Dottorato di Ricerca in Architettura

XXXV ciclo

Tecnologie sostenibili, recupero e rappresentazione dell'Architettura e dell'Ambiente / ICAR 12

Manutenzione dell'ambiente costruito.
Innovazione di processo per una manutenzione condivisa

Coordinatore del Dottorato di Ricerca: **prof. Fabio Mangone**

Tutor: **prof. arch. Maria Rita PInto**

Co-Tutor: (fu) **prof. arch Serena Viola**

Consulente esterno e Tutor aziendale: **Ing. PhD Antonio Novellino, R&D Manager ETT SpA**

Dottoranda: **Maria Giovanna Pacifico**

Anno Accademico 2022 | 2023

Sommario

Introduzione 5

1. La manutenzione del sistema insediativo: approcci consolidati e questioni aperte 14

1.1. Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia e urbana 14

1.2. Gli attuali indirizzi di sviluppo europei e nazionali 28

1.3. La gestione dei patrimoni immobiliari e urbani 36

1.4. Gli attori nel processo manutentivo: ruoli e azioni 49

1.5. L'innovazione del processo edilizio nell'era digitale: il Digital Twin nella gestione dell'ambiente costruito 72

2. Le attività di monitoraggio nella manutenzione dell'ambiente costruito… 79

2.1. Definizioni e strumenti per il monitoraggio del patrimonio costruito 79

2.1.1. Metodologie di monitoraggio 84

2.2. Bisogni emergenti e criticità nella pratica della gestione immobiliare e urbana 90

2.3. Costruzione di un percorso digitale per gli attori coinvolti nel monitoraggio 95

3. MUST v.02. Maintenance Urban Sharing Tool per l'ambiente urbano.. 104

3.1. MUST v.01: uno strumento a supporto del monitoraggio destinato ai condòmini 104

3.2. Requisiti per un applicativo digitale ad utenza allargate per il monitoraggio e la gestione della manutenzione 115

3.2.1. La scomposizione del sistema urbano 118

3.2.2. I guasti del sistema costruito: classificazione e ontologia 131

3.2.3. Adeguamento degli strumenti di monitoraggio destinati al sapere non esperto e intelligenza artificiale per il riconoscimento dei guasti .. 153

3.3. La segnalazione di guasto: avvio del processo di monitoraggio 175

3.3.1. L'organizzazione delle informazioni 178

3.3.2. Il flusso per la segnalazione di guasto 188

3.3.3. L'interfaccia grafica 193

3.4. La gestione della segnalazione 197

3.4.1. Il flusso per la gestione della segnalazione 200

3.4.2. L'interfaccia per la gestione della segnalazione 205

4. Trial dell'app MUST V.02. Trasferibilità e adattabilità 209

4.1. La sperimentazione sul patrimonio Federiciano 209

4.2. La sperimentazione nel Porto Antico di Genova 218

4.2.1. Il progetto DSH2030 219

4.2.2. La città di Genova e il porto 221

4.2.3. Il Porto Antico di Genova 225

4.2.4. Il processo di validazione 231

4.3. Conclusioni 254

Bibliografia 260

Indice delle Figure 304

Indice delle Tabelle 306

ALLEGATI 308

Introduzione

La ricerca è inquadrata all'interno dell'ambito disciplinare della Tecnologia dell'architettura, con particolare riferimento al tema della manutenzione dei sistemi insediativi. Si tratta di una ricerca di innovazione incrementale, finalizzata al miglioramento delle performance e all'incremento delle funzionalità di uno strumento digitale, esistente, destinato all'ambiente costruito. In particolare, si inserisce all'interno di una criticità operativa nei procedimenti manutentivi, in corrispondenza della fase di monitoraggio. Quest'ultima, contribuendo alla definizione di strategie di manutenzione appropriata e alla base di una corretta manutenzione programmata, richiede un investimento in termini di risorse economiche e di personale che, se svolta attraverso una politica di ispezioni regolari, talvolta anche costose e da condurre sulla totalità degli interventi di manutenzione, compresi quelli di lieve entità, risulta non conveniente né sostenibile. Ciò spinge i soggetti gestori ad una progressiva contrazione del personale impegnato nel processo manutentivo. In questo scenario, la diffusione dei sistemi digitali contribuisce a indirizzare le attività di controllo verso modelli che funzionano da remoto, riducendo drasticamente le attività di personale sul campo.

La ricerca, quindi, affronta una domanda di forte attualità, indagando la richiesta di qualità del servizio di manutenzione, misurata attraverso la tempestività degli interventi, grazie al miglioramento dell'efficacia ed efficienza della fase di monitoraggio.

In particolare, obiettivo della ricerca è supportare i proprietari ed i gestori di patrimoni nell'intervenire sulle condizioni di degrado per limitare l'evoluzione dei guasti, agendo sulla tempestività delle segnalazioni.

Programmare la manutenzione è una necessità per promuovere un processo adeguato che si basi sulla conoscenza delle risorse e sulla condivisione delle responsabilità tecniche, organizzative ed economiche. Il contributo di ricerca introduce, inoltre, una riflessione sulla gestione delle risorse in qualità e sul ruolo degli attori in relazione ai materiali, mezzi, servizi, capitali. Nel contesto europeo, l'Italia è il Paese che registra tra le maggiori consistenze del patrimonio edilizio preindustriale: il 30% degli edifici risulta costruito prima della Seconda guerra mondiale, solo il 10% dopo il 1991 (Mercato delle Costruzioni CRESME, 2016). Ciò determina da un lato l'avvicinamento a cicli temporali di deperimento naturale che incide sulle necessità di intervento - la soglia dei 20-30 anni si riferisce ad una fascia del patrimonio edilizio caratterizzata da fenomeni di medio degrado, inoltre i prodotti edilizi realizzati a partire dagli anni '50 registrano una caduta "pressoché verticale" della qualità[1] -, e dall'alto la presenza di un'edilizia obsoleta che non è in grado di rispondere alle esigenze in termini energetici ma anche di modelli abitativi contemporanei. Al tempo stesso si registra, negli ultimi anni, un incremento costante degli interventi di recupero sul costruito, il cui mercato è pari a oltre il 70% del valore della produzione del settore delle costruzioni (CRESME, 2021). Secondo le stime del CRESME, inoltre, gli investimenti complessivi in riqualificazione edilizia, sommando edilizia residenziale e non residenziale, nel 2021 arrivano a un ammontare di quasi 100 miliardi di euro (99,3): 30 miliardi in più rispetto al 2020 e 24 miliardi in più rispetto al 2019. Anche all'interno del panorama europeo, caratterizzato da una media di spesa per gli interventi di riqualificazione degli edifici del 34,9% rispetto alla produttività

[1] Molinari, 1989, *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive, Franco Angeli, pp. 11-12*

totale nella costruzione, l'Italia risulta essere il paese che registra una percentuale di spesa maggiore e pari al 52,5% dai dati del INE (2013) (Rocha & Rodrigues, 2017a). In accordo, inoltre, con EUROCONSTRUCT (2015) (Rocha & Rodrigues, 2017a) la maggior parte della crescita nel settore delle costruzioni proviene da attività di recupero, riqualificazione e manutenzione, che sono circa il 60% del settore residenziale.

Nonostante la rapida crescita di spesa e investimenti nel settore della manutenzione, il passaggio da un'impostazione di carattere episodico a un approccio basato sulla programmazione è particolarmente lento, legato dapprima alle specificità tecnologiche e alle compatibilità materico-costruttive, e poi segnato dalle istanze di ottimizzazione logistica ed economica delle attività.

Le linee di indirizzo europee, improntate a principi ormai sedimentati di crescita sostenibile, promuovono il recupero e la manutenzione in un'ottica di sviluppo circolare, attraverso la conservazione e il riutilizzo delle risorse esistenti, la drastica riduzione dei processi di consumo di suolo, la digitalizzazione dei processi di sviluppo, gestione e cura

Gli obiettivi che hanno indirizzato la ricerca si collocano sia nei campi dell'indagine e dell'analisi, intese come imprescindibili fasi propedeutiche per qualunque proposta progettuale, sia nell'ambito della progettazione vera e propria, perché il punto di ingresso alla ricerca è un prodotto, esistente, di supporto al monitoraggio del sistema costruito, su cui si operata una strategia di innovazione incrementale.

Il primo obiettivo è stato fare un avanzamento nell'ambito della manutenzione del sistema urbano. La manutenzione urbana, come è consolidato nell'ambito del sistema edilizio e dei patrimoni immobiliari, deve avere come base di

partenza la scomposizione del sistema tecnologico. Quindi la ricerca si è occupata del progetto della scomposizione del sistema tecnologico urbano per ovviare a due necessità:

- *mancanza di una scomposizione del sistema urbano per la manutenzione, che intende proporsi per costituire una norma UNI;*
- *implementazione di un sistema di scomposizione a più livelli di dettaglio, a supporto del dispositivo digitale per il monitoraggio.*

Il secondo obiettivo è stato impostare le basi per un processo manutentivo innovativo che, attraverso uno strumento digitale, veda il fruitore (inteso quale sapere non esperto), con un ruolo attivo nella fase di monitoraggio; in grado di esprimere le sue esigenze attraverso la segnalazione dei guasti riscontrabili sui dispositivi tecnologici del sistema urbano. Più in generale l'obiettivo è porre le basi per una attività ispettiva svolta con strumenti digitali destinati a diverse tipologie di fruitori (cittadini, turisti, fruitori occasionali e temporanei, etc.) che siano in grado di ricoprire un ruolo attivo all'interno del processo manutentivo, per dare supporto al gestore e al tecnico nella fase di monitoraggio e quindi diagnostica e programmatoria. Con questo intento la ricerca si è occupata di individuare delle modalità di facilitazione all'utilizzo di strumenti, tradizionalmente demandati ai tecnici e agli operatori specializzati, da parte di utenti non esperti:

- *attuando una indagine sulla comprensione del linguaggio specialistico da parte del sapere non esperto;*
- *attuando delle strategie per rendere comprensibile il linguaggio specialistico;*
- *utilizzando algoritmi di intelligenza artificiale che siano in grado di riconoscere i guasti e proporre un suggerimento all'utente.*

Ciò con l'intento: da un lato, di ridurre le tempistiche di rilevazione di un guasto, riducendo la possibilità di errore; dall'altro, migliorando la capacità di individuare, tempestivamente, adeguate strategie di intervento da parte dei gestori e degli operatori.

Il terzo obiettivo è stato individuare i requisiti per un applicativo digitale destinato a un ampio ventaglio di utenti, da un lato il sapere esperto che, per attuare una adeguata gestione e risoluzione del guasto, deve avere un data-base e un'interfaccia strutturati in modo tale che l'informazione di guasto ricevuta attraverso l'applicativo sia univoca, chiara, e già discretizzata; dall'altro il sapere non esperto che deve essere in grado di fare una segnalazione di guasto, univoca e non duplicata, utilizzando la terminologia più adeguata e riducendo al minimo la possibilità di errore.

La metodologia di ricerca si compone di più fasi interrelate tra loro con relazioni di tipo circolare che hanno permesso di volta in volta il ritorno alla fase precedente per una rimodulazione delle scelte di progetto.

La prima fase, di ricerca, ha analizzato:

- *lo stato dell'arte relativo alla disciplina della manutenzione dei sistemi edilizio e urbano, con uno sguardo al corredo teorico di riferimento e alla normativa di consiglio;*
- *gli attori coinvolti nel processo manutentivo, le azioni e gli strumenti a supporto per ciascuno di essi;*
- *le nuove domande e le sfide a cui l'Europa chiede di rispondere;*
- *il monitoraggio del sistema insediativo all'interno del processo manutentivo.*

La fase di progetto si è incentrata sullo sviluppo di uno strumento digitale composto di una componente che supporta il monitoraggio attraverso

ispezioni visive, destinata anche al sapere non esperto, e una componente per committente, gestore, e tecnici destinata al monitoraggio dell'evoluzione dei processi di guasto, il controllo della qualità degli interventi, e alla programmazione e individuazione delle attività manutentive più adeguate.

Nella fase di test è stata indagata la funzionalità dell'applicativo in relazione alle due classi di criticità emerse: quella legata al sistema urbano e all'apertura del processo ad un nuovo attore.

La versione beta dello strumento è stata testata su due contesti differenti, sia per scenario attoriale che per tipologia di asset: gli edifici a destinazione universitaria, parte del patrimonio immobiliare dell'ateneo Federiciano, ed il complesso sistema di aree e edifici gestiti dalla società del Porto Antico di Genova.

In particolare, la sperimentazione sull'asset del Porto Antico di Genova è stata inserita all'interno del progetto Digital and Sustainable Harbour 2030 (DSH2030), per la costruzione di un gemello digitale del porto antico. In questo contesto, lo strumento consente l'incremento del flusso di dati in ingresso per il controllo delle performance dei diversi asset. È stato possibile validare il flusso correlato al monitoraggio del sistema urbano da parte del sapere esperto, e contestualmente, la possibilità e le potenzialità dell'applicativo come un segmento all'interno di uno strumento di supporto alle decisioni per la gestione del sistema urbano.

Gli impatti sul processo incidono soprattutto sulle fasi di programmazione e controllo, attraverso uno strumento per i fruitori che intenda dare risposta alle loro esigenze, un vero canale di dialogo con il sapere non esperto. L'urgenza sociale diviene uno dei parametri del processo diagnostico e indirizza la scelta e la programmazione delle attività manutentive.

Lo strumento così progettato determina un mutamento delle dinamiche in atto tra gli attori che prendono parte al processo. L'originalità della tesi risiede nell'affrontare l'innovazione di processo attraverso un prodotto costruito per il coinvolgimento di un'utenza allargata, che permette di contenere i costi della fase di monitoraggio e favorire la tempestività degli interventi. Quando il fruitore, ricopre un ruolo attivo nel processo di monitoraggio, dichiara le sue esigenze, le manifesta, contribuendo al miglioramento dei processi programmatori e gestionali delle attività manutentive da condurre sul sistema costruito.

La ricerca svolta nei tre anni di dottorato è caratterizzata da attività di tirocinio formativo all'interno dell'azienda ETT S.p.A. e di collaborazione con la Startup MUST S.r.l.

Presso ETT S.p.A., azienda leader nell'innovazione digitale, con numerosi progetti all'attivo nell'ambito di strumenti digitali a supporto della fruizione di città, beni culturali e turismo, nonché di gestione edilizia e infrastrutture, ho svolto un tirocinio di 8 mesi, dal 1° marzo al 31 ottobre 2021, lavorando sul progetto in seno alla Startup Maintenance Urban Sharing Tool S.r.l. (MUST S.r.l.), di cui ETT è uno dei proprietari e sul progetto Digital and Sustainable Harbour 2030 (DSH2030), piattaforma di sperimentazione del progetto di tesi. In particolare, Maintenance Urban Sharing Tool S.r.l. è una startup costituitasi il 23 settembre 2021 e MUST è il progetto per lo sviluppo di un applicativo per il monitoraggio in progress dell'ambiente costruito, che nasce come trasferimento tecnologico del progetto METRICS (partner DiARC, ETT S.p.A., STRESS S.c.a.r.l.); mentre il progetto DSH2030, è un progetto per la creazione di un modello digitale del porto Antico di Genova, attraverso IoT, 5G e

intelligenza artificiale, per sperimentare un modello innovativo di gestione dell'area, in ottica di sostenibilità ambientale.

Durante questo periodo in azienda, è stato possibile sviluppare la versione beta di un'applicazione mobile e web (MUST v.02) a servizio del monitoraggio del sistema costruito e della gestione delle ispezioni e degli interventi manutentivi. In particolare, l'applicazione web ha tra i suoi caratteri innovativi la peculiarità di essere progettata per un'utenza allargata, ovvero fruibile dal sapere comune che entra a far parte del processo manutentivo nella fase di monitoraggio: attraverso l'app mobile gli viene chiesto di effettuare delle segnalazioni dei guasti che interessano il sistema urbano.

Accanto allo sviluppo dell'applicazione, è stato possibile sperimentare un algoritmo di intelligenza artificiale in grado di riconoscere i guasti presenti sulle superfici degli edifici.

Il progetto si è confrontato a livello nazionale e internazionale su due distinti fronti, quello più strettamente connesso al mondo della ricerca e contestualmente quello legato al mondo dell'impresa e più specificatamente delle startup. Il progetto di Startup MUST è stato presentato agli eventi SMAU Londra e Milano 2022, organizzati per incoraggiare investitori e imprenditori londinesi e italiani a scoprire come le startup e gli incubatori italiani siano attualmente in rapida espansione, offrendo strumenti cruciali per l'innovazione aziendale e facendo da ponte tra le imprese e il mondo della ricerca. In quella sede è stato presentato il funzionamento dell'applicativo distribuito da MUST S.r.l. (https://www.smau.it/london/exhibitors/must-s-r-l, https://www.smau.it/milano/partners/must-srl-maintenance-urban-sharing-tool) all'interno delle Pitching sessions e durante incontri One-to-One con investitori e possibili compratori del prodotto.

Per l'implementazione dell'algoritmo di intelligenza artificiale per il riconoscimento dei guasti del sistema urbano è stata attivata una collaborazione con il Machine Learning Genoa Center (MaLGa) del Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi dell'Università di Genova (DIBRIS -UNIGE).

È stato inoltre organizzato un tavolo multi-attoriale teso a mostrare i risultati della ricerca e quindi delle sperimentazioni condotte, per discutere delle modalità in cui l'applicativo possa rispondere alle diverse esigenze di ciascuno degli attori, portavoce di varie categorie: dai gestori di ampi patrimoni immobiliari, a studiosi ed esperti in ambito di innovazione e manutenzione.

1. La manutenzione del sistema insediativo: approcci consolidati e questioni aperte

1.1. Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia e urbana

La definizione più recente del termine «manutenzione» riportata nella Norma UNI EN 13306:2018 la definisce come "combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative, e gestionali durante il ciclo di vita di un'entità, destinate a mantenerla o riportarla in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta", pone particolare attenzione all'insieme di azioni che si debbano compiere su "un'entità" durante il "ciclo di vita".

La prima definizione di manutenzione è tratta dalla British Standard (BS 3811, 1964) che descrive la manutenzione come "*a combination of any action carried out to retain an item in, or restore it to an acceptable condition*", Lee (1976a, p. 14) all'interno di questa definizione pone l'accento sui termini "*retain*" e "*restore*" sottolineando come il primo rimandi ad interventi svolti in anticipo, e quindi riferito ad una manutenzione di tipo predittivo, e come il secondo rimandi invece a pratiche intraprese dopo l'avvento del guasto, e quindi riferito ad una manutenzione di tipo correttivo; così come evidenzia il termine "*acceptable condition*" correlandolo allo stato di accettazione da parte dei committenti ("*the person paying for the work*") e dei recettori del servizio. Venti anni dopo Gasparoli & Talamo (2006, pp. 240–241) nel riportare la stessa definizione sottolineano, oltre agli aspetti già richiamati da Lee, il termine "*combination of any action*" correlato al carattere sistemico dell'approccio manutentivo. Nel 1972 il Building Maintenance Committee fornisce una

definizione[2], che rispetto alla precedente introduce i concetti di obsolescenza, visto il concetto "*currently acceptable standard",* e la finalità di miglioria ("*improve ever facility*"). Inoltre, questa definizione introduce il concetto di valore che è connesso al ciclo di vita e ai requisiti del complesso meccanismo che può corroborare e conservare il valore del costruito nel tempo. (Chanter & Swallow, 2008). Nel 1993, la UNI 10147, che integra le definizioni della UNI 9910: 1990, precisa che le azioni manutentive non riguardano solo l'ambito tecnico, ma anche quello amministrativo. E infatti, come sostengono anche Pintelon & Parodi-Herz (2008) la manutenzione non si occupa solo di questioni tecnologiche, ma è una combinazione di gestione, operazioni, tecnologia e strategie aziendali, avendo mutuato alcuni concetti propri dell'industria relativi al raggiungimento dell'"ottimizzazione del ciclo di vita totale degli asset"[3], attraverso la gestione della manutenzione.

Le prime ricerche scientifiche, in ambito di manutenzione edilizia, ne teorizzano il passaggio da attività riparativa ad una condotta secondo "un piano prestabilito fondato su previsioni, procedure di controllo e utilizzo di dati di archivio" (Lee, 1976, tr. it. 1993). I concetti di programmazione, previsione, strategie manutentive, sono mutuati dall'ambito industriale; è in questo settore che durante gli anni della diffusione del taylorismo e dello sviluppo della produttività, evolve il concetto di manutenzione dall'impostazione di carattere correttivo ed episodico (Pinto, 2012a, p. 33).

---

[2] "Work undertaken in order to keep, restore or improve ever facility, i.e., every part of the building, its services and surrounds to a currently acceptable standard and to sustain the utility and value of the facility."

[3] massimizzare la disponibilità di impianti/attrezzature e l'affidabilità di questi asset al fine di raggiungere gli obiettivi operativi/commerciali (Pintelon & Parodi-Herz, 2008).

È a partire dagli anni Ottanta del Novecento che la manutenzione programmata, in ottica preventiva, è applicata ai sistemi edilizi (Molinari et al., 1981). Dal paradigma della manutenzione come riparazione, si passa ad un approccio che interpreta la manutenzione come attività programmatoria, con capacità previsionale e organizzativa, esercitata a fini preventivi e correttivi (Molinari, 1989). L'obiettivo principale della manutenzione in questo ambito è quello di mantenere in efficienza il sistema costruito, nel suo ciclo di vita utile, al fine di mantenere gli standard prestazionali, conformemente alla destinazione d'uso ed alle attività in esso svolte (Di Giulio, 1995).

Talamo (1998) discuteva del processo di profonda trasformazione che invadeva l'ambito della manutenzione edilizia, in riferimento sia ai paradigmi di riferimento, sia alla prassi operativa: l'elemento innovativo era il superamento delle categorie di manutenzione ordinaria e straordinaria, e di una prassi intesa come sommatoria di interventi isolati, puntuali e circoscritti nel tempo, per il riadattamento alla manutenzione edilizia dei tre principi fondamentali[4] di manutenzione industriale: razionalizzazione, previsione e prevenzione; produttività; pianificazione, organizzazione e controllo. Contestualmente il paradigma di riferimento della manutenzione come riparazione è sostituito da tre visioni innovative della manutenzione Talamo (1998):

- *manutenzione come sistema*[5]

---

[4] *In particolare, il concetto di razionalizzazione delle risorse si sposa con quello di previsione dei comportamenti nel tempo e la prevenzione degli eventi inficianti le condizioni di qualità prestabilite; la produttività la connette alla fase di progettazione e produzione; la manutenzione è il risultato di un processo ricorsivo che vede inscindibilmente connessi pianificazione, organizzazione e controllo (Talamo, 1998, p. 2).*

[5] *Considerare la manutenzione come sistema significa riconoscervi il carattere di attività complessa, di conseguenza richiede un approccio globale e l'operatività all'interno di "reti di relazioni pluridisciplinari". I fattori di complessità che la caratterizzano sono:*

- *manutenzione come servizio*[6]
- *manutenzione come programma*[7]

Inoltre, alla fine degli anni Novanta del Novecento in Italia, si registrava anche nella normativa cogente[8] il superamento della concezione della manutenzione come sommatoria di interventi isolati, puntuali e circoscritti nel tempo, senza però un vero superamento delle categorie *manutenzione ordinaria*[9] *e straordinaria*[10], essendo ancora in vigore il Titolo IV della legge N.457 del 1978.

---

l'interdisciplinarità, la molteplicità delle scale di lettura, la molteplicità degli operatori, la prevedibilità delle prestazioni nel tempo, l'interdipendenza, la variabilità del processo, la criticità, (Talamo, 1998, pp 3-11).

[6] *La dimensione della complessità della manutenzione si risolve nel concetto di manutenzione come servizio. L'assunzione di questo paradigma comporta delle modifiche nelle organizzazioni che si occupano di manutenzione, così come nei rapporti tra gli operatori. Le variabili economiche, tecniche, e organizzative che influiscono sulla manutenzione ne rendono necessaria una "strategia di servizio". Gli attori che vi prendono parte sono il cliente e il fornitore di servizio, laddove il cliente è portatore di esigenze e controllore delle attività del servizio, mentre il fornitore è colui che assume la "responsabilità della gestione" ed è l'unico referente con l'onere di garantire la permanenza di qualità attraverso il servizio erogato. Il servizio di manutenzione è profondamente dinamico ed è una "funzione" in quanto "varia nel tempo in relazione ai comportamenti dei sistemi, alle variabili contestuali e alla mutazione delle esigenze del cliente, della sua disponibilità finanziaria e delle tecniche di intervento. (Talamo, 1998, pp 11-14).*

[7] "I paradigmi della manutenzione come sistema e della manutenzione come servizio si attuano attraverso il paradigma della manutenzione come programma […] significa operare attraverso lo strumento del piano, secondo una strategia generale, all'interno della quale tutte le attività e le informazioni vengono riferite contemporaneamente ai tempi, ai costi e alle procedure" (Talamo, 1998, pp 21-14).

[8] *Il D.P.R. 554/1999 definisce la manutenzione: "Combinazione di tutte le azioni tecniche, specialistiche e amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'opera o un impianto nella condizione di svolgere la funzione prevista dal provvedimento di approvazione del progetto"*

[9] *Si riporta la definizione più recente confluita nel Testo Unico dell'Edilizia D.P.R. 380/2001 "gli interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti"*

[10] *Si riporta la definizione più recente confluita nel Testo Unico dell'Edilizia D.P.R. 380/2001 "le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienico-sanitari e tecnologici, sempre che non alterino la volumetria complessiva degli edifici e non comportino modifiche delle destinazioni di uso. Nell'ambito degli interventi di manutenzione straordinaria sono*

Categorie che presentano elementi di limitatezza dovuti all'assenza di una visione di previsione e prevenzione dei possibili guasti, di una logica di programmazione, al prevalere della componente sostitutiva rispetto a quella conservativa (Gasparoli & Talamo, 2006, p. 24). Tale terminologia risulta ancora regolare nell'ambito degli aspetti contrattuali e contabili (UNI 10992, 2002; UNI 11063, 2017; UNI EN 13306, 2018) e in particolare, nella tipologia di contratti di *global service* la definizione di manutenzione ordinaria e straordinaria è fondamentale perché determina la linea di confine di responsabilità tecnica ed economica (Furlanetto & Mastriforti, 2000).

Negli ultimi anni, il concetto di manutenzione è cambiato, così come la consapevolezza della sua importanza per la durabilità degli edifici e dei loro componenti (Farahani et al., 2019; Kwon et al., 2020; Shohet et al., 2002). Mentre, tradizionalmente, la gestione della manutenzione si occupava di questioni a breve termine come risorse, costi, manodopera, (Duffuaa et al., 2002) oggi, la gestione della manutenzione guarda a obiettivi a lungo termine come la competitività, la sostenibilità e la strategicità (Velmurugan & Dhingra, 2015). Questi cambiamenti derivano sia dall'aumento del numero e della varietà di edifici che devono essere sottoposti a manutenzione in tutto il mondo (Lind & Muyingo, 2012) ,sia dalla progettazione più complessa, dalle nuove tecniche e dal cambiamento di visione dell'organizzazione della manutenzione (Ferreira et al., 2021; Moubray, 2001; Niu, 2017).

---

ricompresi anche quelli consistenti nel frazionamento o accorpamento delle unità immobiliari con esecuzione di opere, anche se comportanti la variazione delle superfici delle singole unità immobiliari nonché del carico urbanistico, purché non sia modificata la volumetria complessiva degli edifici e si mantenga l'originaria destinazione d' uso"

A partire dalla fine degli anni Novanta del Novecento (Caterina & Fiore, 2005; Fiore & de Joanna, 2002; Fiore, 1998, 1997) si comincia a parlare in maniera sistematica anche di manutenzione urbana. Già a partire dagli anni 80', e con teorie poi consolidate in tempi più recenti, studiosi (Francis, 1989; Hiss, 2010; Levine, 1984) sottolineavano l'attenzione che era necessario riporre nella cura degli spazi pubblici, soprattutto per l'importanza che tali spazi hanno nella vita dei cittadini, poiché hanno un forte impatto sulla concezione del sé, sulla percezione della sicurezza, sul benessere e sulla salute. Tra le fine degli anni Ottanta e l'inizio degli anni Novanta Dioguardi & Ragnini (1984), parlavano di manutenzione della città come di "[…] insieme delle attività organizzate, finalizzate al costante controllo della prestazionalità e funzionalità delle strutture cittadine (comprendenti gli edifici, gli spazi e gli impianti asserviti) ed all'espletamento dei lavori di riparazione e revisione, necessari ad assicurarne la fruibilità continua ed il buon stato di conservazione" da questa definizione si può desumere il campo di applicazione della manutenzione urbana (Molinari, 2002, p. 7), mentre Ferracuti (1990) la descrive come "manutenzione di parti di citta, di elementi costituenti il suo sistema" e sottolinea la difficoltà del trasferimento tecnologico della cultura manutentiva dall'ambito industriale a quello urbano, per la complessità dello stesso e delle relazioni che intercorrono tra le parti; complessità derivante anche dalla "esasperata frammentazione dei soggetti che gestiscono le diverse strutture"(Molinari, 2002, p. 8). Estendendo l'oggetto della manutenzione dal campo edilizio a quello della città e delle sue componenti, si possono identificare tre principali elementi di distinzione della città rispetto

all'impianto industriale: lo scopo, l'obsolescenza, l'imprevedibilità[11]. E si registra anche un grado di complessità maggiore dovuto a: numerosi attori, multidisciplinarietà, enorme quantità di informazioni, budget limitato, obiettivi e criteri in conflitto (Jajac et al., 2009). In relazione alla città, inoltre, il processo di manutenzione deve andare al di là del monitoraggio della componente impiantistica o delle emergenze architettoniche, investendo anche la sfera sociale per indagare le cadute prestazionali rispetto alla qualità del servizio richiesto dai cittadini (Fiore, 1998, p. 23).

Gli esiti di tali ricerche hanno riguardato: l'applicazione della logica sistemica al sistema urbano (Fiore, 1998) proponendo una scomposizione del sistema in componenti verticali e orizzontali, a partire dal riferimento della Normativa Tecnica edilizia (UNI 8290-1, 1981) e con l'obiettivo di fornire linee guida per l'individuazione dei caratteri identitari dei luoghi; l'organizzazione dei campi di applicazione della manutenzione urbana e le strutture di gestione delle attività[12] (Molinari, 2002, p. 8); indagini sui guasti e sulle strategie di manutenzione degli "oggetti" individuati (Talamo, 2002); sperimentazione di

---

[11] Dal contributo di Francesco Indovina al Seminario di Studio: "Manutenzione e Aspetto Urbano. Il recupero dell'immagine della città", promosso dal Dottorato di Ricerca in Recupero Edilizio e Ambientale (Università degli Studi di Genova, Palermo, Napoli, Politecnico di Torino) tenutosi a Palermo presso la Facoltà di Ingegneria il 15/06/1992, curato e coordinato da Vittorio Fiore. In particolare: lo scopo per il luogo urbano è in costante mutevolezza, a differenza che quello determinato per una macchina o per un impianto; l'obsolescenza non ha significato per la città alla quale va riconosciuta "funzionalità infinita"; l'imprevedibilità esiste sia per gli impianti meccanici che per le città, quest'ultima soprattutto ha un numero altissimo di imprevisti non codificabili.

[12] Le categorie individuate, in relazione ai diversi problemi posti alla gestione della manutenzione, sono tre: le strutture a rete, assimilabili agli impianti tecnologici tipici delle strutture industriali; le strutture diffuse, tutti quegli elementi della città non assimilabili ad una rete; le strutture puntuali, tutte quelle strutture che pongono minori problemi per gli effetti di una mancata manutenzione.

un sistema informativo per la manutenzione, riferito agli assi stradali di ambiti urbani consolidati, come piccoli centri storici (Caterina, 2005a).

In tempi più recenti si sono sviluppate ricerche sul Facility Management applicato all'ambito delle Smart Cities[13] (Atta, 2021; Atta & Talamo, 2020), che è chiamato Facility Management Urbano (FMU) (Kuijlenburg, 2020; Lindkvist et al., 2021; Temeljotov Salaj & Lindkvist, 2021) . Gli ultimi anni del XX secolo sono stati caratterizzati dall'insorgere di due fenomeni importanti, l'urbanizzazione crescente e la diffusione delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) (Cocchia, 2014). La digitalizzazione dei processi di gestione urbana non sta semplicemente portando i servizi verso soluzioni basate sull'ICT, ma sta ridefinendo in modo dirompente i significati del concetto stesso di città (digitale, ecologica, verde, intelligente, sostenibile, ecc.) (Talamo et al., 2019). I servizi di FMU sono stati interessati da importanti cambiamenti, in relazione all'evoluzione delle soluzioni ICT e all'applicazione dei paradigmi dell'*Internet of Things* (IoT) e dei Big Data, che riguardano aspetti quali: metodi di rilevazione, analisi e gestione dei dati; metodi di comunicazione/interazione con gli utenti; monitoraggio delle prestazioni; metodi di risposta dei sistemi, interazioni di rete, ecc. (Atta & Talamo, 2017). Si registra, però, ancora oggi una lacuna all'interno della normativa tecnica rispetto alla manutenzione urbana (cfr. All.1.1), che regista una disparità di produzione normativa tecnica rispetto a quella relativa all'ambito edilizio.

[13] *Il concetto di Smart City (SC) è emerso alcuni anni fa come una combinazione di "idee su come le tecnologie dell'informazione e della comunicazione potrebbero migliorare il funzionamento delle città"* (Batty et al., 2012). *Sebbene il termine SC stia guadagnando popolarità (ogni giorno più città vengono etichettate come smart), il concetto è considerato ancora un work-in-progress* (Caragliu et al., 2011; Manville et al., 2014).

In generale, le strategie di manutenzione si dividono in due categorie: la manutenzione programmata e quella non programmata (Arbizzani, 1991; Chanter & Swallow, 2008; Di Giulio, 1995; Lee, 1976a; Molinari, 1989; Talamo, 2003): la manutenzione programmata è generalmente descritta come organizzata e intrapresa seguendo un piano predeterminato, mentre la manutenzione non programmata è eseguita senza un piano predeterminato e in risposta a guasti imprevisti.

La manutenzione come programma si attua attraverso lo strumento del piano di manutenzione "operando secondo una strategia generale, all'interno della quale tutte le attività e le informazioni vengono riferite contemporaneamente ai tempi, ai costi e alle procedure" (Pinto, 2012a, p. 34). Il piano non è un documento o un prodotto, ma è costituito da un sistema di azioni e retroazioni che vengono costantemente chiamate e richiamate in causa nel corso nella sua predisposizione e della sua attuazione, ed è una procedura adattabile e flessibile (C. Molinari, 1999, p. 13). Inoltre, è necessaria una comprensione approfondita degli asset da manutenere per prendere decisioni critiche sulle attività manutentive per massimizzare le prestazioni dei componenti evitando guasti durante il funzionamento (Chanter & Swallow, 2008).

I documenti a supporto della manutenzione programmata sono (UNI 11257, 2007; UNI EN 13306, 2018; UNI10874, 2000):

- *piano di manutenzione: previsione del complesso di attività inerenti alla manutenzione di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo orientativi e le strategie di attuazione nel medio e nel lungo periodo; definisce le strategie di intervento e le conseguenti azioni gestionali, manutentive e di controllo. È inoltre lo strumento fondamentale della manutenzione programmata dei beni edilizi, per controllare la*

rispondenza prestazionale ai requisiti e quindi allo standard le qualità assunto come riferimento. All'interno del piano devono essere definiti: standard di servizio, tecniche e costi;

- *manuali di manutenzione: definiscono le procedure di raccolta e registrazione dell'informazione nonché le azioni necessarie per impostare il piano di manutenzione e per organizzare in modo efficiente il servizio di manutenzione; essi devono inoltre guidare la raccolta delle informazioni di ritorno, provenienti dagli interventi di manutenzione e controllo. La redazione dei manuali è strettamente connessa all'utenza di riferimento; si distinguono: manuale di conduzione tecnica; manuale di manutenzione; manuale (libretto) d'uso e di manutenzione;*
- *programma di manutenzione: fa riferimento all'esecuzione delle attività di manutenzione previste dal piano e inserite nel bilancio annuale di spesa. Definisce, sulla base del bilancio annuale:*
  - *risorse (manodopera, materiali e mezzi);*
  - *le modalità tecnico-organizzative;*
  - *la logistica;*
  - *il preventivo di costo per l'esecuzione degli interventi.*

In particolare, il piano di manutenzione si serve, per la stesura, dei dati provenienti dalla fase di conoscenza dell'asset, e, per il suo aggiornamento e ottimizzazione, delle informazioni di ritorno provenienti dalle attività manutentive stesse (UNI 11257, 2007):

- *individuazione delle strategie manutentive;*
- *programmazione nel tempo degli interventi e delle ispezioni;*
- *assegnazione di professionalità specifiche per ogni attività;*

- *individuazione e allocazione delle risorse necessarie;*[14]
- *individuazione delle esigenze degli utilizzatori.*

Le fasi propedeutiche alla predisposizione del piano sono (UNI 11257, 2007):

- *scomposizione dell'immobile in sottosistemi e componenti;*
- *individuazione delle criticità proveniente dalla precedente strategia immobiliare;*
- *definizione delle attività manutentive da eseguire per ogni sottosistema o componente;*
- *individuazione delle risorse disponibili per la manutenzione.*

La fase operativa di attuazione del piano di manutenzione deve essere preceduta da una "verifica puntuale e aggiornata" delle condizioni di funzionamento rispetto allo standard per tutti gli elementi. Ciò implica l'attivazione del servizio diagnostico con compiti di monitoraggio approfondito e mirato (Molinari, 1999, pp. 19–20). Il piano di manutenzione è infatti uno strumento "conoscitivo–organizzativo" del progetto di manutenzione, improntato all'organizzazione di conoscenze pluridisciplinari, restituendo (Fiore, 2002, p. 14) una serie di informazioni che devono confluire ed essere organizzate all'interno Sistemi Informativi (SI) per la manutenzione[15] (UNI 10584, 1997):

- *informazioni tecnico-costruttive dei manufatti edilizi;*

---

[14] *La previsione di spesa per la manutenzione deve prevedere un'analisi dei costi a breve termine, per quantificare il costo degli interventi nell'anno; e una a medio e lungo termine, per verificare l'efficacia economica della politica di manutenzione adottata.*

[15] *La norma lo definisce come "un complesso di norme, procedure e strumenti atti a raccogliere ed elaborare le informazioni necessarie per la gestione delle attività di manutenzione e per il monitoraggio dell'attività degli impianti"; una definizione che rimanda all'origine industriale della manutenzione*

- *quadro prestazionale;*
- *comportamento evolutivo delle sue parti nel tempo.*

Il SI deve essere efficiente e "deve far riferimento, oltre che alla gestione quotidiana del patrimonio edilizio anche alla consistenza tecnica degli edifici, dei materiali, dei componenti e al loro comportamento nel tempo; anche, infine, alle procedure di intervento e ai loro esiti tecnico-economici." (Molinari, 1989, p. 18).

La strategia di manutenzione consiste in una combinazione di politiche e tecniche di manutenzione che variano da struttura a struttura (Van Horenbeek et al., 2010). Numerose sono le strategie di manutenzione, applicabili nei differenti casi e secondo le specifiche esigenze; tuttavia Arbizzani (1991) le raggruppa in due macrocategorie che sono identificabili con:

- ***Manutenzione Correttiva***[16]*: fa tendenzialmente riferimento a malfunzionamenti imprevisti ed è sufficiente per sottosistemi meno critici (intonaco, finestre, tinteggiatura etc..): deve essere adottata solo quando non è possibile adottare misure preventive e quando lo stato di degrado è accettabile.* (UNI EN 15331, 2011)
- ***Manutenzione Preventiva***[17]*: deve essere inserita all'interno di un piano di manutenzione preventiva: può essere necessaria per sottosistemi*

[16] *All'interno del segmento della manutenzione correttiva si distinguono delle sotto -tipologie di manutenzione* (UNI EN 17007, 2018)*:*
A guasto
Differita (può essere programmata)
D'urgenza
Opportunistica

[17] *La manutenzione preventiva è conveniente per elementi tecnici e/o avarie che presentano elevati livelli di criticità, in relazione all'importanza della prestazione e/o della funziona compromessa, alla possibile proliferazione dei guasti e al livello di manutenibilità dell'entità stessa. Può essere praticata secondo tre differenti forme* (UNI 11257, 2007)*:*

critici (strutture, sistemi antincendio, impianti etc.…) ma anche per finiture e operazioni di pulizia (facciate, coperture, bocchettoni, pluviali, grigliati, etc.…). Inoltre, include l'accorpamento di alcune attività di manutenzione per risparmio economico, tempi di manutenzione e di indisponibilità ridotti. (UNI EN 15331, 2011)

Mentre ad esempio Molinari (1989) suddivide la preventiva in due categorie distinte "preventiva di soglia" e "preventiva sotto condizione" descrivendo la correttiva come "manutenzione di emergenza accidentale o a guasto avvenuto".

Anche la manutenzione correttiva può essere riferita al concetto di manutenzione programmata, in relazione a quegli eventi accidentali non previsti per cui è impossibile prevedere una pianificazione delle attività manutentive (Arbizzani, 1991, p. 63). Inoltre, la (UNI EN 13306, 2018) esplicita la ***Manutenzione Predittiva*** come un tipo di manutenzione secondo

---

Preventiva secondo condizione (è adatta ad elementi caratterizzati da un andamento progressivo delle alterazioni e del calo di funzionalità. Gli interventi sono attivati a seguito di attività ispettive)

Preventiva ciclica a data costante o a età costante (interventi effettuati periodicamente e secondo scadenze prefissate per intervalli di tempo)

Preventiva secondo opportunità (operazioni di manutenzione programmata che si può decidere di anticipare rispetto ai tempi previsti, condotte in occasione di interventi già attivati).

E ancora:

All'interno del segmento della manutenzione preventiva si distinguono delle sotto -tipologie di manutenzione (UNI EN 17007, 2018)*:*

- *Ciclica*
- *Attiva (comprende le attività di monitoraggio/ispezione/collaudo)*
- *Eccezionale*
- *Di routine*
- *Autonoma (questa in particolare si distingue dalle altre per l'essere eseguita dal personale di esercizio)*

condizione eseguita in seguito a una previsione derivata dall'analisi ripetuta, o da caratteristiche note e dalla valutazione dei parametri significativi afferenti al degrado dell'entità.

La scelta di una specifica strategia può dipendere dagli obiettivi che si intende perseguire (UNI EN 13306, 2018):

- *garanzia dei livelli di funzionamento richiesto;*
- *attenzione alla sicurezza, alle persone e all'ambiente;*
- *miglioramento della durabilità dell'entità e della qualità del prodotto o del servizio tenendo in considerazione i costi.*

In linea con le indicazioni della UNI EN 17007, 2018, la manutenzione, intesa come processo (UNI EN ISO 9001, 2015) iterativo[18] (UNI 11257, 2007), può essere ripartita in più processi per facilitare il controllo delle attività che competono al raggiungimento degli obiettivi prefissati. In particolare, sono riconosciute tre famiglie di processi (UNI EN 17007, 2018):

- *processo di gestione: individuazione di obiettivi e strategie;*
- *processo di realizzazione: individuazione delle attività da introdurre per il soddisfacimento dei requisiti individuati;*
- *processo di supporto: rientrano in questa famiglia tutte quelle attività, professionalità, documenti etc. che sono necessari allo svolgimento del processo di realizzazione.*

[18] *La manutenzione edilizia è definita come processo iterativo, all'interno del quale sono sviluppate nel tempo, secondo un piano prestabilito e basato su previsioni, procedure di controllo e utilizzo di dati di archivio, attività finalizzate a:*

- *Conservazione delle prestazioni fornite da un bene edilizio entro valori accettabili a fronte dei fenomeni di degrado*
- *Riallineamento delle prestazioni a fronte dei fenomeni di degrado e obsolescenza.*

La manutenzione è lo strumento attraverso cui sono garantite l'efficacia e l'efficienza della prestazione, affinché un bene possa svolgere le funzioni assegnate in determinate condizioni, quando richiesto e nel tempo richiesto (UNI 10652, 2009). La pianificazione e l'esecuzione della manutenzione sono azioni che hanno avuto come esito una serie di impatti positivi quali l'agire preventivamente, la riduzione delle spese attraverso la razionalizzazione delle risorse (Caterina, 2005b; Pinto, 2012b), l'ammortamento dei costi, l'aumento di valore dell'immobile. E in quest'ottica, la manutenzione può essere anche vista come un driver per l'ottenimento di benefici economici, sociali, e ambientali (De Jesus Santos & Cavalcante, 2022; Franciosi et al., 2017), riduce soprattutto "l'impatto sull'ambiente determinato da una sempre meno sostenibile erosione di risorse naturali e da una eccessiva emissione di rifiuti nel contesto ambientale" (C. M. Molinari, 2002b).

1.2. Gli attuali indirizzi di sviluppo europei e nazionali

Una delle principali rivoluzioni del business moderno è il passaggio dai modelli tradizionali a quelli digitali per raggiungere un livello di competitività più elevato, si può assumere che la digitalizzazione è uno dei principali catalizzatori dello sviluppo odierno (Jovanović et al., 2018). Questa necessità è fortemente sentita anche all'interno del processo di progettazione e gestione dell'ambiente costruito (Gao & Pishdad-Bozorgi, 2019; H. Wang et al., 2019) . Il settore delle costruzioni, infatti, è oggetto di conclamati processi di riconfigurazione in molti paesi, nonostante manchi nel settore una vera e propria cultura industriale in relazione al "riuso delle conoscenze" e alla "capitalizzazione delle esperienze acquisite" per "generare diversità dalla standardizzazione" (Ciribini, 2016). Lo stesso processo manutentivo risente di

questa spinta verso un'evoluzione digitale dei processi tradizionali e consolidati (Ilter & Ergen, 2015; Love et al., 2015), riscontrando anche esso difficoltà in uno sviluppo sistematico dovuto probabilmente all'investimento finanziario richiesto e ai rischi associati alla necessità di garantire l'interoperabilità dei sistemi di gestione degli impianti e degli edifici esistenti con il BIM (Love et al., 2015). Nonostante le difficoltà, la digitalizzazione conduce a miglioramenti nel processo manutentivo: Motawa & Almarshad (2013), ad esempio, hanno descritto un sistema integrato (BIM e CBR[19]) per acquisire informazioni e conoscenze sulle operazioni di manutenzione degli edifici durante e dopo che la manutenzione è stata effettuata, per monitorare le alterazioni degli edifici e per supportare le decisioni di manutenzione preventiva/correttiva, ottenendo benefici in termini di maggiore consapevolezza da parte delle squadre di manutenzione rispetto alle esperienze precedenti, e di rilevamento della storia completa di un elemento dell'edificio e di tutti gli elementi interessati da precedenti operazioni di manutenzione; ancora Panah & Kioumarsi (2021) hanno dimostrato, attraverso una literature review come l'attività di manutenzione sia migliorata grazie all'utilizzo della sensoristica nelle attività di monitoraggio e l'uso di sistemi di Building Information Modelling (BIM) per la gestione della conoscenza. Quindi le tecnologie digitali e le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICTs) possono essere considerate strumenti dall'alto potenziale per lo sviluppo e la gestione efficiente e sostenibile delle città (Ringenson et al., 2018).

L'Europa sta promuovendo la transizione digitale attraverso direttive mirate a definire strategie che guidino i profondi cambiamenti che stanno investendo

[19] *Case-Based Reasoning*

le città, verso comunità democratiche e il raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050 (Commissione Europea, 2020). La transizione digitale si basa su tre pilastri fondamentali: la tecnologia per le persone, una economia digitale equa e competitiva, una società democratica e sostenibile (Commissione Europea, 2020).

Il 9 marzo 2021, la Commissione Europea ha presentato un documento in cui sono indicati i percorsi da intraprendere per la trasformazione digitale dell'Europa entro il 2030. La "bussola digitale" (Commissione Europea, 2021b), per il decennio digitale dell'UE, si sviluppa attorno a quattro punti cardinali: una popolazione dotata di competenze digitali e professionisti altamente qualificati nel settore digitale; trasformazione digitale delle imprese; infrastrutture digitali sostenibili, sicure e performanti; digitalizzazione dei servizi pubblici. Tra i principi[20] su cui si basa la transizione digitale che promuove l'Europa c'è l'intento di porre gli individui al centro e proporre processi partecipativi che includano i cittadini nei processi democratici ad ogni livello.

In linea con i principi enucleati, nasce il *Digital Europe Programme* (DIGITAL) (https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme) un nuovo programma di finanziamento dell'UE incentrato sull'introduzione della

---

[20] *I diritti e i principi digitali delineati nella dichiarazione integreranno i diritti esistenti, come quelli radicati nella Carta dei diritti fondamentali dell'UE e nella legislazione sulla protezione dei dati e della privacy. Forniranno un quadro di riferimento per i cittadini sui loro diritti digitali, nonché una guida per gli Stati membri dell'UE e per le imprese quando si occupano di nuove tecnologie. Il loro scopo è aiutare tutti i cittadini dell'UE a trarre il massimo dalla trasformazione digitale. I diritti e i principi proposti sono:*

- *porre le persone e i loro diritti al centro della trasformazione digitale;*
- *sostenere la solidarietà e l'inclusione;*
- *garantire la libertà di scelta online;*
- *promuovere la partecipazione allo spazio pubblico digitale;*
- *aumentare la sicurezza, la protezione e l'empowerment degli individui;*
- *promuovere la sostenibilità del futuro digitale.*

tecnologia digitale nelle imprese, tra i cittadini e nelle amministrazioni pubbliche. Il programma Europa digitale fornirà finanziamenti strategici per rispondere a queste sfide, sostenendo progetti in cinque aree di capacità fondamentali: *supercomputing*, intelligenza artificiale, sicurezza informatica, competenze digitali avanzate e garanzia di un ampio uso delle tecnologie digitali nell'economia e nella società, anche attraverso i *Digital Innovation Hub*. Inoltre, tra gli obiettivi della prima Missione all'interno del PNRR (https://www.ge.camcom.gov.it/it/gestisci/finanziamenti-e-contributi-per-limpresa/il-piano-nazionale-di-ripresa-e-resilienza-pnrr-1) è collocato quello di "promuovere e sostenere la transizione digitale, sia nel settore privato che nella Pubblica Amministrazione", a cui sono destinati circa 40 miliardi di euro. L'Europa, inoltre, sta promuovendo strategie di Sviluppo per la partecipazione democratica e la responsabilità sociale da parte dei cittadini, per creare sinergie che favoriscano la protezione, il potenziamento e la più ampia partecipazione delle autorità nazionali e della società civile alla valorizzazione e conservazione del patrimonio culturale: il Consiglio d'Europa sta attuando una vasta gamma di progetti coinvolgendo attivamente diversi attori interessati a queste politiche. In questo quadro, il Consiglio d'Europa e la Commissione europea hanno concordato di promuovere i principi della Convenzione di Faro[21], attraverso un progetto comune: *The Faro Way* che prevede una maggiore partecipazione al patrimonio culturale, incoraggiando il ruolo crescente della società civile nella governance del patrimonio (Council of Europe, 2020). La Convenzione Faro (Council of

[21] *La Convenzione è stata adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa il 13 ottobre 2005 e aperta alla firma degli Stati membri a Faro (Portogallo) il 27 ottobre dello stesso anno. È entrata in vigore il 1° giugno 2011. Ad oggi, 21 Stati membri del Consiglio d'Europa hanno ratificato la Convenzione e 6 l'hanno firmata.*

Europe, 2005) promuove un ruolo attivo delle comunità all'interno del processo di cura e valorizzazione del patrimonio, affinché essi stessi possano diventarne i custodi. Le parti della Convenzione dovrebbero mirare a rafforzare il senso di appartenenza delle persone, promuovendo la responsabilità condivisa per l'ambiente comune in cui vivono (articolo 8), per migliorare la loro stessa vita attraverso il patrimonio esistente. È proprio all'interno della convenzione un richiamo al coinvolgimento di attori pubblici e privati all'incremento della consapevolezza del potenziale economico del patrimonio culturale e all'attuazione di pratiche volte alla sua protezione e gestione responsabile, tenendo conto dei principi di sostenibilità, efficienza e coesione sociale (articoli 8, 9, 10).

In questo contesto, ripensare ai processi di manutenzione trova fondamento nei paradigmi del knowledge sharing (Viola, 2016): fiducia reciproca, sensibilità diretta dei soggetti verso la prevenzione e la tutela, opportunità di moltiplicare le energie e le risorse, in un *rapporto peer to peer.*

Accanto alle attività e ai progetti rientranti all'interno della Convenzione Faro l'Unione europea, per il quadriennio 2014-20, aveva messo a disposizione un budget di € 187,718,000 per l'*Europe for Citizens Programme*, per il finanziamento di progetti che:

a) *aiutassero le comunità a comprendere la storia, i valori e la diversità dell'UE;*
b) *incoraggiassero i cittadini a partecipare e impegnarsi nella democrazia dell'UE.*

Sono inoltre da menzionare alcuni progetti, finanziati all'interno del programma Horizon 2020, che promuovono il ruolo attivo dei cittadini

all'interno del processo di sviluppo sostenibile, crescita e cura delle città (Tabella 1-1).

I progetti menzionati sono prova della direzione di sviluppo che promuove l'Europa verso: la co-creazione di uno sviluppo sostenibile delle città, la valorizzazione e cura dei patrimoni con la collaborazione attiva delle comunità, che divengono portatori di interesse e allo stesso tempo custodi dell'ambiente costruito. I cittadini sono riconosciuti attori chiave, dimostrando che i ruoli e le funzioni assunte da questi ultimi non sono statici, ma partecipano in una modalità dinamica che si evolve e cambia nel tempo (Przeybilovicz et al., 2022). Inoltre, i benefici che provengono dalla partecipazione dei cittadini ai processi di sviluppo delle città si fondano essenzialmente su tre punti (Berntzen & Johannessen, 2016):

1. *i cittadini hanno una grande esperienza che può aiutare a sviluppare piani, soluzioni e servizi migliori. Ascoltando i cittadini, i potenziali problemi possono essere affrontati tempestivamente, riducendo così il rischio di fallimento.*
2. *i cittadini possono contribuire alla raccolta di dati ambientali e di altro tipo utilizzando gli smartphone e altre tecnologie, riducendo drasticamente i costi di monitoraggio.*
3. *la partecipazione attiva rafforza la democrazia, soprattutto a livello locale. La partecipazione non riguarda solo il prendere parte ai processi decisionali, ma anche la costruzione di comunità locali sostenibili in cui i cittadini si prendono cura gli uni degli altri e della città.*

Tabella 1-1_Progetti di Citizen Engagement

Nome	OpenHeritage Organizing
Sito web	https://openheritage.eu/
Obiettivo	Promuovere e consentire il riuso del patrimonio attraverso l'inclusione, la tecnologia, l'accesso, la governance e l'empowerment. Dimostrando che i siti ufficiali e potenziali del patrimonio culturale abbandonati o sottoutilizzati non solo rappresentano una sfida significativa per il settore pubblico e privato, ma anche importanti opportunità per la coesione della comunità, l'integrazione sociale, le attività economiche innovative dal basso e la creazione di posti di lavoro.
Descrizione	OpenHeritage mira a creare, testare e ottimizzare un modello di governance inclusiva del riuso adattivo del patrimonio culturale e una serie di strumenti di supporto. All'interno del modello di governance inclusiva che propone, riconosce come fondamentale il coinvolgimento della comunità anche nei processi di riuso e manutenzione. Il punto di partenza del progetto è quindi la necessità di responsabilizzare la comunità nel processo di riqualificazione dei siti del patrimonio culturale, sia a livello locale che su scala più ampia, sulla base dei concetti di comunità, del patrimonio e di cultura partecipativa. Il progetto opera con una definizione aperta di patrimonio, che non si limita ai beni tutelati, ma coinvolge anche quegli edifici, complessi e spazi che hanno un significato simbolico o pratico per le comunità locali o trans-locali.
Finanziamento	Questo progetto è stato finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea con l'accordo di sovvenzione n. 776766.
Durata	2018 - 2022

Nome	PSLifestyle
Sito web	https://pslifestyle.eu/it
Obiettivo	Co-creazione di uno strumento che supporti uno stile di vita positivo e sostenibile con e per i cittadini Europei.
Descrizione	Il progetto *PSLifestyle* (Positive and Sustainable Lifestyle) mira a coinvolgere e mobilitare profondamente i cittadini di otto Paesi europei (Estonia, Finlandia, Germania, Grecia, Italia, Portogallo, Slovenia e Turchia) per colmare il divario tra consapevolezza circa la questione climatica e gli impatti che derivano dalle azioni individuali. *PSLifestyle* è un'applicazione dotata di una componente digitale e di una interfaccia web che ha come obiettivo guidare le persone nell'adottare uno stile di vita positivo, sostenibile e più sano, suggerendo loro comportamenti atti a ridurre il consumo di carbonio. È un progetto concepito per promuovere l'impegno attivo dei cittadini su temi di sostenibilità, per co-sviluppare e impegnarsi in soluzioni di vita quotidiana che affrontino il cambiamento climatico.
Finanziamento	Questo progetto è stato finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea con l'accordo di sovvenzione n. 101037342.
Durata	2021 - 2025

Nome	smarticipate
Sito web	https://www.smarticipate.eu/

Obiettivo	Il progetto *smarticipate* mira a rendere il coinvolgimento nel processo di pianificazione urbana più facile che mai.
Descrizione	Sfruttando le possibilità offerte dagli *open data*, *smarticipate* ha creato una piattaforma innovativa che mette le informazioni giuste a portata di mano degli utenti, consentendo loro di esprimersi sui progetti di pianificazione urbana nella loro località. La piattaforma web di Smarticipate porta gli utenti a partecipare al processo di pianificazione urbana in modo interattivo. Gli utenti possono visualizzare modelli 2D e in alcuni casi 3D della loro località, commentare le proposte e dare i propri suggerimenti. La piattaforma costituisce una base per la co-creazione di nuovi servizi pubblici e soluzioni ai problemi urbani.
Finanziamento	Programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione europea, con l'accordo di sovvenzione n. 693729.
Durata	2016 - 2019

Nello scenario nazionale, negli ultimi anni, si registra una significativa spinta a finanziare e agevolare interventi di manutenzione diffusa, soprattutto per fronteggiare lo stato in cui versa il parco immobiliare nazionale, sia pubblico che privato: un patrimonio immobiliare obsoleto e composto per oltre il 60% da edifici esistenti da oltre 50 anni e per quasi l'80% costruito prima del 1990 (D. Medici, 2022), e che al 2019, secondo i dati riportati dal *CRESME* (Consiglio nazionale degli architetti & Cresme, 2019), è stato affetto nel periodo tra il 2009 e il 2018 da evidenti segni di degrado e obsolescenza, rilevando un'insufficiente manutenzione e un ingente calo degli investimenti. Il CRESME ha rilevato nel 2021 una crescita in termini di interventi di riqualificazione, probabilmente accelerati dagli incentivi statali[22] registrati per

[22] *L'Italia ha promosso interventi di riqualificazione puntuale e diffusa, attraverso degli emendamenti che hanno promosso interventi per il decoro delle facciate (L. 160/2019) e interventi di riqualificazione energetica e strutturale attraverso l'introduzione del cd Superbonus: l'agevolazione fiscale disciplinata dall'articolo 119 del decreto legge n. 34/2020 (decreto Rilancio), che consiste in una detrazione del 110% delle spese sostenute a partire dal 1 luglio 2020 per la realizzazione di specifici interventi finalizzati all'efficienza energetica e al consolidamento statico o alla riduzione del rischio sismico degli edifici. Misura già anticipata con il cd Ecobonus: agevolazione destinata a supportare interventi di riqualificazione energetica (eco). Introdotto con il Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007, detto Decreto edifici, che stabiliva le "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente".*

oltre 66 miliardi di euro: un dato indicativo dell'impegno investito sul miglioramento del parco edilizio esistente, e significativo se guardiamo alla media annua dal 2013 al 2020 pari a 28 miliardi di euro. Tali investimenti hanno costituito il 28% della eccezionale crescita economica italiana del 2021 che è infatti è dovuta in gran parte al settore delle costruzioni.

Quindi, le risorse che hanno investito il mercato delle costruzioni nel 2021 e che ancor più lo investiranno nel 2022, sia nei processi di manutenzione e riqualificazione dell'edilizia diffusa, sia nei programmi di opere pubbliche, sono occasioni per un vero salto di scala nella qualità della dotazione di capitale fisso edilizio del paese (CRESME, 2022), ma richiedono un eguale impegno in ambito manutentivo affinché si possa effettuare un controllo della qualità degli interventi nel tempo e garantire la qualità edilizia richiesta (Di Giulio, 2003).

1.3. La gestione dei patrimoni immobiliari e urbani

La gestione dei patrimoni si occupa di gestire un gruppo di asset per l'intero ciclo di vita utile, garantendo un rendimento adeguato e assicurando standard di servizio e sicurezza definiti (Schneider et al., 2006). Occuparsi della manutenzione del patrimonio immobiliare e urbano, consiste essenzialmente nel gestire il processo che dall'insorgenza di un guasto, passa attraverso l'esecuzione dell'attività manutentiva e alla "memoria storica degli interventi fatti" (Bottino, 1999; Cingano, 2002).

Intorno agli anni Duemila, in Italia era in atto una "svolta radicale" nell'ambito della manutenzione immobiliare, grazie a processi di innovazione sia in

ambito legislativo[23] e tecnico-normativo[24], sia in ambito culturale-operativo[25] (Curcio, 1999, p. IX). Nel 2007 al primo forum nazionale sui patrimoni immobiliari e urbani, si sottolineava la necessità di considerarli come risorse economiche attive, e non come voci di bilancio. Pertanto, le Pubbliche Amministrazioni, nel caso di patrimoni pubblici, e i gestori/proprietari, nel caso dei privati, devono essere in grado di mantenerli, valorizzarli e gestirli, con trasparenza e secondo un approccio "economico patrimoniale" (Bernardini, 2008).

Da anni la tendenza ad esternalizzare i servizi che non costituiscono il *core business* aziendale è presente nell'industria e rappresenta una linea di gestione ormai consolidata anche nel settore pubblico, poiché occuparsi di una tipologia di servizio estraneo alle attività per cui un'azienda è strutturata, costituisce una difficoltà (Cingano, 2002; Curcio, 2002).

---

[23] La produzione legislativa risultava imperniata su quattro capisaldi strategici:

- *le leggi dal 1990 al 1994 hanno di fatti trasformato il patrimonio da voce di bilancio passiva a risorsa economica attiva, attuando strategie di valorizzazione e gestione per ottenere risultati di natura economica oltre che sociale;*
- *le leggi in materia di lavori pubblici, dalla 109/1994 alla 415/1998, hanno proiettato l'ottica della manutenzione nella fase di progettazione delle opere pubbliche, amplificando, col piano di manutenzione, la funzione programmatoria e il ruolo strategico per il mantenimento della qualità dei beni immobiliari nel tempo;*
- *il decreto legislativo 157/1995 che recepisce la direttiva 92/50/CEE ha sancito l'evoluzione del concetto di "lavori di manutenzione" al concetto di "servizi di manutenzione";*
- *le leggi 86/1994 e 503/1995 in "materia di fondi immobiliari" hanno esaltato la funzione della manutenzione come strumento fondamentale di preservazione e incremento di redditività e qualità dei patrimoni immobiliari.*

[24] La UNI 10604 del 1997 ha fornito il primo inquadramento tecnico-normativo settoriale per la gestione dei patrimoni, considerando la manutenzione come servizio teso alla garanzia di utilizzo del bene.

[25] In termini di processo la manutenzione diventa sempre più "manutenzione di qualità", in questa nuova dimensione interpretata come sistema, servizio e programma. Ciò comporta l'acquisizione di un approccio manageriale che deve agire in termini di esigenze/requisiti/ prestazioni per perseguire obiettivi di efficienza, efficacia ed economicità.

L'analisi dello scenario italiano riporta una situazione eterogenea per la gestione dei patrimoni che può essere raggruppata in tre macrocategorie: *inhouse, outsourcing* o *partnership* (ISO 41011, 2017; C. Talamo & Atta, 2019):

- ***Inhouse:*** *l'Ente effettua le attività manutentive utilizzando il proprio organico e destinando un capitolo di spesa in base alle esigenze del momento e allo storico degli anni precedenti. Tale forma risulta poco efficace in quanto è carente di una programmazione di base degli interventi lasciando grossi margini agli interventi in emergenza o a guasto.*
- ***Outsoucing****: l'Ente affida parte o l'intera gestione del patrimonio immobiliare ad un assuntore esterno dietro bando di gara. L'Ente, nella predisposizione del bando di gara, definisce gli obiettivi ed i risultati che da raggiungere. Tale forma permette all'Ente di sgravarsi da tutte le attività di manutenzione affidando il servizio di gestione ad una figura specializzata con il fine di assicurare interventi al patrimonio edilizio efficaci ed efficienti ed ottimizzando l'esposizione economica. Presupposto fondamentale di questo tipo di strategia è che l'Ente sia a conoscenza dell'intero patrimonio edilizio; infatti, nella stesura del bando di gara è necessario definire in maniera efficace gli obiettivi ed i risultati da raggiungere per attivare processi gestionali virtuosi.*
- ***Partnership****: l'Ente affida parte o l'intera gestione del patrimonio immobiliare ad un assuntore esterno dietro bando di gara mantenendo in sé la fase decisionale ed il controllo delle attività gestionali. Tale forma permette all'Ente di avvalersi dell'operato specialistico dell'assuntore mantenendo l'aspetto programmatico e di controllo. La partnership presuppone due aspetti fondamentali; che l'Ente sia dotato*

di un organico capace di interfacciarsi con l'assuntore e la piena conoscenza del patrimonio edilizio.

Le politiche di gestione che ormai da anni risultano essere di prassi sono il Facility Management (FM) e il Global Service (GS) (Cigolini et al., 2005; Curcio, 1999; Curcio & Talamo, 2013; C. Talamo, 1998, pp. 137–166). In particolare, il GS (UNI 11136, 2004) è inteso come un'offerta di risultati, ovvero si trasforma l'obiettivo del servizio dalla fornitura di una prestazione alla garanzia di un risultato. Nello specifico il GS manutentivo può essere interpretato come un contratto basato sui risultati; è necessario in tale ambito che siano definiti, attraverso i requisiti di funzionamento, i livelli prestazionali riscontrabili sulle componenti degli edifici che compongono il patrimonio immobiliare.

Il FM[26] è una forma di gestione integrata della pluralità di servizi che possono riguardare la conduzione di un edificio o di un intero patrimonio immobiliare, è inteso come il coordinamento di un asset nel suo senso fisico con le risorse umane e le attività dell'organizzazione. Secondo le norme UNI, il Facility Management rappresenta in senso lato: "l'integrazione di processi nell'ambito di una organizzazione per mantenere e sviluppare i servizi concordati che supportano e migliorano l'efficacia delle attività primarie" (UNI EN 15221-1, 2017). Specificamente applicato ai patrimoni immobiliari e urbani, il FM è definito come: "la gestione integrata dei servizi di supporto per il funzionamento, la fruizione e la valorizzazione dei beni immobiliari e urbani" (UNI 11447, 2012). Le più moderne prospettive di sviluppo del FM lo vedono improntato ad innovare ed efficientare i modelli di gestione dei servizi

[26] *Definizione dalla International Facility Management Association (IFMA): "Facility management is the practice of coordinating the physical workplace with the people and work of the organization. It integrates the principles of business administration, architecture and the behavioural and engineering sciences".*

adottando processi e tecnologie sempre più direzionati verso l'automazione, la robotizzazione e l'interconnessione, così come sta avvenendo nel comparto industriale, verso la forma evoluta FM 4.0 (Curcio, 2017). In particolare, il FM 4.0, che" corrisponde alla gestione integrata dei servizi di supporto per il funzionamento, la fruizione e la valorizzazione dei beni immobiliari e urbani, svolta attraverso strumenti innovativi e applicando tecnologie di rilevamento e gestione digitalizzata dei processi, che permettono di ottimizzarne l'efficacia e misurarne la performance" (Conio, 2018), stenta ancora a svilupparsi in tutti i suoi ambiti[27], sia ancora all'inizio e non abbia espresso le proprie potenzialità; per quanto concerne i patrimoni immobiliari pubblici, in particolare, la difficoltà risiede nell'avere un patrimonio per lo più "datato" che difficilmente si adatta all'innovazione tecnologica (Conio, 2018).

La gestione dei patrimoni è complessa e racchiude dentro di sé un'ampia gamma di servizi dedicati al sistema costruito: dalla compliance, alle normative di sicurezza, ai servizi di conduzione e manutenzione degli impianti e degli asset fisici (Curcio, 1999). "Nell'ambito dei macrosistemi manutentivi, il processo conoscitivo deve essere progettato per consentire di ottenere sia informazioni interne derivanti dall'oggetto su cui intervenire, sia informazioni che provengono dal mondo esterno" (Dioguardi, 2002). Le tecniche di campionamento dei patrimoni immobiliari prevedono un raggruppamento degli edifici per classi omogenee, secondo l'età, destinazione d'uso, caratteristiche principali e tipo di costruzione, e per ciascuno di essi

---

[27] *Fino ad oggi la digitalizzazione è stata applicata soprattutto ad alcuni specifici ambiti del FM, come ad esempio l'Energy Management. In questo contesto, grazie anche alla spinta proveniente dall'evoluzione normativa e alla necessità di razionalizzare i consumi sia per ridurre l'impatto sia sull'ambiente che sull'economia* (Hannan et al., 2018; Levermore, 1992; Molina-Solana et al., 2017).

devono essere individuati i componenti critici (C. Talamo, 2011). È necessario che la struttura che si occupa di progettazione e quella deputata alla gestione si confrontino al fine di definire modalità di articolazione dell'organismo edilizio e di codifica delle sue componenti da assumere come base sia per l'elaborazione della documentazione di progetto, sia per l'organizzazione dei documenti di gestione. (Talamo, 2011).

In conformità agli obiettivi della strategia immobiliare, la politica di manutenzione deve stabilire il livello di servizio fornito dai servizi di ispezione e manutenzione e le strategie di manutenzione, che sono il vero e proprio strumento per il raggiungimento degli obiettivi manutentivi (UNI EN 15331, 2011). In generale, le strategie di manutenzione si dividono in due categorie: la manutenzione programmata e quella non programmata (cfr. § 1.1). La manutenzione non programmata è quella che determina una maggiore insoddisfazione da parte dell'utenza (Ferreira et al., 2021); invece pianificazione e gestione sono tra i fattori più incisivi sulla qualità del servizio avendo un impatto positivo sulle prestazioni e sulle attività di manutenzione (Dzulkifli et al., 2021).

La verifica delle politiche di manutenzione attuate, intesa a migliorare le prestazioni dei beni, non può prescindere dall'analisi prestazionale del sistema e delle sue componenti (UNI 10652:2009). La capacità tecnica e la disponibilità (espressa in: affidabilità, manutenibilità, supporto logistico, costi) sono i parametri attraverso cui esprimere efficienza ed efficacia della prestazione. Le grandezze[28] per la valutazione dello stato di un bene sono

[28] *Per ciascun parametro, la UNI 10652:2009 elenca la serie di informazioni da raccogliere che sono specificate nelle note a seguire.*

affidabilità[29], manutenibilità[30], capacità[31], costi[32]. La valutazione dello stato di un bene deve essere effettuata confrontando i valori delle grandezze appena richiamate, durante la vita utile, al tempo fissato, con i valori di confronto delle stesse grandezze rilevate dalle banche dati di confronto[33] (UNI 10652, 2009).

