviso – nonché la sua connessione al gemello fisico. Un gemello digitale "sblocca" il valore, ad esempio, di un territorio essenzialmente perché attiva un processo trasparente, convergente e disintermediato i cui i valori, gli interessi, le conoscenze, diversamente attribuite al patrimonio e che ne orientano l'uso o il non uso, sono negoziate, condivise e, quindi, co-prodotte. Supportando un processo decisionale migliore un gemello digitale crea l'opportunità di feedback positivi nel corrispondente gemello fisico.

Gemello digitale e metaverso

Gemello digitale e metaverso sono per molti aspetti analoghi, fratelli, Se dovessimo trovare una qualche differenza su dove preferisce realizzarsi l'uno o l'altro potremmo così argomentare: il gemello digitale tendenzialmente fa riferimento e riproduce in digitale qualcosa di reale, presente, copiabile, quindi è in mimesi, mentre il metaverso si libera non certo del reale, visto che può comunque inserire il reale nella propria virtualità, ma produce nella propria area virtuale scene, figure, personaggi, oggetti non reali, inventati, meri prodotti dell'immaginazione mescolati con la nostra stessa realtà. Ambedue utilizzano la realtà aumentata, la realtà virtuale e la realtà estesa e le tecnologie relative, ma in particolare è il metaverso che dipende completamente da queste tecnologie immersive.
L'idea di metaverso, uscendo dai confini della sua iniziale idea generatrice del videogame 3D, si amplia nella sua definizione nell'ambito appunto della realtà virtuale (VR) ed aumentata (AR) per aprire la strada alla possibilità di vivere una forma di terza vita in una realtà estesa (XR), a cavallo tra la vita reale e una virtuale, includendo gemelli digitali di luoghi di lavoro, d'intrattenimento, d'interazioni sociali e socio-culturali, di creatività comunque e diffusamente attiva nella vita reale.
Se il concetto di metaverso porta con sé l'idea che ambienti virtuali 3D accessibili e interattivi in tempo reale diventeranno il mezzo di trasformazione per l'impegno sociale e aziendale, se devono diventare pratici, questi ambienti dipenderanno dunque dall'adozione diffusa della realtà estesa. Tutto si evolverà e si svilupperà non solo dal lato dell'offerta ma anche, e forse soprattutto, dal lato della domanda, nella creazione dei presupposti di base di quella che oggi viene indicata come società 5.0. Una società che pone al centro una determinata idea di umanità e che cerca di far interagire il progresso economico con la risoluzione dei problemi sociali tramite un sistema che possa far interagire cyberspazio con spazio fisico.
Di fatto il metaverso è una piattaforma che ospita spazi virtuali tridimensionali, tali per cui le persone potranno muoversi in modo del tutto simile alla realtà, cioè in modo analogo a come si muovono usualmente. Questa piattaforma ha bisogno di una infrastruttura potentissima, in grado di gestire una quantità enorme di informazioni, quindi una elevata capacità di archiviazione, velocità di trasmissione dei dati e anche di analisi specifiche di questi dati.
Uno dei concetti principali su cui si basa il metaverso è quello di "immersione", vale a dire il tipo di esperienza vissuta nel metaverso. In particolare, la realtà aumentata, la realtà virtuale ed estesa.
La realtà aumentata (AR) è l'arricchimento della tua percezione della realtà con informazioni digitali, non rilevabili naturalmente dai cinque sensi. In parole povere, la realtà aumentata è la realtà che viviamo in senso fisico, filtrata con degli effetti speciali. Per esempio, guardando un monumento o un'opera d'arte una app di realtà aumentata dello smartphone può offrire informazioni aggiuntive su quell'opera d'arte.
La realtà aumentata è un'estensione, un potenziamento del mondo reale, in cui vengono integrate informazioni aggiuntive alla realtà.
Per avere maggiore immersività si possono usare dispositivi come

degli occhiali che integrano un visore in miniatura e una telecamera. Il visore è un piccolissimo display posto a lato o sopra le lenti. La telecamera, oltre a scattare foto e riprendere video, serve a recuperare le informazioni del mondo reale, in modo da far apparire le informazioni aggiuntive sugli oggetti o sulle persone visualizzate.
La realtà virtuale (VR) è una realtà parallela, una realtà digitale simulata in cui alcuni sensi, di solito vista e udito, vengono isolati dal mondo reale e stimolati con informazioni digitali. Quando la realtà virtuale coinvolge tutti i sensi, si parla di realtà virtuale immersiva. Nella realtà virtuale si è dentro un software che permette di vivere in un mondo altro facendo movimenti che ci sono usuali. È come se esistesse un mondo virtuale che continua ad esistere al di là della stessa nostra presenza. Attraverso accelerometri e giroscopi, un insieme di sensori rilevano i movimenti compiuti con la testa. In questo modo ciò che si vede tramite il visore viene adattato ai movimenti eseguiti. Attraverso telecamere integrate nel visore, il dispositivo è in grado di riconoscere anche i movimenti delle mani. In alcuni casi si possono utilizzare guanti aptici che permettono la percezione di vibrazioni e sforzi come se tenessimo in mano oggetti reali. Sono in via di sviluppo anche delle tute per tutto il corpore una percettività diffusa.
Ci sono altre tecnologie che accompagnano il metaverso come *blockchain* e *token non fungibili* (NFT). Blockchain significa letteralmente "catena di blocchi". È un registro di contabilità condiviso e immutabile che facilita il processo di registrazione delle transazioni e la tracciabilità degli asset. Si tratta di un data base digitale che registra transazioni in modo permanente, per esempio, scambi di criptovalute.

L'NFT, un *non-fungible token* è un tipo speciale di token, cioè di gettone, che rappresenta l'atto di proprietà e il certificato di autenticità, scritto su blockchain, di un bene unico. I gettoni non sono quindi reciprocamente intercambiabili. Si tratta di una procedura che fa si che un determinato fattore sia assolutamente non replicabile. Si tratta di un asset digitale sviluppato in una blockchain. Nell'insieme, per esemplificare, la blockchain è la banca, gli NFT uno dei valori scambiabili.
Con il metaverso è possibile fare dei meeting, incontrare delle persone, esplorare degli spazi, visitare uffici o case. I suoi utenti potranno lavorare, giocare e rimanere connessi con gli amici, partecipare a conferenze, concerti e viaggiare. Come nel mondo reale, anche nel metaverso si potranno acquistare e vendere cose: abiti, oggetti, terreni, case. Tutto virtuale. Pagando magari in criptovalute. Il metaverso attiva interazione social, intrattenimento, collaborazione nel mondo del lavoro, giochi digitali, formazione, didattica, attività artistica e/o professionale e molto altro ancora.
Come sempre le parole ci parlano. La parola metaverso è composta da *meta*, oltre, dopo, e da *verso*, participio passato di volgere e segnala che qualcosa va verso una determinata direzione. È comunque percepita come qualcosa che va oltre l'uni-verso, cioè oltre l'idea di un unico mondo o stato delle cose. Questo ci porta a pensare che ci siano molteplici forse infinite relazioni, stati di relazione e forse anche mondi. Il metaverso ci porta a pensare che – al di là delle nostre umanissime convinzioni – che non esiste una unica realtà e verità se non in modalità posizionali, cioè caso per caso, evento per evento. In altri termini l'emergere della parola metaverso segnala una crisi profonda di uno dei concetti chiave del pensiero occidentale: la metafisica, che vale, ricordiamolo, per oltre la materia con il relativo primato dello spirito.

Forse basterebbe questa constatazione per sospettare che il digitale non è solo questione tecnologica.
Nel metaverso, realtà e rappresentazione sono gemelli digitali: sistemi di dati che possono integrare l'internet delle cose, l'intelligenza artificiale, l'apprendimento automatico, modificandosi e moltiplicandosi nelle reti di relazione, anche in dipendenza dall'ermeneutica di cui sono dotati i loro lettori, biologici e artificiali. Come scrive Matthew Ball:
«Il metaverso è una rete perdurante (...) che si espande in tempo reale, (...) in cui gli oggetti permangono e che tiene memoria delle transazioni effettuate in passato. Un numero di utenti illimitato, ognuno con il proprio senso di presenza fisica, ne può fare esperienza sincronicamente».

La transizione al digitale, il metaverso e le idee emergenti sul territorio e sul "fare" comunità

Siamo definitivamente passati dal modo di produzione industriale a quello digitale. Siamo passati dalla civiltà delle macchine alla civiltà del gemello digitale e del metaverso; dalla società dei prodotti a quella dei servizi. Questo non significa affatto che non si producano più merci o prodotti – anzi! – solo che i processi di valorizzazione sia nella produzione, nella distribuzione, nello scambio e nei modi del consumo sono governati da procedure e logiche inerenti al digitale. Non domina più la macchina ma il post macchinismo ben caratterizzato dal virtuale e dall'intelligenza artificiale.
Usare nuovi strumenti per risolvere vecchi problemi produce soluzioni nel migliore dei casi improprie e, nel peggiore, controproducenti. Secondo una narrazione consolidata, la Modernità inizia con la scoperta dell'America da parte di Cristoforo Colombo. Quel viaggio non sarebbe stato possibile senza le mappe che Colombo aveva ben studiato e portava con sé. Colombo non fu il primo a scoprire altri mondi; furono le mappe a cambiare il senso della scoperta. Finito il viaggio della Modernità, oggi noi dobbiamo utilizzare nuove mappe – non più dello spazio euclideo, ma del digitale e in particolare del gemello digitale e del metaverso – per progettare un altro viaggio e trovare – o costruire – altri mondi.
Quali le nuove mappe, oggi, per questo necessario viaggio oltre la Modernità (oltre la metafisica)? Non dunque le cartografie tradizionali, ereditate dal passato, che hanno permesso di riempire il grande foglio bianco con segni grafici (fiumi, monti, coste, strade, infrastrutture, città e confini) basandosi su un'idea di realtà statica che fosse analizzabile riduzionisticamente. A noi servono mappature capaci di essere interattive, tali da permetterci di cogliere non solo ciò che è staticamente il fenomeno, ma anche il modo in cui diviene nelle sue trasformazioni, cambiamenti, metamorfosi. Mappe formalmente corrispondenti, potremmo dire omoiotiche, e allo stesso tempo capaci di cogliere nell'astrazione l'essenziale e di rielaborare i concetti che operano comunque nelle relazioni che attiviamo verso i fenomeni. Mappe che ci permettano interazione e interoperabilità. Mappe che provino ad essere la cosa stessa e che ci permettano di cogliere il di più che si scatena nella relazione che i nostri molteplici bisogni ci legano alle cose e al mondo. Mappe per estrarre tutto ciò di cui abbiamo bisogno, ma anche per provare a rispettare le condizioni di esistenza di ciò che siamo inevitabilmente costretti a mappare. Mappe per una continua interazione e riconoscibili da chiunque in nome del fatto che possiamo comporre il rapporto con il tutto di cui abbiamo bisogno o meno attivando l'intelligenza e la creatività collettiva. Abbiamo bisogno di nuove mappe se non altro perché mai come in questo nostro tempo facciamo fatica a capire dove stiamo andando e soprattutto dove vogliamo andare.

Le nostre nuove mappe sono i gemelli digitali e il metaverso. Se da un lato un gemello digitale evoca l'idea della copia o del modello di qualcosa, facilitando la possibilità di analizzarne processi e fenomeni, di simulare interventi e modifiche senza intervenire sull'oggetto fisico, aumentando così di molto in efficacia e riducendo i pericoli di insuccesso, dall'altro lato l'integrazione/interazione tra il gemello e il referente modifica l'idea e la funzione stessa della realtà: il doppio (chiamiamolo pure avatar) è, nel contempo l'altro e il sé dall'oggetto - sistema referente. La rappresentazione della realtà cambia il modo in cui modifichiamo la realtà.
Questa idea è estranea alla Modernità che, come noto, considerava la realtà separata dalla sua rappresentazione, e i cambiamenti relativi al passaggio da una realtà A, rappresentata con A*, a una realtà B, rappresentata con B*. Dovremmo dunque incominciare a definire la realtà in modo diverso, e ripensare l'idea stessa di vita; dovemmo, inoltre, superare l'idea meccanicistica del mondo per comprendere, di contro, la stretta relazione tra tecnologia e biologia, tra vita e realtà. Se nella nostra storia scientifica è stato fondamentale avere un cadavere da vivisezionare per capirne il funzionamento, oggi incominciamo a capire che il nostro corpo-mente non funziona come una macchina, ma ricostituisce continuamente sé stesso, anche fisicamente, attraverso i dati che incontra. Il digitale è questa libertà e questo pericolo. Le data science, il pensiero computazionale diventa fondamentale per governare il digitale, che oggi, con internet di tutte le cose (IoT) e con l'intelligenza artificiale (IA), determina i processi di valorizzazione sia economici che etici e sociali.

Il governo dei territori con i gemelli digitali

La disponibilità di ambienti tecnologici sempre più potenti e, soprattutto, la loro convergenza in un'unica piattaforma in simbiosi con le strutture e gli apparati fisici, sono stati i fondamenti che hanno indotto a identificare un gemello digitale come una delle principali tendenze tecnologiche strategiche del prossimo futuro. In particolare, vengono applicati a fenomeni sempre più complessi. Ad esempio, a singole architetture, a parti di città, a intere città e/o a territori. È facilmente prevedibile, approfittando delle esperienze maturate a livello internazionale, che un numero crescente di amministrazioni pubbliche locali italiane guarderà con interesse alla copia virtuale del proprio territorio, come un valido strumento per ampliare la possibilità di creare servizi innovativi a supporto dei processi decisionali e auspicabilmente per perseguire la risoluzione dei problemi della propria comunità in sintonia con gli obiettivi dello sviluppo sostenibile.
Scopo del gemello digitale territoriale è, in prima istanza, quello di incrementare il valore dei patrimoni territoriali, siano ambienti naturali o costruiti, aumentandone così sia la qualità della vita e il benessere per il pubblico grazie ad una migliore pianificazione e gestione del sistema territorio/ambiente/paesaggio, sia la reputazione e l'attrattività, trasferendo valore anche ai prodotti e ai servizi che vi vengono generati, con le ovvie ricadute in termini di competitività e redditività.
È usuale ritenere che i patrimoni che qualificano un territorio siano sostanzialmente quelli materiali, storicamente consolidati e accumulati, e quelli potenziali, ma altrettanto materiali, in quanto rappresentano possibilità estrattiva: dalle fonti energetiche, alla presenza di materie prime, dai suoli adatti alle varie forme di produzione agricola, alla raccolta di prodotti naturali, e ad altro ancora. Insomma, per vari motivi, abbiamo separato l'insieme dei valori che riguardano ciò che è materiale, riconducendoli tutti al valore economico e, contemporaneamente, abbiamo collocato tutti gli altri valori, ad esempio quelli etici e sentimentali, in un luogo altro che abbiamo chiamato cultura, non controllabile, e proprio per questo sublime.
Forse è tempo di ritenere che il vero e radicale patrimonio dei territori sia la capacità di pensare, progettare, e fare delle popolazioni che abitano quel territorio nelle loro singolarità, con la loro storia, i loro sogni e capacità, riconoscendo tutto questo come un valore immateriale sia quando viene prodotto da singoli soggetti o da comunità.
Forse è tempo di capire meglio e di agire di più sul valore reputazione.
La questione si pone in modo analogo per altre due parole che accompagnano la parola territorio: ambiente e paesaggio.
Provo a lavorare sulle dimensioni concettuali e quindi sulla loro estensione linguistica. Il territorio è il luogo nel quale prendono forma intelligenza e creatività collettiva. Queste assumono, nel loro insieme e nei loro esiti, il connotato di reputazione: nel locale come identità e appartenenza, nel globale come riconoscibilità e singolarità. Nello scambio sociale, economico quanto ideologico, la reputazione è parte della valutazione, del credito, della stima: è il valore dei valori. Il territorio è il luogo nel quale i valori materiali e immateriali si intrecciano e si configurano seguendo necessità, potenzialità, espressività, comunicazione, ed è oggetto principe del governare e quindi del potere e della politica. La parola che de-finisce il territorio è politica.
L'ambiente è la relazione tra la parte e il tutto, il singolare e il disponibile. È l'insieme di tutte le forme e i modi di esistenza tra ciò che chiamiamo minerale, vegetale e animale come insieme delle infinite relazioni tra ecosistemi. Ogni sistema è allo stesso tempo chiuso in sé e predisposto per altro. L'ambiente è l'insieme delle condizioni di possibilità di un evento. È il luogo della vita, della identità e differenza. È l'insieme dei possibili biotopi. E ciò che sostiene il compossibile. La parola da evocare per ambiente è potenzialmente sostenibilità.
Il paesaggio è l'esteriorità interiorizzata. È vitale in quanto media tra il sé e la totalità altra. Rende presente e attivo l'intero sistema percettivo e cognitivo in emozioni che si identificano sia con lo spazio che con il tempo. Accoglie tutte le forme della vita ed è in sé vivo. È la continua mediazione tra materiale e immateriale. Tiene tutto assieme. È impalcatura che contiene ordine e disordine, identità e differenza: è il pane delle emozioni. È scena, trama, poesia, racconto, personaggio, evento ed eterno ritorno. Il paesaggio non è ciò che vedi, ma ciò che fai, siamo noi. La parola da interrogare è alterità.
Qualsiasi strategia per il governo dei territori verso innovazione, sviluppo e inclusione sociale, per rispondere alle emergenze della crisi ambientale, della sostenibilità o delle crisi pandemiche (con la conseguente riorganizzazione dell'intero sistema relativo alla salute pubblica), qualsiasi strategia relativa alla inevitabile trasformazione in atto dei modelli di business, delle forme della transazione nei sistemi di valorizzazione economica con la diffusione della blockchain e della tokenizzazione (con token fungibili e non fungibili-NFT), non può che svolgersi nei gemelli digitali del territorio.
I territori potrebbero essere intesi e configurabili come "piattaforme" per valorizzare l'intelligenza e la creatività individuali e collettive.
L'innesco di tale processo di configurazione induce questioni di ragione istitutiva e di volontà politica. Nello stesso tempo processi analoghi, paralleli e non regolati potrebbero comunque cambiare le carte in tavola. I territori (il governo), gli ambienti (la sostenibilità), i paesaggi

(l'identità) andrebbero considerati dal punto di vista delle relazioni e dei processi di conoscenza che vi si iscrivono.
Nella letteratura relativa ai gemelli digitali si fa riferimento al prodotto materiale naturale o artefatto, alle sue caratteristiche costruttive ed alla possibilità di elaborare un modello digitale in grado di costruire uno spazio interattivo di simulazione e di attuazione del reale.
La possibilità di prototipare digitalmente ambienti fisici, integra la possibilità di navigarli virtualmente (virtual reality) e quella di abitarli in modo integrato sovrapponendo la vista analogica a quella digitale (augmented reality), nell'extended reality (XR).
Alla possibilità di rappresentazione digitale dell'ambiente naturale e costruito, l'intelligenza artificiale supportata dalla accresciuta capacità di trasmissione di segnali consentita dal 5G e dalla industrializzazione dei sensori, fornisce ulteriori possibilità, tra queste la più immediata è quella di integrare la gestione operativa attraverso una connessione tra il modello digitale e le misure rilevate da sensori in grado di registrare stati e condizioni chiave degli asset fisici e di simulare scenari futuri di performance al fine di anticipare interventi correttivi o evolutivi.
Dalla meteorologia alla rilevazione dei particolati nell'aria, alla rilevazione del traffico, la nostra vita è piena di applicazioni pratiche che si basano sulla elaborazione digitale di modelli simulativi della realtà in grado di fornire informazioni predittive sul nostro modo di abitare.
La possibilità di dotare il modello digitale di sensibilità territoriale, di intelligenza artificiale e di capacità attuativa spinge l'interazione digitale e biologica verso frontiere di ibridazione ancora tutte da esplorare.
La possibilità di una progettazione e pianificazione generativa basata sui dati rilevati in tempo reale, – algoritmi fondati su simulazioni ibride su dati reali e modelli virtuali, e automatismi attuativi – prospetta nuovi ritmi alla programmazione del territorio sempre più puntuali e basati su scenari predittivi ed attuativi in continua evoluzione.
Gli strumenti urbanistici e di attuazione dei piani territoriali diventano dunque inattuali per la loro scarsa flessibilità e difficoltà di connessione con i reali tempi di sviluppo della città e del territorio.

Progettare con il Gemello digitale

La possibilità di avvalersi di un gemello digitale o del metaverso modifica il modo stesso di pensare a praticare la progettualità, cioè la capacità di definire le possibilità e il futuro con i suoi stessi limiti.
Progettare con il virtuale e con le sue diverse tecnologie permette di dare valutazioni in tempo reale e allo stesso tempo di valutare in anticipo gli indotti che possono emergere da decisioni simulate negli esiti.
Nelle simulazioni iperrealiste non solo diventa visibile il possibile, ma può accadere che emergano effetti collaterali non prevedibili dalle tradizionali forme di previsione che le logiche di progetto mettono in atto.
Grazie al coordinamento con l'IA è possibile articolare prevalutazioni non solo su aspetti quantitativi, ma anche sulle qualità in gioco. (interrogazioni logiche, procedure di sintesi, confronti con casi analoghi, etc. etc.) Questo è un passaggio cruciale rispetto al cambiamento di paradigma epistemologico messo in atto dal digitale: non solo controllo delle quantità ma anche e soprattutto delle qualità che, ovviamente, sono difficilmente riducibili a computazioni numeriche. La complessità dei fenomeni da attivare e quindi la complessità che attiene al progetto e ai suoi indotti può essere con il digitale sempre più controllata permettendo sempre maggiore capacità previsionale e di controllo, allo stesso tempo diventa un mondo per sondare l'imponderabile.
Il gemello digitale elaborato per accompagnare un determinato progetto può aiutare l'estensione della fase progettuale, può accompagnare come strumento di controlla la fase di attuazione e poi essere usata per seguire nel tempo la sua conservazione o le sue stesse trasformazioni nel tempo. In metafora, può servire per simulare una operazione al cuore di un ammalato; può servire ad eseguire la stessa operazione se colleghiamo il gemello digitale ad un sistema robotizzato, e dopo l'operazione, lo stesso gemello, può servire come strumento, anche da remoto, di diagnostica continua nel tempo per la futura vita del paziente. La stessa cosa vale per una progettualità e per la stessa gestione di molteplici fenomeni relativi all'ambito territoriale, ambientale, paesaggistico, per non dire architettonico.
L'utilizzo del gemello digitale nel momento in cui ci costringe a valutare i fenomeni e la nostra capacità di progetto non solo nella loro complessità specifica, ma anche rispetto al fatto che siamo costretti ad interrogarli attraverso svariati saperi specialistici e quindi da diversi punti di vista, ci costringe da una parte ad un sguardo olistico sulla realtà e dall'altra ad usare gli speciali in modo sempre più coordinato e quindi a forme di progettazione in coworking, cioè facendo interagire molteplici specialismi in un contesto olistico. Dovremmo imparare a progettare non solo oggetti o fatti iperdeterminati, ma anche processi aleatori mettendo in gioco non solo ciò che è prevedibile ma anche l'imprevisto, non solo gli indotti valutabili ma anche quelli casuali. Sarò necessario ripensare all'evento. Questo apre ad una nuova e antichissima epistemologia.

Rigenerazione urbana e cittadinanza digitale

Un gemello digitale coordinato in una piattaforma digitale intelligente può essere utilizzato dalle Istituzioni di governo comunali per coinvolgere i cittadini in un dibattito per il presente e per il futuro della Città e del territorio. In un modo che tutti i cittadini possano sentirsi coinvolti in un processo di rinnovamento e di rigenerazione urbana.
Questo fenomeno è noto come platformization, che a sua volta ha dato origine ai fenomeni della platform society, in cui le piattaforme stanno permeando il nucleo delle società non solo urbane, ma anche rurali.
Urbanismo smart e urbanesimo di piattaforma sono correlati come approcci allo sviluppo urbano e territoriale.
È emersa così la teoria e la pratica di una urbanistica intelligente (smart) in generale, l'urbanistica intelligente è intesa come un modello di sviluppo urbano incentrato sull'uso dei big data, sui flussi digitali e le tecnologie in rete per quanto riguarda la governance operativa urbana e in particolare per servizi urbani. l'urbanistica della piattaforma come un insieme di assemblaggi socio-tecnologici abilitati digitalmente consente l'emergere di nuove relazioni sociali e materiali, comprese molteplici intermediazioni.
Va considerata la relazione tra gemello digitale e metaverso. Come detto il primo si riferisce ad una rappresentazione di un oggetto fisico e/o di un processo che può far riferimento a dati reali, il metaverso, come si è già detto, si riferisce ad un ambiente virtuale tridimensionale e immersivo dove gli utenti possono interagire tra di loro e con oggetti digitali. Sono sostanzialmente analoghi e possono interagire tra loro in vario modo. Ad esempio, un'azienda che produce macchinari può utilizzare un gemello digitale per simulare il funzionamento di un impianto e identificare eventuali problemi, mentre contemporaneamente i tecnici possono interagire con il gemello digitale attraverso un metaverso, discutendo e collaborando sulla risoluzione dei problemi in modo remoto e collaborativo.

L'insieme di gemello digitale e metaverso applicati all'Urbanistica diventano strumenti che premettono di elaborare previsioni generando virtualmente scenari che possono corrispondere ad un evento futuro. Così è possibile, utilizzando internet nella sua nuova forma evolutiva che si delinea con il web 3D, formando una infrastruttura sociale immersiva online simulata (sim city), sviluppare una vera e propria Intelligenza collettiva generata in un insieme unico riconducibile ad un'Intelligenza connettiva .
Analogamente con il gemello digitale è possibile controllare cosa accadrebbe rispetto ai temi dell'ecologia e della sostenibilità ambientale, ma anche quelli della mobilità o di alcune dinamiche economiche e sociali, rispetto ad un determinato assetto sia urbano che territoriale se al posto di un parco pubblico si volesse costruire, ad esempio, un quartiere residenziale. Il gemello digitale, per altro, in questo caso, una volta installato e là dove i decisori vanno alla realizzazione del suddetto quartiere, può essere utilizzato prima nel controllo dei processi di attuazione e in seguito nel controllo di una serie sempre più ampia di parametri abitativi, da quelli economici a quelle della sicurezza, della salute pubblica, e così di seguito.

Il territorio come DAO (Distributed Autonomous Organization)

Una ulteriore frontiera applicativa è offerta dalla blockchain. La possibilità di conservare le informazioni ed i dati in registri distribuiti, trasformando la proprietà delle informazioni in un bene comune non alterabile da un singolo se non con il consenso di una rete di nodi pubblici, apre nuove prospettive di gestione del territorio.
La smart city e lo smart land che, fino ad oggi, sono stati immaginati come una estensione digitale di un sistema pianificatorio centralizzato del territorio, ci aprono a prospettive evolutive decentrate, in cui le decisioni operative possono essere prese non solo con un ampio consenso, ma in modo sicuro, proprio perché condivise. Il trasferimento in blockchain delle informazioni rilevate dai sensori territoriali, le relative elaborazioni algoritmiche e le conseguenti attuazioni operative, portano ad un nuovo modello organizzativo della società che va oggi valutato nelle sue prospettive positive quanto negative, e che, in qualche modo, costringe a rivedere le stesse basi del patto sociale e quindi le categorie del politico.
C'è inoltre una nuova frontiera che si prospetta grazie alla blockchain: la tokenizzazione degli assets. La blockchain abilita la configurazione di un DAO (Distributed Autonomous Organization), che può corrispondere a un territorio e alla sua realtà estesa: un'organizzazione autosostenibile, in cui la blockchain permette la certificazione dei dati, e della direzione e del senso loro conferito dagli stakeholder del territorio (interni ed esterni), sia in chiave epistemica, sia valoriale. Il territorio e i suoi poli di interesse si configurano quindi come cryptoasset, cui possono corrispondere dei token: acquistabili dagli stakeholder come utility token o come oggetti di investimento (asset token). I poli di interesse configurabili, come tali, possono essere quotati come Non-fungible Tokens (NFT) e incrementare significativamente il cryptoasset di riferimento. Si crea così un neomercato basato sugli asset del territorio esteso che diventa un agente sia di creazione di ricchezza, sia della sua redistribuzione.
La possibilità di rendere ogni polo di interesse del territorio non solo oggetto dotato di soggettività esecutiva ma anche di soggettività giuridica, il fatto che possa essere identificato univocamente in una anagrafe digitale e possa essere titolare di proprietà legittimamente riconosciute e trasparentemente possedute, completa il suo processo di ibridazione in un paesaggio in cui persone e spazi diventano nodi di relazioni che trasformano il territorio in paesaggio e mettono in pratica la possibilità di costruire una organizzazione decentralizzata autonoma in grado di progettare un paesaggio attraverso il nostro abitare, creare, operare, scegliere.

