

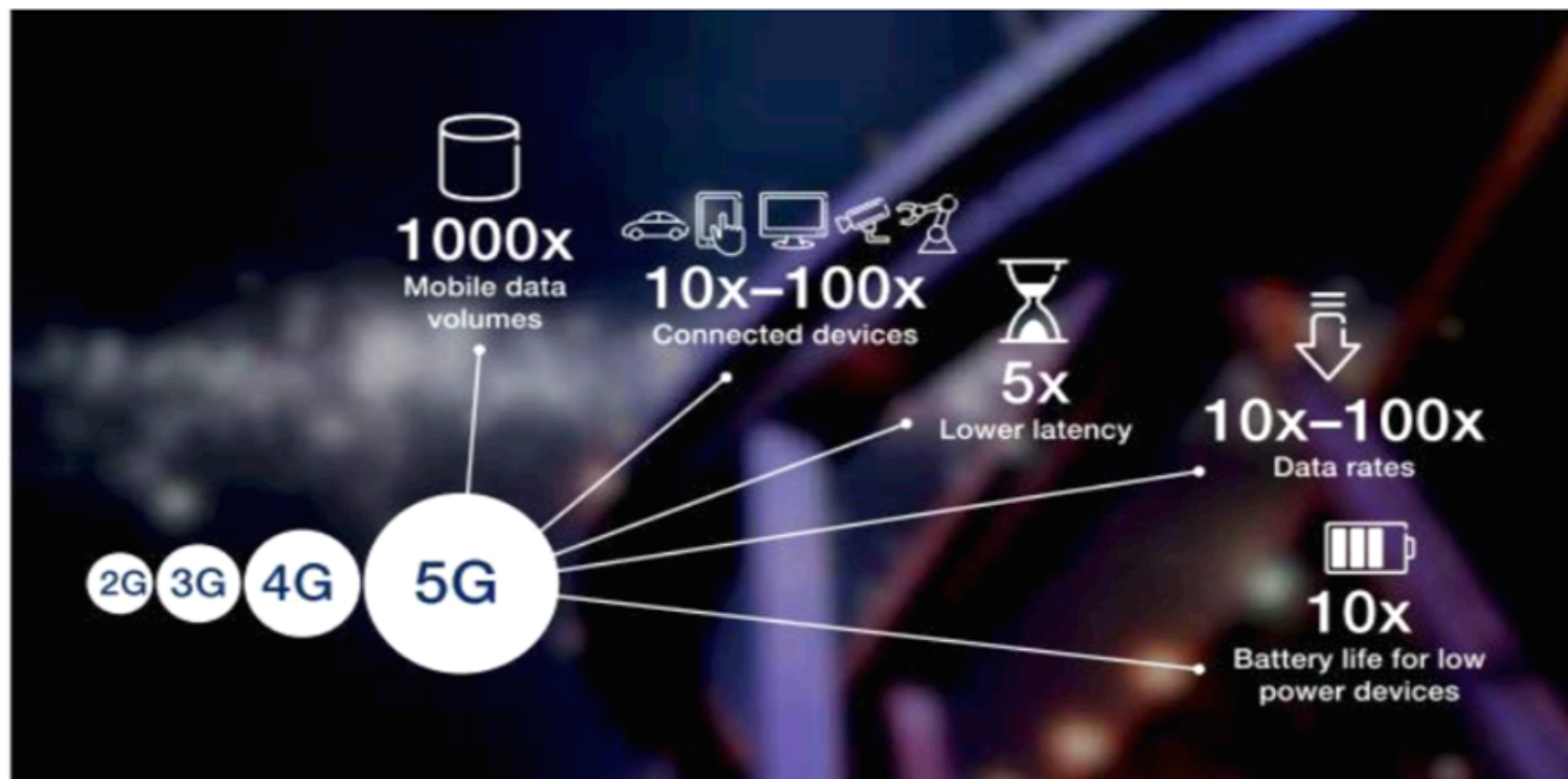


L'avvio della sperimentazione della tecnologia 5G
nella città dell'Aquila

**Ricostruzione in chiave innovativa della città
di L'Aquila, un ecosistema favorevole alla
sperimentazione 5G**

Fabio Graziosi

What is 5G: 5G Objectives



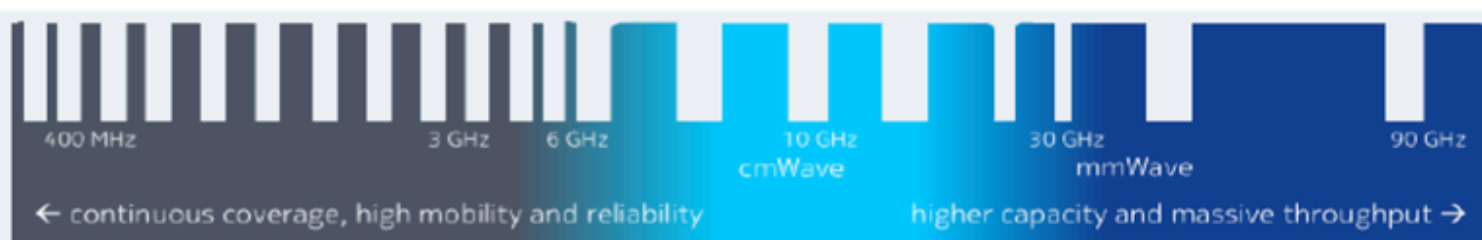
Source: <http://www.ericsson.com/sv/res/docs/2014/5g-what-is-it.pdf>

What are 5G Technologies

- Spectrum
 - Need for additional spectrum
- New levels of abstraction
 - Software defined networking (SDN)
 - Network Function Virtualization (NFV)
- Communication to fit application
 - Shift from the one-size-fits-all model to a one-model-per-use case
- Self organizing networks (SON)
 - Capillary networks