Nell'ambito della gestione dei patrimoni immobiliari, la manutenzione deve essere interpretata come processo complesso, all'interno del quale non rientrano soltanto aspetti tecnici ma anche le interazioni che si instaurano con gli utenti (Dioguardi, 2002), e tra i diversi attori:

- *Committente: assuntore del servizio (UNI 11257, 2007), e colui che stabilisce la documentazione da raccogliere e i livelli di performance richiesti (UNI10874, 2000); portatore di esigenze e controllore delle attività di servizio* (Talamo, 1998)*;*
- *Il tecnico: incaricato di stendere i manuali (UNI10874, 2000);*
- *I fornitori dei dati informativi: che selezionano i dati e li trasmettono in base alle finalità dei materiali (UNI10874, 2000);*
- *Il fornitore del servizio: colui che assume la "responsabilità della gestione". Unico referente con l'onere di garantire la permanenza di qualità attraverso il servizio erogato* (Talamo, 1998)*;*

---

[29] Livelli di ridondanze presenti; capacità di tollerare guasti; modi, conseguenza e criticità dei guasti; tasso di guasto medio; tempo medio al guasto; tempo totale di funzionamento/numero guasti, ossia tempo operativo medio tra i guasti.

[30] Accessibilità; modularità; intercambiabilità; piani di manutenzione; tempi di manutenzione correttiva (a guasto) e preventiva; tempi di indisponibilità.

[31] Tempo di capacità parziale e indice di capacità parziale (indica di quando si è ridotta la capacità del bene).

[32] Costi di indisponibilità globale; costi della manutenzione correttiva (a guasto); costi della manutenzione preventiva.

[33] Nel dettaglio: banche dati di beni simili; banche dati di progetto; banche dati storici del bene.

- *Il responsabile del servizio di manutenzione: colui che progetta e programma le attività di manutenzione (UNI10874, 2000);*
- *Il responsabile degli interventi di manutenzione: colui che definisce le modalità operative in base alle prescrizioni dei materiali (UNI10874, 2000)*
- *Utente: recettore finale del servizio.*

Per quanto concerne gli operatori/fornitori di servizi, il mercato dell'offerta di Facility Management in Italia può essere ricondotto sostanzialmente a tre tipologie (IFMA Italia):

- ***Fornitori mono e multiservizio**, sono la categoria più diffusa nel nostro panorama economico. Hanno maturato nel tempo una competenza nell'erogazione del servizio, del quale forniscono esclusivamente la parte operativa, sviluppando con il cliente un rapporto basato sulla singola prestazione. Queste realtà hanno la loro specificità sia nell'erogazione di servizi ad alto contenuto di manodopera, come ad esempio le pulizie, sia in quelli legati invece ad un elevato contenuto tecnologico, come ad esempio le manutenzioni. La maggior parte dei fornitori prestazionali opera a livello locale per aziende di piccole dimensioni, mentre altri sono diventati interlocutori privilegiati di operatori più grandi (acquisendo così il ruolo di sub-fornitore). Inoltre, sono in atto processi di crescita, di fusione e di acquisizione, applicate dalle aziende monoservizio allo scopo di crescere a livello dimensionale e di accrescere il proprio peso economico per competere sul mercato in un'ottica rinnovata.*
- ***Gestori di servizi specifici**, si possono definire come gli specialisti nella gestione di un determinato servizio. La loro offerta è caratterizzata da*

una forte integrazione verticale, ossia sono in grado di rispondere alle esigenze del cliente dallo sviluppo del servizio all'erogazione fino al controllo attraverso la conseguente reportistica. Si caratterizzano per essere aziende fortemente competitive in una determinata attività per la quale hanno maturato un forte skill gestionale, tecnologico e operativo, in grado di garantire al cliente un servizio completo. Queste aziende hanno il loro punto di forza nella capacità, non solo di erogare il servizio, ma di gestirlo "in toto", sfruttando sinergie interne e risorse qualificate. Questa categoria di fornitori può essere identificata per specifici servizi erogati: progettazione e gestione spazi, gestione documentale, gestione flotte auto, gestione viaggi aziendali.

- ***Società di Facility Management*** *(detta anche Global Outsourcer o Facility Company): soggetti economici in grado di porsi sul mercato come gestori di più servizi e di instaurare con il cliente una vera e propria partnership, orientata alla garanzia sul risultato e alla piena condivisione degli obiettivi. La loro nota caratteristica è quella di saper rispondere efficacemente alle esigenze del cliente. Sono aziende snelle, dinamiche che, attraverso la competenza e la professionalità delle proprie risorse, offrono al cliente managerialità, occupandosi in prima persona dell'acquisto, dell'erogazione e del controllo del servizio, rispettando standard qualitativi stabiliti a priori. Queste realtà hanno come interlocutori le aziende di medie e grandi dimensioni, possiedono un'elevata capacità di spesa, e sono dotate delle più evolute tecnologie e di avanzati sistemi di gestione delle informazioni.*

La gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari, a cui è associata la necessità di archiviare grandi quantità di informazioni eterogenee, elaborare

statisticamente le informazioni - per operare azioni di controllo sia sulla gestione relativa all'area tecnica, sia agli aspetti economici - necessita di un supporto che viene dai sistemi informatici di management e controllo[34] (S. De Medici & Guida, 2002, p. 403). Questi strumenti supportano i gestori e i tecnici nella strutturazione dei tradizionali strumenti a supporto della gestione dei patrimoni immobiliari: il piano, il programma di manutenzione e i manuali d'uso e di manutenzione (cfr. § 1.1), le cui informazioni devono essere organizzate in un sistema: articolato, in quanto caratterizzato da diverse categorie informative; dinamico, in quanto in costante crescita; adeguatamente strutturato, in quanto tale da poter recepire e rendere aggregabili, controllabili, coerenti e confrontabili dati disomogenei, provenienti da fonti diverse (UNI 11257, 2007; UNI10874, 2000). Nell'ambito dei patrimoni immobiliari i SI sono definiti Sistemi Informativi per la Gestione e la Manutenzione dei Patrimoni Immobiliari (S.I.G.E.M.) (UNI 10874, 2000), che contengono i dati necessari per l'impostazione, la gestione ed il controllo dell'attività manutentiva, al fine di ottimizzare le fasi di pianificazione, gestione e controllo (Pinto, 2012a, p. 35).

Tra le categorie di operatori su riportati sono stati selezionati alcuni dei grandi player italiani che si occupano di fornire servizi di FM (

34 I software più utilizzati sono il CMMS (computerized maintenance management system), che centralizza le informazioni sulla manutenzione e facilita i processi delle operazioni di manutenzione. Aiuta a ottimizzare l'utilizzo e la disponibilità di apparecchiature fisiche come veicoli, macchinari, comunicazioni, infrastrutture di stabilimenti e altri asset. Indicati anche come CMMIS, o computerized maintenance management information system, i sistemi CMMS sono adoperati nei settori di produzione manifatturiera, produzione di petrolio e gas, produzione di energia, costruzioni, trasporti e in altri settori d'industria in cui l'infrastruttura fisica è di importanza critica. (https://www.ibm.com/it-it/topics/what-is-a-cmms) e il CAFM (Computer Aided Facility Management) Il CAFM è un software attraverso cui i facility manager di un'azienda possono riuscire ad ottimizzare i costi legati al mantenimento delle proprie strutture, garantire l'efficienza delle operazioni che si svolgono al loro interno, il rispetto delle normative di sicurezza, tenere un inventario preciso degli asset e controllare gli accessi di chi entra ed esce da una facility. (https://www.mainsim.com/blog/cafm/)

Tabella 1-2) e quindi anche di manutenzione per clienti proprietari di patrimoni immobiliari. Questi player sono anche produttori di strumenti informatici, ovvero software Computer Aided Facility Management (CAFM)/ Computer Maintenance Management System (CMMS) di supporto alle loro attività di gestione integrata dei patrimoni. Questi software sono un sistema modulare, segmentato al proprio interno per rispondere ad ogni esigenza e segmentabile verso l'esterno per aumentare le sue capacità di adattarsi alle esigenze del cliente. Molto spesso sono delle suite integrate di applicazioni dedicate al governo ed all'esecuzione di tutti i processi di gestione di servizi operati in ambito immobiliare, urbano e territoriale – in base alle caratteristiche di ciascun player. Le informazioni sono segmentate per avere diversi livelli di dettaglio, in questo modo anche le funzioni più complesse sono gestibili in maniera semplificata su vasti patrimoni immobiliari, territoriali e stradali (https://www.mainsim.com/blog/cafm/).

Nella manutenzione del patrimonio immobiliare e urbano assume una grandissima importanza il rapporto con l'utente (Cingano, 2002), nel caso di patrimoni pubblici, il grado di soddisfacimento del cittadino è un mezzo per la misurazione dell'efficienza del servizio offerto (Cingano, 2002). È importante quindi stimare anche il grado di soddisfazione dell'utenza che rappresenta una variabile fondamentale per la valutazione del processo manutentivo (UNI 10992, 2002). Il concetto di manutenzione si estende così ad una dimensione sociale, "legata all'educazione degli utenti al miglior uso dei prodotti, in particolare quelli edilizi" (Dioguardi, 2002).

Alcune esperienze di gestione di patrimoni immobiliari e urbani pubblici (Atta & Talamo, 2018; Cioni et al., 2019; Fucci, 2018) hanno dimostrato che il

miglioramento dei servizi di FM e GS è tanto più efficace quanto si basa sull'utilizzo delle nuove tecnologie che garantiscono interventi veloci e tracciabili, un call center attivo h24, e una struttura in grado di occuparsi integralmente della programmazione, della pianificazione e della successiva esecuzione delle attività (Basilicata, 2018); sull'adozione di strategie di manutenzione programmata, supervisione dell'Amministrazione sul work-flow (Fucci, 2018); e infine sulla condivisione di informazioni e conoscenze grazie all'introduzione di un sistema che registra ogni passaggio del processo con un database sempre consultabile e verificabile in ogni momento e in ogni fase del processo operativo, e la partecipazione e il soddisfacimento dei cittadini (Cioni et al., 2019). Il compito del sapere esperto è definire, quindi, un progetto che riesca a mediare gli interessi di tipo prestazionale e quelli economici, e allo stesso tempo garantire (Curcio, 1999, p. 81): la salvaguardia della sicurezza delle persone in caso di guasto; il rispetto delle prescrizioni legislative in materia di controlli periodici e di collaudi; evitare la pregiudica di altre parti rilevanti in caso di guasto; evitare che il guasto pregiudichi l'affidabilità. Queste informazioni, peraltro, devono essere segnalate dagli utenti utilizzatori, che sono quindi anche protagonisti della gestione dell'oggetto da mantenere" (Dioguardi, 2002) informando costantemente i responsabili della manutenzione sulle evoluzioni dei processi di degrado (Dioguardi, 2002).

Tabella 1-2: Società di Facility Management e relativi software di gestione

1	**Nome**	**Cefla Engineering**
	Sito web	https://www.ceflaengineering.com/it/
	Servizi offerti	• Service tecnologico • Facility Management
	Software	CMMS – Siveco (Coswin 8i)
	Settori di competenza	• Restauro di beni artistici • Infrastrutture • Trasporti • Industria e Manifattura • Complessi direzionali • Complessi ricettivi, commerciali, alberghieri e fieristici • Realizzazioni in ambito sanitario • Lavori secretati
	Tipologie di interventi	• Conduzione e gestione degli impianti • Tutte le manutenzioni ordinarie, straordinarie, predittive e "on condition" su motori, componenti ed accessori • Interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'EPC • Servizi di telecontrollo e teleassistenza con chiamata automatica su generazione allarme • Reperibilità H24 per 365 giorni all'anno
2	**Nome**	**Nazca**
	Sito web	https://www.grupponazca.com/
	Servizi offerti	• Facility Management • Conduzione impianti • Gestione di progetti nel settore delle costruzioni
	Software	Nazca WFM
	Settori di competenza	• Corporate Building • Retail • Logistica e industria • Hotel • Real Estate
	Tipologie di interventi	• Monitoraggio e manutenzione di: • Impianti elettrici • Impianti meccanici (Termici) • Impianti Idrici • Impianti speciali • Progettazione, riqualificazione e manutenzione di: • Opere civili e edili
3	Nome	Rekeep
	Sito web	https://www.rekeep.com/
	Servizi offerti	• Facility Management • Facility Management Urbano • Riqualificazione energetica
	Software	Piattaforma informatica Resolve Ippodamo (Sistema Urbano)

	Settori di competenza	• Impianti e macchinari
	Tipologie di interventi	• Manutenzione edile • Manutenzione impianti • Antincendio e sicurezza • Gestione del verde • Manutenzione stradale e segnaletica

4	Nome	Romeo Gestioni
	Sito web	https://www.romeogestioni.com/
	Servizi offerti	• Property Management • Facility Management • Asset Management Advisoring e valorizzazioni immobiliari • Gestione integrata dei servizi al territorio • Energy management e illuminazione pubblica • Ingegneria e project management
	Software	Tiger (Property) F@cil-e (Facility Management)
	Settori di competenza	• Gestione dei patrimoni immobiliari e della fornitura dei servizi
	Tipologie di interventi	• Pulizia e igiene ambientale • Conduzione impianti tecnologici • Manutenzione edile e impiantistica • Vigilanza e sicurezza • Logistica e trasporti • Gestione spazi verdi • Servizi di pronto intervento • Piani di manutenzione e trasformazione

1.4. Gli attori nel processo manutentivo: ruoli e azioni

La gestione efficace della manutenzione richiede molteplici competenze e strumenti per l'identificazione delle esigenze di manutenzione e dei rimedi correttivi adeguati (Talamo, 1998). L'obiettivo del paragrafo è individuare gli attori che ruotano attorno al processo manutentivo e le azioni che compiono all'interno del processo manutentivo, attuando anche un affondo sugli attuali strumenti digitali a loro disposizione.

La UNI EN 15628 (2014) individua tre figure principali ruotare attorno al processo manutentivo:

- *tecnico specialista della manutenzione;*

- *supervisore dei lavori di manutenzione e/o ingegnere della manutenzione;*
- *responsabile della manutenzione.*

Per ognuna sono specificate le competenze, le abilità e le attività che svolgono:

- *Il* ***tecnico specialista di manutenzione*** *è colui che esegue le attività di manutenzione, ovvero che esegue in sicurezza le attività previste dal piano di manutenzione e interviene tempestivamente in caso di guasto o anomalia; esso inoltre deve utilizzare e assicurare l'utilizzo del sistema di gestione della manutenzione e finalizzare il completamento tecnico ed economico in forma cartacea o in forma elettronica;*
- *il* ***Supervisore di manutenzione*** *o* ***l'ingegnere di manutenzione*** *sono innanzitutto ruoli specifici che possono essere eseguiti in modo esclusivo o anche da una medesima figura, e svolgono essenzialmente attività di redazione del piano di manutenzione, coordinamento delle attività pianificate, secondo budget, nel piano di manutenzione e di quelle non pianificate; inoltre si occupano del controllo dei livelli prestazionali delle componenti dell'asset – monitorando anche l'andamento delle anomalie; esso inoltre deve utilizzare sistemi di gestione della manutenzione computerizzati e strumenti per l'acquisizione, il monitoraggio e la registrazione dei dati;*
- *il* ***Responsabile della manutenzione*** *è colui che, sulla base degli obiettivi aziendali, definisce le politiche di manutenzione da attuare e il modello organizzativo, i processi e gli strumenti a supporto delle attività di manutenzione, garantisce e assicura i livelli di qualità richiesti.*

Le figure di cui sopra possono essere assimilate al cosiddetto "sapere esperto" che nel dettaglio Talamo (1998, pp. 148–157) riconosce nel: project manager di manutenzione, manager della manutenzione, responsabili della manutenzione, manager di manutenzione operativo, building manager e consulenti. Questi assumono connotati differenti nel caso ci si trovi in una gestione della manutenzione house-keeping, partnership, global service (Talamo, 1998, pp. 148–157) e si occupano della definizione del progetto di manutenzione e delle fasi del processo manutentivo, attraverso la conoscenza degli elementi critici delle costruzioni, la definizione delle attività di manutenzione previste, la valutazione dei livelli prestazionali, il coordinamento delle ispezioni, la previsione degli interventi, e la gestione delle informazioni di ritorno (Fiore & Visco Marigliano, 2002).

Accanto a questi, nella lettura di riferimento indagata (Agyei Ampofo et al., 2020; Au-Yong et al., 2017; Paganin & Talamo, 2017; Söderholm et al., 2007) e in alcune norme (UNI 10992, 2002; UNI EN 17007, 2018) si descrive il ruolo di committenti/ proprietari e utenti[35] all'interno del processo; fondamentali soprattutto per la definizione dei requisiti e quindi delle prestazioni richieste in relazione alle loro esigenze specifiche (Dioguardi & Ragnini, 1984; Molinari, 1989; Talamo, 2003).

In particolare, nel corso della gestione delle attività manutentive, il committente deve avere accesso a (De Medici & Guida, 2002, pp. 405–406): numerose informazioni che riguardano il dettaglio delle attività svolte dal gestore, deve essere in grado di avere evidenza dell'effettivo rapporto segnalazioni ricevute/evase, verificare i tempi di intervento, e soprattutto

[35] *La UNI EN 17007 del 2018 nel descrivere il processo di manutenzione descrive anche quelle che sono le parti interessate; tra queste clienti e beneficiari del processo che possono essere considerati, ai fini della dissertazione, gli utenti finali.*

attuare un controllo sugli interventi di manutenzione di lieve entità e attività di collaudo sugli interventi di manutenzione straordinaria.

"Le persone sono la risorsa più importante di un'organizzazione; il mantenimento e il miglioramento dei loro ambienti di lavoro e di vita e il loro benessere meritano attenzione" (Wood, 2005). Anche la UNI EN 13306 (2018) descrive la partecipazione degli utenti al processo manutentivo, in relazione alla "manutenzione di routine" nell' occuparsi di azioni risolutive o di pulizia che competono al mantenimento dei livelli di performance e qualità richiesti.

La partecipazione degli utenti nel processo manutentivo si muove verso la condivisione delle informazioni e la riduzione dei contrasti tra i diversi portatori di interesse (Au-Yong et al., 2015). Le coordinate culturali dell'attività manutentiva, anche a scala urbana, sono state segnate dal superamento del ruolo dell'utente come soggetto estraneo alle procedure di informazione e decisione (C. Molinari, 1989; Viola, 2016). Infatti, processi di manutenzione partecipativa non sono recenti, numerosi gli esperimenti a riguardo che hanno dimostrato come tali strategie riescano a migliorare il grado di soddisfacimento dell'utenza e l'efficacia del processo manutentivo (De Medici, 2021).

Il meccanismo partecipato è vitale per accrescere l'efficacia dell'attività manutentiva (Au-Yong et al., 2017), perché utenti, fruitori e turisti sono osservatori privilegiati del sistema costruito (Viola, 2016, 2022), e perché porta con sé i fattori dominanti per il miglioramento dell'efficacia della manutenzione: partecipazione, capacità individuali e coordinamento tra gli attori principali; per essere efficace dovrebbe, inoltre, prevedere l'utilizzo di una piattaforma di comunicazione tra i diversi attori per collaborare e condividere informazioni (Pinto & Talamo, 2015; Viola, 2017).

Processi di manutenzione condivisa sono garanzia di qualità anche perché evitano che gli utenti assumano comportamenti impropri, attuando semplici operazioni di manutenzione, imparando anche a riconoscere anomalie nel sistema (Dell'Atti, 2007). Infatti, contributi di ricerca sul ruolo della partecipazione dell'utenza al processo manutentivo del sistema costruito (Arca & Prado, 2008; Au-Yong et al., 2014; Viola & Pinto, 2015) hanno dimostrato come questa sia foriera di miglioramenti nella gestione della manutenzione, nell'efficacia delle procedure attuate e incrementa il senso di appartenenza agli edifici. Johnston & Clark (2008) hanno teorizzato i benefici che possono provenire dall'inserimento dell'utente nel processo manutentivo in termini di inclusione, produttività, responsabilità, e controllo. Ciò ha dimostrato che il coinvolgimento dell'utente produce nello stesso il senso di appartenenza e responsabilità rispetto al sistema edilizio, riducendo fenomeni di insoddisfazione e reclami.

Di seguito sono state riportate alcune esperienze che possono essere considerate delle buone pratiche di manutenzione condivisa che attestano come l'apporto della comunità riesce a mitigare, contribuire e mantenere elevato il livello di qualità degli edifici:

- *Historic Dragør (1930). Il progetto promuove la riqualificazione e lo sviluppo socioeconomico attraverso la partecipazione e cooperazione di cittadini e autorità. Nasce nel 1930 e ancora oggi è in attivo e vede i cittadini di Dragør attivi nelle attività di manutenzione e sviluppo della città. I lavori di riqualificazione sono svolti dai proprietari degli immobili o dagli operai specializzati nelle tecniche e i materiali tradizionali. C'è anche un processo di formazione per gli abitanti del*

posto relativamente alle modalità di manutenzione delle facciate e agli obiettivi di sviluppo della città.

- ***Adoptoi Monumenti (2008).*** *Il programma consiste in un lavoro di volontariato per la manutenzione e la conservazione dei siti archeologici. Il programma è sperimentato per la prima volta nel museo provinciale di Pirkanmaa, con professionalità specializzate nei settori del restauro e della manutenzione del patrimonio costruito culturale. Nel 2009 poi si decide di aprire le attività anche a gruppi di volontari per motivare le persone comuni a prendersi cura del patrimonio costruito. Nella sua prima fase di sperimentazione ha incontrato feedback positivi solo da parte di una élite, e anzi in molti casi i risultati sperati non sono stati raggiunti. Nella seconda fase di sperimentazione, il focus si è spostato sull'identificazione di gruppi che potessero effettivamente beneficiare di questo tipo di attività; questo si è dimostrato essere il fattore chiave per la buona riuscita del progetto, che nel 2016 è stato insignito del Grand Prix EU Prize for Cultural Heritage / Europa Nostra Award.*
- ***"Verso Un Monumentenwatch In Lombardia. [..]"****. Il progetto aveva come obiettivo quello di sperimentare un servizio ispettivo rivolto ad una pluralità di beni culturali per migliorare le condizioni di conservazione e le strategie di gestione dei patrimoni immobiliari storici nell'area nord di Milano. La sperimentazione ha visto una fase di ricognizione delle conoscenze pregresse attraverso attività innovative di ispezione e monitoraggio che riportavano i dati in un sistema informativo per la gestione del patrimonio; e una fase di coinvolgimento attivo degli enti locali e di organizzazioni qualificate*

operanti sul territorio (Bossi, 2013; Gasparoli et al., 2013) *; il riferimento metodologico è il progetto Monumentenwatch (1973), ove politiche vincenti di sensibilizzazione e coinvolgimento dei proprietari nell'esecuzione delle operazioni programmate per i loro beni hanno generato una maggiore consapevolezza e interesse nella cura dei beni stessi. Questo progetto inoltre aveva individuato una strategia per incentivare i proprietari ad essere attivi nella manutenzione dei loro beni, ovvero la partecipazione al progetto era, in alcuni casi, prerequisito necessario per l'accesso a fondi pubblici destinati agli edifici di interesse storico* (Pinto, 2012a).

- ***Laboratori di Quartiere*** *(Allegrini & Paltrinieri, 2018; Marchigiani, 2008) . Si configurano come spazio di relazione e interazione tra e con i cittadini, oltre che come strumento per attivare e gestire processi strutturati e continui di cura da parte della comunità, capaci di imprimere un forte impulso creativo e operativo all'intervento manutentivo sulla città. Nei Laboratori di Quartiere, l'utilizzatore è al tempo stesso utente, cittadino e spesso proprietario del luogo in cui vive e, in senso lato, della città. La partecipazione dell'utilizzatore assume quindi un significato politico e si rivela essere di indubbia efficacia poiché vi è una forte motivazione nei soggetti coinvolti che facilmente si traduce in buoni risultati.*
- ***DIME, Venezia.*** *Piattaforma digitale a impronta multicanale per la gestione dei contatti con cittadini e imprese in un'ottica di Citizen Relationship Management (CzRM). Con un budget complessivo di 892 milioni di euro, di cui 588 milioni provenienti dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale e dal Fondo Sociale Europeo, il Programma*

Operativo Città Metropolitane 2014-2020 (Pon Metro) riveste un ruolo di primo piano nell'attuazione dell'Agenda Digitale Metropolitana della Città di Venezia verso una governance efficace e smart che accorci le distanze tra istituzioni e cittadini. In particolare, La pagina IRIS è collegata alla piattaforma DIME (https://dime.comune.venezia.it/lista-servizi/6) del comune di Venezia che dispone di 29 pagine specifiche destinate alla segnalazione di malfunzionamenti riscontrabili in città da parte degli utenti. Tra le specifiche segnalazioni da inviare, tramite piattaforma web, ci sono anche tematismi correlati a: graffiti, manutenzione stradale, igiene pubblica, verde pubblico. Dime ha enorme successo nella città di Venezia tanto da registrare nel dicembre 2022, più di 80000 segnalazioni (Figura 1-1), per la costante attività dell'amministrazione nel risolvere le segnalazioni inviate dagli utenti.



Figura 1-1: Schermata della homepage della piattaforma DIME IRIS.

Le esperienze riportate, sia sul fronte edilizio che urbano, hanno dimostrato che la partecipazione dei fruitori, quando i benefici sono percepiti in maniera tangibile, porta miglioramenti nell'efficacia del processo manutentivo, soprattutto quando si manutengono, e quindi si curano, gli oggetti a cui ci affezioniamo per il valore che gli attribuiamo e non solo per la funzione che essi svolgono (Pinto & Viola, 2021).

L'analisi della letteratura, della normativa di riferimento, e gli scenari operativi connessi alla gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari, ha evidenziato la complessità delle figure che prendono parte al processo e delle relazioni che intercorrono che sono state discretizzate e rielaborate nella Tabella 1-3.

Le figure enucleate all'interno della Tabella 1-3 hanno a loro disposizione strumenti digitali che sono a supporto delle varie fasi del processo manutentivo; a tal proposito è stata condotta una ricerca, riportata di seguito, relativa agli strumenti presenti sul mercato per:

a) *la gestione del processo manutentivo, destinati alle figure che si occupano della gestione della manutenzione e delle fasi operative;*
b) *l'invio segnalazioni di guasto sulle componenti del sistema costruito, destinati alla cittadinanza.*

All'interno degli strumenti di tipo a) rientrano i software di gestione della manutenzione: i Computerized Maintenance Management System (CMMS) sono strumenti dinamici che raccolgono sia i dati relativi ad attrezzature, macchinari e altri beni, sia dati possono ricavati dalla manutenzione ordinaria, dai sensori, dai contatori e da altre strumentazioni dell'Internet of Things (IoT) e possono notificare misure preventive e attivare avvisi prima del guasto dell'asset (Dzulkifli et al., 2021).

Tabella 1-3: Discretizzazione degli attori, descrizione e individuazione delle azioni di cui sono responsabili all'interno del processo manutentivo

Attore	Committente / proprietario
Profilo	Colui che stabilisce le strategie immobiliari, affida l'incarico di predisposizione dei manuali nonché l'effettuazione del servizio di conduzione "tecnica" e/o di manutenzione. E stabilisce la documentazione da raccogliere [2]
Azioni*	Garanzia di sicurezza, fruibilità e aspetto per i fruitori Definizione della politica manutentiva [2] Definizione dei livelli di qualità [1]

Attore	Gestore
Profilo	Talvolta è assimilabile al proprietario. È il responsabile delle decisioni relative alle politiche manutentive, alla gestione dei costi e delle risorse, ed è il responsabile finale del servizio. Per cui svolge attività gestionali, coordinative e di controllo. Interpreta le strategie del committente per coglierne le esigenze presenti e future.
Azioni*	Offerta di un servizio che risponda alle esigenze della committenza Presa in carico e validazione delle variazioni programmatorie Gestione economica delle attività Organizzazione delle risorse Definizione dell'organizzazione e della gestione del sistema informativo [2]

Attore	Tecnico
Profilo	All'interno della categoria rientrano le figure assimilabili con il responsabile del servizio di manutenzione [2], il supervisore della manutenzione [3] e il responsabile della manutenzione [3]. È la figura responsabile delle attività di pianificazione, organizzazione, coordinamento, esecuzione e controllo relative alla manutenzione dei beni immobili; definisce le attività di manutenzione, garantisce e assicura i livelli di qualità richiesti.
Azioni*	Individuazione di adeguate attività manutentive [2] [3] Definizione di un'adeguata programmazione delle attività manutentive [2] [3] Controllo delle attività manutentive [2] [3] Piano di qualità operativa del servizio [2] Fornitura dei dati informativi [2]

Attore	Operatore
Profilo	All'interno della categoria rientra l'individuo o il gruppo di individui incaricato della risoluzione del guasto. È assimilabile al tecnico specialista della manutenzione [3] o al responsabile degli interventi di manutenzione [2].
Azioni*	Esecuzione delle attività di manutenzione [3] Risoluzione dei guasti [3] Esecuzione del servizio a regola d'arte Fornitura dei dati informativi [2]

Attore	Fruitore
Profilo	Assimilabile all'utente, è inteso come persona che interagisce con un sistema, prodotto o servizio [4]. Può essere il cliente di un negozio, il passeggero di un treno [5]. Ovvero, si intende in senso esteso colui che ha la disponibilità e il godimento di un bene [6]. All'interno della presente dissertazione diviene uno

	degli attori che prende parte al processo di monitoraggio, attraverso la segnalazione di anomalie e guasti e attraverso il controllo dello stato di performance di aree e componenti vulnerabili. È anche il recettore primo del servizio manutentivo offerto.
Azioni*	Segnalazione di malfunzionamenti, guasti e anomalie Uso proprio delle componenti del sistema

Note:
(1) (UNI 11257, 2007)
(2) (UNI 10874, 2000)
(3) (UNI EN 15628, 2014)
(4) (UNI EN ISO 27501, 2019)
(5) (UNI EN ISO 26800, 2011)
(6) Dizionario Treccani, https://www.treccani.it/vocabolario/fruitore/
Le azioni sono indicative dell'intero processo di manutenzione

Un CMMS può anche identificare il luogo di lavoro, i materiali e le attrezzature necessarie e la data di completamento richiesta; fornisce funzionalità basate sui requisiti del cliente, tra cui la gestione degli asset (ordini di lavoro, programmazione e programma di ispezione), la gestione dell'inventario (tracciamento, elenchi di parti di ricambio e previsioni), l'approvvigionamento, la gestione dei materiali. Nella sua versione standard comprende quattro funzioni: ordine di lavoro, richiesta di lavoro, gestione degli asset e applicazione mobile (Dzulkifli et al., 2021).

È stata condotta, quindi, una ricerca sul web, all'interno del mercato nazionale italiano, per individuare questa tipologia di strumenti in modo da delinearne:

- *funzionalità di base;*
- *flusso di lavoro;*
- *utenza;*
- *tipo di asset di riferimento.*

Per l'analisi di tali software ci si è serviti delle informazioni presenti sui rispettivi siti web e di incontri (in presenza e in remoto) con dipendenti delle

aziende produttrici per ricevere tutte le informazioni sulle funzionalità e sul flusso di lavoro. I software analizzati sono riportati nella Tabella 1-4.

Questi software, si strutturano tutti su un flusso per la segnalazione molto intuitivo, e rendono anche agevole l'apertura dei ticket e la creazione di un ordine di lavoro. Quando hanno una componente mobile per la segnalazione del guasto, riescono a garantire una risposta adeguata e tempestiva al tipo di richiesta occorsa. Dall'indagine condotta è stato inoltre possibile delineare uno schema di flusso operativo, individuando le fasi del processo e gli attori come riportato in Figura 1-2.

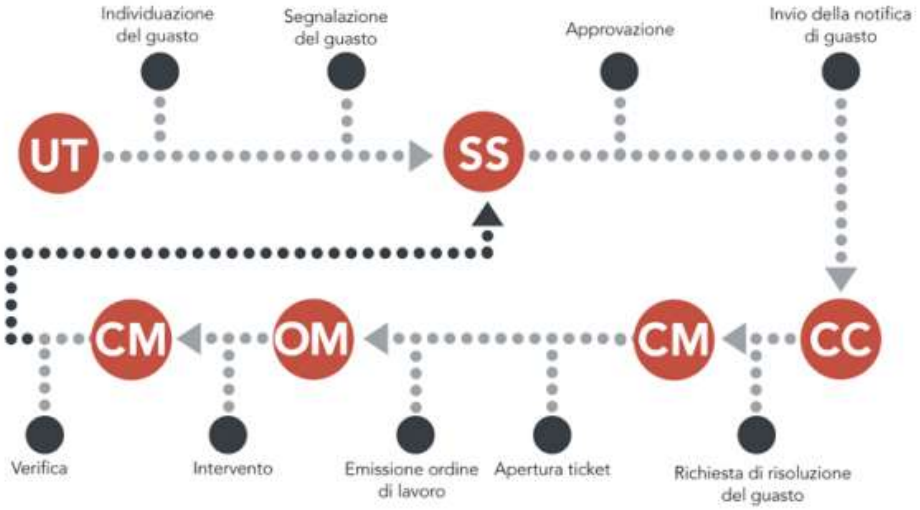


Figura 1-2: Fase del processo manutentivo, dalla segnalazione del guasto alla sua risoluzione. Attori: UT: utente, SS: servizio di stabilimento, CC: call center, OM: operatore della manutenzione, CM: coordinatore della manutenzione.

Gli strumenti riportati in Tabella 1-4 sono appannaggio soprattutto delle figure specifiche che si occupano della gestione del processo manutentivo.
Un sondaggio condotto su oltre seicento aziende distribuite nel mondo (O'Hanlon, 2005), attorno all'efficacia dei software di CMMS/ EAM ha dimostrato che alcuni software dedicati offrono funzioni avanzate che non sono realmente utili alle attività di manutenzione e Facility Management. Per cui è stato possibile evidenziare sei funzioni chiave che sono un *"must have"* per qualsiasi CMMS/EAM:

- *gestione semplice degli ordini di lavoro;*
- *funzione di pianificazione;*
- *funzione di programmazione;*
- *funzione di budget/costi;*
- *gestione dei ricambi;*
- *indicatori chiave di prestazione (KPI).*

Sono emerse quattro aree chiave per garantire il successo di CMMS/EAM:

- *facilità d'uso;*
- *supporto alla gestione;*
- *curva di apprendimento ridotta;*
- *processo di lavoro di manutenzione definito.*

La facilità d'uso e la bassa curva di apprendimento indicano che un sistema verrà utilizzato di più se non richiede un apprendimento complesso (O'Hanlon, 2005). Se si soffre di pratiche di manutenzione scadenti, un CMMS/EAM automatizzerà semplicemente il processo in modo che le conseguenze negative si manifestino più rapidamente e con meno sforzo. Se si automatizza un processo disfunzionale, si crea molto probabilmente una disfunzione più efficiente (O'Hanlon, 2005).

All'interno degli strumenti del tipo b) ci sono applicazioni mobile e web che sono rivolti all'utente finale, sia esso semplice fruitore o cittadino, per il riconoscimento dei guasti occorrenti sulle componenti del sistema urbano e edilizio. Sono strumenti semplici e intuitivi che consentono ad un utente non esperto di inviare una segnalazione di guasto occorrente sulle componenti del sistema urbano.

Tendenzialmente ogni applicazione, per effettuare una segnalazione, richiede la registrazione da parte dell'utente, alcune (vedi Dime o Roma al tuo fianco) richiedono registrazione attraverso SPID, il Sistema Pubblico di Identità Digitale o Carta d'Identità Elettronica (CIE) e Carta Nazionale dei Servizi (CNS), che può monitorare lo stato di presa in carico e avanzamento della segnalazione inviata. Si compongono di una interfaccia destinata all'utente, che può consultare le segnalazioni effettuate e monitorarne lo stato, e una interfaccia destinata al pubblico dove sono visibili tutte le segnalazioni effettuate dagli utenti e in taluni casi riportanti anche l'indicazione dello stato (ricevuta, in carico, conclusa).

In questo ambito sono state analizzate dieci applicazioni web e/o mobile che sono state distinte in due macrocategorie:

- *applicazioni per la segnalazione di guasti ai sistemi urbani*
- *applicazioni per servizi integrati delle P.A.*

Entrambe le categorie rendono possibile la segnalazione di guasti degli edifici o dell'arredo urbano o malfunzionamenti dei servizi di gestione rifiuti o degli impianti a servizio della fruizione urbana. Gli applicativi riportati nelle Tabella 1-5 Tabella 1-6 hanno un loro punto di forza nella semplicità di effettuazione della segnalazione da parte dell'utente a cui è richiesto di

scattare una foto e di fornire una descrizione del guasto o del malfunzionamento rilevato, mentre mancano di un approccio che:

- *guidi l'utente alla segnalazione, direzionando e semplificando il dato in ingresso;*
- *abbia un sistema di categorizzazione del guasto e dell'elemento tecnico;*
- *renda possibile l'associazione univoca del guasto ad uno o più elementi tecnici;*
- *renda possibile l'associazione univoca del guasto all'edificio o ad un'area specifica del sistema urbano;*
- *renda possibile l'analisi dell'evoluzione del guasto e la richiesta di azioni di controllo mirate sui sottosistemi da parte dei gestori.*

Tabella 1-4_Software CMMS per la gestione dei servizi di FM prodotti di aziende informatiche proprietarie

1	Nome	Plaonon.fmpool
	Sito web	https://planon.fmpool.it
	Funzionalità di base	• Inventario completo degli asset • Monitoraggio consumi energetici • Gestione e controllo della documentazione tecnica • Pianificazione e gestione degli interventi di manutenzione • Controllo e pianificazione delle spese di manutenzione • Inserimento delle richieste di manutenzione degli asset • Storico aggiornato degli interventi condotti sugli asset
	Utenza	Project manager, responsabile, manager operativo della manutenzione, Building manager
	Asset di riferimento	Edificio e Impianti
	Presenza di versione mobile per segnalazioni	Non è presente una versione mobile per la segnalazione dei guasti.
2	Nome	Mainsim
	Sito web	https://www.mainsim.com
	Funzionalità di base	• Inventario completo degli asset • Monitoraggio consumi energetici • Gestione e controllo della documentazione tecnica • Pianificazione e gestione degli interventi di manutenzione • Controllo e pianificazione delle spese di manutenzione • Inserimento delle richieste di manutenzione degli asset • Storico aggiornato degli interventi condotti sugli asset
	Utenza	Project manager, responsabile e manager operativo della manutenzione, Building manager, operatori della manutenzione
	Asset di riferimento	Edificio (aree interne ed esterne), Impianti
	Presenza di versione mobile per segnalazioni	È presente una versione mobile demandata all'invio di segnalazioni di malfunzionamento.
3	Nome	Sinergest
	Sito web	https://www.sinergest.com/software/suite/
	Funzionalità di base	• Inventario completo degli asset • Gestione e controllo della documentazione tecnica • Pianificazione e gestione degli interventi di manutenzione • Controllo e pianificazione delle spese di manutenzione • Inserimento delle richieste di manutenzione degli asset • Storico aggiornato degli interventi condotti sugli asset
	Utenza	Project manager, responsabile e manager operativo della manutenzione, Building manager, operatori della manutenzione
	Asset di riferimento	Impianti e macchinari
	Presenza di versione mobile per segnalazioni	È presente una versione mobile demandata all'invio di segnalazioni di malfunzionamento. La versione mobile organizza gli interventi di manutenzione in relazione a: da gestire, da piano, in gestione.

4	Nome	DK Manutenzione PA
	Sito web	https://www.888sp.com/it/gestione-manutenzione-committenti-pubblici/
	Funzionalità di base	• Inventario completo degli asset • Gestione e controllo della documentazione tecnica • Gestione contratti pubblici • Pianificazione e gestione degli interventi di manutenzione • Controllo e pianificazione delle spese di manutenzione • Inserimento delle richieste di manutenzione degli asset • Storico aggiornato degli interventi condotti sugli asset • Dialogo con modello BIM • Presenza di un portale per il cittadino
	Utenza	Project manager, responsabile e manager operativo della manutenzione, Building manager, operatori della manutenzione, fruitori, cittadini
	Asset di riferimento	Patrimonio immobiliare, impianti, infrastrutture, verde
	Presenza di versione mobile per segnalazioni	È presente una versione mobile demandata all'invio di segnalazioni di malfunzionamento.

5	Nome	Coswin 8*i*
	Sito web	https://cmmsitalia.it/coswin-8i-software-gestione-manutenzioni/
	Funzionalità di base	• Inventario completo degli asset • Gestione e controllo della documentazione tecnica • Gestione contratti pubblici • Pianificazione e gestione degli interventi di manutenzione • Controllo e pianificazione delle spese di manutenzione • Analisi dei guasti • Inserimento delle richieste di manutenzione degli asset • Storico aggiornato degli interventi condotti sugli asset
	Utenza	Project manager, responsabile e manager operativo della manutenzione, Building manager, operatori della manutenzione
	Asset di riferimento	Patrimonio immobiliare, impianti
	Presenza di versione mobile per segnalazioni	Non è presente una versione mobile per l'invio di segnalazioni di malfunzionamento.

6	Nome	PlanRadar
	Sito web	https://www.planradar.com/
	Funzionalità di base	• Planimetria / BIM • Gestione e controllo della documentazione tecnica • Gestione cantieri • Inserimento delle richieste di manutenzione degli asset • Gestione degli interventi di manutenzione • Storico aggiornato degli interventi condotti sugli asset
	Utenza	Tecnici, Project manager, responsabile e manager operativo della manutenzione, Building manager, operatori della manutenzione
	Asset di riferimento	Edifici in costruzione, Patrimonio immobiliare, impianti

	Presenza di versione mobile per segnalazioni	È presente una versione mobile.

Tabella 1-5_Applicazioni per la segnalazione di guasti e malfunzionamenti

1	Nome	Dime Iris				
	Link	https://iris.comune.venezia.it/				
	Città	Venezia				
	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano				
	Come fare una segnalazione	1. registrazione tramite generalità personali o SPID 2. individuare un punto sulla mappa 3. descrivere il tipo di segnalazione ed aggiungere foto				
	Piattaforma web	Si	Applicazione smartphone	No	Dialogo con i social	No
2	Nome	Fedro segnalazioni				
	Link	https://www.fedrosuite.com/i-moduli-della-suite/segnalazioni-online/				
	Città	Varie				
	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano				
	Come fare una segnalazione	1. necessaria registrazione tramite generalità personali 2. selezionare una delle categorie ove collocare la segnalazione 3. descrivere la segnalazione ed eventualmente aggiungere foto				
	Piattaforma web	Si	Applicazione smartphone	No	Dialogo con i social	No
3	Nome	FIRENZE +				
	Link	https://www.comune.fi.it/app/firenze				
	Città	Firenze				
	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano				
	Come fare una segnalazione	1. registrarsi 2. nel menu a tendina inviare una nuova segnalazione scegliendo tra le categorie presenti nel sistema 3. indicare: indirizzo, categoria e descrizione con eventuale aggiunta di foto				
	Piattaforma web	No	Applicazione smartphone	Si	Dialogo con i social	SI
4	Nome	Roma al tuo fianco				
	Link	https://www.romaltuofianco.comune.roma.it/#/pages/report-activity				
	Città	Roma				
	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano, sovraffollamenti				
	Come fare una segnalazione	1. individuare la localizzazione sulla mappa 2. indicare il tipo di notifica da inviare tra le categorie selezionate				
	Piattaforma web	Si	Applicazione smartphone	No	Dialogo con i social	No
5	Nome	Dillo al comune				
	Link	https://www.comune.tarquinia.vt.it/it-it/avvisi/2019/sito-web/dillo-al-comune-117419-1-042fed3ce44d5235f8c66e078eeb9699				
	Città	Tarquinia				

	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano					
	Come fare una segnalazione	1. registrazione tramite mail e password 2. nella schermata principale nella sezione segnalazioni scegliere tra le categorie ove collocare la segnalazione 3. individuare la localizzazione sulla mappa 4. aggiungere descrizione e foto					
	Piattaforma web	No	Applicazione smartphone	Si	Dialogo con i social	SI	

6	Nome	Dillo al comune					
	Link	https://www.comune.tarquinia.vt.it/it-it/avvisi/2019/sito-web/dillo-al-comune-117419-1-042fed3ce44d5235f8c66e078eeb9699					
	Città	Tarquinia, e altre città selezionabili dal menu a tendina					
	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano					
	Come fare una segnalazione	1. registrazione tramite mail e password 2. nella schermata principale nella sezione segnalazioni scegliere tra le categorie ove collocare la segnalazione 3. individuare la localizzazione sulla mappa 4. aggiungere descrizione e foto					
	Piattaforma web	No	Applicazione smartphone	Si	Dialogo con i social	SI	

7	Nome	FixMyStreet					
	Link	https://www.fixmystreet.com/					
	Città	Tarquinia, e altre città selezionabili dal menu a tendina					
	Cosa segnalare	Malfunzionamenti, abbandono di rifiuti, guasti del sistema urbano					
	Come fare una segnalazione	1. registrazione tramite generalità personali 2. inserire foto e descrizione 3. inserire il comune di riferimento e inviare 4. NB: per ciascuna segnalazione è possibile inviare un aggiornamento con foto e commento					
	Piattaforma web	**Si**	Applicazione smartphone	Si	Dialogo con i social	No	

Tabella 1-6_Applicazioni per la gestione dei servizi integrati per il cittadino

	Nome	Segnala					
	Link	https://www.comune.roma.it/web/it/di-la-tua-segnala.page					
	Città	Roma					
	Cosa segnalare	suggerimenti, segnalazioni, reclami					
	Come fare una segnalazione	1. accedi al servizio tramite registrazione con SPID, CNS, CIE					
	Piattaforma web	Si	Applicazione smartphone	No	Dialogo con i social	No	

	Nome	LaMiaCIttà					
	Link	https://play.google.com/store/apps/details?id=it.epublic.comapp					
	Città	Varie					
	Cosa segnalare	servizi integrati per i cittadini: • amministrazione trasparente • comunicazioni per le dall'amministrazione • invio segnalazioni di guasti e malfunzionamenti					

	• eventi					
Come fare una segnalazione	2. registrazione tramite SPID 3. nel menu segnalazioni selezionare nuova segnalazione 4. aggiungere localizzazione, descrizione e fotografia					
Piattaforma web	Si	**Applicazione smartphone**	No	Dialogo con i social	No	

Nome	**Comuni-Chiamo**					
Link	https://comuni-chiamo.com/					
Città	Varie					
Cosa segnalare	servizi integrati per i cittadini: • amministrazione trasparente • comunicazioni per le dall'amministrazione • invio segnalazioni di guasti e malfunzionamenti • eventi					
Come fare una segnalazione	1. registrazione tramite inserimento di generalità personali 2. nella sezione *segnala* individuare la categoria entro cui rientra la segnalazione da fare 3. localizzazione del problema					
Piattaforma web	Si	**Applicazione smartphone**	SI	**Dialogo con i social**	No	

Nome	**Snap4City**					
Link	https://www.snap4city.org/					
Città	Varie					
Cosa segnalare	servizi integrati a servizio delle smart cities. raccolta di dati da differenti strumenti tra cui mobile app e social media per la gestione di: • mobilità • ambiente e meteo • gestione e comunicazione • cultura, turismo					
Come fare una segnalazione	1. Registrazione al sistema tramite generalità personali 2. scelta della tipologia di utente tra quelle individuate dal sistema 3. non è possibile fare segnalazioni per guasti e/0 malfunzionamenti					
Piattaforma web	Si	**Applicazione smartphone**	Si	**Dialogo con i social**	No	

Accanto a strumenti prettamente operativi e funzionali agli scopi legati ad una tempestiva e adeguata gestione dei servizi di Facility Management, è stato analizzato un Software progettato all'interno di un contesto accademico, per la gestione della manutenzione del patrimonio della Conferenza Episcopale Italiana (CEI). La CEI utilizza come sistema informativo per il suo patrimonio il software REFTREE (Paganin & Talamo, 2017) che prevede sia un'area di censimento dei beni, con le informazioni anagrafiche circa la localizzazione e

la consistenza, sia un'area dedicata al processo manutentivo con indicazione degli elementi tecnici, interventi e programmazione.

L'organizzazione dell'informazione del software è riportata all'interno dello schema in Figura 1-3. La costruzione di un database del patrimonio immobiliare della CEI ha l'obiettivo generale di definire una programmazione di interventi (restauro, ristrutturazione, manutenzione programmata) associata ad una strategia di razionalizzazione del patrimonio immobiliare ecclesiastico attraverso l'ottimizzazione dell'allocazione delle funzioni e dei servizi, coerentemente alle esigenze attuali e future della Diocesi e dei vari Enti coinvolti.



Figura 1-3: Organizzazione dell'informazione all'interno del software REFTREE. Elaborazione dell'autrice.

Il progetto ha tenuto conto degli obiettivi riportati di seguito per la sua progettazione:

- *definizione di elementi qualitativi e quantitativi per la valutazione dell'attuale assetto del patrimonio immobiliare della Diocesi;*
- *sulla base del perimetro degli edifici oggetto di analisi, individuazione delle più opportune destinazioni funzionali coerentemente alle esigenze attuali e future dei vari soggetti coinvolti;*

- *individuazione degli asset che potrebbero essere oggetto di valorizzazione, in base a: destinazioni e funzioni previste, sviluppi prevedibili e tempistiche programmate;*
- *ricognizione degli interventi necessari alla piena funzionalità degli immobili, stimando costi e tempi di attuazione;*
- *individuazione delle strategie di razionalizzazione e valorizzazione dei beni immobili e le opzioni di finanziamento attivabili.*

Le sezioni più interessanti, ai fini della dissertazione in esame, sono sicuramente l'area anagrafica dell'edificio e dell'elemento tecnico, e quella manutentiva; il processo metodologico implementato per l'inserimento e la descrizione del singolo edificio è il seguente:

- *definizione delle caratteristiche generali dell'edificio;*
- *scomposizione del sistema[36]: selezione degli elementi avviene scegliendo all'interno di un elenco predefinito di elementi tecnici e qualora la casistica non sia sufficiente è possibile crearne di nuovi;*

---

[36] Sono stati individuati 22 elementi manutenibili, che si configurano come una lista aperta costantemente incrementabile:

1. *Accesso al lotto*
2. *Superficie del lotto*
3. *Superficie esterna opaca*
4. *Superficie interna opaca*
5. *Accessi all'edificio*
6. *Superficie esterna trasparente*
7. *Superficie interna trasparente*
8. *Elementi decorativi esterni*
9. *Elementi decorativi interni*
10. *Partizioni interne verticali*
11. *Pavimentazioni interne orizzontali*
12. *Controsoffitti*
13. *Intradosso della partizione orizzontale*
14. *Gronda (Linea di gronda)*
15. *Manto di copertura*
16. *Intradosso*

- *individuazione dei modi di guasto*[37]*;*
- *programmazione degli interventi*[38]*.*

Tali strumenti, di supporto al gestore, soprattutto quando dotati di strumenti per la segnalazione di malfunzionamenti da parte degli utenti, hanno la potenzialità di aprire un dialogo tra i diversi attori mettendo a sistema le esigenze del committente e dell'utente che hanno interessi sostanzialmente divergenti e che devono essere, quindi, opportunamente bilanciati da parte di chi eroga il servizio (Paganin, 2002). Il miglioramento del processo di manutenzione può essere ottenuto attraverso l'utilizzo di un software CMMS cucito sulle esigenze del cliente (Pongiglione, 2002), che deve consentire

---

17. *Sottotetto*
18. *Arredi fissi*
19. *Arredi mobili*
20. *Impianto di illuminazione*
21. *Impianto di diffusione acustica*
22. *Impianto di raffrescamento e riscaldamento.*

E 9 fattori di manutenibilità:

1. *Accessibilità*
2. *Ergonomia*
3. *Diagnosticabilità*
4. *Ispezionabilità*
5. *Isolabilità*
6. *Reversibilità*
7. *Intercambiabilità*
8. *Modularità*
9. *pulibilità*

[37] *Sono state censite e descritte 48 forme di degrado.*

[38] *Gli interventi sono stati organizzati secondo le seguenti macrocategorie:*

- *Interventi Ispettivi*
- *interventi di pulizia*
- *interventi preventivi*
- *interventi correttivi*
- *interventi migliorativi*

In relazione agli specifici interventi è sempre possibile inserire informazioni relative ai costi (preventivo e consuntivo).

un'acquisizione costante delle informazioni necessarie alla costruzione dell'intero processo. Le accresciute capacità di archiviazione dei dati sono funzionali ad una migliore esecuzione programmata delle attività manutentive (Dioguardi, 2002), grazie anche ad una potenziale accresciuta rapidità del controllo degli interventi da eseguire e dell'analisi di quelli già fatti, e la possibilità di ricevere richieste on-line e di processare sempre on-line le informazioni di ritorno (Pongiglione, 2002). Si registra la possibilità di organizzare tutti dati necessari alla messa in atto di un adeguato programma manutentivo: la conoscenza degli oggetti su cui si va ad operare e, attraverso il dialogo con l'utente e il cliente, le loro priorità e il grado di soddisfacimento; quest'ultima componente è il vero "termometro" con cui si misura l'efficienza della gestione della manutenzione dei patrimoni (Bottino, 1999).

1.5. L'innovazione del processo edilizio nell'era digitale: il Digital Twin nella gestione dell'ambiente costruito

Le tecnologie informatiche per l'acquisizione, l'archiviazione e l'estrazione dei dati sono sempre più applicate al settore edilizio che sta assistendo a un cambiamento di paradigma verso i "quartieri intelligenti" grazie a edifici connessi e oggetti intelligenti con potenzialità di calcolo e comunicazione (Lara et al., 2016). Collegando gli attori e le informazioni durante il ciclo di vita degli edifici, si potrebbero creare e arricchire modelli digitali semanticamente ricchi di informazioni da fornire agli utenti finali in tempo reale, circa i servizi disponibili, e ai gestori, circa le condizioni degli asset (Pasini et al., 2016). Una delle soluzioni tecnologiche più adottate dalle municipalità a livello globale sono le piattaforme informative, che consentono di fornire nuovi servizi digitali ai cittadini e di migliorare la gestione delle informazioni a scala urbana

(Khatoun e Zeadally 2016; Silva et al. 2018). Attraverso una piattaforma informativa, i comuni possono costruire una banca dati strutturata - unica, dinamica e aggiornata nel tempo - in grado di raccogliere, integrare e gestire dati e informazioni eterogenei relativi a diversi servizi urbani e ai cittadini (ad esempio, energia, mobilità, rifiuti, governance, salute, ecc.) (Atta, 2021).

L'attenzione dell'Unione Europea e delle organizzazioni internazionali (Commissione Europea, 2019, 2021a) nei confronti degli effetti di mitigazione delle città e degli ambienti periurbani ha sottolineato l'importanza fondamentale del monitoraggio *day by day*. Quest'ultimo è finalizzato a ottenere un controllo in tempo reale del sistema costruito e dei suoi sottosistemi, la previsione delle prestazioni future e l'implementazione di modelli in grado di simulare gli impatti delle soluzioni progettuali e di sviluppo. In questa prospettiva, il *Digital Twin* (DT), tendenza relativamente nuova nel settore delle costruzioni (Al-Sehrawy & Kumar, 2020), e già ampiamente utilizzato nel settore manifatturiero come una delle tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 (Tao et al., 2018), diventa uno strumento strategico per l'implementazione di strategie di gestione innovative e sostenibili dei sistemi urbani, per la sua configurazione come copia digitale dell'ambiente fisico, delle relazioni tra le parti e dei processi in atto, passati e futuri.

Il concetto di *Digital Twin* risale a una presentazione dell'Università del Michigan all'industria nel 2002 per la formazione di un centro di gestione del ciclo di vita del prodotto (PLM), e fu ideato da Michael Grieves che lo intitolava semplicemente "Ideale concettuale per il PLM" (Michael & VIckers, 2016). Solo nell'ultima metà del XX secolo è stato possibile estrarre le informazioni da un oggetto fisico e creare quello che chiamiamo DT che, nato come descrizione CAD relativamente scarna, sta diventando sempre più ricco e robusto (Grieves &

Vickers, 2016). Se all'inizio il gemello digitale era solo descrittivo, negli ultimi anni sta diventando utilizzabile: l'oggetto CAD non è più semplicemente un oggetto tridimensionale sospeso nello spazio vuoto, indipendente dal tempo, ma siamo in grado di simulare forze fisiche su questo oggetto nel tempo per determinarne il comportamento (Grieves & Vickers, 2016).

Il DT è fatto di algoritmi che elaborano i dati provenienti dai sensori e sono in grado riproporre il comportamento di un oggetto o manufatto architettonico, fornendo anche previsioni del comportamento futuro (Grieves, 2014). La realizzazione di una governance intelligente che utilizzi le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) è strettamente legata allo sviluppo di città intelligenti, al fine di migliorare il processo decisionale attraverso una migliore collaborazione tra le diverse parti interessate, comprese le amministrazioni pubbliche e i cittadini (Lara et al., 2016; Pereira et al., 2018). Un esempio è l'uso dell'IoT per rispondere alle esigenze dei cittadini e migliorare le prestazioni delle loro attività, per ridurre gli impatti negativi sull'ambiente, per ridurre i costi della vita (Mishra & Chakraborty, 2020) e per garantire la qualità del sistema costruito e la soddisfazione degli utenti (Pinto, 2019).

Se collegati al monitoraggio dell'ambiente costruito i sistemi di rilevamento e diagnostica dei guasti che utilizzano reti di sensori e tecnologie moderne basate sull'intelligenza artificiale, potrebbero generare alcuni benefici come la riduzione dei costi di manutenzione, la riduzione del consumo energetico e dei costi associati, l'aumento della produttività e il prolungamento della vita delle apparecchiature (Brunone et al., 2021; Halmetoja, 2022).

A questo punto, la definizione di un modello digitale di un sistema di insediamento è il fulcro per sviluppare strategie innovative di gestione della

conoscenza in cui il monitoraggio (cfr. § 2.1) attraverso sensori, tecnologie di misurazione, IoT, tecnologie di apprendimento automatico fornisce un aggiornamento in tempo reale (Kaur et al., 2020) e offre un'interfaccia che consente di monitorare il funzionamento passato e presente e di fare previsioni sul futuro (Grieves, 2014; K. Wang et al., 2021). Il DT deve essere considerato come un processo (Wenner et al., 2021), un modello dinamico fatto di dati che hanno una connessione permanente e costante con il mondo reale. Viene adottato più frequentemente per facilitare le operazioni di gestione delle strutture per ottimizzare l'efficienza operativa sia a livello di edificio che di città, al fine di rispondere meglio alle esigenze di una gestione sostenibile e appropriata delle città e degli spazi (Hou et al., 2021).

Liu et al. (2018) descrivono i componenti del DT: prodotti fisici nello spazio reale, prodotti virtuali nello spazio virtuale e le connessioni di dati e informazioni che collegheranno i prodotti virtuali e reali; e l'architettura di base che consiste in tecnologie di sensori e misurazione, Internet IoT e apprendimento automatico. Inoltre, Qi et al. (2021) progettano cinque dimensioni del DT: entità fisiche, modelli virtuali, dati, servizi e connessioni nel gemello digitale.

La letteratura riporta esempi di DT associati al sistema costruito. La ricerca svolta presso l'Università di Brescia (Tagliabue et al., 2021), all'interno del progetto eLUX lab cognitive building, testa un processo di monitoraggio di un edificio pilota, "Modulo didattico", dove i dati architettonici e strutturali dell'edificio sono disponibili attraverso il BIM dell'edificio. Il BIM è utilizzato come base del gemello digitale dell'edificio eLUX e può essere collegato ai dati ottenuti dai sensori per evidenziare lo stato attuale degli indicatori di performance dell'edificio. Lo stesso progetto è stato anche testato in ambito

manutentivo: quando vengono eseguiti lavori di manutenzione sull'edificio, il DT viene aggiornato secondo le procedure stabilite, per tenere traccia dei cambiamenti di tutti i dati contenuti.

Ancora sul sistema edificio, ma connettendolo ad una rete, è stata condotta una sperimentazione all'interno del sito di West Cambridge dell'Università di Cambridge (Lu et al., 2020; Qiuchen Lu et al., 2019). Qui il DT simula il comportamento di un sistema di edifici, integrando fonti di dati eterogenee, supportando l'interrogazione intelligente dei dati e fornendo un processo decisionale più intelligente. Anche, questo dimostratore integra un modello informativo dell'edificio (BIM) IFC a più livelli, dati del sistema di gestione degli edifici, dati di gestione degli spazi, dati di sensori basati sull'IoT in tempo reale, dati del registro degli asset e una piattaforma di etichettatura degli asset. Il dimostratore comprende anche uno strumento per migliorare la manutenzione degli asset e un altro per la loro localizzazione tramite la realtà aumentata (AR), e la previsione dei guasti alle apparecchiature.

Alcuni prototipi, invece, hanno testato il funzionamento del DT nel contesto dei sistemi insediativi, definendo il potenziale di questo strumento. Dembski et al. (2020) hanno descritto il prototipo del DT di Herremberg, in Germania, dove il modello virtuale è un modello 3D dell'ambiente costruito e il modello di dati consiste in dati provenienti da informazioni geografiche volontarie. La sperimentazione ha rivelato che il gemello digitale urbano consente di ottenere una migliore comprensione delle potenziali soluzioni per le sfide urbane, migliorando i processi di interazione tra i cittadini da un lato e i rappresentanti ufficiali locali dall'altro. Ciò ha fornito l'opportunità di testare una serie di scenari e di potenziali soluzioni, nonché di valutarne gli impatti utilizzando un caso reale.

Restando sul sistema urbano, Ippodamo (Bujari et al., 2021) è un progetto tutto italiano, per lo Smart Urban Management: è un sistema di supporto alle decisioni (SSD) dinamico, predittivo e adattivo, per i gestori delle città. Si configura come un nuovo modello di approccio alla gestione della città, che sulla base dei dati rilevati prova a fare delle simulazioni sugli scenari futuri. La piattaforma è di supporto alle Pubbliche Amministrazioni per:

- *migliorare la pianificazione a medio e lungo termine;*
- *erogare efficientemente i servizi integrati;*
- *fornire un quadro di informazioni che consentono la lettura del comportamento della città in tempo reale;*
- *informare costantemente la cittadinanza;*
- *utilizzare strumenti semplici e intuivi per la segnalazione di anomalie e disservizi.*

Inoltre, ha una sezione dedicata alla manutenzione stradale che, oltre ad avere un sistema di sensoristica in grado di rilevare ad esempio allagamenti e di allerta per la segnalazione di anomalie e guasti, genera degli scenari correlati agli interventi, la strutturazione del cantiere e gli impatti sulla città.

Il concetto di DT introdotto da (Grieves, 2002) con l'ideale concettuale per la gestione del ciclo di vita del prodotto (PLM) come rappresentazione digitale di un bene fisico e le connessioni automatiche che li legano tra loro (Grieves & Vickers, 2016) apre nuovi scenari per la pianificazione della manutenzione nei settori delle costruzioni (Viola et al., 2023). Le esperienze riportate dalla letteratura dimostrano la possibilità di una convergenza tra manutenzione edilizia e urbana e DT, mostrando i miglioramenti che il DT potrebbe apportare al piano di manutenzione (Deng et al., 2021).

Secondo McKinsey (2015), l'uso dei DT nella manutenzione urbana forniranno fino a 630 miliardi di dollari di risparmi potenziali nel mercato delle costruzioni nel 2025. In questa prospettiva, i DT, soprattutto grazie alla possibilità offerta dagli avanzamenti dell'Intelligenza Artificiale, dovrebbero, sulla base delle valutazioni dello stato attuale dei sistemi reali, raggiungere la capacità di prevedere i guasti (Føllesdal Tjønn, 2018). Previsione che risulta più affidabile in presenza di numerosi dati sulle caratteristiche fisiche, sul processo in corso o sulle caratteristiche dell'operazione (Errandonea et al., 2020).

2. Le attività di monitoraggio nella manutenzione dell'ambiente costruito.

2.1. Definizioni e strumenti per il monitoraggio del patrimonio costruito

Il dizionario Treccani definisce il monitoraggio come "osservazione, a scopo di controllo, di una grandezza variabile eseguita mediante appositi strumenti. […] In senso più ampio, ogni forma di indagine ricorrente e sistematica, di natura biologica, patologica, epidemiologica o di altro genere, compiuta su popolazioni umane, animali o vegetali o anche su ambienti minacciati da inquinamento (radioattivo, chimico, microbiologico o di altra natura), che ha come fine la programmazione di interventi miranti alla loro conservazione, gestione o risanamento". Mentre la UNI 11257:2007 lo definisce quale attività eseguita manualmente o automaticamente, destinata a osservare lo stato attuale di un'entità. Da queste definizioni emerge un'attenzione a tre aspetti fondamentali: osservazione, controllo e programmazione; con il fine di individuare la condizione in cui l'entità verte e l'individuazione degli interventi mirati alla conservazione.

L'obiettivo della manutenzione del sistema costruito è quello di garantire l'utilizzo del bene, mantenendone il valore e le prestazioni iniziali entro limiti accettabili per tutta la vita utile (UNI EN 15331, 2011). "Ciò implica che le prestazioni fornite non scendano mai al di sotto di una soglia di accettabilità e che di conseguenza si debba intervenire preventivamente a evitare il verificarsi di quelle condizioni in grado di compromettere lo stato di equilibrio tra requisiti e prestazioni erogate" (Talamo, 1998, p. 7) – citare il grafico pubblicato (incollare grafico). Risulta fondamentale identificare la necessità di

manutenzione attraverso un giudizio obiettivo, che è possibile emettere solo a seguito dell'attuazione della funzione del monitoraggio (Arbizzani, 1991, pp. 65–66). Questa risulta essere, tra le funzioni[39] che caratterizzano il processo di manutenzione edilizia, quella che, assieme alla gestione, più efficacemente supporta il processo per le tecnologie ad esse associate. Poiché tali tecnologie consentono, in correlazione alle tecniche, di "conservare il valore del bene amministrato, ma anche di mantenerlo in efficienza per assicurare continuità e qualità del servizio fornito agli utenti: e per contenere e razionalizzare i costi di gestione" (Arbizzani, 1991, pp. 54–55).

La capacità previsionale di cui necessita la manutenzione, affinché si configuri come attività programmatoria esercitata a fini preventivi e correttivi, è possibile solo attraverso una "sistematica conoscenza" dei comportamenti nel tempo del sistema costruito (Talamo, 1998, p. 7)) (Figura 2-1). Quest'ultima è ottenibile mediante un adeguato monitoraggio del sistema costruito, ovvero rispondente alle esigenze della committenza, nonché alla tipologia contrattuale. L'obiettivo è il raggiungimento di un giusto compromesso tra cosa deve essere oggetto di controllo e con quale frequenza, in ottica di una razionalizzazione degli interventi evitando uno sproporzionato impiego di risorse (De Medici & Guida, 2002; Pinto, 2015; Pinto & De Medici, 2002).

Dunque, la manutenzione come attività programmatoria conduce verso la scelta di strategie manutentive preventive e predittive che fondano la loro applicazione e buona riuscita su attività adeguate di monitoraggio (Silva & Falorca, 2009; Veldman et al., 2011; Young et al., 2003), sulle ispezioni e sugli studi diagnostici, per l'individuazione delle prestazioni in atto e delle attività

---

[39] *Il processo di manutenzione edilizia è caratterizzato da tre funzioni principali: "il monitoraggio dello stato di conservazione dell'oggetto, la gestione del sistema manutenzione e la esecuzione vera e propria dei lavori di manutenzione" (Arbizzani, 1991, pp. 54–55)*

manutentive più adeguate (Flores-Colen et al., 2006; Márquez et al., 2009). Monitoraggio e ispezione non sono da confondere, in quanto il primo, attraverso quest'ultima, è funzionale alla valutazione di qualunque cambiamento dei parametri di una certa entità nel tempo; nell'ottica di avere banche dati e strumenti gestionali che riescono a supportare il miglioramento progressivo della qualità del sistema costruito (Gasparoli, 2005).

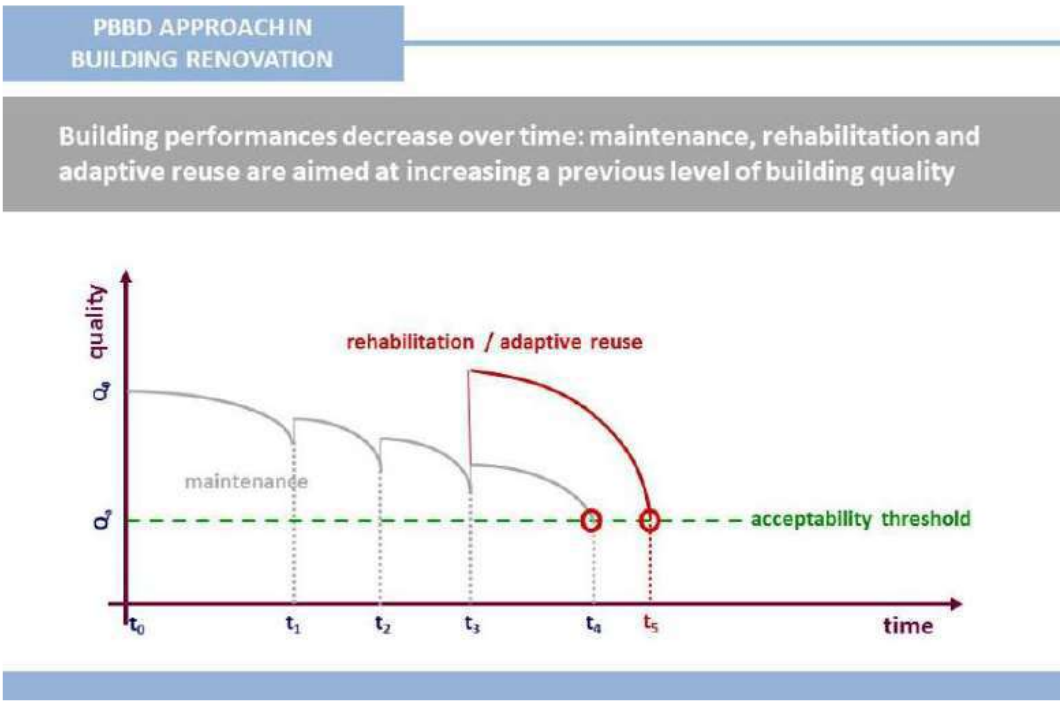


Figura 2-1: L'approccio Performance Based Building nel processo di recupero degli edifici (Viola et al., 2021)

La UNI 10874 (2000) ci supporta nella definizione degli strumenti per il monitoraggio dei patrimoni immobiliari, e quindi nell'individuazione del corredo di informazioni necessario per effettuare una corretta e adeguata "diagnosi tecnica" (Gasparoli, 2002, p. 39):

- *le schede di monitoraggio diagnostico (6.1.5) esprimono le procedure e le istruzioni per il monitoraggio periodico dello stato di funzionamento*

dell'unità. Di seguito le informazioni per effettuare una diagnosi accurata:

- *cosa controllare: parti che possono essere soggette a decadimento;*
- *come controllare: metodi e strumenti normalizzati;*
- *cosa si può riscontrare: segni più frequenti di anomalia e di difetto, sintomi di stati di alterazione o di degradazione, frequenti modalità di guasto – modalità di propagazione dei guasti;*
- *come valutare: criteri guida per l'interpretazione dei segni riscontrati, per la valutazione dell'entità del guasto o del degrado, per l'individuazione delle cause;*
- *quando e come controllare: scadenze da prevedere e metodiche da adottare.*

- *le schede diagnostiche (6.1.5) sono documenti di raccolta di informazioni, valutazioni e giudizi espressi in sede di diagnosi;*
- *le schede cliniche (6.1.6) sono funzionali alla registrazione delle informazioni di ritorno:*

  - *localizzazione intervento;*
  - *tipi di attività svolte e specializzazione operatori impiegati;*
  - *descrizione intervento manutentivo eseguito, componenti e materiali utilizzati;*
  - *tempi di intervento (programmazione, preparazione, esecuzione);*
  - *costi degli interventi (manodopera, attrezzature, esecuzione);*
  - *eventuali rischi per la salute e la sicurezza che possono presentarsi a seguito degli interventi.*

Valerio Di Battista (1989, p. 134) descrive la diagnostica per il progetto di recupero, sostenendo che essa è necessaria ad "orientare le decisioni del progetto" e che "le indagini diagnostiche consentono le decisioni progettuali relative ai quesiti: *che cosa* conservare o modificare e *perché*". L'attività diagnostica è attuata con lo scopo di esprimere un giudizio positivo o negativo rispetto alla capacità, di un sistema o delle sue parti, di rispondere alle esigenze dell'utenza (Di Battista, 1989a), valutando "l'offerta prestazionale residua e le condizioni di degrado e guasto dell'edificio" e riducendo il grado di incertezza interpretativa dei fenomeni di degrado degli elementi tecnici per l'esecuzione di interventi manutentivi durevoli (Gasparoli, 2002, pp. 36–39, 2006, pp. 214–219). Può essere considerata composta di due momenti principali, uno generale e uno di dettaglio, descritti da differenti autori (Di Battista, 1989a, 1989b; Gasparoli, 2002, 2006; Molinari, 1999, p. 20) con una terminologia che si discosta di poco nei diversi casi e per lo più in relazione alla denominazione del secondo momento. Il termine prediagnosi, utilizzato allo stesso modo dai tre autori citati e riferito al primo momento, può essere sintetizzato come orientato a valutare il sistema nel suo complesso e atto a fornire informazioni dettagliate per gli approfondimenti che dovranno essere sviluppati successivamente; si caratterizza per la rapidità della raccolta delle informazioni. Il secondo momento è descritto in maniera leggermente differenziata dai tre autori come: *diagnosi particolareggiata* che per Di Battista consiste nella "raccolta e interpretazione di informazioni e documentazioni approfondite, generali, di settore o locali adoperabili secondo approcci e modi adeguati alla natura dei problemi "; *diagnosi approfondita* che per Molinari è caratterizzata dal prevalere di "iscrizioni tecniche di dettaglio e criteri di valutazione di ordine prevalentemente quantitativo, fondati su più sofisticate

strumentazioni di misura ", e *diagnosi del degrado degli elementi tecnici* che per Gasparoli "costituisce l'apparato strumentale, metodologico e procedurale di guida e di controllo dell'indagine delle condizioni di stato degli elementi tecnici di un edificio che, partendo dal riconoscimento di un guasto o di una anomalia […] giunge alla definizione di una diagnosi tecnica sul loro eventuale stato di degrado fisico o prestazionale".