Il gemello digitale da simulazione ad attuazione della realtà

Nella maggior parte delle definizioni il gemello digitale è una rappresentazione digitale della realtà che consente simulazioni e predizioni, quello che vogliamo proporre come ulteriore utilità del gemello digitale è quella dell'autonoma determinazione dei principali oggetti del territorio, che in base alle norme definite in smart contract e intelligenza artificiale autoeseguono i contratti senza ulteriore intermediazione umana a meno della modifica dei contratti possibile solo con ampio consenso definita negli stessi smart contract.
La visione del gemello digitale si è evoluta da una semplice replica virtuale a un modello altamente funzionale e dinamico. Mentre le definizioni tradizionali mettono in evidenza la rappresentazione digitale e la capacità di simulazione, quello che proponiamo qui va oltre: inseriamo una dimensione di autonomia decisionale ai gemelli digitali, particolarmente quelli legati ai principali oggetti e sistemi del territorio. Questi gemelli digitali avanzati non si limitano a ricevere dati da sensori o ad attuare comandi predefiniti. Sono dotati di strati di intelligenza artificiale avanzata che utilizzano il machine reasoning e il machine learning per prendere decisioni autonome in tempo reale. Immagina una rete di trasporto pubblico dove ogni veicolo, ogni semaforo e ogni stazione è un oggetto nel gemello digitale del territorio. Ogni entità non è solo un punto dati, ma un'entità decisionale capace di adattarsi e reagire in modo autonomico alle variabili del mondo reale.
Questa autonomia è regolata da smart contract, che sono accordi autoeseguibili codificati direttamente nel sistema. Questi contratti definiscono le regole e i parametri entro i quali il gemello digitale può operare autonomamente. Ad esempio, un semaforo potrebbe decidere autonomamente di rimanere verde per un periodo più lungo se i dati del traffico e le condizioni meteorologiche lo suggeriscono, il tutto in conformità con le norme stabilite in uno smart contract.
Immaginiamo un edificio di coworking dove ogni sala riunioni, scrivania, e persino le apparecchiature come stampanti sono rappresentate nel gemello digitale del territorio. Ogni elemento non è solo un "punto dati" ma un'entità con autonomia decisionale, governata da smart contract. Ad esempio, uno smart contract potrebbe regolare l'accesso alle sale riunioni basandosi sul contratto di "spazio come servizio" stipulato con gli utenti. Se un membro del coworking ha prenotato una sala riunioni per un determinato periodo, lo smart contract assicurerebbe che l'accesso alla sala sia limitato all'utente e ai suoi ospiti per quel tempo specifico. Inoltre, le condizioni ambientali come illuminazione e temperatura potrebbero essere automaticamente adattate in base alle preferenze dell'utente registrate nel sistema.
Questi smart contract non solo faciliterebbero una gestione efficiente dello spazio, ma potrebbero anche integrare variabili come il flusso di persone durante il giorno, le necessità di pulizia e manutenzione, e persino le esigenze energetiche per ottimizzare l'utilizzo delle risorse. Come nel caso della rete di trasporto, la modifica degli smart contract in questo ambiente di coworking richiederebbe un consenso da parte della comunità o degli amministratori, garantendo che il sistema sia

flessibile sia sicuro. Quindi, in un coworking così configurato, si crea un ecosistema che non solo risponde in maniera efficiente alle esigenze immediate, ma impara e si adatta continuamente, offrendo un ambiente di lavoro sempre più ottimizzato e conforme alle esigenze degli utenti.
La gestione di questi smart contract potrebbe richiedere un consenso da parte di una comunità o di un ente regolatore, offrendo un equilibrio tra automazione e controllo umano. La modifica di questi contratti potrebbe avvenire solo attraverso processi di governance chiaramente definiti, garantendo che le decisioni autonome siano sempre allineate con gli obiettivi e i valori della comunità. In sintesi, la proposta di gemello digitale pubblico dinamico integra rappresentazione, simulazione e autonomia decisionale in un unico sistema coerente e scalabile. Questa evoluzione rappresenta un passo significativo verso la realizzazione di territori intelligenti, responsivi e altamente efficienti.
Il gemello digitale del territorio è un'applicazione avanzata che utilizza flussi di dati per creare una rappresentazione digitale di un'area geografica, incorporando infrastrutture, risorse, popolazione e attività. È essenzialmente un vasto grafo della conoscenza, dove i nodi rappresentano elementi vari come persone, edifici, infrastrutture e risorse, mentre i collegamenti rappresentano le relazioni tra questi elementi.
Il gemello digitale del territorio integra funzioni e attività fondamentali per il benessere della comunità ognuna delle quali presenta persone e cose che interagisco per garantire specifici servizi pubblici o privati, il gemello digitale può aiutare tali servizi in diversi modi:

- Apprendimento: facilita l'accesso a risorse educative e l'interazione tra studenti, insegnanti e materiali didattici in un ambiente digitale;
- Produzione: Aiuta nella simulazione e ottimizzazione dei processi produttivi, contribuendo all'efficienza e sostenibilità delle attività industriali e agricole;
- Commercio: Migliora le catene di approvvigionamento, identifica nuove opportunità di mercato e ottimizza la logistica attraverso la rappresentazione delle reti di distribuzione;
- Salute: Contribuisce alla pianificazione sanitaria pubblica, prevenzione delle malattie e ottimizzazione delle risorse sanitarie integrando dati sanitari e infrastrutture;
- Intrattenimento: Supporta lo sviluppo di eventi culturali e di intrattenimento analizzando spazi e modelli di consumo;
- Abitazione: Contribuisce ai progetti di edilizia abitativa, miglioramento dell'efficienza energetica e qualità della vita attraverso la rappresentazione delle aree residenziali.

Un esempio pratico del potenziale del gemello digitale del territorio può essere visto nel concetto di "Comunità Educante Estesa". In questo scenario, il gemello digitale agisce come un catalizzatore per collegare istituzioni educative, centri culturali, aziende e cittadini. Gli studenti hanno l'opportunità di imparare attraverso esperienze reali, partecipando a progetti e attività che coinvolgono la comunità più ampia. Questo tipo di apprendimento esperienziale va oltre le tradizionali impostazioni di classe, coinvolgendo l'intero territorio come una piattaforma educativa estesa. Il gemello digitale, in questo caso, serve come un ponte, facilitando l'interazione e la collaborazione tra gli studenti e la comunità.
È importante anche considerare le sfide legate all'implementazione di un gemello digitale del territorio, inclusa la gestione responsabile dei dati e l'uso etico della tecnologia. In sintesi, il gemello digitale del territorio offre una visione integrata e dinamica del territorio e

delle sue componenti, permettendo una pianificazione più efficace e contribuendo al benessere della comunità attraverso varie funzioni.
Proviamo a considerare il territorio non solo come il luogo dove abitano o sono presenti umani, animali, vari, vegetali di tutte le specie, mondi minerali e quant'altro, o come un supporto per svariati fenomeni naturali e artificiali: monti, fiumi, strade, ponti, edifici di ogni specie e agglomerati urbano, ma come qualcosa di spazialmente identificabile nel quale si genera valore. Si passa così dal considerare degli oggetti materiali nelle loro configurazioni e dinamiche a qualcosa di immateriale come il valore. Si passa da qualcosa che si presenta come oggettivo a qualcosa che potremmo definire generativo; da qualcosa che si può risolvere in mappe, cartografie, rilevamenti vari, diagrammi, elenchi, scaffali ordinati o meno, a qualcosa che possiamo ben definire virtuale. Da qualcosa che è visibile e che chiamiamo anche paesaggio, a qualcosa che non è visibile come il valore. I valori possono essere svariati: identitari, culturali, storici, emozionali, reputazionali e così elencando, sino a quelli che definiamo materiali come, ad esempio, quelli economici ma che in realtà hanno le loro valenze immateriali per non dire virtuali.
Una abitazione ha un diverso "valore" se bella o brutta, pulita o sporca, vecchia o nuova. Tutte differenze ben poco quantificabili che però determinato giudizi di valore. Questo lo sappiamo bene tutti visto che riguarda il nostro comportamento e il mondo delle sensazioni di ogni giorno e in ogni momento. Tutto ciò è semplicemente generativo.
Come potremmo definire allora il territorio? Come l'insieme dei luoghi nei quali prendono forma dei servizi intendendo per servizi non solo delle prestazioni a pagamento, ma anche le molte forme della reciprocità sociale, in particolare quelli che ci riguardano in quanto cittadini
Possiamo cogliere questa generatività e quindi il momento in cui si attribuisce valore all'esistente. Possiamo far in modo che questo diventi un momento non solo privato, ma di una reciprocità pubblica? Possiamo illuminare, cioè far emergere i vari e fluidissimi momenti di tale generatività e delle molteplici forme del servizio sociale? Sono i servizi che generano i valori anche al di là della stessa transazione monetaria.
Una delle implicazioni della diffusione del digitale è che progressivamente stiamo passando dal primato del possesso a quello dell'uso e da quello del prodotto a quello del servizio. Ad esempio, là dove avverrà la diffusione dell'automobile a guida autonoma il singolo privato avrà sempre meno motivi per acquistare una automobile potendo usare in modo molto meno dispendioso e molto più efficiente e comodo la possibilità di chiamare con il cellulare una auto di servizio che ti porta dove hai bisogno e poi se ne va.
Questi cambiamenti stanno portando ad una diversa idea della proprietà, dell'uso e di che cosa sia e possa essere il bene pubblico e di conseguenza anche diversa idea tra i valori materiali e immateriali. Tutto questo sta portando ad una diversa configurazione dell'assetto sociale che potrà essere estremamente positivo, ma che può anche produrre, e sta producendo, violentissime controreazioni. Quando l'assetto di potere traballa emerge quasi inevitabilmente la ferocia di ciò che resiste.
Per poter illuminare questa generatività ci può aiutare il gemello digitale in quanto una delle sue caratteristiche principali è quella di far interagire visibile e invisibile, materiale e immateriale, reale e virtuale, essendo tra l'altro un modello informativo capace di prendere vita e interagire con l'utente aggiornandosi continuamente nel tempo.
Nicola Martinelli chiama l'uso del gemello digitale come nodo fi-

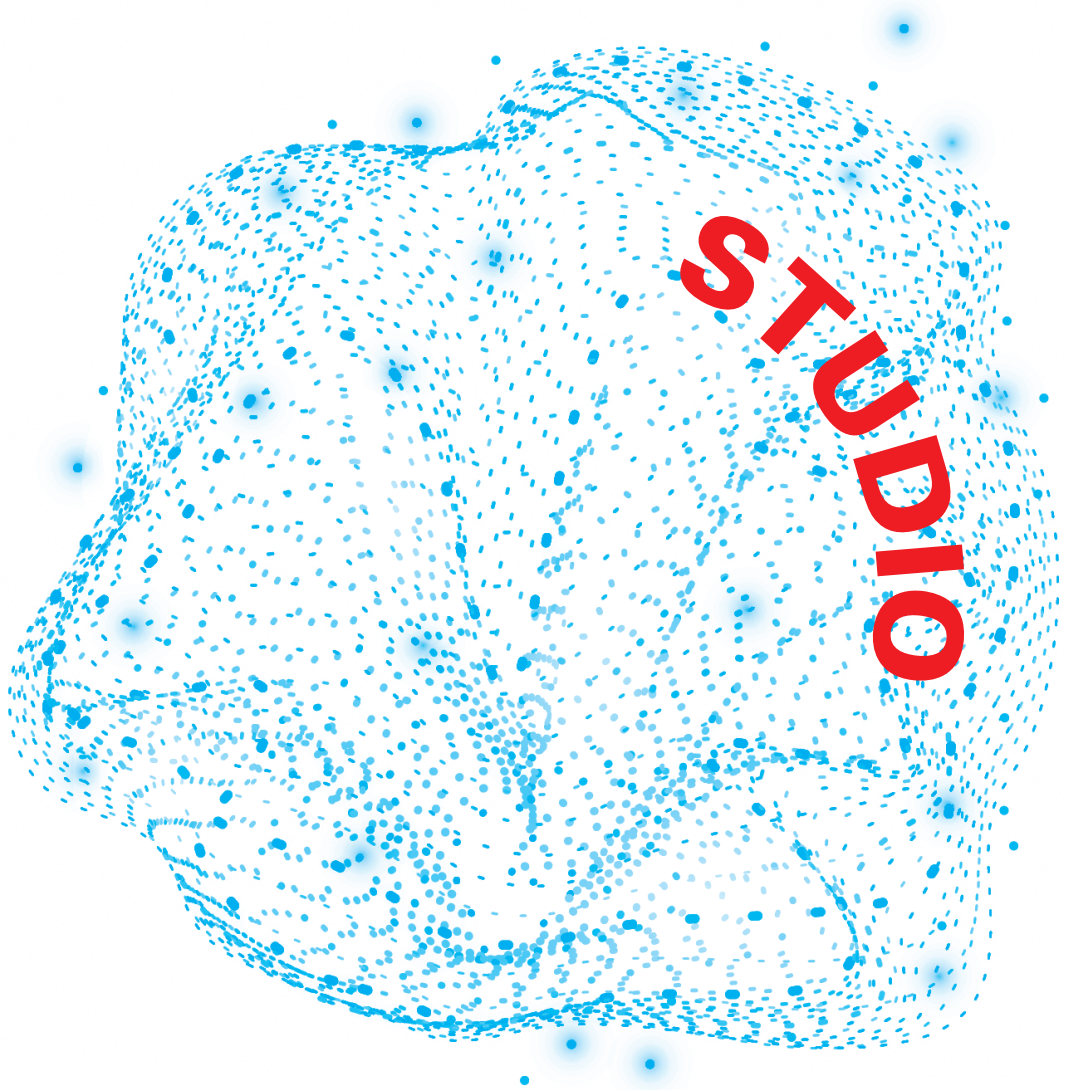
sico-digitale, e punto di convergenza dove le sfere del materiale e dell'immateriale si intersecano e si amplificano reciprocamente, Spot In questo luogo dinamico e ibrido, la realtà concreta si fonde con il mondo digitale, creando un ecosistema integrato che reinventa le modalità di interazione, esperienza, e scambio di valore tra individui, oggetti e l'ambiente circostante.
Il gemello digitale dona a ogni ambiente una nuova dimensione di agentività e interattività, rendendolo un ente proattivo nell'ecosistema di servizi e valori, mentre una DAO dedicata governando e regolamentando gli Spot, assicura l'adempimento di diritti, doveri e obiettivi strategici prestabiliti, disintermediando e decentralizzando l'accesso ai servizi. La DAO è un sistema la cui attività ed il cui potere esecutivo è ottenuto e gestito attraverso regole codificate, chiamate smart contract. Lo smart contract è un codice digitale che offre una serie di garanzie a condizioni predefinite concordate tra le parti.
Le parti possono stabilire una condizione che può avviare un'azione o una serie di azioni quando non soddisfatte. In questa nuova realtà, lo Spot consente la trasformazione dei bisogni umani da un modello basato sul possesso a uno sull'accesso, simboleggiando l'evoluzione verso una società in cui la proprietà perde il suo valore in favore della condivisione e della flessibilità.
Questo cambio paradigmatico evidenzia la necessità di nuovi modelli di gestione dei beni comuni, superando i confini del privato e dello Statale e proponendo soluzioni avanzate grazie a un sistema in cui la cooperazione e la decentralizzazione sono prioritarie e valorizzate.
Ogni Spot è quindi un microcosmo multiforme e simbolico, un luogo in cui la società liquida si manifesta in tutte le sue sfaccettature, dove le tradizionali nozioni di spazio, proprietà, e identità sono continuamente ridefinite e negoziate, dando vita a un territorio ricco e complesso, un mosaico in cui ogni tassello è un concentrato di significati, funzioni, e potenzialità, e contribuisce alla costruzione di un futuro in cui l'innovazione, la condivisione, e la sostenibilità sono le colonne portanti.
Proviamo un esempio: la gestione di spazi pubblici come palestre scolastiche e campi sportivi: fornire a individui o comunità la capacità di configurare e gestire spazi come palestre scolastiche e campi sportivi tramite Spot permette un uso ottimizzato e responsabile di tali spazi al di fuori degli orari scolastici o ufficiali. Un meticoloso smart contract assicura che il contratto, che disciplina l'uso e la manutenzione di questi spazi, sia eseguito in modo autonomo, efficiente e trasparente. Gli utenti possono accedere a questi beni pubblici in maniera semplice e responsabile, trasformando drasticamente il modo in cui i beni comuni sono percepiti e utilizzati. Questo modello non solo facilita l'accesso ma promuove anche la cura e la gestione responsabile dello spazio, garantendo che sia mantenuto e utilizzato in maniera appropriata.
Consideriamo altresì gli spazi di lavoro condiviso e spazi privati trasformati in pubblici. Questo concetto può essere esteso anche a spazi di lavoro condivisi o spazi privati che possono essere trasformati in pubblici. Gli utenti o le comunità possono configurare Spot in maniera tale da permettere l'accesso a servizi e spazi, e anche partecipare al finanziamento degli spazi stessi. Uno smart contract regola i termini di utilizzo, accesso, e finanziamento dello spazio, permettendo un approccio più flessibile e dinamico. Questo potrebbe significare, ad esempio, che spazi privati possono essere condivisi e finanziati collettivamente, rendendo possibile l'accesso a servizi e spazi altrimenti inaccessibili, e creando nuove opportunità di condivisione e

collaborazione. In entrambi i casi, la possibilità di configurare Spot attraverso Smart Contracts autonoma permette una gestione e un accesso più democratizzato, responsabile e trasparente degli spazi, sia essi pubblici o privati, offrendo nuove soluzioni per la gestione dei beni comuni e trasformando il modo in cui gli individui interagiscono con e partecipano agli spazi condivisi.
Un gemello digitale territoriale è in grado cioè di anticipare, in tempo reale, un problema che potrebbe verificarsi, nonché proporre relative soluzioni, supportandone i processi decisionali e governace. I dati, i sensori, gli algoritmi e le tecnologie, che catalizza, svolgono un lavoro di predizione e anticipazione di domande o bisogni territoriali. In questo senso, un gemello digitale può costituire il motore del suo sviluppo, non in quanto "acceleratore" bensì con il ruolo di "anticipatore", attraverso lo spazio computazionale che attiva.
Un gemello digitale è dunque il punto di vista "fuori dal sistema" che può rispondere alla domanda su cosa sia un uomo o una comunità, e cosa fare per diventare ciò che è: una prospettiva, uno sguardo sull'affascinante trama di relazioni tra mente e natura in cui siamo implicati.

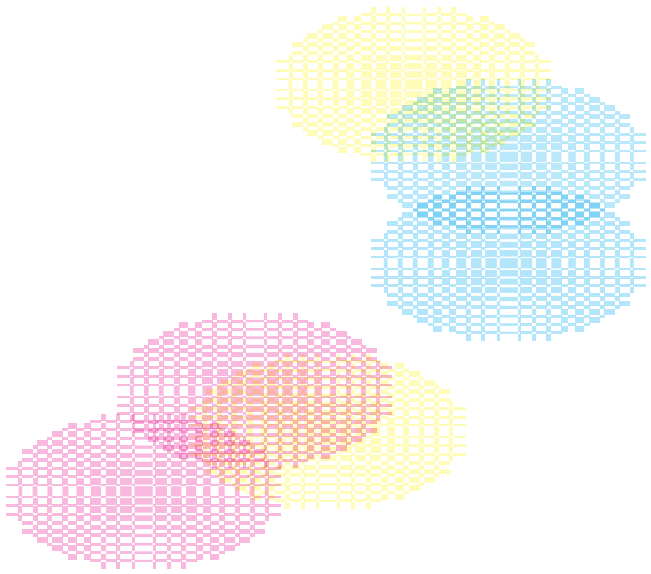
Alcune considerazioni a margine

Il gemello digitale non si presenta come una replica passiva, ma come un ampliamento attivo e dinamico, un veicolo di espressione e autonomia in un ecosistema digitale in cui la sovranità dell'individuo è spesso messa in discussione. La blockchain si presenta come un pilastro di trasparenza e integrità. In un contesto in cui la privacy è un bene sempre più prezioso e vulnerabile, questa tecnologia rappresenta un baluardo di sicurezza, un meccanismo che assicura che i dati personali siano non solo custoditi con cura, ma anche propria incontestabili dell'individuo. Il processo inizia con la creazione di un gemello digitale per ogni cittadino, un profilo dinamico alimentato e modellato dai dati personali, esperienze e interazioni dell'individuo. Ogni gemello è una entità viva, in continua evoluzione, che riflette la complessità e la ricchezza dell'identità di ogni singolo soggetto: L'intelligenza artificiale lungi dall'essere un osservatore onnisciente, si trasformai un facilitatore di dialogo. In questo ecosistema l'IA è un mediatore, una unità che ascolta, apprende integra le voci individuali in un coro democratico, un tessuto sociale ricco e multiforme.
I dati raccolti attraverso un processo consensuale e rispettoso sono analizzato e rispettati dall'IA. Ogni bit di informazione contribuisce alla crescita e alla evoluzione del gemello digitale e per estensione alla formazione una intelligenza collettiva.
Questa è una sorta di opera d'arte in divenire, un processo di ingegneria sociale e tecnologica che sfida le norme e ridefinisce i confini. Non è un prodotto, ma un viaggio, un percorso verso la riaffermazione della libertà individuale e collettiva.
La partecipazione dei cittadini è il motore di questo ecosistema.
Ogni individuo è un contributore attivo, un elemento essenziale di un sistema in cui i dati personali diventano strumenti di empowerment, piuttosto che catene di sottomissione.
Dal punto di vista filosofico, non essendo il gemello digitale una mera copia ma un di più della cosa o dell' insieme preso in considerazione, la questione cruciale che emerge è attorno alla domanda : la realtà della cosa (o insieme di cose, relazioni, funzioni, di un fenomeno o di un processo) considerata è comprensibile solo con e nella evidenza fenomenica o nella sua rappresentazione, oppure dobbiamo incominciare a considerare gli enti materiali e immateriali come stati di

relazione e quindi le loro condizioni di realtà vanno comprese a partire dalle possibilità stesse delle relazioni e queste, a loro volta, vanno inevitabilmente considerate come potenziali? Questa domanda riguarda inevitabilmente l'ontologia. Cioè una questione filosofica non di poco conto. Il digitale ci costringere a considerare il tutto e le sue parti, il visibile e l'invisibile. Il reale e l'immaginario non come dualità contrapposte ma come sempre in relazione.
Per esemplificare: consideriamo un testo qualsiasi e le sue interpretazioni. Il gemello digitale del testo non è una sua qualche riproduzione in quanto oggetto materialmente configurato, ma il variegato e libero mondo delle sue interpretazioni. Quelle interpretazioni senza le quali quel testo non avrebbe nemmeno ragione di esistere, senza le quali sarebbe non solo inutile, ma semplicemente morto.



Digital Twin esistenti: siamo al passo coi tempi?



Sperimentando il digital twin

Le sperimentazioni di un Digital Twin a grande scala sono state avviate in diverse parti del mondo da enti governativi e compagnie private, dimostrando un crescente interesse per questa tecnologia. In questa sezione verranno quindi presentati i modelli più interessanti. In alcuni casi l'implementazione del Digital Twin è stata fatta in progetti di notevole rilevanza e ben avviati. Altri, invece, sono stati selezionati per le loro particolarità e i possibili campi di applicazione.



Obbiettivo:
un mondo digitalizzato
e interconnesso

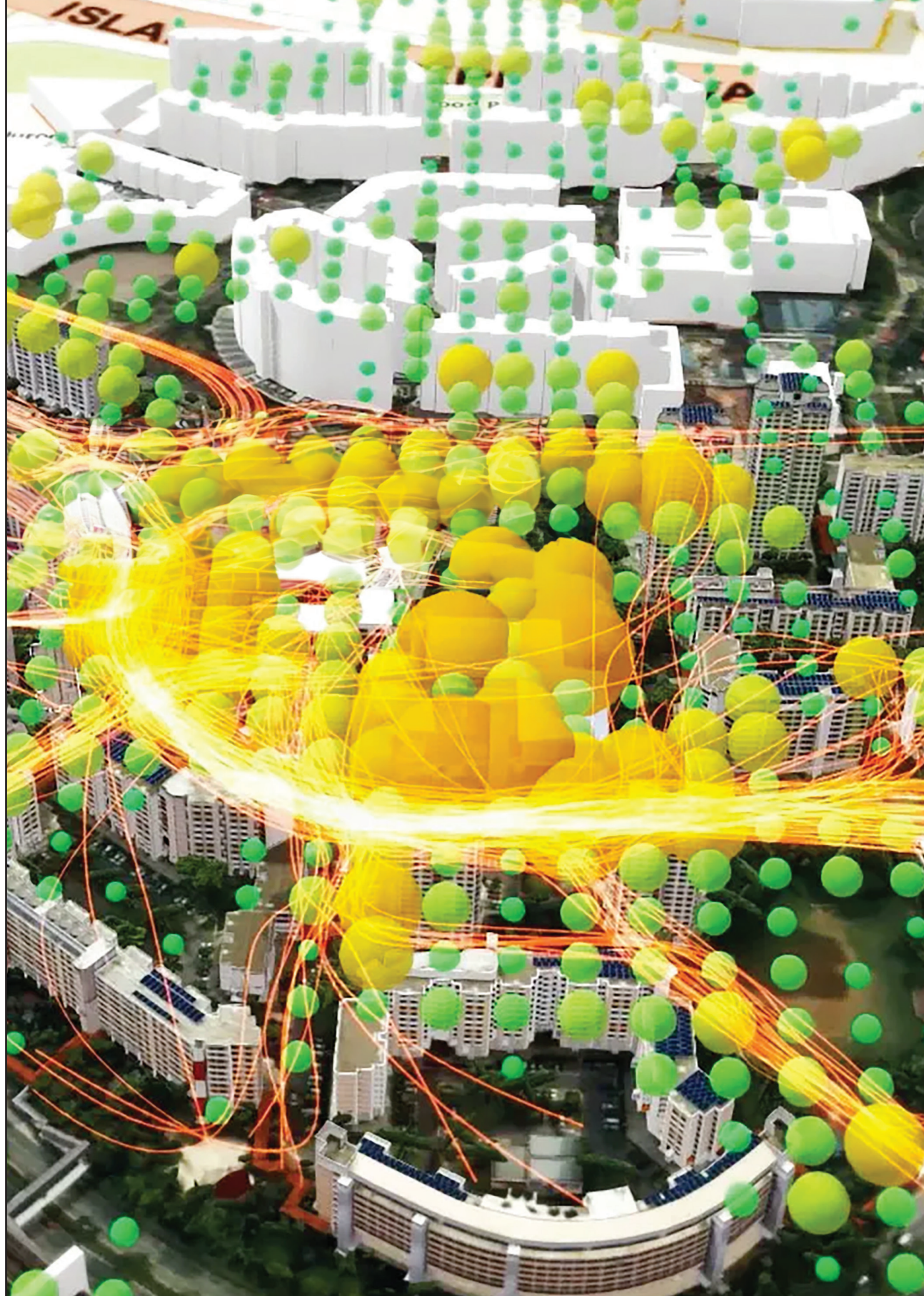
Il Digital Twin è una tecnologia innovativa che mira a digitalizzare un sistema fisico o un oggetto reale, fornendo informazioni utili per l'ottimizzazione delle prestazioni e la previsione di guasti. Le sue potenzialità sono state già sperimentate in diverse aree, come ad esempio nel settore manifatturiero, energetico, del trasporto a medico.
I progetti governativi hanno visto l'implementazione del Digital Twin in grandi infrastrutture, come ad esempio ponti, strade, e aeroporti, con l'obiettivo di migliorare la loro manutenzione e ridurre i costi.
Alcune compagnie private, invece, hanno focalizzato la loro attenzione su settori specifici, come ad esempio l'industria automobilistica e quella aerospaziale. Altro caso rilevante è quello dell'azienda tedesca Siemens, che ha sviluppato una replica digitale di una turbina a gas, utilizzando il Digital Twin per il monitoraggio delle prestazioni e la riduzione dei costi di manutenzione.
In ogni caso studio presentato, verranno fornite informazioni dettagliate sulle caratteristiche principali e le possibili applicazioni della tecnologia del Digital Twin.

Virtual Singapore

Tra i casi più interessanti, possiamo analizzare il progetto di Singapore per la creazione di una "smart city", dove il Digital Twin viene utilizzato per la gestione dell'intera città, dalla mobilità al consumo energetico. Singapore sta sviluppando quello che è uno dei Digital Twin urbani più avanzato al mondo: Virtual Singapore. Quando sarà completato diventerà la piattaforma istituzionale per uso in ambito pubblico, privato, individuale e di ricerca, dando la possibilità a figure di diversi settori di sviluppare strumenti e applicazioni per svolgere analisi, ricerche, test, simulazioni e pianificazioni della città per affrontare le sfide più complesse. Il progetto è sviluppato dagli enti istituzionali di Singapore, con un investimento di 73 milioni di dollari.
Le quattro principali funzioni di Virtual Singapore saranno:

- Sperimentazione virtuale: per esempio verranno analizzati i dati sulla copertura 3G e 4G in relazione alla morfologia dell'area grazie al modello 3D, cercando di capire quali fattori determinano una copertura scarsa in certe aree;
- Banco di prova virtuale per verificare la distribuzione dei servizi e il loro impatto sulla città;
- Pianificazione e decision-making, in base ad analisi complesse dei dati;
- Ricerca e sviluppo: rendendo Virtual Singapore accessibile ai ricercatori può diventare un ottimo strumento di ricerca grazie alla grande quantità di dati che contiene.