5G Spectrum

- Leveraging all bands, ranging from ~400MHz - 100GHz



Different characteristics, licensing, sharing and usage schemes



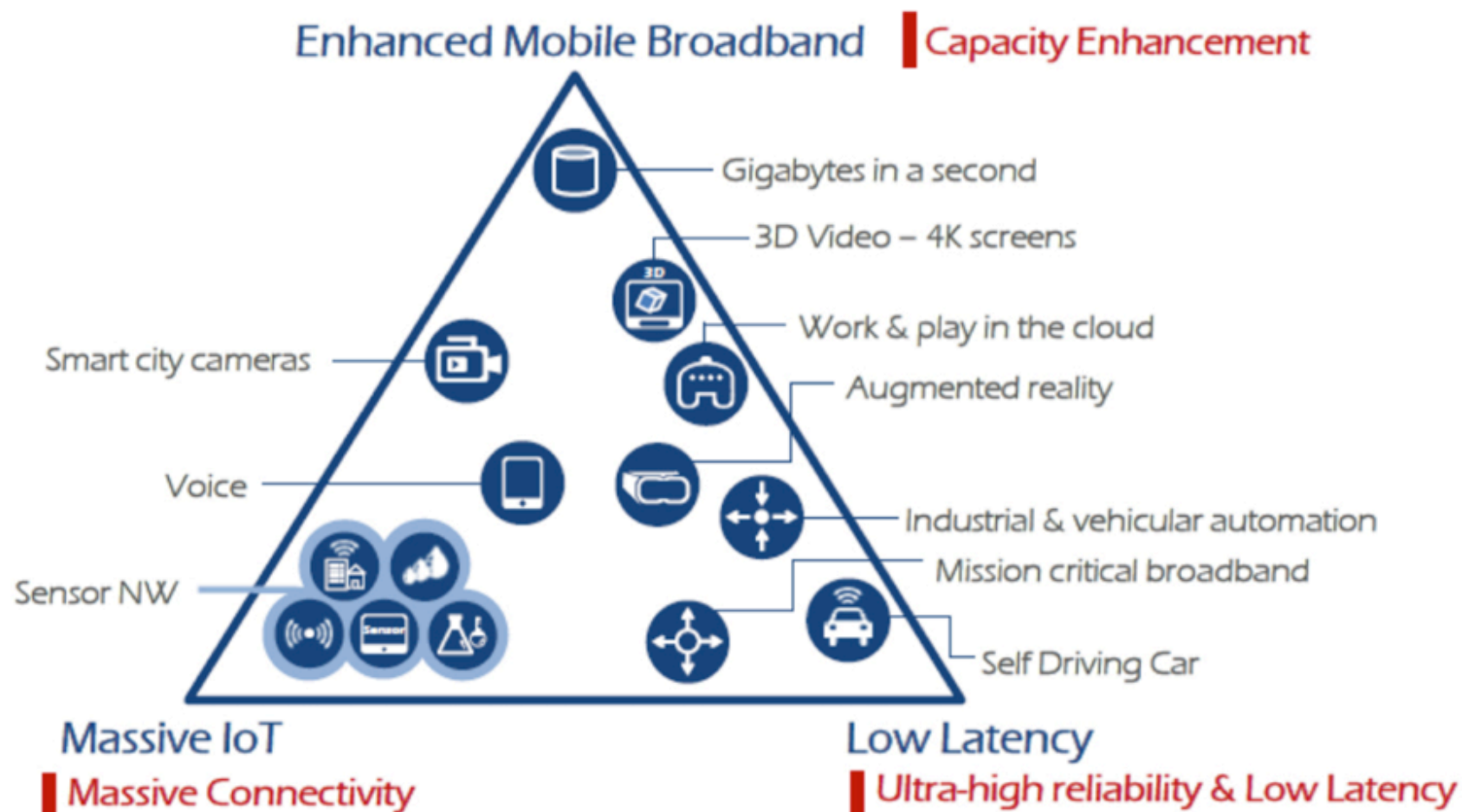
Source

http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1734-ran_5g

NOKIA Vision & Priorities for Next Generation Radio Technology, 3GPP

RAN workshop, 17-18 Sep. 2015, Phoenix, AZ, USA

Casi d'uso: dominio 5G



INCIPICT

INNOVATING CITY PLANNING THROUGH INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES



Fabio Graziosi



Dipartimento di Ingegneria e Scienze
dell'Informazione e Matematica

Università degli Studi dell'Aquila



Introduzione

La città di L'Aquila è stata colpita da un forte terremoto nel 2009

La ricostruzione in corso “offre l'opportunità” di indirizzare la città verso un modello di sviluppo innovativo, nel pieno rispetto delle radici storiche e delle vocazioni culturali della città

L'Università degli Studi dell'Aquila sta coordinando un progetto ambizioso, INCIPICT, finanziato con fondi pubblici legati alla ricostruzione e basato sulla collaborazione con l'Amministrazione cittadina, con altre Università e Centri di Ricerca e con Aziende qualificate

Obiettivo del progetto è lo sviluppo e la sperimentazione di applicazioni e tecnologie innovative nel settore dell'Internet delle cose (IoT) e delle Smart City

INCIPICT obiettivi di progetto

Ottobre 2014 - Dicembre 2019 (è in fase di valutazione una estensione a Dicembre 2020)

Requisiti del Ministero della Coesione Sociale:

- Indirizzare la ricostruzione verso un modello di Smart-City
- Integrare al massimo Città e Università

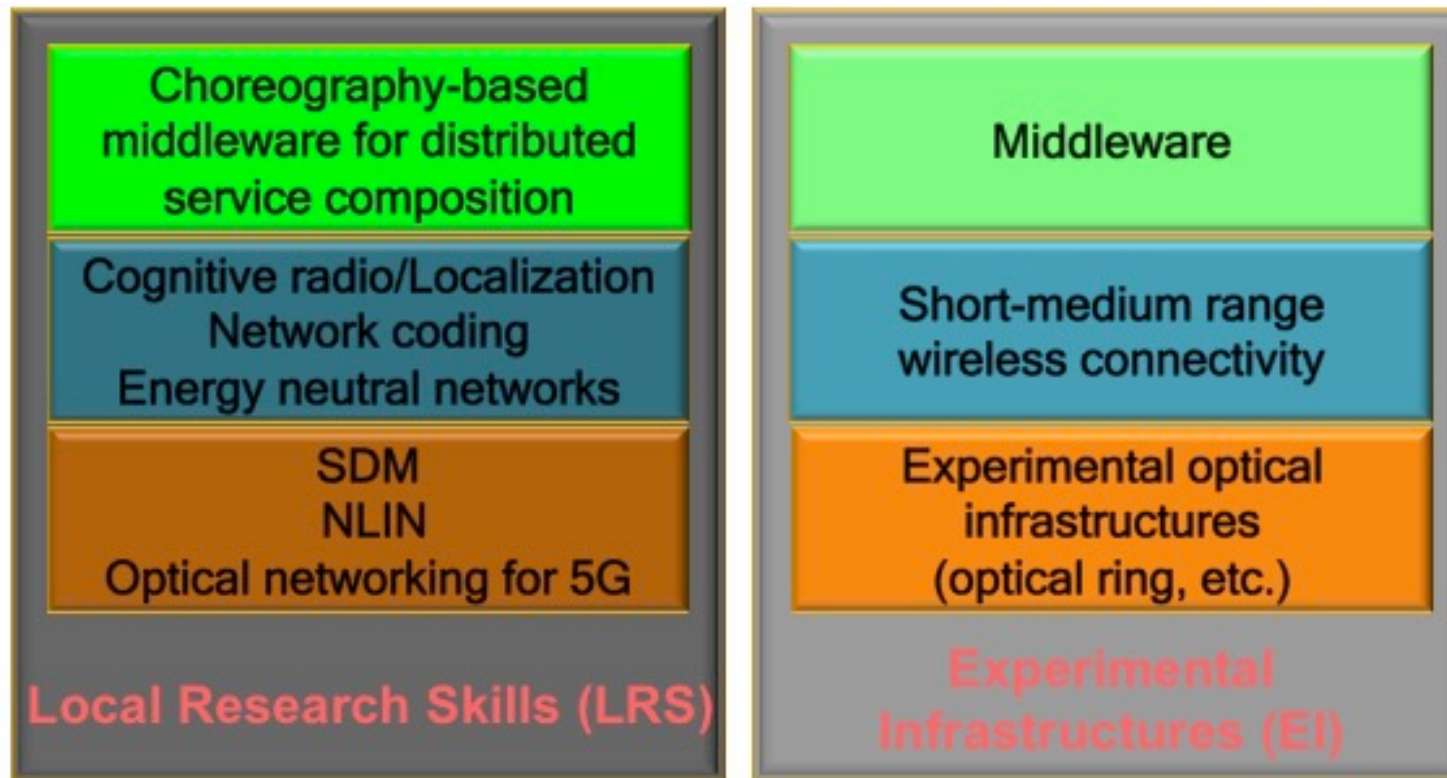
Sulla base di queste indicazioni si è deciso di impostare il progetto in modo tale da configurare la città come un “Living Laboratory”