2.1.1. Metodologie di monitoraggio

"L'ispezione rappresenta il più tradizionale metodo di monitoraggio, basato sull'azione diretta dell'uomo che può ricavare utili informazioni semplicemente con analisi visive, di contatto o di olfatto." (Arbizzani, 1991, p. 67).

"La costruzione costituisce un sistema […] formato da elementi che esercitano, ciascuno una particolare funzione" (Ciribini, 1992, p. 29), per questo deve essere vista in quanto insieme di parti tra loro collegate e nei suoi rapporti con il contesto (Ciribini, 1979, p. 13). Un sistema in quanto tale introduce naturalmente i concetti di "informazione", "comunicazione", e "codificazione" dove quest'ultima è necessaria per la trasmissione dei messaggi, mentre la prima indica l'insieme dei dati che è necessario raccogliere per poter decidere, e allo stesso tempo rappresenta la probabilità che questi dati hanno di verificarsi ai fini delle previsioni, formulate in regime di incertezza (Ciribini, 1979, p. 14,72). L'approccio sistemico richiede la conoscenza delle condizioni di assieme del sistema e di quelle dell'ambiente in cui è inserito e la suddivisione del sistema "in partizioni di ordine successivamente inferiore sino alla individuazione di componenti considerabili come elementari" (Ciribini, 1992, p. 62).

La complessità degli edifici e la grande varietà di anomalie che possono riscontrarsi richiedono un completo piano di ispezione, per ciascuna parte dell'edificio e per ciascun "elemento" e "sub-elemento" dei quali devono essere esplicitati i criteri e il tipo di ispezione necessaria (Lee, 1976, p. 130).

Le ispezioni dovrebbero essere in grado di monitorare quattro momenti diversi del "servizio di manutenzione" (Talamo, 1998, p. 55): al ricevimento del bene, per stabilire la qualità del bene al tempo "0"; durante lo sviluppo del servizio manutentivo per la verifica dei livelli di prestazione dei sistemi; a conclusione delle singole opere di manutenzione per verificare la conformità dei lavori svolti rispetto alle specifiche stabilite; a conclusione dell'intero servizio di manutenzione per verificare la qualità complessiva delle prestazioni erogate. Le esigenze a cui far fronte possono essere contrastanti. Da un lato abbiamo la necessità della riduzione dei costi per la gestione dell'edificio, dall'altro la frequente raccolta di informazioni; alcuni autori (Arditi & Nawakorawit, 1999; Flores-Colen & de Brito, 2010) sollevano la necessità di una politica di ispezioni regolari, durante la vita utile, per il controllo delle prestazioni e la riduzione dei costi degli interventi condotti in emergenza e di quelli associati all'interruzione temporanea dell'uso dell'edificio, causata dal guasto dei componenti; e allo stesso tempo l'onerosità delle ispezioni e i disagi che da esse potrebbero derivare, in termini di interruzione del normale utilizzo dell'edificio l' esecuzione (Arditi & Nawakorawit, 1999; Dieulle et al., 2003). Infatti, nella pratica manutentiva dei patrimoni, il monitoraggio è una procedura che risulta essere dispendiosa, sia in termini di risorse umane, sia di mezzi tecnici da impiegare, e non necessariamente efficace senza un controllo sul 100% degli interventi (De Medici & Guida, 2002).

L'importanza di attuare adeguate strategie di manutenzione degli edifici ha suscitato anche l'interesse delle autorità governative e degli istituti di ricerca, soprattutto nei Paesi sviluppati, per promuovere strategie di manutenzione che non siano solo correttive (Rocha & Rodrigues, 2017). In particolare in Italia, visti gli ultimi eventi catastrofici legati al crollo di infrastrutture, il riconoscimento dell'importanza della fase di monitoraggio ha determinato un'attenzione particolare a questa fase, soprattutto quando si parla di infrastrutture: un esempio è il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili del 1 luglio 2022, *Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti*. Lo scopo del Decreto è restituire un criterio unitario per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti; l'aspetto più interessante del decreto, ai fini della presente dissertazione, è la centralità che assume la fase di monitoraggio dei guasti (che nel testo sono sempre indicati come difetti), che deve esplicarsi attraverso la compilazione di schede di ispezione visiva relative agli elementi critici del sistema, con informazioni testuali e fotografiche.

Esistono diversi metodi per valutare le prestazioni del sistema costruito. La conduzione di "un'osservazione visiva" è il primo passaggio per la conduzione di una prediagnosi tecnica e, successivamente, per il progetto e la validazione della diagnosi. Per essere efficace l'osservazione visiva deve essere "completa, sufficientemente estesa, precisa, di durata congruente" (Di Battista, 1989a, 1989b). Inoltre, una osservazione visiva ben condotta è in grado di fornire il corredo di informazioni necessario alla "comprensione, quantificazione, e documentazione dei fenomeni di degrado"; risulta quindi efficace impostare un quadro di ispezioni basate su indagini visive, intese

sempre come propedeutiche, ma non alternative, ad eventuali necessarie indagini strumentali o di laboratorio (Gasparoli, 1997, 2002, 2011).

Negli ultimi anni si è assistito a una grande variabilità delle tecniche di monitoraggio, anche grazie alla disponibilità di sensori e strumenti di misurazione più accessibili (Olivia & Christopher, 2015). Tuttavia, molte tecniche di monitoraggio sono ancora costose, richiedono tempo, sono invasive o richiedono conoscenze specialistiche, per cui è stato difficile incorporarle nella pratica (Olivia & Christopher, 2015).

Numerose sono le ricerche riguardanti il tema del monitoraggio attraverso sensori e più in generale dispositivi IoT (Cheng et al., 2020; Kwon et al., 2016; Lai et al., 2019): sensori dinamici per il monitoraggio del comportamento dinamico di strutture (Bhandari, 2020; Paul et al., 2018) e infrastrutture (Fujino et al., 2019); microprocessori per la rivelazione dei parametri di temperatura, pressione barometrica, umidità, luce, consumi energetici, qualità dell'aria negli edifici (Arumuga Perumal et al., 2017; Verma et al., 2019; Yu et al., 2020). Avanzamenti importanti nella direzione della diagnostica supportata da dispositivi IoT si riscontrano per il patrimonio culturale architettonico (Castagnetti et al., 2012; Ceccarelli et al., 2018; Fais et al., 2018; Fantoni et al., 2017; Fregonese et al., 2013; Gordon et al., 2003; Grinzato et al., 2002; Hong-Seok & Mani, 2014; Marzouk, 2020; Salonia et al., 2007). Da molti anni le ICT forniscono un supporto crescente alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio culturale (Haus, 2016). In particolare, negli ultimi vent'anni, la letteratura scientifica ha dimostrato come le tecnologie digitali finalizzate alla rappresentazione tridimensionale e alla modellazione di modelli multi-scala siano adatte alla raccolta di dati eterogenei topologicamente correlati alle repliche digitali del patrimonio storico architettonico orientati al monitoraggio

delle prestazioni, al riconoscimento delle loro condizioni e alla valutazione predittiva della loro vita residua (Marra et al., 2021). La consapevolezza dell'indiscutibile efficacia dei modelli digitali 3D si accompagna però alla presa di coscienza della complessità della loro creazione. Infatti, la loro esecuzione è subordinata non solo alle esigenze del progetto e alle competenze del gruppo, ma anche al tempo di elaborazione, che è generalmente legato al livello di dettaglio e di affidabilità che il modello deve raggiungere (Trizio et al., 2021).

I più comuni strumenti per il rilievo sono Telecamere RGB, laser scanner terrestre o telecamere multispettrali (fotogrammetria digitale). I Terrestrial Laser Scanner (TLS) sono un ottimo strumento in grado di posizionare e monitorare milioni di nuvole di punti in pochi minuti (Fais et al., 2018), e costituiscono una delle tecniche più importanti per l'indagine 3D di oggetti e monumenti storici (Bastonero et al., 2014). Le attuali tecnologie di misurazione fotogrammetrica consentono una documentazione completa utilizzando metodi di misurazione passivi (basati sulle immagini) e attivi (basati sulla portata) per sviluppare una riproduzione tridimensionale dell'oggetto architettonico e documentazioni grafiche come orto-immagini, sezioni trasversali, disegni vettoriali o modelli digitali di oggetti di superficie (Markiewicz et al., 2019). Una interessante ricerca condotta da Trizio et al. (2021) propone il Tour Virtuale generato da immagini, e quindi non basato sui poligoni, come strumento innovativo per l'analisi del danno strutturale e la registrazione del pattern fessurativo. Se associato ad un adeguato SI, diviene uno strumento digitale per il monitoraggio del patrimonio architettonico che, permette di utilizzare in un unico ambiente diverse tipologie di dati: schede e immagini elaborate con i risultati derivati da studi multidisciplinari e analisi

diagnostiche, come le immagini termografiche. Inoltre, la possibilità di registrare l'analisi del degrado[40] dell'edificio sulle panoramiche sferiche rende il Virtual Tour utile per l'ispezione visiva a distanza, e per il monitoraggio dello stato di conservazione del bene, grazie alla possibilità di acquisire immagini più volte, per aggiornare il progetto e analizzare lo stato di conservazione nel tempo, anche con Cam360°. L'obiettivo principale è quello di ridurre il tempo che intercorre tra l'individuazione della patologia o del danno e l'identificazione dell'intervento necessario per limitare gli effetti del degrado con la conseguente diminuzione dei relativi costi.

Prescindendo da tecnologie di rilevo tridimensionale, Sangiorgio et al. (2017) hanno sviluppato un sistema informativo che consente il monitoraggio di chiese in muratura utilizzando risorse limitate, attraverso indagini visive. Il sistema informativo è costituito da una piattaforma informatica, denominata Quality Detection Platform (QDP) e da un'applicazione per dispositivi mobili dedicata all'acquisizione di dati su larga scala attraverso il supporto dell'Internet of Things (IoT). Questo strumento permette di registrare e segnalare i problemi strutturali attraverso rilievi fotografici e informazioni aggiuntive fornite dai dispositivi intelligenti posizionati sulla struttura: un insieme di sensori Bluetooth Smart posizionati su specifici componenti edilizi. In definitiva, è possibile sostenere che le attuali innovazioni nel campo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT), i nuovi paradigmi dei Big Data e dell'Internet of Things (IoT) e i recenti sviluppi della gestione delle informazioni possono essere visti come scenari di cambiamento anche per la pratica del FM, in relazione ai processi cognitivi e decisionali (Atta &

[40] *funge da riferimento la "Raccomandazioni NorMal-1/88. Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico"*

Talamo, 2017). L'avvento delle nuove ICT, tra cui l'IoT, rende possibile la raccolta di informazioni sulle condizioni reali, stato operativo attuale e sulle prestazioni dell'edificio e dei suoi componenti in tempo reale da sensori e dispositivi intelligenti installati all'interno degli edifici, ottenendo una maggiore consapevolezza e una maggiore comprensione dell'edificio stesso e delle prestazioni dei servizi erogati da/verso di esso. Grazie a questa base di informazioni dinamiche, è possibile mettere in atto strategie appropriate, ad esempio strategie di manutenzione, che mirano a una significativa riduzione dei costi di gestione e a un miglioramento delle prestazioni (C. Talamo & Atta, 2019).

2.2. Bisogni emergenti e criticità nella pratica della gestione immobiliare e urbana

Nonostante gli avanzamenti teorici e metodologici nel campo delle tecnologie applicate alla gestione e manutenzione del costruito, la redazione di piani di manutenzione spesso fallisce a causa degli elevati costi legati sia all'attuazione degli interventi sia alla fase di controllo (Marra et al., 2021). In particolare nella gestione immobiliare e urbana, data la complessità del sistema e la quantità delle parti in gioco, come analizzato nel § 1.3, le principali questioni collegate alla manutenzione, sono connesse: alla inadeguata conoscenza del patrimonio e del suo stato di conservazione; alla mancata classificazione degli interventi a canone/extra canone; all'assenza di controllo nell'esecuzione dei lavori; ad interventi legati prevalentemente alle urgenze, e alla mancanza di programmazione e di coordinamento degli interventi (Fucci, 2018). Da altre esperienze si sono rilevate criticità anche in relazione alla difficoltà di reperire le risorse finanziarie per la conoscenza e il controllo dello stato manutentivo degli asset, per poter pianificare gli interventi di manutenzione secondo ordini

di priorità coerenti con gli obiettivi della committenza. Inoltre, è emerso che le esigenze registrate tra i proprietari di patrimoni sono: esternalizzazione, monitoraggio e controllo, e utilizzo di sistemi informativi ad hoc (Cioni et al., 2019).

Inoltre, nella pratica manutentiva dei patrimoni il monitoraggio è una procedura che risulta essere dispendiosa, sia in termini di risorse umane, sia di mezzi tecnici da impiegare, e non necessariamente efficace senza un controllo sul 100% degli interventi (De Medici & Guida, 2002).

Nella pratica tradizionale della gestione del patrimonio urbano, le diverse dimensioni sono gestite indipendentemente le une dalle altre, in un approccio "a silos", con una scarsa comunicazione tra i vari attori e una scarsa condivisione dei dati (Atta & Talamo, 2018). Negli ultimi due decenni, invece, si sono registrati molti sviluppi – sia nel settore pubblico che in quello privato - nel modo in cui i patrimoni sono gestiti e manutenuti. Una spinta a questo cambiamento è pervenuta a seguito della rapida crescita nell'attuazione delle procedure di Facility Management che, in maniera diretta e indiretta, hanno apportato innovazioni anche nel monitoraggio e nella valutazione delle prestazioni (Chanter & Swallow, 2008). E dall'avvento delle infrastrutture ICT che consentono (Atta & Talamo, 2018): la condivisione di informazioni e conoscenze; l'integrazione di dati provenienti da fonti differenti; le previsioni che si possono ottenere grazie alla grande mole di dati queste infrastrutture possono elaborare per la previsione di scenari e comportamenti futuri.

Si registra tuttavia ancora una mancata visione della manutenzione del patrimonio immobiliare come un momento d'arricchimento di impresa, ma come una spesa da evitare o da affrontare una-tantum (Tsang, 1998). Essa riveste invece un ruolo strategico per il proprietario/gestore del patrimonio,

sia esso pubblico o privato, in quanto il fermo delle attività può provocare perdite economiche, da un lato, e l'insoddisfazione dell'utenza, dall'altro (Curcio, 1999, p. 202).

La manutenzione dovrebbe essere effettuata solo quando è necessaria per garantire un uso continuo, sicuro e redditizio dell'edificio a livelli di soddisfazione accettabili. Trovare una strategia di manutenzione appropriata è il compito più difficile che la gestione della manutenzione deve affrontare per determinare un approccio ottimale alla riduzione della spesa finanziaria e dei costi totali del ciclo di vita (Horner et al., 1997). Nonostante, una politica di ispezioni regolari riduca gli interventi di riparazione in emergenza (Arditi & Nawakorawit, 1999), ed è alla base della realizzazione di una corretta manutenzione programmata (Arbizzani, 1991, p. 66; Talamo, 1998, p. 55 e 104), la programmazione delle ispezioni e la definizione del valore della soglia critica influenzano le prestazioni economiche della politica di manutenzione e potrebbero rendere non sempre redditizio ispezionare sistematicamente il sistema, soprattutto se la procedura di ispezione è costosa. (Dieulle et al., 2003). Inoltre, nel caso di interventi di manutenzione di lieve entità (in numero elevato da verificare e di esiguo valore economico per singolo intervento), si rivela dispendioso effettuare un controllo sul 100% degli interventi (De Medici & Guida, 2002). Risulta, quindi, difficile ottenere un corretto bilancio tra "efficacia ed efficienza" e non raggiungibile il "migliore rapporto disponibilità operativa/ costo di manutenzione" (Curcio, 1999, p. 203).

Nel 1999, Arditi & Nawakorawit condussero un sondaggio tra le 230 maggiori società di gestione immobiliare degli Stati Uniti per indagare sulle pratiche di manutenzione, emerse che gli obiettivi maggiormente perseguiti erano: la massima soddisfazione del cliente, una buona reputazione, gestione più

economica e il massimo profitto. La massima soddisfazione del cliente e la buona reputazione possono essere ottenute comunicando efficacemente con gli utenti degli edifici, registrando sistematicamente le preoccupazioni degli utenti e intervenendo per eliminarle. Tuttavia, i risultati indicano che il 27% degli intervistati non organizzava incontri regolari con gli utenti degli edifici, fattore che in molti casi avrebbe compromesso il grado di soddisfacimento degli utenti perché i gestori non avevano consapevolezza delle loro esigenze.

Un'altra criticità è connessa al fatto che "la funzione monitoraggio, più che delle altre funzioni manutentive, risente della differenza esistente con il settore industriale, perché i tempi di obsolescenza delle opere […] comportano una minore necessità di interventi in tempi ristretti. […]. L'esistenza del bisogno di un'azione manutentiva viene solitamente basata sul giudizio individuale di chi conduce l'impianto […] In generale il problema diagnostico è sottovalutato […] perché non viene considerato come processo a sé stante identificabile separatamente dalla manutenzione propriamente detta" (Arbizzani, 1991, pp. 65–66). Inoltre, "Gli enti proprietari di grandi patrimoni immobiliari che affidano la manutenzione a società di gestione mediante contratti multiservizi, delegano a quest' ultima non solo la realizzazione degli interventi, ma anche il complesso delle attività gestionali, incluse le attività di rilevamento del fabbisogno manutentivo e di pianificazione. A tale delega non sempre corrisponde un'adeguata capacità di controllo delle attività e dei risultati conseguiti dall'ente gestore, sia in termini di rapporto tra costi benefici, sia in termini di qualità di servizi erogati" (Pinto & de Medici, 2002).

All'interno del tema della gestione della manutenzione dei patrimoni, non si può non sottolineare la mancanza di un supporto tecnico-normativo alla manutenzione del più complesso patrimonio urbano, caratterizzato da una

"esasperata frammentazione dei soggetti" a cui competono la proprietà e la gestione delle strutture a rete, delle strutture diffuse e di quelle puntuali (C. M. Molinari, 2002). L'interesse strategico della manutenzione urbana si riassume in un obiettivo fondamentale: il controllo e il contenimento del degrado, effetto di molteplici fattori di ambito fisico ma anche funzionale e sociale (Germanà, 2002). Studi sistematici attinenti al tema si attestano attorno ai primi anni Duemila per poi subire una battuta di arresto che ha fatto registrare una carenza nella normativa tecnica: si riscontra infatti la mancanza di un corredo di norme dedicato e anche della scomposizione del sistema tecnologico, strumento propedeutico alla definizione dei piani di manutenzione (UNI 11257, 2007).

Per definire un modello di riferimento per la manutenzione urbana, così come è avvenuto per la manutenzione edilizia, è necessario attuare il trasferimento e l'adattamento di concetti, metodologie, procedure, e strumenti propri della manutenzione programmata: il piano di manutenzione, la raccolta delle informazioni di ritorno, il sistema informazioni (Talamo, 2002). La gestione del sistema urbano deve basarsi su un solido sistema di gestione degli asset, in grado di facilitare lo scambio di informazioni tra le diverse parti interessate, senza perdere in affidabilità e precisione, garantendo necessariamente un buon livello di scalabilità del sistema, al fine di consentire l'accesso al processo decisionale anche a persone non esperte (Cecconi et al., 2017). L'ambiente costruito è un sistema complesso assimilabile con la città tutta: centri storici, periferie, abitazioni, edifici, infrastrutture a rete, arredo urbano; la manutenzione urbana necessita un approccio sistemico per rispondere, non solo all'esigenza di aspetto, ma per il raggiungimento di una, che ha ripercussioni anche sociali (Germanà, 2002).

La ricerca, così come condotta fino a questo punto, ha fatto sì che fosse possibile delineare i bisogni emergenti e le criticità nella pratica della gestione immobiliare e urbana:

- *i gestori necessitano di strategie per ridurre il carico di lavoro nella fase di monitoraggio;*
- *nel caso di patrimonio pubblico assume una grandissima importanza il rapporto con l'utente, e quindi la stima del grado di soddisfazione dei fruitori;*
- *diverse esperienze hanno dimostrato che i fruitori, quando percepiscono benefici tangibili, sono propensi a partecipare alla manutenzione, ma non sono stati sviluppati canali in grado di attivare un dialogo efficace essi;*
- *la manutenzione urbana non è supportata da una scomposizione del sistema tecnologico urbano.*

2.3. Costruzione di un percorso digitale per gli attori coinvolti nel monitoraggio

La manutenzione, usualmente competenza dei tecnici e delle maestranze edili, grazie alle nuove opportunità offerte dalla digitalizzazione, può oggi tuttavia utilizzare competenze diverse per risolvere i vari nodi legati ai processi di guasto che interessano il sistema costruito.

A valle delle considerazioni emerse dalla ricerca, all'interno del percorso dottorale ci si è occupati di costruire un canale di dialogo con i fruitori, affinché possano assumere un ruolo attivo nel processo di manutenzione del sistema urbano, andando a colmare le criticità connesse al monitoraggio dei guasti. In particolare, vista l'importanza del grado di soddisfacimento dell'utenza, e visti i risultati emersi dalle esperienze di manutenzione partecipata analizzate

nelle sezioni precedenti, vista l'onerosità, per i gestori, dell'attuazione di un programma regolare di ispezioni sul 100% degli interventi, si assume in questa sede la tesi che il fruitore, se adeguatamente supportato, attraverso un canale di dialogo adeguato, e con un ritorno tangibile di benefici, può configurarsi quale parte attiva nel processo di monitoraggio. Da qui l'intenzione di individuare una strategia che riduca il carico di lavoro, e quindi la spesa, che il gestore deve sostenere per l'attuazione di un'accurata fase di monitoraggio, proponendo il fruitore come "risorsa" a disposizione del gestore per coadiuvarlo in tale fase.

Per il supporto alle attività di monitoraggio, la ricerca propone il progetto e la validazione di uno strumento digitale che, attraverso ispezioni visive condotte anche da un sapere non esperto, è in grado di "raccogliere valutazioni oggettive sulle condizioni del sistema e delle sue parti, collegare il momento diagnostico e quello manutentivo/riparativo" e quindi "prevenire con tempestività l'innescarsi di guasti attraverso diagnosi precoci" (Di Giulio, 2003, pp. 33–34). È inoltre in grado di registrare informazioni utili alla diagnosi per effettuare una corretta analisi di tipo "tecnico, di responsabilità e di processo" (Gasparoli, 2002, p. 32). Le costanti azioni di monitoraggio rispetto al patrimonio costruito, aprendo il ventaglio di "risorse" ai fruitori e condotte con finalità predittive, possono tradursi in vere e proprie strategie di manutenzione preventiva secondo condizione (cfr. 1.1).

Monitorare le condizioni di un edificio significa passare da "controlli non distruttivi di tipo statico, puntuale, caso per caso" verso un "modello a sistema", dove attraverso le ispezioni sia possibile seguire lo sviluppo del ciclo di vita dell'edificio, grazie ad un'integrazione più stretta fra il componente edilizio e lo strumento diagnostico (di Giulio, 2003, p. 33). Estendere tale

concetto anche al sistema urbano, significa manifestare la necessità di progettare una scomposizione del sistema tecnologico urbano attraverso una proposta adattabile anche allo strumento digitale ad utenza allargata per le ispezioni.

Gli obiettivi da raggiungere attraverso l'utilizzo dello strumento proposto sono:

- *ruolo attivo del fruitore nel processo di monitoraggio;*
- *riduzione delle risorse da impiegare nella fase di monitoraggio da parte del gestore;*
- *raccolta di dati funzionali a:*
  - *conoscenza del comportamento dei sistemi;*
  - *controllo delle performance dei sistemi;*
  - *scelta attività manutentive;*
  - *programmazione attività manutentive;*
  - *controllo della qualità di piccoli interventi diffusi;*
  - *individuazione delle aree e dei dispositivi più vulnerabili.*

Deve rispondere alle esigenze di tutti gli attori che prendono parte al processo per cui necessita di:

- *una componente per la conduzione dell'ispezione visiva; destinata a fruitori, tecnici e operatori;*
- *una componente di supporto alle decisioni (SSD) per l'organizzazione delle informazioni e per il monitoraggio del patrimonio; destinata a proprietari, gestori, tecnici e operatori.*

La componente per l'ispezione visiva deve:

- *geolocalizzare l'utente;*

- *individuare univocamente la "struttura puntuale, diffusa o a rete"* (Molinari, 2002) *da ispezionare;*
- *individuare gli oggetti e gli elementi tecnici da ispezionare, o interessati dai guasti;*
- *fornire un ventaglio di possibili guasti;*
- *supportare il fruitore alla corretta segnalazione/ispezione.*

La componente per l'ispezione visiva deve:

- *rendere le informazioni costantemente tracciabili;*
- *garantire l'identificazione del responsabile durante tutte le fasi;*
- *registrare i diversi momenti dell'evoluzione di un guasto;*
- *registrare le informazioni derivanti da ispezioni mirate post-intervento manutentivo;*
- *supportare l'individuazione delle aree, degli oggetti e degli elementi tecnici maggiormente vulnerabili.*

Per la costruzione di un percorso digitale per gli attori che devono prendere parte al monitoraggio, è stato necessario esplicitare, dapprima, le fasi del monitoraggio (Figura 2-1) supportato dallo strumento digitale e le loro relazioni, e in un secondo momento le attività che compiono i diversi attori all'interno del processo (Tabella 2-1

Tabella 2-1). Si è poi passati alla costruzione di un percorso dedicato a ciascuno:

1. *Percorso digitale per il fruitore:*
    - *Osservare la parte del sistema che è visibile ad altezza uomo (sottosistema del sistema tecnologico individuato)*
    - *Riconoscere un'anomalia*
    - *Identificare l'oggetto interessato dal guasto*
    - *Identificare un guasto*
    - *Scattare una o più foto*
    - *Inserire un commento*
2. *Percorso digitale per il gestore:*
    - *Localizzazione del guasto su mappa*
    - *Definizione di un ordine di priorità*
    - *Definizione di un livello di urgenza basato su:*
        - *Estensione*
        - *Intensità*
        - *Categorie di guasto*
        - *Rapidità dell'evoluzione*
        - *Numero di segnalazioni (da indicazione dell'urgenza sociale)*
    - *Analisi del grado di partecipazione dei fruitori*
    - *Analisi della qualità del servizio offerto*
3. *Percorso digitale per il tecnico:*
    - *Localizzazione del guasto su mappa*

- *Individuazione del posizionamento del guasto nel sistema tecnologico*
- *Ricostruzione dell'evoluzione del guasto*
- *Validazione delle segnalazioni ricevute*
- *Definizione di un ordine di priorità*
- *Definizione di un livello di urgenza basato su:*
  - *Estensione*
  - *Intensità*
  - *Categorie di guasto*
  - *Rapidità dell'evoluzione*
  - *Numero di segnalazioni (da indicazione dell'urgenza sociale)*
- *Scelta dell'attività manutentiva*
- *Associazione dell'intervento ad un operatore specifico*
- *Invio della richiesta di attività manutentiva*
- *Ricezione dei feedback dell'operatore*

4. *<u>Percorso digitale per l'operatore:</u>*
   - *Localizzazione del guasto su mappa*
   - *Individuazione del posizionamento del guasto nel sistema tecnologico*
   - *Invio della foto derivante dall'attività ispettiva o a seguito dell'intervento*
   - *Inserimento di un commento*
5. *<u>Percorso digitale per il committente/proprietario:</u>*
   - *Localizzazione del guasto su mappa*

- *Visualizzazione del processo di evoluzione del guasto*
- *Controllo della qualità degli interventi*
- *Analisi del grado di partecipazione dei fruitori*
- *Analisi della qualità del servizio ricevuto*

Tabella 2-1: Matrice attività/attori nel processo di monitoraggio

Fasi del processo***	Attività	Committente/proprietari	Gestore	Tecnico	Operatore	Fruitore
1	Riconoscere l'insorgere di un'anomalia					
1	Riconoscere i segnali di guasto					**
1	Riconoscere un guasto					**
2	Localizzare il guasto					
2	Indicare il posizionamento del guasto*					
2	Inviare un alert					
2	Ricevere una segnalazione di guasto					
3	Verificare la correttezza della segnalazione					
3	Inviare un feedback relativo alla segnalazione di guasto ricevuta					
3	Ottenere un feedback relativo alla segnalazione inviata (la segnalazione è corretta o incorretta)					
3	Ottenere un feedback relativo alla segnalazione inviata (presa in carico, in lavorazione, chiusa)					
3	Individuare la causa del guasto					
3	Individuare la modalità di propagazione del guasto*					
3	Associare una priorità agli interventi					
3	Definire il livello di urgenza					
3	Visualizzare l'evoluzione del guasto					
4	Individuare il tipo ti attività manutentiva da richiedere					
4	Associare al tipo di attività manutentiva l'operatore					
6	Programmare l'attività manutentiva					
4	Inviare la richiesta di attività manutentiva					
4	Ricevere informazioni sul tipo di guasto					
5	Associare l'intervento adeguato					
5	Descrizione dell'intervento eseguito*					
5	Foto dell'attività manutentiva eseguita					
5	Inviare informazioni sul costo*					
5	Ottenere un feedback di spesa					
6	Riorganizzare il cronoprogramma e lo scadenzario					
7	Monitorare la qualità dell'intervento nel tempo					
3	Conoscere il comportamento del sistema					
3	Individuare le aree più vulnerabili*					
3	Individuare i dispositivi più vulnerabili					
3	Individuare i guasti ricorrenti*					
7	Monitorare le aree più vulnerabili					
7	Monitorare i dispositivi più vulnerabili					

* (UNI10874, 2000)

** La ricerca si basa sull'assunto (verificato attraverso sondaggi, rif. § 3.4.3) che, se opportunamente guidato, il fruitore sia in grado di fornire indicazioni sul segnale di guasto e sul guasto stesso (per le definizioni si veda § 3.4.2)

*** Per le fasi del processo vedi Figura 2-1: Le fasi del processo di monitoraggio attraverso l'utilizzo del dispositivo digitale ad utenza allargata.

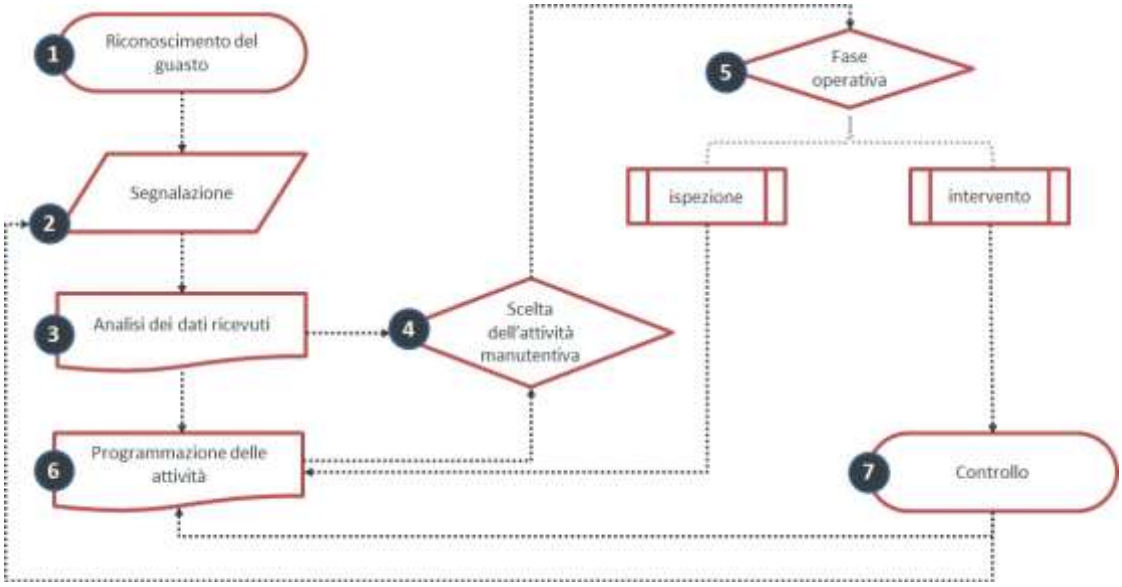


Figura 2-2: Le fasi del processo di monitoraggio attraverso l'utilizzo del dispositivo digitale ad utenza allargata.

3. MUST v.02. Maintenance Urban Sharing Tool per l'ambiente urbano.

3.1. MUST v.01: uno strumento a supporto del monitoraggio destinato ai condòmini

La possibilità di lavorare su un tipo di ricerca incrementale è derivata dalla costituzione della start up "*Maintenance Urban Sharing Tool Srl"*, selezionata nell'ambito dell'avviso pubblico *"Campania Start Up 2020"* e co-finanziata con i fondi "*POR FESR Campania 2014-2020"*. La start up nasce in continuità con il progetto *METRICS (2016)* un progetto di ricerca industriale, che vedeva la partnership del *DiARC* con *STRESS S.c.a.r.l.* e la società *ETT S.p.A.*, per lo sviluppo di metodologie e tecnologie innovative per favorire la sostenibilità e la sicurezza nei centri storici delle città.

La ricerca dottorale di cui alla presente dissertazione affronta una domanda di forte attualità, indagando la richiesta di qualità del servizio di manutenzione, misurata attraverso la tempestività degli interventi, grazie al miglioramento dell'efficacia ed efficienza della fase di monitoraggio. In particolare, obiettivo della ricerca è supportare i proprietari ed i gestori di patrimoni nell'intervenire sulle condizioni di degrado per limitare l'evoluzione dei guasti, agendo sulla tempestività delle segnalazioni.

La ricerca precedente (METRICS), di cui la presente costituisce avanzamento, era giunta allo sviluppo di un applicativo -MUST v.01- nella sua versione beta, con il quale era stato possibile portare avanti la sperimentazione di un "servizio partecipativo di manutenzione e gestione" nel centro storico di Napoli"(Viola, 2016) e nell'ambito del singolo edificio. Era stato affrontato il tema della diagnostica supportata dal condòmino, in relazione alle condizioni

di guasto riscontrabili sugli elementi tecnici individuati e dell'ontologia ad essi correlata.

Il precedente gruppo di ricerca intendeva fare di MUST v.01 un servizio per promuovere l'operatività della manutenzione come un "progetto aperto e continuo, iterativo in cui ruoli e compiti sono informati all'dea che le professioni vanno sempre più permeandosi di una dimensione collaborativa"(Viola, 2016). Sulla base di un ripensamento dei processi manutentivi, incardinandosi sul presupposto secondo cui "il fruitore sia l'osservatore privilegiato più ricettivo, dei possibili scostamenti tra componenti in opera attesi ed offerti e che i processi di cura del costruito possano essere organizzati in funziona dell'aggregarsi dei singoli utenti in comunità attorno ad una visione comune" (Viola, 2016), il gruppo di ricerca che si era dedicato allo sviluppo di *MUST v.01* era giunto allo sviluppo di uno strumento digitale, con il quale era stato possibile portare avanti la sperimentazione di un "servizio partecipativo di manutenzione e gestione" nel centro storico di Napoli "(Viola, 2016). Il ruolo dell'utente era stato tracciato tenendo conto delle capacità di quest'ultimo "prima come singolo e poi come comunità, di implementare e condividere la conoscenza"(Viola, 2016). In seno alla sperimentazione è stato affrontato il tema della diagnostica del singolo edificio, nel centro storico di Napoli, incentrandosi quindi sullo sviluppo di un applicativo destinato ad un sapere non esperto, il condòmino, interessato a segnalare i guasti di un edificio specifico, il suo condominio. In particolare, il condominio è visto come "ambito funzionale urbano" che afferisce a "spazi collettivi pubblici" (la strada) e "semi privati" (i cortili) (Viola, 2016), che saranno proprio l'oggetto della sperimentazione descritta all'interno del paragrafo.

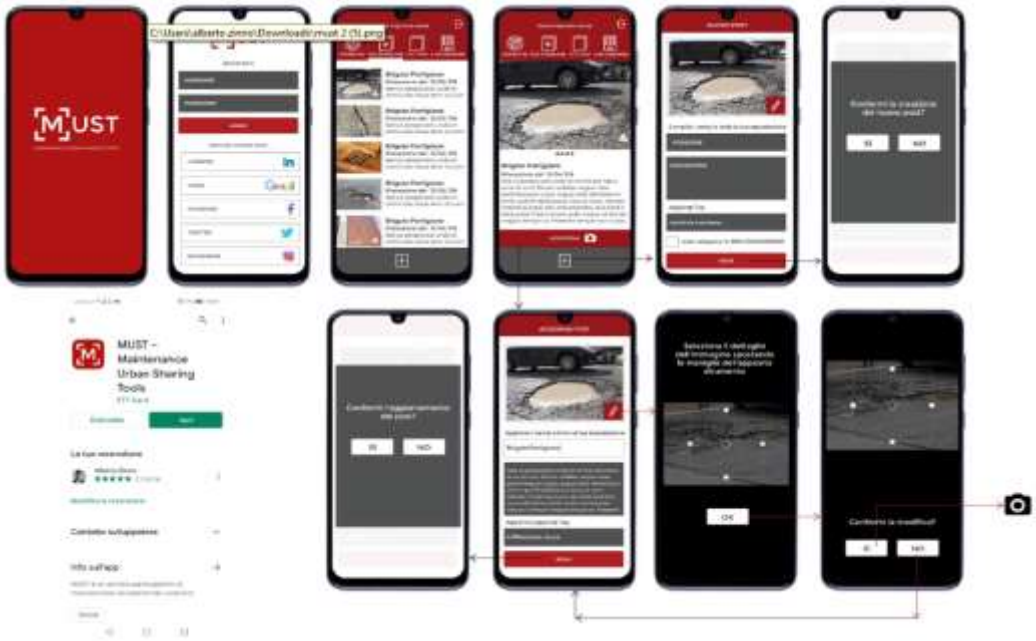


Figura 3-1: Schermate di Play Store esplicative della componente mobile con descrizione dei flussi di nuova segnalazione e aggiornamento. Le schermate sono solo indicative dei guasti sulle componenti del sistema urbano.

Il 1° marzo 2021 comincia il tirocinio in azienda, all'interno del quale, in prima istanza, si è indagato lo stato dell'arte dell'applicativo *MUST v.01* e degli avanzamenti della ricerca che lo aveva generato. Lo strumento era composto da una componente mobile (Figura 3-1) per la segnalazione delle condizioni di guasto, destinata al fruitore dell'edificio, e una componente web, destinata all'amministratore di condominio e alla visualizzazione della segnalazione.

Nel processo elaborato dalla ricerca, il riconoscimento delle condizioni di vulnerabilità negli ambiti urbani è demandato inizialmente all'utente singolo che, riconoscendo i segnali di guasto, si attiva per la condivisione attraverso la componente mobile che si configurava come "piattaforma informativa" che si prefigurasse come una guida, elaborata dal gruppo di ricerca, per il riconoscimento dei processi in atto e la segnalazione delle anomalie (Viola,

2016). Il processo di guida per il fruitore era composto di una serie di fase collegate tra loro in un processo a catena e che si configuravano come un questionario improntato al recepimento di un corredo di informazioni funzionali alla diagnostica.

In particolare, gli utenti che, attraverso l'applicazione mobile, intendevano segnalare un guasto dovevano rispondere a undici domande (Tabella 3-1), attraverso il quale l'amministratore di condominio, o il tecnico, fosse in grado di capire: a dove era posizionato l'utente, cosa stesse osservando e che tipo di guasto avesse rilevato. Gli erano richieste, inoltre, di inserire il livello di priorità percepito, l'indicazione su un generico grafico di un edificio della localizzazione del guasto, e infine una foto del guasto che doveva essere confrontata con le immagini, presenti in galleria e selezionate dal sapere esperto, indicative del guasto selezionato, per poi procedere all'invio della segnalazione. Una banca dati dei segnali di guasto supportava infatti l'utente nel recepimento dei segnali, e che gli stessi utenti avrebbero popolato.

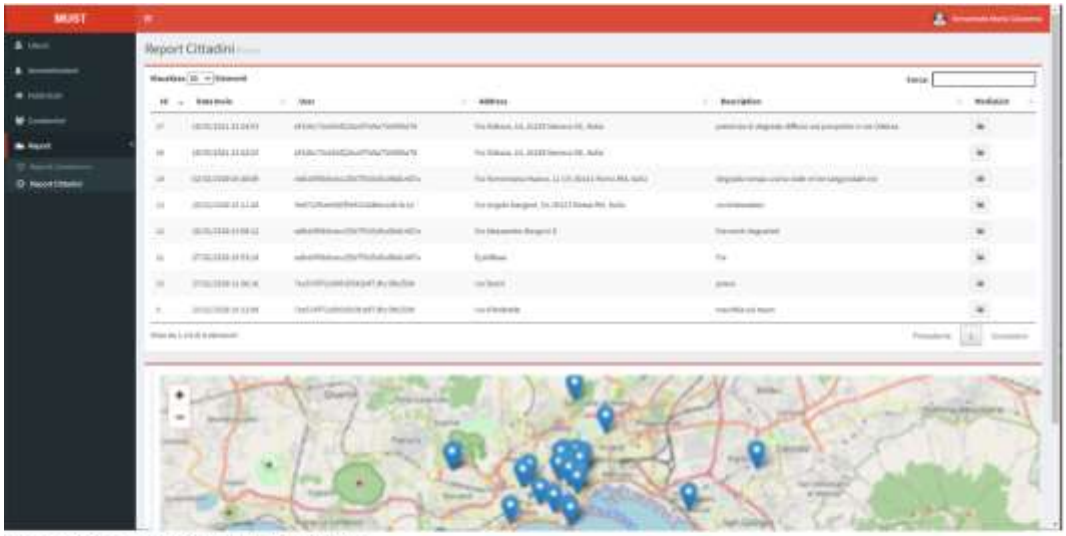
Oltre alla versione appena descritta, progettata per i condòmini e testata solo da utenti selezionati, era stata implementata una formulazione destinata ai cittadini (Figura 3-1), pubblicata su Play Store, con un flusso semplificato che richiedeva l'inserimento di una foto del guasto e un commento, seguendo una logica di flusso tipica delle applicazioni analizzate nel *§ 1.4*.

Le segnalazioni provenienti da entrambe le versioni confluivano su una sezione del cruscotto che riportava l'indicazione della localizzazione di ciascuna segnalazione ricevuta con un marker su mappa (Figura 3-2).

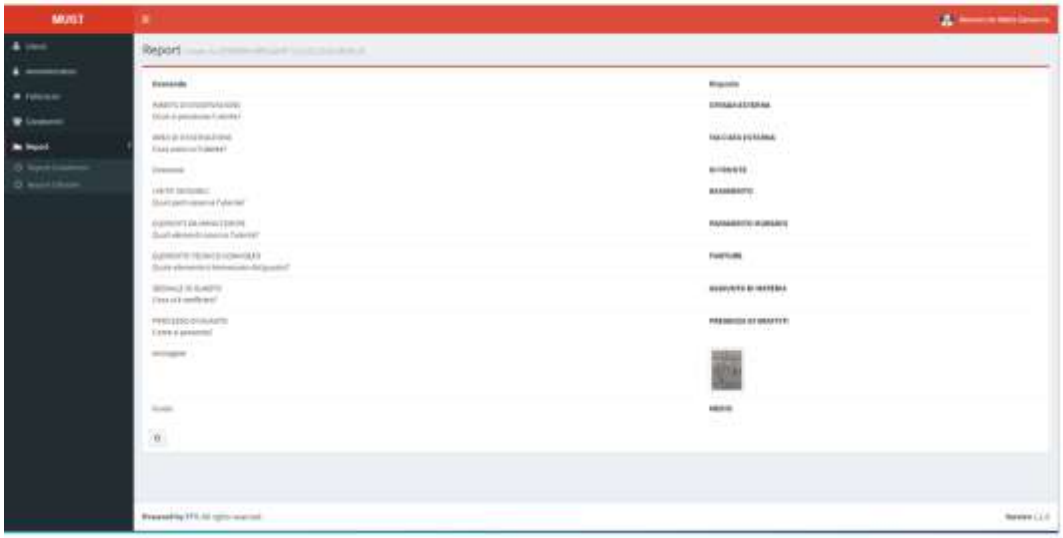
Tabella 3-1: Flusso di inserimento della segnalazione di guasto progettato per l'applicazione mobile, adattato su un guasto individuato sul paramento murario.

1	**Ambito di osservazione**	Dove si posiziona l'utente?	*Strada esterna* *Androne di accesso* *Copertura* *Corte interna*
2	**Area di osservazione**	Cosa osserva l'utente?	*Facciata* *Pavimentazione* *Volta* *Manto di copertura* *Vano scala* *Porticato*
3	**Unità sensibili**	Quali parti osserva l'utente?	*Basamento* *Fasce intermedie* *Coronamento*
4	**Elemento da manutenere**	Quali elementi osserva l'utente?	*Paramento murario* *Sistema di raccolta e irreggimentazione delle acque* *Elementi di protezione dalle cadute* *Elementi impiantistici*
5	**Elemento tecnico coinvolto**	Quale elemento è coinvolto dal guasto?	*Muratura* *Rivestimenti* *Finiture* *Cornici* *Pensiline*
6	**Segnale di guasto**	**Cosa si è verificato?**	*Fessurazioni* *Deformazioni* *Sottrazione di materia* *Aggiunta di materia*
7	**Processo di guasto**	**Cosa si presenta?**	*Mancanza foratura e perdita di materiale* *Distacco, caduta e perdita di materiale* *Perdita del cromatismo* *Sfogliamento*
8	**Foto di dettaglio del guasto**	L'utente scatta una foto del guasto rilevato sul fabbricato	

9	Confronto con le immagini selezionate	Confronta la foto con l'immagine in galleria	
10	Valutazione del livello di alert	Attribuzione della priorità di intervento	*Alto* *Medio* *Basso*
11	Localizzazione del guasto rilevato		

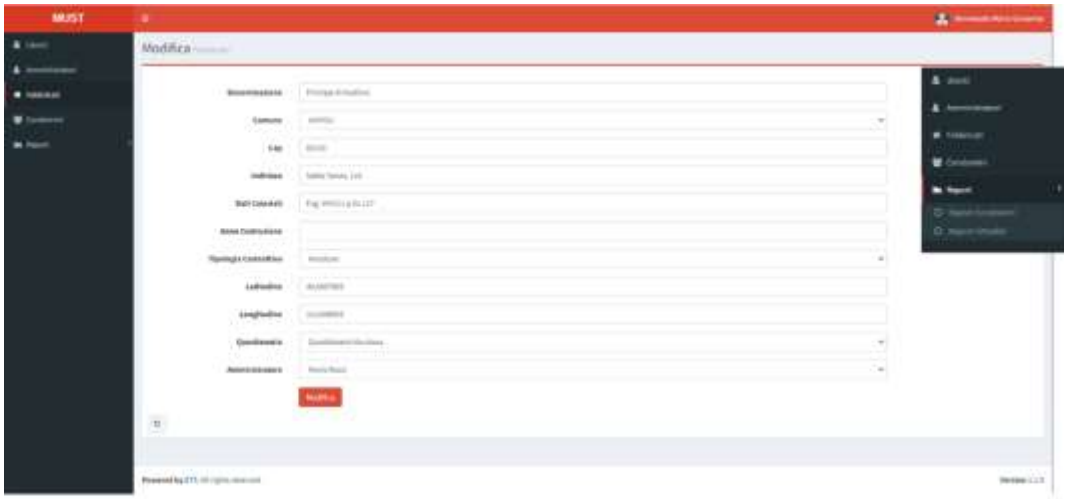


Lista delle segnalazioni ricevute.

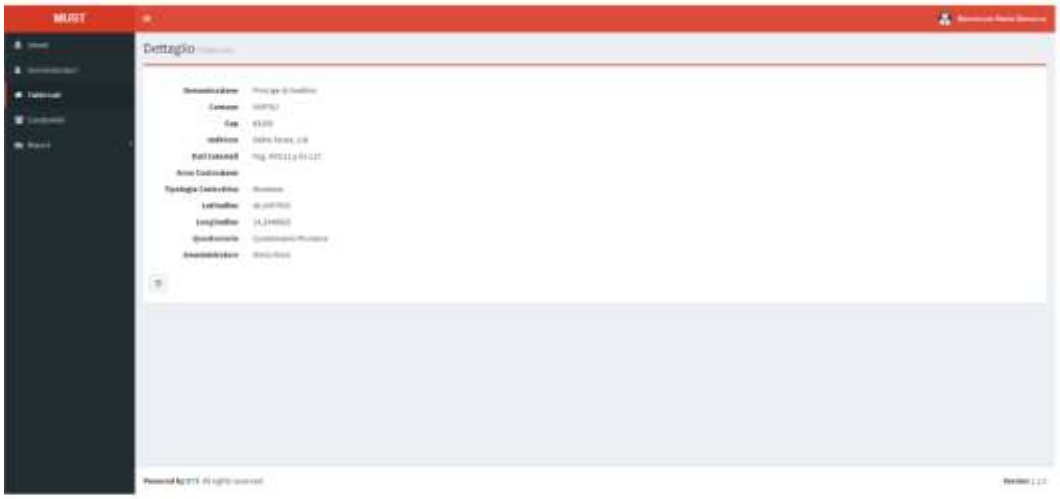


Scheda di sintesi relativa al questionario inviato dagli utenti.

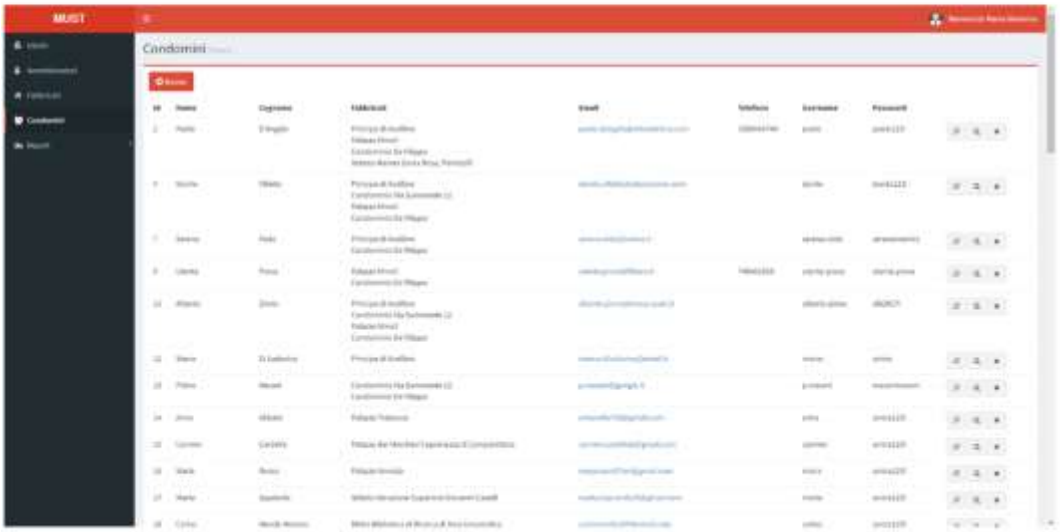
Figura 3-2: Cruscotto MUST v.01. Organizzazione delle segnalazioni ricevute dai cittadini.



Cruscotto MUST v.01. Schermata della sezione demandata alla registrazione e inserimento dei dati del condominio, con un focus sul menu di navigazione all'interno delle diverse sezioni



Cruscotto MUST v.01. Schermata della scheda di sintesi dei dati condominio.



Cruscotto MUST v.01. Schermata elenco condomini registrati.

Figura 3-3: Schermate cruscotto MUST v.01 relative alla sezione condomini.

Il cruscotto per la visualizzazione delle segnalazioni ricevute tramite app mobile aveva innanzitutto un accesso all'informazione su due livelli distinti:

- *livello 1- per l'amministratore di condominio - Amministratori;*
- *livello 2- per il condòmino - Utenti.*

Ed era inoltre lo strumento attraverso cui l'amministratore compiva la prima fase del processo di inserimento del condominio o dei condomini in gestione, ovvero la registrazione e l'inserimento dei dati del fabbricato (Figura 3-3).
All'atto della registrazione di un condominio i campi da compilare erano:

- *Denominazione condominio*
- *Indirizzo*
- *Denominazione delle strade che lambiscono l'edificio*
- *Dati catastali*
- *Leggi di tutela*
- *Dati morfologico-dimensionali (num. di piani, dimensioni, forma, ecc…)*
- *dati materico-costruttivi (struttura portante, tamponature, finiture, rivestimenti, ecc…)*
- *Numero di alloggi*
- *Interventi successivi alla costruzione (descrizione e anno)*

Ad ogni edificio erano inoltre associati allegati grafici necessari a descriverlo.
Una volta registrato il condominio, l'amministratore inviava un link ai condòmini per la registrazione tramite app, ciascun utente doveva inserire:

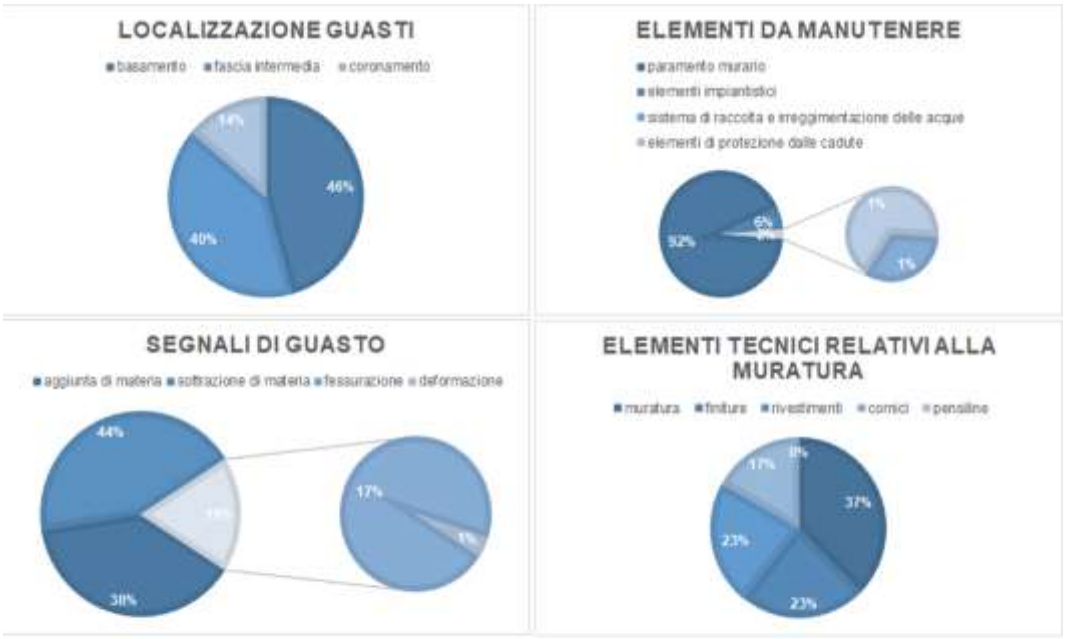
- *Dati anagrafici*
- *Nome utente e password e indirizzo e-mail*
- *Piano e interno di residenza*
- *Autorizzazioni richieste dall'uso dell'applicazione.*

Come già anticipato l'oggetto di indagine era il singolo edificio – ovvero il condominio – e gli interlocutori privilegiati l'amministratore di condominio, l'eventuale tecnico, e i relativi condòmini; il gruppo di ricerca aveva affrontato i temi del riconoscimento delle condizioni di guasto riscontrabili sugli elementi tecnici individuati dell'ontologia ad essi correlata[41] (un esempio è riportato nella Tabella 3-1), il flusso da implementare nell'applicazione mobile, gli strumenti di facilitazione e guida al riconoscimento dei guasti da parte del fruitore (confronto tra immagini, vedi Tabella 3-1). Attraverso la sperimentazione su richiamata erano pervenute sulla piattaforma di gestione 316 segnalazioni (Figura 3-4), effettuate sui due ambiti di osservazione: corte interna (138) e strada (168). Questa prima sperimentazione ha dimostrato la validità dello strumento a supporto della diagnostica, rendendo agevole anche l'individuazione delle vulnerabilità del sistema e dei guasti che sono percepiti come più urgenti da parte dei fruitori. Inoltre, è emerso che il minor numero di segnalazioni in entrambi gli ambiti è stato registrato sull'unità sensibile coronamento, a significare che, essendo fuori dal cono visivo di un fruitore comune, è anche l'area meno impattante sulla percezione dello spazio da parte del fruitore.

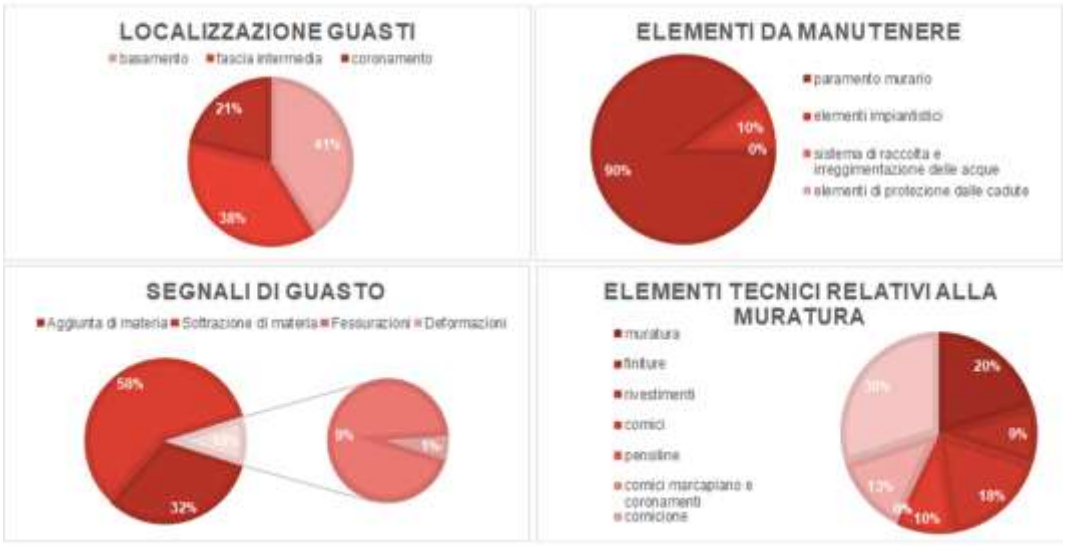
La ricerca dottorale si ancora a questi assunti di partenza e intende allargare il campo di sperimentazione al sistema urbano e alla prototipazione di uno strumento che sia di supporto al monitoraggio dei patrimoni immobiliari e

[41] Relativamente ai guasti, il gruppo di ricerca non si era occupato di uno studio mirato sull'ontologia, avendo a rifermo le raccomandazioni NorMaL 1/88 Lessico. Avevano cominciato però a pensare ad un raggruppamento dei guasti in quattro macrocategorie chiamate "segnali di guasto": aggiunta di materia, sottrazione di materia, fessurazioni, deformazioni.

urbani, progettato per ispezioni visive condotte da sapere esperto e non esperto.



Dati correlati allo spazio "corte interna"



Dati correlati allo spazio "strada esterna"

Figura 3-4: Analisi dei dati provenienti dalle segnalzioni derivanti dalla sperimentazione condotta con MUST v.01.

3.2. Requisiti per un applicativo digitale ad utenza allargate per il monitoraggio e la gestione della manutenzione

La ricerca dottorale si è incentrata sulla progettazione di MUST v.02, uno strumento digitale progettato a supporto del monitoraggio del sistema urbano, che instauri un dialogo tra gli attori che prendono parte al processo: proprietari, gestori, tecnici, e fruitori. La ricerca di innovazione incrementale, partendo dallo stato dell'arte di MUST v.01 (§ 3.1), si è occupata della progettazione di un prodotto che, ricadendo sul processo manutentivo dei patrimoni, riuscisse a superare il vulnus procedurale e strumentale relativo alla manutenzione del sistema urbano, e in particolare alla fase di monitoraggio, e che:

- *si ponesse in continuità con la ricerca svolta dal gruppo di studio precedente;*
- *che risolvesse le criticità relative alla manutenzione del sistema urbano;*
- *che fosse un canale di dialogo efficace con le comunità e riuscisse a coniugare validità tecnico - scientifica con un flusso e una usabilità per un sapere non esperto.*

Il gruppo di ricerca che si era occupato della versione MUST v.01 aveva già affrontato i temi:

- *del riconoscimento delle condizioni di degrado sugli edifici e dell'ontologia ad essi correlata;*
- *della strutturazione di un questionario di supporto alla segnalazione di guasto, da somministrare ai condomini;*
- *dell'individuazione di uno strumento di confronto per supportare l'utente nel riconoscimento del guasto da segnalare con l'app mobile.*

Le criticità emerse dalla versione MUST v.01 erano soprattutto legate alla difficoltà di declinare il lessico NORMAL in una applicazione che fosse di facile utilizzo da parte del sapere comune e alla individuazione di un flusso consono ad un utente non esperto, in termini di semplificazione del linguaggio e di snellezza dell'invio della segnalazione. Inoltre, MUST v.01 aveva posto al centro della ricerca il tema della segnalazione dei guasti in ambito edilizio (condominio) e non aveva ancora affrontato il tema della scomposizione e della discretizzazione dei guasti del sistema urbano.

Quindi, nel passaggio dalla versione MUST v.01 a MUST v.02 sono stati individuati quattro momenti fondamentali di evoluzione della ricerca:

1. *il passaggio dal sistema edilizio al sistema urbano, che ha richiesto che fosse indagata la scomposizione tecnologica del sistema urbano, non presente in letteratura se non in alcune forme di teorizzazioni risalenti alla fine degli anni '90 inizio 2000 (cfr. § 1.1). Ciò è risultato necessario poiché nell'ambito della manutenzione edilizia, la scomposizione del sistema è un processo propedeutico alla predisposizione del piano e quindi all'attivazione di un processo manutentivo basato sulla prevenzione e la programmazione allo stesso modo la manutenzione urbana, in ottica di programmatorietà, necessita dello stesso supporto. Inoltre, è stato importante tenere a mente che la scomposizione del sistema dovesse essere riportata all'interno di un'applicazione mobile ad utenza allargate;*
2. *analisi del decadimento prestazionale legato ai guasti; la versione MUST v.01 aveva indagato il guasto e l'ontologia ad esso associata in relazione al sistema edilizio, la questione correlata alle perdite prestazionali connesse ai differenti fenomeni di guasto;*

3. *semplificazione del linguaggio e strumenti di engagement; il ripensamento del ruolo del fruitore all'interno del processo manutentivo del sistema urbano ha visto la necessità di allargare la tipologia di fruitori ad un ventaglio molto più ampio, che può arrivare a coincidere con l'intera comunità. Turisti, cittadini etc. non sempre percepiscono un ritorno immediato e diretto dall'utilizzo di uno strumento per la segnalazione di guasti e malfunzionamenti, per cui devono essere incentivati all'utilizzo attraverso premialità e anche la semplificazione del lessico tecnico-specialistico;*
4. *Suggerimento del guasto attraverso algoritmi di Intelligenza Artificiale: la versione MUST v.01, si era sviluppata in un momento storico in cui si parlava ancora poco di Intelligenza Artificiale e di Deep Learning, quindi, non era stato affrontato il tema del suggerimento, attraverso algoritmi, del segnale di guasto; MUST v.02 è in grado di suggerire all'utente il guasto che intende segnalare per guidarlo nella scelta più congrua, riducendo il rischio di errore.*

L'applicativo si compone di due interfacce: una relativa alla componente mobile destinata al fruitore, che sia inclusiva e che guidi l'utente alla segnalazione dei guasti del sistema urbano; e una destinata a proprietario/gestore/tecnico e che renda possibile la lettura immediata di:

- *urgenza sociale;*
- *aree maggiormente vulnerabili;*
- *evoluzione dei processi di guasto;*
- *controllo della qualità degli interventi.*

3.2.1. La scomposizione del sistema urbano

Il passaggio dall'ambito del singolo edificio con MUST v.01 (§ 3.1) a quello del più ampio sistema urbano (MUST v.02) ha comportato un cambio di scala - in termini di (1) di prospettiva - mutando l'interlocutore principale da fruitore del condominio a fruitore dello spazio urbano – (2) di complessità nel passaggio da "un oggetto per quanto complesso a un sistema, diversamente complesso" (Ferracuti, 1990) sia per le relazioni che intercorrono tra le parti che per la "esasperata frammentazione dei soggetti" (C. M. Molinari, 2002a).

La manutenzione come programma si attua attraverso lo strumento del piano di manutenzione (UNI 11257, 2007; UNI EN 13306, 2018; UNI10874, 2000) che ha bisogno in misura propedeutica della "scomposizione dell'immobile in sottosistemi e componenti" (UNI 11257, 2007).

In quest'ottica, la proposta per una scomposizione del sistema urbano è necessaria, inoltre, per strategie di facilitazione che supportino l'utente al riconoscimento degli elementi critici del sistema, semplificando la lettura e decodifica di un sistema complesso.

Partendo dall'analisi della letteratura di riferimento nell'ambito della manutenzione del sistema urbano e della normativa tecnica nell'ambito della scomposizione del sistema costruito (EN ISO 12006-2, 2020; UNI 8290-1, 1981), è stata individuata una struttura per la scomposizione del sistema ambientale e tecnologico in ambito urbano.

La UNI 8290, riferimento per la scomposizione del sistema tecnologico dell'edilizia residenziale, è stato il riferimento per l'individuazione degli elementi tecnici e le componenti riportati all'interno di MUST v.01 e, seppure riferimento metodologico imprescindibile, nella presente ricerca, ha necessitato di un superamento.

Il primo passo verso la manutenzione programmata e condivisa del sistema urbano è il superamento della visione della manutenzione urbana come "manutenzione di parti di città" ma come "sistema unitario e complesso"(Ferracuti, 1990). Fiore (1998) è uno dei primi autori a proporre una una scomposizione tecnologica del sistema urbano: introduce i concetti di *delimitazioni verticali* e *orizzontamenti inferiori*, avendo sempre a riferimento, nei successivi livelli di scomposizione, la UNI 8290, integrandola con classi di elementi tecnici ed elementi tipici del sistema urbano, come *bucature terranee*, *vetrine*, *insegne*.

A partire dalle ricerche condotte in ambito urbano (Caterina & Fiore, 2005; Fiore & de Joanna, 2002; Fiore, 1997), si è cominciato a ragionare sulla possibilità di proporre una scomposizione tecnologica del sistema urbano che avesse a più livelli di dettaglio, a partire dalla distinzione tra elementi verticali e orizzontali, in continuità con le ricerche precedenti. Per la definizione di un'ipotesi di scomposizione, è stata presa come riferimento metodologico anche la norma EN ISO 12006-2:2020[42] che definisce una struttura per lo sviluppo di un sistema di classificazione dell'ambiente costruito, basandosi sull'assunto che tutti gli oggetti possono essere visti come sistemi. All'interno della norma il sistema costruito è suddiviso in *construction complex*[43],

[42] *Organizzazione dell'informazione delle costruzioni – Parte 2: Struttura per la classificazione, intende rispondere alle esigenze di tutti i settori delle costruzioni. I tipi di informazione che può riportare comprendono dati geometrici, dati funzionali e tecnici, dati sui costi e sulla manutenzione.*

[43] *Complesso di costruzione: aggregato di una o più entità di costruzione previste per svolgere almeno una funzione attività utente.*

construction entities[44]*, contruction elements*[45], che stanno tra loro attraverso delle *type relation*[46] *o part of relation*[47] e propone uno schema ad albero che si sviluppa in diversi livelli che partono dal generale (*The Whole set*) al particolare (*Objects*), passando per livelli intermedi di scomposizione (*Subset relations, Classes*).

La flessibilità introdotta dalla norma consente l'ipotesi di una scomposizione del sistema urbano nei suoi sottosistemi ambientale e tecnologico (Figura 3-5) definendo livelli, classi e relazioni.

La scomposizione del sistema urbano, così come proposta in questa sede, si sviluppa in quattro livelli legati tra loro da relazioni del tipo *part of relation, o type of relation*.