Virtual Singapore sarà a disposizione del governo, dei cittadini, delle imprese e della comunità di ricerca, che potranno utilizzarla in modo sicuro per quelli che vengono definiti usi potenzialmente illimitati.
Virtual Singapore è anche il primo Digital Twin a coprire un'intera nazione, seppur facilitata dalle ridotte dimensioni del paese.



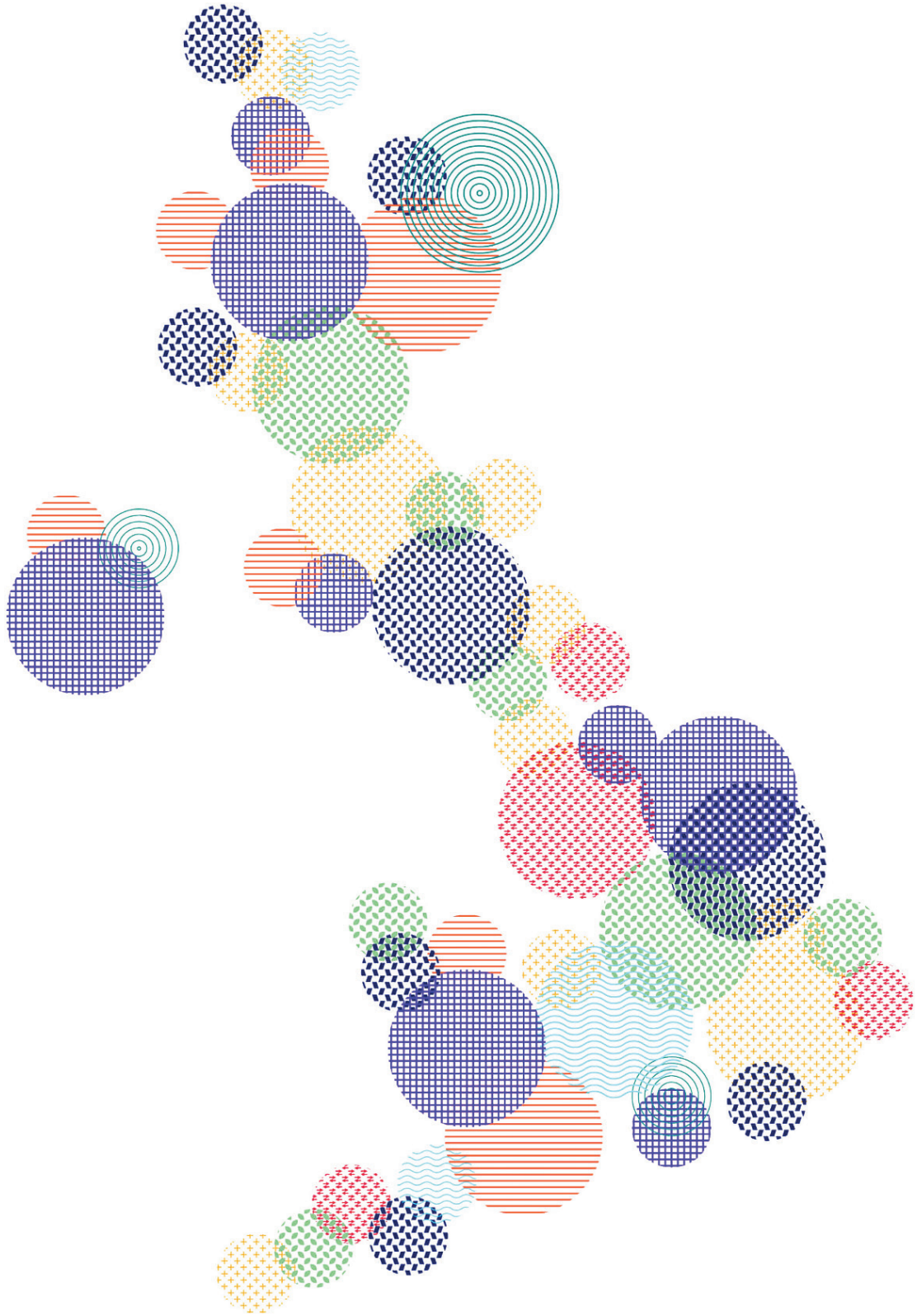
Interfaccia di Virtual Singapore

National Digital Twin Programme, UK

Nel 2018, nel Regno Unito, è stato lanciato dall'HM Treasury, il ministero dell'economia e delle finanze del governo britannico – atto a mantiene il controllo sulla spesa pubblica ed a definirne le scelte politico economiche – il National Digital Twin Programme, noto come NDTp, un progetto sperimentale per creare un ecosistema di gemelli digitali interconnessi per raccogliere dati dall'ambiente costruito con l'obiettivo di migliorare la costruzione e la gestione delle infrastrutture. Questo programma è stato gestito dal Centre for Digital Built Britain, una partnership tra l'Università di Cambridge e il Dipartimento per le imprese, l'energia e la strategia industriale. Il NDTp è stato istituito per fornire le raccomandazioni chiave del "Rapporto sui dati per il bene pubblico" del 2017 della Commissione nazionale per le infrastrutture. Gli obiettivi principali del progetto sono:

- Abilitare un Digital Twin Nazionale: creare un ecosistema di gemelli digitali connessi per raccogliere dati dall'ambiente costruito;
- Produrre un quadro di gestione delle informazioni: garantire una condivisione sicura dei dati e una gestione efficace delle informazioni;
- Allineare un gruppo di lavoro sul quadro digitale: fornire coordinamento e allineamento tra gli attori chiave.

Il NDTp ha istituito il *Digital Framework Task Group* (DFTG) come gruppo consultivo, composto da dirigenti senior dell'industria, del mondo accademico e del governo. Tale gruppo ha svolto un ruolo cruciale nella definizione del quadro, consentendo di promuovere il cambiamento e abbracciare i gemelli digitali connessi all'interno delle proprie organizzazioni. Inoltre, il NDTp gestisce il Digital Twin Hub, un sito web collaborativo e di supporto per la comunità interessata nello sviluppo dei gemelli digitali nell'ambiente costruito.
Questo programma mira a connettere i gemelli digitali e offrire vantaggi a tutte le parti interessate: la società, l'economia, le imprese e l'ambiente. L'uso di dati sicuri e di alta qualità può migliorare notevolmente la costruzione, la gestione e l'efficienza delle infrastrutture. Infine, il National Digital Twin offre una serie di benefici, tra cui il coinvolgimento trasparente degli stakeholder, risultati migliori per i clienti finali, benefici per l'economia e per le imprese, nonché vantaggi per l'ambiente, come la riduzione di disagi e sprechi e una maggiore efficienza delle risorse.
Il caso studio in questione è interessante per dimostrare che il Digital Twin è già una realtà affermata e ci sono paesi che stanno investendo ingenti risorse al fine di definire una matrice progettuale ed una metodologia per l'implementazione di questo strumento a scala nazionale.



Gli "hub" (i centri) del NTDp

Zurigo

La città di Zurigo ha creato un modello digitale di tutto il territorio comunale, accessibile gratuitamente da chiunque sul sito dell'amministrazione locale. I layer di base sono:

- terreno;
- edificato (con due diversi livelli di dettaglio, uno volumetrico e uno con le coperture più dettagliate);
- vegetazione;
- edifici in fase di concorso/progetto/costruzione.

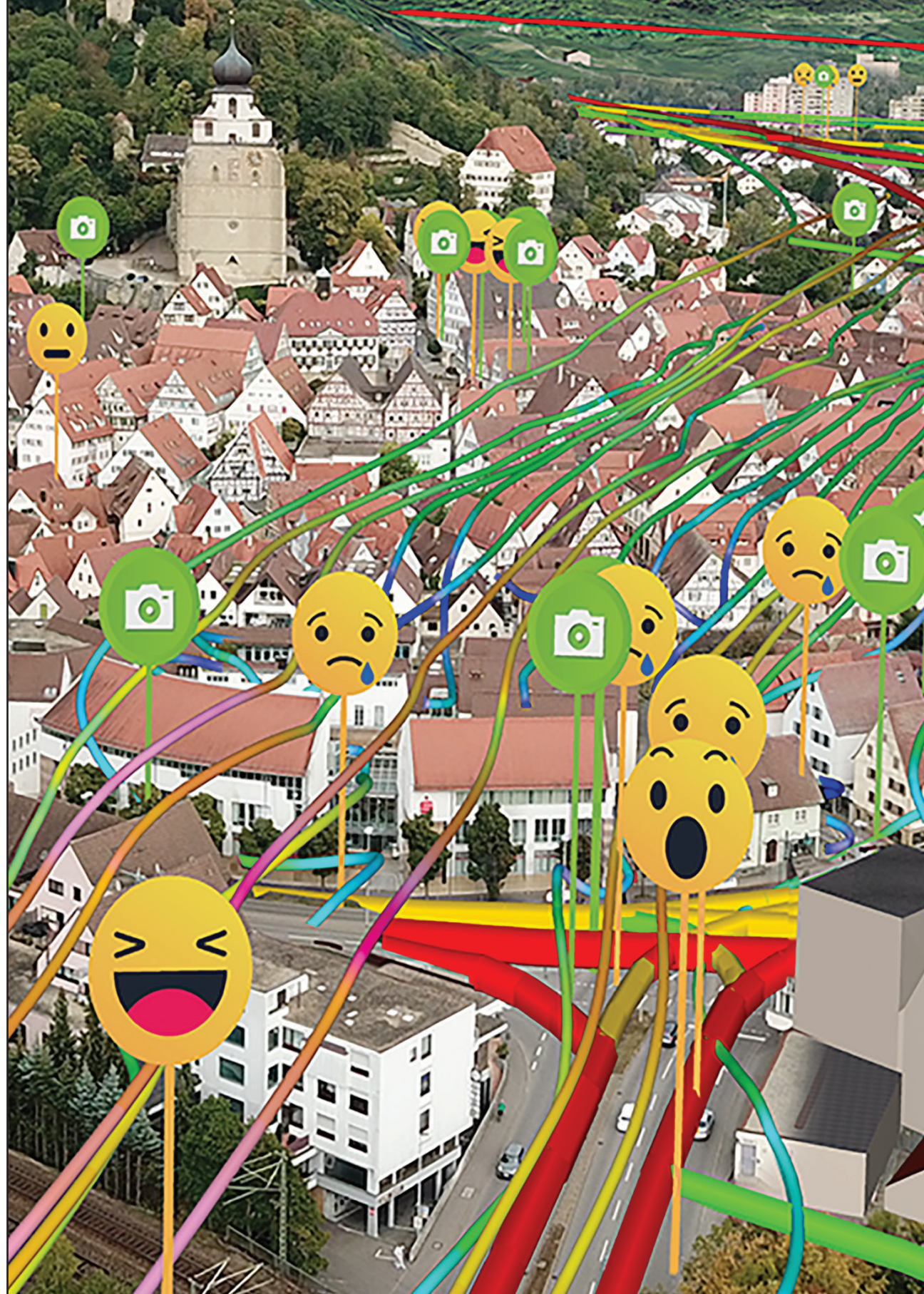
Inoltre, sul modello possono essere proiettati tutti i dati scaricabili dal geoportale della Città di Zurigo, per effettuare visualizzazioni, analisi e simulazioni. Il modello viene utilizzato anche per illustrare il risultato dei concorsi di architettura e urbanistica.
Questo caso studio è notevole per la qualità del modello digitale prodotto e per la facilità di utilizzo dello stesso e dimostra che è possibile realizzare un modello accurato con le tecnologie oggi disponibili. Uno strumento di facile utilizzo come questo offre la possibilità di avvicinare figure meno esperte al Digital Twin, oltre che a fornire una base comune a chiunque sia interessato a elaborare dei dati sul territorio.



Herrenberg

Herrenberg è una cittadina di 30.000 abitanti nell'hinterland di Stoccarda. Per le sue caratteristiche territoriali (frammentazione, tessuto misto urbano rurale, bassa densità) il mezzo di trasporto prevalentemente usato è l'auto e il traffico è un problema rilevante, specialmente lungo un'arteria principale che attraversa il centro storico di Herrenberg convogliando il traffico di tre strade extraurbane. Un team di ricerca ha sviluppato un progetto per un Digital Twin con l'obiettivo di trovare delle relazioni tra mobilità urbana, traffico, inquinamento e dati climatici.
Il modello 3D è costituito da:
- un modello morfologico (ambiente costruito);
- un modello della rete stradale;
- una simulazione della mobilità urbana;
- dati VGI (volunteered geographic information), ovvero dati raccolti dai cittadini, i quali operano come sensori (collaborative system) inviando informazioni attraverso un'interfaccia user-friendly (ovvero attraverso una app appositamente sviluppata che fornisce anche i dati GPS);
- dati rilevati tramite sensori delle stazioni di misurazione della qualità dell'aria (temperatura, umidità, vento, particolato).

Per risolvere il problema del traffico la città di Herrenberg sta sviluppando un piano di mobilità integrata per il 2030. Il Digital Twin è stato usato per creare nove differenti scenari. Questi sono stati poi visualizzati tramite COVISE (un sistema di visualizzazione modulare open source) e renderizzati con il programma OpenCOVER per creare due esperienze di realtà virtuali, una dinamica attraverso l'uso di visori e una statica, proiettata su uno schermo. Successivamente i cittadini di Herrenberg hanno potuto interagire con questi gemelli digitali.
Questo progetto pilota ha avuto riscontri positivi da parte dei cittadini, che hanno apprezzato la modalità partecipativa, avendo facilmente accesso alle informazioni, collaborando per l'acquisizione di dati e sviluppando maggiore consapevolezza riguardo ai temi complessi della pianificazione urbana e valutando positivamente l'accuratezza del Digital Twin interattivo. Inoltre, il processo partecipativo facilita l'accesso a persone solitamente marginalizzate (per fascia di età, lingua e condizioni di disabilità).
Aver reso il modello "partecipativo" è ciò che risulta più interessante in questo caso studio, perché da un lato introduce il cittadino come parte attiva e fondamentale nella raccolta dei dati, dall'altro perché si riduce enormemente la distanza tra pianificazione territoriale e cittadino, rendendo il processo più democratico.



Interfaccia del Digital Twin for Herrenberg

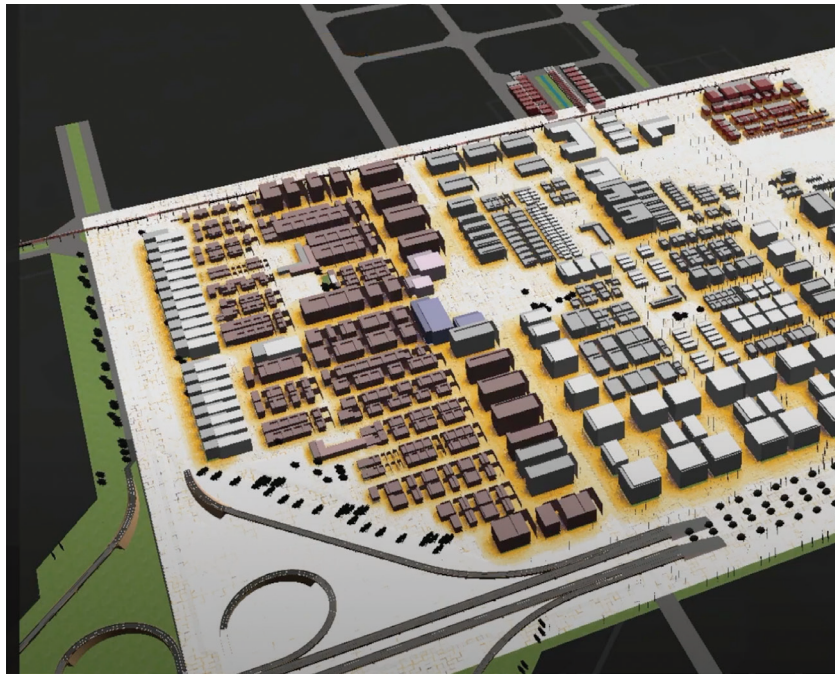
CityZenith e TwinUp

Cityzenith è un'azienda di Chicago leader nel campo dei gemelli digitali urbani. La compagnia sta lavorando sulla creazione di una piattaforma per un Digital Twin globale. Al momento hanno rilasciato SmartWorldOS™, una prima piattaforma per gemelli digitali urbani. Tra i progetti in corso ci sono il Digital Twin per la zona aeroportuale di Las Vegas e quello per il centro di Phoneix.
Michael Jansen, CEO dell'azienda, ha successivamente "riarrangiato" il progetto CityZenith per fondare TwinUp. Con sede a Frisco, Texas, è stata fondata e sviluppata da un team di architetti, imprenditori ed esperti di AI (intelligenza artificiale).
Cos'è quindi TwinUp? Lo slogan con cui si presenta il sito è esemplificativo: "a real-world Metaverse for architects". Sempre dal sito, "Re-immaginate il modo di creare, collaborare, gestire, ottimizzare e presentare i progetti in un real-world Metaverse fatto appositamente per gli architetti". La piattaforma è studiata per importare e convertire il progetto 3D di un edificio al fine di crearne un Digital Twin, con l'intento di poter effettuare rilevazioni e analisi in tempo reale, anche grazie all'ausilio di una serie di sensori di rilevazione dati. È possibile quindi far interagire i vari modelli 3D per la creazione di una grande piattaforma urbana digitalizzata. La piattaforma è alimentata da un assistente personale basato su intelligenza artificiale chiamato "Arch-e™", che elabora enormi quantità di dati in tempo reale per trasformare il processo di pianificazione progettuale in tempo reale, aiutando gli architetti al fine di ottimizzare tempo e risorse.
La suite di software TwinUp include tre app integrate:
• TwinUp Community™, portafoglio di progettazione virtuale gratuito e piattaforma social dedicata agli architetti. Gli utenti possono caricare, migliorare, organizzare e condividere immagini e video del loro lavoro di progettazione con gruppi privati e la comunità architettonica più ampia a loro scelta;
è possibile ottenere l'accesso a TwinUp 3D Metaverse™, che include:
• TwinUp Building™ è un'applicazione per la creazione di gemelli digitali in 3D che aiuta gli architetti a convertire i loro modelli in 3D (BIM, ecc.) in modelli di gemelli digitali. Le potenti funzionalità di visualizzazione e di simulazione di TwinUp Building™ consentono agli utenti di rendere, arricchire, analizzare, ottimizzare, presentare e condividere i loro modelli di gemelli digitali con colleghi e clienti;
• TwinUp World™ è un modello virtuale in 3D di gemelli digitali della Terra, su cui gli utenti possono posizionare i loro modelli di progetto in 3D per l'analisi, l'arricchimento, il rendering e la presentazione nel contesto del sito locale appropriato. Sviluppato dal Dr. Prasanta Bose, ex Principal Scientist di Lockheed Martin e Direttore della Data Science di Starbucks, TwinUp World offre strumenti di navigazione avanzati, livelli di dati, strumenti di rendering, interfacce di collaborazione multiparte e funzionalità di simulazione. La piattaforma offre una selezione di tipologie di simulazione basate su machine learning, dalle semplici analisi di luce solare alle più complesse simulazioni delle emissioni di carbonio per singoli edifici e complessi.

Viene riportata una dichiarazione di Michael Jansen, Chief Growth Officer e co-fondatore di TwinUp: «Gli architetti sono i costruttori naturali e gli utenti del Metaverso nel mondo, quindi abbiamo selezionato gli architetti del mondo per essere i nostri primi utenti. Con il tempo, ci espanderemo per accogliere ingegneri, designer d'interni, pianificatori, gestori delle strutture, amministratori di proprietà, REITS (acronimo di real estate investment trust), operatori di infrastrutture e altri nella TwinUp Community in tutto il mondo».

Il CTO e co-fondatore, il Dr. Prasanta Bose, ha commentato: «La piattaforma TwinUp presenta un co-pilota specifico del settore e personalizzato chiamato Arch-e. Alimentato da tecnologie di intelligenza artificiale e machine learning, Arch-e aiuta gli architetti a sfruttare in modo innovativo ed efficiente i dati per raggiungere obiettivi di progettazione molto specifici come mai prima d'ora».

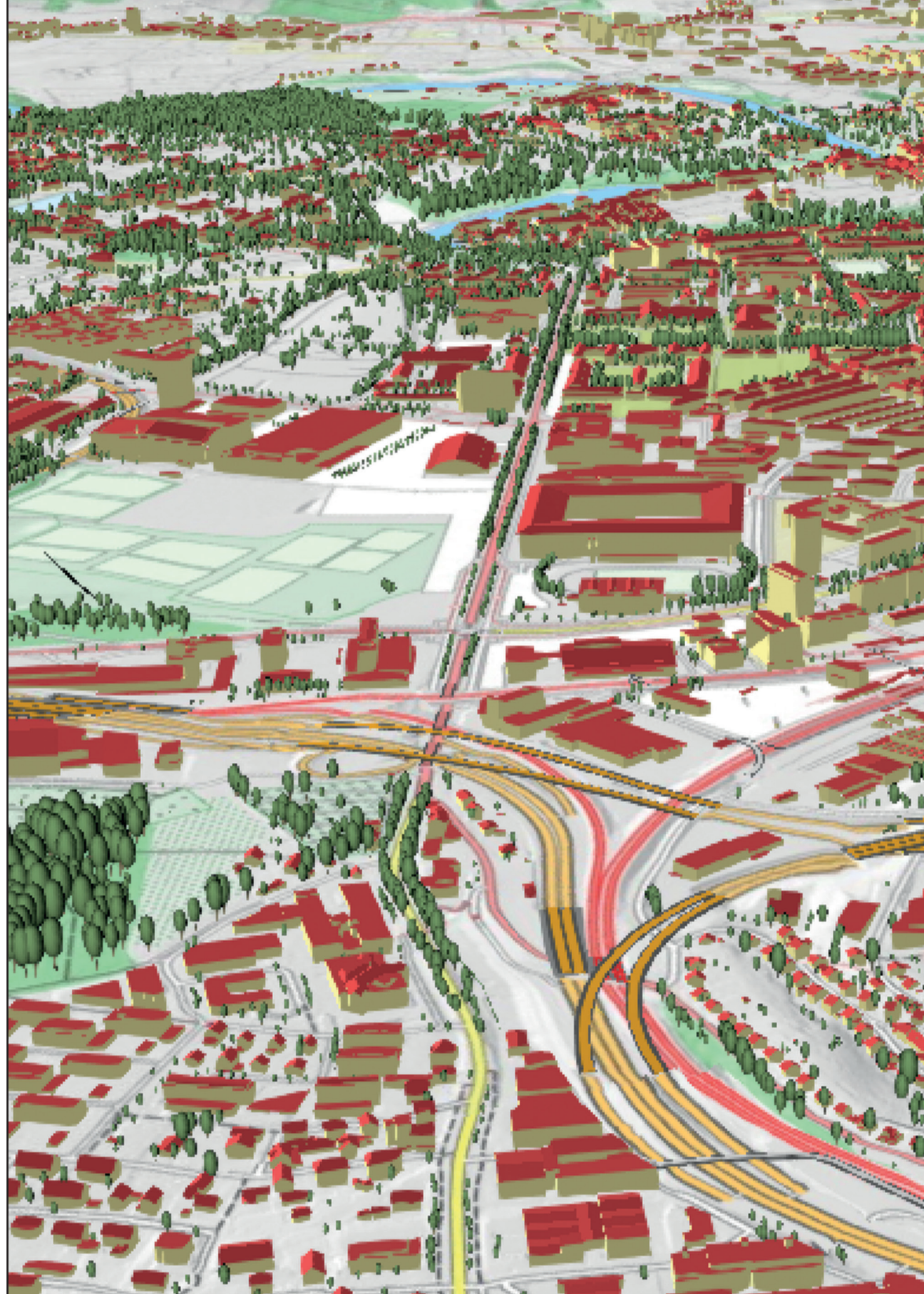
Jon David "JC" Cunningham, COO-CFO e co-fondatore, ha aggiunto: «Siamo entusiasti e orgogliosi di offrire una piattaforma di progettazione collaborativa unificata, la prima nel suo genere, alla comunità architettonica, la quale può essere utilizzata dagli architetti da tutto il mondo durante la loro intera carriera, a partire dai giorni da studenti».



Interfaccia di un modello digitale

Svizzera, 3D Viewer

Nel corso degli anni lo Stato d'oltralpe ha investito nello sviluppo di piattaforme per la mappatura e la gestione del territorio. L'Ufficio Federale di Topografia Swisstopo si è occupato – tra le altre cose – di progettare un visualizzatore 3D di carte della Confederazione, rendendolo fruibile gratuitamente non solo ai cittadini svizzeri ma a chiunque voglia fare un tour virtuale della nazione. Come riportato all'interno del sito dell'ufficio federale sono stati mappati un totale di 70 milioni di oggetti 3D tra cui fabbricati civili e industriali, alberi, aree boschive, infrastrutture, viabilità. Una nota particolarmente rilevante riguarda la possibilità di implementare all'interno del visualizzatore delle ulteriori le quali "arricchiscono" e "caratterizzano" l'area di interesse. Un'ulteriore funzione prevede infine di poter uploadare i propri dati all'interno del visualizzatore (sia in forma bidimensionale che tridimensionale). Il 3D viewer gira sulla piattaforma open source "Cesium". Per rendere la navigazione estremamente fluida i dati inseriti sono convertiti in "3D Tiles". I 3D Tiles sono una serie di dati particolarmente versatili e di conseguenza facilmente utilizzabili anche se contenenti una mole significativa di informazioni: essi sono studiati appositamente per essere interattivi e flessibili soprattutto per quanto riguarda la tipologia di dati geospaziali scrivibili all'interno. La piattaforma svizzera presenta inoltre un livello di dettaglio adattivo, con una tolleranza sull'asse verticale che varia da 0.5m a 128m. In questo modo tanto più si zooma, maggiore sarà il livello di dettaglio, a differenza di quando verranno visualizzate aree più estese che il livello di dettaglio diminuirà. Tramite questo processo viene ridotta la mole di dati e di conseguenza calerà drasticamente il numero processi di triangolazione necessari, garantendo – o meglio, aumentando – una costante qualità del servizio. Gli aspetti tecnici legati allo sviluppo di tale piattaforma sono stati reperiti proprio grazie alla collaborazione dell'Ufficio Federale di Topografia Swisstopo, il quale ha fornito i particolari dei dettagli appena spiegati.
Essere riusciti a stabilire un canale diretto e solido con un altro stato, il quale è disponibile a collaborare per condividere informazioni e scambiare idee sui processi tecnici e tecnologici è il segno che può esistere una collaborazione collettiva internazionale. Proprio grazie a questo contatto è stato possibile comprendere che la strada ipotizzata per lo sviluppo della piattaforma è corretta, difatti il plugin Cesium utilizzato dall'Ufficio Federale di Topografia Swisstopo questo è implementabile sulla piattaforma di sviluppo software Epic Games. La softwarehouse si occupa principalmente dello sviluppo di videogames, e proprio con sviluppo di questi ultimi troviamo molte assonanze tra Digital Twin e giochi digitali. Tratteremo di seguito le relazioni, le assonanze e come questo procedimento sia già stato utilizzato nell'Emisfero australe in Nuova Zelanda (Buildmedia's Digital Twin of Wellington, NZ).

