



Digital twins e sensori hardware per progettare il benessere psicologico del domani

Workshop – Dipartimento di Eccellenza

28 Maggio 2024 – ore 14.30 Sala Lauree

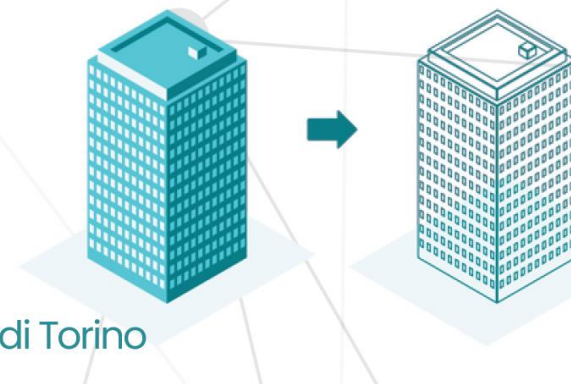
Digital twins ed edifici cognitivi

Prof.ssa Lavinia Tagliabue

Dipartimento di informatica – Università degli studi di Torino

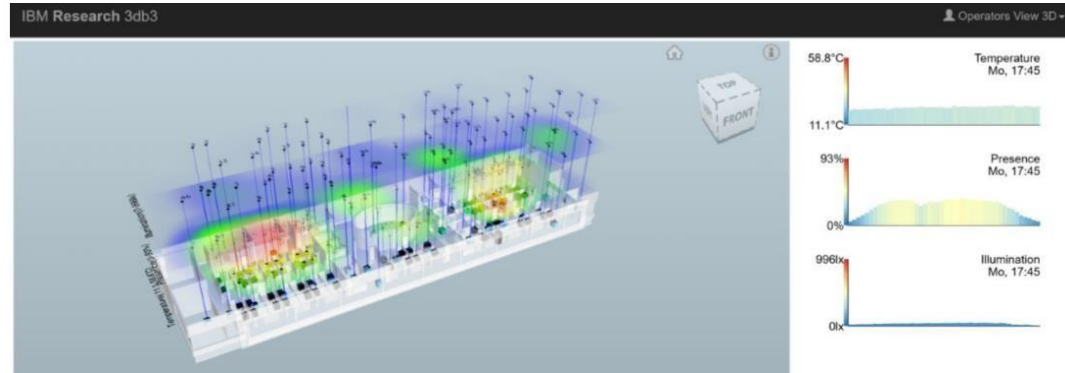
Prof. Giuseppe Di Giuda

Dipartimento di Management "Valter Cantino" – Università degli studi di Torino

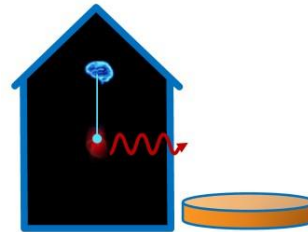


Gemelli digitali o Digital Twins come ambiente di simulazione

- gemelli digitali degli edifici, o "**digital twins**," sono rappresentazioni virtuali precise degli edifici fisici, e possono svolgere un ruolo importante nel supportare il design per il benessere psicologico e il comportamento sociale.
- I gemelli digitali degli edifici offrono un **approccio innovativo** alla progettazione e alla gestione degli spazi che mette al centro il benessere psicologico e il comportamento sociale degli utenti.
- Attraverso la **simulazione, il monitoraggio in tempo reale e l'adattamento delle condizioni interne**, consentono di creare ambienti digitali e reali che favoriscono il benessere e la coesione sociale.



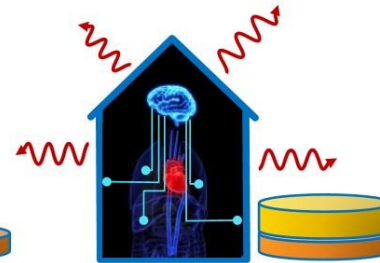
Automated Buildings Era
(1980 – 2000)



Visualize KPI

- + Good for ratings
- + Allows identifying general issues
- Bad for identifying energy waste

Smart Buildings Era
(2000 – 2020)



Analyze Energy Consumers

- + Understand consumption of rooms and central assets
- Only primary datapoints are analyzed

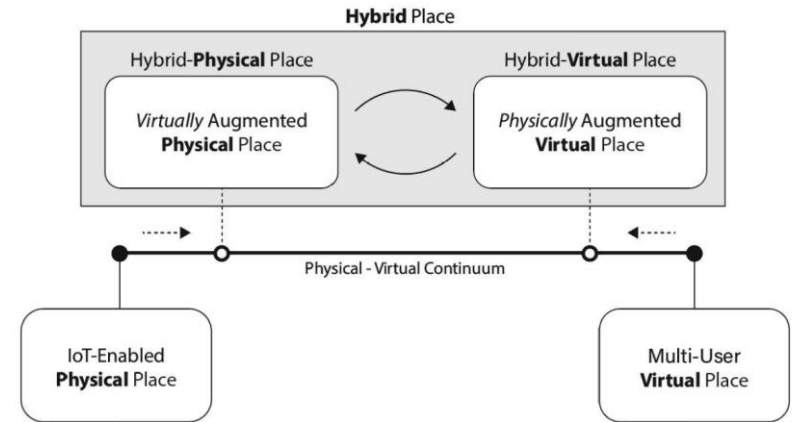
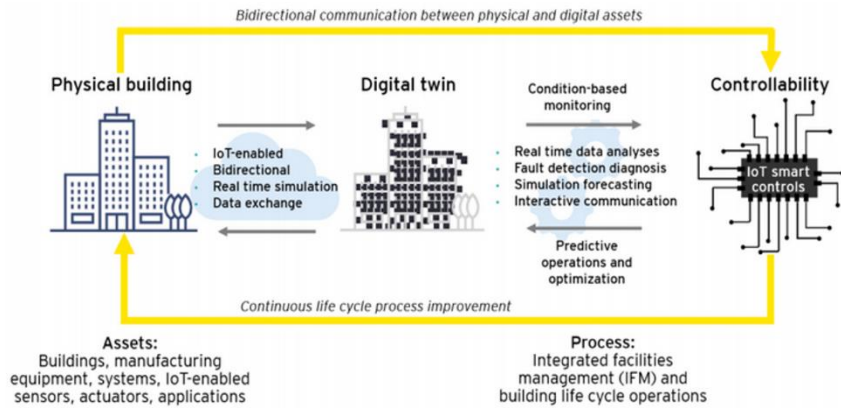
Cognitive Buildings
(> 2020)



Learn Behaviour

- + Predictive control down to work places
- + Understand comfort preferences of users
- + Correlate context such as weather and meetings
- Many datapoints to analyze

Digital twin per l'ambiente costruito e per la cooperazione multi-utente









BIM replicated		DT replicated & connected	
BIM Level 2		BIM Level 3	
Built Asset Design	Design-Construction Coordination	Facility Management	
Optimal Asset Delivery			
LOD 100, 200	LOD 300, 350, 400	LOD 500	Up-to-date model
Digital	As-designed BIM model	As-built BIM model (at the time of delivery)	
Physical		Instrumented Built Asset (sensors) (on-board processing)	
Design	Build	Operations	Operations



Digital Twins per la gestione ottimale dell'edificio e il supporto agli utenti

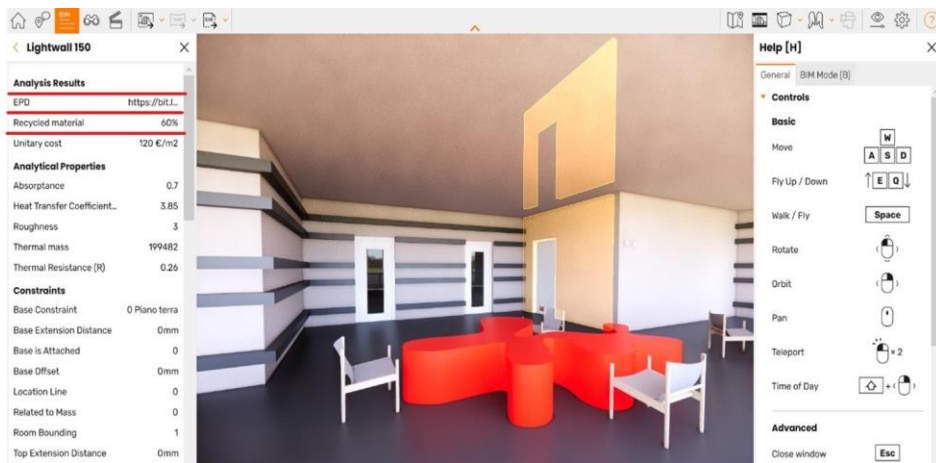
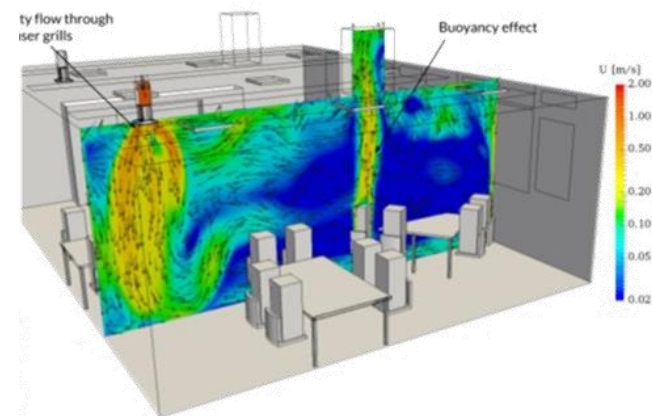
Gestione della fase operativa e di manutenzione



-  Manutenzione guidata/preventiva
-  Adattamento delle prestazioni in tempo reale
-  Monitoraggio ambientale e utilizzo delle risorse
-  Ottimizzazione dell'occupazione e servizi di pulizia
-  Avvisi in tempo reale per guasti o emergenze
-  Ottimizzazione del percorso e della mobilità, guida al soccorso

Digital Twins il supporto agli utenti negli edifici

- Attivare strategie comportamentali.
- Pre-selezionare dispositivi e supporti specifici attraverso il BIM.
- Aumentare le abitudini e la consapevolezza del verde.
- Addestrare gli utenti a utilizzare gli spazi in modo sicuro.
- Trovare spazi e aree "sicuri", ad esempio senza barriere architettoniche o con bassa stimolazione sensoriale.