In sintesi, INCIPICT intende attrarre l’interesse della comunità scientifica sul modello L’Aquila Living Laboratory attraverso:

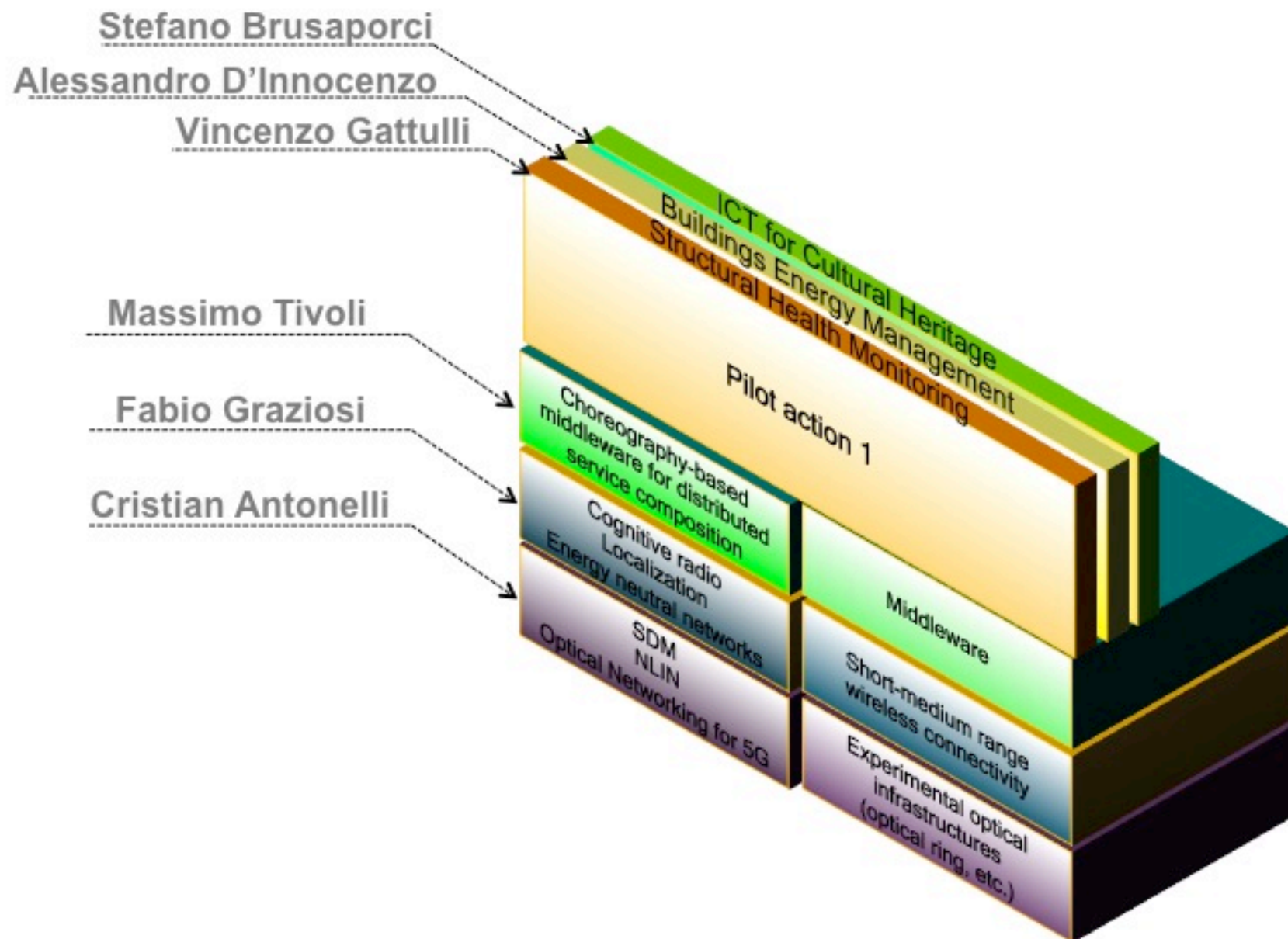
- **Infrastrutture Sperimentali** – sfruttando l’ “opportunità offerta” (green-field) per sviluppare infrastrutture per attività sperimentali relative ad aree di ricerca legate alla Smart-City
- **Competenze Scientifiche** - facendo leva su competenze scientifiche locali mature e con elevata capacità di impatto sullo sviluppo dei concetti di smart city e IoT

INCIPICT struttura del progetto

- Realizzazione di una rete metropolitana per la PA
- Realizzazione di una rete ottica sperimentale
- Realizzazione di una adeguata copertura wireless
- Definizione di un adeguato livello di astrazione (middleware)
- Realizzazione di servizi avanzati (tre azioni pilota)



INCIPICT struttura del progetto



INCIPICT
Innovating City Planning through
Information & Communications Technologies





Use Cases

UC1 - Structural Health Monitoring (SHM)

UC2 - Building Energy Management (BEM)

UC3 – ICT per la valorizzazione dei Beni Culturali

UC1: Structural Health Monitoring

La Basilica di “S. Maria di Collemaggio” è stata colpita in modo significativo dal terremoto del 2009.