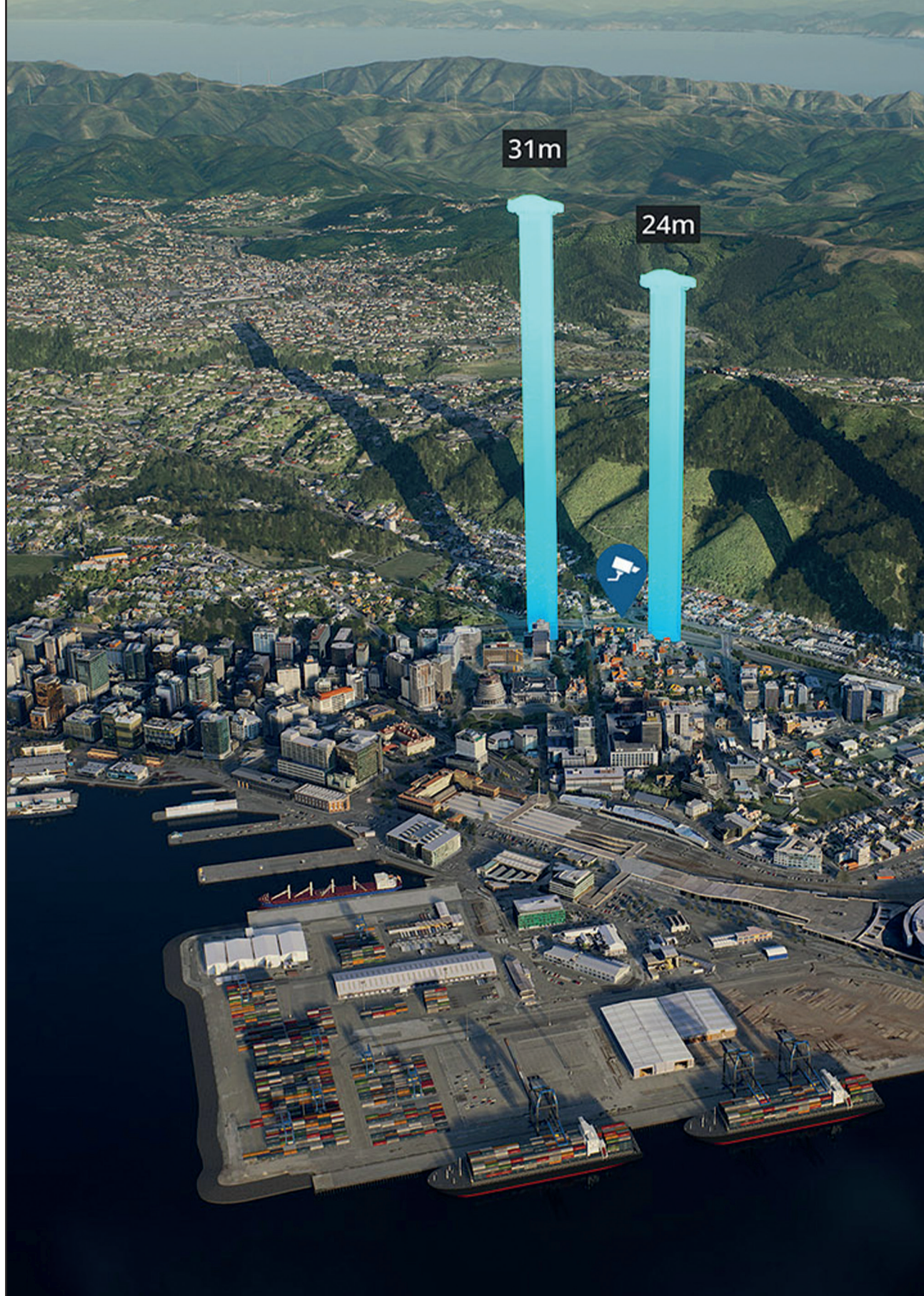


Interfaccia del 3D viewer

Buildmedia e il Digital Twin di Wellington

Buildmedia è un'impresa neozelandese che si occupa di creare esperienze di visualizzazione digitale di vario genere, dalle visite all'interno di spazi architettonici chiusi all'evoluzione urbanistica in tempo reale di un'intera area urbana e oltre. La qualità del prodotto finale, la risoluzione, la cura del dettaglio, la fluidità, fanno sì che il prodotto finale risulti allo stato dell'arte.
In collaborazione con il Wellington City Council (il "cliente" del progetto) è stato sviluppato un Digital Twin utilizzando tecnologie di gaming fornite da Epic Games grazie all'Unreal Engine, rendendo possibile lo sviluppo di un modello dinamico, il quale si aggiorna in tempo reale in base ai live data forniti dalle istituzioni. Il progetto si concentra in particolare sulla mobilità in tutte le sue forme, sul traffico aereo, sulla disponibilità di parcheggi e sui flussi in tempo reale all'interno della città. L'obbiettivo del modello di Wellington è proprio quello – riporta il sito di Buildmedia – "to create a platform where decision making could be enhanced" ("di creare una piattaforma dove il processo decisionale possa essere migliorato").
Questo progetto è l'esempio dello stato dell'arte di un Digital Twin territoriale. L'utilizzo di tecnologie all'avanguardia ha permesso di cambiare il modo di progettare ad ampia scala. Ora c'è la possibilità di sviluppare modelli ad ampia scala con dati in costante aggiornamento e soprattutto in tempo reale.

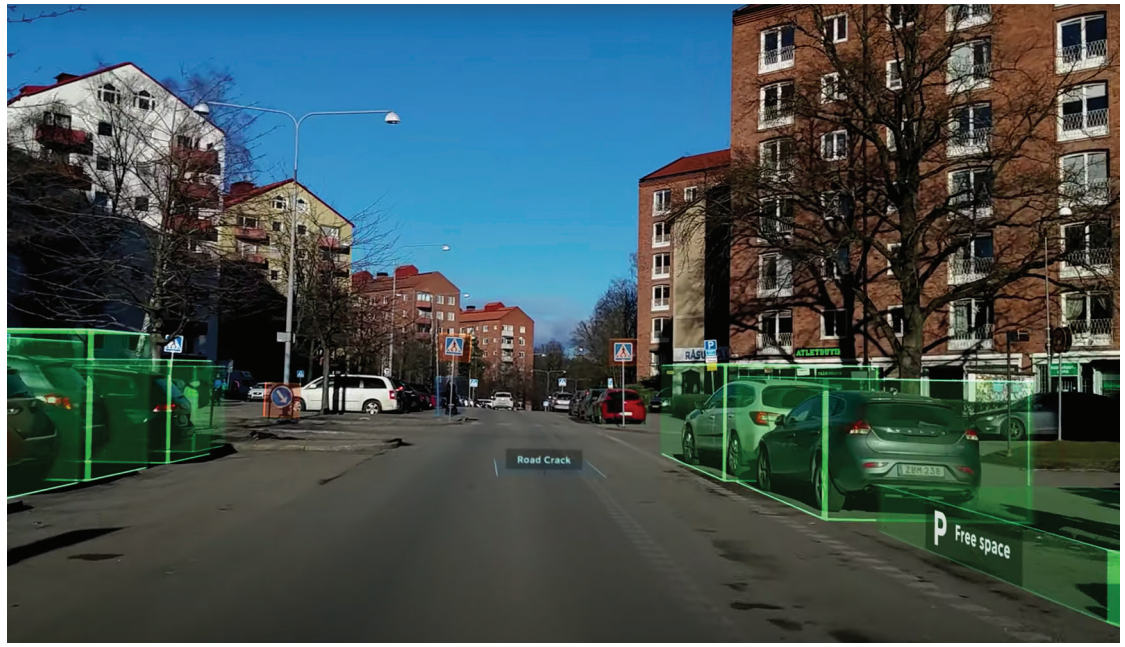
"As humans mostly process information through visuals, it was important to us that we provided a visual model of data that would aid the decision-making process".



Interfaccia del Digital Twin di Wellington

Univrses

Univrses è un'impresa svedese che si occupa di 3D computer vision e machine learning, con l'obiettivo di sviluppare tecnologie verso un futuro di automatizzazione. Uno dei prodotti che hanno sviluppato si chiama 3DAI™ City e consiste in una piattaforma per raccogliere dati sull'ambiente costruito tramite una semplice app per smartphone. L'obiettivo è dimostrare che è possibile sviluppare una tecnologia per raccogliere dati che non richieda particolari hardware.





Esempio di scansione digitale

DUET Project

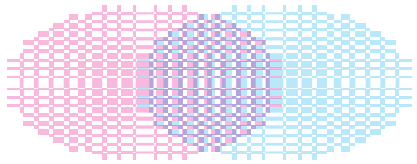
Il progetto prevede la collaborazione tra varie città al fine di creare una rete di Digital Twin locali. La chiave di volta dello studio di questa piattaforma sta nello sviluppo di una matrice originaria, in quanto una volta creata essa è applicabile ad ogni nucleo indipendentemente dalla dimensione (in riferimento al bel paese si pensi all'applicazione di questo processo per ogni comune italiano). L'iniziativa del DUET Project ha come obbiettivo l'essere a servizio del settore pubblico per migliorare i processi ed avere una visione più efficace e democratica del paese. Ad oggi sono disponibili i livelli di qualità dell'aria, del traffico, del rumore. Il progetto lavora sulla base di uno storico di dati sia in formato open che da altre banche dati, utili per elaborare dei modelli ricorrendo all'High Performance Computing (HPC) e all'Intelligenza Artificiale (AI). Per il momento lo sviluppo è stato portato avanti su tre località e città europee:

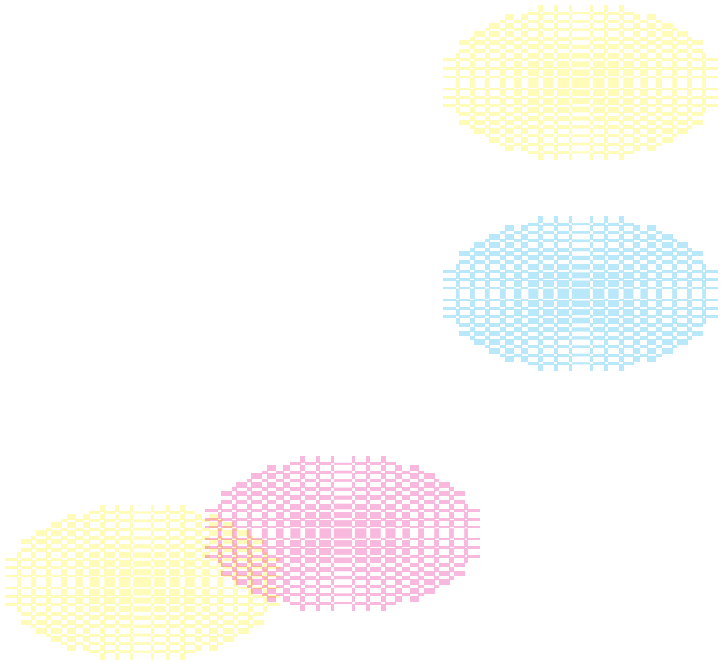
- The Flanders Region, per il Nord Europa. Lo sviluppo è in capo a "Digitaal Vlaanderen", azienda che collabora con le autorità fiamminghe per la realizzazione e la supervisione del progetto. Gli obiettivi principali del Digital Twin includono la creazione di una regione intelligente accessibile a tutti, il supporto alla cooperazione tra settori, l'coinvolgimento dei cittadini e delle aziende nei processi decisionali, e l'implementazione di servizi e standard dei dati trasferibili. Il progetto si concentra sulla progettazione di misure e sull'attuazione di azioni volte a migliorare la mobilità sostenibile e ridurre l'inquinamento dell'aria.
- The City of Pilsen, per il Centro Europa. È una città ceca di medie dimensioni con una popolazione di oltre 165.000 abitanti situata nella parte occidentale del paese. La città sta implementando il concetto di "Smart City" in diverse aree, ma c'è ancora bisogno di una pianificazione complessa e basata sui dati che consideri l'interazione tra il trasporto e l'inquinamento acustico. Il progetto "Digital Twin" di Plzen si concentra su questa interazione, con l'obiettivo di affrontare le sfide legate al rumore urbano, considerando fattori come il traffico stradale, il design urbano e l'uso del suolo. Questo progetto mira anche a integrare due importanti settori politici: la protezione delle "aree tranquille" nelle città e lo sviluppo di una mobilità sostenibile, superando l'approccio tradizionale basato su compartimenti stagni nella presa di decisioni.
- The City of Athens, per il Sud dell'Europa. Come riportato nel sito del progetto si evidenzia come "Atene sta affrontando il problema della qualità dell'aria, poiché circa il 6% di tutte le morti in Grecia è legato all'inquinamento atmosferico, per il quale i motori diesel sono riconosciuti come una delle principali cause, insieme a un alto tasso di fumatori nella popolazione. Con quasi il 30% della popolazione greca che vive nella capitale, avere i dipartimenti governativi che lavorano sulle politiche di trasporto, salute e ambiente per affrontare il problema insieme sembra estremamente sensato.

Grazie a collaborazioni come queste e alle risorse offerte dai siti ufficiali di "Digital Urban European Twin" e "Living in EU" il progetto sta dimostrando il suo impegno nella promozione della trasformazione digitale e dell'uso dell'Intelligenza Artificiale per una gestione urbana più efficiente e sostenibile in tutta Europa.



La costruzione di un modello



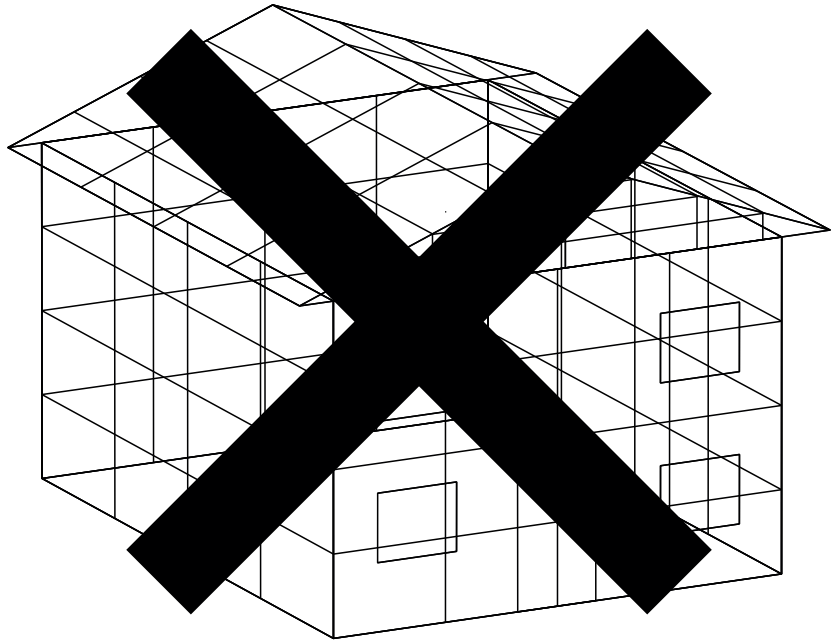


Tecnologie disponibili per un'interfaccia di Digital Twin territoriale

Un Digital Twin territoriale è una piattaforma in cui dati in qualche modo descrivono un territorio sotto forma di grafo. Le informazioni che possono essere integrate sono le più disparate e attinenti ai settori più diversi. Progettare un'interfaccia che faciliti la traduzione di questo grafo in un territorio conosciuto permette a chiunque (programmatori, pubblica amministrazione e privati) di poter usufruire della piattaforma. Ad oggi, diverse tecnologie possono aiutare a creare un modello 3D territoriale, come ad esempio i laser scanner, la tecnologia LiDAR e i software di fotogrammetria. Tramite l'uso di questi strumenti è possibile registrare dati quantitativi dal territorio, ovvero dati che danno delle misure.
Il modello 3D viene in seguito costruito come copia del territorio di interesse, con i suoi layer: topografia, idrografia, viabilità, etc. Questo modello non costituisce di per sé il Digital Twin territoriale ma è piuttosto un supporto ai dati qualitativi in tempo reale che su di esso vengono proiettati. Si può pensare al modello 3D come il modo più immediato di rappresentazione del territorio in digitale, ovvero una copia più o meno fedele in base al livello di dettaglio, facilmente comprensibile per l'utente.

Il modello 3D del terreno

Il Digital Twin non è la rappresentazione di un'entità reale, la sua copia identica. Ciò che costituisce il Digital Twin è infatti l'insieme di dati e non il modo in cui questi vengono rappresentati. La forma di un Digital Twin è infatti determinata da una scelta comunicativa, ma non coincide con il Digital Twin, bensì è solamente il modo in cui lo si vuole rappresentare.



Un gemello digitale
non è necessariamente
un modello tridimensionale

Per esempio, se il Digital Twin può a volte essere rappresentato da un semplice modello 3D come quello utilizzato nell'esempio del robot della catena di montaggio, in realtà può essere concettualizzato e costruito in molti modi diversi. L'oggetto da replicare non deve essere per forza un oggetto fisico. Ad esempio, nel campo della finanza viene usato il Digital Twin, non come un modello di un oggetto fisico, ma

come modello di comportamenti, tendenze e storie.
Se una banca vuole individuare un movimento di denaro sospetto evitando di autorizzare un acquisto fraudolento, potrebbe costruire un modello in base alle spese registrate di ogni utente. In questo modo il Digital Twin potrebbe costituire un database digitale delle abitudini dei clienti della banca e attraverso processi automatizzati individuare quei movimenti di denaro sospetti che non siano conformi alla tendenza di acquisto dell'individuo.
Un'altra forma di Digital Twin che non ha un modello 3D che la rappresenti è il sistema di profilazione con cui le piattaforme di social network costruiscono profili dettagliati sulle abitudini ed interessi dei propri utenti in base alla loro attività online, per poi proporgli pubblicità in target. La scala dell'oggetto, del sistema o del processo a cui fa riferimento il Digital Twin può variare di molto: da un macchinario industriale, ad un'entità biologica, un edificio o una città.
Dopo un primo incontro con il "Laboratorio di rilevamento e geomatica" dell'Università degli studi di Padova si riportano le seguenti considerazioni. L'utilizzo di una base tridimensionale piuttosto di un'altra è dettato dagli intenti progettuali. Le possibilità sono molteplici, tra cui:
- utilizzo delle curve di livello topografiche, facilmente reperibili dal portale cartografico regionale;
- rilievi aerofotogrammetrici;
- mappatura tramite laser scanner LiDAR.

Tutte e tre le soluzioni danno la possibilità di ottenere un modello tridimensionale utilizzabile, la differenza sta nel margine di errore proprio di ognuna di esse. La tecnologia LiDAR è una tecnica di ultima generazione utile per il rilevamento topografico che, tramite l'ausilio di un laser aerotrasportato (tramite elicottero, aereo o satellite), generalmente utilizzato in combinata con un secondo laser trasportato tramite drone individua una serie di punti che, triangolati tra loro, formano una superficie restituendo un modello digitale superficiale DSM (Digital Surface Model), composto quindi da terreno, edificato, infrastrutture, alberi (questo varia in base alla tipologia). Il margine di errore di questa tecnologia è nell'ordine di grandezza di 10-2m. I quesiti da porsi sono due: reperibilità e manipolabilità dei dati. Questi punti generalmente sono ad una densità di 3-4 m^2, generando quindi per grandi superfici numeri molto importanti e di difficile utilizzo con degli strumenti "standard": per mappare un comune di superficie 10km^2 vengono quindi generati 40 milioni di punti. Il problema principale rimane ad oggi, per il territorio italiano, la reperibilità di questi dati. La regione del Veneto possiede delle zone mappate con tecnologia LiDAR ma sono il più delle volte slegate tra loro e, ad oggi, coprono ancora una superficie troppo modesta per concretizzare lo sviluppo di un modello digitale territoriale a larga scala. Le curve di livello topografico sono uno strumento consolidato e largamente utilizzato. Il margine di errore di questa tecnologia è variabile per diversi motivi tra cui:
- Correttezza del dato al momento del rilievo, i dati possono essere datati o non aggiornati e possono presentare delle discretizzazioni che non rispecchiano il dato reale;
- Area di interesse, se si considera una superficie pianeggiante il margine di errore è minore che in montagna, zona in cui i dislivelli sono maggiori.

In buona sostanza, il margine di errore qui di aggira intorno ai 10^1 metri. Questo errore sarebbe accettabile per un digital twin territoriale, se non fosse fatta un'ultima considerazione. Ipotizziamo di mappare un'area con i seguenti elementi disposti in quest'ordine: strada, marciapiede, filare di alberi, argine, fiume. Il modello 3D, sulla base delle curve di livello interpolate tra loro, verrebbe discretizzato e quindi i vari avvallamenti e la morfologia del terreno verrebbero perduti. Questo margine di errore è accettabile quando il modello viene utilizzato per lavori a grande scala ma è sostanziale quando si devono sviluppare progetti che necessitano di un errore massino di 10^0 metri, cioè 1m. L'errore, quindi, è troppo rilevante ai fini progettuali.
I rilievi aerofotogrammetrici seguono i margini di errore delle curve di livello, diventando anch'essi di difficile utilizzo per la produzione di un modello accurato.
Le considerazioni finali in merito allo sviluppo di un modello 3D ah hoc, sono le seguenti: la migliore soluzione per lo sviluppo di una base tridimensionale è l'utilizzo di dati LiDAR, per la quale devono essere fatte due assunzioni. La prima è relativa alla "pulizia" dei dati, devono cioè essere considerati solamente i punti che intercettano il terreno; la seconda è relativa alla produzione di nuovi dati che mappino nuove aree non ancora sorvolate.
Quando queste due assunzioni diventeranno concrete allora sarà possibile utilizzare questo metodo di rilevamento.

Un modello parametrico: usare il machine learning

Un fattore fondamentale per una corretta implementazione di un Digital Twin è la capacità di questo modello di essere dinamico, imitando il comportamento del mondo fisico, con tutte le sue modifiche e continue variazioni. Questa condizione ci indirizza verso una parametrizzazione del modello che deve essere generato attraverso degli algoritmi, di modo da consentire una variazione automatica del modello stesso. Questo minimizza anche il lavoro da parte dell'uomo che lo gestisce. L'idea è che i dati di input varino in base alle informazioni fornite in tempo reale o a scadenze temporali ravvicinate e che di conseguenza il modello si aggiorni senza il bisogno di alcuna operazione manuale. Inoltre, il machine learning può essere integrato nella tecnologia del Digital Twin, di modo che si ottenga un processo di autogenerazione il più efficace possibile.
Per comprendere meglio cosa sia questo processo prendiamo la definizione di Helwett Packard Enterprise "Il machine learning (ML) è una sottocategoria dell'intelligenza artificiale che si riferisce al processo tramite il quale i computer sviluppano il riconoscimento dei pattern, o la capacità di apprendere continuamente ed effettuare previsioni utilizzando i dati per poi apportare modifiche in autonomia, senza una programmazione specifica. Il machine learning è incredibilmente complesso e il suo funzionamento varia in base all'attività e all'algoritmo utilizzato. Essenzialmente, tuttavia, un modello di machine learning è un computer che esamina i dati e identifica i pattern, utilizzando quindi tali informazioni per completare meglio l'attività assegnata. Qualsiasi attività basata su una serie di punti dati o regole può essere automatizzata tramite il machine learning, anche quelle più complesse come la risposta alle chiamate del servizio clienti e l'esame dei curricula."

Software di gaming per il Digital Twin: Unreal Engine

Ad oggi, i software di gaming sono i più adatti per l'implementazione di gemelli digitali. Epic Games è una di queste softwarehouse: vengono sviluppati sia videogames che uno dei più potenti motori grafici in commercio, Unreal Engine.
"Lo strumento di creazione 3D in tempo reale più aperto e avanzato

al mondo" è lo slogan con cui si presenta la piattaforma, ed è effettivamente così. Un'ampia gamma di settori sta già utilizzando i motori di gioco per applicazioni di "non gioco" in architettura, produzione cinematografica, aerospaziale e automobilistico, e sta creando tutti i tipi di simulazioni, esperienze VR e visualizzazioni in tempo reale.
Molti "utenti" di Unreal Engine (per utenti si intendono delle aziende) hanno altresì sviluppato dei digital twin per affrontare sfide operative, infrastrutturali e di pianificazione. Tra i clienti che utilizzano la piattaforma figura IMERZA, società che si occupa di tecnologie sperimentali per il settore immobiliare. Dorian Vee, il suo co fondatore e CTO, afferma che "la real time technology permette a ognuno di visualizzare simultaneamente la stessa cosa e di prendere decisioni più velocemente".
Secondo un articolo pubblicato dall'azienda stessa sul proprio sito web sono necessari alcuni passaggi preliminari:
• definire gli obiettivi del Digital Twin (o almeno una direzione progettuale);
• costruire un modello 3D dell'entità fisica di interesse;
• ricercare i dati utili all'implementazione del Digital Twin.



Il modo migliore per comprendere a pieno come "costruire la macchina" viene spiegato proprio dagli sviluppatori di Epic Games.
Lo sviluppo richiede l'utilizzo di alcune funzionalità chiave:
• importare il modelo 3D in Unreal Engine. Questo viene processato tramite il plugin Datasmith al fine di semplificare l'importazione da tutti i pacchetti CAD;

• attraverso il Blueprint Visual Scripting, rendere accessibile la programmazione del modello a chi non ha conoscenze di programmazione, ovvero utilizzare un sistema algoritmico a nodi (simile a quello di Grasshopper) per programmare senza scrivere codici. Questo sistema è estremamente flessibile e potente in quanto offre ai progettisti la possibilità di utilizzare praticamente l'intera gamma di strumenti generalmente disponibili solo ai programmatori. Inoltre, il markup è sviluppato per permetterne l'implementazione C++ di Unreal Engine e consentire ai programmatori di creare sistemi di base che possono essere estesi dai progettisti stessi;
• creare un'interfaccia utente per le figure che useranno il Digital Twin, al fine di consentire a tutte le parti interessate di interagire con il modello e comprenderne gli sviluppi;
• attraverso un'API, inserire i dati in tempo reale secondo cui il modello si deve aggiornare.

Cos'è e come funziona un'API? La definizione del colosso informatico statunitense IBM è esauriente: "Un'API, application programming interface o interfaccia di programmazione delle applicazioni, è un insieme di regole definite che consente ad applicazioni diverse di comunicare l'una con l'altra. Funge da livello intermedio per elaborare il trasferimento dati tra sistemi, consentendo alle aziende di aprire dati e funzionalità applicative verso l'esterno, rendendoli disponibili a sviluppatori di terze parti, business partner e dipartimenti organizzativi aziendali. Le definizioni e i protocolli all'interno di un'API aiutano le aziende a collegare le numerose applicazioni che utilizzano quotidianamente, risparmiando tempo e smantellando eventuali componenti a scarsa integrazione, quali i silo, che ostacolano la collaborazione e l'innovazione. Per gli sviluppatori, la documentazione API fornisce l'interfaccia di comunicazione tra applicazioni, semplificando l'integrazione."
Per comprendere il funzionamento delle API il modo più semplice è considerare un esempio comune: l'elaborazione dei pagamenti di terze parti. Quando un utente acquista un prodotto su un sito di e-commerce, gli può essere richiesto di "Pagare con PayPal" o un altro tipo di sistema di terze parti.
Per effettuare la connessione questa funzione si affida alle API. Nel momento in cui l'acquirente fa clic sul pulsante di pagamento, per recuperare le informazioni l'API effettua una chiamata, detta anche richiesta. Questa viene elaborata, da un'applicazione al server Web, tramite l'Uniform Resource Identifier (URI) dell'API includendo un verbo, intestazioni e, talvolta, un corpo della richiesta.
Dopo aver ricevuto una richiesta valida dalla pagina Web del prodotto, l'API effettua una chiamata al programma esterno o server Web, in questo caso il sistema di pagamento di terze parti.
Il server invia una risposta all'API con le informazioni richieste.
L'API trasferisce i dati all'applicazione richiedente iniziale, nel caso preso in esame il sito Web del prodotto. Anche se il trasferimento dati varia a seconda del servizio Web utilizzato, le richieste e le risposte vengono tutte evase tramite un'API. Non vi è visibilità di tale attività a livello dell'interfaccia utente: le API scambiano dati all'interno del computer o dell'applicazione mentre all'utente la connessione appare ininterrotta".

In altre parole, abbiamo gli strumenti per creare gemelli digitali da un bel po' di tempo. Fino a poco tempo fa, la barriera d'ingresso per i gemelli digitali era alta: l'installazione iniziale richiedeva un program-

matore esperto e successivamente un designer che curasse tutta la "user experience" (UX) per rendere il gemello digitale accessibile al personale non tecnico. Un processo che richiedeva molto tempo e sforzi per essere creato e mantenuto.
È qui che la real time technology fa la differenza. Con un motore di gioco, impostare e mantenere un digital twin è molto più facile e veloce che programmare da zero. Inoltre, il risultato è di semplice comprensione per chiunque, proprio come sarebbe qualsiasi gioco ben progettato.
Con i modelli 3D già in atto e pronti all'uso, lo sviluppo di gemelli digitali è il naturale passo successivo per la progressione di questi settori.