Partendo dal generale al particolare, i livelli risultano così suddivisi:

5. *L'insieme intero che contiene gli spazi urbani, che possiamo assimilare alle componenti del sistema ambientale (strade, piazze, portici etc…)*
6. *Il sottoinsieme che contiene le due grandi famiglie, che sono definite dalle cortine edilizie e dal suolo, che definiscono e delimitano le componenti del sistema ambientale e che possono essere descritti come: piano verticale e piano orizzontale/inclinato. Gli elementi di questo*

---

[44] *Entità di costruzione: unità indipendente dell'ambiente costruito con una forma e struttura spaziale caratteristica, prevista per svolgere almeno una funzione o attività utente – consentono le attività utente e i requisiti funzionali*

[45] *Elemento di costruzione: costituente di una entità di costruzione con una funzionalità, forma o posizione caratteristica*

[46] *In una relazione tipo delle classi sono definite mediante attributi che sono le loro caratteristiche di interesse.*

[47] *Un oggetto è parte di sé, aggiunto ad un intero, l'intero rimane. Le parti possono essere identificate secondo diverse relazioni parti-intero:*

- *Utilizzando un aspetto funzionale*
- *Utilizzando un aspetto spaziale*
- *Utilizzando un aspetto di assemblaggio*

livello sono connessi al livello superiore da una relazione del tipo type of relation

7. *Le classi, a cui appartengono delle macrocategorie di elementi distinti in relazione alla funzione svolta all'interno del sistema urbano, in verticali, orizzontali, impianti, elementi accessori. Gli elementi di questo livello sono connessi al livello superiore da una relazione del tipo part of relation.*
8. *Gli oggetti è il livello che contiene tutti gli elementi delle categorie del livello superiore alle quali sono legati con una relazione del tipo part of relation.*

In particolare, ciascuna classe è stata suddivisa in sottoclassi, per definire in maniera più dettagliata le relazioni di appartenenza che sussistono tra le classi e gli oggetti che vi appartengono:

- *la classe degli elementi verticali contiene gli oggetti aventi funzione di separare o proteggere. Le sottoclassi afferenti sono:*
  - *elementi di separazione e protezione;*
  - *elementi per il passaggio di cose e persone;*
- *la classe degli elementi orizzontali contiene gli oggetti aventi funzione di dividere e articolare gli spazi permettendone la fruizione. Le sottoclassi afferenti sono:*
  - *elementi per la fruizione;*
  - *elementi per l'attraversamento;*
- *la classe degli impianti contiene gli oggetti aventi funzione di consentire l'utilizzazione dei flussi energetici, informativi e materici richiesti dagli utenti. Le sottoclassi afferenti sono:*

- *impianti per l'illuminazione;*
- *impianti per lo smaltimento dei liquidi;*
- *impianti per la distribuzione di reti elettriche, gas e telecomunicazione;*
- *impianti per la sicurezza;*
- *impianti per la segnalazione;*

- *La classe degli elementi accessori contiene gli oggetti aventi funzione di facilitare l'esercizio di attività degli utenti negli spazi esterni connessi con il sistema urbano stesso. Le sottoclassi afferenti sono:*
  - *arredo urbano;*
  - *sistemi di comunicazione e pubblicità;*
  - *sistemi di protezione;*
  - *elementi decorativi.*

Gli oggetti che sono contenuti nelle classi sono accorpati secondo una logica di funzionalità, indicata nelle sottoclassi di cui sopra. Inoltre, l'oggetto è un intero dotato di autonomia, scomponibile in parti (dispositivi tecnologici).
Così come richiesto per qualsiasi sistema informativo (UNI 10584, 1997), la classificazione proposta rispetta i requisiti di implementabilità e scalabilità, i livelli di informazione possono aumentare, così come è possibile inserire oggetti, classi e dispositivi tecnologici che non sono state previste al momento della formulazione.
Richiamare una categorizzazione per funzioni è il *fil rouge* con la UNI 8290-1:1981 che definisce le classi di unità tecnologica e le unità tecnologiche secondo le caratteristiche funzionali.

Infine, è importante sottolineare che per la delineazione di classi, sottoclassi e oggetti sono state rispettate le regole di vicendevole esclusione delle classi e di appartenenza univoca di un oggetto ad una ed una sola classe, come riportato nella norma EN ISO 12006-2: 2022.

La scomposizione del sistema tecnologico urbano è riportata nella Tabella 3-2.



Figura 3-5: Graficizzazione della scomposizione ambientale e tecnologica del sistema urbano. La figura (a) riporta parte delle categorie incluse all'interno del livello 1 dello schema in Figura 3-6. La (b) la scomposizione corrispondente al livello 2 dello schema in Figura 3-6

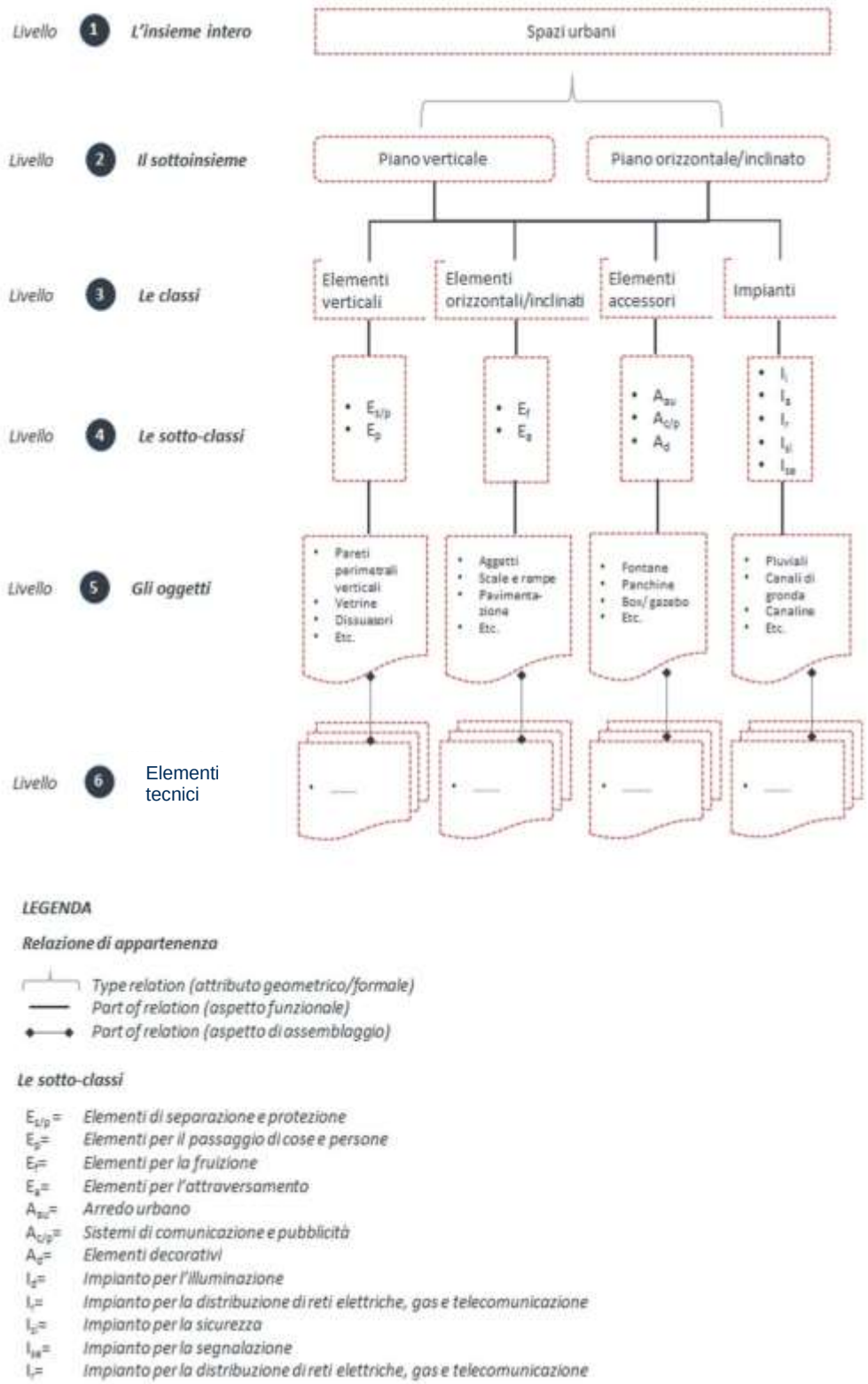


Figura 3-6: Schema ad albero per la scomposizione del sistema tecnologico urbano_rif. UNI 12600-2:2020 e UNI 8290 -1: 1981

Tabella 3-2: Scomposizione del sistema tecnologico urbano

Sottoinsieme	Classi	Sottoclassi	Oggetti	Elementi tecnici
piano verticale	elementi verticali	elementi di separazione / protezione	parete perimetrale verticale	rivestimento ad intonaco rivestimento lapideo rivestimento ceramico rivestimento a cappotto cornici elementi decorativi
			vetrina	telaio tamponamento trasparente
			parapetti/ ringhiere	puntone corrimano balaustro base porta colonna
		elementi per il passaggio di cose e persone	porta / portone	telaio tamponamento opaco tamponamento trasparente elementi di movimentazione e manovra dispositivi di oscuramento elementi decorativi
			finestra	telaio tamponamento opaco tamponamento trasparente maniglia
				dispositivi di oscuramento elementi decorativi
	elementi orizzontali /inclinati	elementi per la fruizione	balconi e logge	frontalino sottobalcone
			scale e rampe	gradini pianerottolo cordolo
		elementi di protezione	pensiline	elementi di copertura elementi strutturali
	impianti	impianti per l'illuminazione	proiettori lampade	
		impianti per lo smaltimento delle acque	canali di gronda pluviali	

		impianti per distribuzione reti elettriche, gas e telecomunicazione	cavi elettrici cassette tubi di distribuzione canaline	
		impianti per la sicurezza	telecamere di video sorveglianza	
	elementi accessori	sistemi di comunicazione e pubblicità	insegne di esercizio	
		elementi decorativi	Installazioni-artistiche murales	
piano orizzontale/ inclinato	elementi verticali	elementi di separazione / protezione	dissuasori	pali catene campane in calcestruzzo
			parapetti/ ringhiere	puntone corrimano balaustro base porta colonna
	elementi orizzontali /inclinati	elementi per la fruizione	pavimentazione	strato superficiale continuo strato superficiale discontinuo
			verde pubblico	prato aiuole altro
			scale e rampe	gradini pianerottolo cordolo
	impianti	impianti per l'illuminazione	lampioni proiettori paletti luminosi	
		impianti per la segnalazione	semafori tabelle luminose segnaletica stradale verticale	
		impianti per la sicurezza	telecamere di video sorveglianza	
		impianti per lo smaltimento delle acque (drenaggio urbano)	canaline tombini caditoie	
	elementi accessori	arredo urbano	fontane giochi portabici panchine Box/gazebo	

		elementi decorativi	Installazioni artistiche	

Note:
Per la scomposizione tecnologica del sistema urbano, per l'individuazione dei dispositivi e per la terminologia sono state consultate le seguenti norme: EN ISO 12216, 2022; UNI 7959, 1988; UNI 8369-1, 1988; UNI 8369-2, 1987; UNI 8979, 1987; UNI EN 131-1, 2019a, 2019b; UNI EN 1365-5, 2005; UNI EN 12216, 2018; UNI EN 12519, 2018; e bibliografia: Di Giulio, 2003; Gasparoli, 1997, 2002; Talamo, 2002; ZEVI, 2003

La gestione efficace della manutenzione richiede molteplici competenze e strumenti per l'identificazione delle esigenze di manutenzione e l'individuazione dei rimedi correttivi adeguati (Talamo, 1998). In termini di processo la manutenzione diventa sempre più "manutenzione di qualità" (Curcio, 1999, p. IX), in questa nuova dimensione interpretata come sistema, servizio e programma (Talamo, 1998, p. 7), è necessaria l'acquisizione di un approccio manageriale che deve agire in termini di esigenze/requisiti/ prestazioni per perseguire obiettivi di efficienza, efficacia ed economicità (Curcio, 1999, p. IX). Le prestazioni fornite non dovrebbero mai scendere al di sotto della soglia di accettabilità, evitando la compromissione dello "stato di equilibrio tra requisiti e prestazioni erogate" (Talamo, 1998, p. 7). La gestione della manutenzione in una prospettiva strategica (Velmurugan & Dhingra, 2015) e programmatoria, come un processo sistematico per salvaguardare le caratteristiche e le risorse gestite a livelli ottimali per raggiungere gli standard prestazionali richiesti (Dzulkifli et al., 2021).

In quest'ottica è stato necessario definire i requisiti del sistema tecnologico urbano, così come descritto precedentemente e, propedeuticamente sulla base degli attori riportati in Tabella 1-1, individuare un sistema di esigenze.

Gli attori (cfr. Tabella 1-1) sono stati raggruppati in tre classi di utenza, sulla base delle competenze che possono esprimere all'interno del processo manutentivo. Le classi di utenza elaborate sono tre:

- ***Sapere collaterale:*** *vi rientrano quelle figure che sono in grado di stabilire la documentazione da raccogliere, i livelli di qualità richiesti, il budget a manutentivo. È considerato collaterale perché le figure che vi fanno parte, pur non essendo dei tecnici e non avendo una conoscenza tecnica approfondita, pongono le condizioni delle scelte in ambito manutentivo, dal punto di vista gestionale, economico e di risorse. Coincide con il committente/proprietario, e con il gestore.*
- ***Sapere esperto:*** *vi rientrano quelle figure che sono in grado di individuare il tipo di attività manutentiva da svolgere in base al guasto segnalato, di programmarle in base alla disponibilità economica e di risorse, e di leggere l'evoluzione dei guasti e individuarne le cause. È considerato esperto perché le figure che vi fanno parte, sono esperti in grado di compiere delle scelte in ambito manutentivo, dal punto di risorse necessarie, attività, strumenti. Coincide con il tecnico e l'operatore.*
- ***Sapere non esperto:*** *vi rientrano quelle figure che non hanno competenze tecniche in materia. È considerato non esperto perché le figure che vi fanno parte, sono i fruitori degli spazi che si considerano – per la maggior parte – individui non dotati di conoscenze tali da poter compiere scelte in ambito manutentivo. Coincide con coloro i quali fruiscono degli spazi e devono trarre benefici dall'ambiente costruito, quindi il fruitore che può essere assimilato, in relazione alle differenti fattispecie, con il turista, il cittadino, il dipendente etc...*

In relazione a ciascuna utenza sono state individuate le classi di esigenza (UNI 8289, 1981), come riportato nella Tabella 3-3Tabella 3-3. In relazione alla quale, è stato esplicitato il ciclo esigenze – requisiti- prestazioni.

I luoghi sono caratterizzati da una sommatoria di fattori che competono a determinarne il "carattere" (Fiore, 1998, p. 96). La lettura delle prestazioni del sistema urbano non può prescindere dalla correlazione che queste hanno con quei fattori, "forma, colore, struttura, composizione, funzione e comportamento" (Fiore, 2005, p. 97) che influiscono sulla percezione che gli utenti hanno dello spazio urbano.

L'assunto di partenza, che ha indirizzato il processo di individuazione dei requisiti, è che il "carattere" essendo l'"elemento distintivo" che dà all'ambiente una "qualità propria" ne influenza il livello prestazionale offerto (Fiore, 2005, pp. 96–97).

Nella presente dissertazione, quelli che Fiore considera caratteri diventano le qualità prestazionali richieste al sistema urbano, e che hanno guidato alla individuazione dei requisiti. Ciò è possibile per le diverse finalità delle ricerche, mentre Fiore propone un processo di analisi per acquisire "la conoscenza dell'oggetto" e per "l'esplicitazione delle prestazioni connesse all'Aspetto e al *Sense"*, perseguendo l'obiettivo del "mantenimento di un certo grado di efficienza, in sintonia con il principio di conservazione dell'identità urbana", la ricerca in esame intende identificare uno strumento che riesca a guidare i gestori e i tecnici nella fase di monitoraggio per la valutazione della rispondenza del sistema al livello di qualità richiesto, in risposta alle esigenze dei differenti attori.

La Tabella 3-4 riporta l'organizzazione delle prestazioni delle componenti del sistema tecnologico urbano, in relazione alle esigenze individuate sopra.

Tabella 3-3: Attori ed esigenze

CLASSI DI UTENZA	UTENZA	CLASSI DI ESIGENZE*				
		(S)	(F)	(A)	(B)	(G)
SAPERE COLLATERALE	COMMITTENTE/ PROPRIETARIO	■				■
	GESTORE	■				■
SAPERE ESPERTO	TECNICO	■				■
	OPERATORE	■				■
SAPERE NON ESPERTO	CITTADINI	■	■	■	■	
	TURISTI	■	■	■	■	
	IMPIEGATI	■	■	■	■	

(S)= sicurezza; (F)= fruibilità; (A)= aspetto; (B)= benessere; (G)= gestione.
*(UNI 8289, 1981)

Tabella 3-4: I requisiti del sistema urbano

CLASSE DI CARATTERI	CARATTERI	QUALITA' PRESTAZIONALI	CLASSI DI ESIGENZA [3]	REQUISITI [4]
Peculiari del Luogo [1]	Morfologici /Cromatici [1]	Cromatici [1]	Aspetto	Affidabilità Anigroscopicità Resistenza agli attacchi biologici Resistenza agli agenti aggressivi
		Materici [1]	Aspetto	Affidabilità Anigrocopicità
			Sicurezza	Asetticità Controllo della scabrosità Resistenza meccanica Resistenza ad azioni statiche e dinamiche Controllo dello scivolamento Limitazione delle cadute [2]
			Benessere	Assenza dell'emissione di odori sgradevoli Assenza dell'emissione di sostanze nocive
		Dimensionali [1]	Sicurezza	Comodità d'uso e manovra Limitazione delle condizioni di rischio di caduta di elementi dall'alto
			Fruibilità	Attraversabilità degli spazi Comodità d'uso e manovra Accessibilità Adeguatezza all'espletamento delle funzioni richieste [2]
Identificativi del rapporto luogo/ utenza [1]	Funzionali [1]	D'uso [1]	Sicurezza	Efficienza Controllo dello scivolamento [2] Limitazione delle cadute Controllo della scabrosità

			Fruibilità	Comodità d'uso e manovra Comprensibilità delle manovre Attrezzabilità Percorribilità Accessibilità
			Benessere	Controllo della scabrosità
			Gestione	Affidabilità Integrazione Facilità di intervento Pulibilità Riparabilità Resistenza al gelo Resistenza agli attacchi biologici Resistenza all'irraggiamento Riparabilità
	Relazionali (1)	Comunitari/ Sociali (2)	Fruibilità	Attrezzabilità Percorribilità Accessibilità
			Benessere	Capacità di ospitare eventi per la comunità (2) Capacità di ospitare installazioni artistiche (2)

NOTE:
(1) (Fiore, 1998. Pag. 98 e 102)
(2) Proposti dall'autrice
(3) (UNI 8289, 1981)
(4) (UNI 7959, 1988; UNI 8290-2, 1983; UNI EN ISO 9001, 2015; Zaffagnini, 1981)

3.2.2. I guasti del sistema costruito: classificazione e ontologia

Le ricerche condotte attorno al concetto di guasto, per la definizione della versione di MUST v.01, erano giunte alla distinzione tra segnale di guasto e processo di guasto, laddove il segnale era una sorta di macrocategoria di guasto selezionata dall'utente nella compilazione del questionario (§ 3.1, Tabella 3-1). Ciascuna delle categorie di segnale di guasto individuata (aggiunta di materia, sottrazione di materia, fessurazioni, deformazioni) raccoglieva delle specifiche forme di processi di guasto. L'individuazione dei processi di guasto relativi alle componenti del sistema edilizio è esaustiva, ma risulta mancante un'indagine sulle implicazioni prestazionali del guasto sugli elementi tecnologici del sistema, e ovviamente, per differente campo di

indagine, un'analisi del guasto e delle sue ricadute prestazionali sugli elementi tecnologici del sistema urbano.

L'obiettivo principale dell'applicativo MUST v.02 è fornire supporto ai gestori di patrimoni nel monitoraggio delle performance del sistema urbano. Monitorare lo stato di performance significa mettere in atto un processo di diagnosi sul sistema urbano per rilevare gli stati anomali in atto. MUST v.02, in questo senso, si pone come strumento per la diagnostica, attraverso ispezioni visive compiute anche da utenti non esperti mediante un'applicazione mobile. La dissertazione intorno ai guasti, riportata nei paragrafi successivi, è servita, innanzitutto, a delineare il concetto di guasto e i concetti satellite, e quindi all'individuazione dei guasti individuati come ricorrenti, dalla letteratura di riferimento, e alla terminologia ad essi associata. La letteratura indagata è riferita per lo più ai guasti riscontrabili sugli elementi inclusi all'interno della classe elementi verticali appartenenti al piano verticale (cfr. Tabella 3-2 § 3.1.1) e ai sistemi di pavimentazione, sono stati esclusi gli elementi relativi alle classi impianti ed elementi accessori; nel primo caso per una eccessiva settorializzazione dell'argomento e nel secondo per una mancanza di riferimenti scientifici adeguati.

3.2.2.1. Il concetto di guasto nella letteratura di riferimento

La capacità previsionale di cui necessita la manutenzione, affinché si configuri come attività programmatoria esercitata a fini preventivi e correttivi, è possibile solo attraverso una "sistematica conoscenza" dei comportamenti nel tempo del sistema costruito (Talamo, 1998, p. 7); la sistematica conoscenza è ottenibile mediante un costante monitoraggio del sistema costruito. La diagnosi e l'analisi dei fenomeni di guasto sono una componente essenziale

nello sviluppo operativo di una appropriata strategia di manutenzione programmata. Prevedere delle ispezioni frequenti consente di rilevare tempestivamente la presenza di un guasto e di garantire l'efficacia delle procedure di intervento previste (Di Giulio, 2003)[48].

Molti contributi scientifici hanno affrontato le questioni poste intorno ai guasti (Tabella 3-5): dal lavoro di studiosi come Croce, Molinari, Di Giulio, Caterina, Fiore che ha contributo ad implementare la normativa di consiglio Lessico Normal (UNI 11182, 2006), fino alle più recenti ricerche anche in ambito internazionale (Gakkai, 1993; Rodrigues et al., 2011; E. A. Teo & Harikrishna, 2006; E. A. L. Teo & Harikrishna, 2005; Watt, 2009).

Il concetto di guasto in letteratura (Tabella 3-5), nonostante le variazioni che ha subito la sua definizione nel tempo, porta con sé un riferimento al decadimento prestazionale che l'elemento tecnico subisce a seguito del verificarsi di un evento di guasto.

Il legame tra guasto e comportamento prestazionale compare nella UNI 9910 (1991), *Terminologia della fidatezza e sulla qualità del servizio*, ripreso poi dalla (UNI 10147, 2022), *Manutenzione. Terminologia,* nella sua prima versione del 1993, descrive il guasto come "la cessazione dell'attitudine di un'entità a eseguire la funzione richiesta". Il guasto determina uno stato di avaria, "stato di una entità caratterizzato dalla sua inabilità ad eseguire la funzione richiesta", ed è quindi un "evento, ovvero un passaggio da uno stato di ad un altro".

[48] La strumentazione di supporto allo svolgimento dei controlli deve essere tale da ridurre al massimo i costi dell'operazione e garantire una sostanziale "oggettività" del giudizio sui difetti rilevati. Ciò si traduce nella messa a punto della documentazione tecnica necessaria (schede di rilevamento) a gestire delle ispezioni che consentano una corretta interpretazione e un'agevole registrazione dei dati rilevati, senza rendere necessario l'impiego di personale specializzato, quando è possibile.

Croce (1994), all'interno della disciplina della patologia edilizia (cfr. pag.369), descrive il guasto come un "deterioramento che rende inutilizzabile o non più rispondente alla sua funzione un elemento tecnico o una sua parte". Il decadimento prestazionale è una conseguenza della modificazione intrinseca che subisce l'elemento. Ancora Croce, accanto al concetto di guasto, definisce il concetto di "anomalia" (o segno) che è la manifestazione inattesa percepibile ad occhio o tramite strumentazione e potrebbe coincidere con lo stesso difetto o guasto. L'interesse di Croce è rivolto al decadimento prestazionale a seguito di un "progressivo deterioramento dell'integrità fisica".

Fiore (1998) estende il concetto di guasto all'ambito urbano, riprendendo la nozione di "annullamento parziale o totale delle capacità di un sistema di funzionare, ossia espletare i propri compiti"; dichiara, inoltre, come il termine guasto sia un ponte tra il concetto di degrado, inerente alla sfera fisica, e le prestazioni che nel caso del sistema urbano si riferiscono alla modifica dei comportamenti della città correlati sia alla sfera fisica sia a quella sociale.

Molinari (2002) fornisce un inquadramento del concetto di guasto e delle sue classificazioni; riferendosi alla UNI 9910 parla di guasto come di "evento di guasto", restituendo la stessa definizione normativa, riportata precedentemente, alla quale aggiunge il concetto di "modo di guasto", mutuato dalla IEC (International Electrotecnical Commission), 1974, Norma n.271, e definito come "l'effetto in base al quale viene esaminato un evento di guasto [..] ogni evento di guasto può essere riferito a specifici modi di guasto; […] un modo di guasto può essere considerato come l'effetto rivelatore della causa del guasto. Gli eventi di guasto di un componente producono effetti sulle sue funzioni e solo dopo il manifestarsi di un effetto è possibile determinare il modo di guasto". Chiarisce poi la distinzione tra le cause di

guasto di un componente, "ascrivibili a eventi di guasto relativi a sue parti", e i modi di guasto che sono "gli effetti tangibili che tali eventi producono sulle funzioni del componente stesso"; inoltre i modi di guasto possono differire in relazione al ruolo svolto dal componente nel sistema e dipendono dall'effetto che l'evento di guasto ha sulle funzioni.

La (UNI EN 13306, 2018), complementare alla UNI 9910, ne recepisce le logiche descrittive del guasto ampliando alcuni concetti. Nell'aggiornamento 2010, è introdotto il concetto di *modo di guasto* inteso come "modalità in cui si verifica l'impossibilità di un'entità di eseguire la funzione richiesta"[49] sostituendolo al concetto di modalità di avaria, e affiancandosi al concetto di degrado che resta ancorato a una mutazione fisica dell'elemento.

La UNI 10147, che nel 2003 (di cui ultimo aggiornamento settembre 2021), diventa *Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni,* definisce il comportamento *al guasto* come l'"insieme dei possibili effetti di un guasto su un bene (malfunzionamenti), associati alle relative cause e ai sintomi e/o segnali premonitori che dovrebbero far risalire a dette cause", e *l'evento* come "intervento o attività che è definito, oppure che è definibile con valutazioni statistiche, tecnicamente ed economicamente; oppure insieme di più attività ed interventi pianificabili su uno o più oggetti di manutenzione".

[49] Un modo di guasto può essere definito mediante la funzione persa o la transizione di stato verificatasi.

Tabella 3-5: Evoluzione delle definizioni di guasto

Anno	Reference	Definizione
1993	UNI 99100: Terminologia della fidatezza e sulla qualità del servizio	Guasto:"la cessazione dell'attitudine di un'entità a eseguire la funzione richiesta", esso determina uno stato di avaria, "stato di una entità caratterizzato dalla sua inabilità ad eseguire la funzione richiesta", ed è quindi un "evento, ovvero un passaggio da uno stato di ad un altro".
1993	10147: Manutenzione terminologia	
1994	Croce, Patologia edilizia: prevenzione e recupero	Guasto:"deterioramento che rende inutilizzabile o non più rispondente alla sua funzione un elemento tecnico o una sua parte".
1998	Fiore, La manutenzione dell'immagine urbana	Estende il concetto di guasto all'ambito urbano, riprendendo la nozione di "annullamento parziale o totale delle capacità di un sistema di funzionare, ossia espletare i propri compiti»
2001	Harris, Building pathology: deterioration, diagnostics, intervention.	Building pathology – "lo studio dei guasti sulle costruzioni dopo un uso prolungato" – introdotto da James Marston Fitch durante una conferenza alla Columbia University nel 1985, facendo un parallelo tra gli edifici e il corpo umano, incentra l'analisi sul processo di guasto e sulla valutazione delle prestazioni degli edifici definendo dei modelli matematici
2002	Molinari, Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia (Vol. 1)	Parla di "evento di guasto", restituendo la stessa definizione, della norma UNI 10147, a questo aggiunge il concetto di "modo di guasto", mutuato dalla IEC (International Electrotecnical Commission), 1974, Norma n.271, definito come "l'effetto in base al quale viene esaminato un evento di guasto [..] ogni evento di guasto può essere riferito a specifici modi di guasto […] un modo di guasto può essere considerato come l'effetto rivelatore della causa del guasto. Gli eventi di guasto di un componente producono effetti sulle sue funzioni e solo dopo il manifestarsi di un effetto è possibile determinare il modo di guasto". Chiarisce poi la distinzione tra le cause di guasto di un componente, "ascrivibili a eventi di guasto relativi a sue parti", e i modi di guasto che sono "gli effetti tangibili che tali eventi producono sulle funzioni del componente stesso"

2003	UNI 13306: Terminologia di manutenzione	Guasto: "la cessazione dell'attitudine di un'entità a eseguire la funzione richiesta"
2003	10147: Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni	Comportamento al guasto: "insieme dei possibili effetti di un guasto su un bene (malfunzionamenti), associati alle relative cause e ai sintomi e/o segnali premonitori che dovrebbero far risalire a dette cause" Evento di guasto: "intervento o attività che è definito, oppure che è definibile con valutazioni statistiche, tecnicamente ed economicamente; oppure insieme di più attività ed interventi pianificabili su uno o più oggetti di manutenzione"
2005	Fiore, Bruno, Viscardi, La conoscenza per il progetto di manutenzione	"modificazione della struttura chimico – fisica dell'elemento che determina la perdita di capacità di adempiere alle funzioni o alle prestazioni richieste, derivante da una condizione patologica o da fatti connessi al normale invecchiamento" (Croce, 2003) Modo di guasto: "espressione della natura e dell'accadimento del guasto"
2010	UNI 13306: Terminologia di manutenzione	Modo di guasto: "modalità in cui si verifica l'impossibilità di un'entità di eseguire la funzione richiesta"
2021	UNI 13306: Terminologia di manutenzione	Indice di capacità parziale: "misura del grado di riduzione della funzionalità del bene rispetto alle funzioni di servizio richiese e assegnate al bene".

Sembrerebbe che la norma continui a considerare il guasto come evento (vedi 10147:1993), avendolo richiamato nel paragrafo *EVENTI E GUASTI* ma, proseguendo nella lettura, la norma richiama il concetto di *stato di guasto* allontanandosi però dalle definizioni degli anni '90. Il guasto è associato all'anomalia, che nell'aggiornamento del 2003 e successivi è descritta attraverso i concetti di *condizioni limite, condizioni stabilite e indice di capacità parziale*, quest'ultimo si legge nell'ultimo aggiornamento 2021, ed è proprio la *"misura del grado di riduzione della funzionalità del bene rispetto*

alle funzioni di servizio richiese e assegnate al bene". È interessante, inoltre, il riferimento al *rapporto di guasto* che nell'elenco di descrittori (descrizione delle cause, degli effetti, delle modalità di guasto e dei provvedimenti adottati) che competono alla stesura del rapporto riferisce le modalità di guasto, richiama il concetto di modo di guasto citato da Molinari (cfr. pag. 84).

In Fiore (2005), i modi di guasto sono associati al concetto di indicatori del guasto, Bruno e Viscardi (cfr. Fiore, 82) si rifanno per la definizione di guasto al testo di Croce (cfr. pag.), *"modificazione della struttura chimico – fisica dell'elemento che determina la perdita di capacità di adempiere alle funzioni o alle prestazioni richieste, derivante da una condizione patologica o da fatti connessi al normale invecchiamento"*, associandovi il modo di guasto, descritto come "*espressione della natura e dell'accadimento del guasto*", gli effetti come "*danneggiamenti o guasti, indotti dall'elemento su altri elementi o componenti"* e i segni, mutuando la descrizione da Croce (cfr. pag.) come *"manifestazione […] del difetto o del guasto; potrebbe coincidere con lo stesso difetto o guasto"*; ad esempio un modo di guasto è *umidità capillare di risalita* e il corrispondente guasto è *efflorescenze localizzate e rigonfiamenti localizzati,* il segno per l'efflorescenza *comparsa dei caratteristici aloni bianchi originati da sali che salgono in superficie.*

3.2.2.2. Il processo di evoluzione del guasto

I guasti in edilizia dipendono da caratteristiche di un componente, difetti di posa in opera, ma la maggior parte sono conseguenza di forme naturali di obsolescenza che, in assenza di interventi di manutenzione, portano ad un abbassamento delle prestazioni di un componente tale da pregiudicarne la resistenza all'azione degli agenti di degrado (Ferreira et al., 2021). Per

contrastare gli effetti che seguono l'insorgenza di un fenomeno di guasto è importante analizzare i guasti e comprenderne le cause.

I principali fattori che determinano l'insorgere dei guasti sono vari (Tabella 3-6) per lo più riconducibili all'azione degli effetti atmosferici, ma anche al verificarsi di eventi accidentali, attività dell'utenza che involontariamente può danneggiare o arrecare danni ai componenti e ai materiali di finitura. In relazione agli agenti atmosferici e a quelli accidentali, l'intensità delle patologie, così come la frequenza con la quale si verificano, dipendono dalle condizioni ambientali alle quali sono esposte i materiali e alle condizioni di esercizio cui sono destinati (Carretero-Ayuso et al., 2021).

Nell'ambito internazionale diverse sono le ricerche condotte sui guasti, a partire dal concetto di *building pathology* ovvero "lo studio dei guasti sulle costruzioni dopo un uso prolungato" (Harris, 2001) introdotto da James Marston Fitch durante una conferenza alla Columbia University nel 1985. Quest'ultimo incentra l'analisi sul processo di guasto e sulla valutazione delle prestazioni degli edifici definendo dei modelli matematici, servendosi di un parallelismo tra gli edifici e il corpo umano. Altre ricerche hanno indagato nello specifico i guasti sul sistema della facciata per definirne degli indicatori per la valutazione del livello di guasto (Rodrigues et al., 2013) , altre la relazione tra i guasti e il grado di soddisfacimento degli utenti (Ilozor et al., 2004; Milion et al., 2017; Olanrewaju & Abdul-Aziz, 2014) , una in particolare condotta in Spagna (Carretero-Ayuso et al., 2021) su 2030 edifici ha definito un database dei guasti più frequenti rilevati sugli elementi tecnici degli edifici, mettendo in relazione i ciascun guasto con un sistema di cause scatenanti.

Tabella 3-6: Relazioni tra guasti riscontrati sulle chiusure verticali e cause scatenanti. Sintesi dall'analisi della letteratura

GUASTO	*CAUSE*
Macchiature, disgregazioni, delaminazione di strati esterni	Presenza continua di umidità
	Uso di materiali non idonei
	Esposizione della facciata alla pioggia
	Assenza o mal funzionamento di elementi rompi-goccia, grondaia e canale di scolo
	Scarsa qualità del rivestimento in cemento
	Materiali inappropriati o di scarsa qualità
	Assemblaggio insufficiente tra i blocchi della muratura
Macchie di umidità e formazione di muffe	Apposizione scorretta del sistema di isolamento
	Presenza di ponti termici
	Materiali inappropriati o di scarsa qualità
	Cause sconosciute senza diagnosi
	Assenza di barriere alla risalita capillare
	Acque di costruzione non smaltite
	Rivestimenti impermeabili al vapore
Scheggiature e cavillature superficiali	Continua presenza di umidità
	Assenza o mal funzionamento di elementi rompigoccia, grondaia e canale di scolo
	Assenza o mal funzionamento di giunti
	Materiali inappropriati o di scarsa qualità
	Sistemi di ancoraggio e fissaggio inappropriati
Fessurazioni esterne	Assenza di giunti di dilatazione o errata conformazione
	Indebolimenti meccanici
	Escursioni di temperatura
	Esposizione alla pioggia portata dal vento
	Eccessivi ingressi di acqua all'interno del sistema murario
Sbollature e distacchi del rivestimento	Assenza di barriere alla risalita capillare
	Esposizione
	Presenza di Sali solubili nelle murature costituenti

L'analisi di una condizione di guasto può essere distinta in tre fasi (Gasparoli & Talamo, 2006) finalizzate alla comprensione di:

- *Cosa ha generato il guasto (comprendere le ragioni dell'evento e le possibilità di intervento)*
- *Chi ha causato il difetto (assunzione di responsabilità tra gli attori)*
- *Come si è determinato il guasto (analisi di processo)*

In relazione all'ultimo punto espresso, rilevanti sono le ricerche (Caterina et al., n.d.; Croce, 2003; C. M. Molinari, 2002b; Pinto & de Medici, 2007) riguardanti i processi di guasto e le catene di guasto, in particolare in (Pinto et al., 1999) sono indagati i percorsi del degrado che possono innescarsi a partire da una medesima alterazione. L'evoluzione da una alterazione alla successiva dipende da quella di partenza ed in generale può essere di tipo:

- *Metamorfico (la forma di degrado si trasforma completamente in un'altra senza lasciare traccia di sé nella zona interessata dalla facciata)*
- *Incrementale (il passaggio alla manifestazione successiva comporta la conservazione di tutte le forme di degrado che si sono succedute nel tempo)*
- *Predisponente (comparsa contemporanea di altre forme di degrado originatesi per l'instaurarsi di particolari condizioni favorevoli).*

Riconoscere la catena del guasto diventa strategico quando la frequenza di guasti non sistematici è alta, e questo perché più eventi si combinano tra loro. L'individuazione della causa e la conoscenza delle caratteristiche del sistema,

inoltre, ci consentono di valutare il tipo di intervento da mettere in atto (Carretero-Ayuso et al., 2021).

3.2.2.3. Categorie di guasti ricorrenti sugli elementi verticali dell'involucro edilizio

Sulla base delle ricerche condotte intorno ai guasti del sistema costruito e riportate nei paragrafi precedenti, sono stati definiti:

- ***segnale di guasto*** *= la manifestazione di guasto percepibile ad occhio o tramite strumentazione, che potrebbe coincidere con lo stesso difetto o guasto (Croce);*
- ***guasto*** *= l'alterazione in base alla quale è esaminato l'evento di guasto;*
- ***effetto di guasto*** *= l'effetto indotto sul sistema urbano in termini di decadimento prestazionale.*

Prima di riuscire a progettare una organizzazione dei guasti che fosse funzionale allo strumento per la segnalazione del guasto, è stata svolta un ulteriore indagine relativa ai guasti che si manifestano sugli elementi tecnici del sistema urbano. È stata generata una matrice (Figura 3-7) dove i guasti indagati nella letteratura di riferimento (Albano & Talamo, 2008; di Giulio, 2003; Gasparoli, 2011; Paganin & Talamo, 2017; C. M. L. Talamo, 2001; UNI 11182, 2006) sono stati associati agli oggetti (cfr. Tabella 3-2): pareti perimetrali verticali, pavimentazioni, impianti.

All'interno della matrice i guasti sono organizzati all'interno di macrocategorie di guasto, corrispondenti al livello di gravità del guasto, sono associati i segnali di guasto. I guasti sono stati raggruppati, all'interno dei

corrispondenti segnali di guasto, in relazione ad analogia visiva[50] e tipo di impatto che hanno sulle prestazioni.

I dati emersi dalle ricerche attorno al tema del guasto hanno consentito la determinazione dei guasti riscontrabili sulle sottoclassi verticali e orizzontali del sistema tecnologico urbano, escludendo dalla dissertazione gli impianti e le componenti accessorie, che necessitano di ulteriore approfondimento. La classificazione dei guasti è stata progettata su uno schema ad albero a tre livelli di dettaglio crescente. Quattro le categorie di guasto che sono state individuate in base all'alterazione che il guasto va a determinare:

- *alterazione cromatica: guasti che compromettono le caratteristiche cromatiche dei dispositivi tecnici;*
- *alterazione della consistenza superficiale: guasti che compromettono le caratteristiche tattili delle superfici dei dispositivi tecnici;*
- *soluzione di continuità tra le parti: guasti che determinano una perdita di continuità tra le parti;*
- *alterazione della morfologia: guasti che compromettono le caratteristiche geometriche e dimensionali dei dispositivi tecnici.*

Ogni categoria di guasto contiene gli insiemi *segnali di guasto* che descrivono il modo in cui il guasto stesso è visibile, partendo da una descrizione macroscopica, a cui sono associati i *guasti*.

L'intento della discretizzazione è quello di organizzare le informazioni provenienti dalle ispezioni visive/ segnalazioni di guasto, effettuate attraverso l'applicazione mobile, in modo che siano funzionali alla fase di

[50] *Il parametro visivo risponde all'addestramento di un algoritmo di intelligenza artificiale per il riconoscimento dei guasti, descritto in maniera approfondita nel § 3.2.2.4*

monitoraggio per la redazione di un rapporto di guasto che contenga informazioni relative a:

- *cause*
- *effetti di guasto*
- *provvedimenti adottati (ispezioni/interventi).*

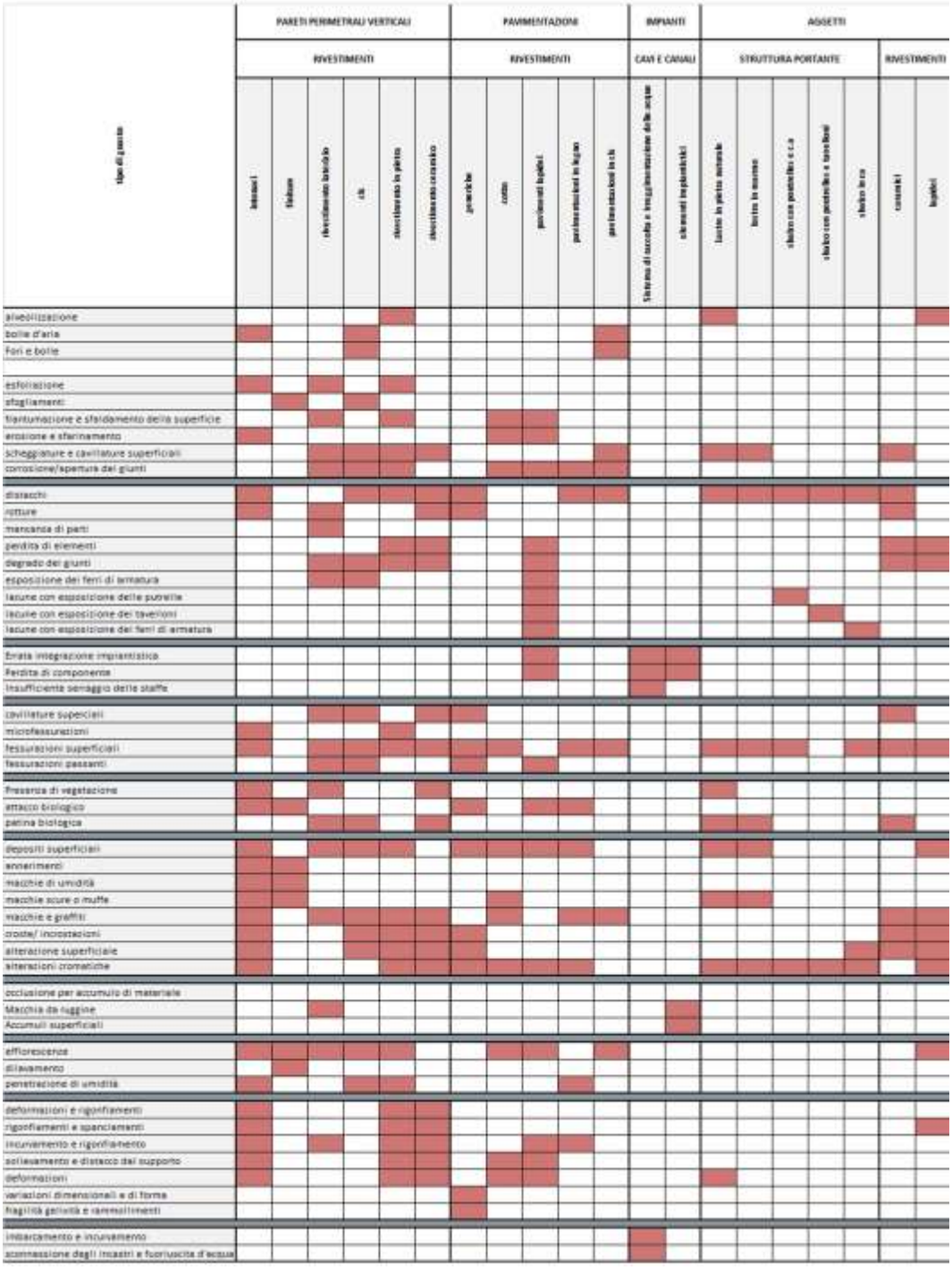


Figura 3-7: Matrice di sintesi dei guasti analizzati dalla letteratura.

Tabella 3-7: Organizzazione e classificazione dei guasti del sistema urbano (cfr. elementi verticali e orizzontali afferenti al piano verticale e orizzontale)

1	CATEGORIA DI GUASTO	Alterazione del cromatismo
	SEGNALE DI GUASTO	Macchia
	Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti naturali del materiale sia alla presenza di materiali estranei [1]	
Macchia	GUASTO	Descrizione
	Alterazione cromatica	Variazione naturale, a carico dei componenti del materiale, dei parametri che definiscono il colore. È generalmente estesa a tutto il materiale interessato; nel caso l'alterazione si manifesti in modo localizzato è preferibile usare il termine macchia. [1]
	Deposito superficiale	Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali polvere, terriccio, guaino, ecc. Ha spessore variabile, generalmente scarsa coerenza e scarsa aderenza al materiale sottostante. [1]
	Dilavamento	Effetto dell'azione dell'acqua piovana sui pigmenti e sui leganti delle tinteggiature a base di calce. [2]
	Efflorescenza	Formazione superficiale di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro. [1]
	Graffiti	Apposizione indesiderata sulla superficie di vernici colorate. [1]
	Macchia da umidità	Presenza di macchie dovute all'eccessivo contenuto di acqua della muratura tinteggiata, per assorbimento dal basso, perimetrale oppure all'impedito rilascio dell'umidità presente prima dell'applicazione del ciclo di tinteggiature. [1]
	Muffa/colonizzazione biologica	Infiltrazione di umidità dal fondo degli elementi (nel caso di pavimentazioni ceramiche) formazione di patine, colonie di fungine e muffe sulla superficie e lungo le giunzioni. [1]
	Manutenzione impropria	Macchie derivanti da interventi di ripristino del rivestimento con materiale improprio o con pratica inadeguata. [3]
	Ruggine	Macchie bruno-rossastre dovute alla corrosione dei ferri di armatura. [2]

2	CATEGORIA DI GUASTO	Alterazione della consistenza superficiale
	SEGNALE DI GUASTO	Presenza di microforature diffuse
	Presenza di fori distribuiti sulla superficie per lo più di materiale lapideo di dimensioni variabili. (3)	
Presenza di microforature diffuse	GUASTO	Descrizione
	Alveolizzazione	Presenza di cavità di forma e dimensioni variabili, dette alveoli, spesso interconnesse e con distribuzione uniforme. (1)
	Pitting	Tipo di corrosione dei metalli che causa minuscoli fori localizzati e penetranti.
	SEGNALE DI GUASTO	Presenza di organismi biologici
	Presenza di organismi biologici che possono essere assimilati a specie erbacee, arbustive, arboree, così come a muschi, licheni e funghi. (3)	
Presenza di organismi biologici	GUASTO	Descrizione
	Presenza di vegetazione	Presenza di individui erbacei, arbustivi o arborei. (1)
	Patina biologica	Formazione di patine, colonie di fungine e muffe sulla superficie e lungo le giunzioni. (1)
	SEGNALE DI GUASTO	Disgregazione del rivestimento superficiale
	Decoesione dello strato di rivestimento in modalità cha vanno dalla formazione di microfessurazioni diffuse e rigonfiamenti localizzati, fino alla formazione di distacchi localizzati. (3)	
Disg	GUASTO	Descrizione

	Cavillature superficiali	Scricchiature e crepe capillari negli elementi, nel caso di rivestimenti ceramici screpolatura dello smalto, scheggiatura dei bordi degli elementi, incisioni. Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo. (1)
	Disgregazione	Decoesione con caduta del materiale sotto forma di polvere o minutissimi frammenti. (1)
	Distacco	Decoesione e distacco in una zona localizzata dell'intonaco. (2)
	Esfoliazione/ Sfogliamento	Formazione di una o più porzioni laminar, di spessore molto ridotto e subparallele tra loro, dette sfoglie. (1)
	Rigonfiamento dell'intonaco	Sollevamento superficiale localizzato del materiale di forma e consistenza variabili. (1)
3	**CATEGORIA DI GUASTO**	**Soluzione di continuità tra le parti**
	SEGNALE DI GUASTO	**Perdita di parti**
	Perdita di continuità delle superfici a seguito di asportazione o caduta di una parte consistente del sistema. Nel caso degli intonaci, si intende la lacuna dello strato completo di intonaco con esposizione del supporto murario sottostante. (3)	
Perdita di parti	**GUASTO**	**Descrizione**
	Erosione	Asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si presenta compatta. (1)
	Lacuna/mancanza	Perdita di continuità di superfici. (1)
	Espulsione del copriferro	Esplusione con conseguente mancanza della parte di calcestruzzo demandata alla protezione dei ferri di armatura, che risultano esposti. (3)
	Disgregazione della malta e decoesione della muratura	Polverizzazione della malta tra i blocchi murari, con conseguente perdita di coesione tra i blocchi. (3)
	Degrado dei giunti	Disgregazione e distacco dei giunti. (1)
	SEGNALE DI GUASTO	**Fessurazione**
	Formazione di fessure e spaccature, che si manifestano come una discontinuità lineare in una struttura compatta (1)	
Fessurazione	**GUASTO**	**Descrizione**
	Fessurazioni superficiali	Formazione di crepe e fenditure che investono l'intero spessore degli elementi e si estendono a più elementi. (1)

	Fessurazioni profonde	Formazione di crepe e fenditure lineari o a rete che investono l'intero spessore degli elementi. [1]
4	**CATEGORIA DI GUASTO**	**Alterazione morfologica**
	SEGNALE DI GUASTO	**Deformazione e variazione di dimensione**
	Presenza di alterazioni legate alla dimensione e alla forma delle singole parti o dell'intero sistema. [3]	

	GUASTO	Descrizione
Deformazione e variazione di dimensione	Distacco parziale di singoli elementi	Distacco di uno o più elementi dal supporto che permangono precariamente della collocazione iniziale. [2]
	Incurvamento e rigonfiamento	Perdita della planarità iniziale per incurvamento o rigonfiamento degli elementi. [2]
	Sollevamento dal supporto	Sollevamento e inarcamento, fessurazione, di uno o più elementi con distacco dal supporto. [2]

Note:

1. Di Giulio R., (2003), Manuale di manutenzione edilizia. Valutazione del degrado e programmazione della manutenzione, Maggioli editore
2. UNI 11182:2006, Beni culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali - Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni
3. definizioni proposte dall'autrice

3.2.2.4. Il monitoraggio diagnostico: correlazioni tra guasti e prestazioni

Nella sezione 3.2.1 sono stati individuati i requisiti del sistema urbano, ciò al fine di poter condurre un'analisi adeguata delle prestazioni offerte dalle componenti del sistema in risposta alle esigenze dell'utenza. Ciò che si vuole indagare, in questo paragrafo, è lo sviluppo del guasto come ricaduta prestazionale rispetto all'uso e alla percezione dello spazio urbano da parte del fruitore.

A titolo di esempio è stata riportata la Tabella 3-8 compilata per la parete perimetrale verticale con rivestimento ad intonaco: sono stati identificati i requisiti richiesti in relazione ai dispositivi tecnici individuati. È stato necessario scomporre ulteriormente l'elemento nelle sue parti componenti per una descrizione appropriata del decadimento prestazionale che ciascun guasto comporta. Questa scomposizione non è richiesta in fase di ispezione o segnalazione di guasto attraverso l'applicativo perché, vista la tipologia di attore principale, è un'informazione eccessivamente dettagliata che risulta però funzionale, in questa fase della ricerca, per l'analisi delle prestazioni.

Tabella 3-8: Analisi delle prestazioni richieste alla parete perimetrale verticale

PRESTAZIONI RICHIESTE ALLA PARETE PERIMETRALE VERTICALE			
IDENTIFICAZIONE TECNICA			
OGGETTO	ELEMENTO	DISPOSITIVI TECNICI	
Parete perimetrale verticale	Rivestimento intonacato	Strato di finitura	
		Intonaco	
		Supporto murario	
INDIVIDUAZIONE DEI REQUISITI			
CARATTERE	CLASSE DI ESIGENZA	REQUISITI	DISPOSITIVI TECNICI
Cromatico	Aspetto	Affidabilità Anigroscopicità Resistenza agli attacchi biologici Resistenza agli agenti aggressivi	Strato di finitura
Materico	Sicurezza	Asetticità Controllo della scabrosità	Strato di finitura
		Resistenza meccanica Resistenza ad azioni statiche e dinamiche	Supporto murario
	Benessere	Assenza dell'emissione di odori sgradevoli Assenza dell'emissione di sostanze nocive	Strato di finitura Intonaco Supporto murario

Tabella 3-9: Analisi delle correlazioni tra i guasti e le prestazioni

CORRELAZIONE TRA GUASTI E PRESTAZIONI NEL CASO DI PARETI PERIMETRALI VERTICALI							
Oggetto	Elemento	SEGNALE DI GUASTO	GUASTO	CADUTE PRESTAZIONALI			
				(S)	(F)	(A)	(B)
PARETE PERIMETRALE VERTICALE	RIVESTIMENTO INTONACATO	Macchia	Alterazione cromatica			■	
			Deposito superficiale			■	
			Dilavamento			■	
			Efflorescenza			■	
			Graffiti			■	
			Macchia da umidità			■	
			Muffa/colonizzazione biologica				■
			Manutenzione impropria			■	
			Ruggine			■	
		Presenza di organismi biologici	Presenza di vegetazione	■	■	■	
			Patina biologica	■	■	■	
		Disgregazione del rivestimento superficiale	Cavillature superficiali			■	
			Disgregazione			■	
			Distacco	■		■	
			Esfoliazione/ Sfogliamento			■	
			Rigonfiamento dell'intonaco	■	■	■	
		Perdita di parti	Lacuna/mancanza	■	■	■	■
			Espulsione del copriferro	■	■	■	
			Disgregazione della malta e decoesione della muratura	■	■	■	■
		Fessurazioni	Fessurazioni superficiali			■	
			Fessurazioni profonde	■		■	

3.2.3. Adeguamento degli strumenti di monitoraggio destinati al sapere non esperto e intelligenza artificiale per il riconoscimento dei guasti

Partendo dagli assunti alla base dello sviluppo di MUST v.01:

- promuovere l'operatività della manutenzione come un "progetto aperto e continuo, iterativo in cui ruoli e compiti sono informati all'dea che le professioni vanno sempre più permeandosi di una dimensione collaborativa"(Viola, 2016);
- ripensamento dei processi manutentivi, incardinandosi sul presupposto secondo cui "il fruitore sia l'osservatore privilegiato più ricettivo, dei possibili scostamenti tra componenti in opera attesi ed offerti e che i processi di cura del costruito possano essere organizzati in funziona dell'aggregarsi dei singoli utenti in comunità attorno ad una visione comune" (Viola, 2016);

La ricerca ha indagato l'efficacia e le implicazioni sul processo manutentivo della proposta di supporto attivo al monitoraggio de parte dei fruitori dello spazio urbano. Partendo da tale assunto l'utente (Figura 3-8), deve essere in grado di riconoscere il guasto e comunicarlo al gestore e al tecnico. Affinché ciò si verifichi, è stata formulata la tesi che ritiene i fruitori (sapere non esperto), se opportunamente guidati, in grado di riconoscere i guasti identificabili sugli elementi tecnici del sistema urbano e farne una segnalazione.

Si è pensato di guidare l'utente attraverso l'utilizzo di etichette associate ai guasti, associati al segnale di guasto (etichetta generica), ad un primo step, e al guasto (etichetta di dettaglio), in un secondo passaggio (l'inserimento dell'etichetta generica è obbligatorio, mentre per la seconda è facoltativo). Tali

etichette sono associate ad una serie di immagini che possono essere confrontate con il guasto rilevato dall'utente, e inoltre sono suggerite da un algoritmo di intelligenza artificiale, di cui si discute nel dettaglio successivamente. A tal proposito è stata validata l'ontologia proposta in Tabella 3-7 attraverso dei sondaggi (cfr. Allegato_3A) somministrati ad utenti semi-esperti e non esperti.

Un'altra semplificazione è stata condotta in relazione alla scomposizione del sistema tecnologico, individuando un sottosistema del sistema tecnologico urbano che corrisponda alle componenti del sistema percepibili dal fruitore comune, ovvero al sapere non esperto.

Infine, sono stati addestrati algoritmi di Intelligenza artificiale per suggerire all'utente la corretta associazione tra guasto ed etichetta.



Figura 3-8: l'utente come parte attiva nel processo di monitoraggio

Per verificare la comprensibilità del linguaggio associato ai guasti, da parte del sapere non esperto, è stato progettato un sondaggio (cfr. Allegato_3A) somministrato a tre tipologie di sapere differente (Sapere semi-esperto, Sapere

non esperto, Sapere esperto) che indagava, attraverso domande corredate di immagini, l'abilità degli utenti interrogati di associare quanto mostrato ad un termine specifico.

Il sondaggio è stato somministrato in tre formulazioni diverse, ciascuna evoluzione della precedente, in relazione a come è posta la domanda e alla tipologia di risposta. Le categorie di utenti, come accennato sopra, sono tre:

- ***Sapere semi-esperto**: i primi due sondaggi sono stati somministrati a studenti del secondo anno di architettura (45 utenti), ovvero una categoria di sapere che si pone a metà tra un sapere tecnico e un sapere comune;*
- ***Sapere non esperto**: la terza formulazione è stata somministrata prima ad utenti misti (52 utenti) per lo più non esperti, ovvero i dipendenti dell'azienda ETT Spa dove ho svolto il periodo di tirocinio;*
- ***Sapere esperto**: la terza formulazione è stata somministrata agli studenti dei corsi (25 utenti) di Master in Manutenzione e Riqualificazione sostenibile dell'ambiente costruito.*

Le formulazioni sono state differenti (vedi Allegato_3. A) e somministrate in tempi diversi perché l'obiettivo era cercare di comprendere come un sapere comune fosse in grado di riconoscere guasti e anomalie riscontrabili sugli elementi tecnici del sistema costruito e associarvi un nome. Le prime due formulazioni sono state un esperimento volto a migliorare la formulazione finale, ovvero quella somministrata all'azienda e agli studenti del master.

La prima formulazione permetteva all'utente di suggerire un nome per ogni tipo di anomalia selezionata, tale metodologia di indagine aveva le seguenti criticità:

- *limitatezza lessicale dell'utente semi-esperto nei confronti dei guasti;*

- *difficoltà nel far emergere un glossario da associare ai diversi guasti, per la presenza di lemmi impropri e non associabili in maniera corretta ai guasti proposti, senza alcun nesso con la letteratura scientifica;*
- *difficoltà nell' analizzare la varietà di risposte ottenute, soprattutto se somministrato ad un pubblico vasto;*

A queste criticità si affiancava, però, la potenzialità di avere un glossario che per quanto non scientifico potesse essere espressione del sapere comune.
La seconda formulazione invece proponeva, per ogni anomalia, una serie di termini tra cui scegliere che avrebbero meglio indicato il guasto. La possibilità di multi-selezione da un lato ha esplicitato come uno stesso fenomeno potesse essere associato a più termini dall'altro ha reso difficile capire se il termine "esatto" fosse chiaramente individuabile o meno. Restava sempre la possibilità di proporre un termine più comprensibile per descrivere l'anomalia.
La terza formulazione mantiene la stessa struttura della seconda ma toglie la possibilità di multi-selezione tra i termini, portando con sé il vantaggio di capire quale tra i termini proposti è effettivamente quello che è associato più facilmente all'anomalia.
Sono state discretizzate poi le risposte pervenute dalla terza formulazione del sondaggio (vedi Allegato_3. B). Da qui è emersa una particolare semplicità per la maggior parte degli utenti di associare la giusta terminologia nel caso di fenomeni che implicano una alterazione cromatica del rivestimento associandole al termine macchia, così come per distacchi, fessure e disgregazione del rivestimento superficiale. Si evince una difficoltà maggiore nell'associare il guasto ad una terminologia più specifica: frequente la confusione tra dilavamento e colatura, tra efflorescenza e generica macchia.

In sintesi, dai sondaggi somministrati è emerso che:

- *il sapere non esperto non è sempre in grado di associare in maniera esatta un termine specifico alla terminologia di dettaglio associata al guasto (etichetta di dettaglio);*
- *il sapere non esperto è in grado di associare più facilmente il guasto ad un segnale di guasto (etichetta generica)*
- *descrivere il guasto solo attraverso un campo destinato ai commenti, lasciando libero il sapere semi-esperto (e di conseguenza il sapere non esperto) nella descrizione del guasto, determinava un ingresso di dati non controllato e dunque difficilmente leggibile, discretizzabile, e analizzabile da parte del gestore che riceve la segnalazione;*
- *per facilitare l'utente nella segnalazione di guasto, per ridurre la possibilità di errore, e per controllare l'informazione in ingresso, è necessario introdurre un doppio livello di informazione:*
- *generale (corrispondente al segnale di guasto);*
- *di dettaglio (corrispondente al guasto vero e proprio).*

Il livello di informazione generale, per la segnalazione di guasto, deve essere obbligatorio e multi-selezione (per ovviare alla compresenza di più guasti); il livello di dettaglio, è non obbligatorio e multi-selezione. La volontà di lasciare al fruitore la possibilità di dare un'informazione più dettagliata di guasto ha anche una motivazione educativa: ogni utente riceve dei riscontri, a valle della validazione della segnalazione ricevuta da parte del gestore, sulla sua segnalazione e quindi sulla correttezza o meno del dato inseriti.

Il processo di semplificazione, essenziale per far sì che il sapere non esperto possa assumere un ruolo attivo nel processo di monitoraggio, ha necessitato

di una scrematura del sistema di scomposizione tecnologica proposto nel § 3.2.1, Tabella 3-2.

Il punto di partenza è stata l'osservazione[51] che un fruitore comune osserva solo alcune parti delle componenti del sistema urbano, che sono quelle accessibili al campo visivo umano. Da qui, l'eliminazione dalle componenti da segnalare, per il sapere non esperto, ma soprattutto per i fruitori occasionali dello spazio urbano, di tutti gli oggetti che rientrano nel campo visivo, soffermandosi sulla fascia basamentale degli edifici e tralasciando il corpo centrale e il coronamento.

Prendendo spunto dalle strategie di diagnostica tradizionali, che si basano sull'ispezione visiva dei componenti del sistema costruito da parte di tecnici esperti, il metodo proposto all'interno della dissertazione è volto a migliorare l'affidabilità delle ispezioni visive e allo stesso tempo a fornire un supporto al sapere non esperto nel riconoscimento dei guasti, automatizzando i processi di classificazione attraverso l'addestramento di una rete neurale convoluzionale (CNN) al riconoscimento di alcune categorie di guasti tra quelle elaborate nel § 3.2.2.3, a partire da immagini. Queste immagini derivano dal rilevamento fotografico dei guasti condotto sul campo, e sono successivamente ritagliate, allo scopo di evidenziare correttamente il difetto e annotate manualmente.

[51] *Tale ipotesi è supportata anche dai risultati della sperimentazione condotta con MUST v.01 cfr. § 3.1*

Tabella 3-10: Sub-sistema del sistema tecnologico urbano.

Sottoinsieme	Classi	Sottoclassi	Oggetti	Elementi tecnici
piano verticale	elementi verticali	elementi di separazione / protezione	parete perimetrale verticale	rivestimento ad intonaco rivestimento lapideo rivestimento ceramico rivestimento a cappotto cornici marcapiani
			vetrina	telaio tamponamento trasparente
			parapetti	puntone corrimano balaustro base porta colonna
		elementi per il passaggio di cose e persone	porta / portone	telaio tamponamento opaco tamponamento trasparente elementi di movimentazione e manovra (dispositivi di oscuramento) avvolgibili (elementi decorativi) soglie cornici
	elementi orizzontali /inclinati	elementi per la fruizione	scale e rampe	gradini pianerottolo cordolo
	impianti	impianti per l'illuminazione	proiettori lampade	
	elementi accessori	sistemi di comunicazione e pubblicità	insegne di esercizio	
		elementi decorativi	Installazioni artistiche murales	
piano orizzontale/inclinato	elementi verticali	elementi di separazione / protezione	dissuasori	pali catene campane in calcestruzzo
			Parapetti/ringhiere	puntone corrimano balaustro base porta colonna

	elementi orizzontali /inclinati	elementi per la fruizione	pavimentazione	strato superficiale continuo strato superficiale discontinuo
			verde pubblico	prato aiuole altro
			scale e rampe	gradini pianerottolo cordolo
	impianti	impianti per l'illuminazione	lampioni proiettori paletti luminosi	
		impianti per la segnalazione	semafori tabelle luminose segnaletica stradale verticale	
		impianti per lo smaltimento delle acque (drenaggio urbano)	canaline tombini caditoie	
	elementi accessori	arredo urbano	fontane giochi portabici panchine Box/gazebo	
		elementi decorativi	Installazioni artistiche	

Note:
Per la scomposizione tecnologica del sistema urbano, per l'individuazione dei dispositivi e per la terminologia sono state consultate le seguenti norme: EN ISO 12216, 2022; UNI 7959, 1988; UNI 8369-1, 1988; UNI 8369-2, 1987; UNI 8979, 1987; UNI EN 131-1, 2019a, 2019b; UNI EN 1365-5, 2005; UNI EN 12216, 2018; UNI EN 12519, 2018; e bibliografia: Di Giulio, 2003; Gasparoli, 1997, 2002; Talamo, 2002; ZEVI, 2003

Negli ultimi decenni una famiglia di algoritmi di Intelligenza Artificiale (AI) chiamata *Machine Learning* (ML) ha rivoluzionato molti settori come diagnostica medica, robotica, economia, scienze sociali e altro. Particolarmente popolari sono le reti neurali, il cui elemento fondamentale di calcolo (il neurone) è modellato con approccio biomimetico a partire dai neuroni cerebrali. Le reti neurali sono assemblati di strati contenenti neuroni. Recentemente, le reti neurali sono diventate sempre più profonde (i.e., hanno sempre più strati), dando origine al *Deep Learning* (DL) o apprendimento profondo (Alom et al., 2019).

Lo sviluppo del DL è stato rapido perché ha dimostrato una migliore accuratezza rispetto ad algoritmi tradizionali, dimostrando risultati ottimali nella risoluzione dei problemi relativi alla computer vision grazie alla capacità di estrarre *features* (caratteristiche delle immagini) appropriate in modo automatico, senza necessità di ingegnerizzare features ad hoc e specifiche del problema da risolvere.

Le CNNs sono reti neurali efficienti appositamente progettate per l'analisi delle immagini, costituite dalla combinazione di livelli multipli di *feature exraction* e da un cappello finale di classificazione (Bengio, 2009).

La storia delle CNN non è propriamente recente, infatti già nel 1988 (Fukushima, 1988), era stata implementata una rete designata al riconoscimento di immagini attraverso delle convoluzioni all'interno delle quali si riconoscono le immagini correlate ad un oggetto. Inizialmente non ebbe molto successo prevalentemente per le enormi risorse computazionali necessarie all' allenamento di questi modelli. Nel 1990 poi LeCun et al. (1998) applicò un algoritmo basato su CNNs con risultati interessanti nella risoluzione di dati di cifre scritte a mano.

Il punto di svolta è stato lo sviluppo di elaboratori elettronici e schede video in grado di parallelizzare i calcoli necessari per addestramento ed inferenza delle reti neurali su migliaia di processori, nonché la disponibilità sempre crescente di dati appartenenti a diversi domini. Infatti, nel 2012, anno considerato come l'avvento del Deep Learning viene sviluppato il modello di CNN denominato AlexNet (Krizhevsky et al., 2012), che primeggiò in una competizione basata sulla corretta predizione delle categorie di ImageNet, uno dei dataset di immagini più corposi (1.300.000 immagini e 1000 etichette diverse) e complessi da analizzare. I fattori che hanno portato AlexNet a un

risultato così significativo sono sia legati a un'architettura costruita su molti più strati dei suoi predecessori (da cui il termine Deep Learning), sia a un'implementazione che sfruttasse la capacità di parallelizzare i calcoli tramite l'utilizzo di schede grafiche (GPU).

Grazie al continuo miglioramento delle CNN, la computer vision ha raggiunto un picco di innovazione migliorando notevolmente il riconoscimento dei volti, il rilevamento degli oggetti, il tracciamento degli oggetti, la segmentazione semantica e così via (Isaac Abiodun et al., 2018). Albawi et al. (2017) ha dimostrato le eccellenti performance delle CNNs nei problemi di ML soprattutto nelle applicazioni relative a: *classification dataset, natural language processing e computer vision*. Il rilevamento degli oggetti è una delle applicazioni più importanti nel campo della *computer vision*, e si sta sviluppando dal riconoscimento di un singolo oggetto al riconoscimento di più oggetti, in termini di classificazione e di posizionamento (Zhou et al., 2017).

L'architettura delle CNNs consiste di due parti principali: *feature extraction* e *classification*. Nella fase di estrazione, ogni livello riceve un output dal livello immediatamente precedente che diventa il dato di input per il livello successivo (Alom et al., 2019). Attraverso questa procedura ricorsiva, la rete è in grado di estrarre caratteristiche ad un livello di astrazione man mano crescente. Nei primi strati possiamo ad esempio trovare delle feature map che rappresentano l'orientazione dei bordi, la cui combinazione potrebbe rappresentare forme geometriche semplici negli strati immediatamente successivi (quadrati, cerchi ecc…), che composte permettono di identificare concetti sempre più complessi negli strati più profondi della rete (ad esempio facce) di un oggetto utili alla rappresentazione dello stesso. Sia chiaro che la

selezione delle feature è un processo che avviene in maniera automatica, per cui non è detto che una rete e/o un certo algoritmo di addestramento diano la stessa importanza ad una piuttosto che ad un'altra *feature*. In altre parole, la rete neurale impara l'importanza da dare a queste features attraverso parametri specifici che vengono aggiornati durante il processo di learning. In particolare, inizialmente i pesi sono casuali, poi per ogni immagine in addestramento, la rete fornisce una predizione e viene calcolato l'errore corrispondente (0 in caso di predizione precisa). Quindi, attraverso il processo di *backpropagation*, quest'errore viene propagato all'indietro tra i vari strati della rete, e i parametri vengono aggiornati di conseguenza, attraverso un meccanismo noto come discesa del gradiente.

Questo processo contiene un numero di variabili e parametri talmente elevato che dare una conclusione univoca su quello che avviene all'interno della rete è impossibile, ovvero le reti sono da considerare *black box*, e non si possono conoscere i motivi per cui una certa immagine venga assegnata ad una certa categoria. Zeiler & Fergus (2014) nel dettaglio analizzano e visualizzano le feature estratte da una CNN addestrata al riconoscimento di oggetti.

I risultati della feature extraction sono considerati vettori di caratteristiche che vengono poi trasmessi alla fase di classificazione. Il classificatore determina poi le caratteristiche distintive rispetto a ciascuna classe di oggetti (Alom et al., 2017).

La fase di apprendimento consiste nel modificare i parametri della rete (principalmente i filtri delle convoluzioni) in maniera da estrarre le feature più significative alla classificazione. Gli algoritmi di apprendimento si possono distinguere in diverse categorie a seconda di livello e modalità di supervisione:

supervised, *semi-supervised* o *partially supervised*, e *unsupervised*, a cui si affianca la categoria di *reinforcement learning*:

- *Supervised: nell'apprendimento supervisionato il dataset utilizzato contiene le etichette che ci permettono di valutare la qualità dell'uscita dalla rete neurale. In questo modo siamo in grado di calcolare la distanza tra la predizione della rete e il risultato desiderato e sfruttare tecniche di ottimizzazione numerica per cercare di minimizzare l'errore* (Jiang et al., 2020)
- *Semi -supervised: il dataset è parzialmente etichettato. L'apprendimento semi-supervisionato (SSL) è a metà strada tra l'apprendimento supervisionato e quello non supervisionato. Oltre ai dati non etichettati, l'algoritmo riceve alcune informazioni di supervisione, ma non necessariamente per tutti gli esempi.* (Ouali et al., 2020) .
- *Unsupervised: non ha etichette. Vi appartengono tutti i metodi di clustering, ovvero raggruppamento dei dati in base a specifiche caratteristiche (che possono anche essere estratte da reti neurali di convoluzione). Inoltre, può essere utilizzata per codificare i dati grezzi in entrata, come i flussi video o vocali, in una forma più comoda per il successivo apprendimento mirato. In particolare, i codici che descrivono i dati originali in modo meno ridondante o più compatto possono essere inseriti in macchine SL o RL* (Schmidhuber, 2015).
- *Reinforcement Learning: è usata per applicazioni in cui un agente deve imparare a prendere delle decisioni o svolgere delle azioni (per esempio in robotica). Comincia nel 2013 con Google Deep Mind* (Mnih et al., 2013, 2015). *Il quadro formale di questa interazione è definito in termini*

di stati, azioni e ricompense: le azioni influenzano non solo la ricompensa immediata ma anche gli input, le azioni e le ricompense successive. Non a caso, il reinforcement learning viene applicato sulle reti neurali artificiali, in grado di memorizzare le esperienze e migliorare l'esecuzione del compito (Bertsekas & Tsitsiklis, 1995; Sutton & Barto, 1998, 2018).

