



# Ramses. Il rilievo di una città

**Ca' Farsetti, sala del Consiglio**  
mercoledì 29 giugno 2011, ore 10.30

Sin dalla sua nascita, Insula ha lavorato per la salvaguardia e la manutenzione di Venezia, credendo fermamente che una città così unica al mondo abbia bisogno di una continua attenzione e di strumenti altrettanto unici e di eccellenza. *Ramses* è uno strumento coerente al mandato originario della società e in questo senso è stato pensato e finanziato. In un panorama complessivo di difficoltà economica, Insula in questi ultimi anni ha posto particolare accento agli interventi che potessero contribuire alla riduzione dei costi e alla semplificazione delle procedure – senza comunque rinunciare a livelli di alta qualità – e *Ramses* crediamo sia uno strumento di eccellenza con grandi potenzialità.

Il suo sviluppo richiede, tuttavia, ulteriori investimenti che – nonostante l'impegno dell'amministrazione comunale – oggi non sono reperibili, visto che la città non ha più quelle risorse necessarie alla sua sopravvivenza. Anche in questa occasione vogliamo ricordare che a causa del mancato rifinanziamento della Legge speciale da parte dello Stato, negli ultimi anni si è verificato un drastico rallentamento dei lavori che ha comportato il blocco del *Progetto integrato rii*, un programma che vedeva concordemente coinvolti Stato, Regione e Comune. Di questo passo il rischio, oggi molto reale, è quello di non avere i mezzi per continuare il necessario processo di manutenzione programmata del centro storico e riconsegnare la città a quell'irreversibile degrado che in passato aveva compromesso le sue rive, le sue fondamenta, i suoi meravigliosi palazzi, ma anche la sua attività quotidiana e sociale.

*Paolo Sprocati*  
*presidente Insula spa*

Solo a Venezia, probabilmente, poteva essere sviluppato un progetto tanto ambizioso e innovativo per la salvaguardia e la tutela del tessuto urbano.

*Ramses*, infatti, costituisce senza dubbio una punta avanzata nell'implementazione dei sistemi di rilievo altimetrico, modellazione spaziale e scansione tridimensionale perché pensato, sviluppato e testato sulla città di Venezia che, una volta di più, si dimostra "laboratorio" perfetto per la creatività e l'innovazione.

A Venezia, le esigenze di progetto sono diverse dall'usuale e, quasi sempre, più sfidanti.

A Venezia, le modalità con cui i progetti vengono sviluppati e resi esecutivi sono più complesse che altrove e, spesso, pongono i ricercatori e i progettisti di fronte a situazioni che aguzzano l'ingegno.

A Venezia, infine, la possibilità di testare sul campo i sistemi e i prodotti sviluppati porta con se l'incredibile rinomanza e risonanza del Luogo.

I risultati ottenuti sono lì a testimoniare la bontà del progetto e la sua "indispensabilità" per comprendere compiutamente il contesto in cui opera chi fa manutenzione urbana, salvaguardia e tutela di Venezia.

Sono lì, anche, a testimoniare che la delicatezza e la "fragilità" della nostra Città ha bisogno di strumenti come questi per essere governata e guidata nella sua modernità.

Testimoniano, infine, che le risorse dedicate allo sviluppo di questi sistemi, sono investimenti imprescindibili per la conoscenza approfondita del territorio che, unica, consente di intervenire sapientemente per la sua salvaguardia e tutela. A Venezia e altrove.

E, tuttavia, Venezia può credibilmente candidarsi a essere leader mondiale nell'implementazione di sistemi tecnologici innovativi, da esportare anche laddove esigenze analoghe possono trovare soluzioni, a volte, più facili.

*Antonio Paruzzolo*  
*assessore attività produttive e società partecipate*

La possibilità di utilizzare *Ramses* importante “aggregato” di conoscenza, impegno e tecnologia, consentirà di poter disporre di un fondamentale strumento, unico nel suo genere, il quale potrà essere messo al servizio della Città per diverse applicazioni tra le quali spicca il contrasto al fenomeno delle acque alte che rappresenta per Venezia un problema di non facile soluzione.

Consentire, infatti, l’ottimizzazione della gestione e della fruibilità della città, grazie alla conoscenza dell’andamento “plano-altimetrico” della pavimentazione risulterà di fondamentale importanza in occasione delle alte maree al fine di prevedere i potenziali danni derivanti dagli allagamenti del territorio.