Le potenzialità di Google Earth

La piattaforma di Google Earth funziona grazie alla fotografia satellitare per quanto riguarda la cartografia 2D, mentre per il 3D si basa sulla fotogrammetria aerea, che viene interpolata con le mappe satellitari per creare topografia ed edifici tridimensionali. Potenzialmente Google Earth può essere utilizzato come base per il Digital Twin perché:

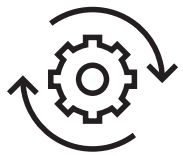
rappresenta digitalmente il mondo reale



il livello di dettaglio è elevato



è in costante aggiornamento (sia foto satellitari che StreetView)



è gratuito

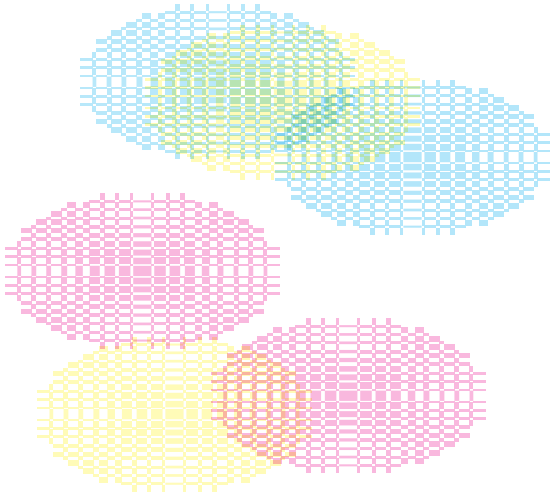


supporta l'importazione di file GIS, proiettabili sul modello 3D



Google Earth inoltre presenta alcune caratteristiche tipiche dei gemelli digitali, perché funziona con degli algoritmi che interpolano vari dati per restituire visualmente un modello in aggiornamento costante e continuo. Tuttavia, non può considerarsi un Digital Twin perché non esiste un flusso di dati continuo da sensori esterni. I dati presentati all'interno di Google Earth inoltre sono posti solamente in visualizzazione, senza la possibilità di effettuare delle analisi utilizzando il modello. In questo il Digital Twin territoriale si differenzia di molto, perché fornisce degli strumenti per analizzare, interpretare e mettere in relazione i diversi dati presenti, restituendo dati frutto di elaborazioni.
Se da un lato il modello di Google Earth potrebbe essere utilizzato come modello di base per il Digital Twin, dall'altro bisogna tenere conto di alcuni svantaggi, dovuti al fatto che è un modello di proprietà di un privato e che perciò non può essere modificato liberamente. Inoltre, è un modello statico che non può essere reso dinamico senza poter accedere alla sua programmazione. Tuttavia, Google Earth potrebbe essere utilizzato come strumento di controllo del Digital Twin, per verificare la coerenza tra questo e la realtà attraverso le immagini satellitari fornite da Google.
Infine, Google Earth ci risulta comodo per porre l'attenzione una possibile criticità di un modello digitale. A volte capita infatti che lo stesso, per quanto ottimizzato, è un programma che richiede una certa componente hardware per essere utilizzato in modo fluido. Riguardo l'implementazione di un Digital Twin bisogna tenere in conto questa pesantezza dei processi di visualizzazione 3D a cui si aggiunge il fatto che al modello si aggiungono i dati in input. La piattaforma deve essere quindi pensata per non risultare troppo pesante per chi ci lavora e per chi la utilizza.

La raccolta dei dati



La relazione tra modello e dati

Il Digital Twin è, come abbiamo capito fino ad ora, una tecnologia che consiste nell'utilizzare flussi di dati per generare una versione digitale di un oggetto reale, con lo scopo di ottimizzarlo. Il termine oggetto va inteso in senso lato: può essere un oggetto fisico vero e proprio, ma anche un sistema o un processo. Questo rende più difficile dare una definizione univoca di Digital Twin, dato che può avere forme anche molto diverse in base al campo di applicazione. Quello che accomuna le varie forme è che sono tutte costituite da un insieme di dati in relazione tra loro che descrive un oggetto, un sistema o un processo.
A livello concettuale il Digital Twin può essere immaginato come un grafo costituito da una serie di nodi collegati tra loro da una rete.
I nodi rappresentano i dati; la rete indica le relazioni esistenti tra i dati.
Questo grafo contiene l'informazione per descrivere un'entità reale e ne costituisce una copia virtuale. Manipolando questi dati e queste relazioni è possibile mettere a sistema le diverse informazioni e prevedere e testare diverse situazioni. La funzione di un Digital Twin è infatti quella di ottimizzare un oggetto, un sistema o un processo reale.
Lo scambio di dati tra oggetto fisico e gemello virtuale crea inoltre un circolo virtuoso: i dati raccolti dall'oggetto reale aiuta i progettisti a ottimizzare il Digital Twin, mentre quest'ultimo fornisce dati per ottimizzare l'oggetto reale.
Gli utilizzi di un Digital Twin sono innumerevoli. Per come lo concepiamo noi, il Digital Twin territoriale è uno strumento che mette in relazione una serie di dati aperti e usufruibili da chiunque utilizzi la piattaforma, fornendo uno strumento valido di gestione del territorio.
L'uso specifico del Digital Twin dipende poi dai suoi utenti e può variare moltissimo in base ai diversi campi professionali da cui essi provengono. Di base, il Digital Twin fornisce informazioni sia in forma numerica che in forma visuale (tramite un'interfaccia) facilmente interpretabili da chi lo utilizza. Proprio grazie all'immediatezza nella restituzione di dati complessi sotto forma visuale è possibile osservare relazioni difficilmente individuabili con i metodi tradizionali. Naturalmente, maggiori sono i dati da poter confrontare, maggiore la complessità e affidabilità delle relazioni che si possono trovare: per questo motivo crediamo che il caricamento di dati sulla piattaforma non debba essere un compito esclusivo delle pubbliche amministrazioni, ma che qualsiasi ente in grado di raccogliere questi dati possa partecipare attivamente alla costruzione e gestione del Digital Twin.



Di conseguenza possiamo affermare che il successo del Digital Twin dipende dalla disponibilità di dati e dalla varietà dei suoi utenti, perché ciascuno di essi può non solo aumentare la quantità e diversità dei dati stessi, ma anche avere le competenze e l'interesse per utilizzare il Digital Twin per usi diversi. Da questa affermazione consegue la necessità di una collaborazione tra settore pubblico e privato, al fine di costruire un Digital Twin plurivalente.

Cosa sono gli open data?

Con open data intendiamo quei dati che la pubblica amministrazione rende disponibili a tutti. Riprendiamo la definizione di Open Data pubblicata sul sito del Ministero della Salute:
«Con il termine Open Data si fa riferimento ad alcuni tipi di dati (informazioni, dati numerici, ecc.) che possono essere liberamente utilizzati, riutilizzati e redistribuiti, secondo le indicazioni presenti nella licenza d'uso (Italian Open Data License v2.0).
I dati aperti sono disponibili in un formato aperto, standardizzato e leggibile da un'applicazione informatica per facilitare la loro consultazione e incentivare il loro riutilizzo anche in modo creativo e a loro volta devono essere rilasciati attraverso licenze libere che non ne impediscano la diffusione e il riutilizzo da parte di tutti i soggetti interessati.
La diffusione di dati pubblici in modalità "open", per il settore dello sviluppo di applicazioni (soprattutto quelle per il mercato mobile di smartphone e tablet: apps), rappresenta lo strumento per utilizzare agevolmente dati, anche provenienti da fonti diverse, e quindi per fornire informazioni e servizi ai propri utenti.»



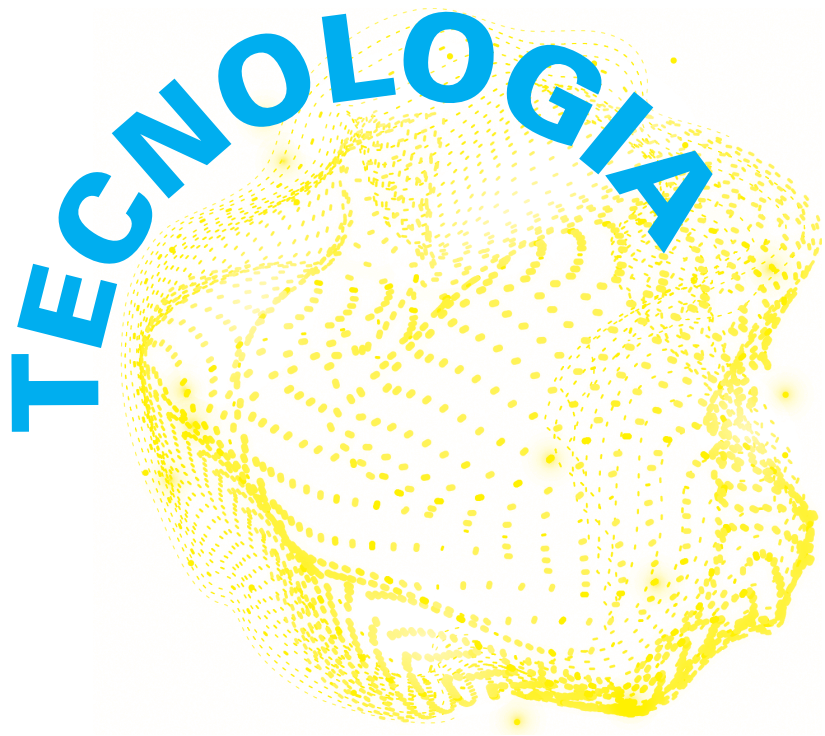
Funzionamento degli open data

Gli open data per essere considerati tali devono quindi essere:
- indicizzati su un motore di ricerca;
- disponibili in formato aperto, standardizzato e leggibile da una applicazione informatica;
- rilasciati attraverso licenze libere che non impediscano la diffusione e il riutilizzo creativo.

I formati degli open data sono schematizzati secondo una scala che va da 1 a 5 stelle:
- 1 stella: formato reso disponibile online (PDF);
- 2 stelle: dati resi disponibili in un formato strutturato proprietario (EXCEL);
- 3 stelle: formato aperto strutturato e non proprietario (CSV);
- 4 stelle: formato aperto, strutturato, non proprietario, individuati attraverso delle URL, quindi disponibili nel web senza la necessita di essere scaricato;
- 5 stelle: formato aperto, strutturato, non proprietario, individuato da URL e collegato ad altri dati, formando una specie di nuvola di dati (RDF).

La licenza rappresenta una sorta di contratto tra la pubblica amministrazione e il cittadino che vuole utilizzarlo. Per gli Open Data sono stati create delle licenze ad hoc, inizialmente da ciascun paese (Italian Open Data License v2.0) e poi integrate da Creative Common 4.0.

Per esporre gli open data indicizzati nel motore di ricerca, le pubbliche amministrazioni hanno creato delle piattaforme apposite, i *datastore*, che raccolgono diversi cataloghi di dati. Il portale del governo italiano è dati.gov.it gestito dall'Agenzia per l'Italia digitale. La sua funzione principale è quella di raccogliere all'interno di un unico catalogo nazionale, contendendo i vari cataloghi dei portali presenti all'interno del territorio nazionale che confluiscono in questo portale, come ad esempio i portali regionali e comunali o quelli del governo centrale. Tutti questi dati possono costituire un base di partenza per il Digital Twin territoriale. Tuttavia, per essere utilizzabili nel Digital Twin questi dati devono essere geolocalizzati.

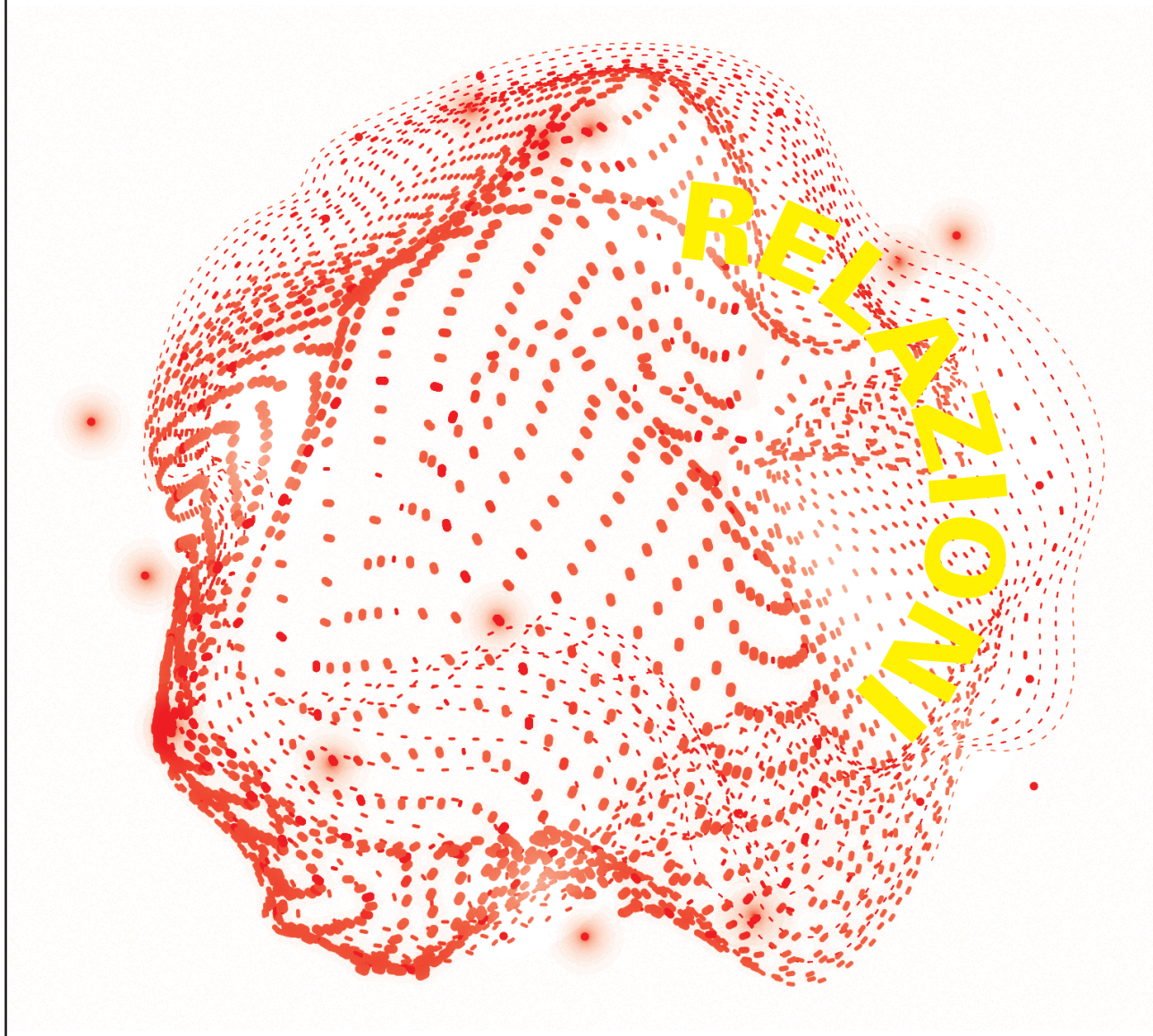


Live open data, sensoristica, raccolta dati in tempo reale

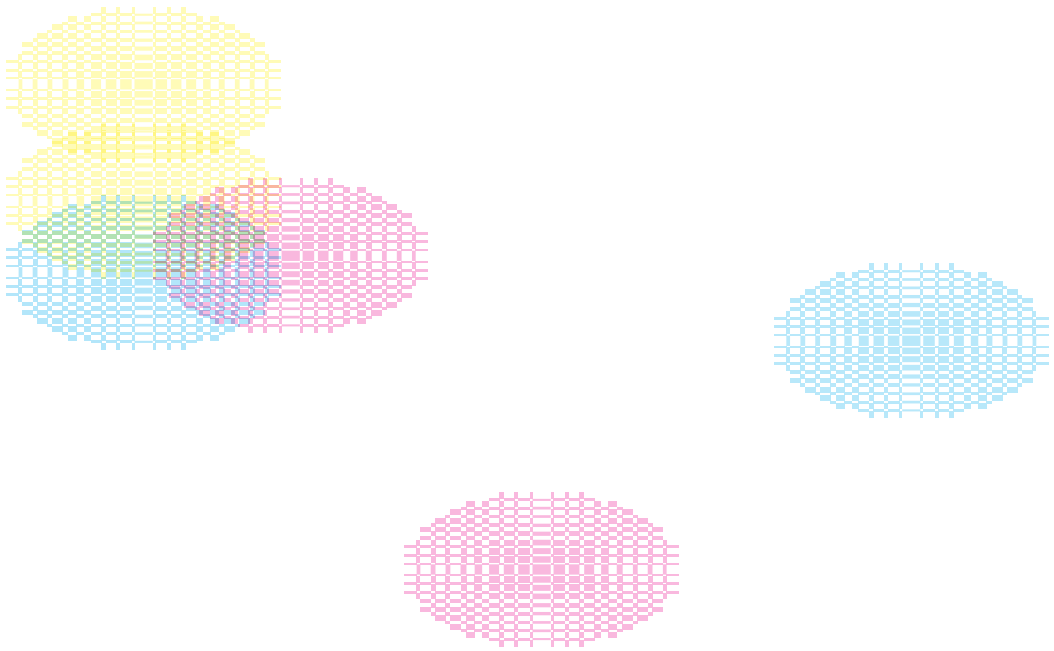
Gli Open Data presenti nel Digital Twin devono essere aggiornati affinché il Digital Twin stesso segua il comportamento dell'entità reale e che le condizioni per cui viene considerato tale siano rispettate. La frequenza di aggiornamento degli Open Data può variare in base alla natura stessa del dato. Per esempio, i dati sul traffico devono essere aggiornati in tempo reale se vogliamo che il Digital Twin riproduca ciò che sta accadendo nel territorio reale. Dati invece come la presenza di cantieri nel territorio non necessita di un intervallo di tempo così corto per l'aggiornamento, è sufficiente che venga aggiornato a cadenza settimanale. Altri dati necessitano di una frequenza di aggiornamento variabile in base allo scopo per cui sono raccolti. Ad esempio, i dati sull'inquinamento atmosferico o acustico possono essere raccolti una volta al giorno se si vogliono comparare ai dati sull'incidenza di malattie ad essi collegate; se invece si vuole analizzarli in relazione al traffico che varia durante le ore della giornata è necessario che anche loro siano aggiornati con la stessa frequenza. In ogni caso l'implementazione di un Digital Twin territoriale richiede un intervento di sensorizzazione del territorio. Questa sensorizzazione sarà quanto più efficace quanto più i sensori saranno posizionati in modo capillare. Le due tecnologie vanno quindi sviluppate di pari passo.



Sensoristica diffusa

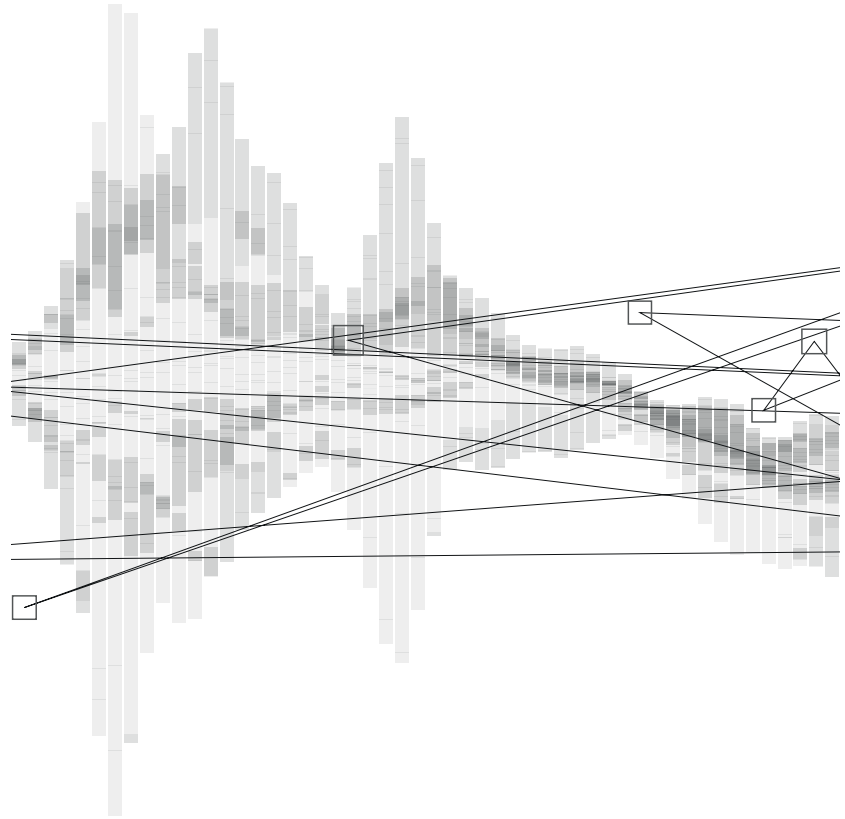


Territorio digitale: come funziona un digital twin territoriale



Il Digital Twin come piattaforma di entità, sistemi, processi

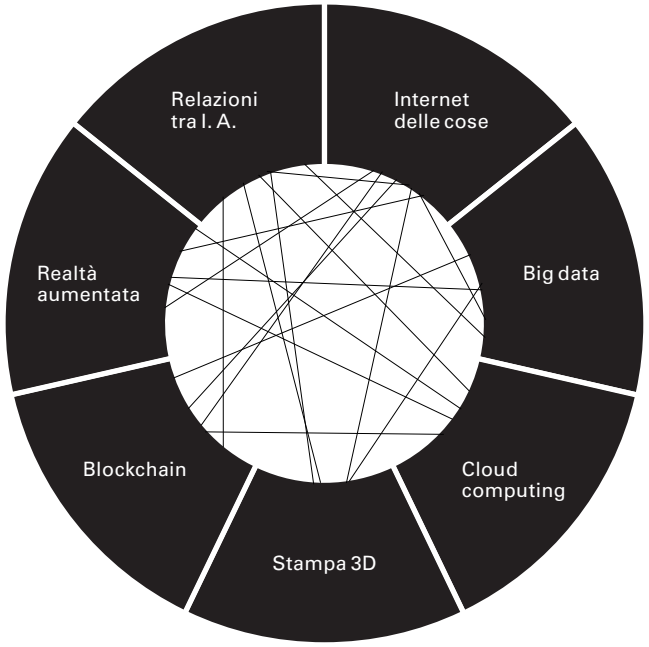
Viviamo oggi in quella che si definisce era dell'informazione, nome che si deve alla velocità di diffusione delle informazioni e ciononostante la conoscenza è la risorsa che più di ogni altra genera ricchezza.
Il passaggio dalla società industriale di gran parte del XX secolo alla nostra società di oggi è stato segnato dalla cosiddetta Rivoluzione Digitale, ovvero il passaggio da una tecnologia meccanica ed elettronica analogica ad una elettronica digitale. Nella pratica l'invenzione dei computer, di internet e di tutte le tecnologie che da questi derivano hanno avuto un impatto immenso sulla nostra società e sulla nostra economia. Il mondo di oggi è un mondo globalizzato e connesso di complessità crescente, in cui l'innovazione avviene ad una velocità mai vista prima. Siamo arrivati al punto in cui la tecnologia ha influenzato talmente tanto le nostre vite che i più giovani spesso hanno difficoltà ad immaginare come certe azioni quotidiane venivano svolte prima dell'introduzione della tecnologia utilizzata.



Complessità dei dati

Nel frattempo, il mondo continua nel suo progresso e oggi siamo nel pieno di una quarta rivoluzione industriale, caratterizzata da una compenetrazione tra mondo fisico, digitale e biologico. I temi caldi sono quelli dell'automazione, dell'interazione uomo-macchina e della sostenibilità. Alcune delle tecnologie che la caratterizzano sono l'Intelligenza Artificiale, l'Internet delle Cose, i Big Data, il cloud computing, la stampa 3D, la blockchain e la realtà aumentata. Ancora una volta queste innovazioni stanno cambiando e cambieranno enormemente la nostra società, la nostra economia e i nostri stili di vita. L'uomo si avvarrà sempre più di un network di macchine in grado di analizzare quantità enormi di dati.

In questo capitolo ci dedicheremo a descrivere concretamente la nostra idea di Digital Twin territoriale. Il Digital Twin è una piattaforma composta da elementi che dialogano tra loro. È organizzato in entità, ossia i dati presenti, sistemi, vale a dire gruppi di dati raggruppati in insiemi, processi, cioè relazioni tra entità e sistemi; esistono connessioni entità-entità, entità-sistema, sistema-sistema.

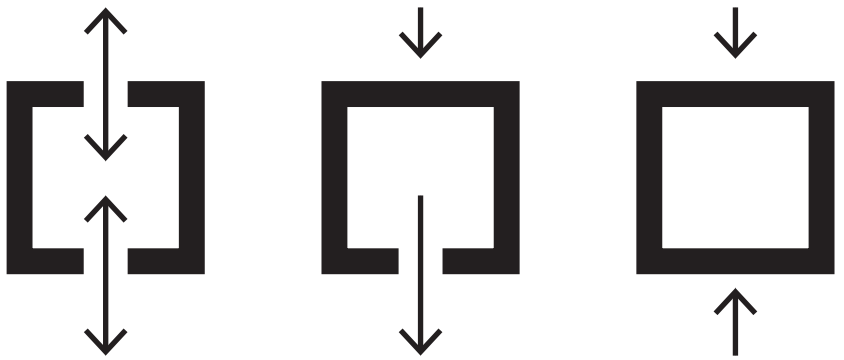


Le entità sono il mattoncino più piccolo della costruzione. Ogni entità porta con sé una serie di informazioni precise, con delle coordinate spaziali e temporali: possiamo immaginare ogni singola cella di un foglio di lavoro Excel, essa fornisce informazioni organizzate per righe e per colonne, inserite in un determinato tempo. Il dato può essere interpretabile come:
• statico nel momento in cui attribuiamo delle coordinate spaziali e temporali fisse, definite. Fissiamo un'istantanea in un determinato momento e acquisiamo le informazioni che sono presenti;
• dinamico quando acquisiamo queste informazioni a partire dal momento in cui viene generato. In questo caso le informazioni possono variare nel tempo quindi avremo una variazione continua del risultato
Le connessioni entità-entità le definiamo come "connessioni di primo livello", cioè quei rapporti che fanno dialogare due o più dati. Queste connessioni insieme dalle entità danno luogo a sistemi di entità o sistemi di dati, delle "stanze all'interno del quale sono raccolte una serie di informazioni dettagliate di un determinato ambito.

I sistemi possono essere categorizzati in:
• sistema aperto: un apparato in grado di scambiare e fornire informazioni con altri sistemi, il quale si può connettere a sua volta con altri sistemi e permette ai dati presenti al suo interno di interfacciarsi con altri dati o sistemi esterni;
• sistema chiuso: un apparato che si connette (o consente la connessione dei suoi dati) con ulteriori sistemi o dati ma non scambia informazioni;

• sistema isolato: un apparato che non si collega e non scambia informazioni.

Sistema aperto, chiuso e isolato.



Risulta ovvio come appena definito che le varie componenti possono essere comuni, si pensi alla morfologia di una porzione di terreno, cambiando molto limitatamente nel tempo (un terreno, esclusi grandi eventi climatici, varia limitatamente nel tempo). Le "connessioni di secondo livello" e le "connessioni di terzo livello" sono rispettivamente quelle tra entità-sistemi e sistemi-sistemi. I processi, terzo pilastro fondamentale, sono proprio all'interno delle connessioni. Grazie ad essi ed in base ad un parametro di connettività si formano relazioni più o meno forti in grado di generare le informazioni desiderate (o informazioni inaspettate). Al capitolo 7 "Territorio digitale: i nodi della rete" verranno poi analizzati i vari sistemi e le entità del Digital Twin territoriale.
Continuando il capitolo seguente viene ipotizzata l'interfaccia della piattaforma, con un focus sulle simulazioni effettuabili dalla piattaforma.

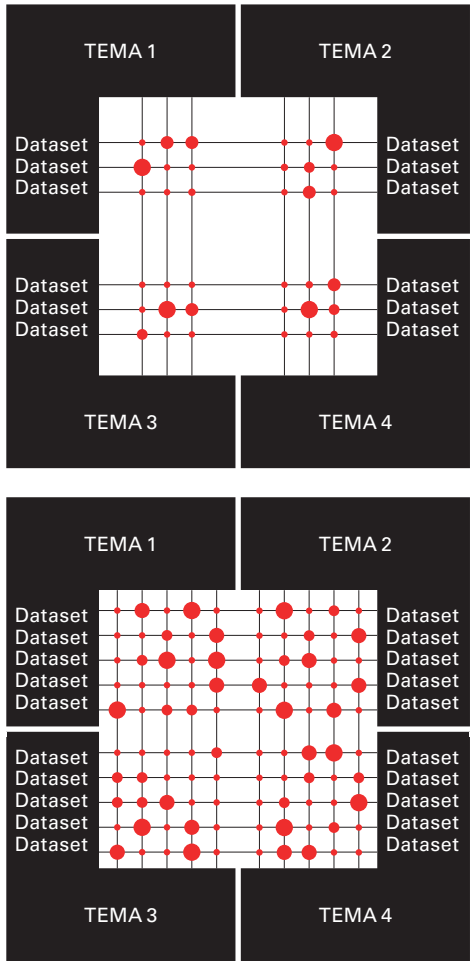
L'interfaccia

L'interfaccia del Digital Twin deve essere intuitiva e facile da utilizzare, così che qualsiasi tipo di utente possa facilmente operare sui dati. Nella nostra idea di Digital Twin, l'interfaccia è personalizzabile ad hoc dall'utente, in modo da selezionare i dati che gli possono interessare, con un sistema di layer proiettati sul territorio digitale. Tramite questa interfaccia l'utente deve inoltre poter essere in grado di mettere in relazioni dataset diversi e di poter modificare lo stile di visualizzazione. In questo modo il Digital Twin facilita molto il processo di analisi dei dati, favorendo il confronto immediato tra elementi appartenenti anche ad ambiti molto diversi. La nostra ipotesi è che adottando questa metodologia si riescano a trovare correlazioni altrimenti molto difficili da individuare, analizzare ed interpretare.