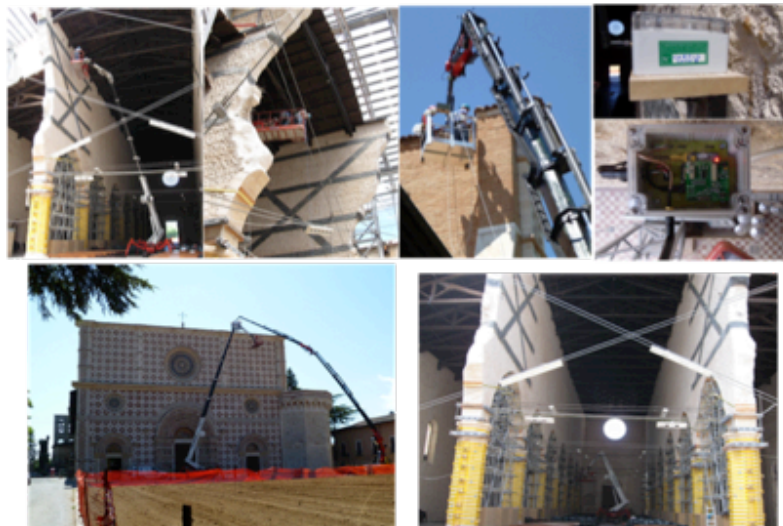
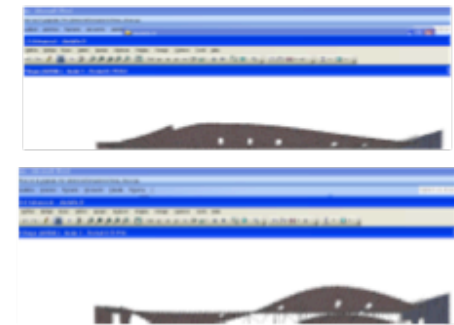
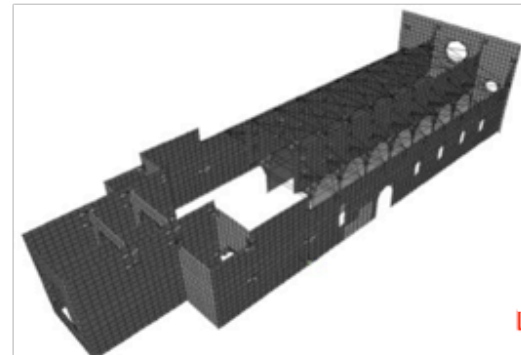
Il danno più rilevante ha riguardato il collasso totale del transetto.

L'impiego di un sistema SHM ha consentito di seguire l'evoluzione della risposta dinamica della struttura.

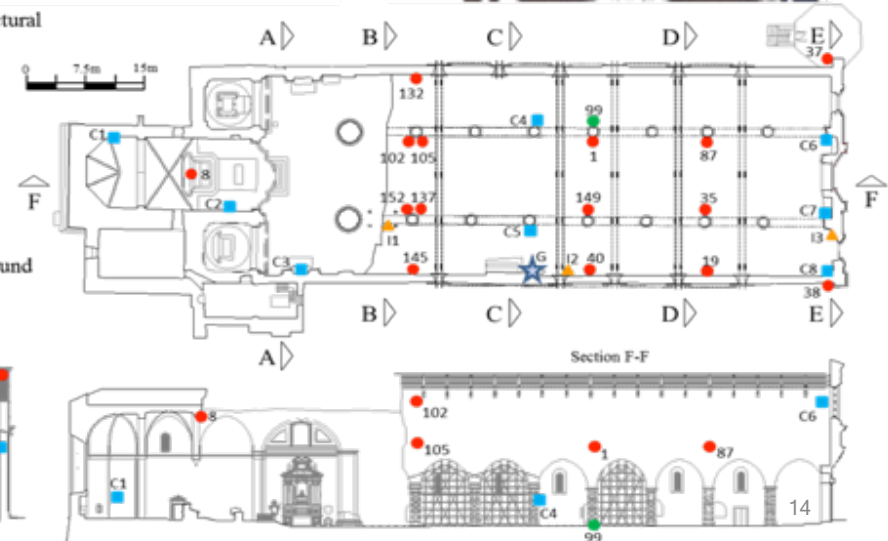
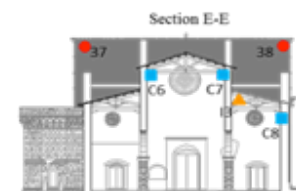
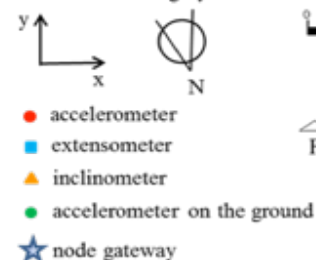
Mediante lo sviluppo di modelli è stato possibile identificare la posizione ottimale per i sensori.

Il sistema di monitoraggio era di tipo H24 e composto da 16 accelerometri, 8 estensimetri e 3 inclinometri.

Potenza F., Federici F., Lepidi M., Gattulli V., Graziosi F., Colarieti A., “Long term structural monitoring of the damaged Basilica S. Maria di Collemaggio through a low-cost wireless sensor network”, Journal of Civil Structural Health Monitoring.



Layout of the complete structural health monitoring system

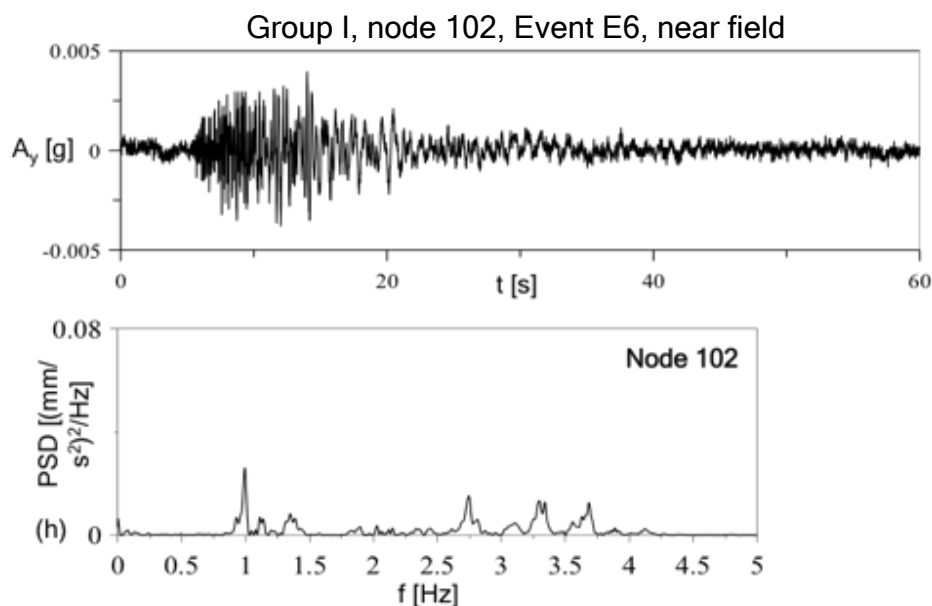


UC1: SHM – Acquisizione dei dati e signal processing

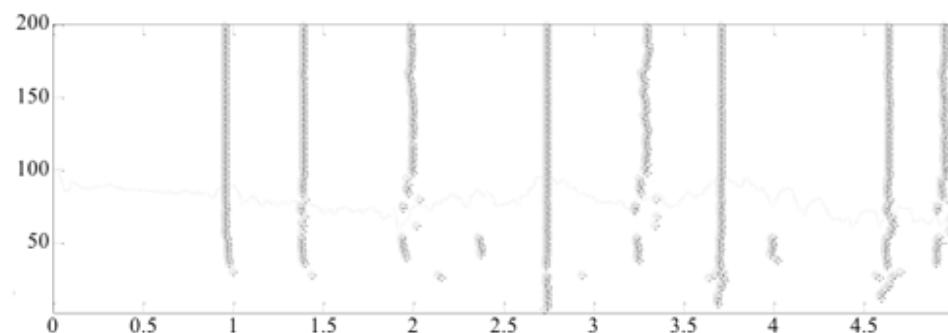
Principali eventi sismici registrati dal sistema SHM della Basilica S. Maria di Collemaggio