Grazie all’elaborazione dei rilievi effettuati mediante *Ramses* si potrà ottenere un nuovo e accurato sistema tridimensionale il quale consentirà di migliorare la conoscenza della transitabilità pedonale in funzione del livello di marea e della lunghezza dei percorsi dove risulta necessario predisporre le “passerelle”.

Ottenere una rappresentazione in termini reali di tutte le informazioni relative alle quote altimetriche aprirà sicuramente importanti scenari apportando significativi benefici alla tutela della Città di Venezia.

*Alessandro Maggioni*  
*assessore lavori pubblici*

# Ramses. Il rilievo di una città

## Il progetto Ramses

Il primo rilievo al mondo tridimensionale al centimetro della pavimentazione di una città. Ecco RAMSES (acronimo di Rilievo Altimetrico, Modellazione Spaziale E Scansione3D) che rileva con una precisione centimetrica la pavimentazione del centro storico di Venezia. Promosso dal Comune di Venezia e attuato da Insula spa, il progetto è stato realizzato dall'associazione temporanea di imprese Tecap studio srl (Studio Valle) e Innova Technology Solutions spa.

Si tratta di un rilievo unico al mondo sia per la quantità di dati raccolti, sia per la precisione millimetrica, ma soprattutto per l'integrazione di tecnologie classiche e d'avanguardia, che ha disegnato il punto zero della città: un'immensa fotografia in tre dimensioni dell'esistente, con dettagli capillari sull'intera scala urbana. Tutta la viabilità pedonale, in pratica, per uno sviluppo lineare di calli e campielli di circa 140 chilometri e con un totale complessivo di circa 1 milione di metri quadrati.

## Il punto di partenza

Per garantire la gestione e la fruibilità della città e delle sue infrastrutture, ancora di più nel contesto veneziano e insulare, è necessaria una migliore conoscenza del territorio.

Infatti, conoscere l'andamento plano-altimetrico della pavimentazione è indispensabile per il Comune di Venezia soprattutto in occasione delle alte maree, sia per garantire la transitabilità pedonale, sia per prevedere i danni derivanti dagli allagamenti. Il modello delle pavimentazioni utilizzato a Venezia fino al 2010 si basava su una banca dati continuamente aggiornata grazie ai rilievi eseguiti per elaborare progetti integrati di manutenzione della città. Si trattava però di un insieme di informazioni composite ed eterogenee per densità, precisione e affidabilità, che consentivano di predisporre un modello altimetrico della città discretizzato mediamente solo a 10 cm. Trascorso ormai quasi un ventennio dall'ultima campagna di rilievo completa della città di Venezia, il modello presentava spesso imprecisioni ascrivibili alla scarsa densità dei dati di origine e risultava poco significativo per l'ampio intervallo di discretizzazione. Sulla base di tale banca dati non avrebbe, tuttavia, avuto significato discretizzare il modello a intervalli di quota minori di 10 cm.

L'utilizzo di tale riferimento per prevedere le conseguenze dell'acqua alta a Venezia comportava spesso errori nella valutazione della transitabilità pedonale in funzione del livello di marea, della lunghezza dei percorsi dove è necessario predisporre le passerelle e della quota di esondazione delle soglie private.

Dalla constatazione della necessità di usufruire del supporto di uno strumento maggiormente dettagliato è nato Ramses, un rilievo topografico e laser scanner caratterizzato da omogeneità nella precisione (altimetrica di 1 cm e planimetrica di 2 cm) e nelle modalità di esecuzione, nonché da una maglia molto più fitta (2500 punti al metro mq), da cui è possibile generare un modello tridimensionale a curve di livello più preciso, discretizzato a 1 cm. In questo modo Ramses consente di ridurre considerevolmente gli errori di valutazione della transitabilità delle pavimentazioni, della stima dei percorsi delle passerelle e della quota di esondazione delle soglie degli edifici, in funzione del livello di marea.

## Le fasi di sviluppo

Le attività di campagna si sono sviluppate in più riprese sia per la parte topografica, sia per quella laser scanner. Con la campagna topografica sono state materializzate più reti al fine di garantire una precisione centimetrica per il sistema complessivo di controllo. Nuova rete topografica, quindi, costituita da una maglia Gps (65 capisaldi nel centro storico) che costituisce l'inquadramento generale. In seguito il raffittimento della rete planimetrica che collega ogni calle della città alla rete principale. La livellazione di alta precisione (che definisce

i dislivelli della superficie fisica del terreno), inoltre, congiunge nel sistema oltre 4.400 capisaldi.

