



Verso il cambiamento: Smart@POMPEI

Dal violento terremoto del 62 d.C. ad oggi

Alberto BRUNI (MiBAC), Luca PAPI (CNR)

Festival della Scienza



Genova, 4 novembre 2018 - Museo di Storia Naturale Giacomo Doria, Auditorium | Via Brigata Liguria, 9 |

[*] Da quale passato...

POMPEI SCAVI

Circa 66 ha di cui circa 45 scavati

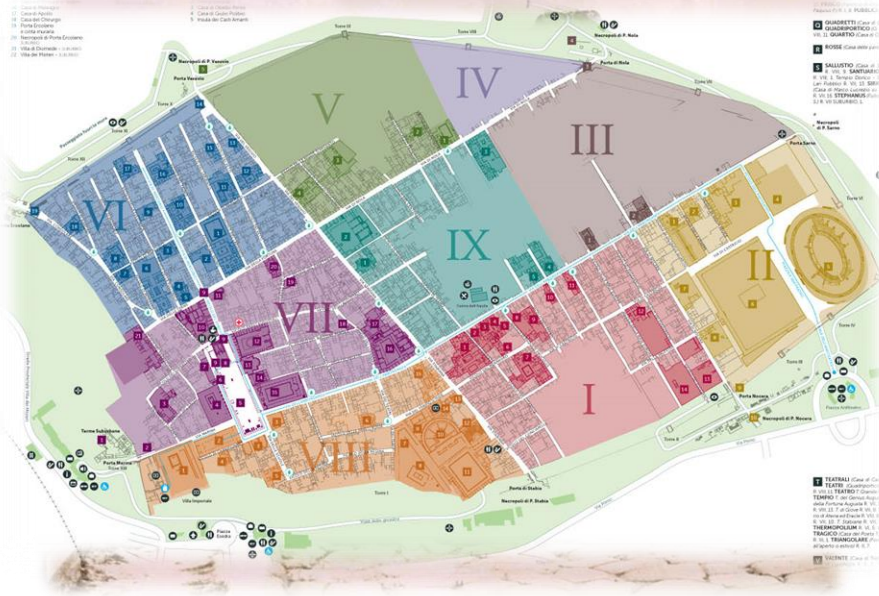


- **62 d.C.** - violento terremoto colpì l'intera area vesuviana. A Pompei la ricostruzione ebbe subito inizio, ma, per l'entità dei danni e per lo sciame sismico che seguì, essa prese molto tempo

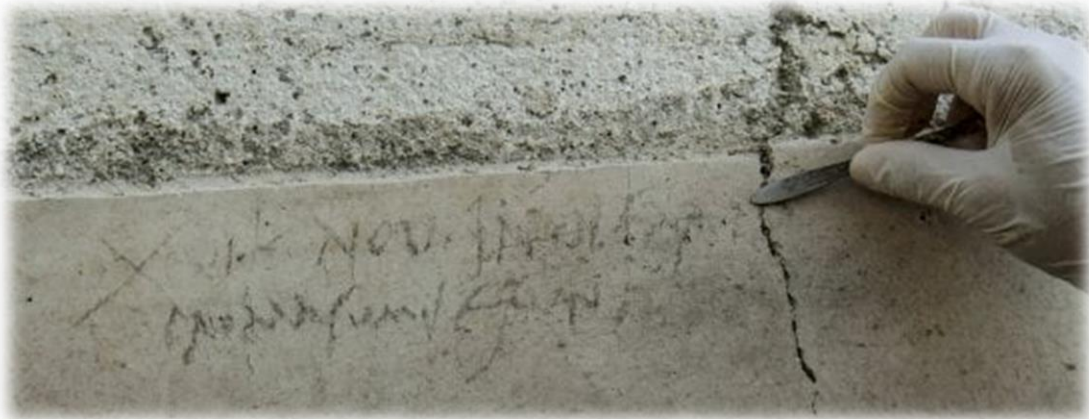
- **17 ANNI DOPO** – 24 **ottobre** del **79 d.C.**, l'improvvisa eruzione del Vesuvio la seppellì di ceneri e lapilli. Pompei si presentava come un cantiere ancora aperto.

- La sua riscoperta si verificò nel XVI secolo, ma solo nel **1748** cominciò l'esplorazione, con il **re di Napoli Carlo III di Borbone**, e continuò sistematicamente nell'Ottocento, fino agli interventi più recenti di scavo, restauro e valorizzazione del suo eccezionale patrimonio.

- La suddivisione della città in *regiones* (quartieri) e *insulae* (isolati) è stata fatta da **Giuseppe Fiorelli** nel **1858**, per esigenze di studio e orientamento. Le denominazioni delle case, quando non è noto il proprietario, sono state coniate dagli scavatori in base a particolari ritrovamenti o altre circostanze.



Un'iscrizione in carboncino potrebbe ridatare la data dell'eruzione: avvenne il 24 [ottobre](#) del 79 d.C. e non il 24 agosto



Il merito potrebbe essere di "un operaio buontempone che lo ha scritto sul muro di una stanza in ristrutturazione", all'interno di una frase scherzosa. Lo ha detto il direttore generale Prof. Massimo Osanna durante un'intervista nel giorno della visita del Ministro Alberto Bonisoli.

E' un pezzo straordinario di Pompei datare finalmente in maniera sicura l'eruzione.

Già nell'800 un calco di un ramo che fa bacche in autunno aveva fatto riflettere, oltre al rinvenimento di melograni e dei bracieri.

L'iscrizione a carboncino, in particolare, è la traccia tangibile di un momento di vita quotidiana e supporta la teoria che la data dell'eruzione fosse a ottobre e non ad agosto. **La scritta è, infatti, datata al sedicesimo giorno prima delle calende di novembre, corrispondente al 17 ottobre** - una settimana prima della grande catastrofe che sarebbe, secondo questa ipotesi, avvenuta il 24 ottobre.