Digital Twins il supporto agli utenti nel distretto (ad es. Campus)



- Navigare nel campus e trovare gli hot-spot e i servizi
- Ottenere informazioni sul livello di occupazione degli spazi
- Controllare la coda nella caffetteria/biblioteca, etc.
- Incontrare persone per fare networking in luoghi specifici
- Trovare gli ascensori o altri sistemi di collegamento tra edifici (wayfindings)

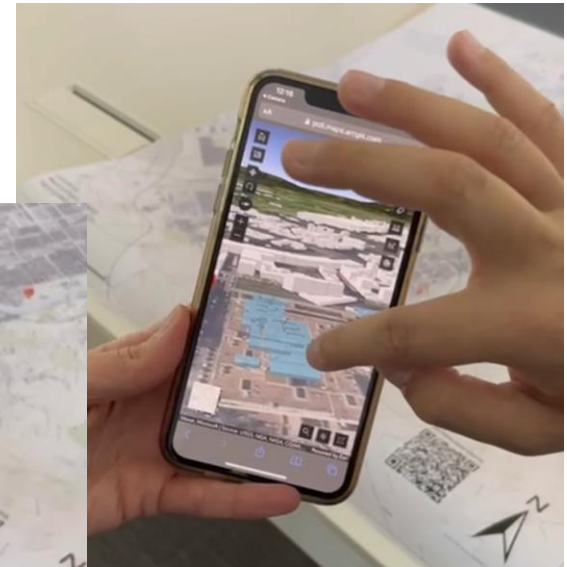


Digital Twins per il supporto agli utenti nella città

- Trovare edifici e servizi nella città



- Trovare informazioni sui servizi

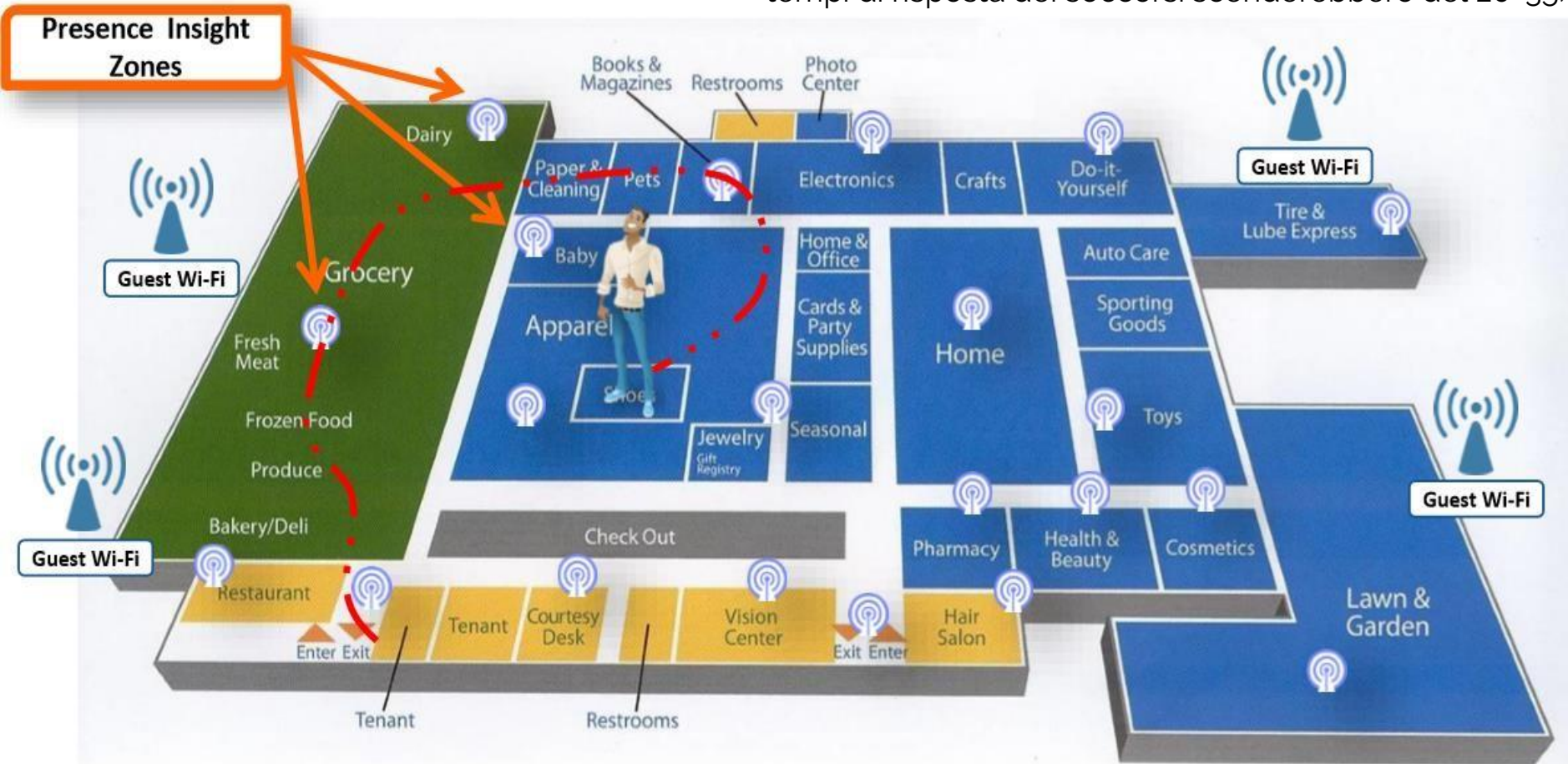


- Trovare specifici uffici o luoghi

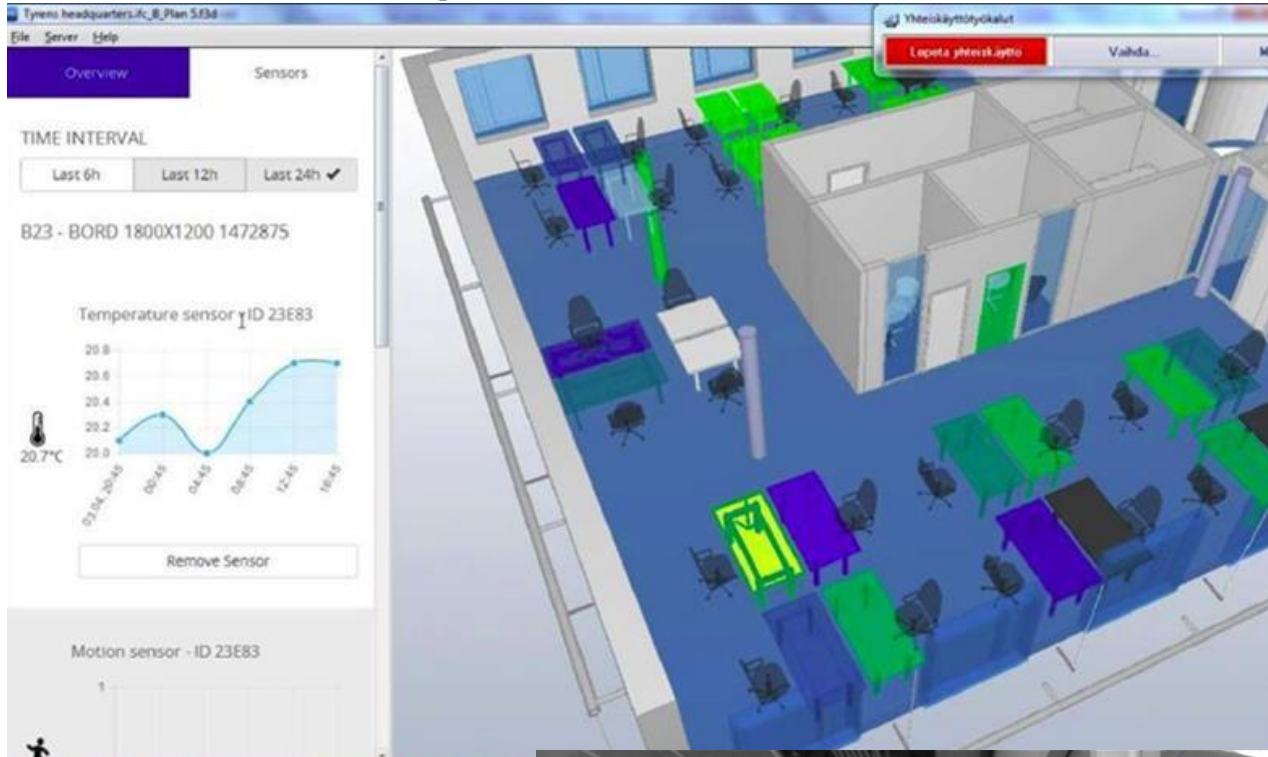
Smart house e smart city

Il ricorso a tecnologie digitali applicate ai contesti urbani ha contribuito ad aumentare dal 10 al 30% diversi indicatori di qualità della vita

- ridurre le emissioni del 10-15%,
- risparmiare 25-80 litri di acqua a persona al giorno
- ridurre i rifiuti solidi non riciclati di 30-130 kg/ab/a
- risparmio dell'8-15% del costo della sanità e sicurezza
- ridurre del 30-40% rapine e aggressioni
- tempi di risposta dei soccorsi scenderebbero del 20-35%

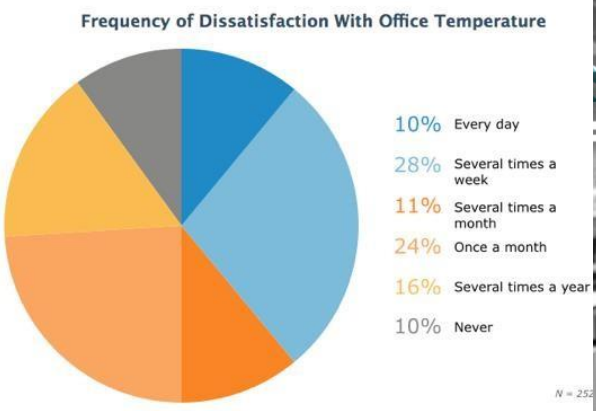


Soddisfazione degli utenti e interazione



Show asset in asset maintenance system and plan route

access asset data by pointing a phone

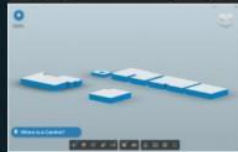


Text to speech

INTERACT

Integrazione per l'ambiente cognitivo

Cognitive analytics for deep insights to unlock new cost savings.