Combinazioni e correlazioni

A livello teorico possiamo schematizzare la componente software come una specie di ragnatela, un network costituito da una serie di nodi collegati tra loro. I nodi rappresentano i diversi dati che arrivano in input dal territorio reale e sono raggruppati per macro-temi. Le connessioni tra i nodi rappresentano le relazioni tra i dati e vanno a formare la ragnatela. Nel Digital Twin è sempre possibile provare ad analizzare due nodi congiuntamente, ovvero accendere i due layer corrispondenti.
In seguito, può o meno emergere una correlazione tra i due, più o meno forte. Questa correlazione costituisce appunto il collegamento tra i nodi. Se noi abbiamo, per esempio, 10 macro-temi (vegetazione, istruzione, salute, sicurezza…)e per ciascuno disponiamo di 3 diversi dataset (vegetazione: posizione, tipologia, quantità di CO_2 assorbita) per un

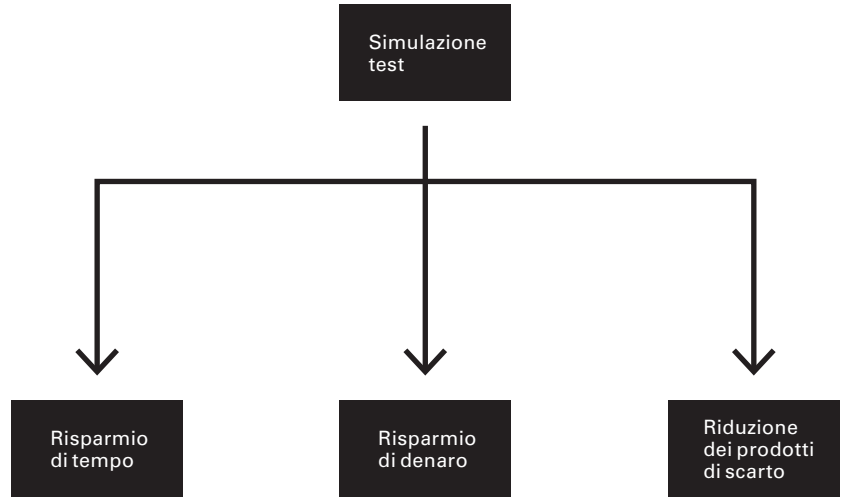
totale di 30, possiamo provare nel Digital Twin a sovrapporli con 435 combinazioni. Se per ciascun macro tema il numero di dataset sale a 5, otteniamo 1225 possibili combinazioni, se sale a 10 arriviamo invece a 4950. All'aumentare dei dati in input, che costituiscono quello che possiamo definire il carburante della macchina Digital Twin, il numero di possibili combinazioni aumenta esponenzialmente. Di conseguenza aumentano anche le probabilità di trovare alcune correlazioni tra questi dati. Il processo altrimenti molto complesso risulta immediato e facilmente visualizzabile grazie al Digital Twin. Formula di riferimento: n(n+1)/2.
Una volta costruita la ragnatela, è possibile muoversi lungo la sua trama attraversando una sequenza di nodi e costruire un sistema di relazioni, identificando nodi principali e secondari, così come correlazioni più o meno forti, anche tra nodi apparentemente distanti.



Crescita esponenziale di relazioni

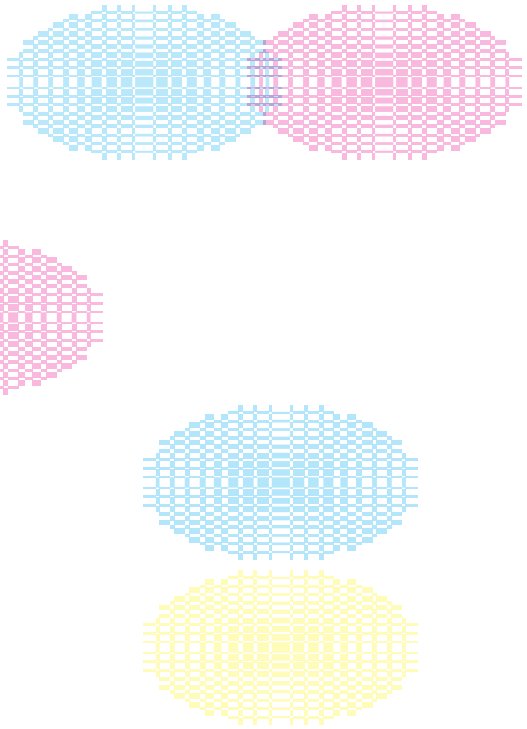
Simulazione

I dati raccolti e analizzati attraverso il Digital Twin possono essere utilizzati per svolgere simulazioni ed aiutare nella pianificazione del territorio. Proviamo a fare un esempio per illustrare il processo.
Ipotizzando uno scenario in cui un ente deve promuovere lo sviluppo di una nuova area residenziale, vengono testate diverse tipologie di edifici. In base ai dati raccolti nel territorio si va a determinare una serie di blocchi base che corrispondono a una determinata cellula abitativa (monolocale, bilocale, trilocale, appartamento, abitazione singola, villetta). Ciascuna di esse include dati sulla quantità di abitanti che ospita, sui consumi medi, sulla produzione di emissioni e rifiuti etc. Ogni tipologia residenziale è costituita da uno o più di questi blocchi. A questo punto si realizzano diverse ipotesi di progetto che vengono poi testate nel Digital Twin territoriale. In base alle informazioni integrate nelle diverse proposte, si riesce a determinare e a visualizzare che impatto avranno le diverse proposte sull'area di città analizzata. Si può scoprire per esempio che un modo di disporre gli edifici sarà energeticamente più efficiente di altri, oppure che in certe proposte l'infrastruttura fognaria o energetica esistente non è sufficiente a sopportare la nuova domanda e dovrà quindi essere potenziata. Allo stesso modo si può vedere che aggiungendo un certo numero di residenti si andrà a creare un certo flusso di persone dalla nuova area residenziale alle aree dove si concentrano le attività lavorative, con il rischio di aumentare il traffico o la necessità di adeguare il trasporto pubblico.



Benefici

Territorio digitale: i nodi della rete



Qual è la rete?

Prendiamo un edificio di cui abbiamo la pianta di ogni piano. Questo edificio è costituito da diversi spazi, che inizieremo a catalogare con un nome specifico: immaginiamo di assegnare ad ogni spazio un codice costituito da una lettera che identifica la stanza e da un numero che identifica il piano dell'edificio. Abbiamo quindi una serie di entità, di nodi a cui possiamo assegnare degli attributi come la loro funzione (salotto, cucina, camera, corridoio, scale etc.) e le loro dimensioni. Inoltre, questi nodi possono essere messi in relazione tra loro.
Ad esempio, tutte le stanze comunicanti saranno collegate, formando un grafo a rete. Ogni collegamento presenterà anche degli attribuiti: il collegamento tra corridoio e camera avrà un certo valore perché è un collegamento finale, nel senso che porta solamente ad una stanza dalla quale non si può procedere ma solo tornare indietro attraverso la stessa porta. La relazione di collegamento tra il corridoio e le scale invece avrà un valore maggiore, perché permette di accedere a molti altri nodi attraverso le scale. Questo già costituisce un primo gemello digitale: è un insieme di nodi messi in relazione.
All'informazione sui collegamenti possono però essere aggiunte molte altre informazioni: ad esempio le stanze con la stessa esposizione solare possono essere raggruppate. Allo stesso modo quelle con gli stessi attributi, ad esempio tutte le stanze con la funzione bagno o tutte quelle con le pareti bianche.
All'interno di ogni nodo possono poi essere individuati dei sottoinsiemi: una stanza è infatti composta da delle pareti, un pavimento, un solaio ed un certo tipo di arredo. Maggiore la diversità degli attributi e maggiore il numero di relazioni per ogni nodo, maggiore sarà il valore del Digital Twin dell'edificio.

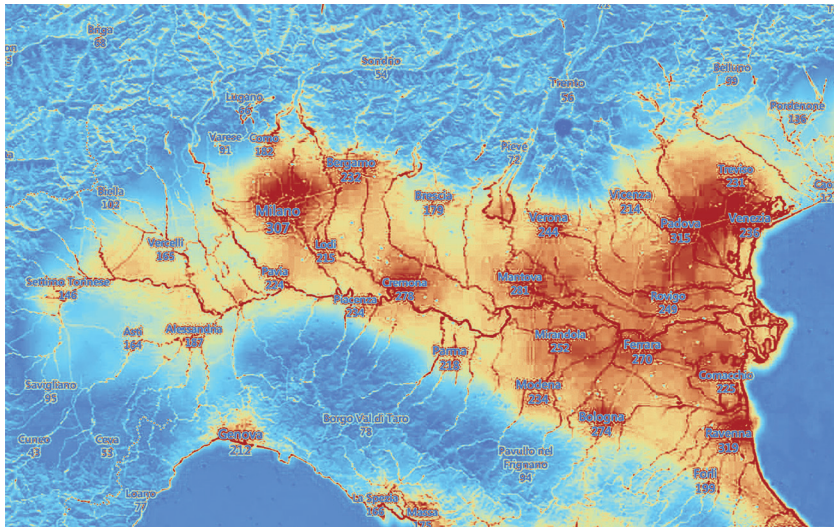
La rete di dati

Dopo aver descritto con precisione la struttura e il funzionamento di un Digital Twin, si apre un'interessante riflessione sulle potenzialità che questo strumento può offrire nella pianificazione e gestione territoriale. In questo contesto, risulta fondamentale definire il contenuto di una rete di dati, attraverso l'individuazione di macro-temi e relative categorie di dati.
L'obiettivo di tale analisi è quello di identificare possibili utilizzi dei dati raccolti, si propongono pertanto una serie di macro-temi (sistemi), ciascuno composto da categorie di dati specifiche (entità), al fine di definire una mappatura chiara e dettagliata delle possibili fonti di informazione e delle relazioni che intercorrono tra essi (processi).
L'obiettivo principale è quello di offrire un'importante risorsa per la creazione di strategie d'intervento ben mirate e altamente efficaci, al fine di favorire una pianificazione del territorio non solo più consapevole, ma anche maggiormente sostenibile. Grazie a questo strumento, sarà possibile individuare le aree di intervento prioritario e pianificare azioni concrete e mirate per il loro miglioramento, contribuendo così a creare un futuro più sostenibile per le generazioni a venire.
Nell'ambito del monitoraggio ambientale e climatico già esistono numerose stazioni di rilevamento che possono essere integrate nella produzione di dati per il Digital Twin.

Clima e monitoraggio ambientale

Inquinamento atmosferico (PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2, NO_x, CO_2, CO)

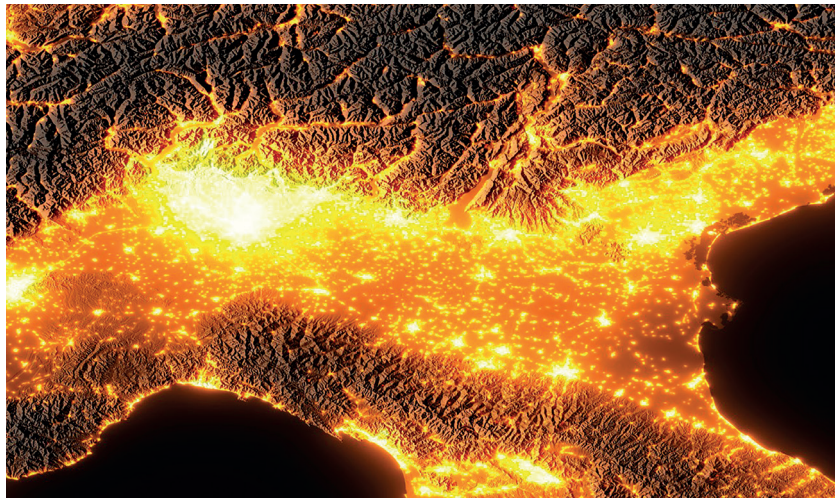
I dati sull'inquinamento atmosferico sono già oggi raccolti sul territorio, tanto che si possono consultare in una qualsiasi app del meteo. Inserire questi dati nel Digital Twin può aiutare a trovare correlazioni tra il livello di inquinamento e altri parametri come il traffico, la presenza di un certo tipo di produzione, i dati sul meteo etc.
Inoltre, vedere proiettati questi dati sul territorio aumenta il livello di consapevolezza del cittadino. Ad esempio, un dato che secondo noi non assume la rilevanza che dovrebbe è che la maggior parte delle città della pianura padana superano il livello di 50 µg/m³ di PM10 nell'aria per un numero di giorni maggiore di 35 all'anno, ovvero del limite fissato dall'UE. Per l'OMS questo valore di 50 µg/m³ è considerato insalubre, ed in generale la qualità dell'aria è considerata scarsa quanto il livello di PM_{10} supera i 15 µg/m³. Un discorso analogo si può fare per molti degli inquinanti che sono normalmente rilevati dalle stazioni di miglioramento. Il cittadino medio è consapevole che l'aria della pianura padana sia inquinata, però fornirgli dati qualitativi facilmente accessibili può aiutarlo a orientarsi nelle sue scelte ambientali e politiche.
Allo stesso modo un ente pubblico può essere interessato a fare un confronto tra la concentrazione di inquinamento nel territorio e l'insorgenza di problemi di salute ad essi collegato e quindi valutare degli interventi sulla riduzione dell'inquinamento per tutelare la salute del cittadino ed in seguito per ridurre le spese sanitarie.
L'efficacia degli interventi può inoltre essere simulata a priori e verificata a posteriori sempre utilizzando il Digital Twin.



Inquinamento atmosferico nell'area padana

Inquinamento luminoso

L'inquinamento luminoso è ben presente nell'area padana. Rappresentare questo dato nel Digital Twin può aiutare il cittadino a rendersi conto di quanto questo influisca sulla visione del cielo, ad esempio attraverso uno slider che varia la visibilità del layer cielo in base ai dati raccolti sull'illuminazione notturna.
A livello di pianificazione si possono compiere simulazioni quando si pianifica il progetto di un nuovo edificio o una nuova infrastruttura luminosa in un determinato contesto. Pensiamo in particolare a come l'amministrazione pubblica possa trarne vantaggio: un'ottimizzazione dell'illuminazione pubblica, riducendo le emissioni luminose laddove se ne ha una presenza eccessiva, comporterebbe, oltre ad una riduzione dell'inquinamento luminoso, anche un notevole risparmio economico. Se questo risulta abbastanza intuitivo, è invece di solito difficile stimare l'effettiva cifra e il suo impatto sul bilancio di un Comune.
Grazie al Digital Twin fare il calcolo preciso è semplice e veloce e si può controllare nel dettaglio fino al singolo lampione.
Simulazioni di questo tipo possono essere fatte sia alla scala comunale a livello istituzionale, ma anche per il singolo cittadino. Ad esempio, sulla base dei dati relativi ai consumi energetici di ogni singola abitazione (in pratica alla bolletta) si potrebbe calcolare il costo per tenere accese un certo numero di luci in più o in meno nel proprio vialetto di casa, oltre a poter visualizzare il loro impatto sull'inquinamento luminoso. Se presi singolarmente questi numeri possono apparire irrisori, visualizzati nel Digital Twin danno la possibilità di far capire concretamente a chiunque che impatto hanno determinate azioni e scelte della vita quotidiana.



Inquinamento luminoso nell'area padana

Temperature

Oltre alle stazioni metereologiche, esistono satelliti che registrano la temperatura superficiale della Terra. Nell'estate 2022 la NASA ha rilasciato delle immagini di alcune città (tra cui Milano) dove la temperatura superficiale veniva visualizzata secondo una scala di colore. Da queste immagini emergeva una stretta correlazione tra aree verdi e riduzione dell'isola di calore. È risaputo infatti che la temperatura del manto stradale direttamente esposto al sole nei periodi più caldi dell'anno raggiunga picchi di temperatura molto superiori a quella dell'aria. Uno dei metodi per mitigare l'isola di calore che si viene a formare in corrispondenza di aree con un alto tasso di suolo asfaltato è proprio quello di piantare alberature lungo le carreggiate. Questo semplice intervento è in grado di abbassare drasticamente la temperatura dell'asfalto. Secondo i dati dell'US Environmental Protection Agency (forniti da Will Media nel 2022) la temperatura del manto stradale della città di Roma arriva a picchi di 60°C in corrispondenza di strade direttamente esposte al sole; si nota invece un drastico abbassamento della temperatura dell'asfalto di circa il 25% in cor-

rispondenza di strade con vegetazione ai margini ed una riduzione della temperatura dell'aria di circa 5°C (da 36 a 31°C).
I dati sulle temperature raccolti nel territorio possono suggerire simili relazioni, specialmente se rilevati capillarmente. Il Digital Twin diventa in questo caso un ottimo strumento di pianificazione urbanistica in ottica della crisi climatica a cui stiamo andando incontro, aiutando a identificare le aree critiche all'interno della città.

Monitoraggio della vegetazione urbana e forestale

Nell'ambito della gestione della vegetazione urbana e forestale le immagini satellitari possono essere molto di grande aiuto per monitorare le variazioni delle masse arboree. Ad esse andrebbero aggiunti alcuni dati qualitativi, per esempio sul livello di salute del bosco o della vegetazione di un parco urbano. Una suggestione riguardo alla vegetazione urbana è quella di utilizzare in qualche modo gli alberi stessi come dei sensori, utilizzandoli come una sorta di sistema di rilevamento capillare data la loro distribuzione sul territorio.

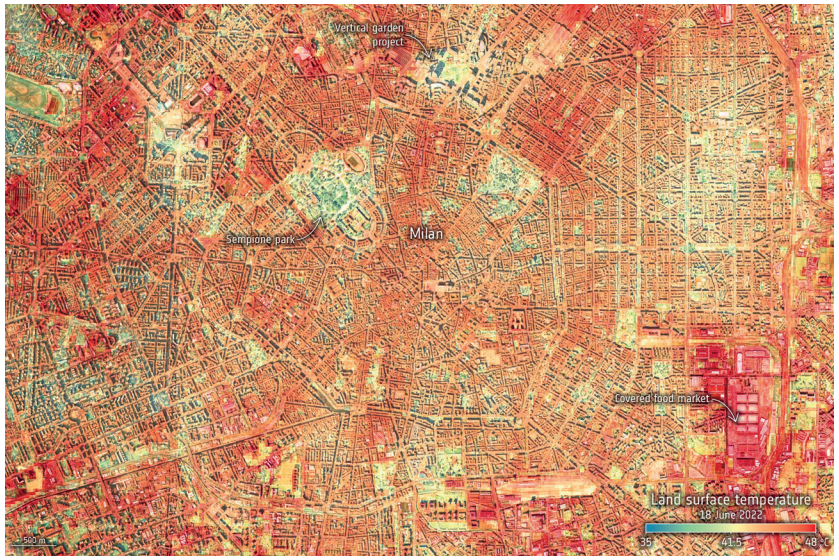


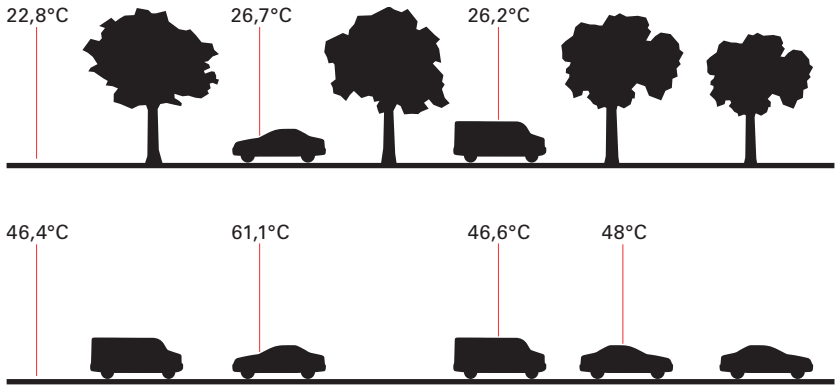
Immagine NASA 2022, temperatura superficiale della città metropolitana di Milano

Presenza di vegetazione urbana

Il Digital Twin può essere utilizzato come strumento di monitoraggio per la piantumazione e manutenzione della vegetazione urbana, sotto forma di catalogo degli individui e delle specie presenti, in cui ogni albero costituisce un'oggetto nel modello digitale ed è accompagnato dai dati sul suo stato di salute, sulla sua capacità di assorbire la CO_2 ed il rumore.
Avendo a disposizione questo catalogo, sono innumerevoli le comparazioni che si possono fare con altre classi di dati:
- riduzione della CO_2: in base ai dati sulle emissioni di CO_2 si può intervenire con una piantumazione di alberi nei luoghi con maggiore criticità, calcolandone e simulandone gli effetti nel Digital Twin;
- riduzione delle isole di calore: la presenza di alberi migliora la qualità ambientale dello spazio urbano, in particolare abbassando le temperature nel periodo estivo. La piantumazione di alberi può essere ottimizzata in base ai dati sulle temperature visibili nel modello, in modo da ridurre la temperatura del suolo;
- riduzione dell'inquinamento acustico: la presenza di vegetazione

Accorgimenti per la riduzione delle temperature con alberi

riduce l'inquinamento acustico. In base ai dati sui livelli di inquinamento acustico, si può pianificare la piantumazione di alberi in corrispondenza delle maggiori fonti di inquinamento, come ad esempio strade trafficate e ferrovie.



Dati sullo stato del bosco

Il Digital Twin può essere utilizzato come strumento di gestione forestale e di condivisione di informazione tra settore pubblico e privato. In Italia la tendenza degli ultimi decenni è quella di un aumento della superficie forestale, a cui però non corrisponde una ricchezza in termini di qualità del bosco, dato che spesso il suo suolo non viene pulito, con la conseguente crescita di arbusti che peggiorano la qualità dell'ecosistema. Il Digital Twin può aiutare nel programmare gli interventi di gestione, funzionando come database per i dati sulla manutenzione. Inoltre, l'industria italiana del legno spesso acquista la materia prima dall'estero sebbene all'interno del territorio ci sia sufficiente disponibilità. Il Digital twin potrebbe funzionare come uno strumento per riappropriarsi della gestione forestale.
Alcuni dati che possono essere integrati sono i seguenti:
- catalogo forestale: nel Digital Twin si può dividere il bosco in settori e per ognuno creare un database sulla biodiversità presenta, sui ritmi di crescita, sulla disponibilità di materia utilizzabile nell'industria del legno, sugli interventi di manutenzione effettuati etc;
- lotta al bostrico: una piaga che affligge le foreste venete è quella della diffusione del bostrico, insetto xilofago che distrugge le foreste di conifere, fenomeno che è stato favorito dalla tempesta Vaia. Il Digital Twin può essere utilizzato per visualizzare la sua diffusione e per prevederne futuri sviluppi;
- rischio idrogeologico: le autorità di bacino forniscono delle mappe del rischio idrogeologico. Proiettando queste mappe sul Digital Twin si possono vedere in dettaglio le zone più a rischio e relazionarle alla presenza di immobili, infrastrutture ed altri elementi di valore. La presenza di suolo forestale aiuta a ridurre il rischio idrogeologico e la piantumazione di vegetazione può essere utilizzata per consolidare il terreno nei punti più critici, aumentando la solidità del suolo e la sua capacità di ritenzione idrica.

Biodiversità

La salvaguardia della biodiversità è uno degli obiettivi di sviluppo sostenibile definiti dall'ONU. Il Digital Twin consente di visualizzare a scala territoriale le aree di maggiore interesse, le aree protette e i

collegamenti tra esse. In particolare, si possono indagare le relazioni tra quest'ultime e la presenza dell'attività umana del territorio per consentire uno sviluppo più sostenibile e dettagliato dei corridoi ecologici.

Settori produttivi ed economia circolare

Una condivisione di dati tra pubbliche amministrazioni, enti privati e cittadini può essere di grande beneficio per lo sviluppo dell'economia circolare. Rendendo disponibili i dati sui beni prodotti, le materie impiegate e i prodotti di scarto, si favorisce l'ottimizzazione dei processi di produzione, grazie ad una maggiore informazione sulle produzioni presenti, aumentando le possibilità di un riutilizzo dei prodotti di scarto. Inoltre, si possono prevedere in anticipo alcuni dati quantitativi di una certa produzione. Ad esempio, un'azienda agricola può pubblicare i dati della sua produzione e un'altra azienda di biocarburanti riutilizzarne i prodotti di scarto. In quest'ambito sorge un possibile contrasto: perché una azienda dovrebbe rendere disponibili i dati sulla sua produzione, esponendosi per esempio ai propri competitors, per dare un vantaggio al sistema più che direttamente a sé stessa? Una possibile soluzione potrebbe essere la mediazione della pubblica amministrazione tra produzione del dato da parte dell'azienda privata e la sua pubblicazione nel Digital Twin, oppure la creazione di un benefit per l'azienda che decide di condividere i propri dati.
Ad ogni modo pensiamo che il Digital Twin possa diventare una piattaforma che metta in contatto le diverse imprese del territorio favorendo un'integrazione tra i diversi settori produttivi per ottenere un sistema economico più resiliente e sostenibile. Come questo possa avvenire è sicuramente un campo in cui le singole imprese possono contribuire moltissimo, avendo una conoscenza specifica del proprio settore.

Settore immobiliare delle costruzioni

Il Digital Twin può essere utilizzato dal settore immobiliare e delle costruzioni. Presentiamo di seguito alcuni temi:

Sistema catastale ed abusi edilizi

Il Digital Twin può essere utilizzato come strumento catastale, integrando i dati del catasto nel modello e confrontandoli con le altre fonti, come ad esempio le immagini satellitari. In questo modo si avrebbe uno strumento molto efficiente, ad esempio, nell'identificare gli abusi edilizi.

Edifici sfitti

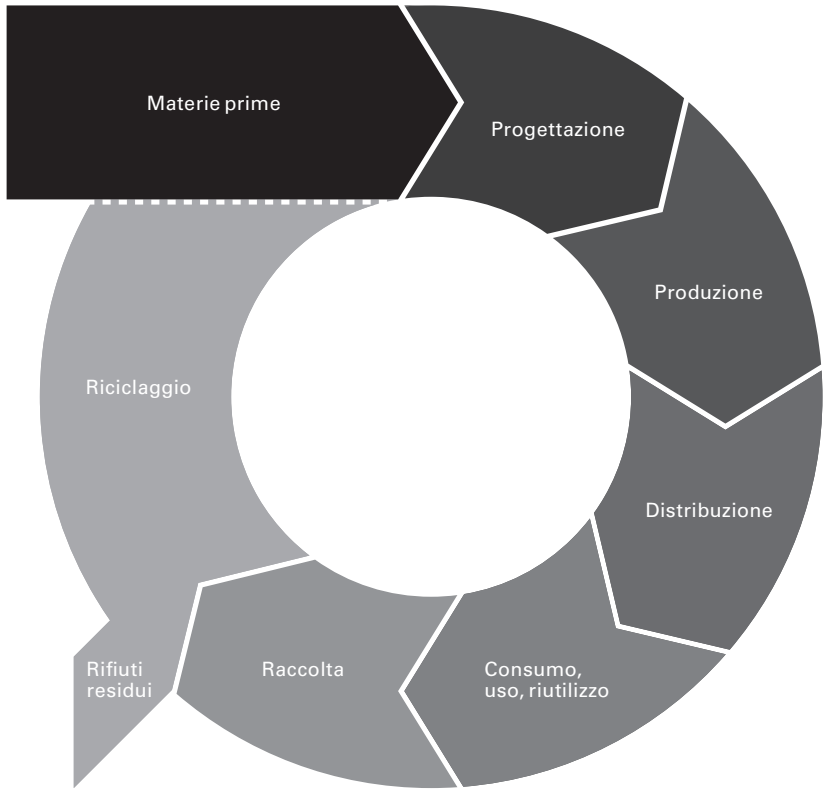
Secondo l'ISTAT il numero di edifici non occupati o occupati da persone non residenti è circa il 23% del totale sul suolo nazionale. In termini assoluti parliamo di quasi 450.000 abitazioni per la Regione Veneto e 7 milioni per l'Italia. Un catalogo di edifici sfitti può essere reso disponibile online sul Digital Twin, in modo da consentire alla pubblica amministrazione così come al privato di venire a conoscenza di tali edifici e di pianificarne un riutilizzo. Questi edifici potrebbero essere inoltre catalogati secondo il livello delle loro condizioni, le caratteristiche del suolo su cui sono costruiti e i vincoli urbanistici e paesaggistici a cui sono sottoposti.

Controllo della cementificazione

In Veneto nel solo 2019 sono stati cementificati 785 ettari di suolo: è la regione con il tasso di cementificazione più alto in Italia. Il Digital Twin può essere utilizzato come strumento di controllo di questo processo e fornire dati quantitativi e qualitativi. Inoltre, il processo di cementificazione può essere messo in relazione con altri dati (ad esempio quello della temperatura superficiale o del rischio idrogeologico) per trovare correlazione tra i diversi processi. La popolazione italiana è in diminuzione e nei prossimi decenni assisteremo a una contrazione demografica. Dato che il consumo di suolo è un processo difficilmente reversibile, una sua gestione ed un recupero degli stabili esistenti sono assolutamente necessari. In ottica futura poi si può programmare un processo di de-cementificazione del suolo e di rinaturalizzazione del suolo antropizzato.