... verso Smart@POMPEI

Accordo Quadro (MiBAC - CNR) - 2015



Convenzione Operativa MiBAC - CNR

Segretario Generale del MiBAC



Presidente del CNR



Nel 2016 le Parti, hanno manifestato l'interesse a collaborare per la realizzazione di una soluzione tecnologica integrata finalizzata al miglioramento della sicurezza del Patrimonio Culturale Nazionale.

Si è deciso di avviare il primo progetto pilota per la creazione del **primo Smart Archaeological Park** in Italia e nel mondo presso il Parco archeologico di Pompei .

Pompei, per le sue **dotazioni tecnologiche all'avanguardia** nonché per le sue **caratteristiche ambientali diversificate**, si presta ad essere il sito presso il quale avviare la realizzazione un dimostratore tecnologico integrato per la gestione della sicurezza delle persone e dei i monumenti in condizioni normali e in caso di emergenze.

La CABINA DI REGIA: compiti e composizione

Al fine di dare piena attuazione alla presente Convenzione operativa si è istituita una “**Cabina di Regia**” con il compito di gestire e coordinare tutte le attività progettuali/tecnologiche finalizzate alla tutela, protezione e valorizzazione del Parco Archeologico di Pompei .



La Cabina di Regia è composta dal Dott. Alberto BRUNI, Funzionario del Segretariato generale del MiBAC e dal Dott. Luca PAPI, Tecnologo e *Security Manager* del CNR – Dipartimento Scienze Umane e Sociali, Patrimonio Culturale (DSU).

Che cosa significa andare verso Smart@POMPEI?

Andare verso la realizzazione del primo Smart Archaeological Park in Italia e al mondo significa andare verso la direzione di una gestione **intelligente**, **sostenibile**, **inclusiva** del parco archeologico di Pompei, Patrimonio Unesco dal 1997.



In particolare andare verso Smart@POMPEI significa:

1. andare verso l'**adeguamento dei servizi** in funzione dei **reali bisogni** dei visitatori e dei lavoratori ossia di tutte le persone che quotidianamente operano per la conservazione dei monumenti;
2. **aumentare le prestazioni dei dispositivi e degli impianti** al fine di promuovere un uso efficiente ed efficace delle risorse;
3. aumentare l'**accessibilità delle persone con disabilità** motoria, sensoriale, cognitiva e **l'inclusione** per offrire indistintamente l'opportunità di essere cittadini a tutti gli effetti.

Un modello tecnologico integrato REPLICABILE, MODULABILE e FLESSIBILE

L'obiettivo principale è quello di realizzare un **modello tecnologico integrato replicabile**, basato sull'utilizzo delle **tecnologie IoT**, finalizzato alla gestione intelligente e sostenibile della sicurezza del parco archeologico di Pompei armonizzando tutela, protezione e valorizzazione dei beni ivi presenti.



Va ricordato che tutto questo è possibile per le attività che sono state svolte nell'ambito del **Grande Progetto Pompei** tra MiBAC d'intesa con il Parco Archeologico di Pompei e con l'Arma dei Carabinieri.



Tiltmetro e estensimetro: tali sensori monitorano lo stato della crepa (estensimetro) e lo scivolamento (tiltmetro) del muro a destra della crepa a seguito dell'eventuale ulteriore apertura della stessa

Va evidenziato che nell'ambito della convenzione operativa tra il **MiBAC** e **Leonardo Company** (ex Finmeccanica), sono state svolte diverse attività dove si sono posizionati dei sensori e degli apparati di raccolta (NODI) e di trasmissione (CONCENTRATORI) per monitorare sia in tempo reale sia tramite analisi dei dati storici i movimenti e le deformazioni del terreno e delle strutture.



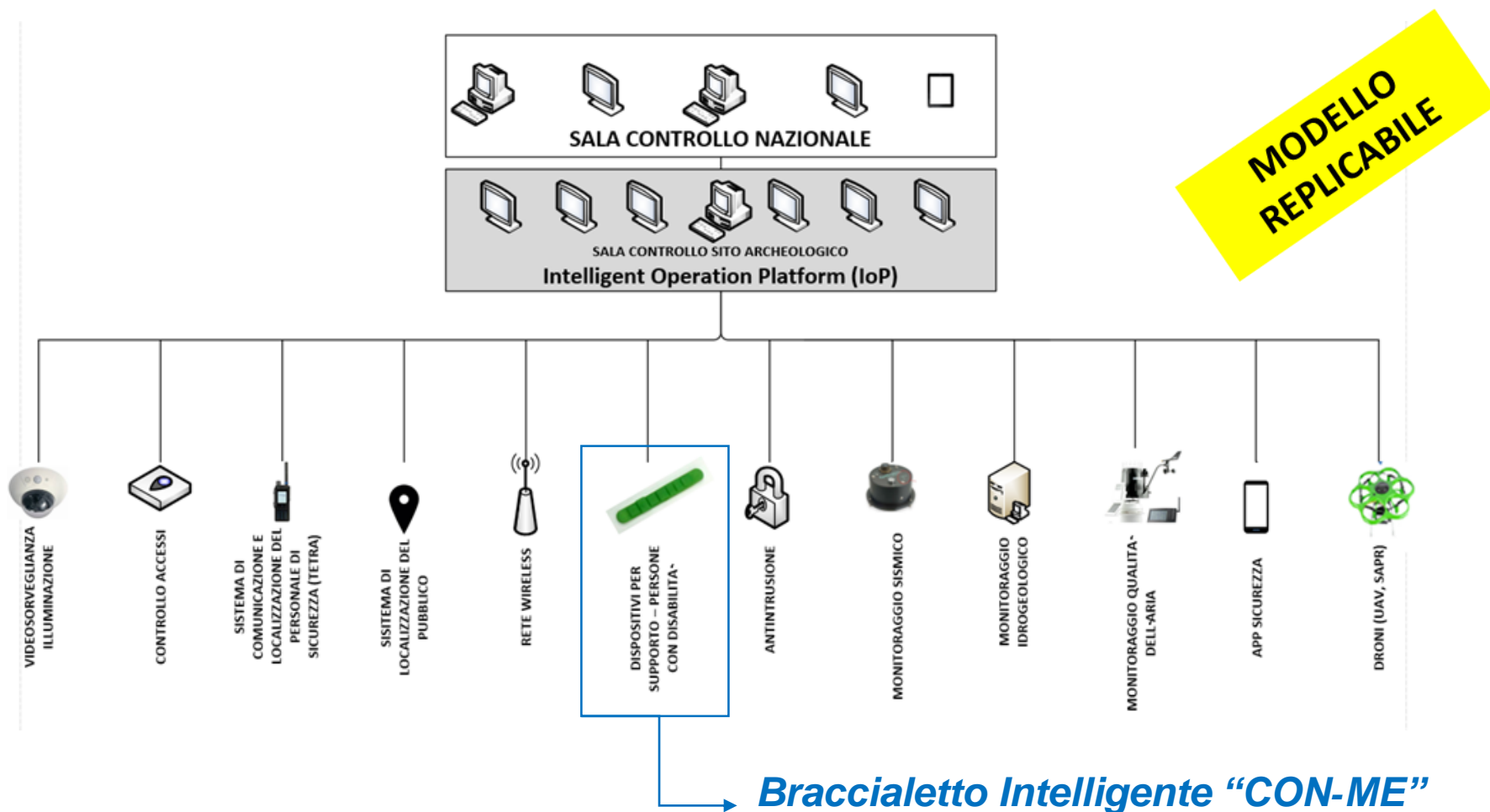
Pluviometro - Installato sul muro del Tempio di Venere