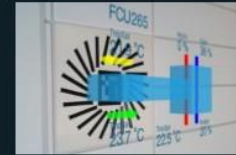
Navigate with speech



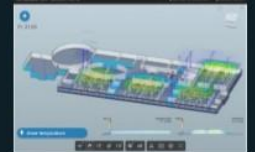
Manage and find your assets in 3D



Understand energy flow and diagnose anomalies with cognitive analytics



Easily monitor and maintain assets before they fail



Understand temperature, comfort and occupancy in buildings and data centers

Customizable IoT platform that provides simple integration and high scalability

INTERACT

Language

Speech

REASON

Reason

LEARN

Learning

Vision

INTEGRATE

Integration

Security



Weather



Sentiment

Plug-and-play instrumentation with IoT devices



Vibration Data with IoT Sensors



Electricity with IoT Meter



Occupancy with PIR



Proximity with BLE



Desk Comfort Sensors



Rapid modelling with laser scanner

IBM Research Dublin – Smarter Cities Technology Center

Checklists

WELL Community Standard Pilot

Project: _____
 Location: _____
 Updated By: _____
 Date: _____



AIR			
Y	?	N	
			P AQU Fundamental Air Quality
			o SMK Smoking Ban
			o SMO Outdoor Smoking Ban
			o LTA Long-Term Air Quality
			o LTE Enhanced Long-Term Air Quality
			o STA Short-Term Air Quality
			o STE Enhanced Short-Term Air Quality
			o SEP Pollution Source Separation
			o PRK Parking Restrictions
			o LEV Low Emission Vehicles
			o AED Air Quality Education
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

WATER			
Y	?	N	
			P WQT Drinking Water Quality
			o WAD Public Water Additives
			o PWT Periodic Water Quality Testing
			o WQO High Quality Drinking Water
			o WAC Drinking Water Access
			o FAC Sanitary Facilities Provision
			o WFS Water Feature Sanitation
			o LEG Legionella Control
			o SWA Stormwater Management
			o OVF Overflow Water Management
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

NOURISHMENT			
Y	?	N	
			P SUP Supermarket Access
			o FRU Fruits and Vegetables
			o HFO Healthy Food Procurement
			o FAD Food Advertising
			o NED Nutrition Education
			o AGR Urban Agriculture I, Provision
			o AGP Urban Agriculture II, Promotion
			o FAF Food Affordability
			o FSE Food Security
			o FSA Public Food Inspection Information
			o BRE Breastfeeding Support
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

LIGHT			
Y	?	N	
			P LMP Lighting Master Plan
			o LCS Lighting Control Schedule
			o EMI Community-wide Emission Caps
			o LCT Obtrusive Light Control
			o LTR Light Trespass Mitigation for Sleep
			o SVI Visibility Facilitation
			o RLI Right-Of-Way Lighting
			o LEX Lighting for Exteriors
			o MLI Mass Transit Lighting
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

MOVEMENT			
Y	?	N	
			P MIX Mixed-Use Development
			o MNP Movement Network Planning
			o WAK Walkability
			o PED Pedestrian-Scale Design
			o PDS Enhanced Pedestrian Environments
			o CYC Cyclist Infrastructure
			o BPK Bicycle Parking
			o CYS Enhanced Cyclist Environments
			o BSH Community Bicycle Share
			o TRA Mass Transit Infrastructure
			o TRN Mass Transit Support
			o WAY Community Wayfinding
			o PAS Physical Activity Spaces
			o PRG Activity Programming
			o PET Pet Support
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

THERMAL COMFORT			
Y	?	N	
			P EXT Extreme Weather Warnings
			o HET Urban Heat Adaptation: Community Support
			o HPE Urban Heat Adaptation: Public Education
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

The Living Building Challenge is composed of 20 Imperatives grouped into seven petals. Some Imperatives are not required for all Typologies.

PETAL	IMPERATIVE	TYPOLOGY			
		New Building	Existing Building	Interior	Landscape + Infrastructure
PLACE	01 Ecology of Place				
	02 Urban Agriculture				
	03 Habitat Exchange				
	04 Human Scaled Living				
WATER	05 Responsible Water Use				
	06 Net Positive Water				
ENERGY	07 Energy + Carbon Reduction				
	08 Net Positive Energy				
HEALTH + HAPPINESS	09 Healthy Interior Environment				
	10 Healthy Interior Performance				
	11 Access to Nature				
MATERIALS	12 Responsible Materials				
	13 Red List				
	14 Responsible Sourcing				
	15 Living Economy Sourcing				
EQUITY	16 Net Positive Waste				
	17 Universal Access				
	18 Inclusion				
BEAUTY	19 Beauty + Biophilia				
	20 Education + Inspiration				

Count "Maybe" and "Pending PV" as **Yes**

	Requirements
Preconditions	Must meet all preconditions.
Optimizations	50 still needed for Silver, 60 for Gold, 80 for Platinum

© 2017-20.

SOUND			
Y	?	N	
			P SQU Sound Planning
			o SMP Community Sound Mapping
			o PLN Planning for Acoustics
			o ORD Noise Ordinance
			o NLV Noise Level Limit
			o HEA Hearing Health Education
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

MATERIALS			
Y	?	N	
			P HWM Hazardous Waste Management
			o WST Waste Stream Management
			o REM Site Remediation and Redevelopment
			o CRE Construction Remediation
			o ODS Outdoor Structures
			o PES Landscaping and Pesticide Use
			o HAZ Hazard Communication
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

MIND			
Y	?	N	
			P AMH Access to Mental Health Services
			o CRI Mental Health Crisis Support
			o ABU Substance Abuse and Addiction Services
			o ARK Substance Abuse and Addiction Services for At-Risk Populations
			o ALC Alcohol Environment
			o RDR Responsible Driving
			o IPV Support for Victims of Interpersonal Violence
			o SGR Integration of Streetscape Greenery
			o CHI Outdoor Child Play Spaces
			o GRE Restorative Green Spaces
			o BLU Restorative Blue Spaces
			o BLT Restorative Built Spaces
			o SCE Preservation of Scenic Views
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

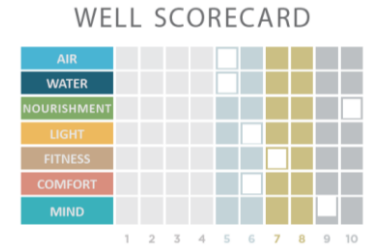
COMMUNITY			
Y	?	N	
			P VIS Community Visioning
			o HIA Health Impact Assessment Sc
			o HII Health Impact Assessment Im
			o SOC Social Spaces
			o PUB Public Spaces
			o SAN Sanitation
			o CHW Community Health and Wellne
			o CHR Community Health Resilience
			o PRI Access to Primary Health Care
			o EDU Educational Opportunity
			o HOU Fundamental Housing Quality
			o EQU Housing Equity and Affordabil
			o DIG Digital Connectivity
			o ENG Civic Engagement
			o PRE Preservation and Rehabilitation
			o CEL Celebration of Place
			o ART Public Art
			o SAF Community Confidence
			o POC Post-Occupancy Surveys
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

INNOVATION			
Y	?	N	
			o GND Green Rating Systems
			o INP Planning for Health
			o INV Innovate WELL
			o WLP WELL Accredited Professional
0	0	0	TOTAL OPTIMIZATIONS

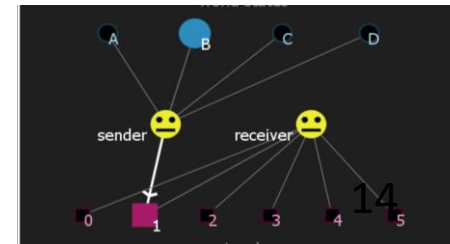
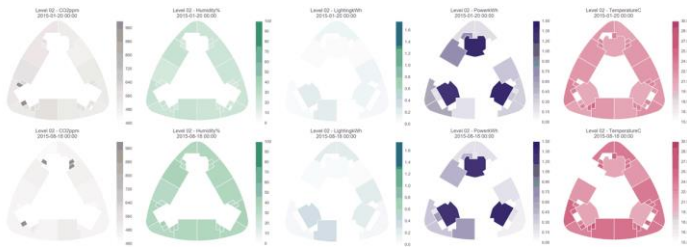
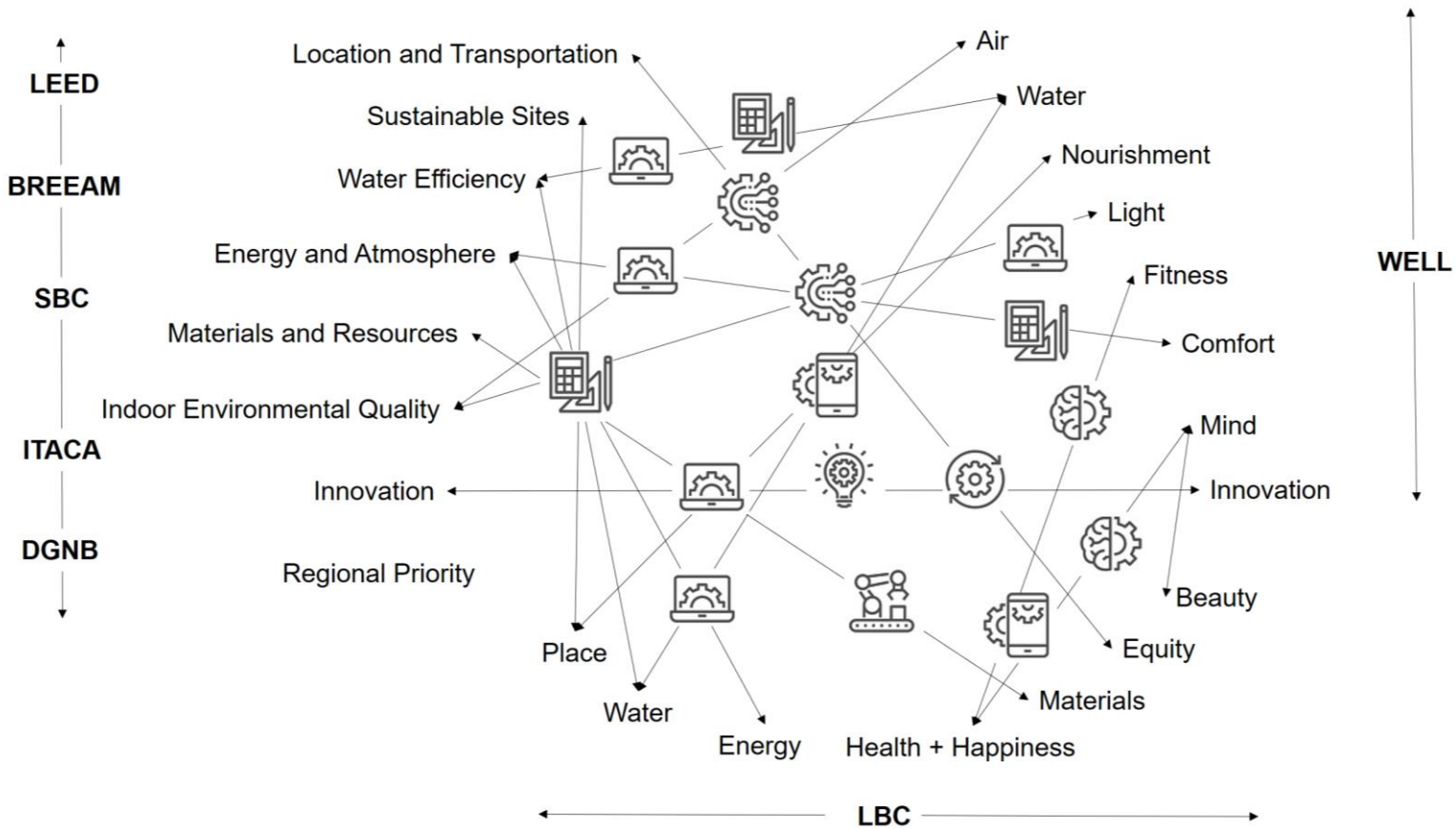
CERTIFIED BUILDINGS	
0	Points from health/wellness certified buildings (max 30)
0	Points from green certified buildings (max 10)
0	TOTAL POINTS FROM CERTIFIED BUILDINGS (MAX 30)