Event	Earthquake/epicenter	D	Date	Time (UTC)	M	PRA [mm/s ²]	Group
E1	Main Emilia/Finale Emilia	F	20/05/2012	2:03 AM	5.9	70.4	I
E2	After Emilia/Vigarano	F	20/05/2012	1:18 PM	5.1	17.9	II
E3	After Emilia/Cervia-Ravenna	F	06/06/2012	6:08 AM	4.5	10.9	I
E4	L'Aquila/Scoppito	N	14/10/2012	4:32 PM	2.8	71.7	II
E5	L'Aquila/Pizzoli-Scoppito	N	30/10/2012	2:52 AM	3.6	72.7	II
E6	L'Aquila/Pizzoli	N	16/11/2012	3:37 AM	3.2	83.2	I
E7	L'Aquila/Val di Sangro	N	14/02/2014	8:51 PM	2.9	26.2 (60.4)	I
E8	L'Aquila/Valle dell'Aterno	N	04/09/2014	3:55 PM	2.1	18.8	I

D: distanza dell'epicentro(F=far; N=near); M: magnitude. PRA: Peak Registration Acceleration

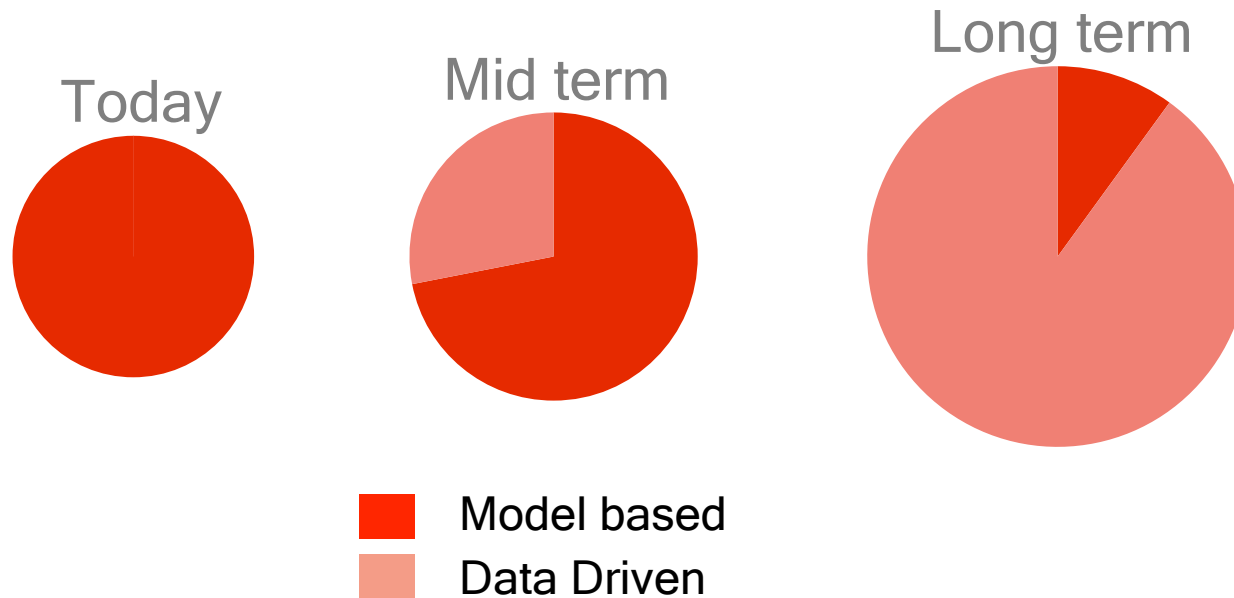


Si utilizzano tecniche di signal processing basate sulle vibrazioni (ad esempio Enhanced Frequency Domain Decomposition - EFDD e Stochastic Subspace Identification - SSI)



Peeters, B., & De Roeck, G. (1999). Reference-based stochastic subspace identification for output-only modal analysis. *Mechanical Systems Signal Processing*, 13(6), 55-878.

UC1: SHM - approccio basato sui dati



UC2: BEM - approccio basato sui dati

Madhur Behl, Francesco Smarra, Rahul Mangharam.
DR-Advisor: A Data Driven Demand Response Recommender System.
Journal of Applied Energy, 170:30-46, 2016

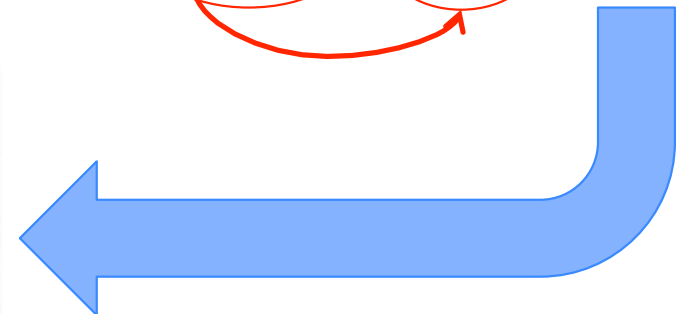
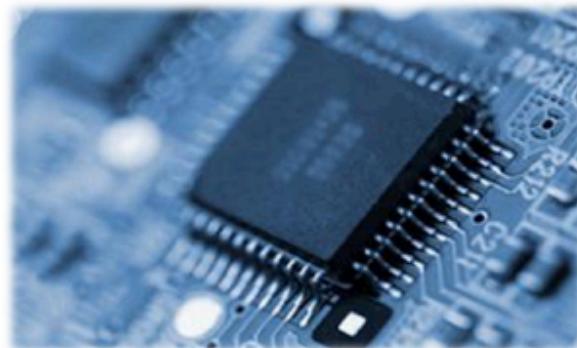
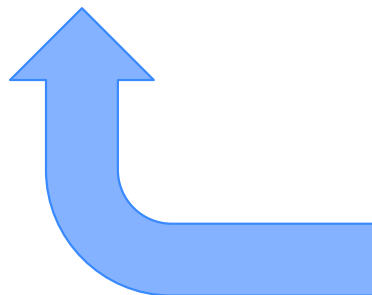
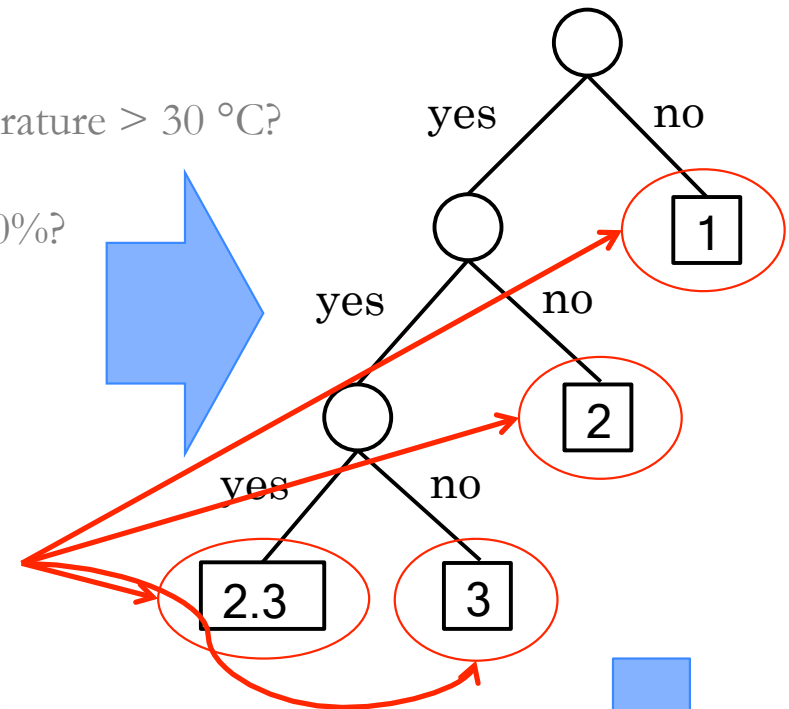


Is outside temperature $> 30^{\circ}\text{C}$?