'Anemometro sull'arco esterno del tempio di Venere

Il sistema tecnologico integrato

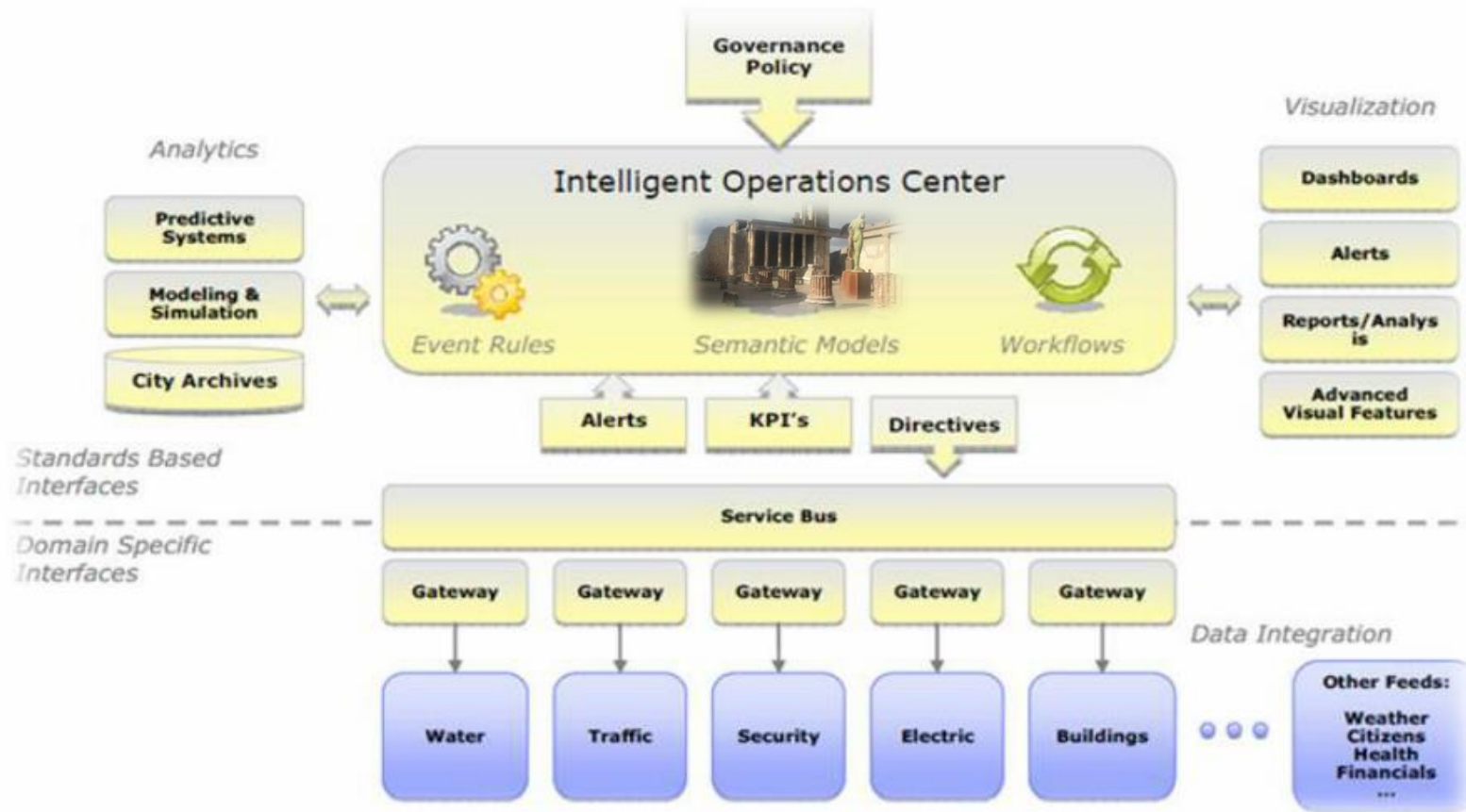
La dorsale principale del sistema tecnologico integrato è rappresentata dalla rete a fibra ottica posata all'interno dei cavidotti utilizzati dal sistema di videosorveglianza.



Naturalmente il sistema tecnologico integrato prevede anche una **rete senza fili** realizzata mediante punti di accesso (AP) con il quale è possibile erogare servizi necessari sia ai visitatori sia al personale che opera sul campo.