- CORE IMPERATIVE
- SCALE JUMPING ALLOWED
- HANDPRINTING IMPERATIVE
- IMPERATIVE REQUIRED FOR TYPOLOGY
- REQUIREMENT DEPENDENT ON SCOPE
- NOT REQUIRED FOR TYPOLOGY



Evoluzione dal calcolo statico al monitoraggio dinamico



Digital Twin per il comfort degli utenti

Hyperion Reference App | localhost:9000

Sep 2021 | 12th | 13th | 14th | 15th | 16th | 17th | 18th | 19th | 20th | 21st | 22nd | 23rd | 24th | 25th | 26th | 27th | 28th

Temperature | 1 hr

19°C | 23°C | 27°C | 31°C

Benchmark data_Temperature (°C)

Range	Summer Threshold	Winter Threshold
Low	<23 °C	<20 °C
Comfortable	23 °C - 26 °C	20 °C - 25 °C
High	>26 °C	>25 °C

Sensor List

Level 0 23

I39012-BAT10-00-B-01-01

- 0.00 °C
- 0.00 %H
- 0.00 ppm
- 0.00 ppb
- 0.00 lux
- 0.00
- 0.00 %

I39012-BAT10-00-B-02-09

- 23.27 °C
- 70.33 %H
- 514.33 ppm
- 62.00 lux
- 0.07
- 5.10 %

I39012-BAT10-00-B-02-01

- 23.60 °C
- 64.83 %H
- 43.83 lux

I39012-BAT10-00-B-02-04

- 23.62 °C
- 64.00 %H
- 112.50 lux

I39012-BAT10-00-B-02-03

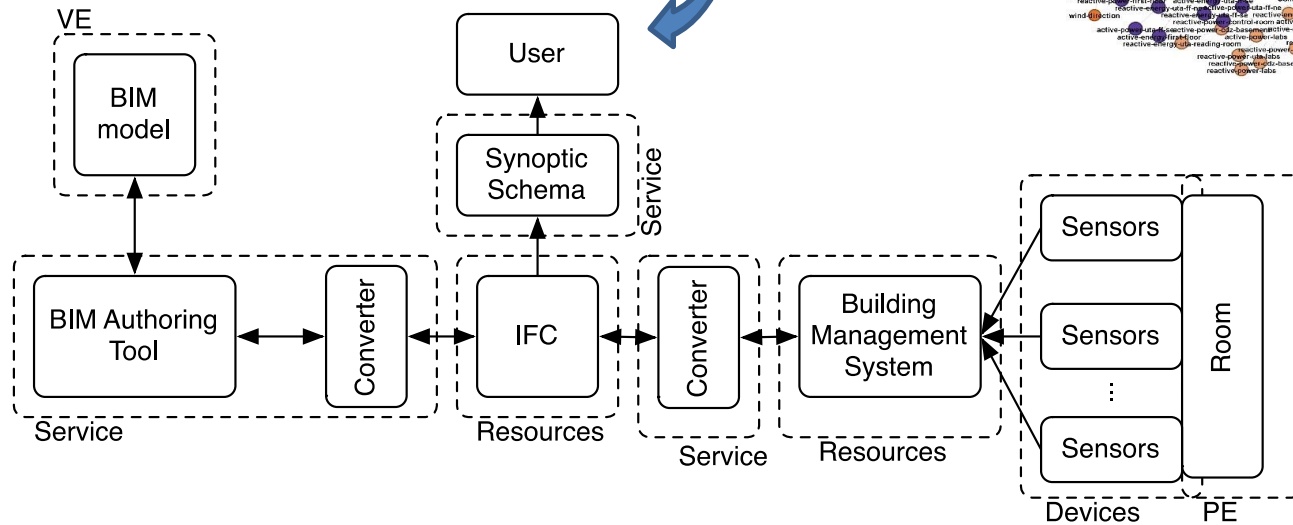
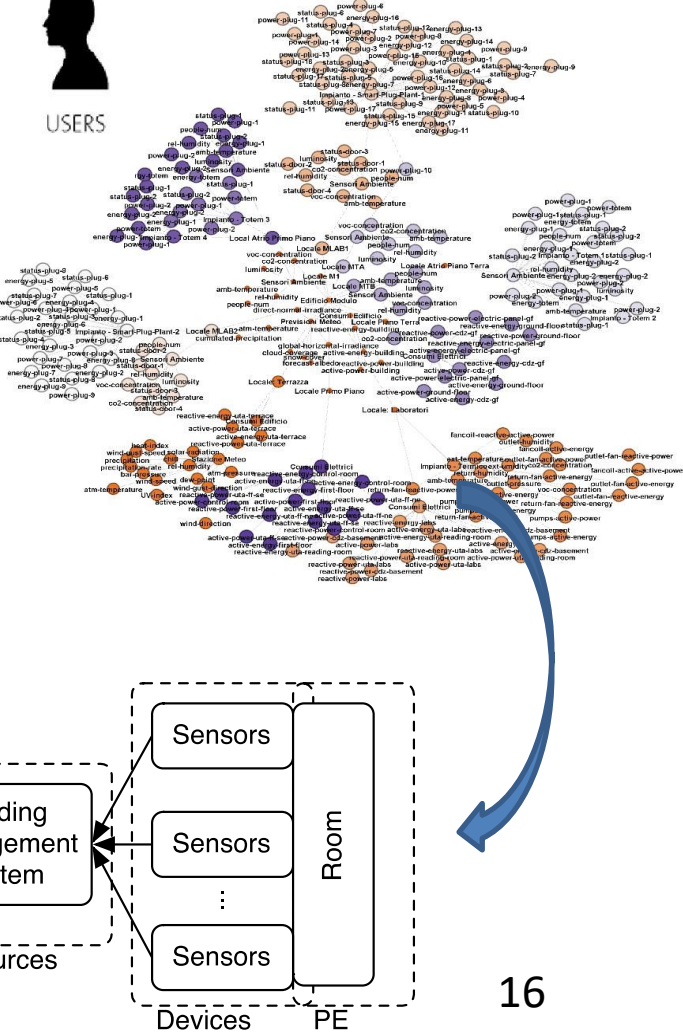
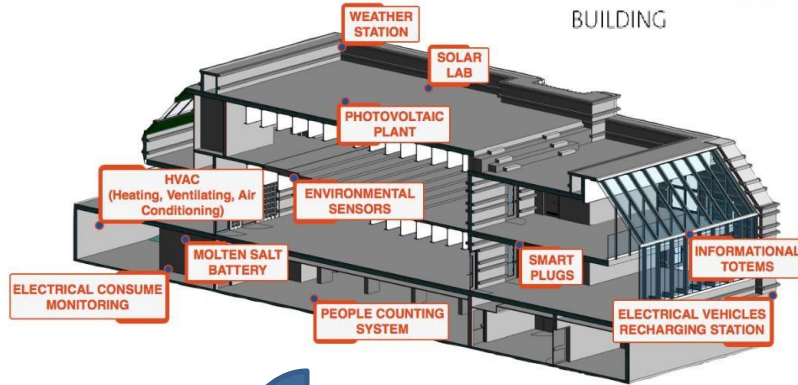
- 23.78 °C
- 65.83 %H
- 51.00 lux

I39012-BAT10-00-B-02-02

- 23.65 °C
- 66.00 %H
- 32.00 lux

AUTODESK

Architettura mappata nel modello di dominio IoT

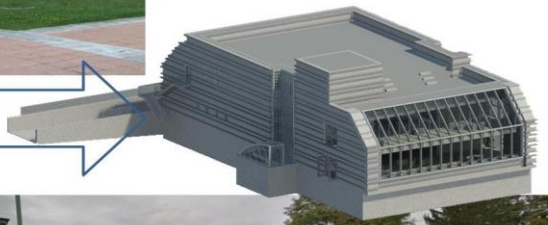


Interazione Bi-Direzionale edificio – utente

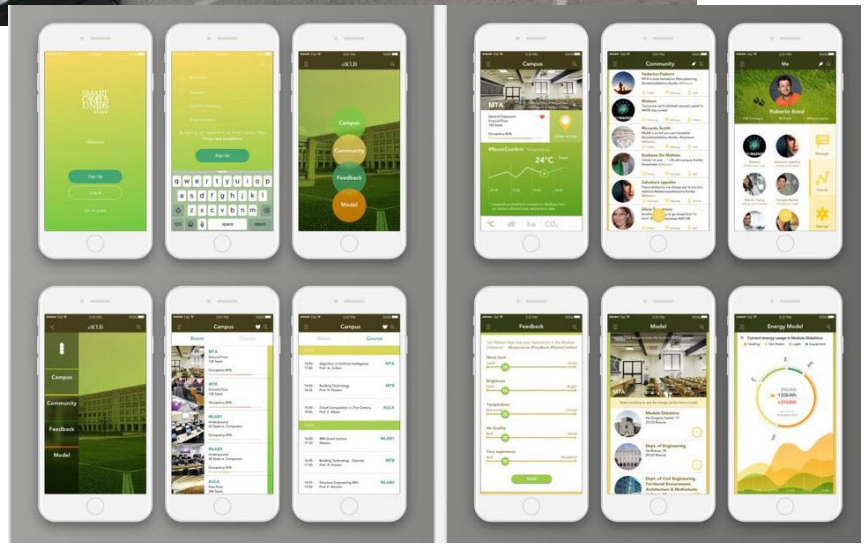
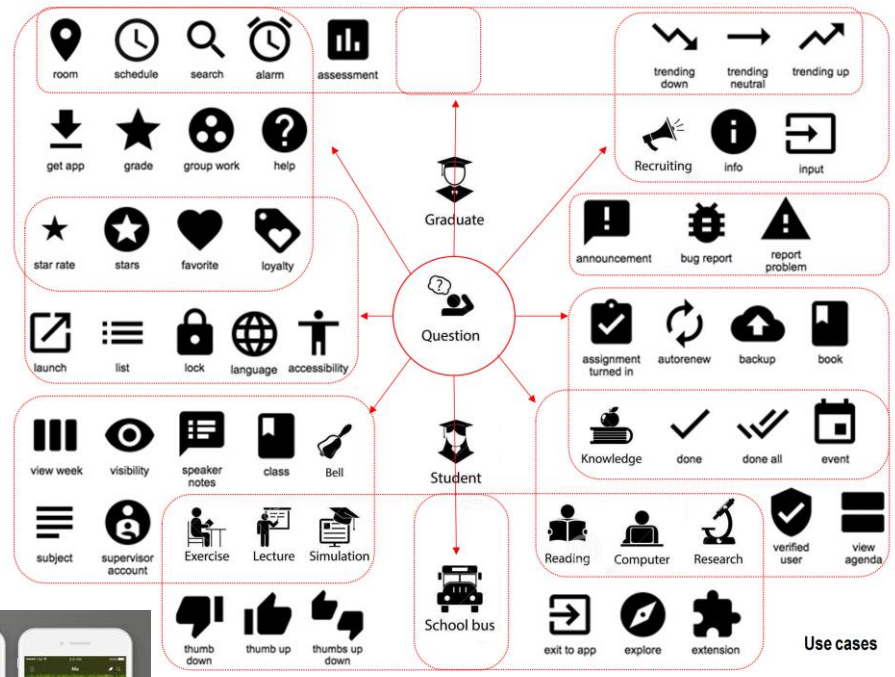