Concorsi pubblici

Nell'ambito dei concorsi pubblici di architettura e di realizzazione di grandi opere il Digital Twin può fornire una visualizzazione dei progetti e un'analisi del loro impatto sul territorio.



Schema di economia circolare

Settore delle costruzioni e imprese

Secondo l'ISTAT ci sono 4.4 milioni di imprese sul suolo nazionale, un numero rimasto stabile negli ultimi anni, la cui maggioranza (95.1% al 2017) è costituito da piccole e medie imprese. Il numero di aziende con più di 250 dipendenti invece è solamente dello 0,1%.
In un settore produttivo caratterizzato da piccole e medie imprese il Digital Twin rappresenta per esse uno strumento per collegarsi ancora più saldamente al territorio e allo stesso tempo di interagire con i cittadini. Questo raccordo potrebbe avvenire in maniera simbiotica con la pubblica amministrazione, la quale può occuparsi di coadiuvare la gestione e la trasmissione dei dati.
Ipotizziamo uno scenario in cui il Digital Twin viene utilizzato da alcune aziende private nel settore delle costruzioni. Una compagnia

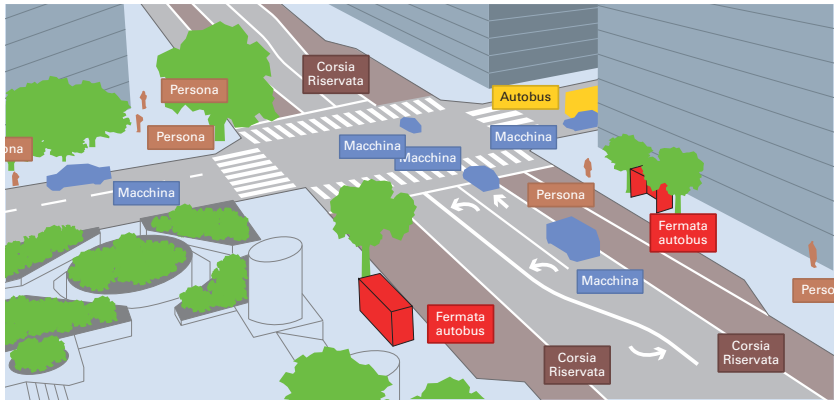
immobiliare utilizza il Digital Twin per scoprire le aree edificabili in un'area determinata. Ad ogni lotto è associata una posizione esatta, una scheda completa dello stesso (dimensioni, stratigrafia del suolo, edifici esistenti) e i dati relativi alla proprietà del suolo. La compagnia decide di acquistare un terreno. Tramite il database presente nel Digital Twin, la compagnia viene a conoscenza di un'impresa edile locale e la contatta per i lavori. L'imminente apertura del cantiere viene resa visibile sul Digital Twin. Di conseguenza i fornitori di materiali edili contattano l'impresa edile per proporle degli accordi.

Traffico

Il Digital Twin è già stato sperimentato in diverse città per il monitoraggio del traffico e la pianificazione della mobilità. Vogliamo soffermarci su alcuni punti che possono trarre vantaggio dall'uso del Digital Twin.

Sicurezza stradale
Nel Digital Twin si possono caricare dati in tempo reale sul traffico, sulle velocità di percorrenza e sulla quantità di incidenti. In questo modo si possono trovare delle relazioni tra le varie statistiche e si possono programmare interventi di prevenzione, per esempio aumentando o riducendo la velocità in determinati punti a rischio.

Mobilità integrata
Il Digital Twin può essere utilizzato come strumento di analisi dei dati sul trasporto pubblico. In questo modo si possono simulare scenari per una implementazione e ottimizzazione del trasporto pubblico per una maggiore efficienza e una riduzione del traffico veicolare. Dati sui costi del servizio possono essere inclusi nell'analisi per migliorare l'efficienza e la convenienza del trasporto pubblico.



Trasporto pubblico
Si possono connettere i dati sul tracciamento GPS e sulle tempistiche del trasporto pubblico al Digital Twin per fornire agli utenti informazioni in tempo reale sulle tempistiche del trasporto pubblico. È possibile una collaborazione tra enti pubblici e privati, come vedremo nell'esempio di Palermo. I dati sul trasporto pubblico vengono registrati e vanno a costruire un database che può essere utilizzati per migliorare il servizio e per pianificare interventi infrastrutturali.

Informazione, formazione ed istruzione

Il Digital Twin è una piattaforma ricca di dati, pertanto può essere utilizzata per conoscere il territorio da remoto e quindi utilizzabile per fini didattici o divulgativi.

Educazione civica
Il Digital Twin facilita la lettura di processi territoriali complessi; pertanto, consente agli utenti di acquisire una maggiore conoscenza del territorio in cui vivono e una maggiore consapevolezza delle sfide che si devono affrontare durante la pianificazione urbanistica. Il Digital Twin può essere usato anche con un intento educativo con diversi target.

1. Il cittadino
Come visto nel caso studio della città di Herrenberg, la partecipazione cittadina ad un Digital Twin non solo favorisce l'implementazione del modello stesso, ma anche rende più accessibile e democratico il processo decisionale nella pianificazione.

2. Le aziende
Così come per il cittadino, le imprese possono partecipare attivamente al Digital Twin. Spesso sono proprio queste ad avere un impatto di maggiore scala in temi economici, ambientali e sociali; quindi, una loro inclusione nel progetto è auspicabile. Proviamo a fornire tre esempi di come il Digital Twin può essere usato per fini didattici.

3. Piantumazione comunale di alberi
Il Digital Twin può mostrare gli effetti della piantumazione di alberi nella città. Vedendone gli effetti, il cittadino o l'impresa si sentono più responsabilizzati e possono decidere di prendere parte al progetto, prendendosi cura del proprio spazio urbano e riducendo i costi di attuazione (volontariato di piantumazione).

4. Effetto del cattivo smaltimento dei rifiuti
Sia a scala domestica, ma ancor di più a scala industriale, il singolo cittadino o la singola impresa possono avere un impatto enorme nell'efficienza del processo di smaltimento dei rifiuti. Ecco che il Digital Twin può diventare uno strumento di simulazione divertente e dall'intento educativo mostrando gli effetti su larga locale di un cattivo smaltimento dei rifiuti attraverso dati quantitativi e qualitativi (aumento dei costi, aumento delle emissioni, aumento dell'inquinamento, esempi del tipo "dovresti piantare X alberi per ammortizzare le tue emissioni").

5. Vantaggi economici/ecologici del risparmio energetico
Attraverso il Digital Twin si può mostrare alle aziende l'impatto in termini ecologici ed economici di particolari soluzioni e comportamenti. Volendo fare un esempio, si può calcolare il risparmio energetico e di conseguenza economico all'installare un sistema di illuminazione ad alta efficienza, e il fabbisogno che si andrebbe a coprire con i kilowatt e gli euro risparmiati.

Conoscenza del territorio
Il Digital Twin può aiutare la diffusione della conoscenza del territorio. Similmente a quanto è possibile fare su Google Maps, il Digital Twin può essere utilizzato per scoprire cosa c'è in una determinata area geografica e in più rispetto a Google Maps, fornire immediatamente dei dati in tempo reale. Spesso conoscere cosa è effettivamente

presente in un determinato territorio risulta essere ancora troppo difficile per il cittadino medio; il Digital Twin invece lo valorizza, dandone una descrizione accurata.

Istruzione

Il nostro sistema produttivo ed economico è cambiato profondamente negli ultimi anni, in seguito alle innovazioni portate dal digitale. Sono sempre più richieste competenze trasversali, soft skills e capacità di adattarsi ai rapidi cambiamenti di un sistema fluido. Molti dei lavori del futuro oggi non esistono: il sistema di istruzione tradizionale che si basa su un approccio nozionistico non è adeguato a formare le figure professionali che il nuovo sistema produttivo richiede. È necessaria quindi una riforma che preveda anche una digitalizzazione dell'istruzione, per riavvicinare il mondo della scuola a quello del lavoro. Il Digital Twin può diventare uno strumento da utilizzare nel settore dell'istruzione contribuendo a questa riforma. I vantaggi che il Digital Twin può apportare possono essere raggruppati in due famiglie:

- Gestione delle strutture scolastiche: è risaputo che lo stato di salute delle strutture scolastiche italiane è pessimo. Il Digital Twin può essere utilizzato come strumento di gestione della manutenzione e ristrutturazione degli immobili. Essendo l'istruzione in Italia in gran parte pubblica e gestita a livello statale, è possibile una programmazione degli interventi su larga scala. Le gare d'appalto per le diverse forniture e per i lavori di manutenzione e ristrutturazione degli edifici scolastici può per esempio essere gestito attraverso il Digital Twin. Inoltre, se si dotassero le scuole di sensori si potrebbe registrare lo stato di salute degli edifici e i loro costi energetici in tempo reale, identificando punti di forza e debolezza e permettendo una programmazione degli interventi di manutenzione nel corto, medio e lungo termine, ottimizzando le risorse disponibili.
- Didattica: l'altro grande tema in questo ambito è quello della didattica. Se il sistema scolastico va riformato in ottica di una maggiore diversificazione dell'offerta formativa e di uno spostamento del focus dalla componente nozionistica alle competenze, è possibile pensare ad un ampliamento della didattica dalla scuola verso altri spazi. Ciò che gli studenti fanno nel tempo che passano al di fuori delle aule può essere integrato nel loro curriculum formativo, poiché molte di queste esperienze contribuiscono a sviluppare quelle competenze su cui il nuovo sistema scolastico si deve concentrare. Si pensi ad esempio alle attività culturali, allo sport e alle attività sociali che uno studente svolge nel suo tempo libero. Gli spazi e le strutture dove queste attività hanno luogo possono essere valorizzati utilizzando il Digital Twin come strumento per connetterle alla scuola, agevolando un'integrazione della didattica con il territorio. Si possono ad esempio raccogliere i dati sulle attività che vengono svolte dagli studenti in orario extra curriculare, per creare percorsi di formazione in ottica di una didattica integrata, che tenga conto anche delle individualità per valorizzare il singolo studente. Il Digital Twin può mettere in relazione la scuola con le altre strutture del territorio, valorizzando tutta quella parte di didattica innovativa come la scuola all'aperto, la scuola nelle fattorie, l'alternanza scuola lavoro etc. Uno dei possibili problemi che vogliamo sottolineare e provare ad anticipare è quello della privacy. C'è in Italia una paura abbastanza diffusa nel fornire i propri dati. Sorge spontanea la domanda: perché lo studente ed i genitori dovrebbero voler condividere ciò che fanno al di fuori delle mura scolastiche?



Questo quesito costituisce un ostacolo concreto all'implementazione di una didattica innovativa ed integrata che necessita di essere affrontato con una particolare attenzione. Due sono le possibili vie da seguire: la prima è quella di rendere il cittadino consapevole che i suoi dati sono interessanti a fini pianificatori solamente se analizzati complessivamente con quelli di migliaia di altri utenti. Ciò significa che il dato collettivo è più importante del dato singolo. Da ciò consegue



anche una possibilità di gestire la privacy attraverso diverse forme di consenso, che vanno dalla condivisione dei dati in forma anonima ad altre più specifiche. La seconda via è quella di far capire che i vantaggi che possono derivare da una didattica integrata sono maggiori dello svantaggio rappresentato dalla presunta perdita di privacy.

Il Registro elettronico

L'avanzamento tecnologico sta guidando una rivoluzione nell'ambito educativo, con un'evoluzione del tradizionale registro di classe verso una piattaforma digitale ecosistemica. Questa trasformazione mira a promuovere un apprendimento personalizzato e interconnesso, sfruttando l'intelligenza collettiva. Le piattaforme digitali, ora evolute in ecosistemi integrati, facilitano interazioni tra diversi utenti, offrendo vari servizi e creando valore. La classificazione di queste piattaforme si basa sul grado di apertura verso la coprogettazione della domanda

e dell'offerta, identificando quattro modelli: l'Integrazione Verticale, l'Aggregazione di Mercato, l'Innovazione Aperta/Crowdsourcing, e le Piattaforme a Mattoncini Elementari. Ogni modello riflette una diversa strategia di apertura e collaborazione.
Incorporando la tecnologia del Digital Twin, si può concepire una versione digitale del processo educativo per ottimizzarlo. Il Digital Twin, generando una replica digitale di un oggetto, sistema o processo attraverso l'analisi di dati, permette di testare e prevedere diverse situazioni, migliorando l'efficacia del sistema educativo. In particolare, la visione di Sangeet delle Piattaforme a Mattoncini Elementari, che permettono una completa coprogettazione sia della domanda che dell'offerta, rappresenta una prospettiva rivoluzionaria per il settore educativo. Questo modello permette una totale collaborazione e personalizzazione, offrendo la possibilità agli stakeholder educativi di contribuire attivamente alla creazione, modifica e utilizzo dei servizi educativi. La realizzazione di una piattaforma che decompone il processo di apprendimento nei suoi elementi fondamentali, permettendo una configurazione aperta e collaborativa dei servizi, potrebbe trasformare radicalmente l'educazione nel prossimo futuro, realizzando un paradigma educativo ottimizzato e maggiormente efficace attraverso l'implementazione del Digital Twin Territoriale.

Turismo

Nel nostro territorio il turismo è un settore trainante dell'economia. Tuttavia, non sempre è sfruttato al massimo delle sue potenzialità. La ricchezza culturale e paesaggistica del nostro paese a volte non viene valorizzata come dovrebbe anche a causa della fortunata abbondanza del patrimonio di cui disponiamo, specialmente nelle zone meno conosciute molto spesso a non si sfruttano al meglio le bellezze presenti.
Nel territorio dell'Alta Marca (in provincia di Treviso), a cui è stato recentemente conferito il titolo di territorio UNESCO, questo settore sta attraversando una fase di crescita. In questo territorio così come in molti altri nella regione e nella penisola, il Digital Twin può contribuire ad un maggiore sviluppo. È anche un'occasione per rendere più sostenibile il settore turistico. Nell'Alta Marca il turismo è strettamente legato alla produzione vinicola presente, la quale ha trasformato e caratterizzato il suo paesaggio.
Molte informazioni che già sono raccolte dalle istituzioni possono essere integrate all'interno del Digital Twin:
- presenza di enti ricettivi;
- dati sull'affluenza turistica;
- presenza di percorsi paesaggistici a piedi o in bici:
- presenza di particolari luoghi di interesse;
- patrimonio immobiliare tradizionale che caratterizza per il paesaggio;
- presenza di aziende produttive legate al paesaggio.

Il Digital Twin può promuovere il territorio in ottica dello sviluppo di un modello di slow tourism sostenibile. Favorire la diffusione di conoscenza del territorio aiuta i suoi abitanti nella sua promozione e i visitatori ad avere un'esperienza turistica consapevole.
Immaginiamo uno scenario nel territorio UNESCO delle Colline del Prosecco. Le piccole e medie imprese presenti nel territorio possono collaborare tra loro e con i lavoratori autonomi per generare flussi turistici ed economici.
Immaginiamo di avere un'azienda vinicola, un forno e un fabbro. L'azienda vinicola attraverso il Digital Twin viene a conoscenza del forno locale e dell'officina del fabbro. I tre si accordano per una collaborazione e lanciano un tour enogastronomico alla scoperta del territorio che includa un'esperienza in ciascuno dei tre luoghi, con degustazione dei prodotti tipici e visita allo showroom dei prodotti artigianali del fabbro. Il percorso viene pubblicato sul Digital Twin, con un'opzione per una visita virtuale da remoto. I turisti in arrivo nel territorio scoprono attraverso il Digital Twin l'esistenza di questa esperienza e svolgono la visita digitale. Una volta giunti sul territorio, decidono di acquistare il tour e di visitare dal vivo le tre aziende per l'esperienza completa. Tornati nei loro paesi, descrivono il viaggio ai loro amici che decidono di provare l'esperienza virtuale, con l'ipotesi di effettuare un successivo viaggio. In base ai biglietti venduti, l'azienda vinicola scopre da quali paesi arrivano la maggior parte dei turisti e decide di promuoversi in quei paesi o di organizzare dei tour nella loro lingua.

I tour virtuali: Genova, Torino, tour operator e i viaggi virtuali

I virtual tour, con l'ausilio della realtà virtuale (VR) offrono un'esperienza straordinaria di esplorazione digitale. Gli utenti possono immergersi completamente, in qualsiasi momento e dovunque si trovino, viaggiando attraverso luoghi remoti o storici, esplorando ambienti in modo realistico e coinvolgente. Questa tecnologia rivoluzionaria è ampiamente utilizzata nell'industria del turismo, nell'immobiliare e persino nell'istruzione (con rimando al capitolo precedente), consentendo a persone di tutto il mondo di vivere esperienze immersive senza lasciare la propria casa. Grazie ai virtual tour a 360 gradi e con l'ausilio delle "nuove" tecnologie (nuove perché presenti sul mercato marginalmente, anche se in commercio ormai da svariati anni), il mondo è a portata di mano, offrendo una nuova dimensione di ciò che è il viaggio, della scoperta e dell'apprendimento.
Expedia, compagnia statunitense che opera a livello mondiale per la realizzazione di viaggi, ha pubblicato un articolo già 3 anni fa in merito relativamente ai "20 tour virtuali per viaggiare nel mondo da casa". La raccolta delle visite guidate parte da Londra, passando per il Sahara, l'Asia e concludendosi a Venezia, proponendo una serie di viste a 360 gradi dei luoghi di interesse. A bene inteso, queste visite possono essere fatte anche tramite StreetView con Google Earth, però l'implementazione tramite VR rende l'esperienza molto più immersiva.
A tal proposito, il Museo Egizio di Torino offre la possibilità di effettuare un tour virtuale all'interno delle sale del museo proprio come se si fosse fisicamente sul posto. Questa piattaforma è un chiaro esempio di cosa è un digital twin culturale: in buona sostanza è il Museo Egizio di Torino, ma non è solo il Museo. Sono presenti video spiegazioni introduttive, mentre per le opere più importanti è disponibile una tendina con la galleria di immagini e la relativa spiegazione.
L'iniziativa del Comune di Genova per la realizzazione del tour virtuale del centro storico è stata presentata ad aprile di quest'anno con un ottimo feedback da parte degli utenti. Per comprendere a pieno come si svolga la collaborazione tra strumenti digitali, turismo e cultura viene riportato un paragrafo dell'articolo del Comune di Genova pubblicato sul sito della Regione Liguria: "Sulla app sarà possibile accedere anche ai tour I Palazzi dei Rolli, Nel Cuore della Superba, La Città Medievale e La Via dei Cavalieri. Non solo realtà virtuale, ma anche realtà aumentata con 23 episodi che narreranno la storia della città e dei suoi luoghi più rappresentativi. Questi episodi sono stati realizzati con la collaborazione dello scrittore di libri per

bambini genovese Enzo Marciante. Per ogni video sono state create delle animazioni per raccontare i fatti più curiosi sulla città, insieme a personaggi storici come Paganini, Rubens, Francesca Balbi che accompagneranno i turisti tra i caruggi."
Questi esempi sono utili per comprendere a pieno come si può far dialogare lo strumento del Digital Twin Territoriale con il settore turistico nazionale, arricchendo la piattaforma con queste iniziative atte a far conoscere e comprendere tutto il territorio. In questo modo ogni luogo di interesse ha la sua relativa digitalizzazione all'interno della piattaforma.

Patti educativi di comunità
Nel febbraio 2023, il Comune di Valdobbiadene, supportato da esperti esterni, ha lanciato un progetto per creare un patto educativo di comunità, con l'obiettivo di coinvolgere vari attori locali nel sistema educativo. Il nucleo del progetto consiste in una "cabina di regia" che coordina gli sforzi per sviluppare un sistema educativo integrato e inclusivo. Tra gli obiettivi, c'è la creazione di una mappa di comunità per identificare aule all'aperto e progettare percorsi di apprendimento, come la "strada dei bambini", che le collega fisicamente e pedagogicamente. L'educazione diffusa è un elemento chiave, con un focus sulla valorizzazione del patrimonio culturale e ambientale locale attraverso un curricolo locale. Il progetto, documentato con video e report, ha guadagnato riconoscimento a livello nazionale, ed è stato adottato anche da altri comuni, evidenziando il suo potenziale trasformativo e la sua replicabilità. L'iniziativa di Valdobbiadene mira a un profondo coinvolgimento con la comunità e gli esperti locali per assicurare che gli spazi educativi selezionati siano culturalmente e socialmente rilevanti, e aspira a diventare un modello per sviluppi simili in tutta la regione, estendendo i benefici di un approccio educativo basato sul territorio, sulla sostenibilità e sulla partecipazione comunitaria.
L'integrazione di questi percorsi digitali all'interno del Digital Twin offre vari vantaggi, tra i quali la creazione un dialogo diretto tra la cabina di regia e gli utenti al fine di collaborare per il miglioramento delle mappe stesse e dell'apprendimento culturale in senso lato.

Economia e finanza

I pagamenti tra le imprese avvengono normalmente tramite fattura. Abbiamo parlato con un'impresa (https://www.bflows.net/) che offre alle aziende un servizio di gestione del credito, fornendo loro una serie di strumenti per facilitare la gestione delle fatture. Tramite i dati che raccolgono, gli è possibile realizzare una rete che rappresenta il flusso di denaro tra le imprese che utilizzano il loro servizio. Ciascun nodo della rete, ovvero ciascun'azienda che impiega il servizio, pur tutelato nella sua privacy, è identificato da un codice ATECO e da un CAP, i quali permettono di localizzarli sul territorio con una buona approssimazione e di identificare il settore a cui appartengono.
Da questi dati si può quindi realizzare una mappa aggiornata in tempo reale del flusso di denaro in entrata, in uscita e in movimento all'interno del territorio, così come il flusso di denaro tra un settore economico e l'altro. Analizzando questi dati si può capire quali sono i settori trainanti dell'economica locale e come i diversi settori sono in relazione tra loro, identificando il grado di dipendenza dell'uno dall'altro. Con questa mappa nel Digital Twin gli enti governativi potrebbero avere una visione dei flussi economici nei propri territori, al fine di proporre politiche adeguate. Ad esempio, si può decidere strategicamente di agevolare economicamente un settore, perché dai dati si è rilevato che da quello ne dipendono molti altri e quindi si può innescare una reazione a catena positiva. Allo stesso modo si può stabilire quali siano i settori da tutelare per evitare ripercussioni negative sul mercato.

Sanità

La spesa pubblica nel settore sanitario rappresenta un'importante voce di bilancio per qualsiasi governo, eppure, nonostante gli investimenti significativi, talvolta non è sufficiente per soddisfare completamente le crescenti esigenze di un sistema sanitario sempre più complesso e sofisticato. Questo squilibrio può portare a una diminuzione della qualità dei servizi offerti, e l'inefficienza operativa spesso gioca un ruolo chiave in questo contesto.



L'introduzione di tecnologie innovative è diventata una necessità impellente al fine di ottimizzare l'efficienza del sistema sanitario, riducendo contemporaneamente i costi e migliorando la qualità dell'assistenza. La digitalizzazione del settore sanitario rappresenta una svolta epocale nella fornitura e nell'ottimizzazione dei servizi sanitari. L'avvento delle tecnologie digitali ha aperto la strada a un vasto panorama di innovazioni che stanno ridefinendo l'intero ecosistema sanitario, dal paziente al professionista sanitario, dalle strutture ospedaliere alle autorità di regolamentazione.
In questo scenario, il Digital Twin, una tecnologia che sta rapidamente guadagnando spazio, si pone come una soluzione promettente. In un contesto sanitario, esso costituisce una replica virtuale e dinamica di un'entità fisica o di un sistema, che può comprendere strutture ospedaliere, dispositivi medici, reti di assistenza, e persino il corpo umano stesso. Questa replica digitale riflette in tempo reale le variazioni, i dati e le condizioni del suo corrispettivo fisico, consentendo agli operatori sanitari di esplorare e analizzare il sistema con precisione e rapidità straordinarie. Il Digital Twin può rivoluzionare il settore sanitario, migliorando la qualità delle cure, riducendo i costi e consentendo un accesso più equo ai servizi sanitari, aprendo nuove opportunità per la personalizzazione delle cure. I benefici che questi sistemi porterebbero al Sistema Sanitario Nazionale sono notevoli. In questo modo, sarebbe anche possibile individuare i problemi e le inefficienze del sistema,

implementando soluzioni mirate che ne migliorino l'efficienza complessiva. Inoltre, l'utilizzo del Digital Twin può generare un importante risparmio economico per il sistema sanitario, grazie alla riduzione dei costi operativi e alla maggiore efficienza dei processi. Ciò significa che le risorse pubbliche possono essere allocate in modo più efficiente, a beneficio di tutti i cittadini che usufruiscono dei servizi sanitari.
Il potenziale di questa tecnologia è ampio e variegato, con impatti positivi su numerosi aspetti del sistema sanitario. Tuttavia, una pianificazione accurata e un impegno a rispettare rigorose norme di sicurezza e privacy sono fondamentali per garantire che il Digital Twin porti vantaggi tangibili a tutti i cittadini che dipendono dai servizi sanitari. L'efficacia del Digital Twin nel settore sanitario dipenderà dalla sua integrazione con sistemi esistenti, dalla raccolta affidabile e sicura dei dati e dalla considerazione della privacy dei pazienti. Inoltre, è importante garantire che questa tecnologia sia utilizzata per migliorare l'efficienza del sistema sanitario senza compromettere la qualità dell'assistenza o l'equità nell'accesso alle cure. Con una pianificazione oculata e una gestione attenta, il Digital Twin potrebbe svolgere un ruolo significativo nell'ottimizzazione del settore sanitario.
Di seguito andremo ad illustrare una serie di tecnologie digitali che possono rappresentare il futuro della sanità.

Telerilevamento e monitoraggio remoto
La tecnologia digitale consente ai pazienti di monitorare le proprie condizioni di salute da remoto. Ad esempio, i dispositivi indossabili possono rilevare parametri vitali come la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna e il glucosio nel sangue, trasmettendo queste informazioni in tempo reale direttamente ai professionisti sanitari. Questo aspetto è particolarmente prezioso per coloro che affrontano malattie croniche, come il diabete, le malattie cardiache o l'ipertensione, dove il monitoraggio regolare dei parametri vitali è essenziale. Il monitoraggio da remoto offrirà un contributo cruciale in un contesto in cui la popolazione sta invecchiando e la gestione delle malattie croniche è diventata sempre più rilevante. I pazienti, se ricevessero un monitoraggio costante, avrebbero maggiori garanzie perché i professionisti sanitari sarebbero in grado di individuare e intervenire tempestivamente in caso di variazioni anomale nei parametri vitali. Ciò può prevenire complicazioni gravi migliorando la qualità di vita dei pazienti.
Inoltre, il monitoraggio remoto offre un notevole risparmio di tempo e risorse. Evita la necessità di frequenti visite in ospedale o ambulatorio per il monitoraggio, il che è particolarmente vantaggioso per le persone anziane o con mobilità limitata. Questo non solo riduce i costi operativi per i sistemi sanitari, ma offre anche ai pazienti una maggiore comodità. Infine, il monitoraggio da remoto è una parte integrante del concetto di Digital Twin nel settore sanitario. I dati raccolti dai dispositivi indossabili possono essere integrati in una replica digitale del paziente, consentendo ai professionisti sanitari di simulare scenari e valutare l'andamento delle condizioni di salute nel tempo. Questo approccio avanzato alla gestione delle cure può portare a un trattamento più personalizzato e mirato.

Telemedicina
Grazie al telerilevamento e al monitoraggio da remoto, in molti casi i professionisti sanitari non avranno bisogno di visitare fisicamente il paziente. La telemedicina consentirà ai pazienti di consultare i medici e ricevere cure mediche a distanza tramite visite virtuali da remoto. Questo è particolarmente utile per le persone che vivono in aree remote o per i pazienti con mobilità ridotta.
Inoltre, la telemedicina può contribuire a ridurre i tempi di attesa per le visite mediche. Spesso le liste d'attesa per appuntamenti con specialisti o per esami medici possono essere lunghe, ritardando il trattamento e l'identificazione delle condizioni di salute. La telemedicina permette di programmare appuntamenti online in modo rapido ed efficiente, garantendo che i pazienti ricevano assistenza tempestiva e preventiva, riducendo il rischio di progressione delle malattie. Le applicazioni di telemedicina possono essere molto utili anche per tutte quelle visite mediche di controllo, come ad esempio nelle terapie di follow-up, che se svolte online risultano essere molto più rapide senza controindicazioni in termini di qualità dell'assistenza.
La telemedicina risulta particolarmente preziosa anche in situazioni di crisi, come le pandemie. Durante tali eventi, quando l'accesso alle strutture sanitarie può essere limitato, la telemedicina è un mezzo essenziale per garantire che i pazienti ricevano la cura di cui hanno bisogno senza dover mettere a repentaglio la loro salute.