Intelligent Operation Center

Il cuore del sistema tecnologico integrato è rappresentato dalla Piattaforma Operativa Intelligente (IoC) con il quale riusciamo a **controllare e gestire tutta la sensoristica** (dalle TVCC ai sensori che monitorano i movimenti e le deformazioni del terreno e delle strutture) **distribuita nel parco generando allarmi in caso di sfioramento delle soglie limite**, in caso di comportamenti anomali e in caso di emergenza.



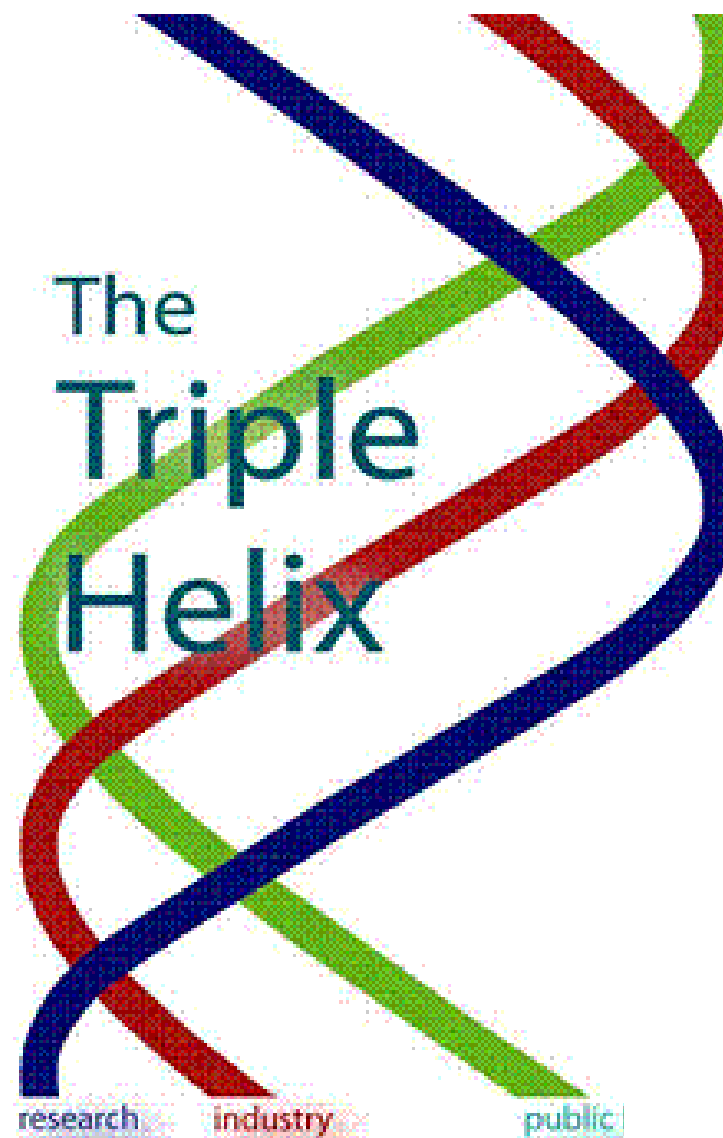
Ricordiamo l'inaugurazione POMPEI PER TUTTI: 2 dicembre 2016 - GPP

3 km percorribili in tutta sicurezza da persone in carrozzina, mamme con bambini, anziani, persone con bastone, ma anche da persone con difficoltà visiva





Partenariato pubblico - privato



ASSET DI Smart@POMPEI

La Sicurezza integrata per i Visitatori con Disabilità nello
"Smart Archaeological Park" di Pompei.

Nell'ambito di [Smart@POMPEI](#), uno dei principali asset è costituito **dall'accessibilità e dalla fruibilità del sito da parte di tutti.**

Pertanto, la sperimentazione del prototipo del **braccialetto intelligente CON-ME apre le porte ad un percorso progettuale complesso che vede coinvolti Enti di Ricerca, Università, Imprese, Istituzioni di Governo.**



Convegno «Progettare al futuro»

Accessibilità, inclusività e dialogo interculturale
nell'Anno europeo del patrimonio 2018

13 dicembre 2017 – MiBACT – Collegio Romano – Sala Spadolini

Giornata internazionale dei diritti delle persone con disabilità 2017

"Un giorno all'anno tutto l'anno"

Il braccialetto CON-ME è stato presentato al Convegno Progettare al futuro

Partenariato pubblico - privato



Va evidenziato che la soluzione tecnologica proposta **coordinata dal MiBAC e dal CNR**, vede il coinvolgimento di una **parte industriale**, rappresentata da aziende come **IBM** (anche con il coinvolgimento dell'associata Itaware), **Genesi Elettronica, Fortinet, ST Microelectronics e il supporto scientifico dell'Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (IREA) del CNR**, con l'obiettivo comune di creare un sistema multidisciplinare di intervento a supporto della sicurezza dei percorsi per i visitatori con disabilità, con lo scopo di migliorare la capacità di gestire incidenti o situazioni di emergenza.