Is humidity $< 30\%$?

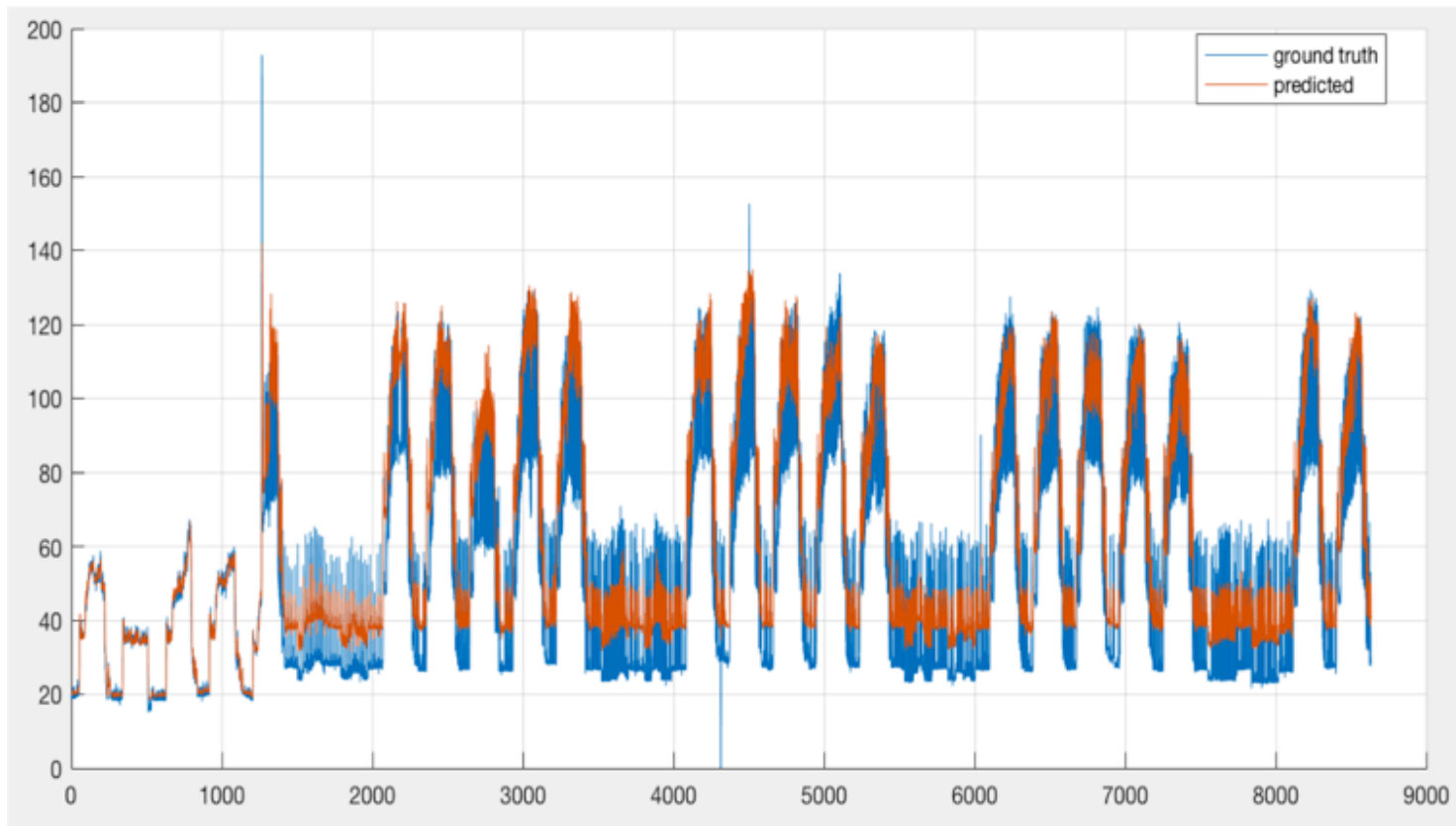
Is it cloudy?

**POWER
CONSUMPTION**



UC2: BEM - approccio basato sui dati

Prediction of power consumption on test data (June 2015)



UC2: BEM - approccio basato sui dati



**Collaboration with the University of Pennsylvania:
mixed model-based and data-based approaches
for energy-efficient control of large buildings**