In letteratura ci sono diverse tecniche per identificare automaticamente i guasti negli edifici, in particolare alcune ricerche hanno elaborato algoritmi di intelligenza artificiale che riescono a riconoscere la presenza e le diverse tipologie di guasti, in relazione ad edifici storici in muratura, correlati alla presenza di materiale biologico sulle murature (Armesto-González et al., 2010; Sánchez-Aparicio et al., 2018), a erosione e delaminazione (Valero, Bosché, et al., 2018; Valero et al., 2019; Valero, Forster, et al., 2018), altri ancora, allontanandosi dal campo del patrimonio culturale, hanno addestrato algoritmi per la rilevazione di fessure sugli elementi in calcestruzzo di infrastrutture (Cha et al., 2017), di pavimentazioni (Cubero-Fernandez et al., 2017) o di murature perimetrali intonacate (Hoang, 2018) , ancora la ricerca condotta da (Perez et al., 2019) incentrata al riconoscimento di muffe, macchie e alterazioni cromatiche riscontrabili su superfici intonacate interne, ha raggiunto picchi di esattezza del 98% in relazione al riconoscimento di macchie riconducibili all'umidità con una CNN secondo il modello VGG16 pre-trainata con mappatura di attivazione di classe (CAM) per la localizzazione dell'oggetto.

La ricerca proposta in questa sede propone un avanzamento rispetto allo stato dell'arte del riconoscimento dei guasti attraverso algoritmi di AI, occupandosi

di allenare un algoritmo, attraverso un approccio *supervised,* che sia in grado di rilevare contestualmente, quattro segnali di guasto dei sette individuati in Tabella 3-7: macchia, fessurazione, disgregazione del rivestimento superficiale e presenza di organismi biologici (in particolare presenza di vegetazione) sulle superfici esterne degli edifici.

Gli elementi fondamentali per il DL sono il dataset e la rete neurale: dimensione e qualità del dataset influiscono sull'accuratezza del risultato, così come la scelta della rete neurale (Zhou et al., 2017).

La dimensione del dataset è un problema difficile e frequente (Crisci et al., 2012), nel caso dei guasti connessi al sistema costruito è molto complesso acquisire immagini relative a tutti i possibili guasti individuati all'interno delle categorie riportate in Tabella 3-7, o comunque acquisire lo stesso numero di guasti per ciascun difetto, essendo alcuni molto meno frequenti di altri.

Per costruire il dataset e scegliere le macrocategorie di guasto su cui allenare l'algoritmo, sono state condotte delle campagne di rilievo, su quattro aree diverse, durante le quali sono state acquisite immagini relative alle macrocategorie riportare in Tabella 3-7. La categorizzazione dei guasti, propedeutica alle campagne di rilievo, discussa e riportata nel § 3.2.2.3, si è basata su regole che conducessero alla costruzione di un dataset per l'allenamento dell'algoritmo, organizzato per sottoinsiemi via via più dettagliati. Alle macrocategorie di guasto, corrispondenti al livello di gravità del guasto, sono associati i segnali di guasto e poi i guasti. I guasti sono stati raggruppati, all'interno dei corrispondenti segnali di guasto, in relazione ad analogia visiva e tipo di impatto che hanno sulle prestazioni.

L' algoritmo, come accennato in precedenza, è stato allenato solo sui segnali di guasto: da un lato perché non sarebbe stato agevole e non ci sarebbe stato il

tempo necessario per creare un dataset corposo per ogni tipo di guasto, dall'altro perché al fruitore, come sarà descritto nei paragrafi successivi (cfr. 3.3), è richiesto l'inserimento obbligatorio della sola etichetta corrispondente al segnale di guasto, lasciando facoltativa quella del guasto[52].

Per il rilievo delle immagini campione utilizzate poi all'interno del dataset sono state organizzate quattro campagne di rilievo dei guasti afferenti ai segnali di guasto individuati in Tabella 3-7, in quattro differenti aree (

[52] *L'eventuale allenamento di un algoritmo che sia in grado di riconoscere ogni tipo di guasto è demandato ad una fase successiva della ricerca: il database dei guasti sarà nutrito dalle immagini provenienti dalle ispezioni/segnalazioni degli utenti e ciò consentirà di ottenere una quantità di immagini tale da poter affinare la fase di allenamento al riconoscimento, prima delle tre classi di segnali di guasto, e poi successivamente al riconoscimento dei singoli guasti.*

Tabella 3-11). Le aree sono state selezionate per ottenere il maggior numero di variazioni dei parametri che influiscono sulla caratterizzazione ed evoluzione dei guasti in termini di fattori ambientali-climatici e condizioni d'uso, e allo stesso modo per il *background* connesso al singolo guasto (macchia su diversi tipi di intonaco, dalle diverse colorazioni, su rivestimento in pietra; presenza di vegetazione su pavimentazione, su muratura in laterizio, in blocchi di pietra etc.).

Il dataset ottenuto era caratterizzato da una profonda disparità del numero di immagini afferenti a ciascun segnale di guasto; in Figura 3-9 è possibile visualizzare chiaramente la disparità registrata. Essendo le reti neurali notoriamente *data hungry*, e considerando la granularità fine del problema, abbiamo allenato l'algoritmo, come accennato in precedenza, escludendo le classi con un meno del 10% di immagini sul totale del dataset, perché non avevano abbastanza immagini, ricadendo su: macchie, presenza di organismi biologici (in particolare presenza di vegetazione), disgregazione del rivestimento superficiale e fessurazioni.

Le classi selezionate sono state raggruppate per singola area, come riportato in Tabella 3-11,e le immagini ottenute dalle campagne di rilevamento sono poi state:

- *ritagliate in modo che non ci fossero elementi estranei, di disturbo, rispetto al guasto da riconoscere;*
- *etichettate, ovvero organizzate in cartelle distribuite per area e per macrocategoria di guasto.*

Nei casi di compresenza di più guasti all'interno di una stessa immagine, a questa è stata associata una sola etichetta, corrispondente al guasto preponderante.

Considerando il numero di immagini a disposizione, comunque esiguo per un allenamento efficace di una CNN da zero, si è optato per una strategia di

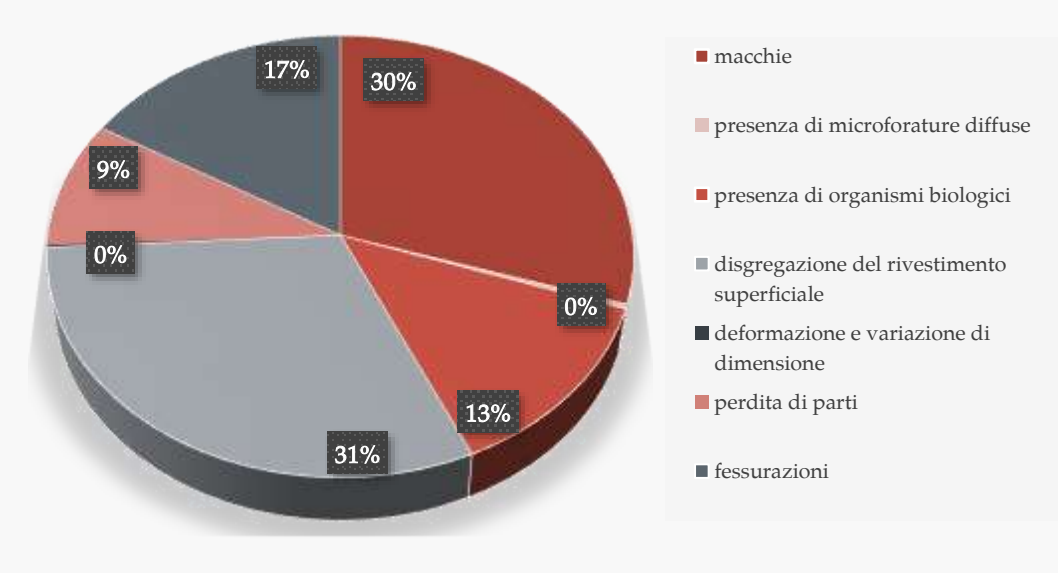


Figura 3-9: distribuzione delle macrocategorie di guasti all'interno del dataset predisposto per il training dell'algoritmo.

transfer learning[53] sfruttando quindi una rete neurale pre-allenata su ImageNet. In questo modo, possiamo sfruttare l'abilità già imparata dal modello nell'estrazione di features sensate per la descrizione di un'immagine, e *fine-tunare* il classificatore sul nostro problema di discriminazione dei quattro segnali di guasto precedentemente descritti.

[53] *Si tratta di una tecnica avanzata di machine learning che permette di sfruttare i modelli pre-addestrati per risolvere nuove e differenti sfide di apprendimento automatico. (https://www.intelligenzaartificialeitalia.net/post/transfer-learning-cos-%C3%A8-e-come-ottenere-il-massimo-dai-modelli-di-machine-learning-con-python)*

Tabella 3-11: Descrizione delle aree campione

Nome	**Porto Antico di Genova**						
Tipo di area	Waterfront						
Comune	Genova (GE)						
Parametri ambientali - climatici [1]	*Zona Climatica*	D	*Coordinate (lat. Long.)*	44.409476, 8.927892			
	Temperatura media, massima e minima (°C)	17,3 6,3	*Precipitazione massima giornaliera (mm)*	102,2			
	Gradi giorno 00^ (°C)	17,3	*Umidità relativa media (%)*	63,9			
	Gradi Giorno 21^ (°C)	1,3	*Vento medio* [1.a] *(m/s)*	2,7			
Destinazione d'uso	Terziario Turismo						
Macrocategorie di guasto	cf01.01	cf02.01	cf02.02	cf02.03	cf03.01	cf03.02	cf04.01
Numero di guasti	166	1	44	204	1	50	91

Nome	**Patrimonio Federiciano**						
Tipo di area	Complessi università all'interno delle aree urbane						
Comune	Napoli (NA)						
Parametri ambientali - climatici [2]	*Zona Climatica*	C	*Coordinate (lat. Long.)*	40.846602, 14.271313			
	Temperatura media, massima e minima (°C)	17,2 7	*Precipitazione massima giornaliera (mm)*	51,6			
	Gradi giorno 00^ (°C)	17,2	*Umidità relativa media (%)*	66,0			
	Gradi Giorno 21^ (°C)	1,5	*Vento medio* [2.a] *(m/s)*	3,3			
Destinazione d'uso	Istruzione						
Macrocategorie di guasto	cf01.01	cf02.01	cf02.02	cf02.03	cf03.01	cf03.02	cf04.01
Numero di guasti	100	0	17	86	2	22	84

Nome	**Centro Storico**						
Tipo di area	Centro Urbano all'interno della città storica						
Comune	Montesarchio (BN)						
Parametri ambientali - climatici [3]	*Zona Climatica*	D	*Coordinate (lat. Long.)*	41.063740, 14.638131			
	Temperatura media, massima e minima (°C)	15,3 7,0	*Precipitazione massima giornaliera (mm)*	102,2			
	Gradi giorno 00^ (°C)	15,3	*Umidità relativa media*[3.a] *(%)*	60,3			
	Gradi Giorno 21^ (°C)	1,0	*Vento medio (m/s)*	-			
Destinazione d'uso	Residenziale, Commerciale, Terziario						
Macrocategorie di guasto	cf01.01	cf02.01	cf02.02	cf02.03	cf03.01	cf03.02	cf04.01
Numero di guasti	155	5	17	126	0	28	29

Nome	Quartiere Foce						
Tipo di area	Quartiere residenziale						
Comune	Genova (GE)						
Parametri ambientali - climatici [1]	*Zona Climatica*	D	*Coordinate (lat. Long.)*	44.409476, 8.927892			
	Temperatura media, massima e minima (°C)	17,3 6,3	*Precipitazione massima giornaliera (mm)*	102,2			
	Gradi giorno 00^ (°C)	17,3	*Umidità relativa media (%)*	63,9			
	Gradi Giorno 21^ (°C)	1,3	*Vento medio [1.a] (m/s)*	2,7			
Condizioni d'uso	Residenziale, Commerciale						
Macrocategorie di guasto	cf01.01	Cf02.01	cf02.02	cf02.03	cf03.01	cf03.02	cf04.01
Numero di guasti	148	0	151	129	0	149	1

Note:
(0) I dati relativi ai parametri ambientali sono stati rilevati da SCIA (Sistema Nazionale per l'elaborazione e la diffusione dei dati climatici) di ISPRA http://193.206.192.214/servertsutm/serietemporali400.php e si riferiscono all'annualità 2021
(1) Stazione: Genova_ Ufficio Idrografico longitudine: 8.947222 latitudine: 44.401667
  a. Stazione: Righi_ longitudine: 8.935194 latitudine: 44.428972
(2) Stazione: NAPOLI/CAPODICHINO_ longitudine: 14.3 latitudine: 40.85
  a. Stazione: Napoli_ longitudine: 14.269 latitudine: 40.839
(3) Stazione: Benevento_ longitudine: 14.76239 latitudine: 41.14201
  a. Stazione: Melizzano_ longitudine: 14.50574 latitudine: 41.16823
Legenda macrocategorie di guasti:
cf.01.01: macchia
cf.02.01: presenza di microforature diffuse
cf.02.02: presenza di organismi biologici
cf.02.03: disgregazione del rivestimento superficiale
cf.03.01: perdita di parti
cf.03.02: fessurazioni
cf.04.01: deformazione e variazione di dimensione

L'utilizzo del *transfer learning* garantisce:

- *risparmio di tempo e risorse di calcolo;*
- *accesso a modelli di alta qualità;*
- *riduzione dell'overfitting;*
- *incremento della generalizzazione.*

Sono state testate quattro reti pre-addestrate: EfficientNetB0, DenseNet121, DenseNet201 ed EfficientNetB1. Il nostro protocollo di transfer-learning prevede un processo di fine-tuning, che consiste nell'addestramento della

CNN a partire dai pesi pre-allenati sulle quattro classi individuate all'interno del dataset.

Il protocollo sperimentale ha previsto l'utilizzo di un approccio di cross-validazione k-fold con k=5. Questo significa che abbiamo diviso i dati totali in 5 partizioni, ogni volta usando a turno una di esse per il *test* e le restanti 4 per il *training*. La parte di training è inoltre stata ulteriormente divisa, in modo tale che l'80% fosse sfruttabile per il *training* ed il 20% per la validazione.

Per valutare l'accuratezza del modello è stato utilizzato il metodo Top N, utile quando ci si trova in una classificazione multi-classe. L'accuratezza Top N è la misura migliore delle prestazioni del modello, e misura la frequenza con cui la classe prevista rientra negli N valori più probabili tra gli output del modello.

Visti i risultati dei test (Tabella 3-12), si è optato per l'utilizzo di DenseNet121. In quest'architettura (Figura 3-10), ogni livello è connesso direttamente con ogni altro livello: per 'L' livelli, ci sono L(L+1) /2 connessioni dirette (in una

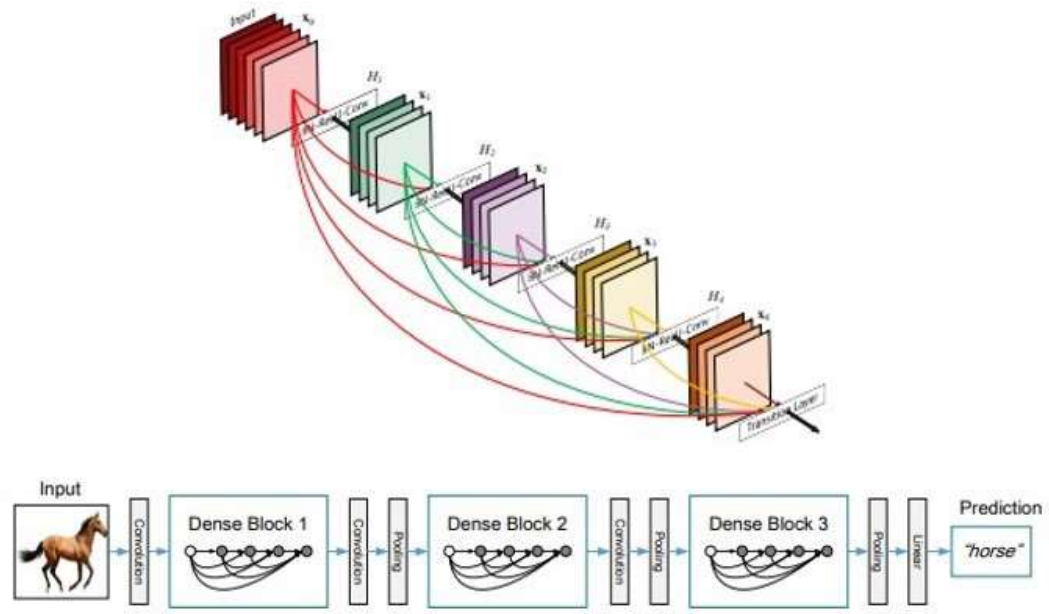


Figura 3-10: Rappresentazione schematica di una rete neurale DenseNet.

normale CNN per 'L' livelli, ci sono 'L' connessioni dirette).[54] L'output della rete è un *layer fully connected* (per la parte di classificazione) con quattro neuroni. Il modello addestrato è stato sportato su TensorFlow Lite e installato sull'applicazione mobile per il riconoscimento dei guasti MUST v.02. In questo modo, al momento della scelta dell'etichetta relativa al guasto, l'applicazione presenterà le etichette in ordine decrescente in base alla probabilità che il guasto sia una macchia, una disgregazione e via dicendo.

Il sistema è dinamico e prevede un ri-allenamento periodico sulla base delle immagini inviate dagli utenti attraverso le segnalazioni. In questo modo il modello può continuare ad affinare la sua accuratezza.

Infine, abbiamo verificato la capacità di generalizzazione del modello trainando su immagini di tutti i difetti provenienti da tutti i luoghi di acquisizione tranne uno, che invece abbiamo usato per il test. I nostri esperimenti dimostrano che il modello generalizza bene, essendo robusto rispetto al luogo di acquisizione, provando che le caratteristiche dei difetti siano state effettivamente astratte e ben caratterizzate dall'algoritmo sviluppato. L'accuratezza registrata è pari all' 0.87% nel caso di Top-2 *accuracy*, e al 0.65 % nel caso di Top-1 *accuracy*.

Tabella 3-12: Migliori Top-1 e Top-2 accuracy sui 5 fold per le reti esplorate in questo studio

Architettura	Parametro (M)	Top-1 Accuracy	Top-2 Accuracy
EfficientNetB0	5.3	0.700	0.881
DenseNet121	8.1	**0.821**	0.947
DenseNet201	20.2	0.815	0.949
EfficientNetB1	7.9	0.752	0.947

[54] https://iq.opengenus.org/architecture-of-densenet121/

Per la fase strettamente connessa alla progettazione e lo sviluppo degli algoritmi è stata attivata una collaborazione con il Machine Learning Genoa Center (MaLGa) del Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica e Ingegneria dei Sistemi dell'Università di Genova (DIBRIS -UNIGE).

3.3. La segnalazione di guasto: avvio del processo di monitoraggio

Il piano di manutenzione è solo il momento inziale di un processo iterativo che vede la continua e progressiva raccolta delle informazioni di ritorno per il graduale miglioramento delle conoscenze sui comportamenti nel tempo degli elementi tecnici, sull'affidabilità delle previsioni, sull'efficacia ed efficienza dell'azione manutentiva. È dunque necessaria una continua azione di monitoraggio sull'attuazione del piano.

L'applicativo MUST v.02 è stato progettato per essere uno strumento a supporto della fase di monitoraggio, operativo per una prediagnosi efficace, attraverso immagini, indirizzata a segnalare le eventuali carenze in ordine alle principali categorie di prestazioni che lo spazio urbano è in grado di assicurare, relativamente alle condizioni di:

- *sicurezza (nei confronti dell'utenza)*
- *fruibilità (accessibilità, conformazione e dimensione degli spazi, attrezzabilità, etc.)*
- *aspetto (pulizia, conservazione, decoro, etc)*

La prediagnosi attraverso l'applicativo mobile è solo la fase iniziale, del processo di monitoraggio che conduce poi ad un progetto di diagnosi più approfondito e dettagliato.

Poiché è molto difficile prevedere la vita utile di ogni componente, la previsione di spesa, la programmazione degli interventi, le informazioni di ritorno diventano l'unico strumento per il mantenimento delle prestazioni richieste, il controllo della qualità post-intervento, e quindi poi per la valutazione e l'ottimizzazione dei processi messi in atto.

In linea con le indicazioni fornite dalla UNI10874 (2000) per effettuare una diagnosi accurata, MUST v.02 nella sua componente mobile intende

rispondere ad alcune di queste indicazioni per la definizione di una adeguata base di partenza:

c) *cosa controllare (parti che possono essere soggette a decadimento): si fornisce all'utente un elenco di parti sensibili del sistema urbano da monitorare;*
d) *come controllare (metodi e strumenti normalizzati): si richiede all'utente di scattare delle foto che siano in grado di inquadrare il guasto nel conteso, e di fornire una foto di dettaglio;*
e) *cosa si può riscontrare (segni più frequenti di anomalia e di difetto, sintomi di stati di alterazione o di degradazione, frequenti modalità di guasto – modalità di propagazione dei guasti): si fornisce all'utente un elenco di guasti ricorrenti;*
f) *come valutare (criteri guida per l'interpretazione dei segni riscontrati, per la valutazione dell'entità del guasto o del degrado, per l'individuazione delle cause): descrizioni e foto dei guasti, e un algoritmo di intelligenza artificiale, consente all'utente di descrivere al meglio il guasto riscontrato.*

L'applicazione mobile, è progettata per l'ottenimento di una segnalazione adeguata ad una corretta prediagnosi che sia effettuata da un sapere non esperto, e ha tra gli obiettivi la diffusione della cultura manutentiva tra i cittadini, guidandoli nel riconoscimento dei primi fenomeni anomali di funzionamento delle componenti del sistema urbano.

Come sottolineato da Gasparoli (2002, pag. 36,37,38,39) nel caso specifico dell'involucro esterno degli edifici, la prediagnosi è finalizzata a valutare le condizioni di degrado degli elementi tecnici e può limitarsi ad individuare, anche solo attraverso una strutturata *osservazione visiva* - che dovrà essere completa, sufficientemente estesa, precisa, di durata congruente - la presenza

di anomalie e segnali di guasto. Inoltre, quest'ultima costituisce il fondamentale presupposto per la definizione di una *prediagnosi tecnica* ed è realisticamente più efficace di costose, complesse e talvolta ridondanti indagini strumentali. Questo assunto può essere esteso quindi al piano verticale e anche alle componenti del piano orizzontale del sistema urbano: l'immagine che ritrae il guasto osservato dall'utente segnalatore, porta con sé delle informazioni importanti anche per una prima ipotesi relativa alle cause.
È chiaro che l'invio della segnalazione, tramite applicazione mobile, è solo il primo passaggio per l'effettuazione di una corretta diagnosi da parte del sapere tecnico e del sapere esperto, i quali, sulla base delle informazioni ricevute, saranno in grado di predisporre e richiedere ispezioni per una diagnosi più accurata di validazione attraverso analisi e misurazioni strumentali.
L'applicativo a supporto della manutenzione del sistema urbano ha due componenti fondamentali:

- *applicazione mobile: ovvero l'applicazione con la quale l'utente/fruitore fa le segnalazioni dei guasti;*
- *applicazione web based: ovvero il cruscotto visualizzato dal cliente, dall'utente gestore e dal tecnico che è in pratica un quadro sinottico a più livelli di organizzazione e aggregazione dei dati in ingresso. Rappresenta uno strumento di supporto alla gestione e pianificazione delle attività manutentive. L'elemento innovativo nella programmazione è l'indicazione dell'"urgenza sociale", rappresentata dal numero e dalla frequenza delle segnalazioni per un dato bene o un'area.*

L'Applicativo, progettato per acquisire e organizzare le informazioni raccolte dagli utenti e per ottenere una banca dati dei processi di guasto, rappresenta un'occasione per la condivisione di informazioni con la comunità insediata, secondo una prospettiva open data e citizen science in grado di contribuire all'ottimizzazione di processi di pianificazione manutentiva.

3.3.1. L'organizzazione delle informazioni

Come anticipato, l'utente principale a cui è destinata l'applicazione mobile è il fruitore dello spazio urbano, tendenzialmente un sapere non esperto e quindi non avvezzo alla terminologia scientifica, né all'utilizzo di strumenti tecnici demandati alla pratica manutentiva.

Delle due componenti di cui è dotato l'applicativo MUST v.02, l'applicazione mobile è quella demandata all'inoltro della segnalazione di guasto. Il primo obiettivo è ottenere una segnalazione che risulti efficace ed adeguata, a tal fine la ricerca si è occupata della progettazione di un flusso per la segnalazione di guasto che contenesse dati adeguati all'acquisizione dell'informazione da parte del gestore e per velocizzarne il processo di validazione; il secondo è l'individuazione di un flusso intuitivo, semplice, rapido e che supporti l'utente nell'invio della segnalazione.

Le tecnologie informatiche hanno cambiato il modo in cui gli esseri umani si relazionano e comunicano. In questo scenario, gli smartphone hanno reso l'uso di Internet e dei social network molto più veloce, facile e accessibile. Sulla base di questa esigenza di comunicazione e di questo canale facilitato, è necessario che queste tecnologie siano disponibili e utilizzabili da utenti diversificati (Giassi & Seabra, 2019). È stato inoltre provato come i Social Nertwork siano uno strumento che riesce ad integrare nuovi modelli di apprendimento accanto a quelli tradizionali (Greenhow & Askari, 2017; Greenhow & Robelia,

2009), diventando un vero e proprio veicolo per la diffusione di contenuti. Una ricerca in particolare (Salehudin et al., 2020) ha dimostrato che Instagram attraverso la tecnologia dei telefoni cellulari è efficacemente utilizzato per l'apprendimento creativo delle lezioni di graphic design e può essere sviluppato come mezzo per lo sviluppo di materiali didattici riguardanti tutte le materie. Questa presa di coscienza supporta la scelta, intrapresa in questa sede, di mutuare la logica "Social Network" ed implementarla all'interno dell'applicazione, per ottenere un prodotto che da un lato fosse contemporaneo e vicino all'utenza più disparata, e dall'altro possa configurarsi anche come strumento di diffusione di contenuti specialistici al servizio del vasto pubblico.

Il flusso dell'applicazione trae riferimento, quindi, dalla logica social soprattutto legata ad Instagram di associare alle immagini pubblicate un #tag. L' #tag è l'etichetta che diamo all'immagine scattata ed è lo strumento attraverso cui l'utente comunica all'applicazione:

- *cosa sta osservando*
- *l'elemento tecnico interessato dal guasto*
- *il tipo di guasto che si intende segnalare.*

Al fine di rispondere alle domande necessarie per una appropriata prediagnosi, e per incontrare le esigenze dell'utente segnalatore (sapere non esperto) e del gestore, l'informazione è stata destrutturata su due livelli:

- *un livello generale:*
    - *foto a campo largo, o foto madre, dove sia visibile il sistema interessato dal guasto;*
    - *l'oggetto, o classe di elemento;*
    - *il segnale di guasto, o macrocategoria di guasto;*

- *un livello di dettaglio:*
    - *foto di dettaglio del guasto, o foto figlia, dove sia visibile il solo guasto;*
    - *l'elemento tecnico;*
    - *il guasto.*

L'inserimento di un livello generale ha due motivazioni differenti se in relazione all'immagine o alle etichette:

- *quando ci riferiamo all'immagine, il doppio livello di informazione è necessario – soprattutto al gestore – per identificare la localizzazione del guasto all'interno del sistema osservato, individuare eventuali altri guasti non riconosciuti dall'utente segnalatore, e per l'aggiornamento della segnalazione e l'analisi dell'evoluzione del guasto. In particolare, ad ogni immagine madre saranno associate tante immagini figlie quanti saranno i guasti individuati sul sistema osservato e le relative segnalazioni di aggiornamento; l'immagine madre dovrà essere sempre univoca, mai replicata, e ad essa devono essere associate tante immagini di dettaglio del o dei guasti che ne raccontano l'evoluzione. Inoltre, all'immagine madre è associata l'informazione relativa all'elemento tecnico, mentre all'immagine figlia quella relativa al guasto;*
- *quando ci riferiamo alle etichette, il doppio livello di informazione è necessario soprattutto all'utente segnalatore che, non essendo un sapere esperto, non è sempre in grado di individuare in maniera agevole e corretta un termine estremamente dettagliato relativo all'elemento tecnico o al guasto. Quindi l'inserimento del primo livello di informazione è sempre obbligatorio, mentre il secondo è facoltativo.*

E addirittura si potrebbe pensare di ometterlo dal flusso dell'applicativo mobile, demandando al gestore, attraverso dashboard, l'inserimento di informazioni più dettagliate.

Il flusso per l'inserimento della segnalazione (Tabella 3-13) si risolve in 3 step:

1. *foto*
2. *etichetta generica*
3. *etichetta di dettaglio*

di cui due obbligatori, 1) e 2), e uno facoltativo, 3), replicati due volte (descrizione dell'elemento tecnico e descrizione de guasto).

Quindi, sulla base di quanto definito nei paragrafi precedenti, relativamente alla scomposizione del sistema tecnologico e alla categorizzazione dei guasti, e sulla base degli assunti appena enunciati, è stato individuato: un sistema di etichette (#tag), per l'elemento tecnico e per il guasto, che indirizza la collocazione delle informazioni raccolte attraverso l'applicativo, in un database appositamente strutturato (Tabella 3-13); e un flusso per l'inserimento e la raccolta delle informazioni (Tabella 3-9

Tabella 3-9).

Il sistema di etichette individuato, che deriva dalla scomposizione del sistema tecnologico urbano e dalla categorizzazione dei guasti proposta in questa sede, è stato univocamente descritto attraverso un sistema di codici identificativi che rendano univocamente determinabili tutti gli oggetti e gli elementi tecnici, così come i segnali di guasto e i guasti. La prima distinzione è legata alla prima parte di codice identificativa di elemento tecnico e guasto:

- *cte = technical element cathegories*
- *cf = failure cathegories*

di volta in volta nello specifico si dispiegano i codici, univocamente determinati, come riportato in Tabella 3-14 e Tabella 3-15.

Tabella 3-13: Le informazioni per la segnalazione

L' OGGETTO	Foto a campo largo (foto madre)	Etichetta generica (#tag1)	Etichetta di dettaglio (#tag2)
		Parete perimetrale verticale	Rivestimento intonacato
IL GUASTO	Foto di dettaglio (foto figlia)	Etichetta generica (#tag1)	Etichetta di dettaglio (#tag2)
		Macchia	Dilavamento

Tabella 3-14: Codifica del sistema tecnologico urbano.

Sottoinsieme	ID	Classi	ID	Sottoclassi	ID
piano verticale	cte.01	elementi verticali	cte.01.01	elementi di separazione / protezione	cte.01.01.01
				elementi per il passaggio di cose e persone	cte.01.01.02
		elementi orizzontali/inclinati	cte.01.02	elementi per la fruizione	cte.01.02.01
				elementi di protezione	cte.01.02.02
		impianti	cte.01.03	impianti per l'illuminazione	cte.01.03.01
				impianti per lo smaltimento delle acque	cte.01.03.02
				impianti per distribuzione reti elettriche, gas e telecomunicazione	cte.01.03.03
				impianti per la sicurezza	cte.01.03.04
		elementi accessori	cte.01.04	sistemi di comunicazione e pubblicità	cte.01.04.01
				elementi decorativi	cte.01.04.02

piano orizzontale/ inclinato	*cte.02*	*elementi verticali*	*cte.02.01*	*elementi di separazione / protezione*	*cte.02.01.01*
		elementi orizzontali /inclinati	*cte.02.02*	*elementi per la fruizione*	*cte.02.01.02*
		impianti	*cte.02.03*	*impianti per l'illuminazione*	*cte.02.03.01*
				impianti per la segnalazione	*cte.02.03.02*
				impianti per la sicurezza	*cte.02.03.03*
				impianti per lo smaltimento delle acque (drenaggio urbano)	*cte.02.03.04*
		elementi accessori	*cte.02.04*	*arredo urbano*	*cte.02.04.01*
				elementi decorativi	*cte.02.04.02*

Tabella 3-15: Codifica dei guasti.

Categoria	*ID*	*Segnale di guasto*	*ID*
Alterazione del cromatismo	*Cf.01*	*Macchia*	*Cf.01.01*
Alterazione della consistenza superficiale	*Cf.02*	*Microforature diffuse*	*Cf.02.01*
		presenza di organismi biologici	*Cf.02.02*
		Degradazione del rivestimento superficiale	*Cf.02.03*
Soluzione di continuità tra le parti	*Cf.03*	*perdita di parti*	*Cf.03.01*
		Fessurazione	*Cf.03.02*
Alterazione della morfologia	*Cf.04*	*Deformazione e variazione di dimensione*	*Cf.04.01*

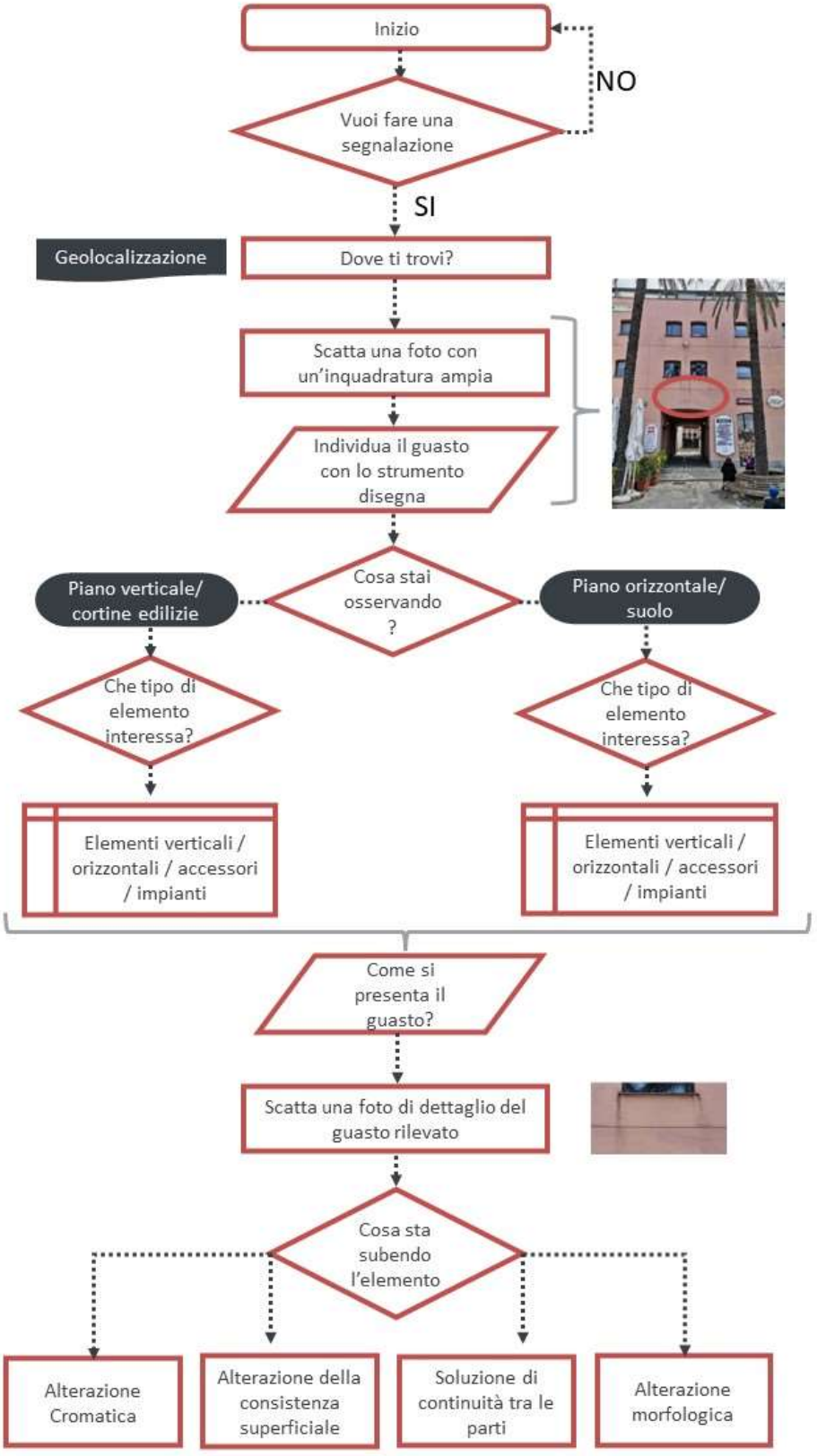
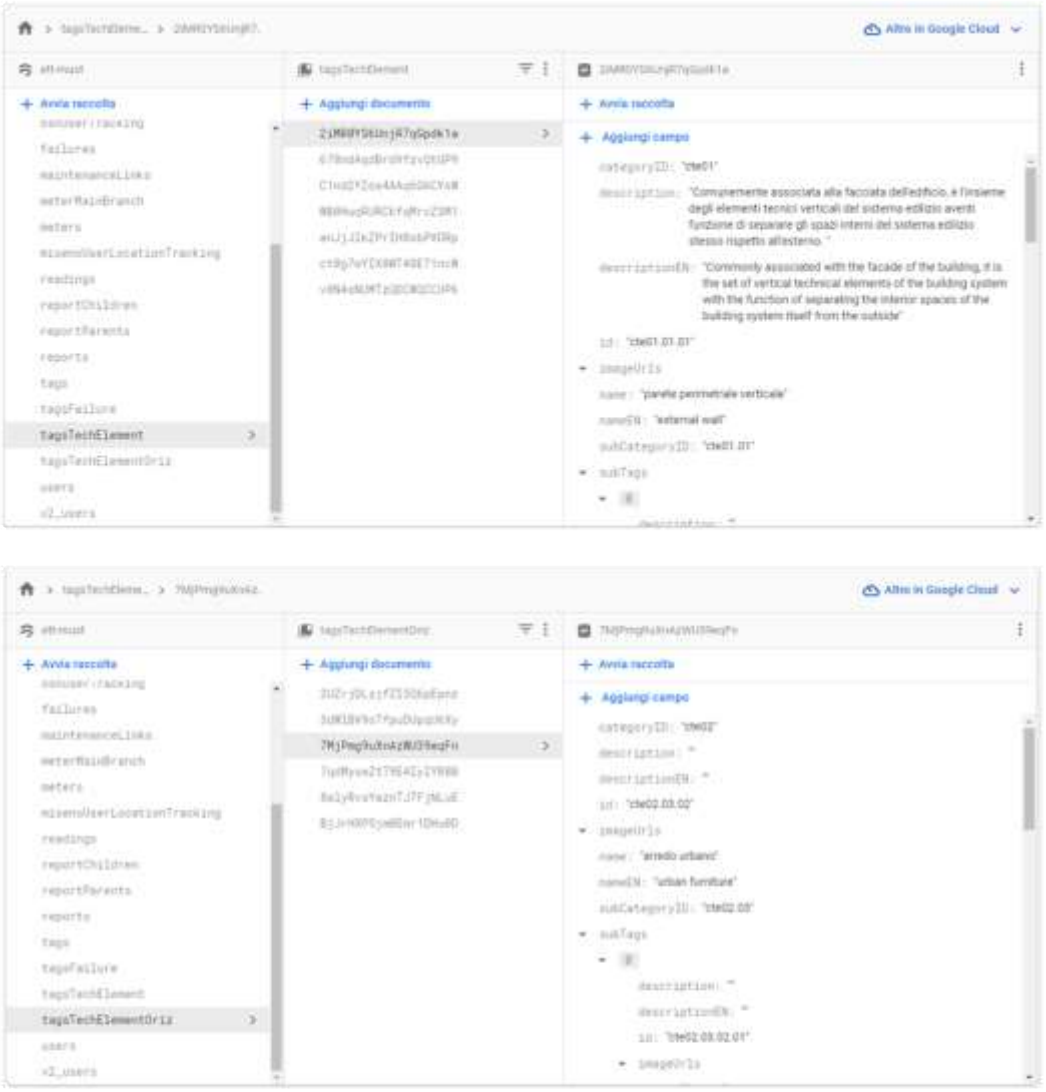


Figura 3-11: Flusso di back-end

1 *Le etichette correlate al piano orizzontale e al piano verticale*



2 *Le etichette correlate al segnale di guasto e al guasto*

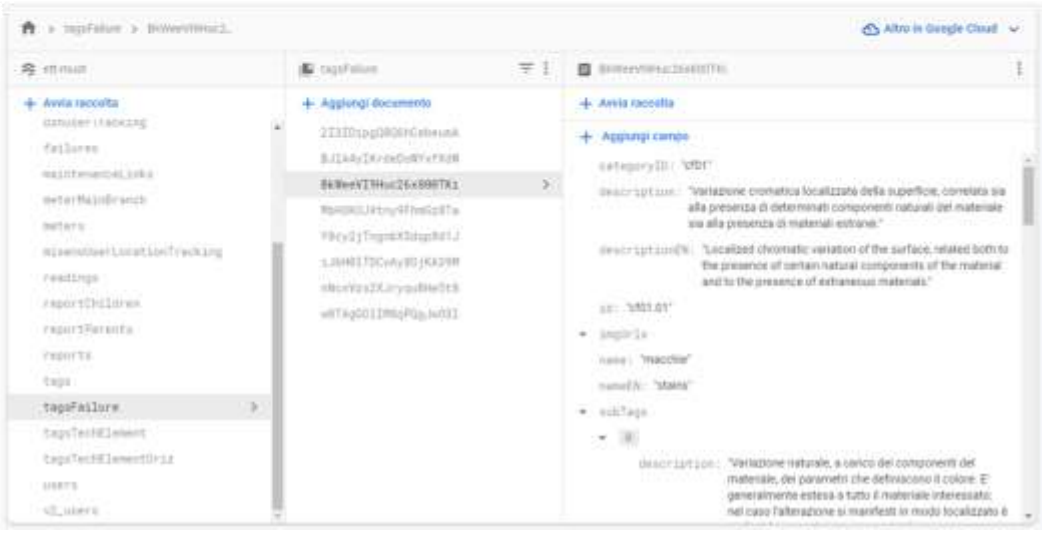


Figura 3-12: Organizzazione delle informazioni all'interno del data base.

3.3.2. Il flusso per la segnalazione di guasto

I ragionamenti su esposti sono serviti per immaginare un flusso di facile utilizzo da parte dell'utente segnalatore, e che ricavasse anche informazioni specifiche relative alla sua localizzazione, alla posizione per associare la segnalazione di guasto al sistema osservato. Inoltre, al fine di una più corretta gestione del dato, era necessario predisporre una corrispondenza univoca tra guasti e l'edificio o l'area osservati, ciò è stato ottenuto attraverso la creazione di una mappa Polygon GIS: ad ogni oggetto della mappa è associato un sistema di segnalazioni.

Nella fattispecie, l'algoritmo di base per l'invio della segnalazione attraverso la componente mobile dell'applicativo di guasto è il seguente (Figura 3-13):

1. *Geolocalizzazione / selezione della classe interessata dal guasto*
2. *Inserimento di una foto che ritragga il sistema interessato dal guasto con indicazione della localizzazione*
3. *Associazione dell'etichetta generica (#tag1) all'oggetto, o classe di elemento tecnico (obbligatoria e multi-selezione)*
4. *Associazione dell'etichetta di dettaglio (#tag2) relativa al componente interessato dal guasto*
5. *Inserimento di una foto di dettaglio del guasto individuato*
6. *Associazione dell'etichetta generica (#tag1) relativa al segnale di guasto, o macrocategoria di guasto (obbligatoria e multi-selezione)*
7. *Associazione dell'etichetta di dettaglio (#tag2) relativa al guasto*
8. *Salvataggio della segnalazione*

È previsto inoltre che l'algoritmo di intelligenza artificiale, istruito al riconoscimento dei segnali di guasto, si attivi nella fase tra la foto di dettaglio

(5) e l'inserimento delle etichette generiche legate al guasto (6) per suggerire all'utente la categoria più probabile.

I flussi individuati sono essenzialmente due:

- *flusso per una nuova segnalazione di guasto;*
- *flusso per l'aggiornamento di una segnalazione di guasto.*

Il primo flusso richiede tutti i passaggi (da 1 a 8) dell'algoritmo per la segnalazione, mente il secondo solo i passaggi dal 5 all' 8. Ovvero, nel momento in cui l'utente segnalatore individua, tra i guasti associati al piano verticale o al piano orizzontale, il medesimo guasto che egli intende segnalare allora gli è richiesto di riportare solo le informazioni, fotografiche e in termini di etichette, relative al guasto, e non quelle relative all'oggetto (Tabella 3-13). Ciò per evitare una ridondanza di segnalazioni identiche, e per creare una storia dell'evoluzione del guasto, di immediata lettura a livello di dashboard.

Altri ragionamenti sono stati fatti attorno all'usabilità dell'applicazione, correlati soprattutto alle modalità di immissione della segnalazione. Le tipologie di immissione dei dati per la segnalazione di guasto progettate sono tre (Figura 3-14), il tipo 1 e il tipo 2 sono correlate al flusso 1, mentre il tipo 3 al flusso 3:

- *Tipo 1_ L'utente vuole fare una segnalazione di un guasto e lo fa dal map-viewer, selezionando su mappa la feature che descrive l'edificio o l'area, attraverso un pulsante "+";*
- *Tipo 2_ L'utente può partire da una lista di segnalazioni esistenti riguardanti l'edificio o l'area interessato/a dal guasto che intende segnalare, o di guasti nell'intorno in cui è localizzato.*

- *Tipo 3_ L'utente vuole fare una segnalazione di guasto a partire dall'immagine di dettaglio del guasto, attraverso un apposito pulsante che ritrae una fotocamera;*

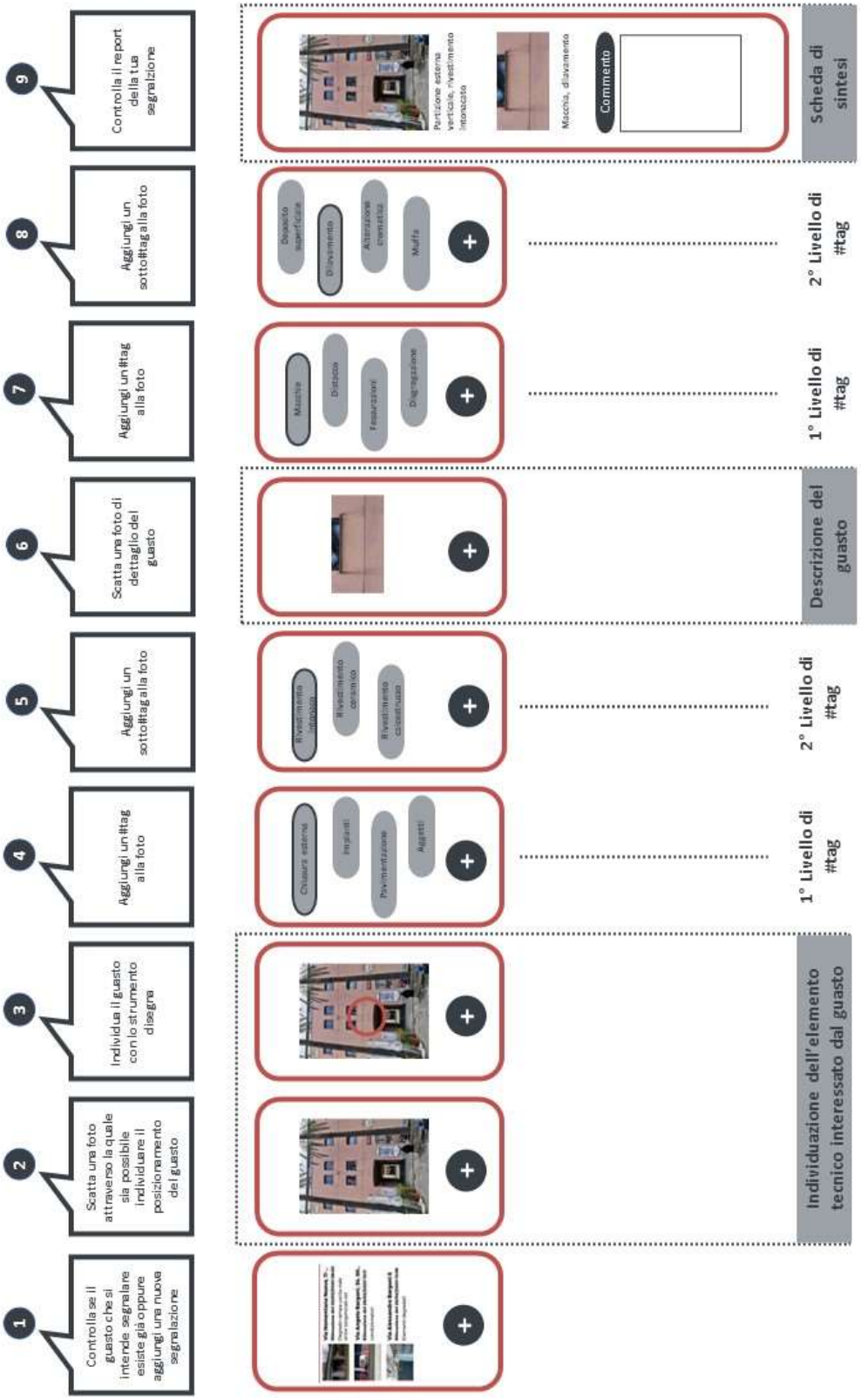
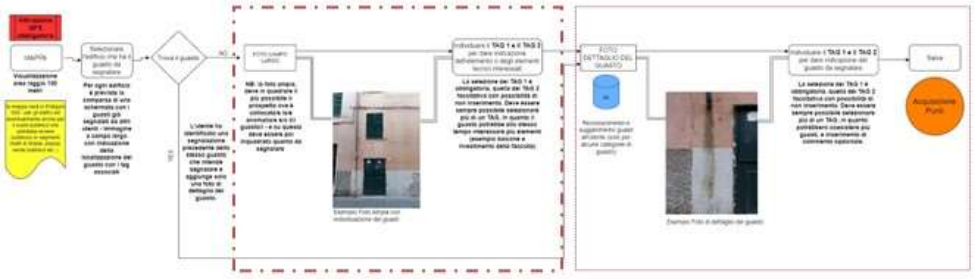
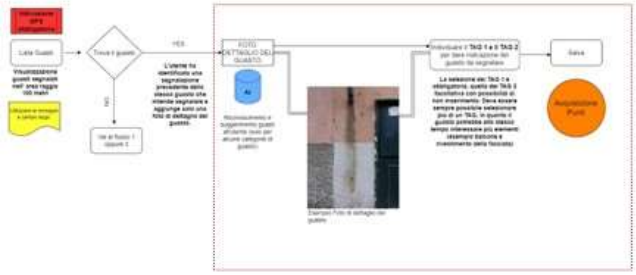


Figura 3-13: il concept che riporta il flusso di inserimento della segnalazione, destinato all'interfaccia utente

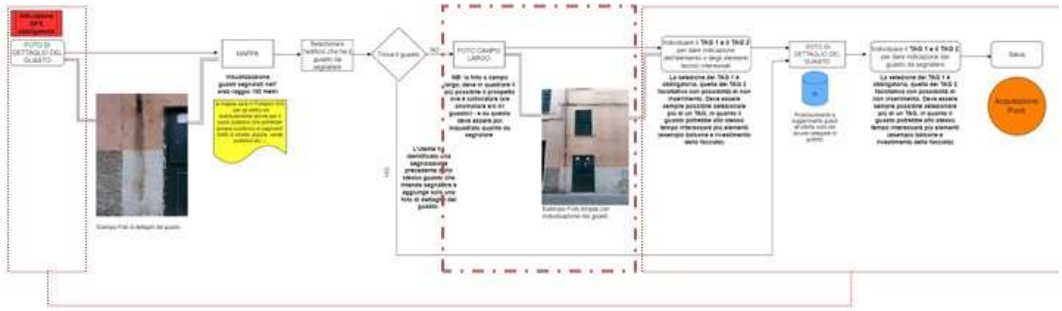
1 *Avviare una segnalazione a partire dal map-viewer*



2 *Avviare una segnalazione a partire dalla lista di segnalazioni presenti*



3 *Avviare una segnalazione a partire dall'immagine di dettaglio del guasto*



LEGENDA

Blocchi ripetibili

Blocco di flusso correlato all'immagine generica (a campo largo)

Blocco di flusso correlato all'immagine di dettaglio del guasto

NB: I flussi sono costituiti di blocchi di codice ripetibile.

Figura 3-14: dettaglio delle modalità di immissione del dato per la segnalazione.

3.3.3. L'interfaccia grafica

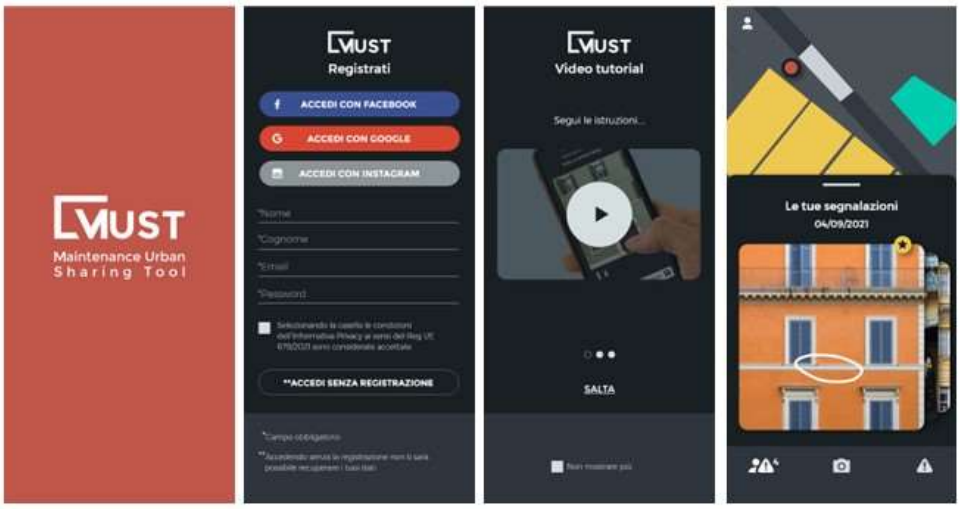
La definizione di usabilità più riconosciuta è della norma (UNI EN ISO 9241) in cui è definita come la misura in cui un prodotto può essere usato da specifici utenti per raggiungere specifici obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto di uso. Dove per efficacia si intende l'accuratezza e completezza con cui gli utenti possono raggiungere i loro obiettivi; l'efficienza, invece, è l'insieme di risorse spese in relazione all'accuratezza e completezza degli obiettivi raggiunti (per esempio, il tempo richiesto); la soddisfazione è, infine, il comfort e l'accettabilità del sistema per gli utenti e le altre persone influenzate dal suo uso. Diversi sono i motivi per cui l'usabilità è importante, tra questi aumenta l'efficienza degli utenti, si riducono gli errori, si riduce il bisogno di addestramento degli utenti, migliora l'accettabilità del prodotto e quindi l'uso (Paternò, 2004). Tornando al concetto di HCI, per la progettazione dell'interfaccia si è fatto riferimento al modello di Norman (Norman, 2002), in modo da aver chiari alcuni degli aspetti da considerare per ottenere un'interazione efficace. Questo ciclo interattivo può essere diviso in due fasi principali esecuzione e valutazione, che, a loro volta, possono essere suddivise in altre fasi, sette in tutto:

- *formulare l'obiettivo;*
- *formulare l'intenzione (come fare);*
- *specificare la sequenza di azioni sull'interfaccia;*
- *eseguire l'azione;*
- *percepire lo stato del sistema;*
- *interpretare lo stato del sistema;*
- *valutare il risultato rispetto all'obiettivo;*

Nel caso specifico (Figura 3-15 e Figura 3-16) quindi l'obiettivo per l'utente è effettuare una segnalazione di guasto, gli viene suggerito cosa fare, attivare la geolocalizzazione (attraverso un pop up che compare all'accesso), osservare tra i guasti già segnalati (attraverso uno slider che riporta le schede relative ai guasti nell'intorno della geolocalizzazione), cliccare sulla mappa (attraverso una planimetria che riproduce il contesto urbano in cui l'utente sta operando); le azioni da svolgere si susseguono come delle *forcing function*, ovvero l'utente è guidato gentilmente verso l'unico comportamento considerato appropriato, i passaggi sono obbligati e di volta in volta, una stringa di testo gli suggerisce cosa fare o a quale domanda rispondere; il passaggio da una schermata alla successiva consente l'esecuzione dell'azione fino al raggiungimento di una schermata di sintesi dove è possibile effettuare il salvataggio e percepire lo stato del sistema.

La manutenzione è un sistema di attività che risulta complesso, le attività di monitoraggio sono demandate tradizionalmente a professionalità esperte di settore, segnalare un guasto potrebbe dunque risultare un'azione complessa e anche poco interessante per un utente comune, soprattutto se questo si trovasse in difficoltà nell'effettuazione della segnalazione. La complessità è una condizione del mondo, mentre la semplicità è uno stato della mente: il design deve svolgere il ruolo di facilitatore nel rapportare le due condizioni, gestendo la complessità per renderla comprensibile e meno arbitraria, sviluppando un "attraente e piacevole senso di controllo e responsabilità" (Impedovo & Sechi, 2011; Norman, 2011).

1 *Entrare all'interno dell'applicativo*



2 *Fare una foto generica e assegnare le etichette relative all'oggetto e all'elemento tecnico interessato dal guasto*

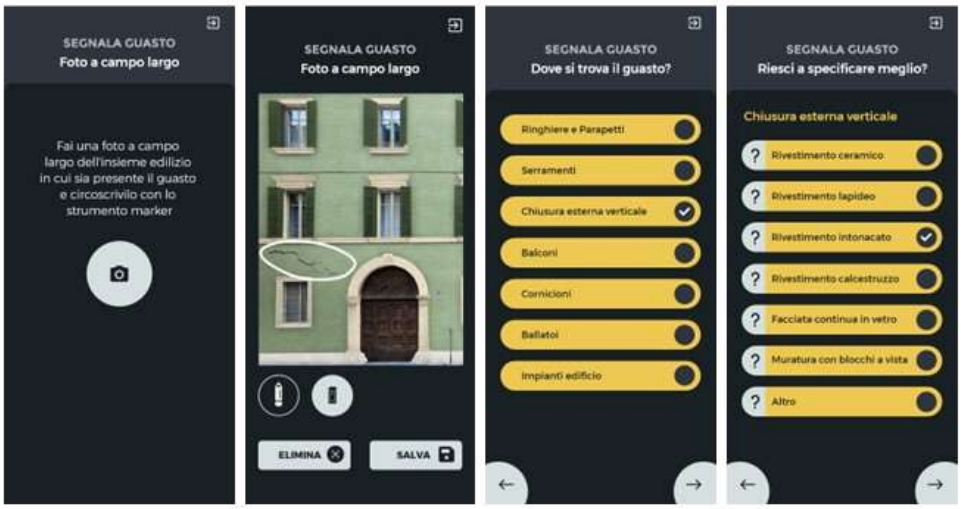
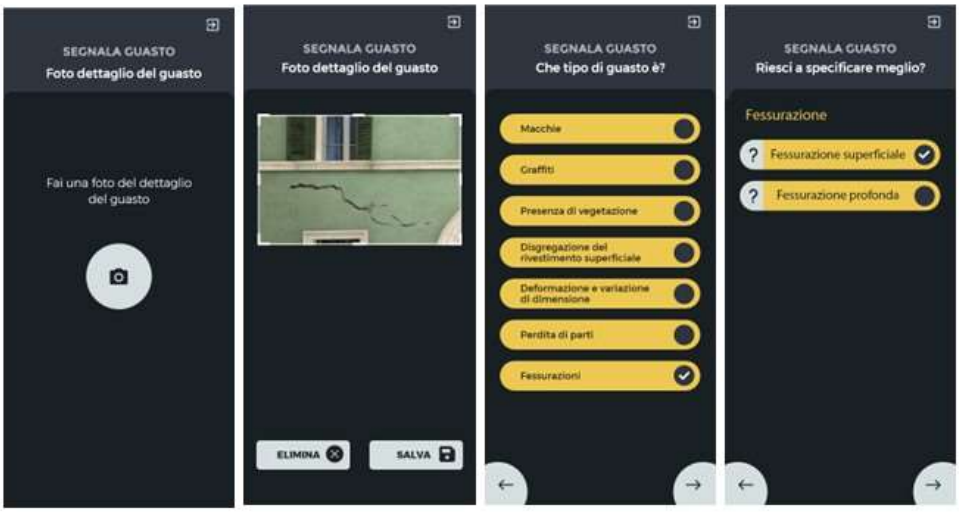


Figura 3-15: Mockup grafico delle schermate dell'applicazione mobile.

3 *Fare una foto di dettaglio del guasto e associare le etichette relative al segnale di guasto e al guasto*



4 *Salvare la segnalazione di guasto, navigare tra le proprie segnalazioni o tra le segnalazioni attorno alla geolocalizzazione e possibilità di farne un aggiornamento*



Figura 3-16: Mockup grafico delle schermate dell'applicazione mobile.

3.4. La gestione della segnalazione

Come ampiamente ripetuto l'applicativo MUST si compone di due strumenti demandati a due momenti diversi del processo di monitoraggio:

l'applicazione mobile per la segnalazione del guasto: strumento demandato alla raccolta delle informazioni per il monitoraggio.

l'applicazione web per la gestione della segnalazione ricevuta: strumento demandato alla raccolta e validazione delle segnalazioni ricevute, e quindi alla richiesta di una ispezione o di un intervento, sulla base dei dati pervenuti dall'applicazione mobile.

In questa sezione affronteremo il tema legato alla gestione della segnalazione di guasto e quindi le funzionalità della dashboard destinata al gestore, e agli output che il gestore può estrarre dalla dashboard.

L'applicativo MUST dovrà restituire un quadro di informazioni utile per la strutturazione di schede a metà tra una scheda prediagnostica e diagnostica dove è possibile effettuare una correlazione tra i guasti segnalati attraverso l'applicativo, la priorità inserita attraverso dashboard dal gestore, ed ispezioni / interventi correttivi / interventi preventivi da richiedere al fornitore del servizio di manutenzione attraverso la dashboard.

Nel primo capitolo è stato affrontato il tema degli strumenti per la gestione del sistema costruito, e la ricerca ha dimostrato che non esistono software demandati esclusivamente al monitoraggio dei guasti del sistema tecnologico urbano, soprattutto di quelli che necessitano di un monitoraggio attraverso ispezioni visive; la maggior parte dei software esistenti sono prodotti destinati al Facility Management. Se si considera il processo manutentivo - dal momento della rilevazione del guasto, alla fase di risoluzione dello stesso - composto di due fasi ciascuna delle quali demandate ad un sistema di utenti

differente, è possibile affermare che ci sono molti strumenti, anche efficaci, per la gestione della fase II *procedura operativa per la risoluzione del guasto,* ma non ci sono strumenti che supportano il gestore nella fase I *individuazione e monitoraggio del guasto e richiesta dell'attività manutentiva.*

MUST v.02 intende colmare quel GAP strumentale e procedurale (Figura 3-17) che interessa la fase I, appannaggio dei gestori e/o proprietari di patrimoni, diventando un vero e proprio strumento che supporta il gestore in questa fase, per migliorare il processo di lettura delle prestazioni del sistema urbano, di conoscenza del comportamento degli elementi tecnici e quindi per migliorare l'adeguatezza delle attività manutentive. Nello specifico, la dashboard diventa l'interfaccia connessa al database informativo di uno specifico patrimonio, in grado di restituire informazioni sulle caratteristiche materico/costruttive, normative, tecniche, grafiche, fotografiche degli asset che lo compongono, e informazioni legate alle performance offerte. È inoltre uno strumento che riesce a rispondere in maniera puntuale ad un'esigenza sociale legata ai guasti: attraverso il numero di segnalazioni ricevute e attraverso il numero di aggiornamenti di uno stesso guasto il gestore ha contezza della percezione di un guasto da parte dei fruitori dell'area e decidere di richiedere degli interventi manutentivi, non previsti o programmati successivamente, per rispondere alle richieste e migliorare lo stato di soddisfacimento dell'utenza. È inoltre un valido strumento a supporto del controllo e della garanzia della qualità edilizia essendo un collettore di conoscenze sugli esisti qualitativi degli interventi di nuova costruzione e manutenzione del costruito.

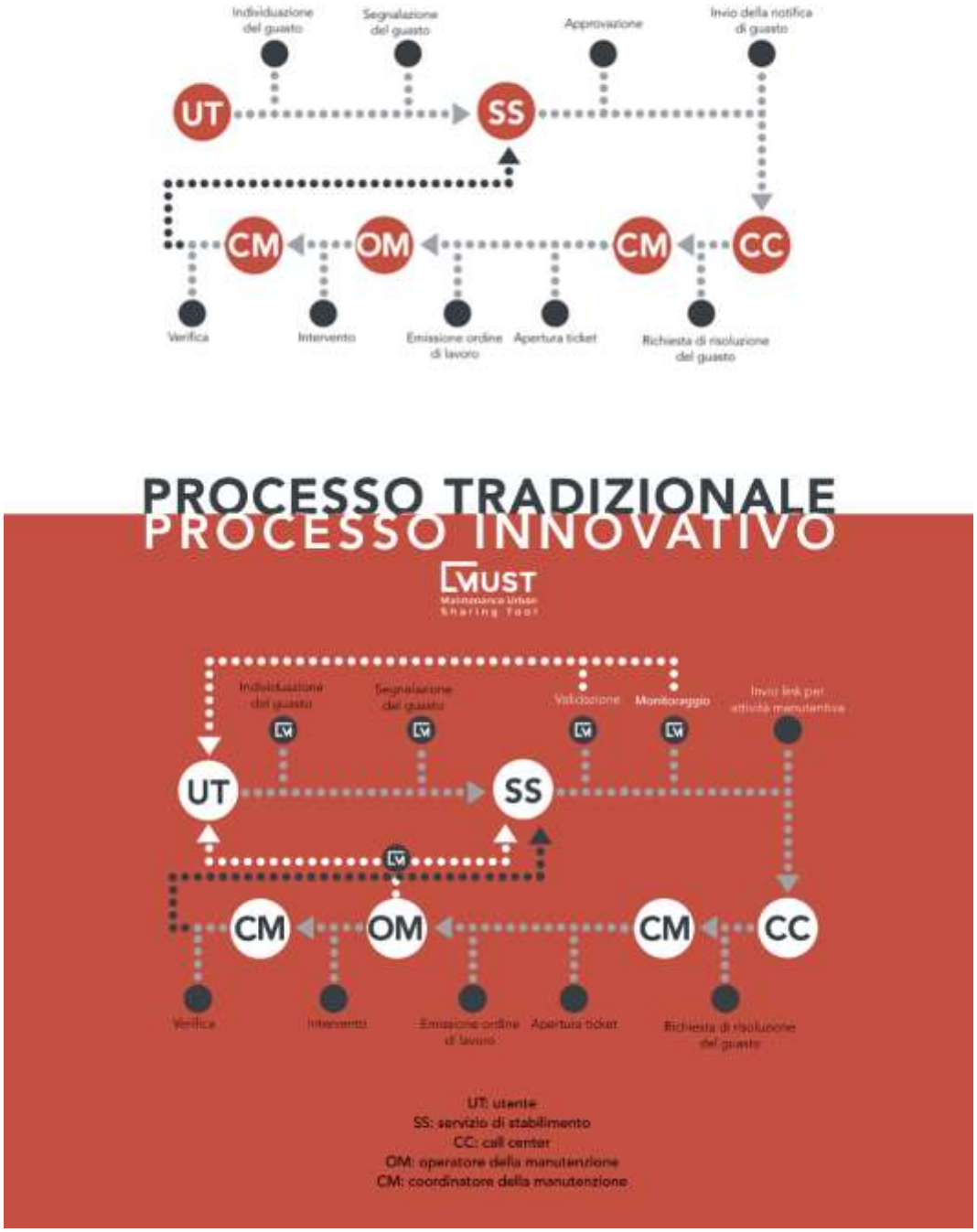


Figura 3-17: schematizzazione del processo tradizionale, senza l'utilizzo di MUST v.02, e del processo innovativo con MUST v.02.

3.4.1. Il flusso per la gestione della segnalazione

La dashboard è essenzialmente la finestra sullo stato di salute del sistema urbano indagato, e lo strumento che, attraverso le informazioni provenienti dalle segnalazioni, supporta la programmazione di ispezioni e interventi, rimodulando anche programmi di manutenzione in essere.

A valle della segnalazione ricevuta, il gestore deve essere in grado di analizzare la situazione di degrado ed effettuare un'analisi di tipo tecnico, di responsabilità e di processo. Questa indagine gli consentirà di procedere ad una adeguata gestione della segnalazione, con l'obiettivo di migliorare il processo manutentivo, e ridurre il grado di incertezza interpretative dei guasti rilevati sul sistema urbano.

È stata esposta precedentemente la procedura per l'invio di una segnalazione di guasto attraverso l'applicazione mobile, e si è visto come ad ogni feature della mappa riportata nel menu home è associato un sistema di segnalazioni, che si compongono di due immagini con associate delle etichette: a livello di dashboard queste informazioni formano delle schede:

- *la scheda di dettaglio della segnalazione: è essenzialmente una scheda composta dall' immagine a campo largo (Tabella 3-13) e dalle informazioni legate all'elemento tecnico, e informazioni relative alla prima segnalazione, ultimo aggiornamento e numero di aggiornamenti.*
- *la scheda di dettaglio del guasto: è essenzialmente una scheda composta dall' immagine di dettaglio del guasto e dalle etichette ad essa associate.*

Il gestore, all'accesso alla dashboard può visualizzare tutte le segnalazioni relative all'area che sta osservando.

Il processo per la gestione della segnalazione (Tabella 3-16) è composto di tre fasi: validazione, gestione, chiusura. La fase di validazione consiste in una vera e propria prediagnosi; sulla base delle segnalazioni e degli aggiornamenti ricevuti, il gestore è in grado di individuare tutti i parametri essenziali e funzionali ad una adeguata richiesta ispezione o di intervento. La validazione della segnalazione passa attraverso l'associazione di una priorità di intervento al guasto ricevuto, il software in questa sezione rende possibile il cambio, l'eliminazione o l'aggiunta delle etichette relative all'elemento tecnico e al guasto, per entrambi i livelli di informazione. Ogni volta che il gestore assegna una priorità, l'utente segnalatore riceve un feedback sulla validazione della sua segnalazione e sulla eventuale correttezza o meno delle etichette associate. La fase di gestione, sbloccata solo a seguito dell'associazione della priorità nella fase precedente, è essenzialmente il momento in cui il gestore sceglie tra una richiesta di ispezione o di intervento. Le informazioni da inserire per entrambe le fattispecie sono: operatore e data. La richiesta di ispezione o intervento avviene attraverso la generazione di un link destinato all'operatore che, attraverso l'applicazione mobile, riceve informazioni sulla localizzazione del guasto, sul tipo di guasto e sul tipo di operazione richiesta. A fine ispezione o intervento, l'operatore invia un feedback al gestore che consiste in un'immagine e in una nota. Sulla scheda collegata all'intervento il gestore può aggiungere una nota relativa alla qualità dell'intervento effettuato.