**GdL: Alberto Bruni (MiBAC), Luca Papi (CNR),
Francesco Soldovieri, Ilaria Catapano, Giovanni Ludeno (IREA-CNR),
Brunello Bonanni (IBM), Fabio Lagatta (Genesi),
Gianni Micheletti (ST Microelectronics), Antonio Gentile (Fortinet)**

Principio di funzionamento del sistema

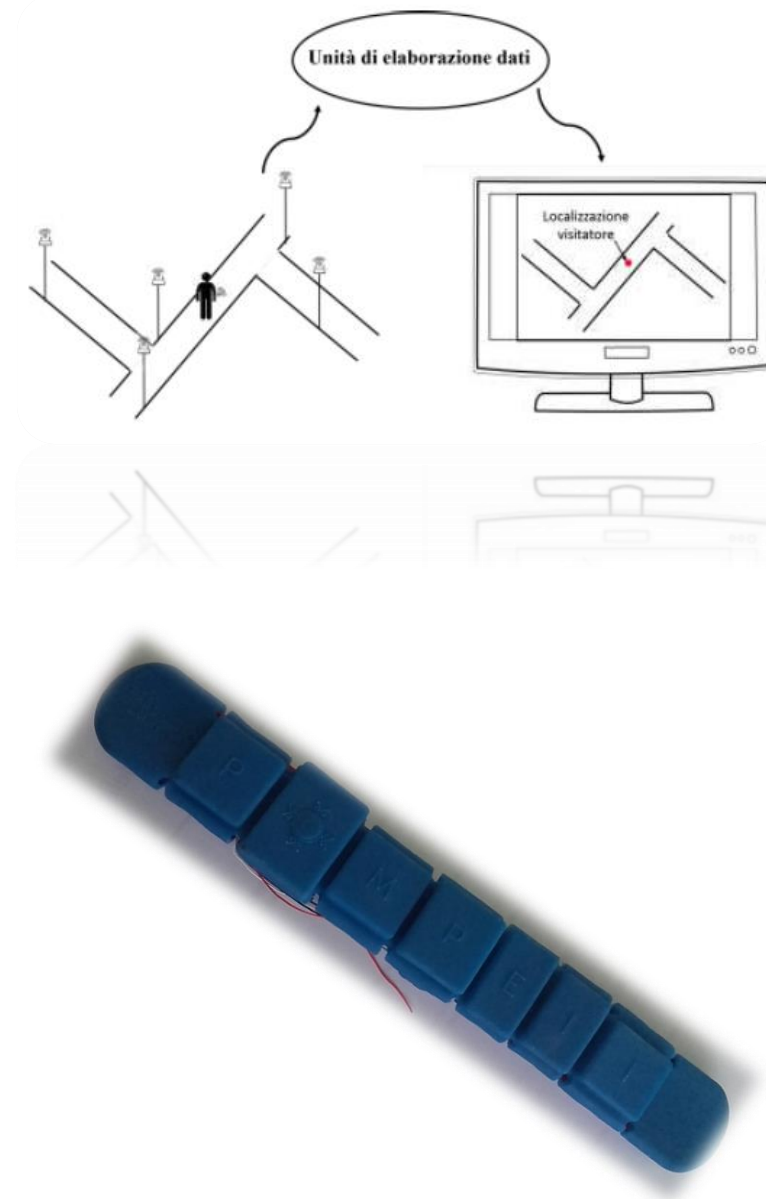
Il sistema è basato su **tecnologie dell'Internet of Things** (IoT).

La soluzione prevede di **assegnare ai visitatori con disabilità un braccialetto, capace di inviare segnali ad un server centrale che li elabora ed effettua azioni mirate alla salvaguardia e sicurezza dei visitatori.**

L'oggetto indossato dal visitatore con disabilità acquisisce una identità elettronica "Unique Identifier" (UID) e come tale può essere **identificato, riconosciuto e validato** da componenti paritetici nella rete privata del parco di Pompei, che, scambiandosi informazioni, evidenziano fenomeni e/o situazioni che richiedono l'interazione o l'intervento umano per il completamento dei processi in base alle circostanze.

Le operazioni previste consistono nella **comprensione dei messaggi** inviati dai dispositivi indossati dai visitatori e la **conseguente visualizzazione** della loro dislocazione in una mappa per un supporto alle decisioni degli operatori.

La Figura illustra il **principio di funzionamento del sistema integrato**, in cui il **braccialetto indossato dal visitatore invia** un segnale di allerta che è preso in carico dal ricevitore più vicino, **il quale a sua volta** invia il dato ad unità di elaborazione per la visualizzazione della posizione del visitatore su un'interfaccia utente



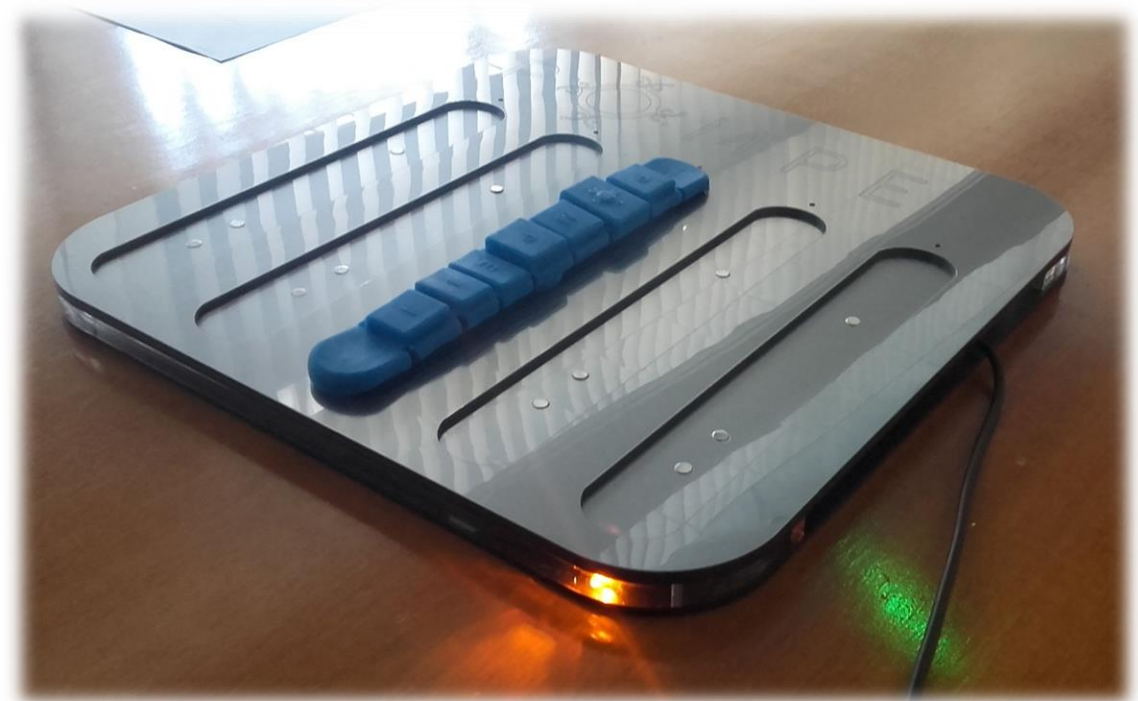
Descrizione infrastruttura hardware

Per la soluzione di **geo-referenziazione** del Visitatore all'interno del parco archeologico di Pompei, è stata creata una **rete sensori** denominata "CON-ME", in cui vengono impiegati sia una rete WLAN di Access Point e sia componenti **ingegnerizzati** in un braccialetto indossabile grazie alla collaborazione tra **aziende**