operational

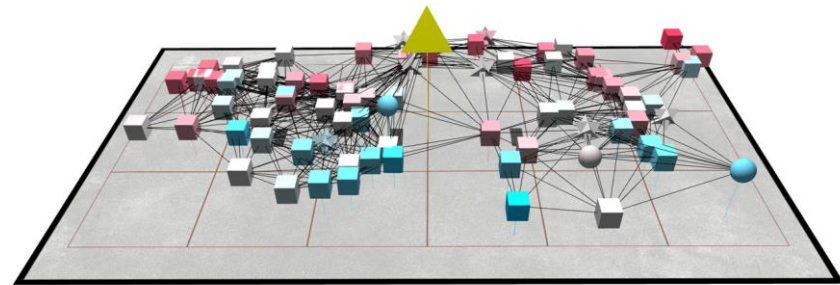
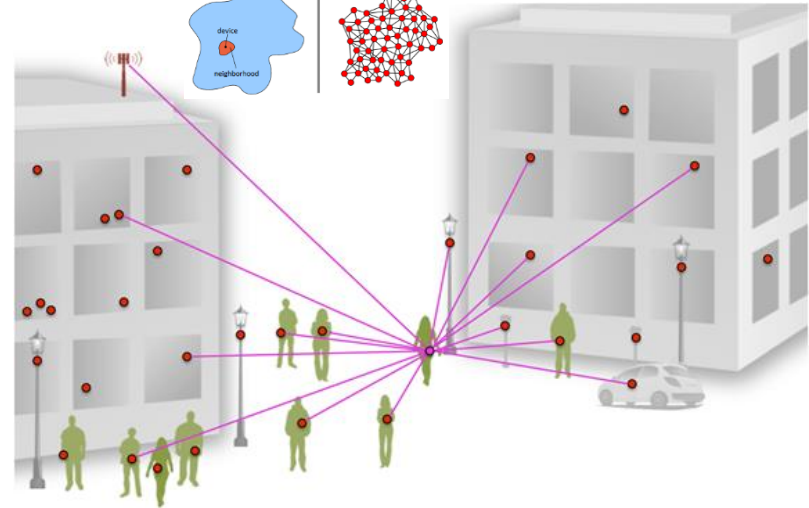
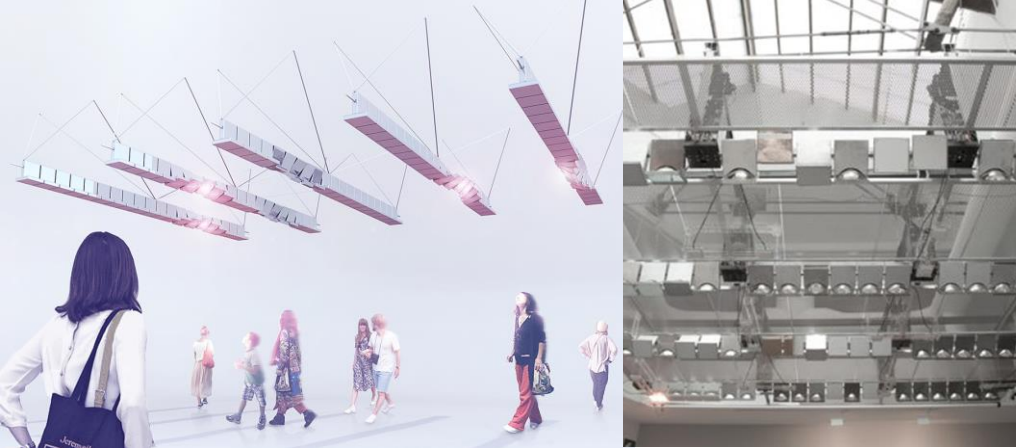
BIM model as database of the building's inputs (sensors) and users' feedback towards a tailored operational



behavioural



Office 3.0: Thermal Bubble



Thermal bubble (CRA)

Behavioural strategies (UniTO)

Fattori che influenzano la percezione degli spazi degli edifici

Fattore	Influenza sugli spazi e sull'utente
Illuminazione	La luce naturale può migliorare l'umore e la produttività, mentre una cattiva illuminazione può causare disagio e affaticamento visivo.
Psicologia dei Colori	Le scelte cromatiche influenzano emozioni e comportamenti. Ad esempio, il blu può promuovere la calma, mentre il rosso può stimolare l'energia o anche promuovere sensazioni termiche che possono tradursi in risparmi energetici
Acustica	I livelli di rumore influenzano la concentrazione e lo stress. Un'acustica ben progettata può creare un ambiente più confortevole e produttivo.
Ergonomia	L'arredamento e le disposizioni ben progettate possono favorire il comfort e ridurre la fatica fisica e gli incidenti in ambienti di lavoro e domestico
Layout Spaziale	Le configurazioni aperte promuovono la collaborazione, mentre spazi privati possono sostenere le esigenze di concentrazione e privacy.
Progettazione Biophilica	L'inclusione di elementi naturali nel design può ridurre lo stress, migliorare la qualità dell'aria e aumentare il benessere complessivo.
Wayfinding	Un segnaletica chiara e un design intuitivo possono ridurre lo stress e la frustrazione nella navigazione dello spazio.
Attrattività Estetica	Spazi attraenti e ben curati tendono a migliorare l'umore e a creare una percezione più positiva dell'ambiente.
Caratteristiche di Sicurezza	Un senso di sicurezza fisica e psicologica è fondamentale per la tranquillità degli occupanti.

Comfort visivo

Uffici

- UNI EN 12464-1, "Illuminazione degli spazi di lavoro indoor."
- Illuminamento uniforme e standard sul piano di lavoro
- Limiti per il contrasto tra aree di lavoro e intorno



Spazi domestici

- Illuminamento puntuale
- Qualità spaziale soggettiva e variabile
- Illuminamento adeguato per il benessere?



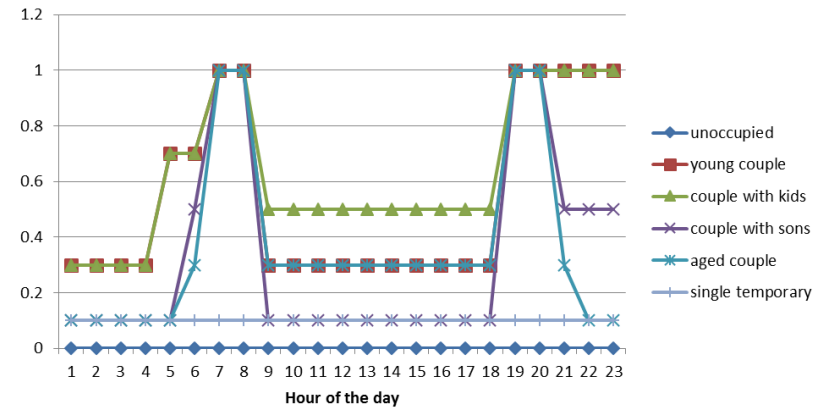
Comfort termico

- Modifica dei modelli comportamentali
- Cambiamento dei profili di utilizzo
- Cambiamento delle abitudini di riscaldamento e raffreddamento in diverse parti dello spazio domestico

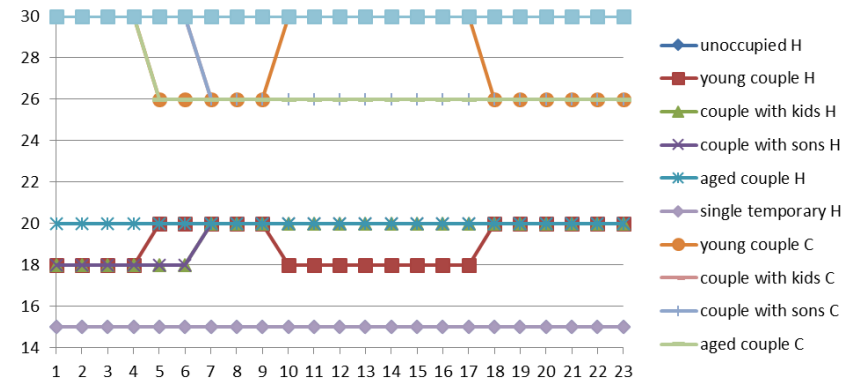


- Aumento del consumo di energia
- Equilibrio consumo/produzione
- Simultaneità di consumo e produzione
- Obiettivo NZEB
- Sistemi resilienti
- Sistemi di ML per apprendere le abitudini e preferenze degli utenti

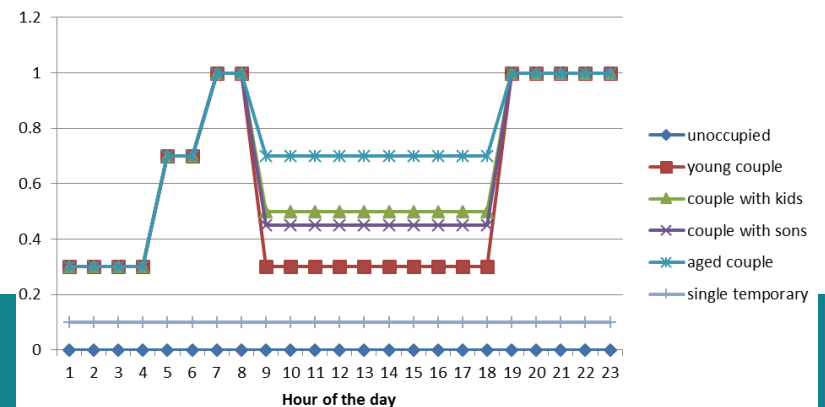
Ventilation



Temperature set-point (H&C)