Possiamo poi distinguere due tipologie di chiusura, una chiusura definitiva che cancella la segnalazione dall'applicativo ed invia una notifica all'utente segnalatore della non pertinenza della stessa, e una chiusura correlata alla risoluzione del guasto; questa chiusura non comporta la cancellazione del

guasto dall'applicativo, perché il suo flusso di guasto potrebbe essere riaperto nel momento in cui lo stesso guasto si ripresenta.

Esiste poi una fase che può essere contestuale alle tre esposte sopra, appannaggio del proprietario/committente e gestore, e che consiste nell'analisi statistica che è possibile fare grazie alle informazioni consultabili nella sezione reportistica. La valutazione statistica delle difettosità che producono i guasti, in particolare quelli ricorrenti, consente di constatare la ripetitività di errori che possono essere fatti risalire a manchevolezze di progetto o di esecuzione; errori che il più delle volte sono dovuti a limiti e omissioni di tipo conoscitivo, previsionale, organizzativo e pianificatorio (Gasparoli, 2002, p.33).

Tabella 3-16: Descrizione delle fasi del processo per la gestione del guasto.

IL PROCESSO DI GESTIONE DELLA SEGNALAZIONE	
Fase	Ricezione e consultazione
Obiettivi	• restituire un quadro sinottico delle segnalazioni; • consentire una lettura facilitata dei dettagli delle segnalazioni ricevute; • filtrare le segnalazioni in base a parametri specifici.
Descrizione	In questa prima fase il committente e gli esperti della manutenzione prendono contezza delle condizioni patologiche che interessano il sistema urbano da gestire, della loro localizzazione, entità e concentrazione.
Attori	• Committente/proprietario; • Gestore; • Tecnico.
Fase	Validazione
Obiettivi	• visualizzare i dettagli della segnalazione: immagine di dettaglio del guasto, etichette associate ai guasti e agli elementi tecnici; • correggere eventuali errori di associazione delle etichette; • aggiungere ulteriori etichette; • associare una priorità di intervento.
Descrizione	In questa fase gli esperti della manutenzione possono validare la segnalazione, ovvero apportare aggiunte, modifiche e/o eliminazioni di etichette apposte in modo errato dall'utente segnalatore. Devono apporre una priorità, che è possibile modificare in base all'evoluzione del guasto.
Attori	• Gestore; • Tecnico.
Fase	Gestione
Obiettivi	• richiedere un'ispezione; • richiedere un intervento; • commentare la qualità di risoluzione dell'intervento; • aggiungere dettagli sul costo; • analizzare i costi; • pianificare un budget per la manutenzione.
Descrizione	In questa fase gi esperti possono richiedere un'ispezione o un intervento in base alla valutazione fatta nella fase precedente. Inoltre, è richiesto al gestore di inserire un commento che descriva la qualità dell'intervento effettuato dall'operatore e riportare

	informazioni sul costo; quest'ultima informazione è necessaria per creare, una volta rilevata una sufficiente mole di dati, una parametrizzazione dei costi di intervento ricorrenti, fare un'analisi di spesa annuale e pianificare un budget per la manutenzione.
Attori	• Gestore; • Tecnico.
Fase	Operativa
Obiettivi	• Effettuare un'ispezione; • effettuare un intervento; • inviare un feedback al gestore e al tecnico.
Descrizione	In questa fase converge la fase operativa del processo. Una volta ricevuto il link di ispezione o intervento, la professionalità preposta prevede all'esecuzione dell'attività richiesta, e attraverso l'applicazione mobile invia un feedback.
Attori	• Operatore; • Gestore; • Tecnico.
Fase	Chiusura
Obiettivi	• chiudere una segnalazione non pertinente; • chiudere una segnalazione perché risolto il guasto.
Descrizione	In questa fase si avvia la chiusura della segnalazione.
Attori	• Gestore; • Tecnico.

3.4.2. L'interfaccia per la gestione della segnalazione

La progettazione dell'interfaccia ha seguito la stessa metodologia già descritta per l'applicazione mobile. Sono state chiaramente effettuate delle valutazioni diverse in relazione all'utenza che è in questo caso un'utenza esperta che deve essere in grado di effettuare delle analisi e prendere delle decisioni.

Il cruscotto per proprietari, gestori e tecnici risponde alle esigenze di gestione, decisione e controllo degli stessi. Si compone di moduli (Figura 3-18) ognuno demandato ad un momento del processo specifico. Per ogni fase del processo le schermate sono progettate per rendere agevole la lettura dei dati ricevuti e immediati i passaggi operativi da attuare.

La dashboard presenta una home nella quale sono visualizzabili tutte le segnalazioni ricevute e la planimetria dell'area, con i cui elementi è possibile interagire. Interagire con elementi della mappa significa poter cliccare su edifici o aree, ed entrare all'interno di menu che consentono la lettura e l'inserimento di tutte le informazioni associate relative ai dati necessari alla strutturazione di una scheda anagrafica (*SCHEDA DI DETTAGLIO DI EDIFICIO/AREA*) e ai guasti segnalati per quell'elemento specifico del piano orizzontale o verticale (*SCHEDA DI DETTAGLIO DELLA SEGNALAZIONE*).

Quindi sono state progettate:

- *una scheda di dettaglio dell'edificio che è visualizzabile in due configurazioni: una prima sintetica (nome, indirizzo, destinazione d'uso, numero piani fuori terra/estensione, numero di segnalazioni ricevute) a cui è affiancata un'area dello schermo destinata alla visualizzazione di tutte le schede di segnalazioni ricevute relative al sottosistema selezionato; e una seconda più dettagliata che consiste*

in una scheda implementabile con foto e campi informativi preimpostati o da aggiungere;

- *una scheda di dettaglio della segnalazione a cui è sempre associata una immagine generica (immagine madre) in cui è visibile il sistema interessato dal guasto e l'indicazione del posizionamento del guasto, tutte le immagini di dettaglio (immagini figlie) associate al guasto (con collegati dei pop-up contenenti etichette associate dagli utenti e commenti, data dell'aggiornamento) che restituiscono la cronistoria dell'evoluzione del guasto. Questa scheda riporta inoltre:*
  - *data prima segnalazione;*
  - *data ultimo aggiornamento;*
  - *numero di segnalazioni aggiornate;*
  - *oggetto;*
  - *elemento tecnico;*
  - *segnale di guasto;*
  - *guasto;*
  - *priorità.*

Il modulo destinato alla validazione è relativo ad una segnalazione specifica, è possibile accedervi dalla scheda di dettaglio della segnalazione ed è progettato in modo da consentire sempre la visualizzazione delle schede di dettaglio del guasto, per la lettura dell'evoluzione dello stesso, e delle sezioni in cui è possibile modificare, cancellare, o aggiungere, le etichette inserite dagli utenti segnalatori, inoltre questa è il modulo in cui è possibile associare una priorità e accedere alla fase della gestione.

Anche il modulo della gestione è associato ad una segnalazione specifica e consente la visualizzazione dell'evoluzione del guasto. Qui è possibile programmare un'ispezione o un intervento, la cui richiesta è inoltrata attraverso un link all'operatore che deve occuparsene. Un elenco delle attività richieste è visualizzabile nella schermata, e ciascuno di essi è associata una scheda di feedback che proviene dall'operatore che ha effettuato l'attività. Il modulo per gestire la fase operativa è esterno alla dashboard, perché è stato implementato per essere gestito attraverso l'applicazione mobile: l'operatore, che riceve il link di ispezione o intervento, entra all'interno dell'applicazione mobile e segue il flusso che gli viene richiesto per individuare la localizzazione e il tipo di intervento e per inviare un feedback ad attività conclusa (una foto di dettaglio del guasto, nel caso di ispezione; una foto generica, nel caso di intervento).

Infine, nel modulo destinato alla reportistica, oltre a poter effettuare delle analisi legate all'efficacia del processo attuato e alle componenti più vulnerabili, nonché ai guasti riscontrati maggiormente, è possibile visualizzare graficamente il numero di segnalazioni ricevute per ogni sottosistema in modo da avere una lettura immediata della percezione dei guasti e quindi della qualità urbana da parte dei fruitori.

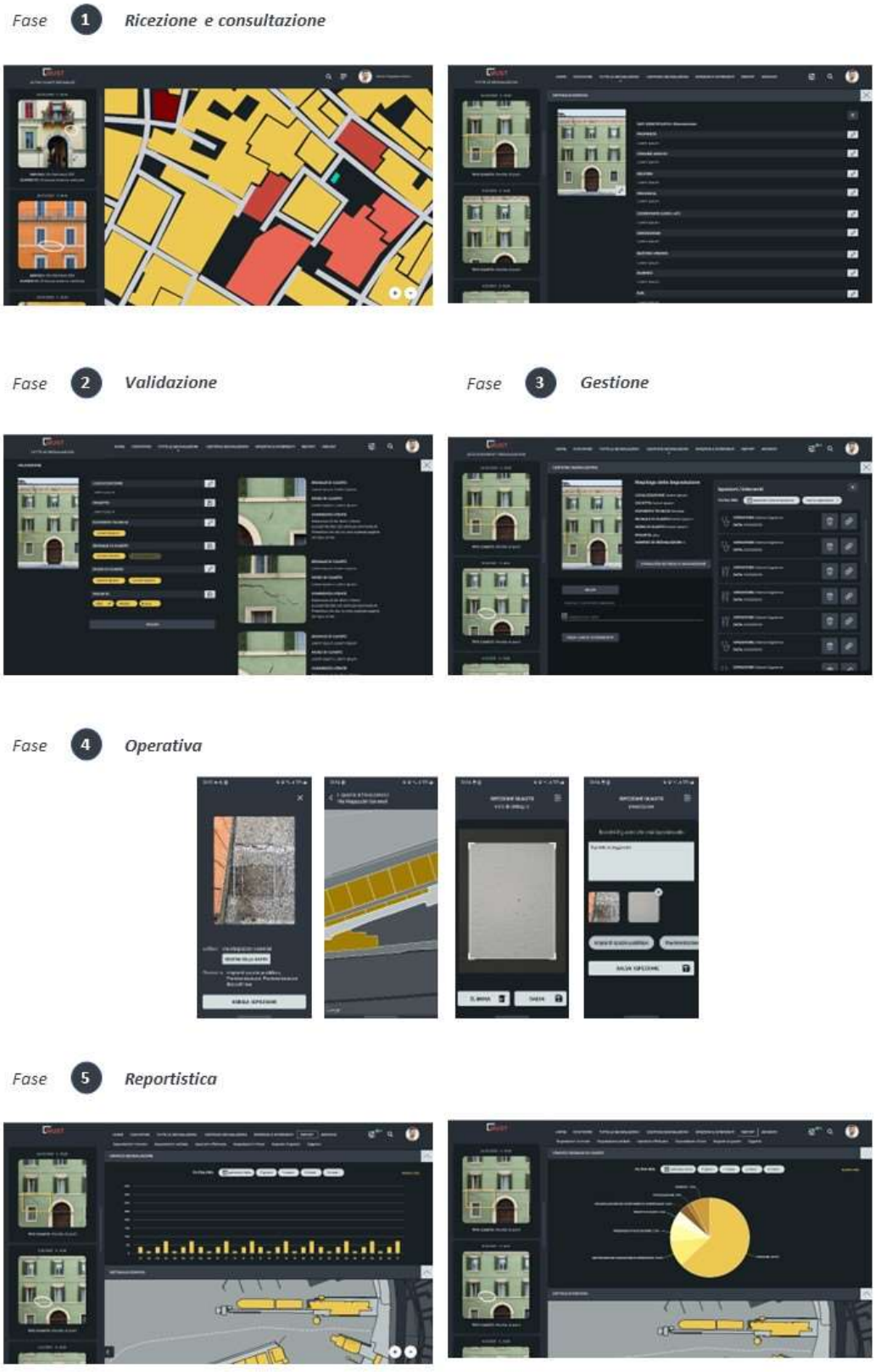


Figura 3-18: mockup grafico del processo di gestione della segnalazione.

4. Trial dell'app MUST V.02. Trasferibilità e adattabilità

4.1. La sperimentazione sul patrimonio Federiciano

Sperimentazione avviata in via propedeutica per il test del flusso dell'applicativo mobile da parte di un sapere semi-esperto, prima di avviare una sperimentazione con un ventaglio di utenti più ampio.

La prima fase di validazione è stata condotta su un patrimonio complesso, dislocato sul territorio napoletano e sfruttando un sapere semi-esperto. L'intento era testare l'applicativo, nella sua componente mobile e di rimando su alcune sezioni della dashboard, su un patrimonio complesso che potesse essere assimilato ad un sistema urbano e con un'utenza giovane, che fosse a metà tra un sapere non esperto ed esperto. Si necessitava di una tipologia di utenza che potesse dare riscontro anche sulla fruibilità di un applicativo che nasce per avvicinarsi ad un sapere non esperto, con una tematica estremamente tecnica e ancora destinata ad un'oligarchia di saperi. Gli studenti di architettura sono stati giudicati essere la categoria più pertinente per il tipo di validazione che si intendeva condurre: utenti avvezzi alle strumentazioni digitali, giovani conoscitori dell'ambito edilizio ma non ancora esperti di tematiche relative alla manutenzione, e quindi alla diagnostica e al riconoscimento dei guasti, inoltre giovani in grado di valutare anche parametri non esclusivamente tecnici come il design, il layout, il flusso e quindi l'usabilità dell'applicativo.

La sperimentazione è stata condotto in due giornate 18/05/2022 e 19/05/2022 con circa 60 studenti del Dipartimento di Architettura della Federico II di Napoli, con gruppi distinti operanti su tre edifici appartenenti al complesso di

edifici dell'Università Federico II di Napoli: Palazzo Latilla, Complesso di via Claudio.

Le sedi dell'Università Federico II di Napoli sono ventisette, fortemente legata alla storia della città stessa, dall'alto medioevo all'età moderna e contemporanea, e dislocate su diverse aree del territorio Napoletano e provincia: all'interno del centro antico e del centro storico, nella zona occidentale con i politecnici e i laboratori, il parco del policlinico ad ovest di quest'ultima.

La scelta delle tre sedi citate sopra è frutto di ragionamenti relativi al numero di utenti che avrebbero preso parte alla sperimentazione e alla tipologia edilizia e costruttiva: era importante avere una tipologia di elementi tecnici e materiali diversificati per coprire un ventaglio ampio di possibilità in termini di elementi tecnici e di guasto, e approcciare a sistemi edilizi che potessero essere assimilati ad aree urbane. Quindi la scelta è ricaduta: su un edificio a corte in muratura portante (Palazzo Latilla), parte di una complessa cortina edilizia su una strada ad alta affluenza nel centro storico di Napoli; su un complesso moderno in calcestruzzo armato (Complesso di via Claudio), che fosse assimilabile ad un pezzo di città, dove gli edifici si inseriscono all'interno di spazi aperti attrezzati; e su un sistema che si ponesse a metà tra i primi due e che avesse, nello stesso complesso sistemi tecnologici diversi (Complesso dello Spirito Santo).

Il complesso dello Spirito Santo presenta una compresenza tra le strutture antiche dovute all'omonima chiesa e quelle realizzate alla metà del Novecento (Maglio, 2019). Il complesso di sviluppa su sei livelli in altezza, che poggiano su un basamento a due livelli, dove il piano terra su strada ospita una banca e dei negozi, mentre l'intero complesso è destinato al Dipartimento di

Architettura. Al complesso è possibile accedere da due fronti, quello su via Toledo, e quello su via Fornovecchio; ognuno degli accessi corrisponde ad una delle due corti che lo compongono. La corte con accesso da via Toledo conserva il portale di accesso in pietra dalla strada e all'interno parti della vecchia fabbrica: come il prospetto con l'orologio e il sistema di scale in pietra e il portale di accesso all'edificio; i prospetti interni presentano una zoccolatura in pietra e rivestimento ad intonaco. La seconda corte presenta la parte basamentale presenta una zoccolatura in pietra e un rivestimento in intonaco con disegno di trama che riprende un rivestimento in pietra facciavista e corpo in intonaco. All'esterno, il sistema di recinzione presente ricalca il limite degli antichi tracciati (Sansò, 2016), il prospetto sua via Toledo presenta un basamento a due livelli in pietra con corpo intonacato, quello su via un basamento a due livelli, il registro di lesene binate che alterna in verticale ad un registro di finestre uno di logge, le quali suggeriscono all'ultimo livello un unico coronamento.

Palazzo Latilla oggi ospita aule-laboratorio, spazi per la didattica, il centro MAED del Dipartimento di Architettura e i centri interdipartimentali CITTAM e Urban/Eco. Il grande edificio, condizionato dal lotto irregolare e dalle quote del suolo, è parte della cortina edilizia che lambisce la strada. Il prospetto esterno

è definito al piano terreno da tre portali e botteghe con cornici di piperno; sottili fasce marcapiano limitano i piani superiori che presentano balconi alternati a finestre. All'interno la corte è caratterizzata dalla presenza di una scala aperta, adattamento delle scale settecentesche napoletane all'esiguo spazio che l'architetto aveva a disposizione (Capano, 2016).

Il complesso di via Claudio costituisce il secondo grande polo per Ingegneria, realizzato nel 1972 in un ampio lotto tra via Terracina, via Marconi e via Claudio; questa sede recupera la primigenia tipologia a padiglioni con una serie di articolati corpi a "T" distanziati da percorsi e alberature (Menna, 2016).
Prima di poter condurre la validazione è stata sviluppata una versione alpha dell'applicativo (Figura 4-1), costruita ad hoc per il sistema di edifici da indagare con una planimetria QGIS, da visualizzare sulla componente mobile e quella web, della città di Napoli e con informazioni specifiche relative agli edifici di cui si intendeva testare MUTS v.02. I flussi per la segnalazione di guasto degli oggetti afferenti al piano verticale (edificio) seguiva il flusso standard con l'obbligo di associare almeno l'etichetta generica associata al guasto, quello relativo al piano orizzontale/verticale (suolo) aveva un flusso semplificato che non richiedeva di associare delle etichette preimpostate, ma di inserire un commento di descrizione del guasto.
Come anticipato, le sedi individuate erano tre (Figura 4-2):

- *Palazzo Latilla (10)*
- *Complesso dello Spirito Santo (16)*
- *Complesso di via Claudio (34)*

Gli studenti, in ciascuna delle sedi, sono stati divisi in gruppi a cui è stato affidato un sistema di edifici o un edificio singolo, questo per evitare l'invio contemporaneo della stessa segnalazione. Sono state poi effettuate delle rotazioni, tra i gruppi assegnati al medesimo luogo, per far sì che le segnalazioni inviate dai colleghi su un determinato sistema potessero essere aggiornate.
Le segnalazioni in totale sono state 273 di cui 149 relative al complesso di via Claudio, 91 al Complesso dello Spirito Santo e 33 a Palazzo Latilla.

L'analisi delle segnalazioni ricevute ha restituito un quadro pressoché positivo con solo un 8% di segnalazioni inviate in maniera impropria: di cui il 25% di errori relativo a immagini scattate in maniera non corretta, 12% relativo a etichetta di livello 1 elemento tecnico, 22% relativo a etichetta di livello 2 elemento tecnico, e il restante 41% correlato all'etichetta di guasto, con una maggiore incidenza sull'etichetta di livello 2.

Per costruire un quadro più esaustivo emergente dal test di validazione condotto, è stato somministrato un questionario (Figura 4-3) agli studenti a valle della validazione. Il 65% degli studenti ha partecipato al questionario, il campione di 39 utenti era così costituito:

- *9 utenti → segnalazioni su Palazzo Latilla*
- *12 utenti → segnalazioni su Complesso dello Spirito Santo*
- *18 utenti → segnalazioni su Complesso di via Claudio*

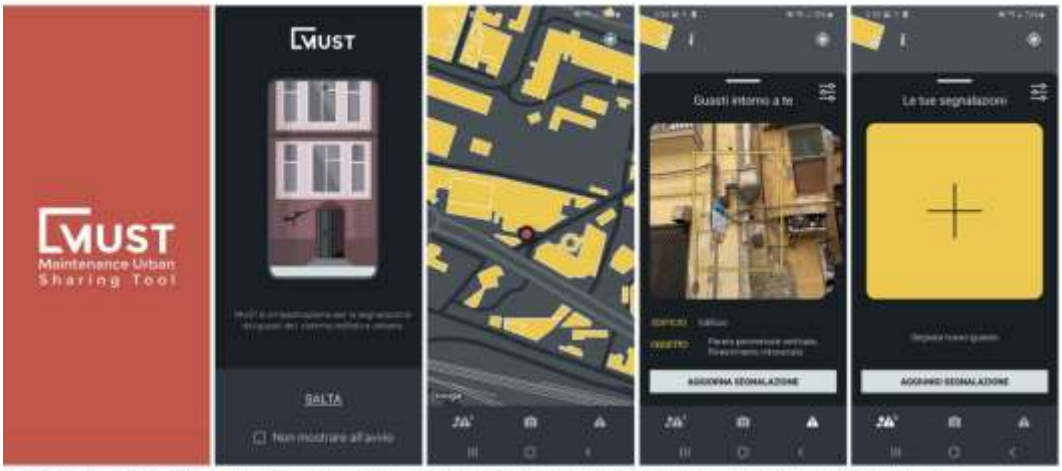
Sono stati indagati:

- *Accettabilità della proposta:*
    - *Il 93,7% del campione utilizzerebbe MUST;*
- *Facilità di utilizzo:*
    - *Il 96,4% del campione ha ritenuto facile l'utilizzo di MUST;*
- *Il tempo necessario alla segnalazione:*
    - *Il 52,6% del campione ha impiegato più di 1 minuto;*
    - *Il 42,1% tra 30 secondi e 1 minuto;*
    - *Solo il 5,3% ha impiegato meno di 30 secondi;*
- *Comprensibilità del linguaggio utilizzato:*

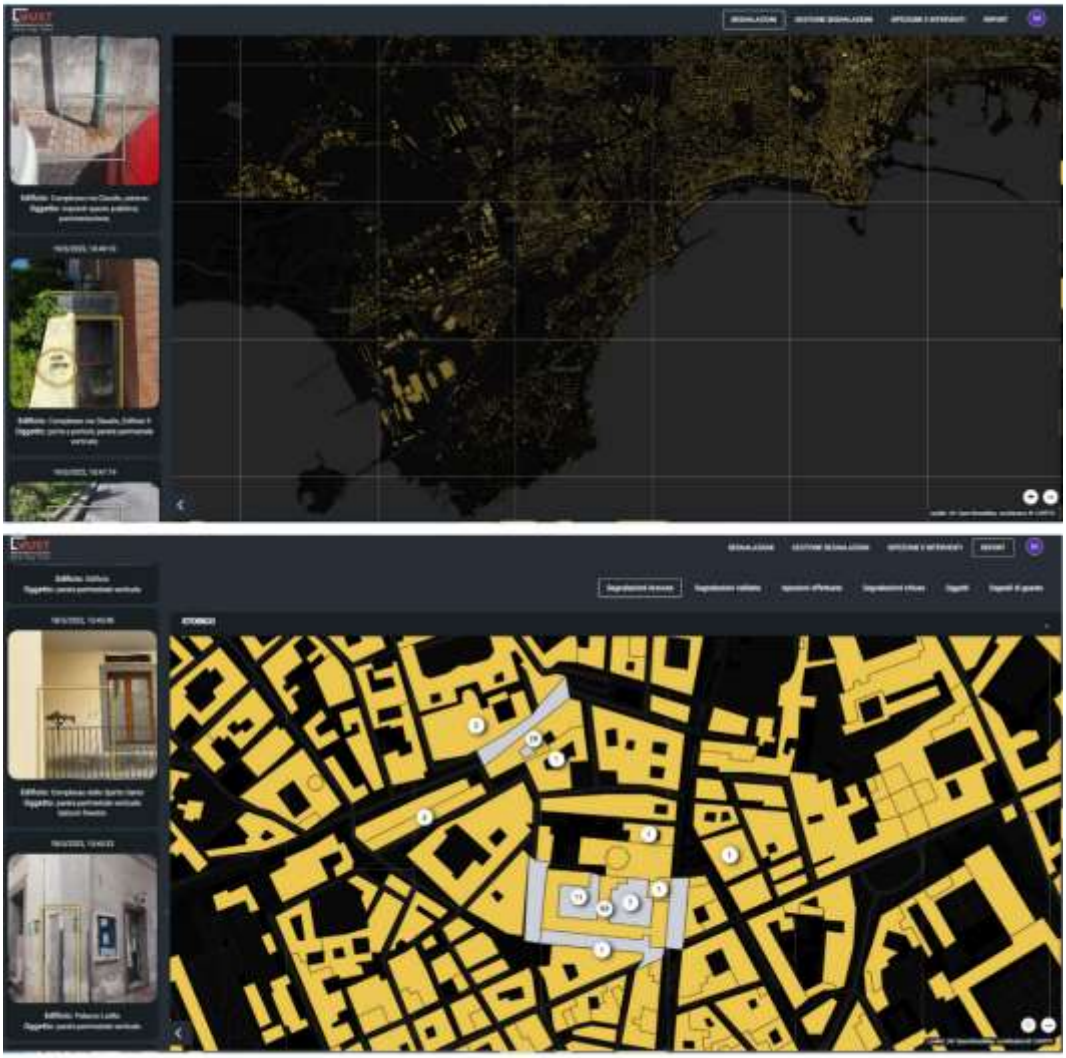
- *Il 94,8% del campione non ha riscontrato eccessiva complessità nel linguaggio;*
- *Il 40% del campione ha associato le difficoltà riscontrate in egual modo al linguaggio del guasto o dell'elemento tecnico;*

- *Riconoscibilità dell'elemento tecnico;*
  - *il 100% del campione non ha riscontrato difficoltà nell'associare l'etichetta di primo livello all'elemento tecnico, solo il 30,8% lo ha ritenuto molto facile;*
  - *la percentuale si riduce in relazione all'etichetta di livello 2;*

- *Riconoscibilità del guasto:*
  - *il 92% del campione non ha riscontrato difficoltà nell'associare l'etichetta di primo livello all'elemento tecnico, solo il 34,2% lo ha ritenuto molto facile, un 2,6% molto piuttosto difficile;*
  - *la percentuale resta invariata in relazione all'etichetta di livello 2, si riduce però il numero di utenti che hanno ritenuto tale associazione molto facile;*
  - *in relazione al flusso semplificato, il 91,7% del campione ha dichiarato di preferire la presenza di etichette da correlare ai guasti;*
  - *non c'è differenza tra la semplicità riscontrata nell'associare un'etichetta o nel descrivere il guasto con un commento.*



Schermate applicazione mobile implementate per la validazione sulle sedi selezionate della Federico II.

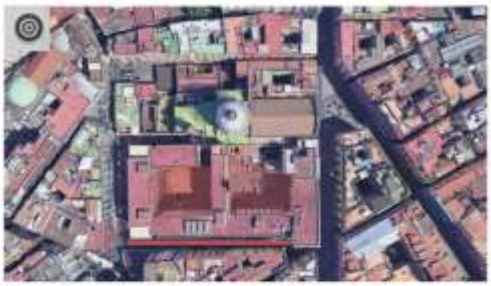


La verticalizzazione implementata per la validazione sulle sedi selezionate della Federico II, ha una homepage che riporta una mappa di Napoli in formato geoJSON.

Figura 4-1: Schermate della versione implementata per la validazione.



Le segnalazioni su Palazzo Latilla hanno riguardato il cortile interno, il prospetto su strada e quello sul terrazzo.



Le segnalazioni sul Complesso dello Spirito Santo hanno riguardato i due cortili interni, il prospetto su via Fornovecchio.







Le segnalazioni sul Complesso di via Claudio hanno riguardato gli spazi esterni e i prospetti dei diversi edifici.

Figura 4-2: Localizzazione delle sedi oggetto della validazione, con indicazione degli spazi e degli elementi dove sono state effettuate le segnalazioni.

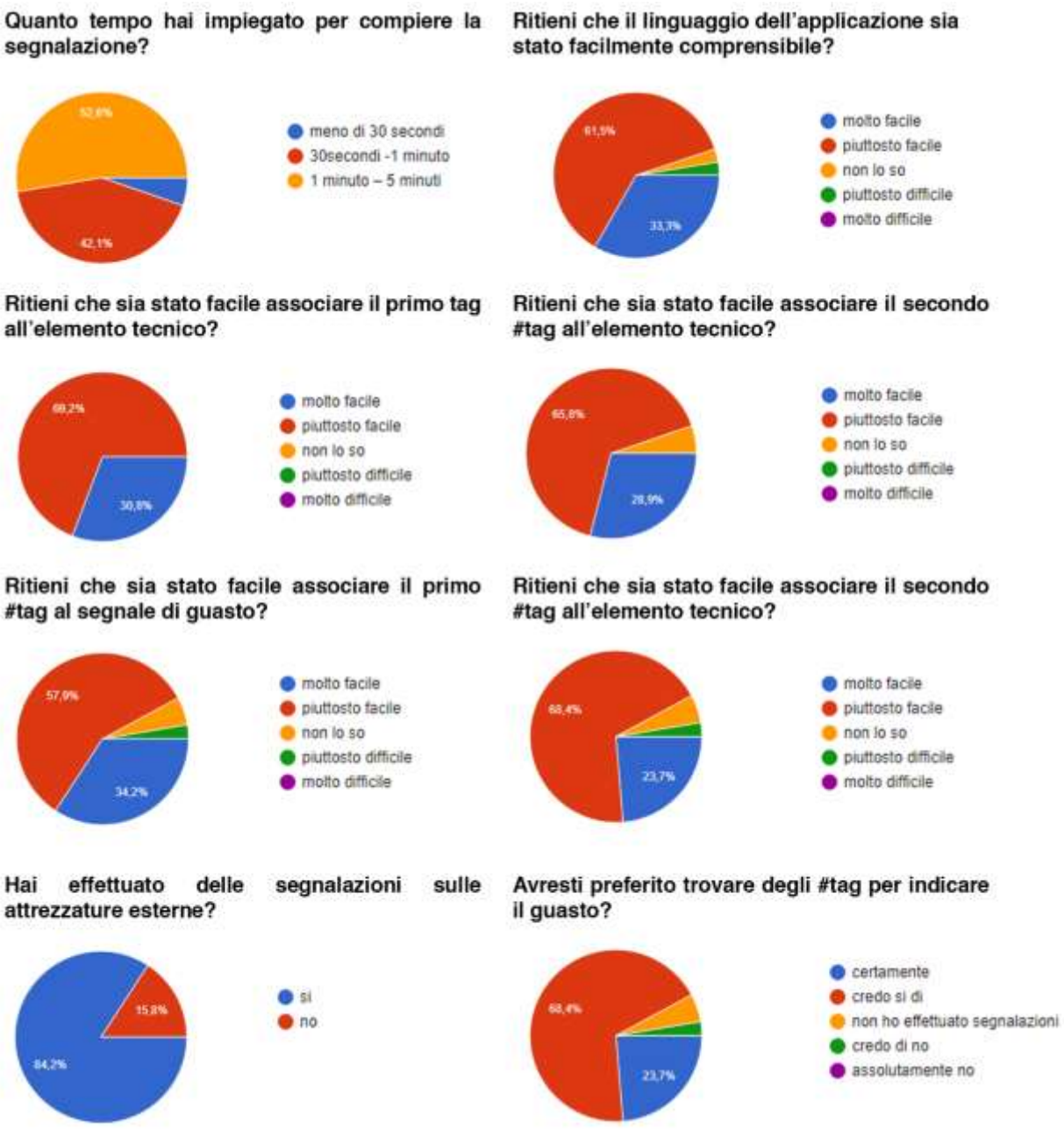


Figura 4-3: Alcune delle domande sottoposte agli studenti attraverso il questionario.

La validazione condotta con gli studenti di architettura è stata utile a tracciare delle linee di indirizzo per il miglioramento dell'applicazione mobile. I riscontri emersi dal dialogo con gli studenti a valle delle validazioni e dal questionario somministrato hanno fatto emergere delle considerazioni da tenere in considerazioni, per lo sviluppo della versione definitiva:

- *i tempi per la segnalazione risultano essere piuttosto lunghi;*
- *l'utilizzo delle etichette di elemento tecnico e guasto facilita la descrizione della segnalazione; gli utenti hanno preferito associare delle etichette piuttosto che inserire un commento descrittivo;*
- *gli studenti sono stati in grado di associare le parti interessate dai guasti alle corrette etichette, sia di primo che di secondo livello;*
- *i segnali di guasto sono comprensibili ad un sapere semi esperto, che nella maggioranza dei casi è stato in grado di associare correttamente l'etichetta alla segnalazione, l'associazione delle etichette relative ai guasti nel dettaglio è risultata più complessa ma la % di errore è comunque tollerabile;*
- *quando le segnalazioni diventano numerose, verificare se un utente precedente abbia già effettuato la segnalazione che si intende fare diventa farraginoso.*

4.2. La sperimentazione nel Porto Antico di Genova

La seconda fase di validazione si è svolta a valle della verticalizzazione dell'applicativo di MUST V.02 per il Porto Antico di Genova.

La scelta di tale area è derivata dall'intenzione di testarne l'utilizzo in un contesto complesso, caratterizzato da disomogeneità e varietà del sistema urbano, molto frequentata, soglia tra l'ambiente costruito e il sistema naturale,

all'interno di un progetto (Digital Sustainable Harbour 2030) di cui la società ETT era uno dei Partner per la creazione del Digital Twin (DT) del Porto di Genova, per una gestione innovativa e sostenibile dell'intera area.

L'intento era testare e validare l'applicativo con un ventaglio di attori che comprendesse tecnici e gestori dell'area, per testare:

- *Il dialogo tra MUST v.02 e il DT*
- *la scomposizione del sistema urbano su uno spazio pubblico e costituito da diverse tipologie costruttive in termini di edifici, e una ampia varietà di elementi del sistema urbano;*
- *le categorie di guasti individuati;*
- *il flusso per la gestione della segnalazione a livello di dashboard.*

4.2.1. Il progetto DSH2030

Il progetto all'interno del quale è stata condotta la fase di validazione è il DSH2030 che nasce con l'intento di realizzare un gemello digitale del Porto Antico di Genova, per sperimentare strategie di gestione innovative e sostenibili che siano adattabili e trasferibili ad aree di grande interesse storico, culturale, turistico, attraverso una piattaforma che sfrutta tutte le potenzialità offerte dalle ultime tecnologie; al fine di migliorare e massimizzare l'operatività della struttura gestionale dell'area. La costruzione del gemello digitale si basa sulla disponibilità di un gran numero di dati rilevati attraverso differenti fonti (IoT, sensori, dispositivi mobile) elaborati anche attraverso algoritmi di intelligenza artificiale per la rilevazione di situazioni di alert e per sviluppare previsioni.

Il progetto DSH2030 ha un forte carattere innovativo, in tutte le sue componenti principali. Nel contesto delle politiche di sviluppo europee, il progetto ha attuato modalità e applicazioni innovative di gestione della

conoscenza orientate a promuovere la gestione e lo sviluppo sostenibile di aree complesse. Il gemello digitale potenziato consentirà di monitorare in tempo reale le prestazioni del sistema portuale. Il progetto dimostra che gli strumenti data-driven permettono di supportare efficacemente sia le esigenze espresse dalla committenza, di ottimizzazione continua di tutti i processi (economici, di sicurezza, ambientali) di cui è responsabile, sia di offrire strumenti e modelli adattivi in grado di reagire efficacemente a cambiamenti repentini degli scenari d'uso e delle aspettative degli utenti finali, nonché a possibili nuove emergenze future (Pacifico et al., 2023).

La piattaforma web per il supporto alla gestione dell'area ha una visualizzazione multilivello che rende visibili i dati rilevati e rielaborati, per un'analisi contestuale di più fattori.

In particolare, la raccolta di dati si sviluppa su tre livelli:

1. *installazione di sensori intelligenti;*
2. *installazione di telecamere;*
3. *applicazioni mobile.*

In questo contesto MUST v.02, che rientra all'interno della terza tipologia di rilevatori, diventa uno strumento in grado di aumentare il flusso dati che confluisce nel cloud alla base del gemello digitale e che consente di monitorare un altro importante aspetto performativo dell'area, che contribuisce alla definizione e attivazione di strategie di gestione e valorizzazione che incontrino le esigenze di sicurezza, fruibilità e aspetto richieste dai fruitori dell'area.

4.2.2. La città di Genova e il porto

Genova (estensione 243,60 km², numero di abitanti 583.601, densità abitativa pari a 2.395,7 ab. / km²), è città di mare, in un territorio fragile compresso tra la montagna e il mare, e strettamente legata al suo motore produttivo: il porto. Il waterfront orientale è sempre stato caratterizzato per lo più dalla presenza di funzioni residenziali, quelli orientale e centrale invece hanno costituito fino agli anni 80 un fronte di separazione tra il mare e la città, dopo gli anni 80, gli interventi di rigenerazione messi in atto sono riusciti a generare un canale di apertura e quindi dialogo tra la città e il mare.

Il Porto è parte di un sistema portuale, ports of Genoa, gestito dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale che comprende i porti di Genova, di Prà, Savona e Vado Ligure (Figura 4-4): primo sistema portuale italiano per volumi di traffico merci e passeggeri, diversificazione produttiva e valore economico ed hanno un ruolo centrale sulle rotte attraverso il Mediterraneo (Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale). In particolare, il porto di Genova rappresenta il primo scalo del bacino del Mediterraneo secondo le metodologie di trasporto tradizionali.

L'area territoriale del Porto Antico è descritta dall'arco costiero che si sviluppa dal quartiere del Molo al promontorio di S. Benigno; la gestione delle aree e la programmazione dello sviluppo del Porto Antico è demandata a diversi enti (Figura 4-5): Il comune, l'Autorità di Sistema Portuale, Stazioni Marittime S.p.A. (Società che gestisce cinque terminal passeggeri: Ponte dei Mille e Ponte Andrea Doria sono principalmente dedicati al traffico crocieristico, mentre i tre terminal di Calata Chiappella, Ponte Caracciolo e Ponte Colombo sono quasi esclusivamente dedicati al traffico traghetti. L'area ricopre in totale circa

290.000 metri quadrati di superficie e comprende 12 accosti per circa 3.000 metri di banchine) e La Società Porto Antico di Genova.

Questo dato determina un ulteriore grado di complessità di un'area fortemente frequentata da flussi di lavoratori, cittadini, turisti che necessita di individuare sistemi di gestione della manutenzione, che possano essere appannaggio di diverse categorie di gestori e rispondere alle esigenze di differenti categorie di utenti.

La complessità dell'area, legata alla forte capacità attrattiva, la rendono un'area fragile, estremamente sollecitata non solo dai parametri ambientali, e quindi dalla vicinanza al mare e dalla forte ventosità, ma anche dalle sollecitazioni esterne provenienti dai flussi di frequentatori. Già dal 1992, fino al 1997, è stato registrato un incremento del traffico passeggeri da funzione croceristica del 134% confermando Genova come uno dei principali scali del



Figura 4-4: Schermata dal sito www.portsofgenoa.com, con l'indicazione della perimetrazione dei differenti porti.



Figura 4-5: Suddivisione delle aree del Porto Antico con indicazione degli enti gestori.

Mediterraneo[55]. Stesso discorso per quanto concerne il traffico passeggeri da funzione traghetti, questo si è attestato, per il periodo di cui sopra su valori stabili vicini ai due milioni di unità. Le movimentazioni di passeggeri legate ai traghetti riguardano essenzialmente le esigenze di collegamento e interscambio tra la terraferma e le isole e tra località costiere diverse[56]. Dall'analisi del traffico passeggeri dal 2011 al 2018, per crociere e traghetti, condotta dall'ufficio statistiche dell'Autorità Portuale di Genova, emerge che il traffico passeggeri complessivo (nei porti sotto la giurisdizione dell'Autorità portuale di Genova – Savona e Vado Ligure + Genova e Prà-) si è attestato attorno ai 3 milioni di unità annue.

---

[55] *Piano regolatore Portuale, scenari evolutivi, pag.53*

DINAMICA DEL TRAFFICO PASSEGGERI DA FUNZIONE CROCIERISTICA NEL PORTO DI GENOVA

1992	1993	1994	1995	1996	1997	Delta
150.716	225.043	293.982	310.528	399.227	353.566	+134%

Fonte : Ufficio Statistiche Autorità Portuale di Genova

[56] *Ibidem, pag. 54*

DINAMICA DEL TRAFFICO PASSEGGERI DA FUNZIONE TRAGHETTI NEL PORTO DI GENOVA

1993	%	1994	%	1995	%	1996	%	1997	%
1.938.168	-4%	2.044.276	+6%	2.028.879	-1%	2.067.798	+2%	2.079.697	-0,6%

Fonte : Ufficio Statistiche Autorità Portuale di Genova

Nel 2020 gli scambi commerciali internazionali e la mobilità delle persone sono stati fortemente limitati dalla diffusione della pandemia di Covid-19, che ha determinato profondi risvolti sui traffici marittimi di merci e passeggeri e dunque sull'attività dei porti mondiali. Nei Ports of Genoa sono arrivate circa 7000 navi (-20% rispetto al 2019) e i traffici di merci hanno raggiunto 58,5 milioni di tonnellate (-14,2%) e 2,5 milioni di TEU (-6,5%). Il settore passeggeri è stato il più colpito: la sospensione delle crociere, dalla primavera all'estate, ha causato una diminuzione del 90% dei flussi di turisti, mentre il traffico dei traghetti si è dimezzato, registrando comunque un deciso incremento rispetto al mese di agosto del 2020 (+27,6%) e chiudendo il mese con 602.574 passeggeri trasportati (-16% rispetto ad agosto 2019). Complessivamente sono passati attraverso i Ports of Genoa oltre 1,5 milioni di passeggeri, dato che consente di affermare che nonostante le difficoltà, il sistema portuale del Mar Ligure Occidentale non ha mai interrotto la sua attività anche durante i momenti più critici della pandemia, assicurando un fondamentale servizio logistico per le regioni del Nord Italia e del Sud Europa[57].

Il traffico da funzione crocieristica ha registrato una movimentazione di oltre 97.000 passeggeri durante il mese di agosto. Un risultato incoraggiante rispetto ai dati dello scorso anno, in cui il mercato crocieristico era fermo a causa delle restrizioni per contrastare la pandemia, ma ancora lontano dai 197.708 passeggeri registrati nell'agosto del 2019. In termini di risultato progressivo i primi otto mesi del 2021 si chiudono con un volume complessivo di 1.378.925 passeggeri trasportati su navi traghetto, pari al 37,6% in più rispetto allo stesso periodo del 2020, sintomo del flusso di turisti in forte ripresa.

---

[57] *Il porto in numeri, https://www.portsofgenoa.com/it/chi-siamo/porto-numeri.html (visitato in data 05/10/2021)*

4.2.3. Il Porto Antico di Genova

Il Porto Antico rappresenta nel paesaggio genovese un punto di singolare valenza, sia per gli antichi edifici e le mura che al suo interno sono ancora riconoscibili, sia per i nuovi complessi edilizi e le relative destinazioni che hanno garantito la massima fruizione pubblica del sito. La sua configurazione attuale deriva da un processo di rigenerazione urbana cominciato essenzialmente nel 1992, attraverso tre tappe fondamentali:

- *1992, Esposizione internazionale. Cristoforo Colombo la nave e il mare, anche detta Expo Colombiana;*
- *2001, Vertice del G8;*
- *2004, Genova Capitale Europea della Cultura;*

e che ancora oggi continua nella strutturazione e completamento di progetti che mirino a connettere la città al mare. Un'area complessa, la cui attrattività deriva dalla *mixitè* funzionale che la caratterizza e dell'alternanza di spazi aperti e chiusi che consentono di rispondere alle differenti esigenze di city users e di turisti.

In particolare, la validazione si è svolta all'interno delle aree identificate come aree dell'Expo del 1992, indicate alla lettera i) dell'articolo 6 della legge 31 dicembre 1993 n° 579 (Expo') che sono state oggetto di sdemanializzazione e che sono oggi gestite dalla Società Porto Antico. Quest'ultima costituita il 30.12.1994 e operativa dal gennaio 1995, ha avuto dal Comune di Genova in concessione fino al 2050 tutti gli spazi dell'area del Porto Antico: oltre 130.000 metri quadrati di cui 71.000 metri quadrati di superficie coperta e 59.000 metri quadrati all'aperto (

Tabella 4-1, Tabella 4-2). Qui, le funzioni legate al passato hanno subito solo una trasformazione parziale, come dimostra la coesistenza di strutture preposte a nuove funzioni con altre ancorate alla tradizione passata, vedi la sede dell'autorità portuale (Palazzo San Giorgio) e per i moli preposti al traffico crocieristico (Ponte dei Mille e Ponte Andrea Doria).

La grande operazione di trasformazione, riqualificazione che ha visto protagonista il Centro storico ed il *waterfront* portuale, ha contribuito, in modo determinante, a innescare processi di reversibilità delle tendenze al degrado, fisico, economico e sociale, che erano in atto in molte parti dell'area centrale, permettendo la connessione fra il bacino portuale e l'antico nucleo del capoluogo, attraverso la creazione di un nuovo spazio sul mare, aperto alla città (Gastaldi F., 2009). È su questa linea che diventa fondamentale testare un applicativo innovativo, che riesca a rendere partecipe del processo di monitoraggio delle componenti del sistema urbano, i numerosi fruitori dell'area.

Tabella 4-1: Funzioni e dimensioni di massima del sistema degli spazi aperti.

Area	Dimensioni di massima	Funzioni e attività
Calata Gadda	*configurazione per 5.250 persone.*	*Calata Gadda è una grande piazza interamente affacciata sul mare, situata in fondo al Molo Vecchio dove sono ubicati i Magazzini del Cotone, a un passo dalla Lanterna, simbolo storico e culturale della città di Genova.*
Arena del mare	*Ospita fino a 5000 persone*	Una piazza sul mare che, in occasione dell'estate, si trasforma in un teatro all'aperto. Inoltre, location ideale per esposizioni di veicoli e *test drive.*
Aree esterne Magazzini del cotone	*Superficie utilizzabile: mq 2.000*	*Gli spazi esterni sul mare contigui ai Magazzini del Cotone: la vasta Testata di Molo e la Banchina del Molo Vecchio, costituiscono* un'estensione esterna naturale dei Moduli per allestimenti particolari *o la collocazione di veicoli in esposizione.*
Area Pedonale di Porta Siberia	*600 mq*	l'Area pedonale di Porta Siberia si presta perfettamente a ospitare *happening culturali e sportivi, stand promozionali ed eventi di ogni genere.*
Piazzale Mandraccio	*2.300 mq*	*Vera e propria piazza della città, circondata di storia, luoghi* d'interesse *culturale, scorci di natura e musei, Piazzale Mandraccio è* una grande area fronte mare che si estende dall'omonimo varco *pedonale fino a Porta Siberia*
Calata Falcone e Borsellino	*4.000 mq*	Calata Falcone Borsellino situata all'ingresso pedonale del *Porto* Antico, tra il Bigo e l'Acquario di Genova, si affaccia direttamente sul mare ed è uno degli spazi dell'Area più frequentati dai visitatori. Si *presta ad Eventi business e lesure: presentazioni di prodotti, stand promozionali, manifestazioni sportive, fiere ed esposizioni*
Isola delle chiatte	*600 mq*	*Struttura galleggiante formata da una serie di chiatte su cui è stato costruito un basamento di legno con ringhiera di protezione e alcune panchine. Ideale per progetti musicali, cori o performance sonore di classica o elettronica ma anche per spettacoli teatrali, reading e interviste.*
Piazza delle Feste	*2000 mq*	*Affacciata sul mare e coperta in parte da una tensostruttura sostenuta dai bracci del Bigo, è uno spazio coperto che si*

		contraddistingue per la sua particolare versatilità. Adatta per concerti, spettacoli teatrali e di danza.

Tabella 4-2: Funzioni e superfici coperte di massima di alcuni degli edifici del Porto Antico di Genova

Edificio	Superficie coperta	Funzioni e attività
Magazzini del cotone e centro congressi	*11.800 mq*	*Magazzini del Cotone è una delle principali strutture del porto antico di Genova. Comprende Centro Congressi sito negli ultimi sei moduli dei Magazzini del Cotone: un'area dedicata a convegni, esposizioni e attività collaterali; comprendente 12 sale con 19 possibili layout, contraddistinte dai nomi della rosa dei venti. Un Auditorium con una capienza di 1480 posti, divisibile in due sale speculari da 740 posti.*
Porta Siberia	*600 mq*	Porta Siberia, realizzata dall'Architetto Galezzo Alessi, è l'unica porta *ancora esistente tra quelle costruite a Genova nel XVI e XVII secolo. Oggi accoglie esposizioni personali e collettive, mostre sia artistiche che fotografiche.*
Eataly	*2000 mq*	*Riconvertito nel 1992 ad area espositiva e multifunzionale, oggi ospita gli uffici di Porto Antico di Genova S.p.A, l'Infopoint, ristoranti, bar, negozi e la sede genovese di Eataly con i suoi 2.000 metri quadrati, e una splendida vetrata sul porto.*

4.2.3.1. Strumenti urbanistici per la gestione della manutenzione dell'area

Come già anticipato l'area ove si è tenuta la validazione dell'applicativo è quella corrispondente all'area dell'Expo del 1992. All'interno del PUC (Figura 4-6) rientra tra gli ambiti del territorio urbano ACO-L: Ambito complesso per la valorizzazione del litorale, e costituisce l'arco costiero in regime di conservazione; infatti, le uniche tipologie di intervento consentite sono:

- *ristrutturazione edilizia: consentita purché prevista da un progetto che ne dimostri la compatibilità sotto il profilo architettonico, funzionale e paesaggistico;*
- *sostituzione edilizia: consentita nell'ambito del lotto contiguo disponibile salvo che per gli edifici significativi sotto il profilo monumentale, architettonico, paesaggistico o documentario e che costituiscono parte integrante dei complessi che caratterizzano l'Ambito;*
- *nuova costruzione: non consentita.*

All'interno del regolamento edilizio associato al PUC, vi è una sezione (Capo II) interamente destinata alla disciplina degli spazi aperti, pubblici o di uso pubblico. Gli elementi del sistema urbano, che si possono individuare all'interno del RE sono:

- *Strada*
- *Portici pubblici*
- *Piste ciclabili*
- *Aree per il parcheggio*
- *Piazze e aree pedonalizzate*
- *Chioschi e dehors su suolo pubblico*

- *Recinzioni su spazi pubblici*
- *Elementi di arredo che si trovano sulle strade*
- *Insegne commerciali, vetrine*
- *Cartelloni pubblicitari*
- *Serramenti esterni degli edifici*

Molte sono le indicazioni relative al tipo di materiale da utilizzare per il trattamento delle superfici, e le dimensioni che i diversi elementi dello spazio urbano devono avere. Attenzione particolare è posta alle pavimentazioni storiche, per cui è richiesto – nel caso di intervento di integrazione o sostituzione – l'uso di materiali e tecniche tradizionali; e ai requisiti di sicurezza per i luoghi pubblichi in termini di sicurezza d'utenza e ambientale.
Al Capo V (*Recupero urbano, qualità architettonica e inserimento Paesaggistico. Pubblico decoro, manutenzione, recupero urbano e sicurezza delle costruzioni e dei luoghi)* il decoro degli edifici è demandato alla cura da parte dei proprietari, in termini di obbligo da parte degli stessi; tutti gli elementi costituenti i fronti degli edifici (gli intonaci e le relative tinteggiature, gli infissi, le ringhiere, i parapetti, le gronde, le tende, le insegne e le scritte pubblicitarie autorizzate) devono essere mantenuti in buono stato, e garantire quindi la qualità del sistema urbano in termini di aspetto e sicurezza.
La manutenzione del verde e disciplinata dal *Regolamento comunale del verde* volto a "tutelare il verde pubblico e privato della città, perché riconosciuto come importante risorsa naturale e patrimonio storico - ambientale della città". È la stessa autorità comunale che deve eseguire, sul verde di proprietà comunale, interventi colturali ed operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, e deve fornire ai cittadini linee guida ovvero pareri prescrittivi e vincolanti finalizzati alla realizzazione ed alla

gestione del verde. Nonostante sia presente un regolamento che disciplina la gestione, la tutela, l'utilizzo e il nuovo insediamento di specie arbustive, non c'è rimando ad una gestione condivisa del verde e né tantomeno a strumenti per l'attuazione di strategie di manutenzione programmata o preventiva.

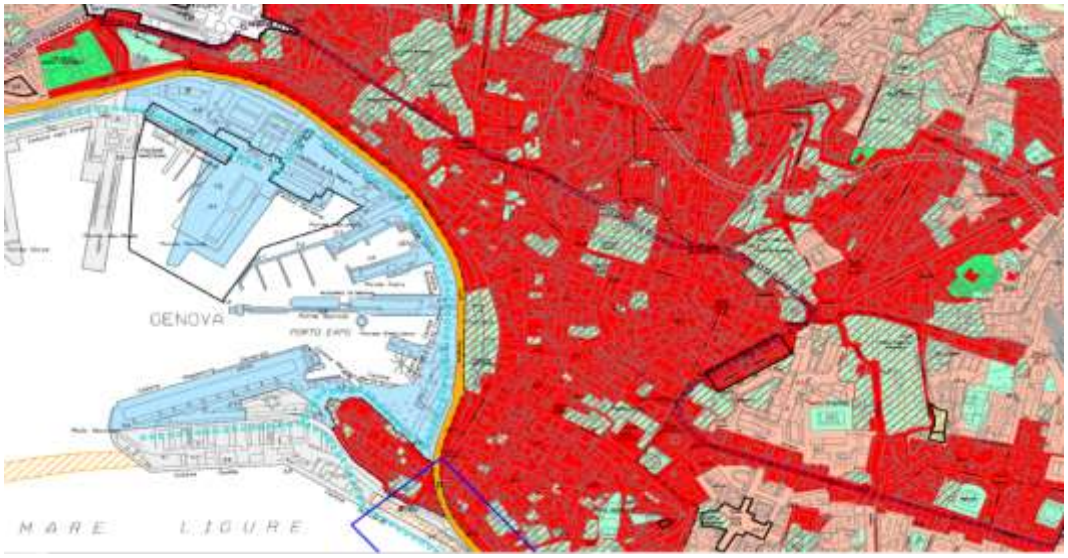


Figura 4-6: Stralcio TAV.38_ Piano Urbanistico Comunale della Città di Genova: Il Porto Antico, in azzurro, è riconosciuto come ambito complesso per la valorizzazione del litorale.

4.2.4. Il processo di validazione

Prima della fase di validazione, è stata svolta un'indagine propedeutica alla progettazione della verticalizzazione dell'app MUST.v02 sull'area su indicata gestita da Porto Antico S.p.A.. Nel dettaglio, le fasi propedeutiche alla validazione sono state le seguenti:

1. *individuazione della perimetrazione dell'area così come indicata alla lettera i) dell'articolo 6 della legge 31 dicembre 1993 n° 579 (Figura 4-6)*
2. *Interviste agli stakeholder privilegiati*
3. *Individuazione degli edifici e delle aree sottoposti alla gestione della società Porto Antico S.p.A.*

4. *Scomposizione e codifica del sistema urbano secondo la scomposizione riportata nel § 3.1.1*
5. *Redazione di una scheda anagrafica del sistema ambientale urbano*
6. *Ricognizione dei guasti ricorrenti per ciascun sistema/elemento individuato*
7. *Testing della piattaforma*

4.2.4.1. Perimetrazione dell'area e individuazione degli attori

La perimetrazione dell'area ha seguito le indicazioni fornite dai tecnici della Società Porto Antico, per comprendere in primis gli edifici e le aree che vi rientravano, e poi per riprendere un tipo di organizzazione della gestione già consolidata. Sono state individuate le aree e gli edifici rientranti nella perimetrazione e successivamente le aree e gli edifici la cui gestione è affidata alla società Porto Antico SpA che, nella fattispecie, non si occupa della manutenzione dell'acquario, del padiglione dei cetacei, della nave scuola e della biosfera che è gestita da Costa Edutainment SpA (Figura 4-7).

Per individuare le esigenze della Società Porto Antico e per indagare i processi di manutenzione consolidata, sono state condotte delle interviste agli stakeholder privilegiati. In prima istanza è stata strutturata un'intervista al direttore Innovazione Sviluppo e Sostenibilità, interlocutore primo anche del progetto DSH2030; e poi ulteriori interviste condotte all'interno dell'organico della società col responsabile del servizio tecnico e il responsabile della manutenzione.

Dalle interviste è emerso che la società, essendo ente gestore dell'area di proprietà del comune, è responsabile anche della manutenzione dell'area, ma non esiste però un piano di manutenzione dell'area e dei diversi asset.

Inoltre, si è analizzato il flusso e gli strumenti che sono utilizzati per la segnalazione dei guasti e le politiche di manutenzione ed è emerso che le attività di manutenzione soffrono di una limitata digitalizzazione, sono per la maggior parte affidate a ditte esterne, e solo una minima parte è in house(Tabella 4-3). In particolare: le risorse in house sono quattro in grado di svolgere piccoli interventi, ad esempio di pulizia o ripristino di rivestimenti o dell'intonaco; la gestione del verde e degli impianti di illuminazione sono affidate a ditte esterne con contratti di Global Service; mentre per la manutenzione edile, ci si affida di volta in volta, in relazione al tipo di guasto, a ditte locali.

Il Caposervizio dell'ufficio tecnico di porto antico è il decisore unico delle politiche manutentive, delle scadenze e dei costi. Ad oggi, esiste un documento Excel con lo storico degli ordini di manutenzione (data, numero di ordine, descrizione dell'intervento). Data l'esistenza di molte attività che confluiscono all'interno di ordini a consuntivo, l'analisi dello storico è puramente manuale e molto complessa. Le segnalazioni alla società di manutenzione vengono inviate tramite WhatsApp, con feedback telefonico a fine giornata sugli interventi eseguiti. Per quanto immediato, questo flusso non consente il monitoraggio dell'evoluzione del guasto, un feedback relativo ad un'eventuale ispezione o ad un intervento condotti da parte dell'operatore specializzato, né tantomeno un controllo della qualità a seguito degli interventi; non esiste un'interfaccia che consenta di visualizzare nell'immediato le aree e gli elementi più vulnerabili e che costituisca un data base per la manutenzione dell'area.

Gli interventi di riparazione o le ispezioni, seguono una prioritizzazione relativa alla compromissione o meno di: sicurezza, funzionalità, aspetto.

Tra le criticità espressamente segnalate durante le interviste sono state esplicitate alcune attività particolarmente esose in termini di tempo ed energie:

1. *lettura e registrazione dei dati dei contatori. I dati oggi vengono raccolti a mano e collettati dalla società di manutenzione all'interno di un file Excel che viene poi riarrangiato da Porto Antico;*
2. *mappatura delle segnalazioni e degli interventi di manutenzione e monitoraggio dello stato di performance dei differenti asset;*
3. *monitoraggio del surriscaldamento delle colonnine di ricarica delle barche.*

MUST v.02 è stato proposto come strumento in risoluzione della criticità al punto 2, che potrebbe anche collimare con l'interesse della società di conoscere la percezione del degrado da parte dei visitatori dell'area, e di tutti i detentori di attività all'interno degli spazi gestiti dalla società.

Un terzo tavolo di confronto, avvenuto con le figure richiamate sopra, è stato necessario per individuare la suddivisione delle aree e degli edifici, con relativa nomenclatura e codifica, che è stato propedeutico alla implementazione della base planimetrica per l'applicativo MUST v.02.

Sono state distinte tre categorie (edifici, suolo e pontili) che poi sono state fatte rientrare nei sottoinsiemi di piano verticale e piano verticale/inclinato (§ 3.2.1 Tab.2), e a ciascuna di esse è stato assegnato un codice (Figura 4-7), riportato anche all'interno del data base di supporto all'applicativo.

L'area risulta essere complessa, non solo da un punto di vista strutturale, ma anche per la varietà di attori che la fruiscono: oltre agli attori che prendono parte in prima istanza al processo manutentivo, ci sono fruitori diversificati che esprimono esigenze anche molto diverse gli uni dagli altri. In particolare, possiamo individuare 42 conduttori degli spazi dell'area, che svolgono attività

diversificate che per il 47% sono di somministrazione cibi e bevande e per il restante suddivise tra attività culturali, di accoglienza turisti, commerciali e terziario. Possiamo distinguere quindi cinque categorie di fruitori, ognuno con esigenze diverse e potenzialmente interessato ad inviare segnalazioni di segmenti diversi del sistema urbano. Le categorie sono:

- *dipendenti della società Porto Antico S.p.A.*
- *conduttori degli spazi e proprietari delle attività svolte all'interno dell'area*
- *dipendenti delle attività*
- *turisti*
- *cittadini*

Tabella 4-3: Relazione tra fornitori di servizi e servizi erogati.

Fornitore di Servizi		Tipologia di servizio fornito							
1	Rekeep	ELI	ELS	sab	pan	IDR	CAR	FER	VER
2	ASTer	VER							
3	Risorsa In house/ ditta locale	PAV	MUR	ALT					
4	Geam	sab	rif						
5	Boni Spa	pul	gra	ade					
6	Sicuritalia	ASC							
7	Kone	ASC							
8	Pinotti	XXX							
9	Off. Bacigalupi	FER							
10	Maspero	ASC							
11	Rastrello	pul							
12	ILSE	STR	CAR						
13	Tetramarine	MAR							
14	SEAS	MAR							

Note_Tipologia di servizio fornito:

Edile: Pavimentazione (PAV), verticale (MUR), altro (ALT)

Elettrico: interno (ELI), esterno (ELS)

Impianti: ascensori (ASC)

Decoro: graffiti (gra), affissioni abusive (ade), pulizie (pul), rifiuti (rif)

Arredo Urbano: sabaudi (sab), panchine (pan) , altro (XXX)

Verde (VER)

Idraulico (IDR)

Segnaletica: orizzontale (STR), verticale (CAR)

Opere: marittime (MAR)

Carpenteria: metallica (FER)



Figura 4-7: Planimetria dell'area gestita da Porto Antico S.p.A., con indiciazione della suddivisione delle zone e degli edifici con codifica.

4.2.4.2. Il sistema di schedature e la scomposizione del sistema urbano

A valle delle interviste, quindi, è stata individuata una suddivisione degli edifici e delle superfici orizzontali, in base alla prassi operativa espletata all'interno della società Porto Antico SpA. Questo per collegare le informazioni che sarebbero pervenute attraverso l'applicazione mobile per la segnalazione di guasto a un sistema di spazi ed edifici già codificato e destrutturato all'interno della società. Prima di progettare e implementare la verticalizzazione dell'applicativo sono state compilate delle schede descrittive dell'area e del sistema tecnologico, per effettuare una pre-validazione di quanto ipotizzato per MUST v.02 e per un eventuale incremento degli elementi da inserire nella scomposizione del sistema urbano proposta in § 3.2.1 Tab.2. A titolo di esempio si riporta la schedatura compilata per l'edificio Millo e per calata Catteneo. La compilazione delle schede ha dimostrato la validità del sistema di scomposizione progettato, al quale è stato necessario aggiungere degli oggetti che non erano stati inseriti in precedenza. Si è poi proseguito alla predisposizione del data base per MUST v.02 per DSH2030 – utilizzando i codici relativi agli oggetti e agli elementi che erano stati associati allo schema di scomposizione proposto, associandoli, di volta in volta all'elemento del sistema Porto Antico.

SCHEDA DI CONTESTO

DATI IDENTIFICATIVI

Denominazione	Porto Antico
Ente proprietario	Comune di Genova
Ente Gestore	Porto Antico SpA
Localizzazione	Porto Antico di Genova
Altitudine	0m. slm

ORTOFOTO



DESCRIZIONE

Area storica della città, a forte valenza turistico- commerciale. È frutto di una profonda trasformazione cominciata nel 1992 per mano dell'architetto Renzo Piano, che lo rende un luogo iconico di contatto tra la città antica e il mare. Il carattere fortemente turistico è legato alle architetture presenti nell'area (Bigo, Piazza delle Feste, Biosfera, Acquario) attrae numerosi visitatori durante l'intero anno Essa è inoltre un'area polifunzionale. Lo stato di conservazione degli edifici che insistono nell'area è soddisfacente, grazie alla grande importanza che riveste per l'intera cittadinanza. Inoltre, la vicinanza al mare, la forte ventosità, la presenza costante di consistenti flussi di visitatori, la rende un'area molto vulnerabile che necessita di un monitoraggio costante al fine di garantire i livelli di qualità attesa.

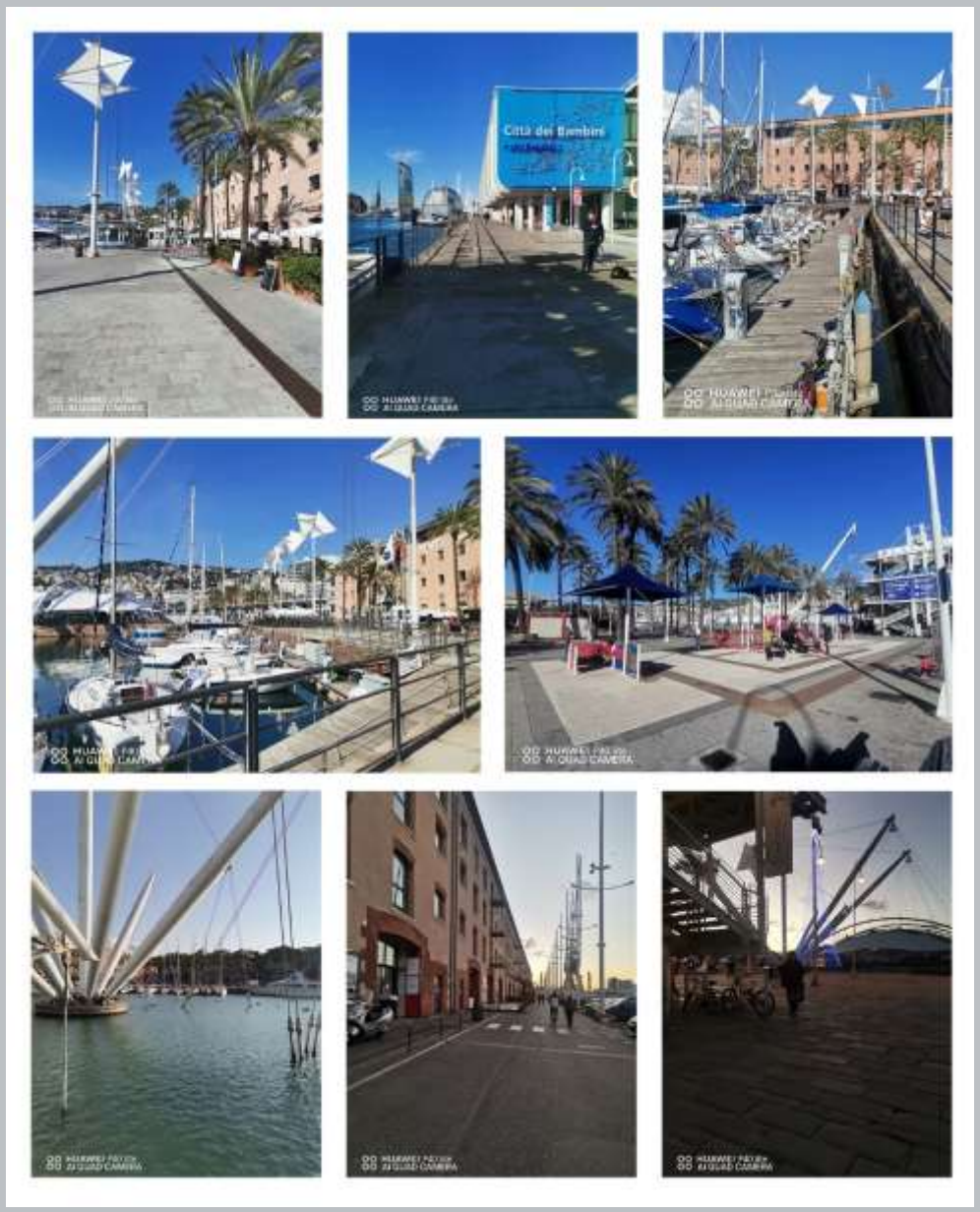
RESTITUZIONE FOTOGRAFICA



ANALISI DESCRITTIVA DELLA CITTA' COME SISTEMA FISICO: SISTEMA AMBIENTALE

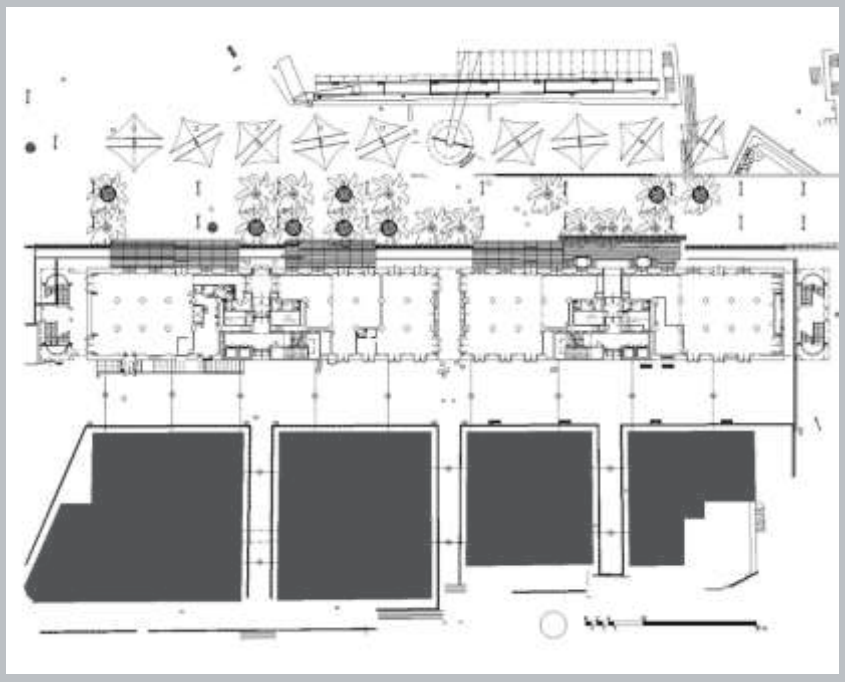
Spazio urbano	Cod.id	Descrizione
Waterfront	PA	Spazio pubblico fronte mare, si sviluppa per una superficie di circa 13 ettari. Definito da piani verticali ovvero edifici, di differenti epoche, tipologie, materiali e da un piano orizzontale altrettanto diversificato, in termini di pavimentazione, attrezzabilità, destinato ad episodi diversi della fruizione dell'area. L'area è interamente destinata al traffico pedonale, e riserva un'area interna di circa 20.000 mq per la sosta dei veicoli. Quasi l'intero volume di traffico veicolare è confinato all'esterno della stessa, dove sono presenti diverse aree destinate al parcheggio a ridosso del confine.