Per le attività di campagna del rilievo laser – metodologia che, rispetto ad altre tipologie, è stata preferita per la rapidità e completezza di acquisizione delle informazioni – sono utilizzati due strumenti scanner laser con l’ausilio di quattro squadre composte, a loro volta, da tre operatori. La scelta di questa impostazione ha garantito continuità sia alla fase di rilevamento, sia allo sviluppo dell’intero progetto.

La strumentazione utilizzata ha permesso l’acquisizione durante la fase di ogni singola scansione di quasi 8.500 punti al metro quadro. Mediante l’impiego di una postazione mobile realizzata *ad hoc* per Venezia, sono state realizzate oltre 20.000 scansioni. Ogni singola scansione ha rilevato un piccolo pezzo della pavimentazione e, unita con le scansioni circostanti e riagganciata al sistema di inquadramento, ha concorso a identificare l’esatta posizione di un fitto numero di punti nello spazio (fino a 7.000 punti per metro quadro). Grazie a successive elaborazioni con software specifici, si sono ottenute le rappresentazioni tridimensionali.

Il laser scanner ha permesso, in questo caso, la creazione di un archivio di elementi estremamente dettagliato e preciso utile alla gestione della manutenzione; dato, questo, che sarà possibile integrare periodicamente con successive attività di campagna finalizzate all’osservazione di uno specifico fenomeno.

## I risultati

I numeri sviluppati dal progetto Ramses sono stati veramente considerevoli. Difatti, sono stati acquisiti circa 140 mila scatti fotografici, 20 mila panoramiche cilindriche e 20 mila scansioni laser. Sono stati rilevati in 3D nove ponti del centro storico: degli Scalzi, di Rialto, della Cereria, de la Sbiaca, Foscari, delle Guglie, dei Tre Archi, Santa Margherita e il recente ponte della Costituzione progettato da Santiago Calatrava. Sono stati elaborati, inoltre, circa 60 tera byte di dati elaborati mediante procedure *ad hoc* e ricercate operazioni di reverse engineering. Il dato certo delle scansioni 3D in nuvole di punti ha permesso, quindi, la ricostruzione fedele al centimetro dell’andamento planimetrico della pavimentazione del centro storico di Venezia tramite la creazione di curve di livello equidistanti tra loro un centimetro.

Nella fase di post-processo si è inoltre estrapolata la ricostruzione dell’attacco a terra di tutti gli edifici, e l’individuazione di tutte le forature presenti nelle cortine murarie fino a un’altezza di 120 cm dalla linea di terra. Ciascun livello d’informazione è stato restituito tridimensionalmente e georiferito. Sono state individuate e mappate le discontinuità presenti nella pavimentazione (rampe, scalini, accessi ai ponti e l’intero arredo urbano della città).

Dalle nuvole di punti, inoltre, è stata disegnata la reale posizione di tutti i tombini presenti nella pavimentazione pubblica. I singoli elementi, una volta censiti, sono stati collegati in un database che descrive singolarmente le caratteristiche, la rete di appartenenza e le informazioni principali del singolo oggetto: sono stati catalogati in totale quasi 80 mila elementi tra caditoie, tombini, prese e chiusini presenti in città.

Ramses possiede anche il primato di essere la prima cartografia realizzata in scala uno a uno e rilevata da terra tridimensionalmente.

I risultati ottenuti sono stati il frutto di un’intensa attività di ricerca e sviluppo che ha visto il coinvolgimento di giovani eccellenze italiane. L’utilizzo di queste metodologie, la fase di post produzione, il controllo e la gestione dell’intero processo produttivo hanno visto l’impiego di un’apposita equipe che ha avuto il compito di eseguire particolari protocolli e procedure per la verifica dei dati.