Internal Gains



Comfort acustico



- Esigenze acustiche diverse
- **Interferenza** tra attività in spazi diversi con rilevanza acustica

- Convivenza **acusticamente segmentata**

PAS 6364:2022 - Design for the mind – Neurodiversity and the built environment

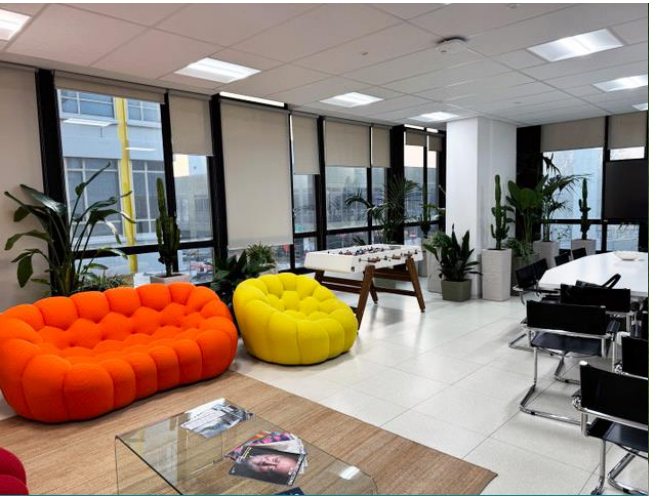


Esempio di finiture abbinata



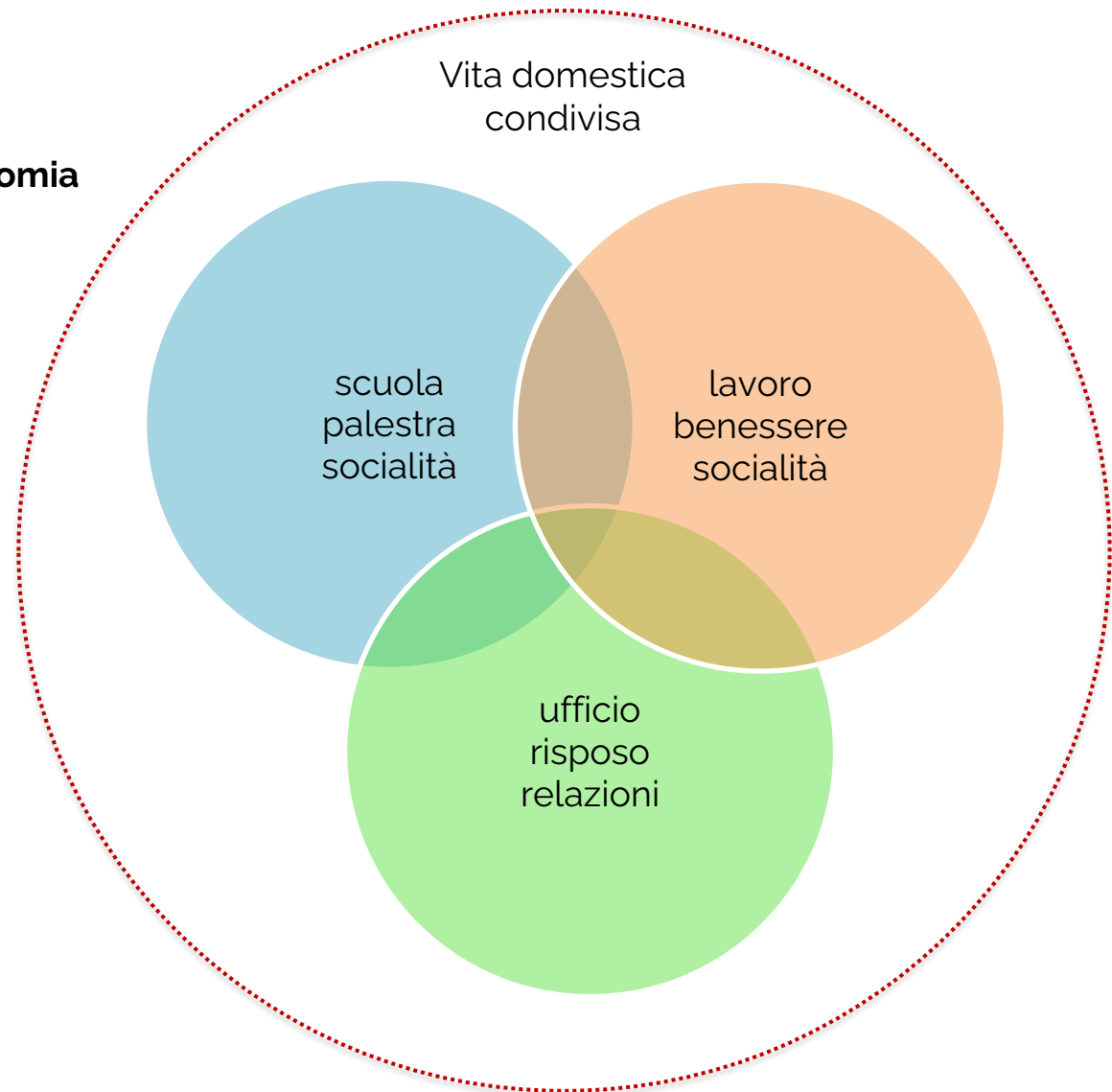
Ambiente ad uso misto con una scelta di posti a sedere formali e informali e cabine acustiche

HPC living lab UniTO



Criteria di sostenibilità: Indoor Environmental Quality

- **Comfort visivo**
- **Comfort acustico**
- **Privacy, Sicurezza/Ergonomia**
- **Regenerazione**
- **Ventilazione**
- **Indoor Air Quality**
- **Comfort termico**



Elementi di design architettonico che influenzano il benessere degli utenti

Elemento di Design	Impatto sul Benessere Psicologico
Finestre e Vedute	Fornire collegamenti con l'ambiente esterno, offrendo un sollievo visivo e la riduzione dello stress.
Privacy	Offrire spazi per la riflessione privata o il lavoro concentrato supporta il comfort psicologico.
Ventilazione	Un flusso d'aria e una ventilazione adeguata sono essenziali per mantenere una buona qualità dell'aria interna e la salute.
Materiali Naturali	L'uso di materiali naturali come legno e pietra può evocare sensazioni di calore, comfort e una connessione con la natura oltre a ridurre gli impatti ambientali
Altezza del Soffitto	Soffitti più alti possono creare un senso di apertura e grandiosità, mentre soffitti più bassi possono favorire l'accoglienza e l'intimità.
Spazi Verdi	L'inclusione di giardini o spazi verdi all'interno di un edificio può fornire aree di relax e riduzione dello stress.
Paesaggi Sonori	Progettare spazi con paesaggi sonori intenzionali può ridurre lo stress e migliorare il benessere.
Accessibilità	Garantire che gli edifici siano accessibili per tutti promuove un senso di inclusività e benessere per tutti.

Regenerazione

LEED GOALS

- Raggiungere il **massimo benessere negli spazi chiusi**, in cui trascorriamo circa il 90% del nostro tempo
- Consentirci di respirare facilmente, di godere di una buona vista sul **panorama esterno** all'edificio, di avere la giusta **illuminazione naturale**, al fine di aumentare il nostro **benessere e produttività**
- Definire i requisiti per la progettazione di spazi interni con un'**elevata qualità ambientale**.
- Raggiungere obiettivi di alta qualità della vita e di benessere ambientale in diversi tipi di progetti (e.g., uffici commerciali al retail. etc.)



Quality view

Intento: Offrire agli occupanti dell'edificio un collegamento con l'ambiente naturale esterno fornendo viste di qualità.

Requisiti: Ottenere una linea di **vista diretta verso l'esterno** attraverso vetrate panoramiche per il 75% di tutti i piani regolarmente occupati. Le vetrate panoramiche devono fornire **un'immagine chiara dell'esterno, senza ostacoli e senza distorsioni del bilanciamento dei colori**. Il 75% di tutti i piani regolarmente occupati deve avere almeno due dei seguenti quattro tipi di vista: più linee di vista per la visualizzazione delle vetrate in direzioni diverse e distanti almeno 90 gradi; viste che includono almeno due dei seguenti elementi: (1) **flora, fauna o cielo**; (2) **movimento**; e (3) **oggetti ad almeno 25 piedi dall'esterno della vetrata**; viste senza ostacoli situate entro una distanza pari a tre volte l'altezza della finestra di osservazione; viste con un fattore di visione pari o superiore a 3.

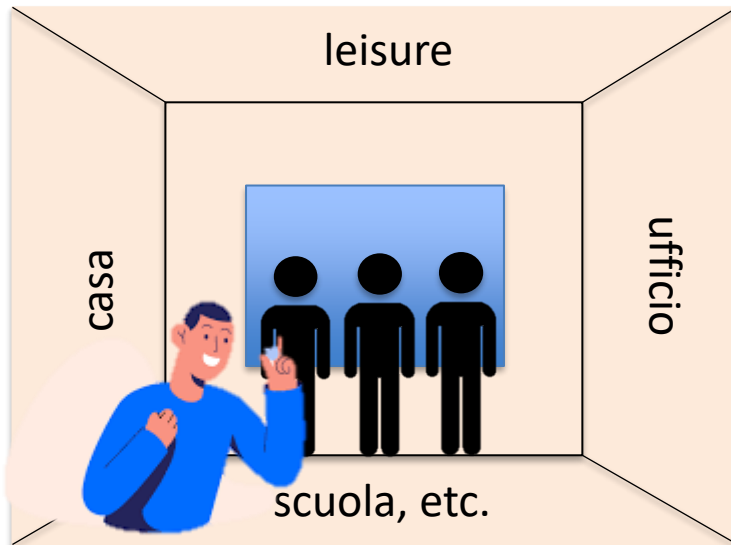
PAS 6364:2022 - Design for the mind – Neurodiversity and the built environment



Area di accoglienza con zona d'attesa informale con mix di sedute, colori tenui e collegamento con l'esterno

Smart working: out-to-in

- Necessità di **privacy**
- **Adeguamento** dell'ambiente domestico
- **Segmentazione degli spazi** e delle interazioni domestiche
- **Interazione** tra utenti interni ed esterni



Privacy

- Necessità di mantenere la **privacy** della propria casa
- Visualizzazione del soggetto in **ambienti virtuali**
- **Interferenza domestica** che va comunque a ricreare una situazione reale