Componenti tecnologici presenti nel braccialetto

Il dispositivo di geo-referenziazione comprende **diverse tecnologie** che consentono di avere un **elevato grado di libertà** nella scelta delle modalità di interazione, come di seguito elencati:

- **Dispositivo di avvio e di stop automatico**
- **Bottone di SOS**
- **Modulo GPS**
- **Modulo Wi-Fi**
- **Modulo Bluetooth**
- **Batteria integrata**
- **LED di segnalazione della carica della batteria**
- **Modulo per la ricarica wireless**



Descrizione software

I dati acquisiti dai sensori, che costituiscono l'infrastruttura hardware della rete "Con-Me", **sono inviati al server centrale tramite gli Access Point dislocati lungo il percorso in esame.**

Il server centrale, a sua volta, provvede sia alla gestione che all'elaborazione di tali dati. In particolare, il software IBM Intelligent Operation Center effettua la **gestione**, la **visualizzazione** ed il **controllo** attraverso meccanismi basati su open standards. Il software sviluppato dai ricercatori dell'Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente del CNR (IREA-CNR) **elabora i dati acquisiti dal modulo Wi-Fi integrato nel braccialetto** per stimare la posizione del visitatore.

Descrizione del software IBM Intelligent Operation Center (IBM)

IBM Intelligent Operations Center fornisce mappe integrate, rappresentazioni multi-livello del territorio, algoritmi analitici, procedure operative e numerosi altri strumenti rivolti a migliorare le modalità definizione degli interventi sul territorio, nonché ad incrementare l'efficienza nelle risposte in caso di incidenti o casi di emergenza.



Posizione degli *Access Point* lungo l'itinerario facilitato (Vico dell'Anfiteatro)

Criticità: problemi relativi alla **geo-referenziazione del braccialetto** indossato dal visitatore , **malfunzionamenti del WiFi** sul campo e non presentatisi nelle prove di laboratorio

Soluzione: creata *ad hoc* sia **una rete WLAN di Access Point (AP)** denominata «Con me» all'interno del parco archeologico di Pompei sia **componenti ingegnerizzati (modulo GPS, modulo Wi-Fi, modulo Bluetooth, ...)** nel **dispositivo indossabile** grazie alla collaborazione delle varie aziende coinvolte

→ **Sviluppo di un algoritmo di localizzazione** (IREA – CNR) basato sulla misura dei livelli di potenza emessi dagli AP rilevati dal modulo Wi-fi inserito nel braccialetto

Test 3: Ingresso Anfiteatro Sud



Escluso l' AP
Anfiteatro
Centrale

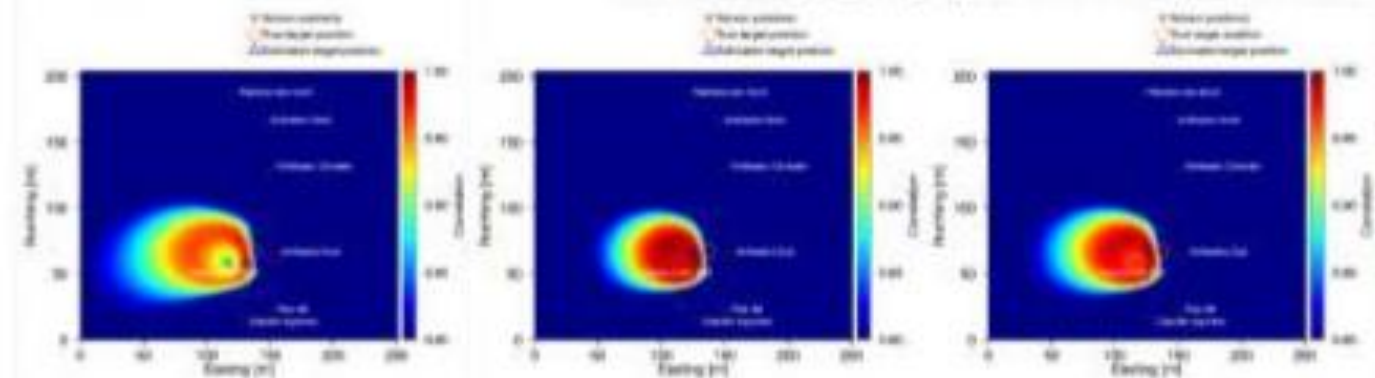
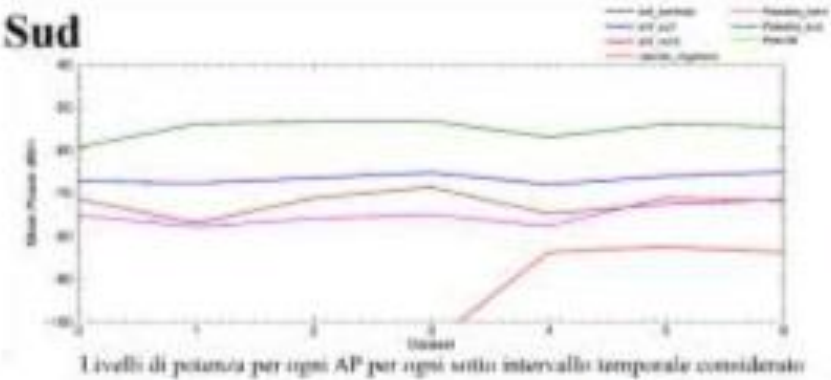


Figura 5 Test point #2 Anfiteatro - Ingresso Sud (01/02/2017).