## Ramses

committente  
Comune di Venezia  
stazione appaltante  
Insula spa  
importo  
1 milione di euro  
responsabile del procedimento e direttore tecnico Insula spa  
ing. arch. Ivano Turlon  
progetto definitivo e direzione dei lavori  
ing. Rudj Maria Todaro coll. ing. Luisa Facchin  
progetto esecutivo  
Tecap studio srl e Innova Technology Solutions spa  
consulenti della direzione lavori  
prof. Vladimiro Achilli e geom. Giuseppe Zambon  
collaudo tecnico in corso d’opera  
prof. Giorgio Vassena  
collaudo amministrativo  
ing. Paolo Canestrelli  
impresa esecutrice  
ATI Tecap studio srl e Innova Technology Solutions spa

### rilievo rete topografica

Tecap studio srl

### rilievo laser scanner

Innova Technology Solutions spa

## **Vantaggi per la città**

*L'innovazione tecnologica per la realizzazione di strumenti che migliorano la qualità dei servizi e la vita nel quotidiano*

Ramses ha restituito una fotografia in 3D a scala urbana dell'intera viabilità pedonale da cui è possibile ricavare i dati quantitativi e qualitativi alla base di una corretta valutazione dei necessari processi manutentivi quotidiani, che indirettamente qualificano e migliorano la vita della collettività.

Con il completamento di questo rilievo, infatti, potranno migliorare alcune attività che hanno un profondo impatto sulla vita di tutti i giorni: conoscere con precisione le quote della pavimentazione consentirà di prevedere l'estensione della superficie soggetta ad allagamento, tutte le quote delle soglie e di ottimizzare l'allestimento delle passerelle per assicurare la transitabilità di uomini e merci.

In particolare, ogni veneziano potrà conoscere la quota della soglia della propria abitazione e cautelarsi nel caso in cui si prevedano maree che raggiungano un'altezza superiore. Collegandosi via internet da casa, i cittadini ma anche i turisti sapranno in anticipo i percorsi fruibili.

Vantaggi quindi per i cittadini per i tecnici.

I tecnici, infatti, potranno contare su un modello utile per simulare i danni derivanti dalle maree e per individuare le aree in cui sarà necessario concentrare tutti gli interventi di difesa. Questo progetto – individuando la reale quota altimetrica della pavimentazione pubblica veneziana – rappresenta uno degli elementi essenziali del piano di interventi locali di salvaguardia della città dalle acque alte per tutti gli enti competenti, che prevede l'impermeabilizzazione dei muri di sponda di molte isole del centro storico e in alcuni casi l'innalzamento della pavimentazione.

Censendo tutti i tombini e le caditoie, questo rilievo planimetrico e fotografico – messo a disposizione degli enti che operano sul sottosuolo – potrebbe agevolare i lavori di manutenzione sulle reti idriche, fognarie, elettriche e telefoniche.

E nuove possibilità – se sviluppate – per gli amministratori.

La realtà delle città storiche italiane, pervasa oggi da un desiderio di valorizzazione, recupero e riqualificazione, al di là dei grandi progetti utopistici, vive nella sua quotidianità il problema del suo deperimento e della sua manutenzione urbana.

Venezia è la città simbolo di queste problematiche particolari e complesse – la continua erosione delle fondamenta dei palazzi, il moto ondoso, l'umidità di risalita, a cui si somma la presenza di milioni di turisti e pendolari che ogni giorno calpestano il suolo della città – e un rilievo tridimensionale, se esteso ai fabbricati nella loro interezza, potrebbe costituire uno strumento nuovo e innovativo in grado di agevolare sia il controllo sia la manutenzione dell'esistente.

Ramses, quindi, apre le porte a situazioni complesse: dal fenomeno delle subsidenze a operazioni che riguardano il monitoraggio di fenomeni cinematici, dalla necessità di avere dati concreti e disegni reali su cui operare nel campo della diagnostica al consolidamento e restauro del patrimonio architettonico. Integrando questi dati è possibile infatti arricchire la cartografia di base ottenuta, per realizzare nuove cartografie tematiche e nuovi modelli di sistemi di controllo innovativi sulla base di uno strumento comune. Ad esempio, dalle nuvole di punti acquisite a Venezia, con opportune elaborazioni e con l'ausilio di software adeguati è possibile, mediante la riflettanza dei materiali, verificare la presenza di vegetazione, il tasso di umidità e la luminanza, in base alla quale è possibile mappare il degrado di un edificio.

Oltre allo sviluppo di strumenti urbanistici o architettonici (indispensabili al fine di programmare la manutenzione di un centro storico complesso), questo modello tridimensionale potrebbe essere utilizzato per la rappresentazione di percorsi realistici virtuali, creando un sistema informativo di più ampio respiro, dove le informazioni storiche, culturali e turistiche possano essere accessibili con semplicità e immediatezza.