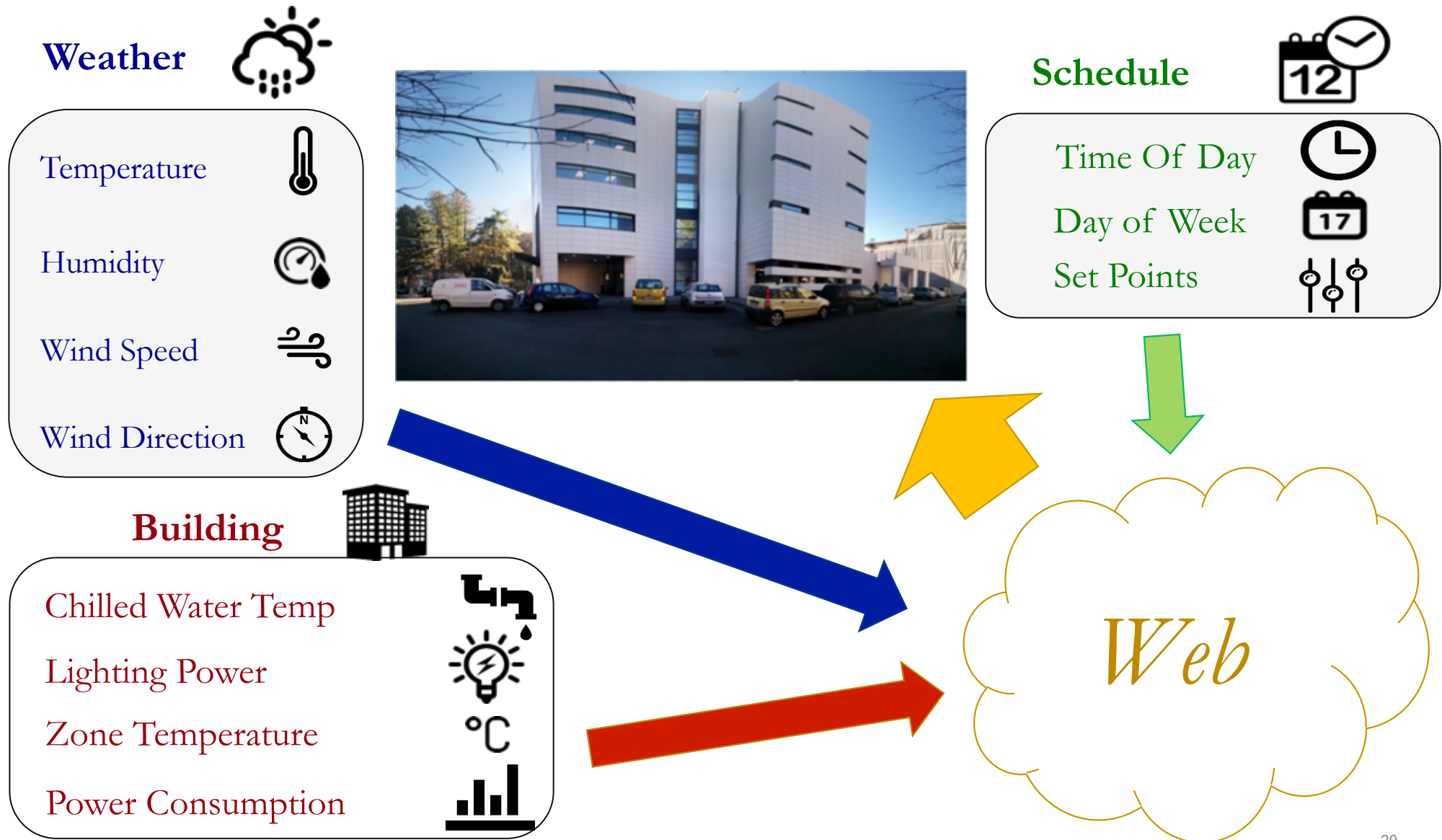
Madhur Behl, Francesco Smarra, Rahul Mangharam.

DR-Advisor: A Data Driven Demand Response Recommender System.

Journal of Applied Energy, 170:30-46, 2016



UC2: Edificio di Scienze Umane a L'Aquila - living-lab



UC3: ICT per i Beni Culturali

Il terremoto del 2009 sta imponendo a molti edifici storici una profonda ristrutturazione che spesso svela dettagli architettonici di pregio che potrebbero essere valorizzati a fini turistici.

Come dare al futuro visitatore della città l'opportunità di “guardare” oltre il pavimento, il soffitto, le pareti?

Ne scaturisce la necessità di:

1. Un processo rapido e non invasivo di acquisizione dei dati necessari
2. Una modellazione 3D
3. Una soluzione scalabile, basata sulla realtà aumentata, per smartphones, tablets, VR headsets, ecc.

Di interesse per il progetto anche l'impiego di sensori per il monitoraggio/controllo dei Beni Culturali



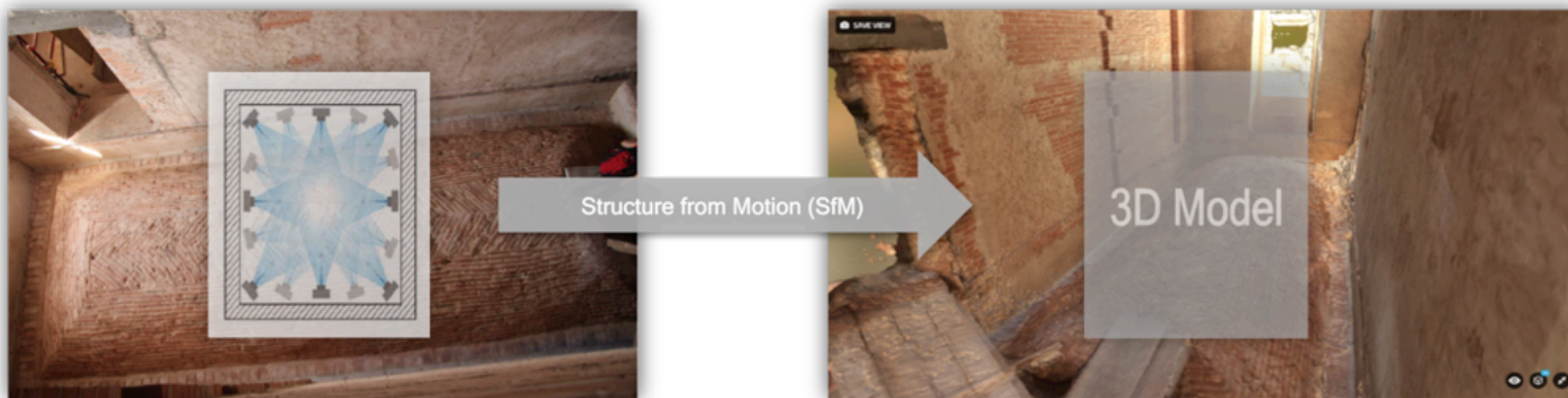
UC3: ICT per i Beni Culturali

Principali aree di ricerca

- Software Engineering
- 3D scanning & Rendering
- Grafica interattiva e realtà aumentata/virtuale

Principali attività di sviluppo

- Modelazione 3D rapida, scalabile ed economica
- Adattamento dei servizi di navigazione turistica mediante realtà aumentata/virtuale al contesto e al profilo dell'utilizzatore



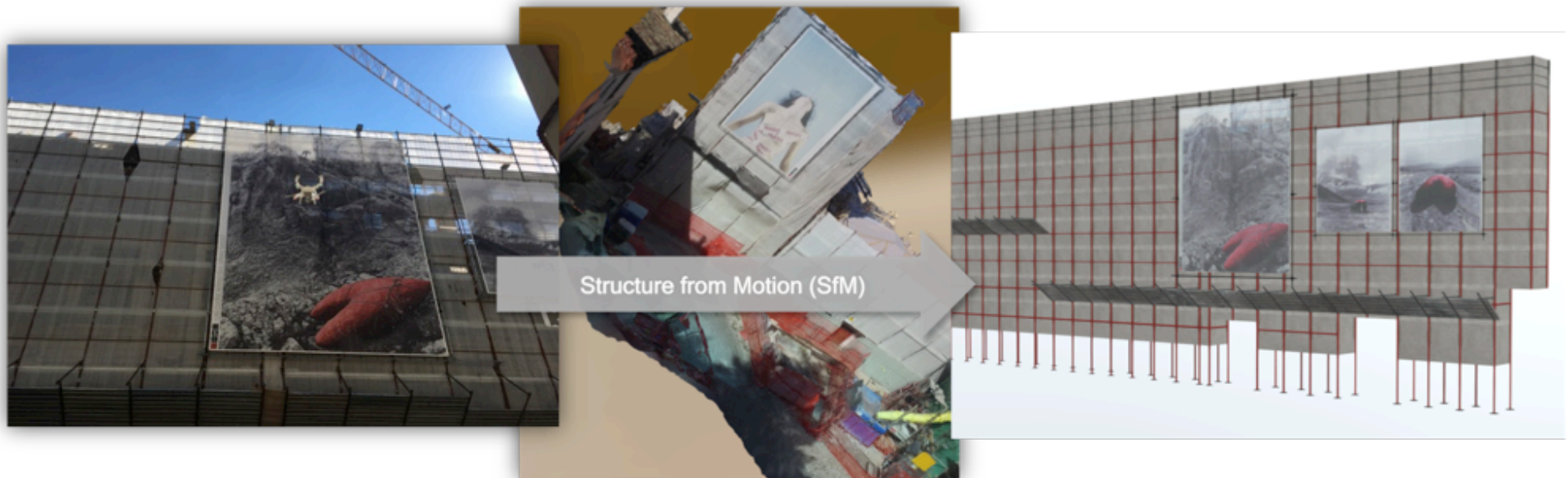
UC3: Off Site Art

Modellazione 3D di alcune installazioni d'arte del progetto “Off site Art”