Il triangolo nero indica la posizione stimata dal nostro algoritmo mentre il cerchio giallo indica la posizione corretta del bersaglio, il blob rappresenta area con maggiore probabilità di presenza del bersaglio. La colorbar delle immagini rappresenta la correlazione nell' intervallo 0.8 - 1 (valore max). (Top) Considerando l'AP sull' Anfiteatro Centrale; (Bottom) Escludendo l' AP dell' Anfiteatro Centrale

Opportunità e possibili soluzioni per valorizzarlo



Se tutte le persone fossero munite di braccialetto (per esempio utilizzarlo come biglietto/gadget/ricordo della visita, accesso al sito, monitoraggio/sicurezza)



Prospettive, politiche auspicabili e possibili soluzioni/scenari di sviluppo del braccialetto CON-ME - 1/3

I responsabili della Cabina di Regia di Smart@Pompei, A. Bruni (MiBAC) e L. Papi (CNR) insieme ad altri colleghi del CNR hanno già ipotizzato scenari di sviluppo del braccialetto generando, per esempio, **un possibile servizio Copernicus** integrato da un sistema di localizzazione WiFi nel sito archeologico per la sicurezza delle persone durante eventi di crisi.

Scenario di crisi: pensiamo ad un evento sismico che ha comportato dei crolli (ad esempio a Pompei) durante una giornata di apertura degli scavi

Esigenza: Localizzazione dei visitatori per guidare le operazioni di recupero delle persone rimaste sepolte dalle macerie.

Se tutte le persone sono munite di braccialetto (per esempio utilizzarlo come biglietto/gadget/ricordo della visita, accesso al sito, monitoraggio/sicurezza) è possibile localizzarle o avere informazioni sulla loro presenza in determinate aree prima dell'evento sismico e con un po' di fortuna, anche dopo l'evento sismico. In questo secondo caso, se il braccialetto continua a funzionare e se la persona è sepolta in maniera superficiale, in maniera che il segnale trasmesso dal braccialetto continua ad essere ricevuto dall'AP, si può stimare il numero di persone rimaste sepolte e se sono ancora vive (questo nel caso che il braccialetto è in grado di fornire info sui parametri vitali).



Possibili scenari di sviluppo del braccialetto CON-ME - 2/3

Copernicus nel suo servizio di Emergency Mapping

<http://emergency.copernicus.eu/mapping/#zoom=3&lat=40.74015&lon=31.34&layers=00B0T>

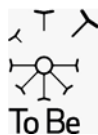
è in grado di dare rapidamente la mappa dei crolli sul sito in maniera sinottica e quindi l'informazione relativa al crollo combinata con quella del braccialetto può fornire un'informazione decisiva a supporto delle operazioni di recupero. Ad esempio si pensi anche la caso di crolli in aree del sito difficilmente raggiungibili e che magari in quel momento erano visitate da poche persone.



The screenshot shows the Copernicus Emergency Management Service (EMS) website. At the top, there is the European Commission logo and the text "COPERNICUS Emergency Management Service". A search bar contains the word "Pompei". Below the search bar, there are navigation links: "Home", "What is Copernicus", "EMS - Mapping", "EMS - Early Warning System", and "News". A news section titled "LATEST NEWS · 2017-11-20 | Copernicus EMS Monitors the Impact of Floods in Attika, Greece" is visible. The main heading is "Copernicus Emergency Management Service - Mapping" with the subtitle "A service in support of European emergency response". On the left, there are three main menu categories: "EMS - MAPPING", "RAPID MAPPING", and "RISK AND RECOVERY", each with a list of sub-items. At the bottom, there is an "OTHER" category. The main content area displays a map of Europe with several blue icons representing emergency management services (EMSR) in various countries, including Greece, Italy, and Turkey. A scale bar at the bottom left indicates 500 km and 500 mi.



in collaborazione con

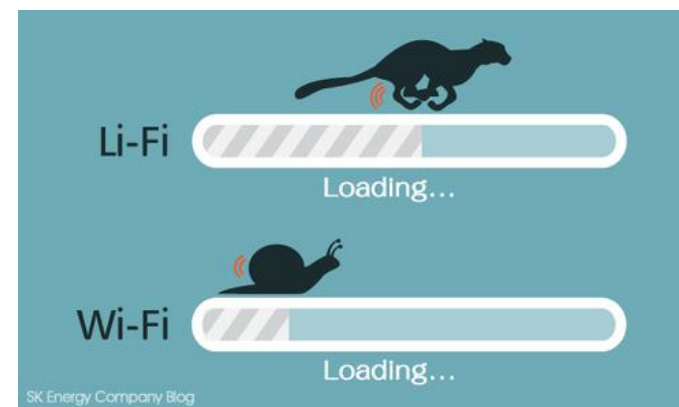


Sperimentazione della Tecnologia LI-FI o Light Fidelity nei luoghi della cultura

Il metodo più moderno ed innovativo per trasmettere dati in modalità wireless, è quello denominato LiFi o “Light Fidelity”, tecnologia che sfrutta la modulazione della luce emessa dai LED per la trasmissione di informazioni.

La tecnologia (che si presenta con lo standard internazionale **IEEE 802.15**) **funziona grazie alla commutazione on-off del singolo LED**. Questa sequenza 0/1 non è visibile all’occhio umano ma consente la trasmissione del dato.

Tanto maggiore è la velocità di commutazione, tanto migliore sarà la velocità di trasmissione dell’informazione. Attualmente la velocità raggiunta è nell’ordine del Giga Herz, quindi circa dieci volte superiore le attuali trasmissioni WiFi.