## **Chi è e cosa fa Insula**

Insula è una società interamente pubblica, braccio operativo del Comune di Venezia nella realizzazione di opere di manutenzione urbana e del patrimonio edilizio pubblico. Insula programma, progetta, appalta e coordina l'esecuzione di questi interventi, riunendo in un unico soggetto le competenze progettuali e di stazione appaltante.

La complessità della struttura della città richiede, infatti, un'alta specializzazione sistemica dei soggetti messi in campo, tanto nella progettazione e nel coordinamento degli interventi, quanto nell'esecuzione materiale. Per risolvere i problemi creati dal tempo, dall'incuria e dalla lenta corrosione dell'acqua, Insula opera sul territorio con un complesso di opere per la salvaguardia del suo patrimonio urbanistico e architettonico: dal risanamento dei muri di sponda per garantire la stabilità delle rive e degli edifici, al mantenimento in funzione del sistema fognario storico per assicurare condizioni igienico-sanitarie ottimali; dal restauro dei ponti e rialzo delle pavimentazioni, per permettere la percorribilità pedonale anche in condizioni di marea elevata, al rinnovo dei sottoservizi (acqua, energia elettrica, gas e telefonia) e il completamento con nuove reti; dai piccoli interventi di manutenzione fino al restauro, il risanamento conservativo e la ristrutturazione per tutelare il patrimonio edilizio.

In questi anni, la società ha risanato il 67% delle sponde e il 63% dei ponti. Procede anche l'attività che riguarda il radicale ripristino e adeguamento del sistema di collettamento e smaltimento fognario: 24 km risanati su un totale di 120. Insula dimostra, con questo progetto, di aver raggiunto un grado di conoscenza nella gestione della manutenzione della città di livello europeo se non internazionale.

**info@insula.it**

**www.insula.it**

**www.ramses.it**

# Ramses: i risultati



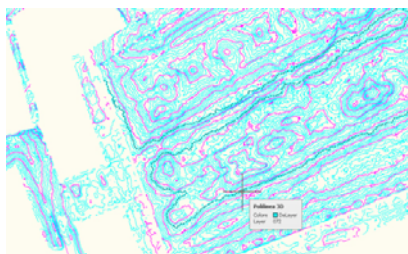
## **i caposaldi**

Più di 4.400 caposaldi sono stati materializzati nel centro storico di Venezia. Si tratta di caposaldi della rete Gps, di quella di raffittimento o di quella di inquadramento.



## **il piano quotato**

Il rilievo ha prodotto un piano quotato con una densità di 2.500 punti al metro quadro. Tutti questi punti sono stati riferiti alla rete di inquadramento e quindi sono georiferiti con una precisione di 2 cm sul piano e di 1 cm in altezza. Da questi punti sono state ricavate le curve di livello e le linee della pavimentazione e gli elementi di discontinuità (i gradini, le soglie, i tombini, le vere da pozzo, le basi dei colonnati).



## **curve di livello**

Dal piano quotato sono state generate le curve di livello con una discretizzazione di 1 cm.



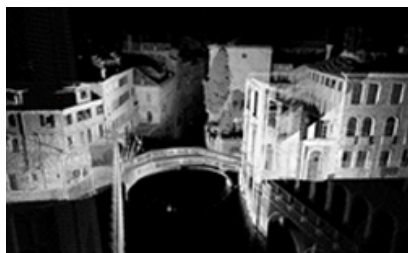
## **pavimentazione e linee di discontinuità**

Dal piano quotato sono state generate le linee di confine della pavimentazione, i limiti a terra degli edifici confinanti con la pavimentazione rilevata, le linee di discontinuità (gradini, ringhiere, arredo urbano, lampioni ecc.).



## **tombini e caditoie**

È stato realizzato un censimento di tutti i tombini e delle caditoie del centro storico. Le tipologie sono state raccolte in un abaco riepilogativo a cui fanno riferimento tutti gli elementi della cartografia.



## **ponti**

Sono stati rilevati con tecnica laser scanner i ponti della Costituzione, degli Scalzi, dei Tre archi, de la Sbiacca, delle Guglie, de la Cereria, Foscari e di Santa Margherita (Innova Technology Solutions spa) e di Rialto (Università di Padova).