Restituzione Fotografica



ANALISI DESCRITTIVA - CITTA' COME SISTEMA FISICO: SISTEMA TECNOLOGICO

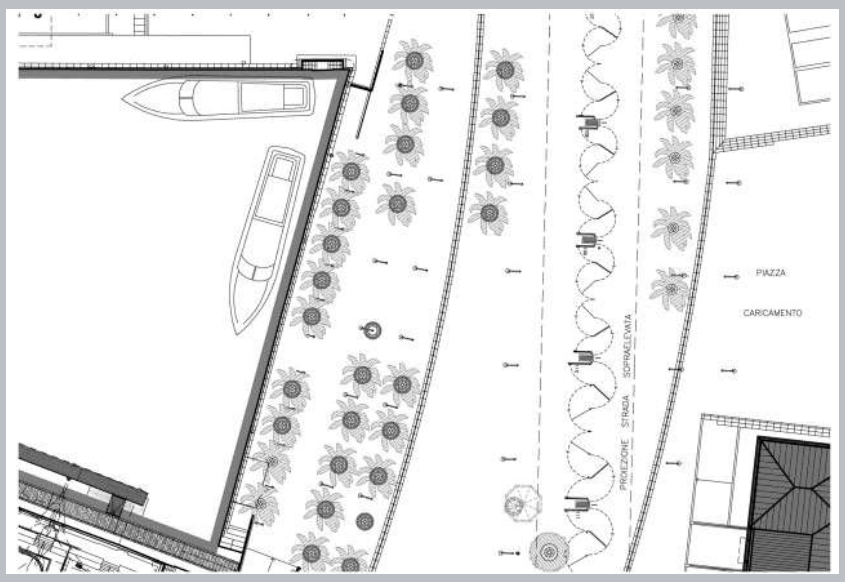
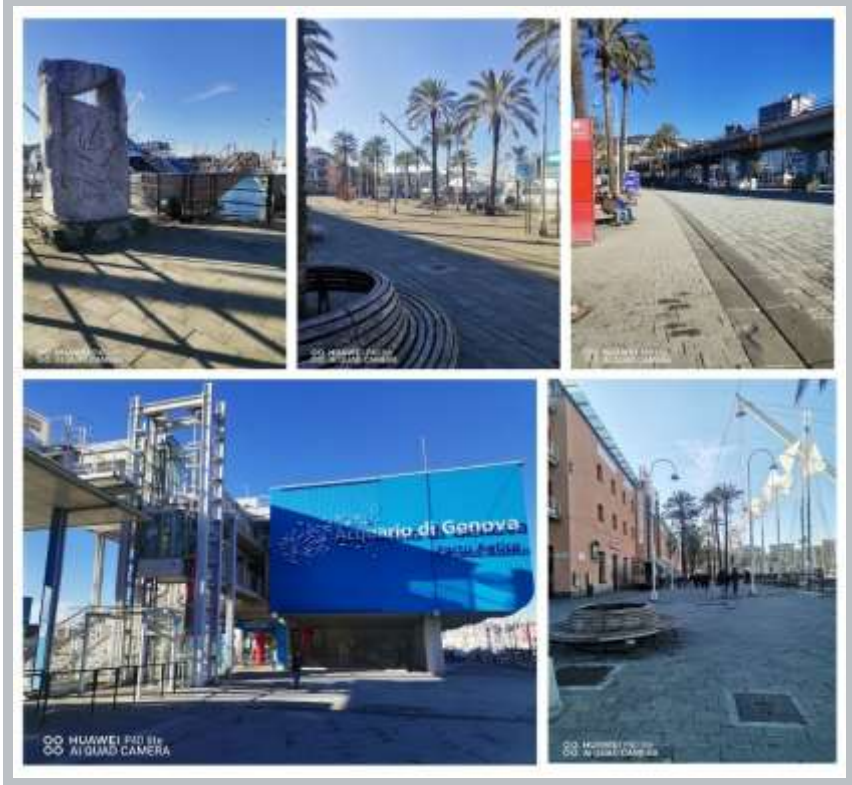
PIANO VERTICALE

Edificio	**Edificio Millo**	**Codice**	**PA.05**
Descrizione	Edificato nel 1877 nell'omonimo quartiere, che storicamente accoglieva i magazzini del Deposito Franco, il lungo corpo di fabbrica dell'Edificio Milo presentatva inizialmente una grande tettoia in vetro e ferro che si estendeva fino ai vicini quartieri. Costruito in cemento armato, il fabbricato iniziale prevedeva 5 piani, due dei quali sono stati eliminati per ridurre l'impatto visivo fronte mare e ristabilendo l'equilibrio con gli edifici retrostanti. Riconvertito nel 1992 ad area espositiva e multifunzionale, oggi ospita gli uffici di Porto Antico di Genova S.p.A, l'Infopoint, ristoranti, bar, negozi e la sede genovese di Eataly con i suoi 2.000 metri quadrati, e una splendida vetrata sul porto.		
Restituzione grafica			
Restituzione fotografica			
Numero piani fuori terra	4	*Moduli*	4 (**PA.05.01 / PA.05.02 / PA.05.03 / PA.05.04**)

ELEMENTI VERTICALI

Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod.*	*Utente segnalatore potenziale*

Elementi di separazione e protezione	Parete perimetrale verticale	*cte.v.01.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05. NOTE: L'operatore e il tecnico saranno in grado di osservare l'intera superficie. I fruitori occasionali, se non guidati, osserveranno solo la parte visibile ad altezza uomo.*
	Vetrine	*cte.v.01.01.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Parapetti	*cte.v.01.01.03*	*T, O, F.01, F.02, F.03.*
	Cancelli e grate*	*cte.v.01.01.04*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
Elementi per il passaggio di cose e persone	Porta	*cte.v.01.02.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Finestra	*cte.v.01.02.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03.*
ELEMENTI ORIZZONTALI/INCLINATI			
Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod. Id.*	*Utente segnalatore potenziale*
Elementi per la fruizione	Balconi e logge	*cte.v.02.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03.*
	Scale e rampe	*cte.v.02.01.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03.*
	Ascensore panoramico*	*cte.v.02.01.03*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
Elementi di protezione	Pensiline	*cte.v.02.02.01*	*T, O, F.02, F.03.*
IMPIANTI			
Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod. Id.*	*Utente segnalatore potenziale*
Impianti per la sicurezza	Telecamere di videosorveglianza	*cte.v.03.01.01*	*T, O.*
Impianti per lo smaltimento delle acque	Canali di gronda	*cte.v.03.02.01*	*T, O.*
	Pluviali	*cte.v.03.02.02*	*T, O.*
Impianti per distribuzione reti	Cavi elettrici	*cte.v.03.03.01*	*T, O.*
	Cassette	*cte.v.03.03.02*	*T, O.*
	Tubi di distribuzione	*cte.v.03.03.03*	*T, O.*
	Canaline	*cte.v.03.03.04*	*T, O.*
ELEMENTI ACCESSORI			
Utente segnalatore	*Oggetto*	*Cod. Id.*	*Utente segnalatore potenziale*
Sistemi di comunicazione e pubblicità	Insegne di esercizio	*cte.v.04.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
Elementi decorativi	Edicole votive*	*cte.v.04.02.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Targhe toponomastiche*	*cte.v.04.02.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Epigrafi	*cte.v.04.02.03*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
*Installazioni accesorie**	Dehors *	*cte.v.04.03.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
PIANO ORIZZONTALE / INCLINATO			
Area	**Calata Falcone e Borsellino**	**Codice**	**PA.24.01**
Descrizione	Calata Falcone Borsellino situata all'ingresso pedonale del Porto Antico, tra il Bigo e l'Acquario di Genova, si affaccia direttamente sul mare ed è uno degli spazi dell'Area più frequentati dai visitatori. È un'area altamente attrezzata, con sedute, alberature, sistemi di		

	illuminazione, recinzioni e pannelli e totem informativi, presenta una pavimentazione autobloccante in calcestruzzo.
Restituzione grafica	
Restituzione fotografica	
Estensione	4.000 mq

ELEMENTI VERTICALI

Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod.*	*Utente segnalatore potenziale*
Elementi di separazione / protezione	Dissuasori	*cte.o.01.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*

	Parapetti/Ringhiere	*cte.o.01.01.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Cancelli e grate*	*cte.o.01.01.03*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
ELEMENTI ORIZZONTALI / INCLINATI			
Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod.*	*Utente segnalatore potenziale*
Elementi per la fruizione	Pavimentazione	*cte.o.02.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Verde pubblico	*cte.o.02.01.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
IMPIANTI			
Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod.*	*Utente segnalatore potenziale*
Impianti per l'illuminazione	Lampioni	*cte.o.03.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
Impianti per lo smaltimento delle acque	Canaline	*cte.o.03.02.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Tombini	*cte.o.03.02.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Caditoie	*cte.o.03.02.03*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
Impianti per la segnalazione	tabelle luminose	*cte.o.03.03.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	segnaletica stradale verticale	*cte.o.03.03.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
ELEMENTI ACCESSORI			
Sottoclasse	*Oggetto*	*Cod. Id.*	*Utente segnalatore potenziale*
Arredo urbano	Panchine	*cte.o.04.01.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Cestini per rifiuti	*cte.o.04.01.02*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
	Gazebo informativi	*cte.o.04.01.03*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*
Elementi decorativi	Installazioni artistiche	*cte.o.04.02.01*	*T, O, F.01, F.02, F.03, F.04, F.05.*

Note:
T = Tecnico
O = Operatore
F.01 = Dipendenti PA
F.02 = Conduttori degli spazi e proprietari delle attività svolte all'interno dell'area
F.03 = dipendenti delle attività
F.04 = turisti
F.05 = cittadini

4.2.4.3. I guasti ricorrenti

Una fase del processo di validazione è consistita nel rilievo dei guasti ricorrenti all'interno dell'area del Porto Antico di Genova, valutazione che è servita per:

1. *tracciare una serie di informazioni relative allo stato prestazionale delle componenti del sistema urbano;*
2. *ottenere un riscontro relativo alla categorizzazione dei guasti proposta in questa sede (rif. § 3.2.2.3, Tabella 3-7);*
3. *testare l'applicativo con i tecnici della società Porto Antico;*

4. *ottenere un ulteriore dataset da utilizzare per il training e il testing degli algoritmi di intelligenza artificiale implementati.*

l rilevamento è stato condotto sugli oggetti afferenti al piano verticale, indicando per ciascuna rilevazione le etichette relative al guasto e all'elemento tecnico e la localizzazione in termini di esposizione (Tabella 4-4).

Sono state effettuate 886 rilevazioni di segnali di guasto. L'analisi dei dati (Figura 4-8) ha fatto emergere una preponderanza delle categorie correlate ai segnali di guasto "macchia" e "disgregazione del rivestimento superficiale" che si attestano rispettivamente al 36% e 48%.

L'esercizio condotto in diverse campagne di rilevazione, alcune delle quali in compagnia dei tecnici della società Porto Antico S.p.A., ha dimostrato:

- *l'adeguatezza della categorizzazione dei guasti, nonché la presenza di un ventaglio adeguato di etichette proposte;*
- *l'adeguatezza del flusso destinato alla segnalazione e alle attività manutentive per un sapere esperto; gli stessi tecnici però hanno dichiarato di non necessitare di informazioni così dettagliate da parte del sapere non esperto.*

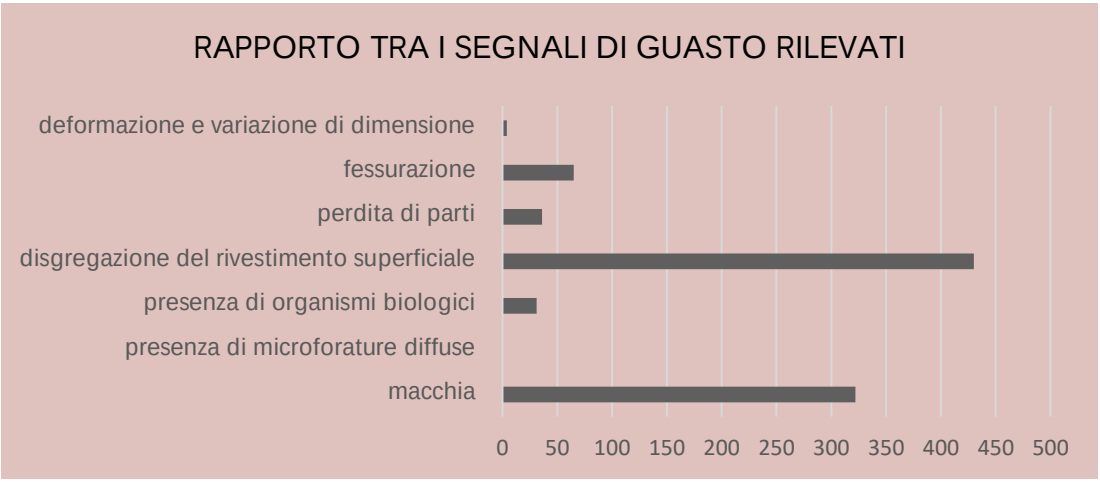


Figura 4-8: Analisi dati emersi dalle campagne di rilevazione.

Tabella 4-4: Estratto dei dati provenienti dalla campagna di rilevamento.

ID	nome	localizzazione immagine	codice foto generica	codice foto di dettaglio	segnale di guasto - tag1	guasto - tag 2	oggetto - tag1	elemento tecnico - tag 2
PA_1	EATALY	prospetto nord - livello 0	1	1.1	Fessurazione profonda	Fessurazione profonda	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.2	fessurazione superciaile	fessurazione superciaile	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.3	macchia	alterazione cromatica	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
					disgregazione del rivestimento superficiale	cavillature superficiali	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.4	macchia	alterazione cromatica	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
					disgregazione del rivestimento superficiale	cavillature superficiali	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.5	macchia	alterazione cromatica	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.6	fessurazione superciaile	fessurazione superciaile	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.7	fessurazione superciaile	fessurazione superciaile	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato
				1.8	macchia	dilavamento	chiusura esterna verticale	rivestimento intonacato

4.2.4.4. MUST v.02 per DSH2030: l'interfaccia per l'invio della segnalazione e per la gestione del guasto

Raccolte tutte le informazioni riportate sopra, è stato possibile procedere alla verticalizzazione dell'interfaccia dell'applicativo mobile e del cruscotto per il gestore, in base alle necessità della committenza.

È stato prima di tutto necessario impostare una planimetria dell'area, che si configurasse come elemento interattivo, composto di oggetti cliccabili dall'utente che invia la segnalazione di guasto tramite applicazione mobile e dal gestore / tecnico che visualizza il cruscotto di gestione. Definire degli elementi univoci è stato necessario affinché i guasti segnalati attraverso l'applicazione mobile si riferissero in maniera univoca ad elementi specifici dell'area. La planimetria è stata redatta mediante il software opensource *QGIS* (Figura 4-9), dal quale poi è stato possibile estrarre un file codice, un *geoJSON* (un formato di interscambio di dati geospaziale con standard aperti che rappresenta semplici feature geografiche e i loro attributi non spaziali), che fosse la base delle due componenti.

Nello specifico si parla di uno strumento di *WebGIS*, ovvero una rappresentazione grafica interattiva di informazioni georeferenziate utilizzabile per fornire informazioni geolocalizzate. Gli oggetti che compongono la mappa sono dei *feature layer*, nello specifico *Polygon* e *Multipolygon* che rappresentano gli edifici presenti nell'area e le superfici orizzontali come strade, piazze, banchine etc. Si è deciso di codificare le *feature* e le *properties* ad esse associate attraverso dei *GeoJSON*. Questo si basa su *JavaScript Object Notation* (JSON) ed è un formato per la codifica di una varietà di strutture di dati geografici. Utilizza un sistema di riferimento di

coordinate geografiche, *World Geodetic System* 1984 (WGS84), e unità di gradi decimali.

Il *GeoJSON* che descrive l'area del porto antico (Figura 4-10), si compone di *feature* con *properties* relative a:

- *nome oggetto*
- *id oggetto*
- *se è un edificio o un elemento orizzontale*
- *contatori associati*
- *area*
- *perimetro*

Alla tipologia di elemento (edificio, o suolo) sono associate delle cromie differenziate in modo da rendere più facilmente leggibile la mappa e le interazioni con i singoli oggetti da parte dell'utente segnalatore e gestore.

Per una migliore comprensione del flusso per la segnalazione del guasto e per la gestione, in allegato è riportato un manuale d'uso con tutte le indicazioni relative all'interfaccia e al funzionamento dell'applicativo MUST V.02 per DSH2030.

L'applicativo, come anticipato, è stato dato ai tecnici della società Porto Antico S.p.A., non è stato possibile effettuare una sperimentazione del prodotto in un lasso di tempo continuativo, ma sono stati organizzati una serie di appuntamenti, dislocati nel tempo, dove i tecnici sono stati accompagnati all'interno dell'area a rilevare i guasti (laddove non fossero ancora stati segnalati) e ad aggiornarli (nel caso di campagne successive, di aggiornamento di segnalazioni già ricevute), per poi gestirli sulla piattaforma per il gestore. Grazie a queste sessioni di *testing* e validazione del dispositivo è stato

possibile avere importanti *feedback* da parte degli utenti che erano stati selezionati:

- *connettere l'applicativo al sistema di rendicontazione dei lavori e quindi alle aziende che svolgono la manutenzione;*
- *Inserire dei codici di intervento univoci;*
- *produrre una reportistica degli interventi svolti.*
- *riduzione del numero di informazioni trasferite dal sapere non esperto attraverso le segnalazioni (risulterebbero sufficienti una foto di inquadramento e una di dettaglio, con associate delle informazioni generiche sul guasto e sull'elemento tecnico).*

La validazione, inoltre, rientrando all'interno di un progetto più ampio, ha fatto diventare le segnalazioni una componente del sistema di supporto decisionale (SSD) implementato per DSH2030 (Figura 4-11). L'SSD si pone come risposta operativa per il Facility Manager durante le sue operazioni di supervisione relative a *Energy Management, Risk Management, Data Collection e Data Analytics,* Manutenzione *e Data Monetization*, per rispondere costantemente e in maniera ottimale alle esigenze di sicurezza, benessere d'utenza, fruibilità e attrattività; MUST v.02 al suo interno, diviene lo strumento demandato al monitoraggio del sistema tecnologico urbano. Inoltre, essendo la SSD una piattaforma *multilayer*, dove è possibile confrontare in maniera contestuale dati differenti, è possibile fare delle analisi comparate sui guasti insorti, o sull'urgenza sociale percepita per alcune aree in relazione, ad esempio, alla presenza di flussi di utenti.

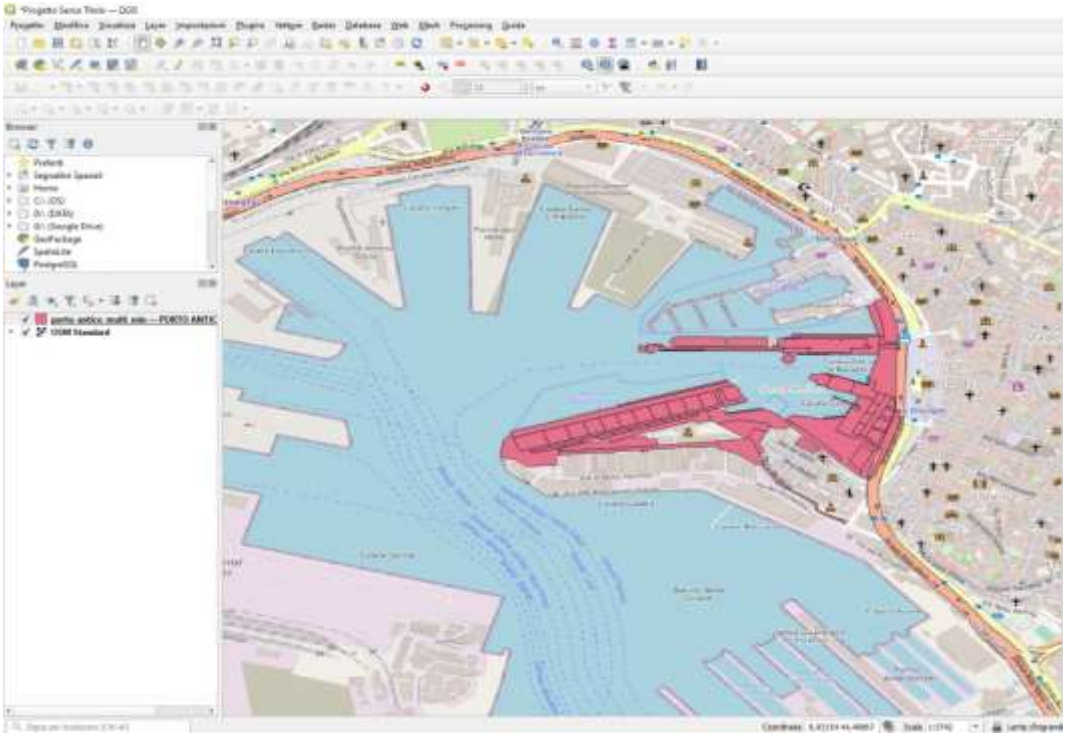
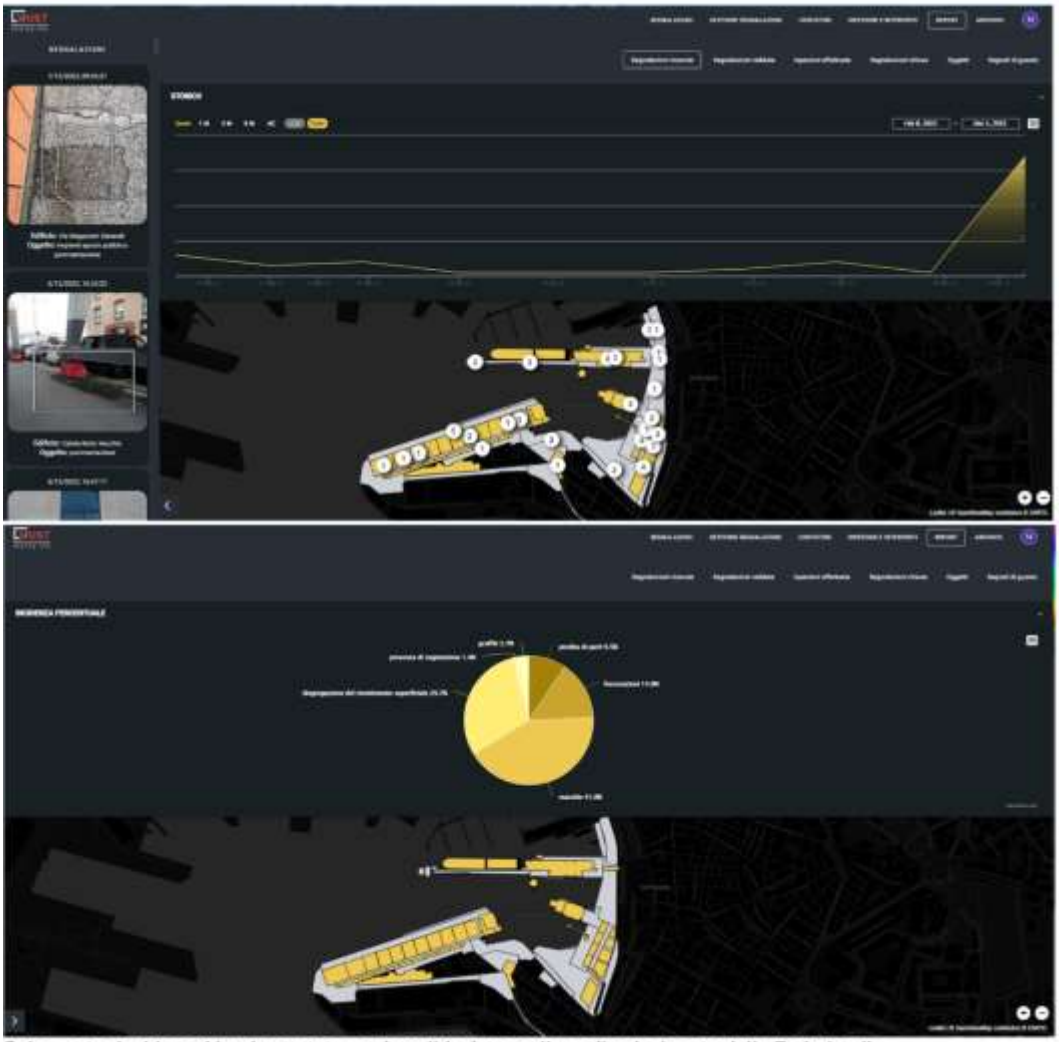


Figura 4-9: Planimetria dell'area implementata con il software QGIS.


```
object{2}
   type:FeatureCollection
   features[77]
      0{3}
         type:Feature
         properties{2}
            name:Magazzini del cotone M01
            id:PA.01.01
         geometry{2}
            type:Polygon
            coordinates[1]
               0[8]
      1{3}
         type:Feature
         geometry{2}
            type:Polygon
            coordinates[1]
         properties{2}
            name:Magazzini del cotone M02
            id:PA.01.02
      2{3}
         type:Feature
         geometry{2}
            type:Polygon
            coordinates[1]
         properties{2}
            name:Magazzini del cotone M03
            id:PA.01.03
```


Figura 4-10: File di configurazione planimetria dell'area.



Schermate dashboard implementate per la validazione sulle sedi selezionate della Federico II.



Schermata SSD progettata per il progetto DSH2030. Correlazione tra i guasti ricevuti attraverso l'applicazione MUST v.02 e le mappe di densità.

Figura 4-11: schermate delle dashboard di MUST per DSh2030 (sopra) e dell'SSD per DSH2030 (sotto).

Questo sistema di spazi necessita di una gestione della manutenzione coordinata e declinata alle diverse esigenze che ogni area o edificio porta con sé in relazione alle caratteristiche architettoniche e tecnologiche delle componenti del sistema, ma soprattutto ai rispettivi utenti e fruitori. L'applicativo MUST v.02 consente al committente/proprietario di tenere costantemente monitorato l'intero sistema, attraverso il monitoraggio dei guasti delle sue componenti per una risoluzione tempestiva delle criticità, controllando dinamicamente i livelli di qualità offerti e rispondendo alle esigenze di sicurezza, fruibilità e aspetto.

Concentrandosi su un gemello digitale *proof-of-concept* sviluppato nel porto antico di Genova, ci si è resi conto di come sia possibile integrare il flusso di dati con il sistema di manutenzione preventiva, con l'intento di estendere l'utilizzo dell'applicativo ai diversi fruitori che attraversano e vivono l'area, per ottenere una mole di dati utile ad un monitoraggio efficace. L'estensione del ciclo di vita degli edifici è un MUST per la comunità, a cui la ricerca risponde con la condivisione allargata dei processi di monitoraggio, aggiornamento e programmazione (Viola et al., 2023).

La validazione inoltre ha dimostrato:

- *nel caso del sistema tecnologico, la agevole implementabilità del sistema, laddove erano risultate mancanti delle componenti del sistema urbano nell'elenco predisposto nella fase di progetto della ricerca; e l'affinamento delle categorie di oggetti osservabili dalle diverse tipologie di fruitori identificate;*
- *nel caso dei guasti l'adeguatezza di un sistema di categorizzazione dei guasti che fosse in grado di descrivere il ventaglio di guasti*

riscontrabile sugli oggetti afferenti al piano verticale del sistema tecnologico urbano (§ 3.2.1, Tabella 3-2);

- *adeguatezza delle componenti mobile e web dell'applicativo in relazione ad un sapere esperto.*

Inoltre, i tecnici della società hanno dichiarato di avere necessità di una segnalazione, da parte del fruitore comune, che sia in grado di far emergere la localizzazione del guasto all'interno del sistema ambientale e tecnologico e che possa anche non riportare le etichette di dettaglio relative sia al guasto che all'elemento tecnico; informazioni, queste, che potrebbero essere inserite anche solo dal tecnico gestore delle segnalazioni ricevute.

Accuratezza, funzionalità e integrabilità sono i requisiti riscontrati e che fanno di MUST v.02 un utile strumento di apporto dati al gemello digitale, per supportare manager e tecnici nel controllo remoto, negli approcci decisionali predittivi e negli scenari adattivi.

4.3. Conclusioni

La ricerca ha condotto a sviluppare l'app MUST v.02, uno strumento operativo dalle molteplici potenzialità, che può essere agevolmente integrato con sistemi digitali di gestione delle informazioni nell'ambito dei processi di manutenzione edilizia e urbana. MUST è un applicativo digitale, finalizzato ad ampliare l'insieme dei soggetti che partecipano attivamente al monitoraggio del patrimonio costruito, includendo l'utenza.

MUST v.02 è frutto di una ricerca di innovazione incrementale incardinata su un processo di trasferimento tecnologico: la costituzione della startup Manitenance Urban Sharing Tool (MUST) S.r.l. derivata dal progetto MEtodologie e Tecnologie per la gestione e RIqualificazione dei Centri Storici e degli edifici di pregio (METRICS). Gli esiti pervenuti da ogni fase della ricerca si attestano come avanzamenti nell'ambito dei processi di collaborazione alla manutenzione del sistema urbano e rispondono agli obiettivi espressi in premessa.

I risultati conseguiti si incardinano su un *background* di studi e ricerche sul tema della gestione e della manutenzione edilizia e urbana, fondati sull'assunto che la qualità dell'ambiente costruito è il risultato di numerosi fattori e molteplici azioni, che intervengono nelle diverse fasi del processo. La gestione di patrimoni immobiliari impone un'organizzazione delle attività manutentive basata sull'individuazione di priorità dettate dagli obiettivi – e dai mezzi – della committenza, nonché dalle esigenze degli utenti. L'incidenza dei costi di manutenzione sul complessivo costo di gestione spinge i soggetti gestori a una progressiva contrazione del personale impegnato nel processo manutentivo. In questo scenario, la diffusione di sistemi digitali contribuisce

a indirizzare le attività di controllo verso modelli che funzionano da remoto, riducendo drasticamente le attività del personale sul campo.

L'analisi a vista, tuttavia, si conferma un'attività centrale, da attuare in prima istanza nel processo di diagnosi, con l'obiettivo di definire una preliminare valutazione dello stato manutentivo generale, di verificare l'evoluzione di fenomeni precedentemente riscontrati o di controllare l'efficacia di interventi manutentivi già realizzati. L'interpretazione dei fenomeni rilevati (segnali di degrado o di guasto) mette necessariamente in campo competenze proprie del sapere esperto, per definire i diversi livelli di approfondimento e le eventuali indagini strumentali necessarie a completare il processo diagnostico. L'applicativo MUST v.02 interviene a supporto di questa fase del processo: permette ai tecnici di effettuare un'analisi a vista da remoto, contenendo drasticamente i costi del monitoraggio. Con la collaborazione degli utenti, che inviano fotografie e descrizioni di specifiche parti del sistema oggetto di gestione, il personale tecnico impegnato nella manutenzione può non soltanto ricevere segnalazioni più dettagliate, ma può monitorare elementi del sistema. MUST v.02, pertanto, consente ai tecnici di verificare periodicamente l'evoluzione di guasti o condizioni di degrado in base a quanto rilevato dagli utenti, evitando, laddove possibile, di ricorrere all'installazione di sistemi fissi di rilevamento e riducendo notevolmente la necessità di effettuare sopralluoghi in situ.

L'app MUST v.02 costituisce un link tra sapere esperto e fruitori dei sistemi edilizi, attivando un processo di collaborazione con un elevato potenziale di educazione alla qualità dell'ambiente costruito. Infatti, l'app determina un positivo "effetto collaterale": stimola gli utenti ad osservare lo stato di manutenzione degli immobili, a riconoscere segnali di guasto e manifestazioni

di degrado e a veicolare ai giusti destinatari le informazioni acquisite. MUST v.02 punta sull'etica di cittadinanza, sulla capacità dei cittadini di sentirsi responsabili e padroni del costruito, alimentando il senso di appartenenza ai luoghi e alla comunità. Tuttavia, per raggiungere un obiettivo tanto ambizioso, è necessario che MUST v.02 costituisca un tassello di un sistema di gestione globale ed efficiente, in grado di restituire un riscontro ai fruitori che collaborano alla cura delle città. Rispondere con efficacia, efficienza e tempestività alle segnalazioni significa alimentare un processo virtuoso, che contribuisce all'incremento della qualità complessiva dell'ambiente costruito.

Il fruitore si trasforma in attore, capace di avere un'influenza sulla programmazione delle attività manutentive e sulla gestione, di orientare il processo in funzione delle proprie priorità. In quest'ottica MUST contribuisce a rendere il processo gestionale "su misura", influenzando l'ottimizzazione del piano di manutenzione in base alle specifiche esigenze d'uso del patrimonio costruito, indicate dagli stessi utenti.

Particolare efficacia dell'app MUST si riscontra nelle attività di collaudo (inteso come verifica ed accettazione) degli interventi di manutenzione di piccola entità. In questo ambito, le problematiche riscontrabili sono essenzialmente legate a due fattori:

- *elevato numero degli interventi da verificare;*
- *esiguo valore economico del singolo intervento.*

La concomitanza dei due fattori rende certamente dispendioso, sia in termini di risorse umane, sia di mezzi tecnici da impiegare, e non necessariamente efficace un controllo sul 100% degli interventi (De Medici & Guida, 2002). In questo caso, l'app aiuta i gestori a ridurre il carico di lavoro dei tecnici

impegnati nella fase di monitoraggio, permettendo di ridurre il numero di ispezioni effettuate "in presenza".

In sintesi, MUST v.02:

- *è uno strumento adattabile alle esigenze di proprietari e gestori;*
- *è uno strumento trasferibile ad altri ambiti gestionali;*
- *non è uno strumento che può supportare, da solo, il processo manutentivo e diviene strategico se utilizzato come segmento di software CMMS (Computerized Maintenance Management System) o di DSS (Decision Support Systems) a supporto del Digital Twin;*
- *può dialogare con altri sistemi di monitoraggio (es. sensori) ed esporre i dati rilevati.*

Gli impatti sul processo manutentivo incidono soprattutto sulle fasi di programmazione e controllo e delle relazioni tra gli attori. Ne deriva un incremento di efficacia nelle seguenti azioni:

- *ottimizzazione dei tempi di rilevazione del guasto;*
- *tempestività nella risposta alla segnalazione di guasto;*
- *riduzione del personale necessario al monitoraggio;*
- *riorganizzazione di cronoprogrammi e scadenzario in relazione alle priorità segnalate dagli utenti e dei guasti ricorrenti;*
- *miglioramento delle attività di collaudo di interventi di piccola entità;*
- *dialogo costante e immediato tra fruitori e gestori/proprietari.*

I risultati della ricerca sono stati condivisi e discussi in un tavolo multi-attoriale organizzato nell'ambito di una giornata di studi che si è tenuta presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli 'Federico

II' il 1° giugno 2022. All'iniziativa hanno partecipato differenti figure in rappresentanza del sapere esperto, per evidenziare esigenze ed esperienze correlate ai risultati di ricerca conseguiti. In particolare, sono state invitate alla discussione figure rappresentative delle seguenti categorie di interessi:

- *gestori di grandi patrimoni;*
- *ordini professionali e associazioni di settore;*
- *innovatori nel campo del Facility Management;*
- *università.*

In questo modo, è stato possibile approfondire le potenzialità dell'applicativo in contesti differenti e in risposta a criticità diverse.

A valle di questa esperienza, è emerso che i principali sviluppi futuri della ricerca si muovono in due direzioni: a) la 'personalizzazione' dell'app in funzione del tipo di patrimonio da gestire e del profilo d'utenza; b) la sua integrabilità con sistemi complessi di gestione digitale del patrimonio costruito (in particolare, DSS).

Rispetto alla prima direzione di sviluppo, il sistema di rilevamento dovrebbe essere reso modificabile soprattutto in funzione delle responsabilità di gestione e degli accordi contrattuali stipulati tra proprietario e gestore degli immobili. Il rispetto dei termini contrattuali, in particolare, risulta esigenza prioritaria per il gestore e determina in larga parte le priorità di intervento, prescindendo da più generali e condivisibili obiettivi di qualità dell'ambiente costruito. Inoltre, per potenziare l'efficacia di MUST v.02 è necessario prevedere la progettazione di interfacce dedicate, *custom-tailored* in base alle differenti tipologie di fruitori. Lo sviluppo di interfacce alternative, da selezionare in fase di download dell'app, richiede una preventiva attività di definizione di profili d'utenza differenziati, in base ai quali l'app consente di

selezionare le funzionalità accessibili. In linea con questo approccio, un potenziale sviluppo dell'app è l'introduzione di sistemi di *gamification*, finalizzati a incentivarne l'uso da parte degli utenti meno disposti alla partecipazione attiva. Lo studio dell'interfaccia utente, pertanto, richiede un'attività preliminare di rilevamento delle abitudini di gruppi di potenziali utenti nell'uso di sistemi digitali, orientata a definire le più efficaci forme di premialità e meccaniche di gioco da aggiungere all'app.

Bibliografia

Capitolo 1

Agyei Ampofo, J., Bindeouè Nassè, T., Twumasi Amoah, S., Peprah, K., & Author, C. (2020). Stakeholders responsibilities in public SHS buildings maintenance practices in the Wa municipality. In International Journal of Management & Entrepreneurship Research (Vol. 2, Issue 3). www.fepbl.com/index.php/ijmer

Allegrini, G., & Paltrinieri, R. (2018). Partecipazione e collaborazione negli interventi di comunità: l'esperienza dei laboratori di quartiere del Comune di Bologna. Partecipazione e Collaborazione Negli Interventi Di Comunità: L'esperienza Dei Laboratori Di Quartiere Del Comune Di Bologna, 29–44.

Al-Sehrawy, R., & Kumar, B. (2020). Digital twins in architecture, engineering, construction and operations. A brief review and analysis. International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, 924–939.

Arbizzani, E. (1991). MANUTENZIONE E GESTIONE DEGLI EDIFICI COMPLESSI. Requisiti, strumentazioni e tecnologie. (4th ed.). Ulrico Hoepli Editore S.p.A.

Arca, J. G., & Prado, J. C. P. (2008). Personnel participation as a key factor for success in maintenance program implementation: a case study. International Journal of Productivity and Performance Management.

Atta, N. (2021). Smartness in the Built Environment: Smart Buildings and Smart Cities. In N. Atta (Ed.), Internet of Things for Facility Management:

Strategies of Service Optimization and Innovation (pp. 11–35). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62594-8_2

Atta, N., & Talamo, C. (2017). IoT e Big Data: prospettive di innovazione per il FM. Facility Management Italia, 34, 15–23.

Atta, N., & Talamo, C. (2018). Smart City e ICT: innovazione nella gestione dei servizi di FM urbano. Facility Management Italia, 36, 18–27.

Atta, N., & Talamo, C. (2020). Facility Management Services in Smart Cities: Trends and Perspectives. INTERNATIONAL SYMPOSIUM: New Metropolitan Perspectives, 220–230.

Au-Yong, C. P., Ali, A. S., & Ahmad, F. (2014). Improving occupants' satisfaction with effective maintenance management of HVAC system in office buildings. Automation in Construction, 43, 31–37. https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2014.03.013

Au-Yong, C. P., Ali, A. S., & Ahmad, F. (2015). Participative mechanisms to improve office maintenance performance and customer satisfaction/Cheong Peng Au-Yong, Azlan Shah Ali and Faizah Ahmad. Journal of Performance of Constructed Facilities, 29(4), 04014103.

Au-Yong, C. P., Ali, A. S., Ahmad, F., & Chua, S. J. L. (2017). Influences of key stakeholders' involvement in maintenance management. In Property Management (Vol. 35, Issue 2, pp. 217–231). Emerald Group Publishing Ltd. https://doi.org/10.1108/PM-01-2016-0004

Basilicata, D. (2018). Smart Global Service: l'esperienza del comune di Fara in Sabina. Facility Management Italia, 35, 21–29.

Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. The European Physical Journal Special Topics, 214(1), 481–518.

Bernardini, V. (2008). ATTI 1° FORUM NAZIONALE SUI PATRIMONI IMMOBILIARI E URBANI PUBBLICI (VIRGINIA BERNARDINI, Ed.). EDICOM.

Bossi, S. (2013). Riflessioni sul servizio ispettivo attivato per un sistema di ville gentilizie del nord-Milano. Rivista Dell'istituto per La Storia Dell'arte Lombarda, 9, 63–72.

Bottino, P. L. (1999). Il "Global Service" per la manutenzione della città: l'esperienza del comune di Bologna. In S. Curcio (Ed.), Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Modelli, Strumenti e Servizi innovativi. (pp. 141–165). Maggioli Editore.

Brunone, F., Cucuzza, M., Imperadori, M., & Vanossi, A. (2021). From Cognitive Buildings to Digital Twin: The Frontier of Digitalization for the Management of the Built Environment. In Wood Additive Technologies (pp. 81–95). Springer.

BS 3811. (1964). Glossary of general terms used in maintenance organization.

Bujari, A., Calvio, A., Foschini, L., Sabbioni, A., & Corradi, A. (2021). IPPODAMO: A Digital Twin Support for Smart Cities Facility Management. Proceedings of the Conference on Information Technology for Social Good, 49–54.

Caragliu, A., del Bo, C., & Nijkamp, P. (2011). Smart cities in Europe. Journal of Urban Technology, 18(2), 65–82.

Caterina, G. (2005a). Per una cultura manutentiva. Esperienze Applicative Di Recupero Edilizio e Urbano. Liguori Editore Napoli.

Caterina, G. (2005b). Recupero e manutenzione edilizia e urbana. In G. Caterina (Ed.), Per una cultura manutentiva. Percorsi didattici ed esperienze applicative di recupero edilizio e urbano (pp. 37–52). Liguori editore.

Caterina, G., & Fiore, V. (2005). La manutenzione edilizia e urbana: linee guida e prassi operativa. Sistemi editoriali.

Chanter, B., & Swallow, P. (2008). Building maintenance management. John Wiley & Sons.

Cigolini, R., Valentini, S., & Villa, A. N. (2005). Facility management e global service integrato.

Cingano, V. (2002). La gestione della manutenzione del patrimonio e demanio degli enti territoriali mediante Global Services: stato dell'arte. In V. Fiore & P. De Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 343–352). Liguori Editore Srl.

Cioni, F., Femia, B., Fioravanti, F., Mazzoni, M., & Simeone, M. L. (2019). Comune di Firenze: il governo della manutenzione del patrimonio immobilaire. Facility Management Italia , 38, 38–44.

Ciribini, A. L. C. (2016). BIM e digitalizzazione dell'ambiente costruito. Grafill, Palermo.

Cocchia, A. (2014). Smart and digital city: A systematic literature review. Smart City, 13–43.

Commissione Europea. (2019). The European Green Deal. In https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf.

Commissione Europea. (2020). Shaping Europe' s digital future. Publications Office of the European Union.

Commissione Europea. (2021a). Patto dei sindaci per il Clima e l'energia Europa. Https://Www.Pattodeisindaci.Eu/about-It/l-Iniziativa/Il-Patto-in-Cifre.Html.

Commissione Europea. (2021b). Bussola per il digitale 2030: il modello europeo per il decennio digitale.

Conio, P. (2018). Facility Management 4.0: perché stenta a partire? Facility Management Italia, 35, 5–6.

Council of Europe. (2005). Convenzione quadro del Consiglio d'Europa sul valore dell'eredità culturale per la società.

Curcio, S. (1999). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Modelli, strumenti e servizi innovativi. Rimini, Maggioli.

Curcio, S. (2002). Manutenzione Urbana e Patrimoni Immobiliari: caratteristiche del mercato e innovazioni tecnico - normative. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile. Liguori Editore Srl.

Curcio, S. (2017). Dal "mercato sostenibile" al "4.0": verso nuove frontiere per i servizi di Facility Management? Facility Management Italia, 34, 9–14.

Curcio, S., & Talamo, C. (2013). Glossario del facility management. EdiCom, Milano.

De Jesus Santos, A. C., & Cavalcante, C. A. V. (2022). A study on the economic and environmental viability of second-hand items in maintenance policies. Reliability Engineering & System Safety, 217, 108133.

De Medici, S. (2021). BUILDING THE COMMONS? Feasibility and effectiveness in the shared management of the built heritage. La scuola di Pitagora.

De Medici, S., & Guida, V. (2002). Un software per il controllo di qualità delle attività svolte dagli enti gestori dei patrimoni pubblici. In V. Fiore & P. De Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 459–465). Liguori Editore Srl.

Dell'Atti, I. (2007). The everyday maintenance. The users strategic role in the building conservation. In V. Fiore (Ed.), La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano. (pp. 76–79). Lettera Ventidue.

Dembski, F., Wössner, U., Letzgus, M., Ruddat, M., & Yamu, C. (2020). Urban digital twins for smart cities and citizens: The case study of Herrenberg, Germany. Sustainability, 12(6), 2307.

Deng, T., Zhang, K., & Shen, Z.-J. M. (2021). A systematic review of a digital twin city: A new pattern of urban governance toward smart cities. Journal of Management Science and Engineering, 6(2), 125–134.

Di Giulio, R. (1995). La manutenzione programmata. Manuale Di Progettazione Edilizia, 6.

Dioguardi, G. (2002). Manutenzione dei patrimoni gestiti da enti: lo stato dell'arte e proposte. In V. Fiore & P. De Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 335–337). Liguori Editore Srl.

Dioguardi, G., & Ragnini, N. L. (1984). Manutenzione programmata della città. In Autori Vari (Ed.), Città e Terziario. Ente Fiere di Bologna.

Duffuaa, S. O., Al-Ghamdi, A. H., & Al-Amer, A. (2002). Quality function deployment in maintenance work planning process. The 6th Saudi Engineering Conference, KFUPM, Dhahran, 4, 503–512.

Dzulkifli, N., Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Nik Azizan, N. Z. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. Journal of Building Engineering, 44, 102985. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102985

Errandonea, I., Beltrán, S., & Arrizabalaga, S. (2020). Digital Twin for maintenance: A literature review. In Computers in Industry (Vol. 123). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103316

Farahani, A., Wallbaum, H., & Dalenbäck, J.-O. (2019). Optimized maintenance and renovation scheduling in multifamily buildings–a systematic approach based on condition state and life cycle cost of building components. Construction Management and Economics, 37(3), 139–155.

Ferracuti, G. (1990). Per una definizione della manutenzione ambientale. La Manutenzione Urbana", a Cura Di Gianfranco Dioguardi, Ed. Il Sole, 24.

Ferreira, C., Silva, A., de Brito, J., Dias, I. S., & Flores-Colen, I. (2021). The impact of imperfect maintenance actions on the degradation of buildings' envelope components. Journal of Building Engineering, 33. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101571

Fiore, V. (1998). La manutenzione dell'immagine urbana. Maggioli.

Fiore, V. (2002). Sistemi informativi per la manutenzione. In G. Caterina, F. Castagneto, P. de Joanna, S. de Medici, A. de Virgilio, V. Fiore, P. Laudati, L. Scarcia, & G. Visco Marigliano (Eds.), Il piano di manutenzione informatizzato. Metodologie e criteri per la gestione informatizzata del processo manutentivo. (9th ed., pp. 13–21). Liguori Editore Srl.

Fiore, V. <1959->. (1997). La manutenzione dell'immagine della città%: proposte per un regolamento.

Fiore, V. <1959->, & de Joanna, P. (2002). La manutenzione urbana come strategia di sviluppo sostenibile = Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development: atti del convegno internazionale. Napoli: Liguori.

Fiore, V., & Visco Marigliano, G. (2002). Informazione del processo manutentivo: la concettualizzazione del modello. In G. Caterina & V. Fiore (Eds.), Il piano di manutenzione informatizzato. Metodologie e criteri per la gestione informatizzata del processo manutentivo. (9th ed., pp. 23–36). Liguori Editore Srl.

Føllesdal Tjønn, A. (2018). Digital twin through the life of a field. Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference.

Franciosi, C., Lambiase, A., & Miranda, S. (2017). Sustainable maintenance: a periodic preventive maintenance model with sustainable spare parts management. IFAC-PapersOnLine, 50(1), 13692–13697.

Francis, M. (1989). Control as a Dimension of Public-Space Quality. In I. Altman & E. H. Zube (Eds.), Public Places and Spaces (pp. 147–172). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-5601-1_7

Fucci, F. (2018). Smart Global Service: l'esperienza del comune di Pomezia. Facility Management Italia, 35, 30–35.

Furlanetto, L., & Mastriforti, C. (2000). Outsourcing e global service: nuova frontiera della manutenzione (Vol. 425). FrancoAngeli.

Gao, X., & Pishdad-Bozorgi, P. (2019). BIM-enabled facilities operation and maintenance: A review. Advanced Engineering Informatics, 39, 227–247. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aei.2019.01.005

Gasparoli, P., Livraghi, C., & Totaro, G. (2013). Strategie per la conservazione di sistemi di beni culturali. Il progetto verso un Monumentenwacht in Lombardia. Attivare e gestire un servizio ispettivo per un sistema di ville gentilizie del nord- milano. Rivista Dell'istituto Per La Storia Dell'arte Lombarda, 45–58.

Gasparoli, P., & Talamo, C. (2006). Manutenzione e recupero. Criteri, metodi e strategie per l'intervento sul costruito. Alinea Editrice.

Grieves, M. (2002). Conceptual ideal for PLM. Presentation for the Product Lifecycle Management (PLM) Center, University of Michigan.

Grieves, M. (2014). Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication. White Paper, 1(2014), 1–7.

Grieves, M., & Vickers, J. (2016). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems: New Findings and Approaches (pp. 85–113). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4

Halmetoja, E. (2022). The Role of Digital Twins and Their Application for the Built Environment. In Industry 4.0 for the Built Environment (pp. 415–442). Springer.

Hannan, M. A., Faisal, M., Ker, P. J., Mun, L. H., Parvin, K., Mahlia, T. M. I., & Blaabjerg, F. (2018). A review of internet of energy-based building energy management systems: Issues and recommendations. Ieee Access, 6, 38997–39014.

Hiss, T. (2010). The Experience of Place: A New Way of Looking at and Dealing With our Radically Changing Cities and Count ryside. Vintage.

Hou, C. H., REMØY, H., & Wu, H. (2021). Digital twins to enable smart heritage facilities management: a systematic literature review. The 2021 Pacific Rim Real Estate Society Virtual Conference.

Ilter, D., & Ergen, E. (2015). BIM for building refurbishment and maintenance: current status and research directions. Structural Survey, 33(3), 228–256. https://doi.org/10.1108/SS-02-2015-0008

ISO 41011. (2017). Facility management — Vocabulary.

Jajac, N., Knezic, S., & Marovic, I. (2009). Decision support system to urban infrastructure maintenance management. Organization Technology and Management in Construction An International Journal, 1(2), 72–79.

Johnston, R., & Clark, G. (2008). Service operations management: improving service delivery. Pearson Education.

Jovanović, M., Dlačić, J., & Okanović, M. (2018). Digitalization and society's sustainable development–Measures and implications. Zbornik Radova Ekonomskog Fakulteta u Rijeci: Časopis Za Ekonomsku Teoriju i Praksu, 36(2), 905–928.

Kaur, M. J., Mishra, V. P., & Maheshwari, P. (2020). The convergence of digital twin, IoT, and machine learning: transforming data into action. In Digital twin technologies and smart cities (pp. 3–17). Springer.

Kuijlenburg, R. (2020). Teaching urban facility management, global citizenship and livability. Facilities, 38(11–12), 849–857. https://doi.org/10.1108/F-11-2019-0119

Kwon, N., Song, K., Ahn, Y., Park, M., & Jang, Y. (2020). Maintenance cost prediction for aging residential buildings based on case-based reasoning and genetic algorithm. Journal of Building Engineering, 28, 101006.

Lara, A. P., da Costa, E. M., Furlani, T. Z., & Yigitcanla, T. (2016). Smartness that matters: towards a comprehensive and human-centred characterisation of smart cities. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 2(2), 8.

Lee, R. (1976a). Building Maintenance Management (R. Lee, Ed.; 3rd ed.). Collins Professional and Technical Books.

Lee, R. (1976b). Manutenzione edilizia programmata: strategie, strumenti e procedure / Reginald Lee. Milano: U. Hoepli.

Levermore, G. J. (1992). Building energy management systems.

Levine, C. (1984). Making city spaces lovable places. Psychology Today, 18(6), 56–63.

Lind, H., & Muyingo, H. (2012). Building maintenance strategies: planning under uncertainty. Property Management.

Lindkvist, C., Temeljotov Salaj, A., Collins, D., Bjørberg, S., & Haugen, T. B. (2021). Exploring urban facilities management approaches to increase connectivity in smart cities. Facilities, 39(1–2), 96–112. https://doi.org/10.1108/F-08-2019-0095

Liu, Z., Meyendorf, N., & Mrad, N. (2018). The role of data fusion in predictive maintenance using digital twin. AIP Conference Proceedings, 1949(1), 020023.

Love, P. E. D., Matthews, J., & Lockley, S. (2015). BIM for Built Asset Management. Built Environment Project and Asset Management, 5(3). https://doi.org/10.1108/BEPAM-12-2014-0062

Lu, Q., Parlikad, A. K., Woodall, P., Don Ranasinghe, G., Xie, X., Liang, Z., Konstantinou, E., Heaton, J., & Schooling, J. (2020). Developing a digital twin at building and city levels: Case study of West Cambridge campus. Journal of Management in Engineering, 36(3), 05020004.

Manville, C., Cochrane, G., Jonathan, C., Millard, J., Pederson, J. K., Thaarup, R. K., WiK, A. L., & WiK, M. W. (2014). Mapping smart cities in the EU.

Marchigiani, E. (2008). Raccontare esperienze, immaginare microtrasformazioni. Cronache da un Laboratorio di quartiere a Trieste.

Michael, G., & VIckers, J. (2016). Origins of the Digital Twin Concept. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26367.61609

Mishra, K. N., & Chakraborty, C. (2020). A novel approach toward enhancing the quality of life in smart cities using clouds and IoT-based technologies. In Digital Twin Technologies and Smart Cities (pp. 19–35). Springer.

Molinari, C. (1989). Manutenzione in edilizia. In AAVV, Manuale di progettazione edilizia. Fondamenti, strumenti, norme (Vol. 3).

Molinari, C. (1999). Il nuovo quadro di riferimento tecnico-normativo per la manutenzione. In S. Curcio (Ed.), Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Modelli, Strumenti e Servizi innovativi. (pp. 1–26). Maggioli Editore.

Molinari, C. M. (2002a). Manutenzione urbana e sviluppo sostenibile. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 3–11). Liguori Editore Srl.

Molinari, C. M. (2002b). Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia, vol.1 (Vol. 1). Esselibri.

Molinari, C., Nardi, G., Turrini, M. T., & Villani, M. (1981). La manutenzione programmata degli edifici.

Molina-Solana, M., Ros, M., Ruiz, M. D., Gómez-Romero, J., & Martín-Bautista, M. J. (2017). Data science for building energy management: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 598–609.

Motawa, I., & Almarshad, A. (2013). A knowledge-based BIM system for building maintenance. Automation in Construction, 29, 173–182. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.09.008

Moubray, J. (2001). Reliability-centered maintenance. Industrial Press Inc.

Niu, G. (2017). Data-driven technology for engineering systems health management. Springer Singapore, 10, 978–981.

O'Hanlon, T. (2005). Computerized maintenance management and enterprise asset management best practices. Reliabilityweb. Com Asset Management White Paper Series, NetexpessUSA Inc.

Paganin, G. (2002). Sistemi di qualità nella gestione di patrimoni immobiliari: qualità per la committenza e qualità per l'utenza. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (9th ed., pp. 451–457). Liguori Editore Srl.

Paganin, G., & Talamo, C. (2017). Committenti per il futuro. Progettare e gestire edifici di culto. Maggioli Editore.

Panah, R. S., & Kioumarsi, M. (2021). Application of building information modelling (BIM) in the health monitoring and maintenance process: A systematic review. Sensors, 21(3), 837.

Pasini, D., Ventura, S. M., Rinaldi, S., Bellagente, P., Flammini, A., & Ciribini, A. L. C. (2016). Exploiting Internet of Things and building information modeling framework for management of cognitive buildings. 2016 IEEE International Smart Cities Conference (ISC2), 1–6.

Pereira, G. V., Parycek, P., Falco, E., & Kleinhans, R. (2018). Smart governance in the context of smart cities: A literature review. Information Polity, 23(2), 143–162.

Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). Maintenance: an evolutionary perspective. In Complex system maintenance handbook (pp. 21–48). Springer.

Pinto, M. R. (2012a). La cultura della manutenzione programmata nel settore delle costruzioni. In R. Landolfo, M. Losasso, & M. R. Pinto (Eds.), Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia (pp. 31–44). Alinea Editrice.

Pinto, M. R. (2012b). Procedure e strumenti innovativi per la gestione e la manutenzione degli edifici. In R. Landolfo, M. Losasso, & M. R. Pinto (Eds.), Innovazione e sostenibilità negli interventi di riqualificazione edilizia. Best practice per il retrofit e la manutenzione (pp. 183–201). Alinea.

Pinto, M. R. (2019). Conoscenze integrate e strategie di manutenzione programmata per il patrimonio culturale. In M. R. Pinto (Ed.), Coordinare le conoscenze per la manutenzione del patrimonio culturale. Clean Edizioni.

Pinto, M. R., & Talamo, C. (2015). Recupero e manutenzione: la ricerca incontra le esigenze dei territori. Lucarelli, MT, Mussinelli, E. Trombetta, C.(Eds), Cluster in Progress. La Tecnologia Dell'architettura in Rete per l'innovazione, Maggioli Editore, 246–257.

Pinto, M. R., & Viola, S. (2021). La manutenzione programmata per il restaurodel moderno: la Mostra d'Oltremare di Napoli. In A. Aveta, A. Castagnaro, & F. Mangone (Eds.), La Mostra d'Oltremare nella Napoli occidentale Ricerche storiche e restauro del moderno (pp. 257–266). Editori paparo srl.

Pongiglione, F. (2002). La gestione della manutenzione di un patrimonio distribuito sul territorio utilizzando le tecnologie informatiche. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (9th ed., pp. 353–360). Liguori Editore Srl.

Qi, Q., Tao, F., Hu, T., Anwer, N., Liu, A., Wei, Y., Wang, L., & Nee, A. Y. C. (2021). Enabling technologies and tools for digital twin. Journal of Manufacturing Systems, 58, 3–21.

Qiuchen Lu, V., Parlikad, A. K., Woodall, P., Ranasinghe, G. D., & Heaton, J. (2019). Developing a dynamic digital twin at a building level: Using Cambridge campus as case study. International Conference on Smart Infrastructure and Construction 2019 (ICSIC) Driving Data-Informed Decision-Making, 67–75.

Ringenson, T., Höjer, M., Kramers, A., & Viggedal, A. (2018). Digitalization and environmental aims in municipalities. Sustainability, 10(4), 1278.

Schneider, J., Gaul, A. J., Neumann, C., Hogräfer, J., Wellßow, W., Schwan, M., & Schnettler, A. (2006). Asset management techniques. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 28(9), 643–654. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2006.03.007

Shohet, I. M., Puterman, M., & Gilboa, E. (2002). Deterioration patterns of building cladding components for maintenance management. Construction Management & Economics, 20(4), 305–314.

Söderholm, P., Holmgren, M., & Klefsjö, B. (2007). A process view of maintenance and its stakeholders. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 13(1), 19–32. https://doi.org/10.1108/13552510710735096

Tagliabue, L. C., Cecconi, F. R., Maltese, S., Rinaldi, S., Ciribini, A. L. C., & Flammini, A. (2021). Leveraging digital twin for sustainability assessment of an educational building. Sustainability, 13(2), 480.

Talamo, C. (1998). La manutenzione in edilizia: le coordinate di una nuova professione. Maggioli.

Talamo, C. (2003). La manutenzione in edilizia. In Esselibri (Ed.), Le coordinate di una nuova professione.

Talamo, C. (2011). Basi di conoscenza per i servizi di FM: il ruolo dell'anagrafica immobiliare. Facility Management Italia, 11, 19–28.

Talamo, C., & Atta, N. (2019). Tendering Process and Facility Management Agreements: The Role of Invitation to Tender. In Invitations to Tender for Facility Management Services (pp. 1–32). Springer.

Talamo, C. M. L. (2002). Strumenti interpretativi e operativi per la manutenzione urbana: un contributo di ricerca. Interpretative and operative tools for urban maintenance: a research contribution. Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development-Atti Del Convegno Internazionale, 187–195.

Talamo, C., Pinto, M. R., Viola, S., & Atta, N. (2019). Smart cities and enabling technologies: influences on urban Facility Management services. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 296(1), 012047.

Tao, F., Zhang, H., Liu, A., & Nee, A. Y. C. (2018). Digital twin in industry: State-of-the-art. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 15(4), 2405–2415.

Temeljotov Salaj, A., & Lindkvist, C. M. (2021). Urban facility management. Facilities, 39(7–8), 525–537. https://doi.org/10.1108/F-06-2020-0078

Van Horenbeek, A., Pintelon, L., & Muchiri, P. (2010). Maintenance optimization models and criteria. International Journal of System Assurance Engineering and Management, 1(3), 189–200.

Velmurugan, R. S., & Dhingra, T. (2015). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework. International Journal of Operations and Production Management, 35(12), 1622–1661. https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2014-0028

Viola, S. (2016). Maintenance is sharing: adattività dei sistemi insediativi. In P. Ascione, S. Russo Ermolli, & S. Viola (Eds.), Energia, innovazione tecnologica, processi manutentivi: il patrimonio storico tra istanze conservative e updates prestazionali. (pp. 108–123). Clean.

Viola, S. (2017). A diagnostic process to involve users in built environment maintenance. The Metrics Project for the historic center of Naples. In R. Amoêda, C. Pinheiro, & S. LirA (Eds.), REHAB 2017 - 3rd International Conference on Preservation, Maintenance and Rehabilitation of

Historical Buildings and Structures. (pp. 685–692). Green Lines Institute for Sustainable Development.

Viola, S. (2022). Built Heritage Repurposing and Communities Engagement: Symbiosis, Enabling Processes, Key Challenges. Sustainability, 14(4), 2320.

Viola, S., di Ludovico, M., Zinno, A., & Novellino, A. (2023). A prosumer approach for feeding the digital twin testing the MUST application in the ancient port of Genoa. In E. Arbizzani, E. Cangelli, C. Clemente, F. Cuomo, F. Giofrè, A. M. Giovenale, M. Palme, & S. Paris (Eds.), Technological imagination in the green and digital transition. Spinger.

Viola, S., & Pinto, M. R. (2015). Turista "utile: fruizione e gestione partecipata dei beni culturali. In A. Chianiese & F. Bifulfco (Eds.), LOSAI Laboratori Open su Arte Scienza e Innovazione. Artstudiopanaro srl.

Wang, H., Pan, Y., & Luo, X. (2019). Integration of BIM and GIS in sustainable built environment: A review and bibliometric analysis. Automation in Construction, 103, 41–52. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.005

Wang, K., Hu, Q., Zhou, M., Zun, Z., & Qian, X. (2021). Multi-aspect applications and development challenges of digital twin-driven management in global smart ports. Case Studies on Transport Policy, 9(3), 1298–1312.

Wenner, M., Meyer-Westphal, M., Herbrand, M., & Ullerich, C. (2021). The concept of digital twin to revolutionise infrastructure maintenance: the

pilot project smartBRIDGE Hamburg. 27th ITS World Congress, Hamburg, Germany, 11–15.

Wood, B. (2005). Towards innovative building maintenance. Structural Survey, 23(4), 291–297.

Normativa Tecnica

UNI 8290-1. (1981). Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.

UNI 10584. (1997). Sistema informativo di manutenzione. https://store.uni.com/uni-10584-1997

UNI 10652. (2009). Valutazione e valorizzazione dello stato dei beni. https://store.uni.com/uni-10652-2009

UNI 10992. (2002). Previsione tecnica ed economica delle attività di manutenzione (budget di manutenzione) di aziende produttrici di beni e servizi - Criteri per la definizione, approvazione, gestione e controllo. https://store.uni.com/uni-10992-2002

UNI 11063. (2017). Manutenzione - Definizione di manutenzione ordinaria e straordinaria.

UNI 11136. (2004). Global service per la manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida.

UNI 11257. (2007). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi.

UNI 11447. (2012). Servizi di facility management urbano - Linee guida per l'impostazione e la programmazione degli appalti.

UNI EN 13306. (2018). Manutenzione - terminologia di manutenzione. https://store.uni.com/uni-en-13306-2018

UNI EN 15221-1. (2017). Facility Management - Parte 1: Termini e definizioni.

UNI EN 15331. (2011). Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili. https://store.uni.com/uni-en-15331-2011

UNI EN 15628. (2014). Manutenzione - Qualifica del personale di manutenzione.

UNI EN 17007. (2018). Processo di manutenzione e indicatori associati. https://store.uni.com/uni-en-17007-2018

UNI EN ISO 9001. (2015). Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti. https://store.uni.com/uni-en-iso-9001-2015

UNI10874. (2000). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.

Capitolo 2

Arbizzani, E. (1991). Manutenzione e gestione degli edifici complessi. Requisiti, strumentazioni e tecnologie. (4th ed.). Ulrico Hoepli Editore S.p.A.

Arditi, D., & Nawakorawit, M. (1999). Issue in building maintenance: property manager's perspective. Journal of Architectural Engineering, 5(4), 117–132.

Arumuga Perumal, V. S., Baskaran, K., & Rai, S. K. (2017). Implementation of effective and low-cost building monitoring system(bms) using raspberry pi. Energy Procedia, 143, 179–185. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.668

Atta, N., & Talamo, C. (2017). IoT e Big Data: prospettive di innovazione per il FM. Facility Management Italia, 34, 15–23.

Atta, N., & Talamo, C. (2018). Smart City e ICT: innovazione nella gestione dei servizi di FM urbano. Facility Management Italia, 36, 18–27.

Bastonero, P., Donadio, E., Chiabrando, F., & Spanò, A. (2014). Fusion of 3D models derived from TLS and image-based techniques for CH enhanced documentation. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2(5), 73.

Bhandari, R. (2020). Case study of structural health monitoring in india and its benefits. Journal of Civil Engineering, Science and Technology, 11(1). https://doi.org/10.33736/jcest.1769.2020

Castagnetti, C., Bertacchini, E., Capra, A., & Dubbini, M. (2012). Terrestrial Laser Scanning for Preserving Cultural Heritage: Analysis of Geometric Anomalies for Ancient Structures. IG Working Week 2012–Territory, Environment, and Cultural Heritage.

Ceccarelli, S., Guarneri, M., de Collibus, M. F., Francucci, M., Ciaffi, M., & Danielis, A. (2018). Laser scanners for high-quality 3D and IR imaging in cultural heritage monitoring and documentation. Journal of Imaging, 4(11). https://doi.org/10.3390/jimaging4110130

Cecconi, F. R., Moretti, N., Dejaco, M. C., Maltese, S., & Tagliabue, L. C. (2017). Community involvement in urban maintenance prioritization. 2017 AEIT International Annual Conference: Infrastructures for Energy and ICT: Opportunities for Fostering Innovation, AEIT 2017, 2017-January, 1–6. https://doi.org/10.23919/AEIT.2017.8240530

Chanter, B., & Swallow, P. (2008). Building maintenance management. John Wiley & Sons.

Cheng, J. C. P., Chen, W., Chen, K., & Wang, Q. (2020). Data-driven predictive maintenance planning framework for MEP components based on BIM and IoT using machine learning algorithms. Automation in Construction, 112, 103087. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103087

Cioni, F., Femia, B., Fioravanti, F., Mazzoni, M., & Simeone, M. L. (2019). Comune di Firenze: il governo della manutenzione del patrimonio immobilaire. Facility Management Italia, 38, 38–44.

Ciribini, G. (1979). Introduzione alla tecnologia del design: metodi e strumenti logici per la progettazione dell'ambiente costruito (Vol. 7). Franco Angeli.

Ciribini, G. <1913-1990>. (1992). Tecnologie della costruzione. Roma: NIS.

Curcio, S. (1999). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Modelli, strumenti e servizi innovativi. Rimini, Maggioli.

De Medici, S., & Guida, V. (2002). Un software per il controllo di qualità delle attività svolte dagli enti gestori dei patrimoni pubblici. In V. Fiore & P. De Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable

Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 459–465). Liguori Editore Srl.

Di Battista, V. (1989a). Criteri di diagnosi. In G. Caterina (Ed.), Tecnologia del recupero edilizio (pp. 133–140). UTET.

Di Battista, V. (1989b). La prediagnosi. In G. Caterina (Ed.), Tecnologia del recupero edilizio (pp. 141–175). UTET.

Di Giulio, R. (2003). Manuale di manutenzione edilizia: valutazione del degrado e programmazione della manutenzione (S. Croce, Ed.; 2. ed.). Rimini: Maggioli Editore.

Dieulle, L., Bérenguer, C., Grall, A., & Roussignol, M. (2003). Sequential condition-based maintenance scheduling for a deteriorating system. European Journal of Operational Research, 150(2), 451–461. https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00593-3

Fais, S., Casula, G., Cuccuru, F., Ligas, P., & Bianchi, M. G. (2018). An innovative methodology for the non-destructive diagnosis of architectural elements of ancient historical buildings. Scientific Reports, 8(1). https://doi.org/10.1038/s41598-018-22601-5

Fantoni, R., Almaviva, S., Caneve, L., Caponero, M., Colao, F., de Collibus, M. F., Fiorani, L., Fornetti, G., Francucci, M., Guarneri, M., Lazic, V., Palucci, A., & Spizzichino, V. (2017). Laser scanners for remote diagnostic and virtual fruition of cultural heritage. Optical and Quantum Electronics, 49(3). https://doi.org/10.1007/s11082-017-0952-4

Flores-Colen, I., & de Brito, J. (2010). A systematic approach for maintenance budgeting of buildings faades based on predictive and preventive

strategies. Construction and Building Materials, 24(9), 1718–1729. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.017

Flores-Colen, I., de Brito, J., & de Freitas, V. P. (2006). Expedient in situ test techniques for predictive maintenance of rendered façades. Journal of Building Appraisal, 2(2), 142–156.

Fregonese, L., Barbieri, G., Biolzi, L., Bocciarelli, M., Frigeri, A., & Taffurelli, L. (2013). Surveying and monitoring for vulnerability assessment of an ancient building. Sensors, 13(8), 9747–9773.

Fucci, F. (2018). Smart Global Service: l'esperienza del comune di Pomezia. Facility Management Italia , 35, 30–35.

Fujino, Y., Siringoringo, D. M., Ikeda, Y., Nagayama, T., & Mizutani, T. (2019). Research and Implementations of Structural Monitoring for Bridges and Buildings in Japan. Engineering, 5(6), 1093–1119. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eng.2019.09.006

Gasparoli, P. (1997). La manutenzione delle superfici edilizie (Vol. 1). Alinea.

Gasparoli, P. (2002). Le superfici esterne degli edifici: degradi, criteri di progetto, tecniche di manutenzione. Firenze: Alinea.

Gasparoli, P. (2005). Qualità e intervento sul costruito. Criteri di controllo e gestione della Qualità nei processi di manutenzione e conservazione delle superfici dell'edificato storico. Ambiente e Processi Tecnologici: Il Sistema Di Gestione Qualità per L Edilizia, 3, 31–41.

Gasparoli, P. (2006). L'attività diagnostica. In P. Gasparoli & C. Talamo (Eds.), Manutenzione e recupero. Criteri, metodi e strategie per l'intervento sul costruito. (pp. 211–234).

Gasparoli, P. (2011). La manutenzione preventiva e programmata.

Germanà, M. L. (2002). La gestione sostenibile dell'ambiente costruito: la manutenzione dall'edificio alla città. Fiore V., De Joanna P. (a Cura Di)," Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development", Atti Del Convegno Internazionale, Napoli, 29.

Gordon, C., Boukamp, F., Huber, D., Latimer, E., Park, K., & Akinci, B. (2003). Combining Reality Capture Technologies for Construction Defect Detection: A Case Study. EIA9: E-Activities and Intelligent Support in Design and the Built Environment, 9th EuropIA International Conference, 99–108.

Grinzato, E., Bison, P. G., & Marinetti, S. (2002). Monitoring of ancient buildings by the thermal method. Journal of Cultural Heritage, 3(1), 21–29. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1296-2074(02)01159-7

Haus, G. (2016). Cultural heritage and ICT: State of the art and perspectives. DigitCult-Scientific Journal on Digital Cultures, 1(1), 9–20.