Tutte le fonti LED possono essere potenziali trasmettitori di informazioni e ogni *device* un potenziale fruitore delle stesse.

La luce che evidenzia le opere d'arte in un museo **sarà lo strumento per trasmettere ai tablet e agli smartphone** la guida interattiva all'opera durante la visita.



Una caratteristica intrinseca di tutte le soluzioni LiFi (grazie alla precisione di geolocalizzazione della tecnologia) è quella di consentire uno studio approfondito delle dinamiche di visita e quindi un'analisi attenta del marketing di prossimità o di posizionamento delle opere/prodotti.



La tecnologia LiFi unisce il **risparmio energetico** (grazie all'uso di lampade a Led) con il vantaggio di fruire, senza ulteriori soluzioni, di un sistema di trasmissione dati alquanto efficiente e **al riparo dai problemi in intercettazione delle informazioni** (hacker).

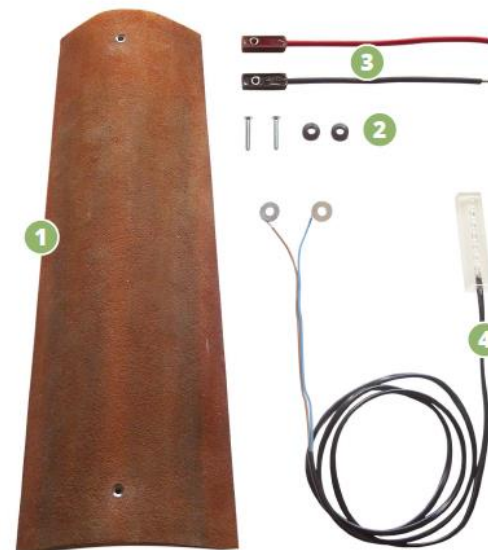
La tecnologia LiFi sostituirà lentamente quella WiFi, ma già da subito l'affiancherà e troverà una propria collocazione in ambienti dove la sensibilità per la problematica dell'inquinamento elettromagnetico sarà evidente e dove le problematiche di rischio di perdita dati saranno preponderanti.

È questa una vera rivoluzione in atto nel mondo dell'illuminazione:

la trasformazione dei vecchi impianti e i nuovi impianti progettati a Led, la sensibilità al **risparmio energetico** ed alla **diminuzione dell'inquinamento elettromagnetico** convergono verso questa tecnologia, che con le applicazioni LiFi **diventerà una rivoluzione anche nel campo dell'informazione diffusa.**



Sperimentazione Coppo fotovoltaico



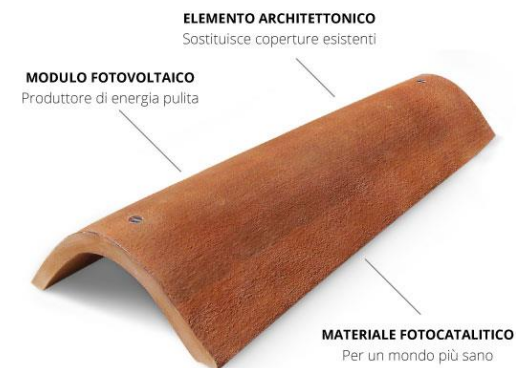
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

▶ REALISMO ARTIGIANALE	4,5 Wp	Potenza nominale
▶ ALTISSIMA RESISTENZA	45 x 19 x 13 cm	Dimensioni
▶ INTEGRAZIONE TOTALE	1,5 kg	Peso
▶ SUPERFICIE FOTOCATALITICA	Sostenibilità	Materiali atossici e riciclabili
	-40°C / +85°C	Temperature di funzionamento
	IP68 +++	Grado di protezione UNI EN60529

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

Il calcolo è effettuato su condizioni ottimali. Si consiglia di contattare un professionista per un calcolo più preciso.

- ▶ 1 KW
Potenza nominale
- ▶ 15 MQ
Area necessaria
- ▶ 223 COPPI
Coppi Fotovoltaici





civitates



sviluppo locale di comunità

UNA RETE NAZIONALE DI COMUNITÀ LOCALI CHE CONDIVIDONO BUONE PRATICHE, ESPERIENZE, COMPETENZE, STRUMENTI E MODELLI COMPARTICIPATI DI SVILUPPO RESPONSABILE E SOSTENIBILE DEL PROPRIO TERRITORIO

“

Il futuro delle comunità locali italiane sarà sempre più determinato dal comportamento virtuoso dei suoi abitanti, dei suoi amministratori, dei suoi agricoltori, dei suoi artigiani e dei suoi imprenditori.

Abbiamo una responsabilità: investire nelle relazioni umane al fine di risvegliare risorse umane dormienti, alimentare il sentimento per il bene comune, stimolare il potenziale di imprenditoria locale e sperimentare nuove forme partecipate di sviluppo sociale, culturale ed economico dei paesi, dei borghi e delle città italiane.

Luciano Vanni [fondatore di Civitates].



Con questa presentazione si è voluto mettere in evidenza l'importanza dello sviluppo di sistemi tecnologici integrati per la gestione della sicurezza e la mitigazione dei rischi delle aree archeologiche in generale.

***“Technology alone cannot guarantee security,
but without technology
no security can be guaranteed”***

Il sistema tecnologico integrato presentato è **REPLICABILE** in altri siti, in quanto è **modulare** e **flessibile**, in qualsiasi momento, è possibile aggiungere ulteriori dispositivi/sensori o componenti, grazie alla tecnologia **IoT** utilizzata.



MiBAC: alberto.bruni@beniculturali.it

CNR: luca.papi@cnr.it

**IMPATTO SOSTANZIALE
SUL TERRITORIO** in
esame
con **RAFFORZAMENTO
della CAPACITA' di
INNOVAZIONE**

- RISPOSTA alle SFIDE CLIMATICHE e
AMBIENTALI**
- BENEFICI importanti per la SOCIETA'**



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