Gestione elettronica dei record medici
L'adozione di sistemi di gestione elettronica dei record medici ha reso più efficiente la registrazione, l'archiviazione e la condivisione delle informazioni mediche, rappresentando un passo fondamentale verso la digitalizzazione del settore. Tutte le informazioni cliniche di un paziente, come la storia medica, i risultati dei test e le prescrizioni, vengono registrate in formato elettronico. Questo riduce gli errori umani, migliora la coerenza delle informazioni e semplifica la condivisione di dati tra professionisti sanitari, consente un accesso rapido e sicuro alle informazioni da parte degli operatori e dei pazienti stessi.

App per la salute
In questo nuovo ecosistema sanitario digitale, le app per la salute possono costituire un nuovo modo in cui le persone gestiscono la propria salute, fornendo una serie di strumenti versatili e accessibili che hanno un impatto significativo sulla prevenzione, il monitoraggio e la gestione delle condizioni di salute.
Le applicazioni per la salute consentono alle persone di monitorare la propria salute in modo continuo. I dispositivi indossabili, come gli smartwatch, possono rilevare parametri vitali come la frequenza cardiaca, l'attività fisica, il sonno e molto altro. Questi dati sono poi registrati e analizzati dalle applicazioni, offrendo all'utente un quadro completo della salute personale. Questo monitoraggio costante può aiutare a individuare segnali precoci di problemi di salute o a gestire condizioni croniche, ma soprattutto può essere un enorme aiuto nel campo della prevenzione. Molte applicazioni per la salute, infatti, promuovono attivamente stili di vita sani. Offrono piani di allenamento, programmi dietetici, suggerimenti per smettere di fumare e molto altro. Queste applicazioni educano gli utenti sulle scelte di vita che possono migliorare la loro salute e incoraggiano comportamenti positivi, aiutandolo a creare nuove abitudini sane. Teoricamente le applicazioni per la salute potrebbero democratizzare l'assistenza sanitaria, mettendo il controllo della salute nelle mani dei pazienti, responsabilizzandoli su temi spesso trascurati e aumentando il grado di consapevolezza delle loro abitudini sane e dannose.

Tutti i dati raccolti dai dispositivi indossabili e visibili sulle app possono inoltre, come già detto, entrare a far parte di un sistema di monitoraggio da remoto che in molti casi costituirebbe una svolta e un miglioramento dell'assistenza sanitaria.

Diagnostica e intelligenza artificiale
L'IA può assistere i medici nella diagnosi di malattie. I sistemi basati sull'IA possono analizzare dati come immagini radiologiche, scansioni TC, risonanze magnetiche, immagini dermatoscopiche o endoscopiche, risultati di analisi di laboratorio, ecodoppler ed elettrocardiogrammi, per identificare anomalie come tumori, fratture, coaguli di sangue o lesioni o valori non nella norma, aiutando i medici a effettuare diagnosi più precise e tempestive. Infatti, a differenza dell'uomo che basa la diagnosi principalmente sulla sua conoscenza ed esperienza, l'IA può analizzare grandi quantità di dati clinici per identificare modelli e tendenze, confrontando quindi il paziente con un numero molto maggiore di casi. Tuttavia, è importante che l'IA sia utilizzata in modo complementare all'esperienza clinica, poiché la decisione finale sulla diagnosi e il trattamento spetta sempre ai professionisti medici.

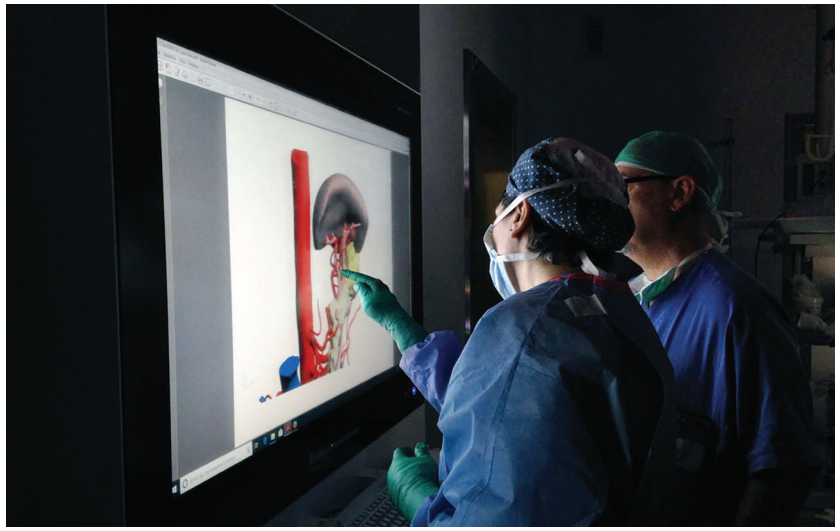
Digital Twin e simulazioni
Con tutti i dati raccolti dai nuovi sensori, come per esempio i dispositivi indossabili, e da quelli tradizionali, ma organizzati in un registro elettronico, è possibile generare dei Digital Twin personalizzati su ogni paziente, di cui costituiscono una replica digitale.
Su queste repliche digitali si possono testare scenari clinici e procedimenti medici attraverso simulazioni. Ciò è utile sia per ottimizzare le procedure mediche che per addestrare il personale sanitario. Nell'ambito di ottimizzazione della cura, possono essere studiati nuovi metodi di trattamento, valutandone l'efficacia, o pianificare con precisione gli interventi chirurgici. Per quanto riguarda invece l'addestramento del personale sanitario, il Digital Twin sarebbe utile oltre che per allenare il chirurgo a effettuare un determinato intervento, anche per la formazione degli studenti di medicina. Anche l'installazione di protesi e pacemaker può essere svolta prima sul Digital Twin per verificare in anticipo la risposta del paziente, riducendo il rischio.

Digital Twin e medicina predittiva
Un altro campo che viene toccato dal Digital Twin è quello della medicina predittiva. Se ogni paziente può avere un proprio Digital Twin che rappresenta le sue condizioni mediche e il suo stato di salute, il livello dei suoi biomarcatori, la sua storia clinica e quella della sua famiglia, magari supportata da analisi genetiche, allora la valutazione del rischio può essere effettuata in modo mirato ed estremamente personalizzato, risultando molto più precisa. Tutti questi elementi costituiscono informazioni personalizzate che aiutano le persone a prendere decisioni informate sulla propria salute e a intraprendere azioni preventive o correttive per mitigare i rischi.

Big Data, analisi avanzate e ricerca medica
Il digitale ha reso possibile raccogliere e analizzare grandi quantità di dati sanitari, che se forniti al mondo della ricerca possono dare impulso a nuovi studi. Per esempio, i dati sull'incidenza delle malattie possono essere confrontati con i dati sui diversi fattori di rischio ambientale

(come ad esempio l'inquinamento). Il Digital Twin potrebbe servire come una piattaforma unificata in cui i ricercatori possono accedere a dati sanitari anonimizzati e correlati alle condizioni specifiche. Questi dati possono essere utilizzati per identificare tendenze, migliorare la prevenzione delle malattie e personalizzare i piani di trattamento, accelerare la ricerca e l'identificazione di nuovi modelli, contribuendo così a migliorare la prevenzione e il trattamento delle malattie.

Robotica e automazione
L'automazione e la robotica possono in alcune aree apportare miglioramenti significativi. Nel campo della chirurgia i robot chirurgici avanzati consentono già oggi ai chirurghi di eseguire procedure complesse con maggiore precisione e minore invasività. Questi sistemi robotici possono eseguire movimenti molto precisi e stabilizzati, riducendo il rischio di errori umani. La chirurgia robotica è utilizzata in una varietà di specialità, come la chirurgia cardiotoracica, la chirurgia oncologica e la chirurgia gastrointestinale.
Inoltre, nel campo farmaceutico i robot possono preparare con precisione dosi di farmaci, riducendo il rischio di errori di somministrazione e possono consegnarli ai pazienti o agli operatori sanitari, ottimizzando i tempi di distribuzione e garantendo la corretta gestione delle scorte.

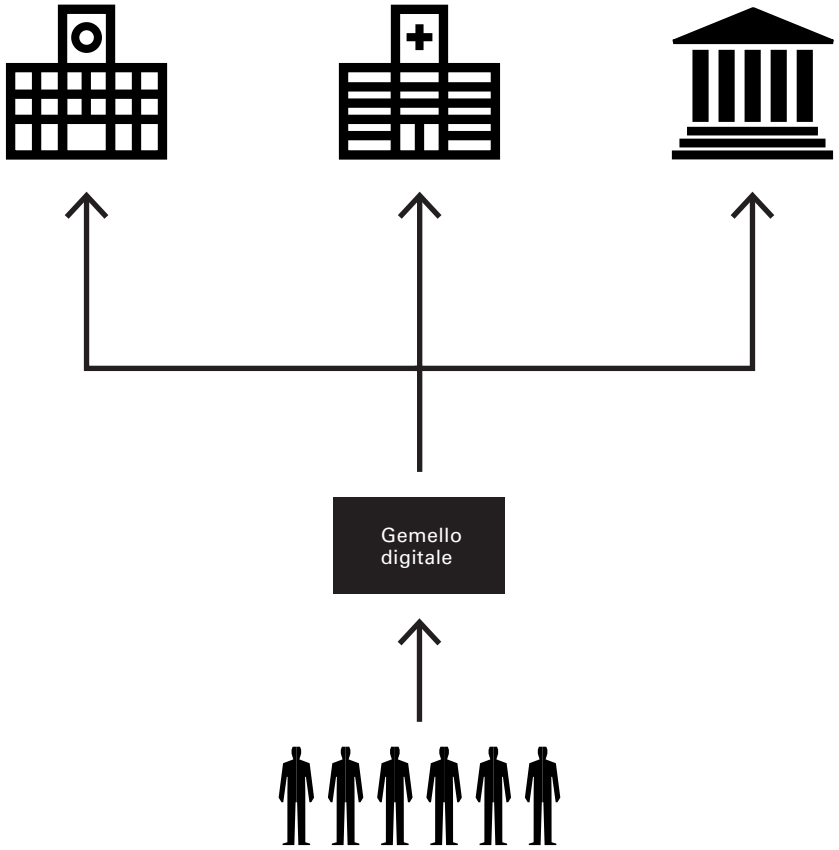


Simulazione di un intervento chirurgico in 3D con tecnologia italiana

Digital Twin e infrastrutture
A una scala più grande, i Digital Twin possono aiutare i sistemi sanitari a gestire in modo più efficiente le risorse e le infrastrutture.
Ad esempio, possono essere utilizzati per progettare e ottimizzare il layout di un ospedale, dei reparti e delle cliniche. Questa tecnologia consente di simulare e valutare diversi layout, tenendo conto del posizionamento dei reparti, dei flussi di pazienti, dell'accessibilità e dell'efficienza delle operazioni. Ciò può migliorare l'organizzazione fisica delle strutture sanitarie, riducendo i tempi di spostamento e migliorando l'accesso alle diverse aree.
È anche possibile tenere traccia delle posizioni degli strumenti medici, delle apparecchiature diagnostiche e degli articoli di consumo all'interno dell'ospedale. Questo aiuta a evitare smarrimenti e a garantire che le risorse siano sempre disponibili quando necessarie, facilitando

la pianificazione e gestione delle scorte di forniture mediche. Questo è particolarmente importante in situazioni di emergenza o durante epidemie, quando è necessario assicurare che le scorte siano sempre sufficienti per far fronte alla domanda.

Digital Twin e mezzi di soccorso
Il Digital Twin può migliorare la logistica del trasporto sanitario.
Ad esempio, può essere utilizzato per monitorare le ambulanze e i veicoli di trasporto sanitario, ottimizzando le rotte in tempo reale in base ai dati sul traffico per ridurre i tempi di viaggio e garantire un accesso tempestivo alle cure.

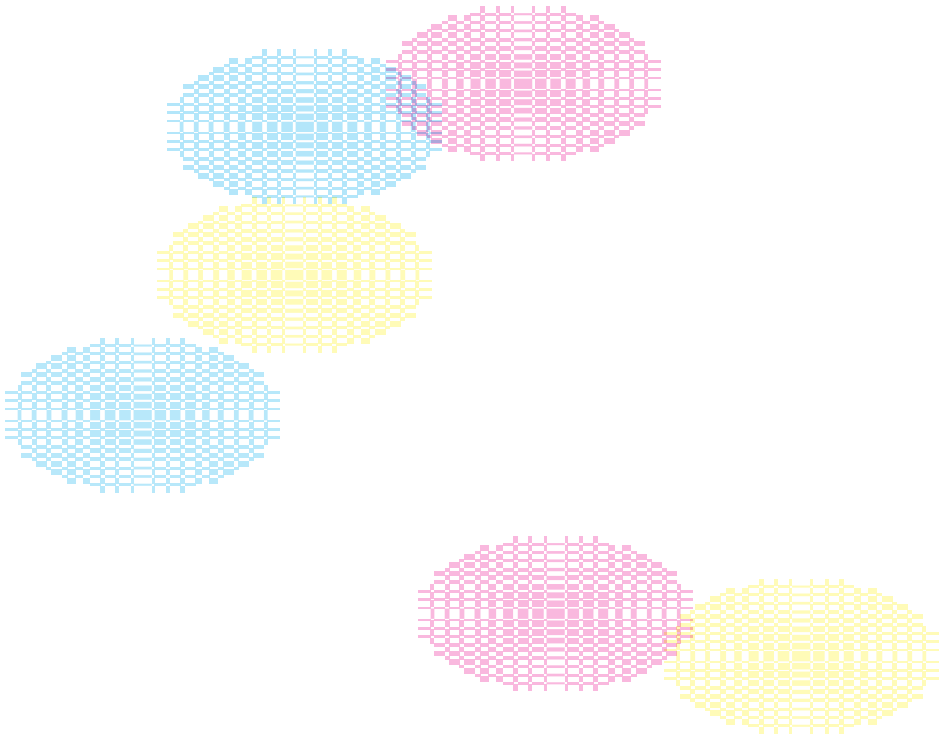


Digital Twin come elemento di raccordo

Ambulatori specialistici nel territorio e prenotazioni
Ad oggi non esiste un sistema univoco per conoscere la distribuzione dei vari servizi specialistici sul territorio. Se ad un paziente viene prescritta una visita o un intervento specialistico particolare (si pensi soprattutto a quei settori estremamente specializzati e poco diffusi, come ad esempio la chirurgia della mano), l'unico modo che egli ha per trovare una struttura che offra quel servizio è per passaparola o per tentativi telefonici, contattando i vari centri unici di prenotazione fino a trovare quello giusto. Un servizio basato sulla tecnologia del Digital Twin, in grado di mostrare immediatamente la localizzazione delle diverse strutture specializzate, rappresenterebbe un notevole ausilio per il processo di prenotazione e fruizione dei servizi sanitari. Inoltre, un sistema del genere potrebbe includere informazioni aggiuntive come le recensioni dei pazienti, le disponibilità degli appuntamenti e le tariffe, fornendo ai pazienti una panoramica completa delle opzioni disponibili.



Digital twin territoriale: alcune questioni



Fruibilità del Digital Twin

Nel nostro modo di vedere e concepire un Digital Twin, abbiamo in mente una piattaforma costituita da un'infrastruttura virtuale di base, una metodologia standardizzata per la raccolta e la visualizzazione dei dati e un'interfaccia facilmente accessibile e personalizzabile che permetta a chiunque di usufruire del servizio. Costruita questa piattaforma e stabiliti i principi che la caratterizzano, il potenziale contenuto della piattaforma stessa non ha limiti prestabiliti. Maggiore la quantità e diversità dei dati a disposizione, maggiore il valore del Digital Twin, in quanto aumentano gli ambiti in cui lo si può utilizzare così come il numero di soggetti interessati ad un suo utilizzo.
Pensiamo che i dati connessi al Digital Twin dovrebbero essere quanto più possibili disponibili open source. Essendo uno strumento dai molteplici usi, potenzialmente qualsiasi soggetto individuale o collettivo, pubblico o privato, può trarne vantaggio dal suo utilizzo. L'obiettivo primario del Digital Twin è infatti l'ottimizzazione di un processo (di qualsiasi tipo esso sia) e quindi pensiamo che renderlo fruibile a tutti porti ad un vantaggio per il singolo e per la collettività. Maggiore è la quantità di dati immessi nel Digital Twin, maggiori sono i suoi utilizzi e maggiore è la sua efficacia. Per questo crediamo che la raccolta di dati da parte di qualsiasi soggetto interessato ad utilizzare il Digital Twin debba essere condivisa con gli altri utenti. In questo modo dati raccolti per un utilizzo specifico possono essere riutilizzati in ambiti differenti.
Per favorire al massimo la diffusione del Digital Twin, questo deve essere facilmente accessibile e utilizzabile da chiunque, tramite un'interfaccia intuitiva e semplice da utilizzare anche dai non addetti al settore. Immaginiamo inoltre che il Digital Twin possa essere visualizzato in modo differente da ciascun utente, ovvero che una volta registratosi sulla piattaforma, l'utente sia invitato a scegliere una interfaccia in base ai suoi interessi e in seguito possa personalizzarla a suo piacimento. Questo perché data la complessità dell'offerta di dati, molti di questi possono non interessare a un utente in particolare.



Collaborazione tra settore pubblico e privato

Uno strumento come il Digital Twin assume maggior valore all'aumentare della quantità, del valore e della qualità dei suoi dati. È per questo che è auspicabile una collaborazione tra il settore pubblico e quello privato di modo da garantire una miglior produzione di dati sfruttando le competenze di ciascuno. Le pubbliche amministrazioni in uno scenario collaborativo possono incaricarsi di finanziare e sviluppare la piattaforma di base, in cui poi rendere disponibili i propri open data già attualmente scaricabili online. Successivamente i privati interessati ad utilizzare il modello digitale avrebbero la possibilità di integrare il

modello digitale con i propri dati. Le modalità di questa collaborazione sono ovviamente un tema da approfondire per capire in che modo un privato possa giustificare un impiego di risorse per la raccolta di questi dati e perché dovrebbe essere interessato a renderli disponibili a tutti, con il rischio di fornire dati anche ai propri competitors.
Tuttavia, crediamo che la collaborazione tra settore pubblico e privato possa apportare grandi benefici proprio per le diverse competenze specifiche di ciascuno dei soggetti coinvolti. Un caso esemplare è quello della collaborazione tra Moovit e l'AMAT di Palermo (Azienda Municipalizzata Auto Trasporti) nell'ambito del trasporto pubblico. Il problema nello specifico era legato al fatto che il trasporto pubblico di Palermo non avesse le risorse per fornire dati in tempo reale sui propri mezzi. Moovit ha quindi sviluppato una app per i conducenti dei bus di AMAT che fornisce in tempo reale posizione e tempistiche dei mezzi. In questo modo Moovit ha aumentato il suo bacino d'utenza e il trasporto pubblico di Palermo è riuscito a fornire un servizio funzionante e utile al privato cittadino che altrimenti non sarebbe stato in grado di somministrare.

Call To Action: il coinvolgimento del cittadino per un Digital Twin partecipativo

Il coinvolgimento attivo dei cittadini nella progettazione di un Digital Twin è un elemento fondamentale per il successo del progetto.
In quanto sensori viventi, i cittadini possono contribuire alla raccolta di dati in modo diffuso sul territorio, come dimostrato nel caso studio di Herrenberg. Utilizzando una semplice applicazione, è possibile coinvolgere la popolazione nella creazione del Digital Twin, garantendo così un sistema distribuito di raccolta dati in tempo reale aggiornato e veritiero. Inoltre, coinvolgere i cittadini consente loro di avere un accesso privilegiato alle informazioni e una maggiore consapevolezza della complessità del territorio in cui vivono e della sua pianificazione. Questo è particolarmente importante per garantire una pianificazione urbana più sostenibile e una maggiore partecipazione democratica alla vita del paese, promuovendo così una comunità più informata e coinvolta.



Sitografia e bibliografia

Agenzia per l'Italia Digitale
Website. https://www.dati.gov.it

"Italian Open Data Licence 2.0: la nuova licenza italiana gli Open Data è ancora più semplice e aperta". (ultimo agg. 2020.11.11). https://www.dati.gov.it/iodl/2.0/

AMAT Palermo S.p.A.
Website. https://www.amat.pa.it

Bflows
Website. https://www.bflows.net/

Buildmedia
Website. https://buildmedia.com

Wellington Digital Twin. https://buildmedia.com/work/wellington-digital-twin

Cesium
The open specification for 3D data. https://cesium.com/why-cesium/3d-tiles/

Comune di Genova
Moretti I., "Turismo, presentato il tour virtuale nel centro storico". (2023.04.29). https://smart.comune.genova.it/comunicati-stampa-articoli/turismo-presentato-il-tour-virtuale-nel-centro-storico

Digital Twin Hub
Bring the real world to Unreal Engine. https://cesium.com/platform/cesium-for-unreal/

Duet
Website. https://digitaltwinhub.co.uk

Website. https://www.digitalurbantwins.com

Expedia
Expedia Team, "20 Tour Virtuali Per Viaggiare Nel Mondo Da Casa". (2020.03.13). https://www.expedia.it/stories/20-tour-virtuali-per-viaggiare-nel-mondo-da-casa/

GeospatialSG.beta
Website. https://www.sla.gov.sg/geospatial/gw/virtual-singapore

GovnNet Technology
Kelly P., "What Is the National Digital Twin Programme?". (2023.12.01). https://blog.govnet.co.uk/technology/what-is-the-national-digital-twin-programme

El Hajj P., "National Digital Twin timeline". https://time.graphics/line/306868

Helwett parkard enterprise
Website. https://www.hpe.com/it/it/what-is/machine-learning.html

IBM
Website. https://www.ibm.com/it-it/topics/api

INAIF
Sandri M., "Milano dal cielo, in un giugno da record". (2022.07.07). https://www.media.inaf.it/2022/07/07/milano-dal-cielo-in-un-giugno-da-record/

ISTAT
Website. https://www.istat.it

Living-in.Eu
Website. https://living-in.eu/groups/solutions/local-digital-twin

Museo Egizio di Torino
Website. https://virtualtour.museoegizio.it

Stadt Zürich
Geodati. https://www.stadt-zuerich.ch/geodaten/

Modello urbano. https://www.stadt-zuerich.ch/content/ted/de/index/

TwinUp
"TwinMaster Launches Real-World Metaverse Software for Architects". (2012.04.12). https://www.thetwinmaster.com/news-events/twinup-launches-real-world-metaverse-software-for-architects

The Herrenberg Digital Twin
Dembski F., Wessner U., van der Laag Yamu C., "Digital Twin, Virtual Reality and Space Syntax: civic engagement and decision support for smart sustainable cities". (2019.07). https://www.researchgate.net/publication/334429420_Digital_twin_virtual_reality_and_space_syntax_Civic_engagement_and_decision_support_for_smart_sustainable_cities

Ufficio federale di topografia Swisstopo
La Svizzera in 3D. https://www.swisstopo.admin.ch/it/carte-dati-online/carte-geodati-online/visualizzatore-3d.html

Unreal Engine
Weir-McCall D., "Getting started with digital twins". (2021.09.10). https://www.unrealengine.com/en-US/blog/getting-started-with-digital-twins

Weir-McCall D., "What is a digital twin?". (2021.01.11). https://www.unrealengine.com/en-US/blog/what-is-a-digital-twin

University of Cambridge
"Centre for Digital Built Britain completed its five-year mission and closed its doors at the end of September 2022". (concluso 2022.09). https://www.cdbb.cam.ac.uk/what-we-did/national-digital-twin-programme

Univrses
Website. https://univrses.com/

Will Media
"In città, gli alberi fanno la differenza". (2022). https://www.linkedin.com/posts/willmedia-it_città-alberi-ambiente-activity-6965552662566088704-qYB_/?originalSubdomain=it

Casertano D., "Patto educativo della Comunità di Valdobbiadene". (2023).

Tagliagambe S., "Metaverso e gemelli digitali. La nuova alleanza tra reti naturali e artificiali". Mondadori Università. (2022)

Osservatorio per il paesaggio delle colline di Conegliano Valdobbiadene

Fondazione Francesco Fabbri

OSSERVATORIO PER IL PAESAGGIO DELLE COLLINE DI CONEGLIANO VALDOBBIADENE

Fondazione Francesco Fabbri

Comune di Pieve di Soligo

IPA Terre Alte della Marca Trevigiana

RETE REGIONALE OSSERVATORI PER IL PAESAGGIO Veneto

Questo dossier voluto dall'Osservatorio per il Paesaggio delle colline di Conegliano e Valdobbiadene , finanziato dalla Fondazione Francesco Fabbri e promosso dal Comune di Pieve di Soligo e dal IPA della Marca trevigiana, nasce dopo un incontro al Museo M9 di Mestre dal titolo Fare comunità e co- produrre territorio con i digital Twin al quale hanno partecipato Cosimo Accoto, Alberto Baban,Flavia Barca, Elena Battaglini, Paolo Erminio Canevese, Andrea Carobene, Federico della Puppa, Alberto De Toni, Nicola Martinelli, Francesco Molinari, Maurizio Morgantini, Anna Laura Palazzo, Nicola Pirina, Roberto Siagri, Silvano Tagliagambe, Paolo Zanenga.
Un ringraziamento a Danilo Casertano, per le relazioni personali che ha creato, i consigli, i documenti di studio, il supporto.
L'incontro ha preso la forma di un pre print, curato da Elena Battaglini e Aurora Riponti.
Il dossier che recupera alcuni contenuti elaborati in quella occasione, in particolare dagli interventi di Elena Battaglini, Nicola Martinelli e Paolo Zanenga, è anche l'esito del lavoro di Michele Casertano e Luca Pistorello che firmano la parte più significativa della documentazione.

Un grazie a tutti
Roberto Masiero

Osservatorio per il paesaggio delle colline di Conegliano Valdobbiadene

Fondazione Francesco Fabbri

OSSERVATORIO PER IL PAESAGGIO DELLE COLLINE DI CONEGLIANO VALDOBBIADENE

Fondazione Francesco Fabbri

Comune di Pieve di Soligo

IPA Terre Alte della Marca Trevigiana

RETE REGIONALE OSSERVATORI PER IL PAESAGGIO Veneto

Questo dossier voluto dall'Osservatorio per il Paesaggio delle colline di Conegliano e Valdobbiadene , finanziato dalla Fondazione Francesco Fabbri e promosso dal Comune di Pieve di Soligo e dal IPA della Marca trevigiana, nasce dopo un incontro al Museo M9 di Mestre dal titolo Fare comunità e co- produrre territorio con i digital Twin al quale hanno partecipato Cosimo Accoto, Alberto Baban,Flavia Barca, Elena Battaglini, Paolo Erminio Canevese, Andrea Carobene, Federico della Puppa, Alberto De Toni, Nicola Martinelli, Francesco Molinari, Maurizio Morgantini, Anna Laura Palazzo, Nicola Pirina, Roberto Siagri, Silvano Tagliagambe, Paolo Zanenga.
Un ringraziamento a Danilo Casertano, per le relazioni personali che ha creato, i consigli, i documenti di studio, il supporto.
L'incontro ha preso la forma di un pre print, curato da Elena Battaglini e Aurora Riponti.
Il dossier che recupera alcuni contenuti elaborati in quella occasione, in particolare dagli interventi di Elena Battaglini, Nicola Martinelli e Paolo Zanenga, è anche l'esito del lavoro di Michele Casertano e Luca Pistorello che firmano la parte più significativa della documentazione.

Un grazie a tutti
Roberto Masiero

Osservatorio per il paesaggio delle colline di Conegliano Valdobbiadene

Fondazione Francesco Fabbri

OSSERVATORIO PER IL PAESAGGIO DELLE COLLINE DI CONEGLIANO VALDOBBIADENE

Fondazione Francesco Fabbri

Comune di Pieve di Soligo

IPA Terre Alte della Marca Trevigiana

RETE REGIONALE OSSERVATORI PER IL PAESAGGIO Veneto

Questo dossier voluto dall'Osservatorio per il Paesaggio delle colline di Conegliano e Valdobbiadene , finanziato dalla Fondazione Francesco Fabbri e promosso dal Comune di Pieve di Soligo e dal IPA della Marca trevigiana, nasce dopo un incontro al Museo M9 di Mestre dal titolo Fare comunità e co- produrre territorio con i digital Twin al quale hanno partecipato Cosimo Accoto, Alberto Baban,Flavia Barca, Elena Battaglini, Paolo Erminio Canevese, Andrea Carobene, Federico della Puppa, Alberto De Toni, Nicola Martinelli, Francesco Molinari, Maurizio Morgantini, Anna Laura Palazzo, Nicola Pirina, Roberto Siagri, Silvano Tagliagambe, Paolo Zanenga.

Un ringraziamento a Danilo Casertano, per le relazioni personali che ha creato, i consigli, i documenti di studio, il supporto.

L'incontro ha preso la forma di un pre print, curato da Elena Battaglini e Aurora Riponti.
Il dossier che recupera alcuni contenuti elaborati in quella occasione, in particolare dagli interventi di Elena Battaglini, Nicola Martinelli e Paolo Zanenga, è anche l'esito del lavoro di Michele Casertano e Luca Pistorello che firmano la parte più significativa della documentazione.

Un grazie a tutti
Roberto Masiero