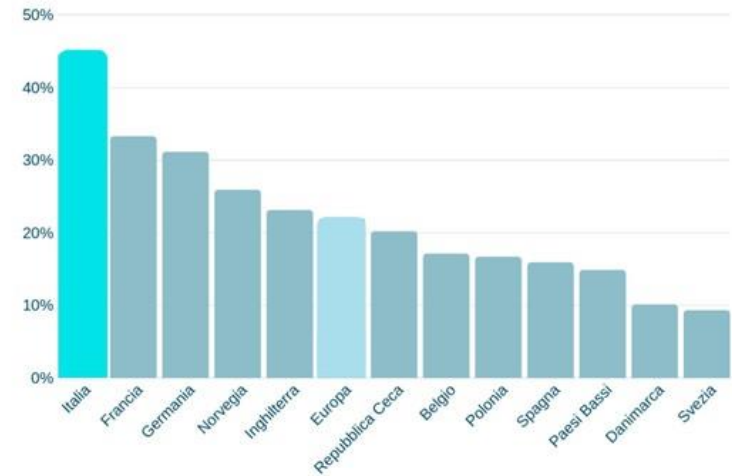


- **Gestione dinamica** delle condizioni domestiche

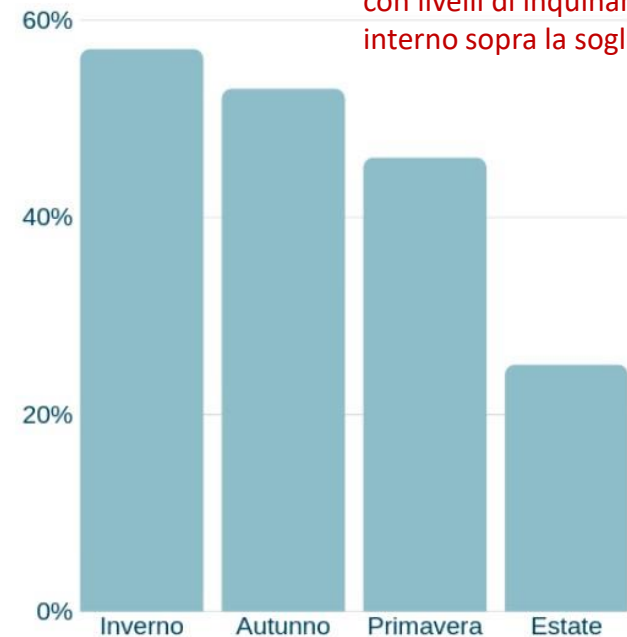


Ventilazione

- In Italia, 45 case su 100 superano i **1000 ppm di CO2** almeno una volta al giorno.
- La media europea è del 22%, e la più virtuosa è la Svezia con valori pari a 1/4 di quelli del nostro Paese: nel 45% delle nostre case ogni giorno è stato superato il limite di 1000 ppm di CO2 a causa della mancata ventilazione degli ambienti.
- estate: aria inquinata nel 25% dei casi
- inverno: aria inquinata nel 57% dei casi
- D'ora in poi basterà chiedere informazioni a Siri e Alexa.



Il 66% delle case italiane risultavano prive di aerazione, con livelli di inquinamento interno sopra la soglia.



Visual discomfort ND / NT



Image ref. 6
62.51E+11



Image ref. 7
1.93E+11



Image ref. 8
2.21E+11



Image ref. 9
4.01E+11

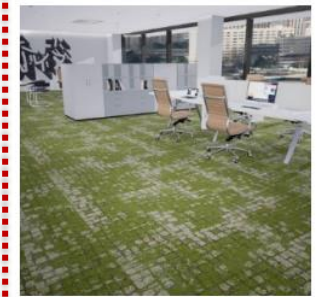


Image ref. 22
2.25E+11



Image ref. 10
5.88E+11 **



Image ref. 11
6.31E+11 **

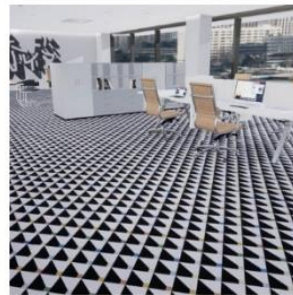


Image ref. 12
1.54E+12 **

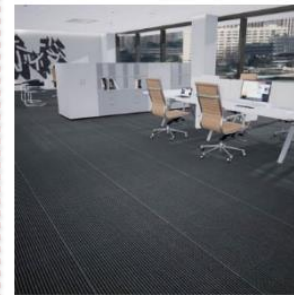


Image ref. 13
3.07E+11



Image ref. 26
1.77E+11

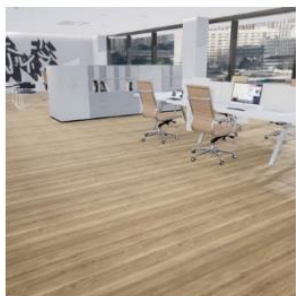


Image ref. 14
1.65E+11

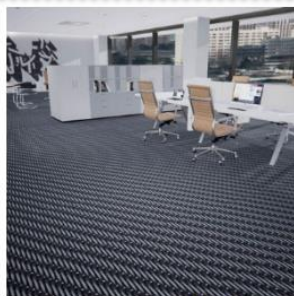


Image ref. 15
8.15E+11 **



Image ref. 16
2.15E+11



Image ref. 17
1.67E+11



Image ref. 32
1.62E+11

Mappa sensoriale



Sensory map

Lower 2

Bright spaces



Dark spaces



Expanding City
• The Pleasure Gardens
People's City gallery
• Rear of gallery

Busy spaces



L2 Toilets
Café
People's City gallery
• The water pump

Quiet spaces



The London 2012 Cauldron
Victorian Walk
• The window
People's City gallery
• The phonebox

Noisy spaces

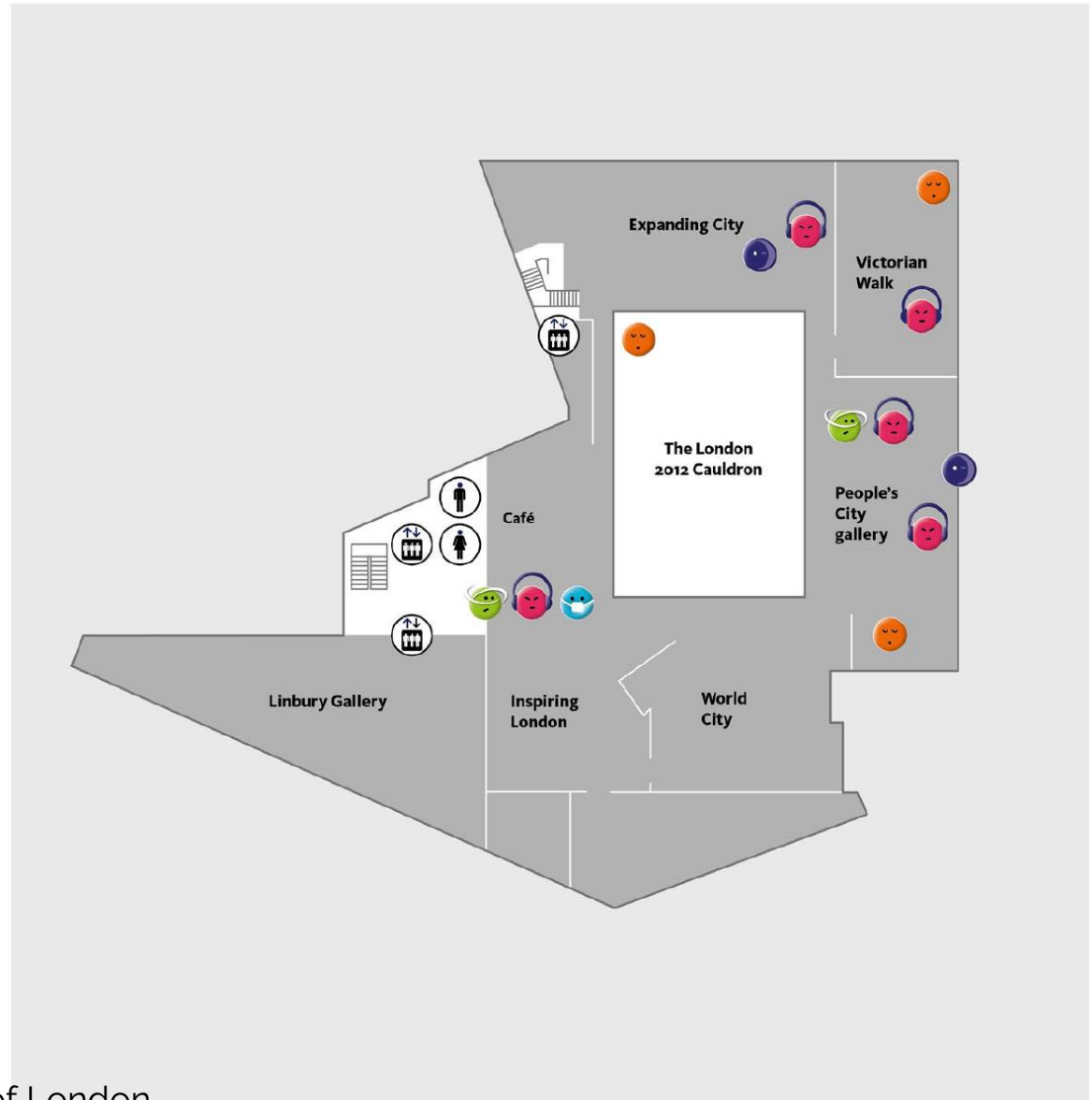


Café
Expanding City
• The Pleasure Garden
Victorian Walk
• Ambient sound
People's City gallery
• Music from films

Smelly spaces

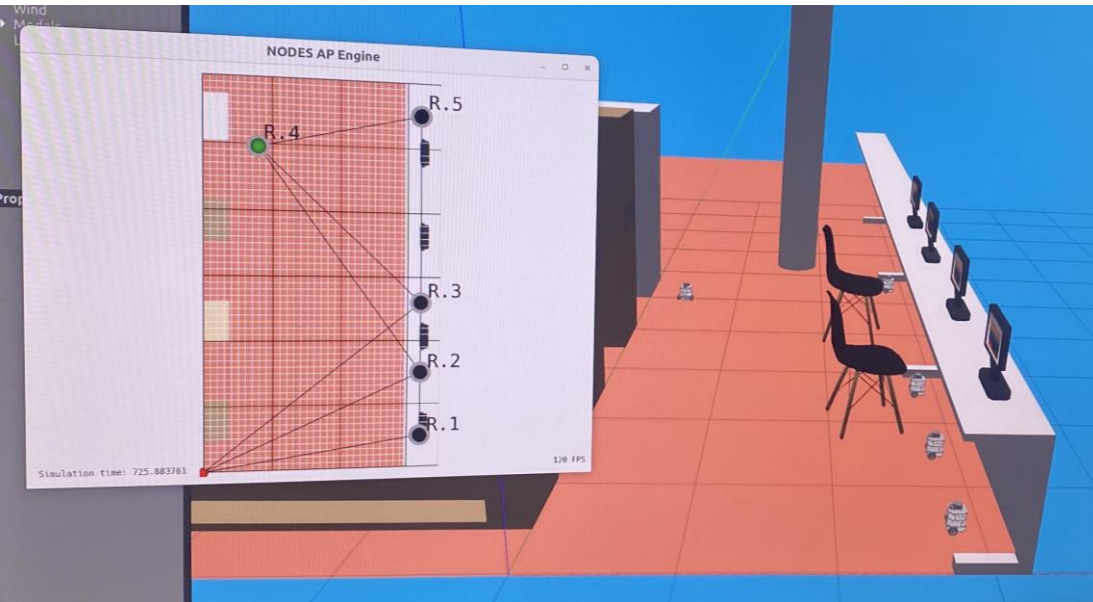


Café



Sensory mapping example: Museum of London

Dispositivi tecnologici per la raccolta dati



Create 3 (UniTO)