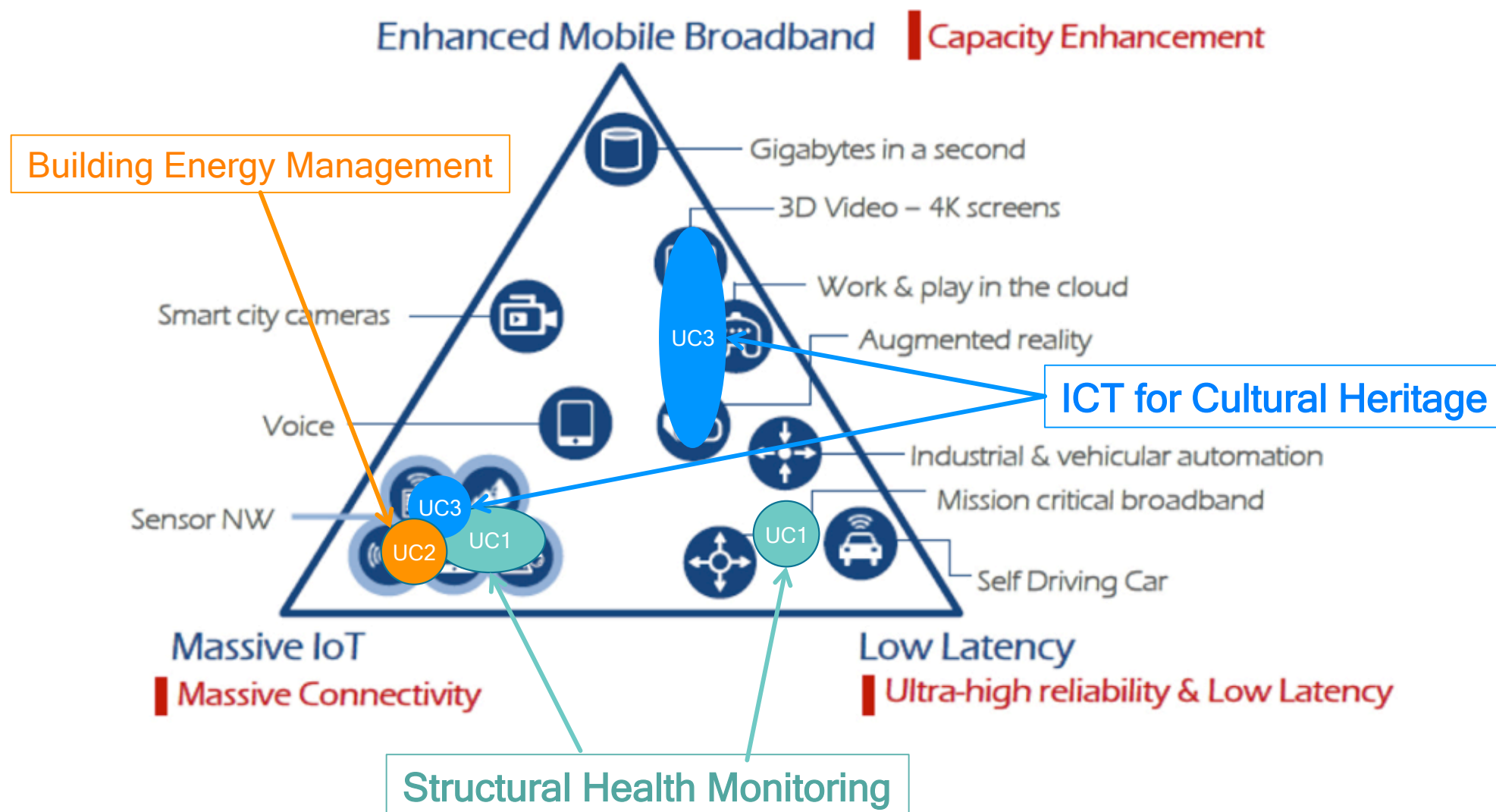
- Grandi opere sono state installate sui ponteggi dei cantieri attivi in centro storico e verranno rimosse una volta terminati i lavori di ricostruzione
- Vi è la volontà di garantire una memoria storica (galleria virtuale di modelli 3D e applicazioni di realtà aumentata per mostrare come appariva la città durante la ricostruzione, anche dal punto di vista delle iniziative d'arte)

Attività in corso

- Acquisizione di immagini (anche per mezzo di UAV)
- Modellazione 3D mediante la tecnica SfM (Structure from Motion)
- Texture HD



INCIPICT – casi d'uso nel dominio 5G



(Source: ETRI graphic, from ITU-R IMT 2020 requirements)

INCIPICT – principali collaborazioni scientifiche



- CNIT (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni))
- CINI (Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica)
- Università di Padova
- Politecnico di Milano
- CNR
- CNRS (Francia)
- Royal Institute of Technology (Svezia)
- Tel Aviv University (Israele)
- University of Pennsylvania (USA)
- Columbia University (USA)
- Bell Labs (USA)
-
-

Possibili modalità di collaborazione

Collaborazione con operatori di TLC, utilities, municipalità, università e altri attori industriali per sviluppare soluzioni innovative in ambito IoT e Smart City

- Sviluppo di soluzioni IoT basate su LTE cat.M1 e cat.NB1
- Coinvolgimento di operatori di TLC, integratori di moduli e player verticali
- Sviluppo di casi d'uso eMBB, m-MTC e URLL
- Sviluppo di casi d'uso in ambito automotive (V2X)



INCIPICT

<http://incipict.univaq.it>

fabio.graziosi@univaq.it



Altri progetti in **corso**/avvio di interesse per l'ecosistema

- ENEL - L'Aquila Smart City
- ENEA – City 2.0
- Amm. Comunale e UnivAQ – Scuole: trasporto studenti e MUSP connessi
- Amm. Comunale e UnivAQ – miglioramento della fruibilità dei mezzi pubblici per ipovedenti e non vedenti
- AAL per persone non autosufficienti
- Automotive (EMERGE)
- Cyber Security (Cyber Trainer)
- Data Center
-