Crazyflie2.0 (UniTO)

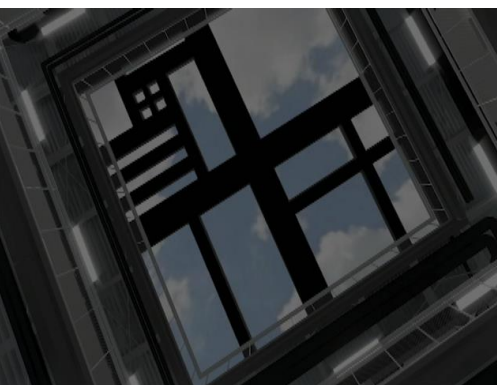


MiRo (Sheffield University)



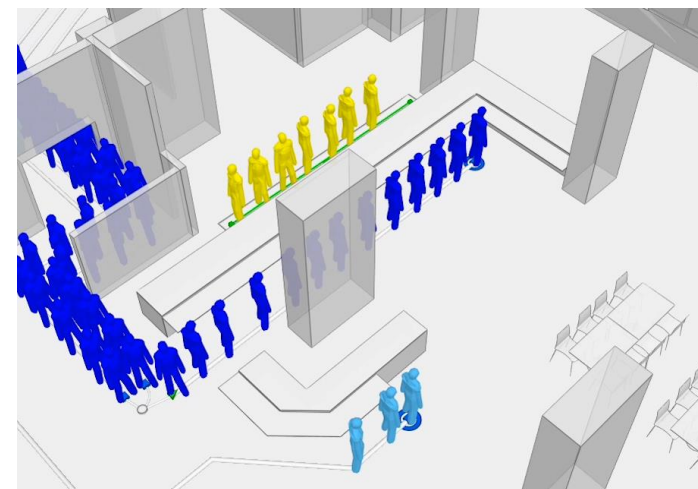
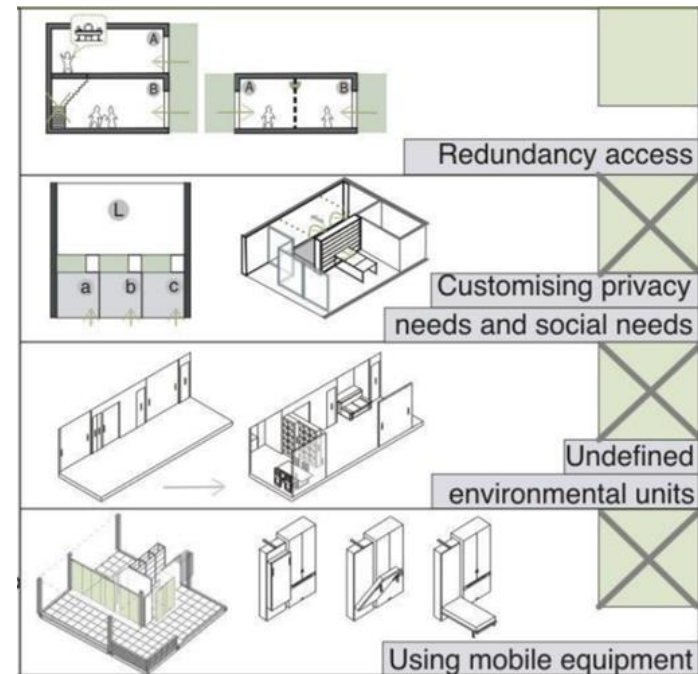
Sicurezza ed ergonomia

- Segmentazione degli spazi e utilizzo di spazi filtro tra interno ed esterno
- Creazione di spazi per la collocazione di **arredi ergonomici** adatti alla funzione lavorativa
- **Salute e benessere** degli occupanti
- Necessità di movimento ridotta dalla possibilità di **lavorare a distanza**
- Mobilità degli **anziani**



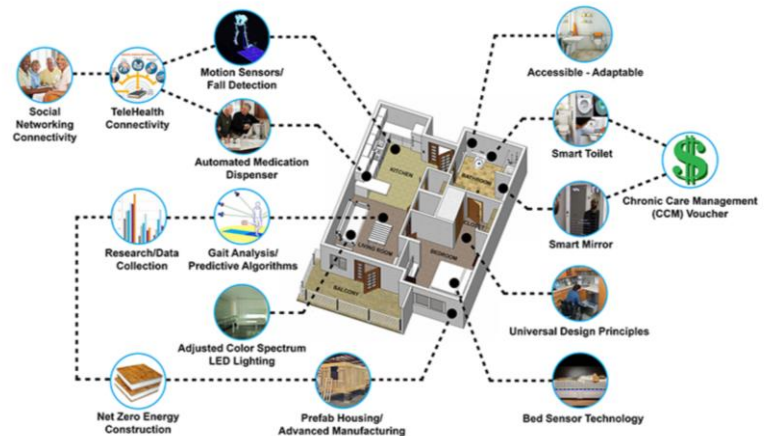
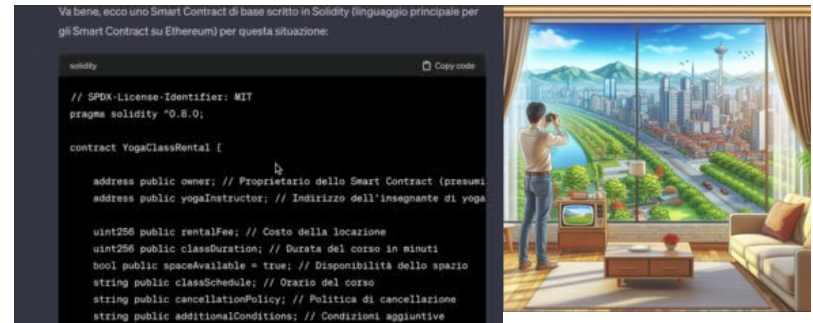
Conclusioni

1. **Simulazione dell'ambiente:** I gemelli digitali consentono ai progettisti di simulare l'ambiente dell'edificio, inclusi aspetti come illuminazione, acustica, layout degli spazi, e persino il flusso di persone. Questo permette loro di ottimizzare l'ambiente in base alle esigenze di benessere psicologico, come la gestione della luce naturale o il controllo del rumore.
2. **Monitoraggio e Adattamento in Tempo Reale:** Utilizzando i dati in tempo reale dai sensori negli edifici fisici, i gemelli digitali possono monitorare variabili ambientali e di occupazione. Ciò consente di apportare adattamenti immediati, come il controllo della temperatura o l'adattamento degli spazi, per migliorare il comfort e il benessere degli utenti.
3. **Progettazione Partecipativa:** I gemelli digitali possono facilitare la progettazione partecipativa coinvolgendo gli utenti finali e la comunità nella pianificazione degli spazi. Questo contribuisce a creare un ambiente costruito che rispecchia le esigenze e le preferenze delle persone, favorendo il coinvolgimento sociale.
4. **Valutazione delle Reazioni Umane:** I gemelli digitali possono essere utilizzati per simulare il modo in cui le persone reagiranno agli spazi proposti, consentendo ai progettisti di prevedere e correggere potenziali problemi che potrebbero influenzare il benessere e il comportamento sociale.



Conclusioni

- Personalizzazione e Controllo:** Con l'uso di tecnologie intelligenti, i gemelli digitali possono offrire agli utenti la possibilità di personalizzare il proprio ambiente, ad esempio, regolando l'illuminazione o la temperatura oppur le viste tramite AI e ML. Questo può migliorare il senso di controllo e il benessere psicologico.
- Riduzione dei Rischi:** La simulazione e la valutazione tramite gemelli digitali consentono di identificare e mitigare i rischi per la salute e la sicurezza, creando ambienti più sicuri e riducendo il rischio di comportamenti pericolosi.
- Accessibilità Universale:** I gemelli digitali possono essere utilizzati per garantire che gli edifici siano accessibili a tutte le persone, indipendentemente dalle loro abilità, migliorando così l'inclusività e il benessere sociale.
- Gestione del Benessere a Lungo Termine:** I dati raccolti dai gemelli digitali possono essere utilizzati per monitorare il benessere a lungo termine degli utenti in un edificio, permettendo un continuo adattamento e miglioramento.



Programmi EU4Health e Horizon

- La call [Capacity-building and trainings for health professionals](#) sostiene l'approccio della Commissione attraverso programmi di formazione sulla salute mentale per gli operatori sanitari.
- I Progetti come Peace of Mind, [MESUR](#), [WELL-U](#) e [U-RISE](#) sono focalizzati sull'attuazione di interventi di salute mentale adattati alle diverse esigenze dei rifugiati e delle persone sfollate dall'Ucraina.
- [STEP-IN](#) e [MENTALITY](#) mirano a sensibilizzare la cittadinanza sulle conseguenze della pandemia da COVID-19, sulle comunità vulnerabili e a stabilire le migliori pratiche per il loro benessere.
- [IceHearts Europe](#) e [Let's Talk About Children](#) hanno l'obiettivo di migliorare la salute mentale e il benessere dei bambini e dei giovani nell'UE.
- La Joint Action [impleMENTAL](#) raccoglie le lezioni apprese sull'attuazione delle migliori pratiche in materia di salute mentale e contribuisce alle politiche dei paesi dell'UE.
- [EAAD Best](#) si concentra sull'assistenza per la depressione e sulla prevenzione del comportamento suicida in Europa.
- [MENTUPP](#) si focalizza sulla promozione della salute mentale nelle piccole e medie imprese (SME) nei settori della costruzione, della sanità e delle tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni.
- Il progetto [EQUAL-LIFE](#), parte dell'[European Human Exposome Network \(EHEN\)](#) cluster, mira a esplorare come l'esposizione ad ambienti esterni possa influenzare lo sviluppo dei bambini e la salute mentale da adulti.



IEQ



rumore



presenza



luce



Wayfinding for all

Design inclusivo

Flussi di persone

CO₂



Salutogenic approach to buildings
Salutogenic Architecture



laviniachiara.tagliabue@unito.it
giuseppemartino.digiuda@unito.it