Hong-Seok, P., & Mani, T. U. (2014). Development of an inspection system for defect detection in pressed parts using laser scanned data. Procedia Engineering, 69, 931–936. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.072

Horner, R. M. W., El-Haram, M. A., & Munns, A. K. (1997). Building maintenance strategy: a new management approach. Journal of Quality in Maintenance Engineering.

Kwon, D., Hodkiewicz, M. R., Fan, J., Shibutani, T., & Pecht, M. G. (2016). IoT-based prognostics and systems health management for industrial applications. IEEE Access, 4, 3659–3670.

Lai, C. T. A., Jiang, W., & Jackson, P. R. (2019). Internet of Things enabling condition-based maintenance in elevators service. Journal of Quality in Maintenance Engineering.

Lee, R. (1976). Building Maintenance Management (R. Lee, Ed.; 3rd ed.). Collins Professional and Technical Books.

Markiewicz, J., Tobiasz, A., Kot, P., Muradov, M., Shaw, A., & Al-Shammaa, A. (2019). Review of surveying devices for structural health monitoring of cultural heritage buildings. Proceedings - International Conference on Developments in ESystems Engineering, DeSE, October-2019, 597–601. https://doi.org/10.1109/DeSE.2019.00113

Márquez, A. C., de León, P. M., Fernández, J. F. G., Márquez, C. P., & Campos, M. L. (2009). The maintenance management framework: A practical view to maintenance management. Journal of Quality in Maintenance Engineering.

Marra, A., Trizio, I., & Fabbrocino, G. (2021). Digital Tools for the Knowledge and Safeguard of Historical Heritage. Lecture Notes in Civil Engineering, 156, 645–662. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74258-4_41

Marzouk, M. (2020). Using 3D laser scanning to analyze heritage structures: The case study of egyptian palace. Journal of Civil Engineering and Management, 26(1), 53–65. https://doi.org/10.3846/jcem.2020.11520

Molinari, C. (1999). Il nuovo quadro di riferimento tecnico-normativo per la manutenzione. In S. Curcio (Ed.), Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Modelli, Strumenti e Servizi innovativi. (pp. 1–26). Maggioli Editore.

Molinari, C. M. (2002). Manutenzione urbana e sviluppo sostenibile. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 3–11). Liguori Editore Srl.

Mydin, A. O. (2015). Significance of building maintenance management system towards sustainable development: a review. Journal of Engineering Studies & Research, 21(1).

Olivia, G.-S., & Christopher, T. A. (2015). In-use monitoring of buildings: An overview and classification of evaluation methods. Energy and Buildings, 86, 176–189. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.10.005

Paul, P., Dutta, N., Biswas, B. A., Das, M., Biswas, S., Khalid, Z., & Saha, H. N. (2018). An internet of things (IoT) based system to analyze real-time collapsing probability of structures. 2018 IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON), 1070–1075.

Pinto, M. R. (2015). L'osservatorio e l'anagrafe dell'edilizia scolastica per la programmazione della manutenzione. *TECHNE: Journal of Technology for Architecture & Environment*, *9*.

Pinto, M. R., & de Medici, S. (2002). Controllo della qualità nelle procedure di manutenzione del patrimonio pubblico. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 459–465). Liguori Editore Srl.

Rocha, P., & Rodrigues, R. C. (2017). Bibliometric review of improvements in building maintenance. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 23(4), 437–456. https://doi.org/10.1108/JQME-07-2016-0030

Salonia, P., Bellucci, V., Scolastico, S., Marcolongo, A., & Messina, T. L. (2007). 3D survey technologies for reconstruction, analysis and diagnosis in the conservation process of cultural heritage. Atti Del XXI CIPA International Symposium.

Sangiorgio, V., Martiradonna, S., Uva, G., & Fatiguso, F. (2017). An information system for masonry building monitoring. 2017 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics (SOLI), 230–235.

Silva, J. A. R. M., & Falorca, J. (2009). A model plan for buildings maintenance with application in the performance analysis of a composite facade cover. Construction and Building Materials, 23(10), 3248–3257.

Talamo, C. (1998). La manutenzione in edilizia: le coordinate di una nuova professione. Maggioli.

Talamo, C., & Atta, N. (2019). FM services procurement and management: scenarios of innovation. In Invitations to Tender for Facility Management Services (pp. 201–242). Springer.

Talamo, C. M. L. (2002). Strumenti interpretativi e operativi per la manutenzione urbana: un contributo di ricerca. Interpretative and operative tools for urban maintenance: a research contribution. Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development-Atti Del Convegno Internazionale, 187–195.

Trizio, I., Savini, F., Ruggieri, A., & Fabbrocino, G. (2021). Digital Environment for Remote Visual Inspection and Condition Assessment of Architectural Heritage. Lecture Notes in Civil Engineering, 156, 869–888. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74258-4_55

Tsang, A. H. C. (1998). A strategic approach to managing maintenance performance. Journal of Quality in Maintenance Engineering.

Veldman, J., Wortmann, H., & Klingenberg, W. (2011). Typology of condition-based maintenance. Journal of Quality in Maintenance Engineering.

Verma, A., Prakash, S., Srivastava, V., Kumar, A., & Mukhopadhyay, S. C. (2019). Sensing, controlling, and IoT infrastructure in smart building: A review. IEEE Sensors Journal, 19(20), 9036–9046.

Viola, S., De Medici, S., & Riganti, P. (2021). The circular economy and built environment. Maintenance, rehabilitation, and adaptive reuse: Challenging strategies for closing loops. In *An Introduction to the Circular Economy*. Nova Science Publishers.

Young, M. E., Urquhart, D. C. M., & Laing, R. A. (2003). Maintenance and repair issues for stone cleaned sandstone and granite building façades. Building and Environment, 38(9–10), 1125–1131.

Yu, L., Nazir, B., & Wang, Y. (2020). Intelligent power monitoring of building equipment based on Internet of Things technology. Computer Communications, 157, 76–84. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.comcom.2020.04.016

Normativa Tecnica

UNI 11257. (2007). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi.

UNI EN 15331. (2011). Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili. https://store.uni.com/uni-en-15331-2011

UNI10874. (2000). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.

Capitolo 3

Albano, J.-R., & Talamo, C. (2008). La manutenzione degli edifici: 250 schede pratiche. Esselibri-Simone.

Albawi, S., Mohammed, T. A., & Al-Zawi, S. (2017). Understanding of a convolutional neural network. 2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET), 1–6.

Alom, M. Z., Alam, M., Taha, T. M., & Iftekharuddin, K. M. (2017). Object recognition using cellular simultaneous recurrent networks and convolutional neural network. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 2017-May, 2873–2880. https://doi.org/10.1109/IJCNN.2017.7966211

Alom, M. Z., Taha, T. M., Yakopcic, C., Westberg, S., Sidike, P., Nasrin, M. S., Hasan, M., van Essen, B. C., Awwal, A. A. S., & Asari, V. K. (2019). A state-of-the-art survey on deep learning theory and architectures. In Electronics (Switzerland) (Vol. 8, Issue 3). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/electronics8030292

Armesto-González, J., Riveiro-Rodríguez, B., González-Aguilera, D., & Rivas-Brea, M. T. (2010). Terrestrial laser scanning intensity data applied to damage detection for historical buildings. Journal of Archaeological Science, 37(12), 3037–3047.

Bengio, Y. (2009). Learning Deep Architectures for AI. Foundations and Trends® in Machine Learning, 2(1), 1–127. https://doi.org/10.1561/2200000006

Bertsekas, D. P., & Tsitsiklis, J. N. (1995). Neuro-dynamic programming: an overview. Proceedings of 1995 34th IEEE Conference on Decision and Control, 1, 560–564.

Carretero-Ayuso, M. J., Rodríguez-Jiménez, C. E., Bienvenido-Huertas, D., & Moyano, J. J. (2021). Interrelations between the types of damages and their original causes in the envelope of buildings. Journal of Building Engineering, 39, 102235. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102235

Caterina, G., & Fiore, V. (2005). La manutenzione edilizia e urbana: linee guida e prassi operativa. Sistemi editoriali.

Caterina, G., Pinto, M. R., & de Medici, S. (2002). Inspection activities for the diagnosis of the plaster degradation. Proc. of the Int. Conf. Maintenance and Restrengthening of Materials and Structures. Plaster, 39–47.

Cha, Y. J., Choi, W., & Büyüköztürk, O. (2017). Deep Learning-Based Crack Damage Detection Using Convolutional Neural Networks. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 32(5), 361–378. https://doi.org/10.1111/mice.12263

Crisci, C., Ghattas, B., & Perera, G. (2012). A review of supervised machine learning algorithms and their applications to ecological data. In Ecological Modelling (Vol. 240, pp. 113–122). https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.03.001

Croce, S. (1994). Patologia edilizia: prevenzione e recupero. In M. Zaffagnini (Ed.), Manuale di progettazione edilizia. Fondamenti, strumenti, norme. (Vol. 3). Hoepli.

Croce, S. (2003). Patologia edilizia: prevenzione e recupero. In A. Gottfried (Ed.), La qualità edilizia nel tempo. Hoepli Editore.

Cubero-Fernandez, A., Rodriguez-Lozano, F. J., Villatoro, R., Olivares, J., & Palomares, J. M. (2017). Efficient pavement crack detection and classification. Eurasip Journal on Image and Video Processing, 2017(1). https://doi.org/10.1186/s13640-017-0187-0

Curcio, S. (1999). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Modelli, strumenti e servizi innovativi. Rimini, Maggioli.

Di Giulio, R. (2003). Manuale di manutenzione edilizia: valutazione del degrado e programmazione della manutenzione (S. Croce, Ed.; 2. ed.). Rimini: Maggioli Editore.

Dzulkifli, N., Sarbini, N. N., Ibrahim, I. S., Abidin, N. I., Yahaya, F. M., & Nik Azizan, N. Z. (2021). Review on maintenance issues toward building maintenance management best practices. Journal of Building Engineering, 44, 102985. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102985

Ferracuti, G. (1990). Per una definizione della manutenzione ambientale. La Manutenzione Urbana", a Cura Di Gianfranco Dioguardi, Ed. Il Sole, 24.

Ferreira, C., Silva, A., de Brito, J., Dias, I. S., & Flores-Colen, I. (2021). The impact of imperfect maintenance actions on the degradation of buildings' envelope components. Journal of Building Engineering, 33. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101571

Fiore, V. (1998). La manutenzione dell'immagine urbana. Maggioli.

Fiore, V. (2005). La conoscenza per il progetto di manutenzione. In G. Caterina (Ed.), Per una cultura manutentiva. Percorsi didattici ed esperienze applicative di recupero edilizio e urbano. Alinea.

Fiore, V. <1959->. (1997). La manutenzione dell'immagine della città: proposte per un regolamento.

Fiore, V. <1959->, & de Joanna, P. (2002). La manutenzione urbana come strategia di sviluppo sostenibile = Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development: atti del convegno internazionale. Napoli: Liguori.

Fukushima, K. (1988). Neocognitron: A hierarchical neural network capable of visual pattern recognition. Neural Networks, 1(2), 119–130.

Gakkai, N. K. (1993). The English edition of principal guide for service life planning of buildings. Tokyo: Architectural Institute of Japan.

Gasparoli, P. (1997). La manutenzione delle superfici edilizie (Vol. 1). Alinea.

Gasparoli, P. (2002). Le superfici esterne degli edifici: degradi, criteri di progetto, tecniche di manutenzione. Firenze: Alinea.

Gasparoli, P. (2011). La manutenzione preventiva e programmata.

Gasparoli, P., & Talamo, C. (2006). Manutenzione e recupero. Criteri, metodi e strategie per l'intervento sul costruito. Alinea Editrice.

Giassi, B. H., & Seabra, R. D. (2019). Usability assessment of the Instagram application on smartphones with emphasis on elderly users. Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems, 1–4.

Greenhow, C., & Askari, E. (2017). Learning and teaching with social network sites: A decade of research in K-12 related education. Education and Information Technologies, 22(2), 623–645. https://doi.org/10.1007/s10639-015-9446-9

Greenhow, C., & Robelia, B. (2009). Old Communication, New Literacies: Social Network Sites as Social Learning Resources. Journal of Computer-Mediated Communication, 14(4), 1130–1161. https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2009.01484.x

Harris, S. Y. (2001). Building pathology: deterioration, diagnostics, and intervention. John Wiley & Sons.

Hoang, N.-D. (2018). Image processing-based recognition of wall defects using machine learning approaches and steerable filters. Computational Intelligence and Neuroscience, 2018.

Ilozor, B. D., Okoroh, M. I., Egbu, C. E., & Archicentre. (2004). Understanding residential house defects in Australia from the State of Victoria. Building and Environment, 39(3), 327–337. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.07.002

Impedovo, M. A., & Sechi, V. (2011). Vivere con la complessità. Italian Journal of Educational Technology, 19(2), 130–131.

Isaac Abiodun, O., Jantan, A., Esther Omolara, A., Victoria Dada, K., AbdElatif Mohamed, N., & Arshad, H. (2018). State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey. Heliyon, 4, 938. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018

Jiang, T., Gradus, J. L., & Rosellini, A. J. (2020). Supervised Machine Learning: A Brief Primer. www.elsevier.com/locate/bt

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Advances in Neural Information Processing Systems 25 (NIPS 2012), 60(6).

LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278–2324.

Milion, R. N., da CL Alves, T., & Paliari, J. C. (2017). Impacts of residential construction defects on customer satisfaction. International Journal of Building Pathology and Adaptation.

Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Graves, A., Antonoglou, I., Wierstra, D., & Riedmiller, M. (2013). Playing atari with deep reinforcement learning. ArXiv Preprint ArXiv:1312.5602.

Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Rusu, A. A., Veness, J., Bellemare, M. G., Graves, A., Riedmiller, M., Fidjeland, A. K., Ostrovski, G., Petersen, S., Beattie, C., Sadik, A., Antonoglou, I., King, H., Kumaran, D., Wierstra, D., Legg, S., & Hassabis, D. (2015). Human-level control through deep

reinforcement learning. Nature, 518(7540), 529–533. https://doi.org/10.1038/nature14236

Molinari, C. M. (2002a). Manutenzione urbana e sviluppo sostenibile. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 3–11). Liguori Editore Srl.

Molinari, C. M. (2002b). Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia, vol.1 (Vol. 1). Esselibri.

Norman, D. A. (2002). The Design of Everyday Things Basic Books New York.

Norman, D. A. (2011). Living with complexity. MIT press.

Olanrewaju, A. L., & Abdul-Aziz, A.-R. (2014). Building maintenance processes and practices: The case of a fast-developing country. Springer.

Ouali, Y., Hudelot, C., & Tami, M. (2020). An Overview of Deep Semi-Supervised Learning. http://arxiv.org/abs/2006.05278

Paganin, G., & Talamo, C. (2017). Committenti per il futuro. Progettare e gestire edifici di culto. Maggioli Editore.

Paternò, F. (2004). INTERAZIONE UOMO-COMPUTER. Mondo Digitale, 4, 3–15. http://archivio-mondodigitale.aicanet.net/Rivista/05_numero_uno/Paterno_def.p._3-15.pdf

Perez, H., Tah, J. H. M., & Mosavi, A. (2019). Deep learning for detecting building defects using convolutional neural networks. Sensors (Switzerland), 19(16). https://doi.org/10.3390/s19163556

Pinto, M. R., & de Medici, S. (2007). Le cause del degrado. In G. Caterina & P. de Joanna (Eds.), Il Real Albergo de' Poveri di Napoli. La conoscenza del costruito per una strategia di riuso. Liguori.

Pinto, M. R., de Medici, S., Caterina, G., Palumbo, M., & Nicolais, L. (1999). Il processo evolutivo di degrado delle superfici intonacate: linee guida per la manutenzione programmata. In Ripensare alla manutenzione: ricerche, progettazione, materiali, tecniche per la cura del costruito. Atti del convegno di studi, Bressanone, 29 giugno-2 luglio 1999 (pp. 595–603).

Rodrigues, M. F. S., Cardoso Teixeira, J. M., Cardoso, J. C. P., & Batel Anjos, A. J. (2013). Envelope index evaluation model of existing buildings. Civil Engineering and Environmental Systems, 30(1), 26–39.

Rodrigues, M. F. S., Teixeira, J. M. C., & Cardoso, J. C. P. (2011). Buildings envelope anomalies: A visual survey methodology. Construction and Building Materials, 25(5), 2741–2750. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.12.029

Salehudin, M., Hamid, A., Zakaria, Z., Rorimpandey, W., & Yunus, M. (2020). Instagram user experience in learning graphic design.

Sánchez-Aparicio, L. J., del Pozo, S., Ramos, L. F., Arce, A., & Fernandes, F. M. (2018). Heritage site preservation with combined radiometric and geometric analysis of TLS data. Automation in Construction, 85, 24–39.

Schmidhuber, J. (2015). Deep Learning in neural networks: An overview. In Neural Networks (Vol. 61, pp. 85–117). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.neunet.2014.09.003

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). Introduction to reinforcement learning.

Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT press.

Talamo, C. (1998). La manutenzione in edilizia: le coordinate di una nuova professione. Maggioli.

Talamo, C. M. L. (2001). Guida alla manutenzione degli edifici. 308 schede su frequenze e modalità di intervento.

Talamo, C. M. L. (2002). Strumenti interpretativi e operativi per la manutenzione urbana: un contributo di ricerca. Interpretative and operative tools for urban maintenance: a research contribution. Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development-Atti Del Convegno Internazionale, 187–195.

Teo, E. A., & Harikrishna, N. (2006). A quantitative model for efficient maintenance of plastered and painted façades. Construction Management and Economics, 24(12), 1283–1293. https://doi.org/10.1080/01446190600987704

Teo, E. A. L., & Harikrishna, N. (2005). Maintenance of plastered and painted facades for Singapore public housing: a predictive life cycle cost-based approach. Architectural Science Review, 48(1), 47–54.

Valero, E., Bosché, F., & Forster, A. (2018). Automatic segmentation of 3D point clouds of rubble masonry walls, and its application to building surveying, repair and maintenance. Automation in Construction, 96, 29–39.

Valero, E., Forster, A., Bosché, F., Hyslop, E., Wilson, L., & Turmel, A. (2019). Automated defect detection and classification in ashlar masonry walls

using machine learning. Automation in Construction, 106. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102846

Valero, E., Forster, A., Bosché, F., Renier, C., Hyslop, E., & Wilson, L. (2018). High level-of-detail BIM and machine learning for automated masonry wall defect surveying. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Berlin, Germany, 20–25.

Velmurugan, R. S., & Dhingra, T. (2015). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework. International Journal of Operations and Production Management, 35(12), 1622–1661. https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2014-0028

Viola, S. (2016). Maintenance is sharing: adattività dei sistemi insediativi. In P. Ascione, S. Russo Ermolli, & S. Viola (Eds.), Energia, innovazione tecnologica, processi manutentivi: il patrimonio storico tra istanze conservative e updates prestazionali. (pp. 108–123). Clean.

Watt, D. S. (2009). Building pathology: Principles and practice. John Wiley & Sons.

Zaffagnini, M. (1981). Progettare nel processo edilizio (M. Zaffagnini, Ed.). Luigi Parma.

Zeiler, M. D., & Fergus, R. (2014). Visualizing and understanding convolutional networks. European Conference on Computer Vision, 818–833.

ZEVI, B. (2003). Il Nuovissimo Manuale dell'architetto. Mancosu Editore.

Zhou, X., Gong, W., Fu, W., & Du, F. (2017). Application of deep learning in object detection. Proceedings - 16th IEEE/ACIS International Conference

on Computer and Information Science, ICIS 2017, 631–634. https://doi.org/10.1109/ICIS.2017.7960069

Normativa Tecnica

EN ISO 12006-2. (2020). Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification (ISO 12006-2:2015).

EN ISO 12216. (2022). Small craft - Windows, portlights, hatches, deadlights, and doors - Strength and watertightness requirements (ISO 12216:2020).

UNI 7959. (1988). Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Analisi dei requisiti.

UNI 8289. (1981). Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione.

UNI 8290-1. (1981). Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.

UNI 8290-2. (1983). Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti. In UNI 8290-2.

UNI 8369-1. (1988). Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia.

UNI 8369-2. (1987). Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia.

UNI 8979. (1987). Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Analisi degli strati funzionali.

UNI 9910. (1991). Terminologia sulla fidatezza e sulla qualità del servizio.

UNI 10147. (2022). Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni Data Disponibilità. https://store.uni.com/uni-10147-2021

UNI 10584. (1997). Sistema informativo di manutenzione. https://store.uni.com/uni-10584-1997

UNI 11182. (2006). Beni culturali - Materiali lapidei naturali ed artificiali - Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni.

UNI 11257. (2007). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi.

UNI EN 131-1. (2019a). Scale - Parte 1: Termini, tipi, dimensioni funzionali.

UNI EN 131-1. (2019b). Scale - Parte 1: Termini, tipi, dimensioni funzionali.

UNI EN 1365-5. (2005). Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti - Parte 5: Balconi e passerelle.

UNI EN 12216. (2018). Chiusure oscuranti, tende interne ed esterne - Terminologia, glossario e definizioni.

UNI EN 12519. (2018). Finestre e porte pedonali - Terminologia.

UNI EN 13306. (2018). Manutenzione - terminologia di manutenzione. https://store.uni.com/uni-en-13306-2018

UNI EN ISO 9001. (2015). Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti. https://store.uni.com/uni-en-iso-9001-2015

UNI EN ISO 9241. (2012). Ergonomia dell'interazione uomo-sistema.

UNI10874. (2000). Manutenzione dei patrimoni immobiliari. Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.

Capitolo 4

Capano, F. (2016). Palazzo Latinna. In A. Castagnaro (Ed.), Passeggiando per la Federico II (pp. 81–83). FedOAPress - Federico II University Press.

De Medici, S., & Guida, V. (2002). Un software per il controllo di qualità delle attività svolte dagli enti gestori dei patrimoni pubblici. In V. Fiore & P. de Joanna (Eds.), Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development. La Manutenzione Urbana come strategia di sviluppo sostenibile (pp. 459–465). Liguori Editore Srl.

Maglio, A. (2019). Complesso dello Spirito Santo. In A. Castagnaro (Ed.), Passeggiando per la Federico II (pp. 77–80). FedOAPress - Federico II University Press.

Menna, G. (2016). Dipartimento di Ingegneria. In A. Castagnaro (Ed.), Passeggiando per la Federico II (pp. 122–123). FedOAPress - Federico II University Press.

Pacifico, M. G., Pinto, M. R., & Novellino, A. (2023). Digital – Twin for an innovative waterfront management. Strategy pilot project DSH2030. In E. Arbizzani, E. Cangelli, C. Clemente, F. Cuomo, F. Giofrè, A. M. Giovenale, M. Palme, & S. Paris (Eds.), Technological imagination in the green and digital transition. Spinger.

Sansò, C. (2016). Il Complesso dello Spirito Santo a Napoli: l'intervento di Marcello Canino. Esempi Di Architettura.

Viola, S., di Ludovico, M., Zinno, A., & Novellino, A. (2023). A prosumer approach for feeding the digital twin testing the MUST application in the

ancient port of Genoa. In E. Arbizzani, E. Cangelli, C. Clemente, F. Cuomo, F. Giofrè, A. M. Giovenale, M. Palme, & S. Paris (Eds.), Technological imagination in the green and digital transition. Spinger.

Indice delle Figure

Figura 1-1: Schermata della homepage della piattaforma DIME IRIS. 56
Figura 1-2: Fase del processo manutentivo, dalla segnalazione del guasto alla sua risoluzione. Attori: UT: utente, SS: servizio di stabilimento, CC: call center, OM: operatore della manutenzione, CM: coordinatore della manutenzione. 60
Figura 1-3: Organizzazione dell'informazione all'interno del software REFTREE. Elaborazione dell'autrice. 69
Figura 2-1: Le fasi del processo di monitoraggio attraverso l'utilizzo del dispositivo digitale ad utenza allargata..... 103
Figura 3-1: Schermate di Play Store esplicative della componente mobile con descrizione dei flussi di nuova segnalazione e aggiornamento. Le schermate sono solo indicative dei guasti sulle componenti del sistema urbano. 106
Figura 3-2: Cruscotto MUST v.01. Organizzazione delle segnalazioni ricevute dai cittadini. 110
Figura 3-3: Schermate cruscotto MUST v.01 relative alla sezione condomini. 111
Figura 3-4: Analisi dei dati provenienti dalle segnalzioni derivanti dalla sperimentazione condotta con MUST v.01. 114
Figura 3-5: Graficizzazione della scomposizione ambientale e tecnologica del sistema urbano. La figura (a) riporta parte delle categorie incluse all'interno del livello 1 dello schema in Figura 3-6. La (b) la scomposizione corrispondente al livello 2 dello schema in Figura 3-6..... 120
Figura 3-6: Schema ad albero per la scomposizione del sistema tecnologico urbano_rif. UNI 12600-2:2020 e UNI 8290 -1: 1981 124
Figura 3-7: Matrice di sintesi dei guasti analizzati dalla letteratura. 145
Figura 3-8: l'utente come parte attiva nel processo di monitoraggio 154

Figura 3-9: distribuzione delle macrocategorie di guasti all'interno del dataset predisposto per il training dell'algoritmo. 169
Figura 3-10: Rappresentazione schematica di una rete neurale DenseNet. . 173
Figura 3-11: Flusso di back-end 188
Figura 3-12: Organizzazione delle informazioni all'interno del data base... 189
Figura 3-13: il concept che riporta il flusso di inserimento della segnalazione, destinato all'interfaccia utente 193
Figura 3-14: dettaglio delle modalità di immissione del dato per la segnalazione..... 194
Figura 3-15: Mockup grafico delle schermate dell'applicazione mobile..... 197
Figura 3-16: Mockup grafico delle schermate dell'applicazione mobile..... 198
Figura 3-17: schematizzazione del processo tradizionale, senza l'utilizzo di MUST v.02, e del processo innovativo con MUST v.02..... 201
Figura 3-18: mockup grafico del processo di gestione della segnalazione... 210
Figura 4-1: Schermate della versione implementata per la validazione. 217
Figura 4-2: Localizzazione delle sedi oggetto della validazione, con indicazione degli spazi e degli elementi dove sono state effettuate le segnalazioni. 218
Figura 4-3: Alcune delle domande sottoposte agli studenti attraverso il questionario. 219
Figura 4-4: Schermata dal sito www.portsofgenoa.com, con l'indicazione della perimetrazione dei differenti porti..... 224
Figura 4-5: Suddivisione delle aree del Porto Antico con indicazione degli enti gestori. 225

Figura 4-6: Stralcio TAV.38_ Piano Urbanistico Comunale della Città di Genova: Il Porto Antico, in azzurro, è riconosciuto come ambito complesso per la valorizzazione del litorale. 233
Figura 4-7: Planimetria dell'area gestita da Porto Antico S.p.A., con indiciazione della suddivisione delle zone e degli edifici con codifica. 240
Figura 4-8: Analisi dati emersi dalle campagne di rilevazione. 248
Figura 4-9: Planimetria dell'area implementata con il software QGIS..... 253
Figura 4-10: File di configurazione planimetria dell'area. 253
Figura 4-11: schermate delle dashboard di MUST per DSh2030 (sopra) e dell'SSD per DSH2030 (sotto). 254

Indice delle Tabelle

Tabella 1-1_Progetti di Citizen Engagement..... 34
Tabella 1-2: Società di Facility Management e relativi software di gestione.. 48
Tabella 1-3: Discretizzazione degli attori, descrizione e individuazione delle azioni di cui sono responsabili all'interno del processo manutentivo 58
Tabella 1-4_Software CMMS per la gestione dei servizi di FM prodotti di aziende informatiche proprietarie..... 64
Tabella 1-5_Applicazioni per la segnalazione di guasti e malfunzionamenti 66
Tabella 1-6_Applicazioni per la gestione dei servizi integrati per il cittadino 67
Tabella 2-1: Matrice attività/attori nel processo di monitoraggio..... 102
Tabella 3-1: Flusso di inserimento della segnalazione di guasto progettato per l'applicazione mobile, adattato su un guasto individuato sul paramento murario. 108

Tabella 3-2: Scomposizione del sistema tecnologico urbano 125
Tabella 3-3: Attori ed esigenze 130
Tabella 3-4: I requisiti del sistema urbano 130
Tabella 3-5: Evoluzione delle definizioni di guasto 136
Tabella 3-6: Relazioni tra guasti riscontrati sulle chiusure verticali e cause scatenanti. Sintesi dall'analisi della letteratura 140
Tabella 3-7: Organizzazione e classificazione dei guasti del sistema urbano (cfr. elementi verticali e orizzontali afferenti al piano verticale e orizzontale).... 146
Tabella 3-8: Analisi delle prestazioni richieste alla parete perimetrale verticale 151
Tabella 3-9: Analisi delle correlazioni tra i guasti e le prestazioni 152
Tabella 3-10: Sub-sistema del sistema tecnologico urbano. 159
Tabella 3-11: Descrizione delle aree campione 171
Tabella 3-12: Migliori Top-1 e Top-2 accuracy sui 5 fold per le reti esplorate in questo studio 174
Tabella 3-13: Le informazioni per la segnalazione 183
Tabella 3-14: Codifica del sistema tecnologico urbano..... 185
Tabella 3-15: Codifica dei guasti. 187
Tabella 3-16: Descrizione delle fasi del processo per la gestione del guasto.205
Tabella 4-1: Funzioni e dimensioni di massima del sistema degli spazi aperti. 229
Tabella 4-2: Funzioni e superfici coperte di massima di alcuni degli edifici del Porto Antico di Genova..... 230
Tabella 4-3: Relazione tra fornitori di servizi e servizi erogati..... 239
Tabella 4-4: Estratto dei dati provenienti dalla campagna di rilevamento. . 249

ALLEGATI

ALLEGATO 1_A

NORMATIVA UNI _ "MANUTENZIONE"[1]

NUMERO	DATA ENTRATA IN VIGORE	TITOLO	DESCRIZIONE	IN VIGORE	ITER STORICO	CATEGORIE
UNI 10147	30 maggio 1993	*Manutenzione. Terminologia*	La norma integra le definizioni della UNI 9910 e quindi deve essere considerata a complemento della stessa. Essa trova applicazione in tutti i campi in cui sia prevista attività di manutenzione.	no	SOSTITUIDA DA UNI 10147:2003, UNI EN 13306:2003	1
UNI 10366	30 aprile 1994	*Manutenzione. Criteri di progettazione della manutenzione.*	Specifica i criteri e i metodi generali di progettazione della manutenzione al fine di indirizzare nella scelta: delle politiche di manutenzione, in funzione delle caratteristiche e del comportamento dei beni in coerenza con gli obiettivi aziendali; delle risorse e degli strumenti operativi necessari per l'attuazione delle politiche individuate; Per poter ottimizzare i costi e i risultati aziendali. La presente norma si applica alla funzione manutenzione di imprese gestite con criteri industriali.	no	SOSTITUITA DA UNI 10366:2007	2
UNI 10388	31 ottobre 1994	*Manutenzione. Indici di manutenzione.*	Fornisce una selezione di indici inerenti la manutenzione e la gestione dei beni durevoli per uso industriale e professionale in funzione dell'efficienza, dell'efficacia, della struttura organizzativa, della sicurezza.	no	SOSTITUITA DA UNI 10388:2003	4
UNI 10584	31 gennaio 1997	*Manutenzione. Sistema informativo di manutenzione.*	Si propone di studiare i sistemi informativi usati nel settore della manutenzione.	si		3
UNI 1064	31 marzo 1997	*Manutenzione. Criteri di progettazione, gestione e*	Si propone di fornire indicazioni per le attività legate alla manutenzione degli immobili.	no	SOSTITUITA DA UNI EN 15331:2011	2

[1] Riferimento sitografico https://store.uni.com

		controllo dei servizi di manutenzione di immobili.				
UNI 10652	30 giugno 1998	*Manutenzione – valutazione e valorizzazione dello stato dei beni*	La norma si propone di integrare il contenuto della UNI 10388, fornendo una serie di indicazioni qualitative e quantitative.	no	SOSTITUITA DA UNI 10652:2009	4
UNI 10874	31 marzo 2000	*Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione.*	La norma definisce contenuti e criteri per la stesura dei manuali relativi ai servizi di manutenzione degli immobili con riferimento ad ogni componente edilizio, al fine di guidare o supportare le parti coinvolte.	si		3
UNI 10951	31 luglio 2001	*Sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari - Linee guida*	La norma fornisce linee guida metodologico-operative per la progettazione, la realizzazione, l'utilizzo e l'aggiornamento di sistemi informativi per la gestione della manutenzione dei patrimoni immobiliari e per la relativa informatizzazione.	si		3
UNI 10992	01 settembre 2002	*Previsione tecnica ed economica delle attività di manutenzione (budget di manutenzione) di aziende produttrici di beni e servizi - Criteri per la definizione, approvazione, gestione e controllo*	La norma fornisce indirizzi per la previsione tecnica ed economica (budget) delle attività di manutenzione. La previsione tecnico- economica non è disgiunta dall'efficacia, che non viene però verificata dalla norma.	si		5
UNI 11063	01 maggio 2003	*Manutenzione - Definizioni di manutenzione ordinaria e straordinaria*	La norma fornisce una classificazione delle attività di manutenzione, distinguendo tali attività in "manutenzione ordinaria" e "manutenzione straordinaria". Essa integra la terminologia descritta nelle UNI EN 13306, UNI 9910 e UNI 10147, in uso nella manutenzione, allo scopo di uniformare i comportamenti degli utenti. Si applica a tutti i settori in cui è prevista un'attività di manutenzione	no	SOSTITUITA DA UNI 11063:2017	1

UNI 10388	01 ottobre 2003	*Manutenzione - Indici di manutenzione*	La norma fornisce una selezione di indici inerenti alla manutenzione e la gestione dei beni durevoli per uso industriale e professionale in funzione dell'efficienza, dell'efficacia, della struttura organizzativa e della sicurezza.		SOSTITUISCE UNI 10388:1994 SOSTITUITA DA UNI EN 15341:2007	4
UNI EN 13306	01 ottobre 2003	*Manutenzione - Terminologia*	La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN 13306 (edizione aprile 2001). La norma specifica i termini generici e le loro definizioni per le aree tecniche, amministrative e gestionali della manutenzione. La sua applicazione non è prevista per i termini utilizzati esclusivamente per la manutenzione di programmi di informatica.	no	SOSTITUISCE UNI 10147:1993 SOSTITUITA DA UNI EN 13306:2010	1
UNI 10147	01 ottobre 2003	*Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni*	La norma fornisce i termini più usati nel settore Manutenzione che vanno letti unitamente a quelli utilizzati nella EN 13306.	no	SOSTITUISCE UNI 10147:1993 SOSTITUITA DA UNI 10147:2013	1
UNI 11126	01 agosto 2004	*Telemanutenzione - Criteri per la predisposizione dei beni e per la definizione del servizio collegato*	La norma definisce le funzioni dei sistemi telematici applicati ai processi di manutenzione. Essa indica i requisiti che il sistema di manutenzione deve possedere per essere gestito in remoto e fornisce le indicazioni generali per la predisposizione del bene ad essere oggetto di telemanutenzione in relazione agli aspetti tecnologici, organizzativi e progettuali del processo in remoto ed in relazione ai requisiti dell'utenza.	si		1
UNI 11136	01 settembre 2004	*Global service per la manutenzione dei patrimoni immobiliari – Linee guida*	La norma fornisce una guida ai committenti e agli assuntori per l'impostazione dei processi di global service di manutenzione immobiliare, al fine di uniformarne l'approccio, su una base comune di riferimento metodologico- operativo, da parte di committenti e assuntori. Essa si applica: - dopo la decisione del committente di intraprendere questo tipo di contratto; - prima della valutazione dei progetti di offerta formulati dai	si		7

			potenziali assuntori. Affronta la fase di richiesta del committente e la fase di impostazione del progetto di offerta da parte del potenziale assuntore.			
UNI EN 13269	19 ottobre 2006	*Manutenzione - Linee guida per la preparazione dei contratti di manutenzione*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 13269 (edizione luglio 2006). La norma offre una guida per la preparazione di contratti per opere di manutenzione.	no	SOSTITUISCE UNI EN 13269:2002 RECEPISCE EN 13269:2006 SOSTITUITA DA UNI EN 13269:2016	5
UNI 10224	15 febbraio 2007	*Manutenzione - Processo, sottoprocessi e attività principali - Principi fondamentali*	La norma indica principi, criteri e metodi per istituire, organizzare, gestire e migliorare il processo di manutenzione di un'organizzazione.	no	SOSTITUISCE UNI 10224:1993 SOSTITUITA DA UNI EN 17007:2018	1
UNI 10366	22 febbraio 2007	*Manutenzione – Criteri di progettazione della manutenzione*	La norma specifica i criteri e i metodi generali di progettazione della manutenzione al fine di indirizzare nella scelta delle politiche di manutenzione, in funzione delle caratteristiche e del comportamento dei beni in coerenza con gli obiettivi aziendali.	si	SOSTUISCE UNI 10366:1994	2
UNI 15221-1	18 gennaio 2007	*Facility Management - Parte 1: Termini e definizioni*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 15221-1 (edizione ottobre 2006). La norma fornisce i termini e le definizioni applicabili all'area del Facility Management. Essa inoltre fornisce conoscenze sullo scopo e campo di applicazione del Facility Management.	no	SOSTITUITA DA UNI EN ISO 41011:2018 RECEPISCE EN 15221-1:2006	6
UNI EN 1521	18 gennaio 2007	*Facility Management - Parte 2: Linee guida per preparare accordi di Facility Management*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 15221-2 (edizione ottobre 2006). La norma fornisce delle linee guida per preparare accordi di Facility Management.	no	SOSTITUITA DA UNI EN ISO 41012:2018 RECEPISCE EN 15221-2:2006	6
UNI 10148	7 giugno 2007	*Manutenzione – gestione di un contratto di manutenzione*	La norma ha lo scopo di facilitare l'applicazione del contratto di manutenzione indicando i criteri tecnici, organizzativi ed amministrativi per la sua gestione operativa.	si	SOSTIUISCE UNI 10148:1992 + A1:1995	1

UNI EN 15341	05 luglio 2007	*Manutenzione - Indicatori di prestazione della manutenzione (KPI)*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 15341 (edizione marzo 2007). La norma descrive un sistema per la gestione degli indicatori di manutenzione atti a misurarne le prestazioni nel quadro di fattori d'influenza quali gli aspetti economici, tecnici ed organizzativi, per valutare e migliorare la sua efficienza ed efficacia al fine di raggiungere l'eccellenza nella manutenzione dei beni tecnici.	no	SOSTITUISCE UNI 10388:2003 RECEPISCE EN 15341:2007 SOSTITUITA DA UNI EN 15341:2019	4
UNI 10685	07 giugno 2007	*Manutenzione – criteri per la formulazione di un contratto di manutenzione*	La norma ha lo scopo di facilitare l'applicazione del contratto di manutenzione indicando i criteri tecnici, organizzativi ed amministrativi per la sua gestione operativa.	si		5
UNI 11257	15 novembre 2007	*Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del piano e del programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida*	La norma fornisce i criteri per elaborare i piani e i programmi di manutenzione applicabili agli edifici esistenti e agli edifici in costruzione. Si applica a singoli edifici (indipendentemente dalla destinazione d'uso) e loro pertinenze, subsistemi edilizi e impiantistici, componenti ed elementi tecnici.	si		7
UNI 10652	02 aprile 2009	*Manutenzione – Valutazione e valorizzazione dello stato dei beni*	La norma specifica un metodo quantitativo e qualitativo per l'analisi e la stima dello stato di un bene, al fine di valutarlo e valorizzarlo. Essa si applica ai dati rilevabili in seno alla funzione manutenzione nel quadro delle attività proprie e delle sue relazioni con le altre funzioni.	si	SOSTITUISCE UNI 10652:1998	4
UNI EN 13460	08 ottobre 2009	*Manutenzione – documentazione per la manutenzione*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 13460 (edizione aprile 2009). La norma specifica delle linee guida generali per: - la documentazione tecnica da allegare ad un bene, prima della sua messa in servizio, per essere di supporto alla sua manutenzione; - la documentazione relativa alle informazioni da stabilire durante la fase operativa di un bene, per essere di supporto ai requisiti di manutenzione.	si	SOSTIUISCE UNI EN 13460:2003 RECEPISCE EN 13460:2009	2
UNI EN 13306	27 ottobre 2010	*Manutenzione -*	La presente norma è la versione ufficiale della norma	no	SOSTITUISCE UNI	1

		Terminologia di manutenzione	europea EN 13306 (edizione agosto 2010). La norma specifica i termini generici e le loro definizioni per le aree tecniche, amministrative e gestionali della manutenzione. La sua applicazione non è prevista per i termini utilizzati esclusivamente per la manutenzione di programmi di informatica. E' tuttavia considerata la manutenzione di beni e sistemi che contengono software.		EN 13306:2003 SOSTITUITA DA 13306:2018	
UNI 111414	19 maggio 2011	*Manutenzione – Linee guida per la qualificazione del sistema di manutenzione*	La norma fornisce le linee guida per qualificare un sistema di manutenzione attraverso una metodologia completa, strutturata e trasversale.	si		4
UNI 11420	23 giugno 2011	*Manutenzione - Qualifica del personale di manutenzione*	La norma definisce le conoscenze, le abilità e le competenze necessarie per la qualifica del personale di manutenzione. La norma è principalmente indirizzata alle imprese di manutenzione che operano per conto terzi. Può tuttavia trovare applicazione anche nell'ambito di organizzazioni complesse che prevedono al loro interno una specifica funzione manutenzione.	no	SOSTITUITA DA UNI EN 15628:2014	4
UNI EN 15331	26 ottobre 2011	*Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione degli immobili*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 15331 (edizione agosto 2011). La norma fornisce i criteri e i metodi generali che possono essere usati nella pianificazione, gestione, controllo della manutenzione degli immobili e relative pertinenze secondo i requisiti legali applicabili, agli obiettivi dei proprietari e degli utenti e per la qualità della manutenzione. La norma si applica alla gestione della manutenzione degli immobili.	si	SOSTITUISCE UNI CEN/TS 15331:2006, UNI 10604:1997 RECEPISCE EN 15331:2011	2
UNI EN 15221-3	13 dicembre 2011	*Facility Management - Parte 3: Guida sulla qualità nel Facility Management*	La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15221-3 (edizione ottobre 2011). La norma fornisce una linea guida su come misurare, raggiungere e migliorare la qualità nel Facility Management (FM). Essa fornisce linee guida complementari alla UNI EN	si	RECEPISCE EN 15221-3:2011	6

			ISO 9000, UNI EN ISO 9001 e UNI EN 15221-2 nel quadro della UNI EN 15221-1. La norma fornisce un collegamento nei metodi e nelle teorie di gestione.			
UNI EN 15221-4	13 dicembre 2011	*Facility Management - Parte 4: Tassonomia, classificazione e strutture nel Facility Management*	La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15221-4 (edizione ottobre 2011) e tiene conto delle correzioni introdotte il 18 novembre 2011. La norma fornisce la tassonomia per il Facility Management (FM) che include: - relazioni significative degli elementi; - definizioni di termini e contenuti per normare prodotti di facility che forniscono una base per fini documentali, gestione dati, allocazione dei costi e benchmarking; - una classificazione e strutturazione gerarchica;- un collegamento ai costi esistenti e alle strutture di facility;- allineamento ai requisiti delle principali attività.	si	RECEPISCE EN 15221-4:2011	6
UNI EN 15221-5	13 dicembre 2011	*Facility Management - Parte 5: Guida ai processi nel Facility Management*	La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15221-5 (edizione ottobre 2011). La norma fornisce una guida alle organizzazioni di Facility Management (FM) sullo sviluppo e il miglioramento dei loro processi per supportare i processi primari. Essa inoltre stabilisce i principi di base, descrive i processi generici di alto livello di FM, liste strategiche, processi tattici e operativi e fornisce esempi di flussi di lavoro di processi.	si	RECEPISCE EN 15221-5:2011	6
UNI EN 15221-6	13 dicembre 2011	*Facility Management - Parte 6: Misurazione dell'area e degli spazi nel Facility Management*	La presente norma è la versione ufficiale in lingua inglese della norma europea EN 15221-6 (edizione ottobre 2011). La norma stabilisce una base comune per la pianificazione e la progettazione, la gestione dell'area e dello spazio, la valutazione finanziaria, così come strumento di benchmarking nel settore del Facility Management. La norma si riferisce alla misurazione dell'area e dello spazio per gli edifici esistenti di proprietà o in locazione, così come gli edifici in stato di progettazione o di sviluppo. Essa presenta un quadro di riferimento per misurare le aree dei	si	RECEPISCE EN 15221-6:2011	6

			piani all'interno degli edifici e le aree esterne degli edifici. Inoltre, contiene i termini e definizioni chiare, nonché i metodi per misurare le aree orizzontali e i volumi degli edifici e/o parti di edifici, indipendentemente dalla loro funzione.			
UNI 11447	24 maggio 2012	*Servizi di facility management urbano - Linee guida per l'impostazione e la programmazione degli appalti*	La norma fornisce criteri-guida ai committenti per l'impostazione e la programmazione dei processi di appalto di servizi di Facility Management Urbano (FMU), al fine di uniformarne l'approccio su una base comune di riferimento metodologico-operativo.	si		6
UNI 11454:2012	06 settembre 2012	*Manutenzione - La manutenzione nella progettazione di un bene fisico*	La norma specifica i principi, i criteri, le metodologie e le modalità, nonché gli elementi informativi e gli indicatori di ordine e contenuto manutentivo, che è necessario considerare e includere nei processi di progettazione di un bene fisico al fine di assicurare nel ciclo di vita le caratteristiche, i livelli di prestazione e la durata attesi, riportate nei capitolati contrattuali e nelle relative specifiche tecniche.	no	SOSTITUITA DA UNI 11454:2022	2
UNI EN 15221-7	22 novembre 2012	*Facility Management - Parte 7: Linee guida per il benchmarking delle prestazioni*	La norma fornisce linee guida per il benchmarking delle prestazioni e contiene precisi termini e definizioni, nonché metodi per confrontare prodotti e servizi di Facility Management, così come le operazioni e le organizzazioni di Facility Management. La norma stabilisce una base comune per confrontare i costi di Facility Management, le superfici e gli impatti ambientali, nonché la qualità, il gradimento e la produttività del servizio. Essa si applica al Facility Management come definito nella UNI EN 15221-1 e dettagliato nella UNI EN 15221-4.	SI		6
UNI 10147	07 marzo 2013	*Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN*	La norma fornisce i termini più usati nel settore Manutenzione che vanno letti unitamente a quelli utilizzati	no	SOSTITUISCE UNI 10147:2003	1

		13306 e definizioni	nella UNI EN 13306.		SOSTITUITA DA UNI 10147:2021	
UNI EN 15628	23 ottobre 2014	*Manutenzione - Qualifica del personale di manutenzione*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 15628 (edizione agosto 2014). La norma specifica la qualifica del personale in relazione ai compiti da svolgere nel contesto della manutenzione di impianti, infrastrutture e sistemi di produzione. Nella presente norma, la manutenzione di impianti ed edifici è inclusa in termini di aspetti tecnici dei servizi. Essa costituisce una guida per definire le conoscenze, le abilità e le competenze necessarie per la qualifica del personale addetto alla manutenzione. La norma tratta le seguenti figure professionali nell'organizzazione di manutenzione: - Tecnico specialista di manutenzione; - Supervisore dei lavori di manutenzione e/o ingegnere di manutenzione; - Responsabile della manutenzione (Responsabile del servizio o della funzione manutenzione). La norma non specifica i criteri di verifica né la formazione specialistica del personale, che è correlata allo specifico settore merceologico.	SI	SOSTITUISCE UNI 11420:2011 RECEPISCE EN 15628:2014	4
UNI EN 16646	5 marzo 2015	*Manutenzione - Manutenzione nella gestione dei beni fisici*	La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 16646 (edizione dicembre 2014). La norma stabilisce il ruolo della manutenzione nella gestione dei beni fisici. Essa stabilisce anche la relazione tra il piano strategico organizzativo e il sistema della manutenzione e descrive le interrelazioni tra il processo di manutenzione e tutti gli altri processi di gestione di beni fisici. Essa affronta il ruolo e l'importanza della manutenzione all'interno del sistema di gestione dei beni fisici durante l'intero ciclo di vita di un bene.	si	RECEPISCE EN 1664:2014	2
UNI EN 13269	16 giugno 2016	*Manutenzione - Linee guida per la preparazione dei contratti di*	La presente norma offre una guida per la preparazione di contratti per lavori di manutenzione. Può essere applicata a:	si	SOSTITUISCE UNI EN 13269:2006 RECEPISCE EN 13	5

		manutenzione	- rapporti tra società/assuntore di nazioni diverse e della stessa nazione; - attività di manutenzione e tutti i servizi ad essa connessi inclusa la pianificazione, la gestione e il controllo dei lavori; - qualsiasi componente, fatta eccezione per il software informatico, a meno che il software non debba essere gestito come parte integrante o unitamente all'apparecchiatura tecnica. La norma: - non fornisce moduli standard per contratti di manutenzione; - non stabilisce diritti e obblighi tra società e assuntore; - non fornisce regole per accordi con la pubblica amministrazione.		269:2016	
UNI 11063	02 febbraio 2017	*Manutenzione - Definizione di manutenzione ordinaria e straordinaria*	La presente norma definisce i criteri di classificazione delle attività di Manutenzione distinguendoli in Ordinaria e Straordinaria, al fine di fornire un quadro di riferimento che consenta di uniformare i comportamenti degli utenti nella gestione e contabilizzazione delle risorse utilizzate, secondo i criteri della Contabilità Industriale (analitica) e Generale, in modo coerente e significativo anche sul piano organizzativo e operativo. Si applica a tutti i settori in cui è prevista un'attività di manutenzione.	si	SOSTITUISCE UNI 11063:2003	1
UNI EN 13306	08 febbraio 2018	*Manutenzione - Terminologia di manutenzione*	La norma specifica i termini generici e le loro definizioni per le aree tecniche, amministrative e gestionali della manutenzione. La sua applicazione non è prevista per i termini utilizzati esclusivamente per la manutenzione di programmi di informatica.	si	SOSTITUISCE UNI EN 13306:2010 RECEPISCE EN 13306:2017	1
UNI EN 17007	22 marzo 2018	*Processo di manutenzione e indicatori associati*	La norma fornisce una descrizione generica del processo di manutenzione. Specifica le caratteristiche di tutti i processi, che fanno parte del processo di manutenzione e stabilisce un modello di manutenzione per fornire delle linee guida per la definizione degli indicatori.	si	SOSTITUISCE UNI 10224:2007 RECEPSICE EN 17007:2017	4
UNI EN ISO 41011	26 luglio 2018	*Facility management - Vocabolario*	La norma definisce i termini e le definizioni utilizzati nelle norme di Facility management.	si	SOSTITUISCE UNI EN 15221-	6

					1:2007 ADOTTA ISO 41011:2017 RECEPISCE EN ISO 41011:2018	
UNI EN ISO 41001	02 agosto 2018	*Facility management - Sistemi di gestione - Requisiti con guida per l'utilizzo*	La norma specifica i requisiti per un sistema di facility management (FM) quando un'organizzazione: a) ha la necessità di dimostrare una fornitura efficace ed efficiente di FM che supporti gli obiettivi delle richieste dell'organizzazione; b) mira a soddisfare in modo coerente le esigenze delle parti interessate e i requisiti applicabili; c) mira a essere sostenibile in un ambiente competitivo a livello globale. I requisiti specificati nella norma non sono specifici del settore e si intendono applicabili a tutte le organizzazioni, o parte di esse, che si tratti di settore pubblico o privato e indipendentemente dal tipo, dimensione e natura dell'organizzazione o della posizione geografica. L'appendice A fornisce ulteriori indicazioni sull'utilizzo di questo documento.	si	RECEPISCE EN ISO 41001:2018 ADOTTA ISO 41001:2018	6
UNI EN ISO 41012	02 agosto 2018	*Facility management - Guida sull'approvvigionamento strategico e l'elaborazione degli accordi*	La norma fornisce una guida per l'approvvigionamento e l'elaborazione degli accordi nel facility management (FM). Essa mette in evidenza: - elementi essenziali nei processi di approvvigionamento nel FM; - ruoli e responsabilità nei processi di approvvigionamento del FM; - processi di sviluppo e strutture di modelli tipici di accordo.	si	SOSTITUISCE UNI EN 15221-2:2007 RECEPISCE EN ISO 41012:2018 ADOTTA ISO 41012:2017	6
UNI EN 15341	30 ottobre 2019	*Manutenzione - Indicatori di prestazione della manutenzione (KPI)*	La norma descrive un sistema per la gestione degli indicatori di manutenzione atti a misurarne le prestazioni nel quadro di fattori d'influenza quali gli aspetti economici, tecnici ed organizzativi, per valutare e migliorare la sua efficienza ed efficacia al fine di raggiungere l'eccellenza nella	si	SOSTITUISCE UNI EN 15341:2007 RECEPISCE EN 15341:2019	4

			manutenzione dei beni tecnici.			
UNI CEN/TS 17385	05 dicembre 2019	*Metodo per la valutazione delle condizioni di beni immobili costruiti*	La specifica tecnica tratta le metodologie di valutazione delle condizioni per tutti i tipi di strutture.	si	RECEPISCE CEN/TS 17385:2019	4
UNI EN ISO 41014	08 ottobre 2020	*Facility management - Sviluppo della strategia per il facility management*	Il presente documento fornisce le linee guida per lo sviluppo di una strategia per il facility management (FM) quando un'organizzazione FM: a) intende garantire l'allineamento tra i requisiti FM e gli obiettivi, le esigenze e i vincoli delle richieste del core business dell'organizzazione; b) vuole migliorare l'utilità ei benefici forniti dalle facilities per il miglioramento delle richieste dell'organizzazione e del suo core business; c) mira a soddisfare in modo coerente le esigenze degli stakeholder e le disposizioni applicabili; d) mira ad essere sostenibile in un ambiente competitivo a livello globale		RECEPISCE EN ISO 41014:2020 ADOTTA ISO 41014:2020	6
UNI EN 17485	26 agosto 2021	*Manutenzione - Manutenzione nella gestione di beni fisici - Quadro per migliorare il valore di beni fisici durante il loro intero ciclo di vita*	La norma specifica i metodi e le procedure per la gestione di beni fisici in modalità strutturata per prendere in considerazione la manutenzione come fattore influenzante nelle decisioni strategiche e tattiche di un'organizzazione sui propri beni fisici e quando si applica la gestione dei beni fisici come struttura per le attività di manutenzione.	si	RECEPISCE EN 17485:2021	2
UNI 10147	09 settembre 2021	*Manutenzione - Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni*	La norma fornisce i termini più usati nel settore Manutenzione che vanno letti unitamente a quelli utilizzati nella UNI EN 13306.	si	SOSTITUISCE UNI 10147:2013	1
UNI 11454	09 giugno 2022	*Manutenzione - La manutenzione nella progettazione di un bene fisico*	La norma specifica principi, criteri, metodologie, requisiti e indicatori relativi alla manutenzione, che è necessario considerare e includere nei processi di progettazione di un bene fisico al fine di mantenere, lungo tutto il ciclo di vita, le caratteristiche tecniche e funzionali. La presente norma è raccomandata a tutti i soggetti comunque coinvolti nelle fasi	si	SOSTITUISCE UNI 11454:2012	2

			progettuali, realizzative e operative di qualsiasi bene fisico.			

LEGENDA CODICE CATEGORIE:

1. Cosa è: definizioni e principi
2. Criteri di progettazione
3. Criteri per l'organizzazione delle informazioni
4. Criteri per la valutazione della qualità
5. Criteri per la valutazione dei costi
6. Facility Management
7. Gestione dei Patrimoni

ALLEGATO 3_A
SONDAGGIO FORMULAZIONE 1_DOMANDE

RICONOSCI IL GUASTO - 1° formulazione

Il presente sondaggio è parte di una sperimentazione condotta in seno ad una ricerca di dottorato in corso presso il Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II di Napoli.
Si svolge in forma anonima e vuole indagare la terminologia comunemente usata dagli utenti per indicare guasti e/o anomalie che è possibile riscontrare sulle parti degli edifici.

*Campo obbligatorio

1. Sesso *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Donna
- ◯ Uomo
- ◯ Preferisco non specificare

2. Quale categoria rappresenta meglio la tua età? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ 17 e meno
- ◯ 18-25
- ◯ 26-40
- ◯ 41 – 65
- ◯ 66 e più

3. La tua regione di origine *

4. Quale è il tuo livello di istruzione? *

Contrassegna solo un ovale.

- Scuola primaria
- Secondaria di primo grado
- Secondaria di secondo grado
- Università
- Master
- Dottorato ti ricerca

5. Appartieni ad una delle seguenti categorie? *

Contrassegna solo un ovale.

- Architetto/a
- Ingegnere civile/edile
- Geometra
- Studente di architettura o ingegneria civile/ edile
- Addetto/a nel settore edile
- Altro: _____

6. Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città? *

Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

7. Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città? *

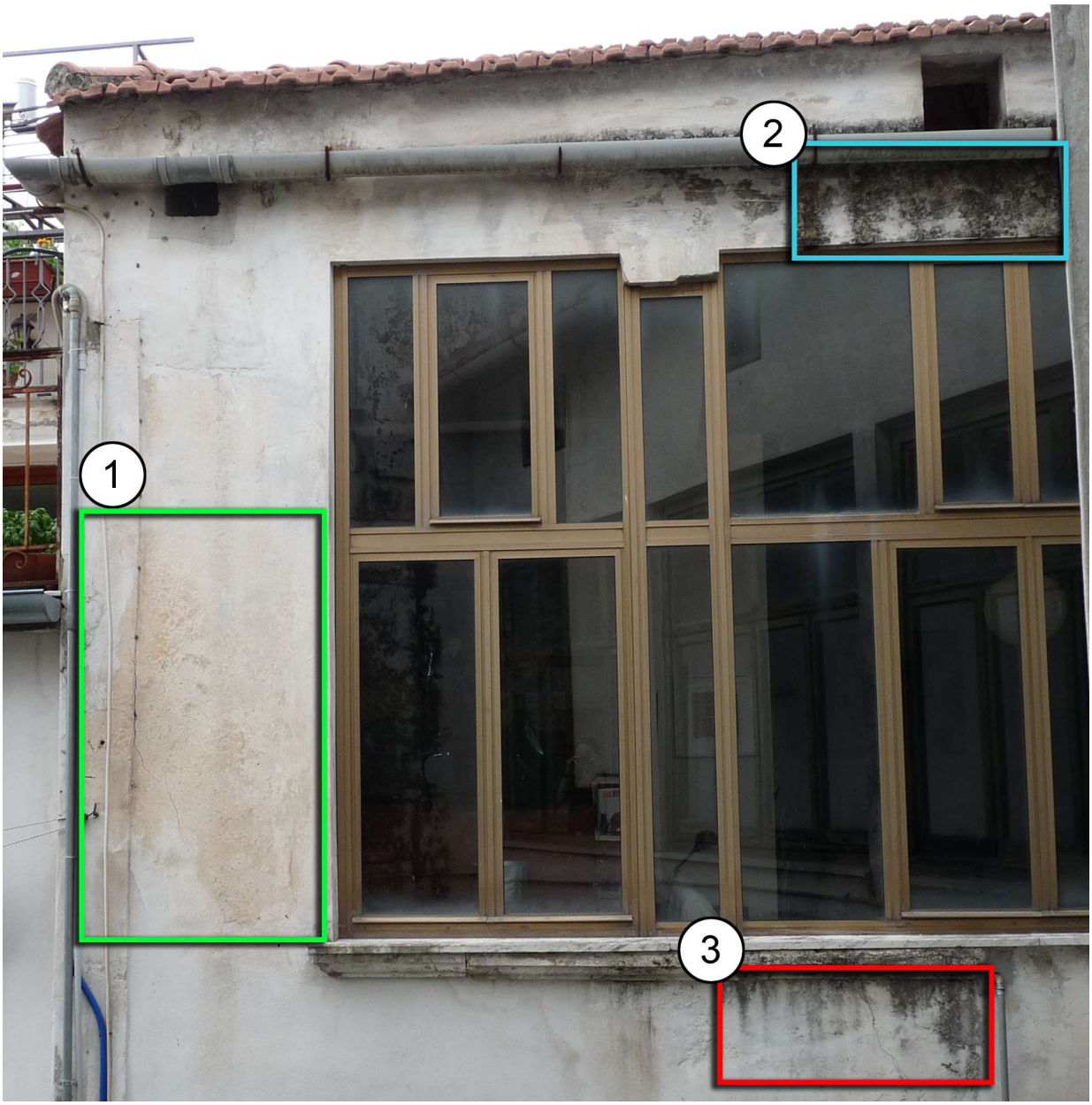
Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

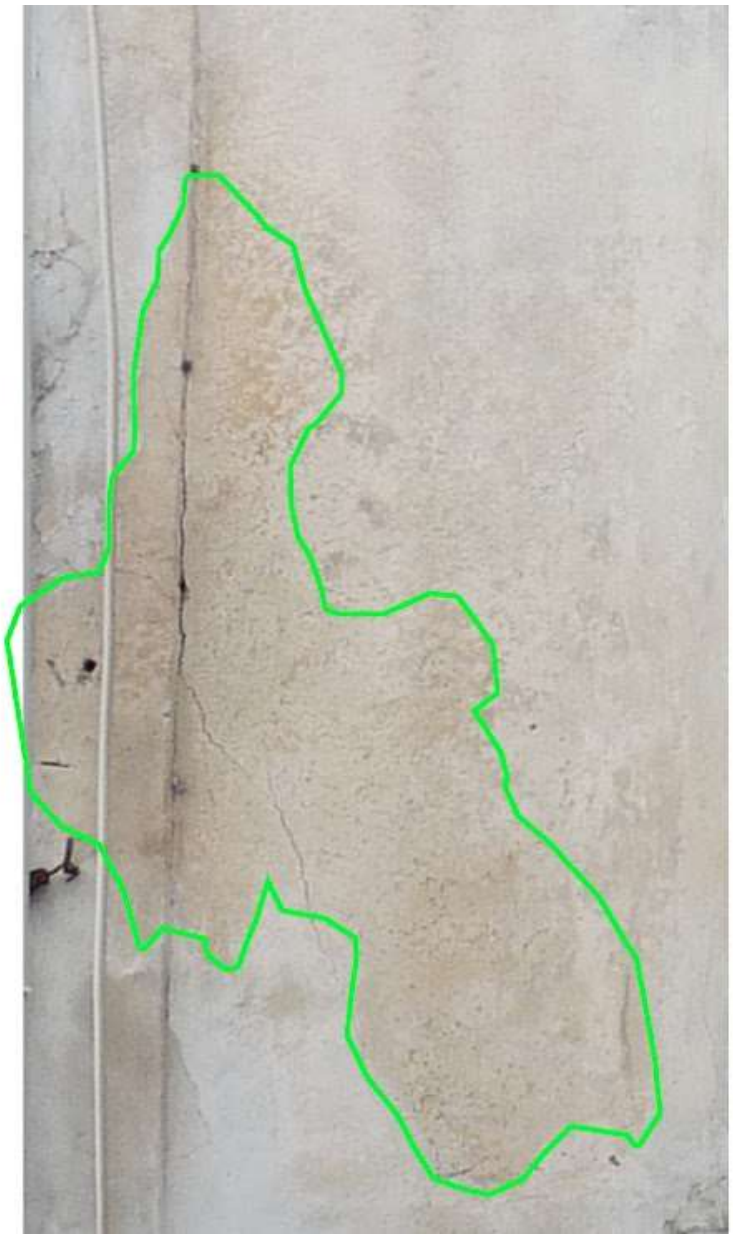
Passa alla domanda 8

Di seguito troverai 10 quesiti ciascuno dei quali presenta un'immagine con l'indicazione di guasti e/o anomalie, per ciascuna delle quali avrai uno zoom di dettaglio e ti sarà chiesto di darvi un nome, sentiti liber* di usare la terminologia che ritieni più adatta o quella che usi comunemente, senza ricercare "la risposta corretta"

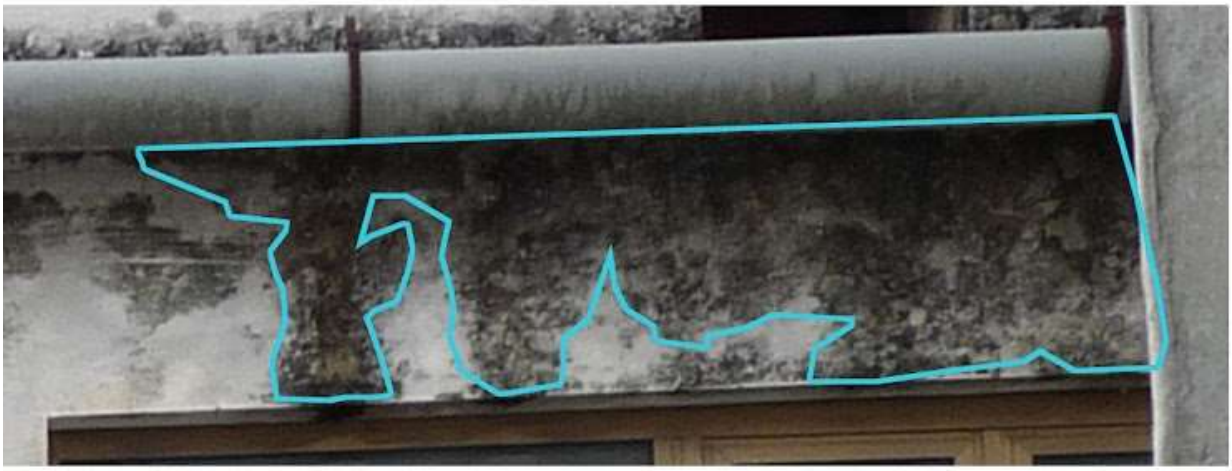
FIgura 1 _L'immagine in figura 1 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tre tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



8. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.1 al numero 1? *



9. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig. 1 al numero2? *



10. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3? *



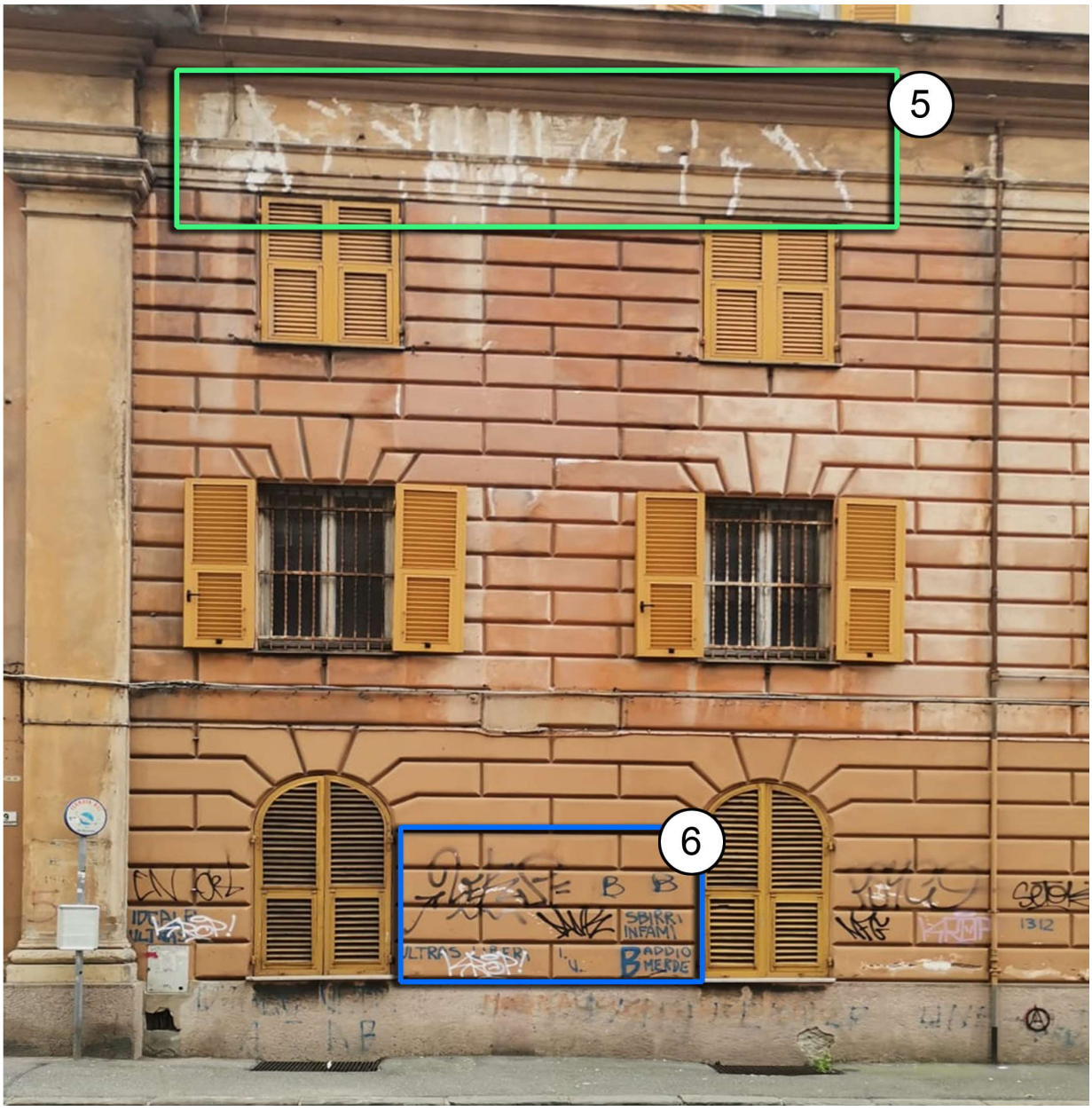
Figura 2_ L'immagine in Figura 2 rappresenta una facciata sulla quale è stata individuata un' anomalia. Rispondi alle domande proposte di seguito:



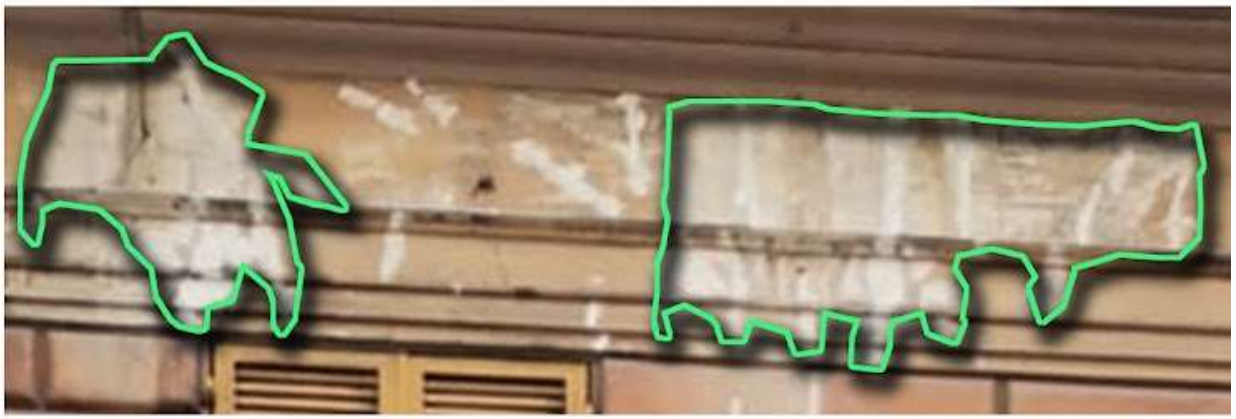
11. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.2 al numero 4? *



Figura 3_L'immagine in Figura 3 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate due tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



12. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.3 al numero 5? *



13. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.3 al numero 6? *



FIgura 4_L'immagine in Figura 4 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



14. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.4 al numero 7? *

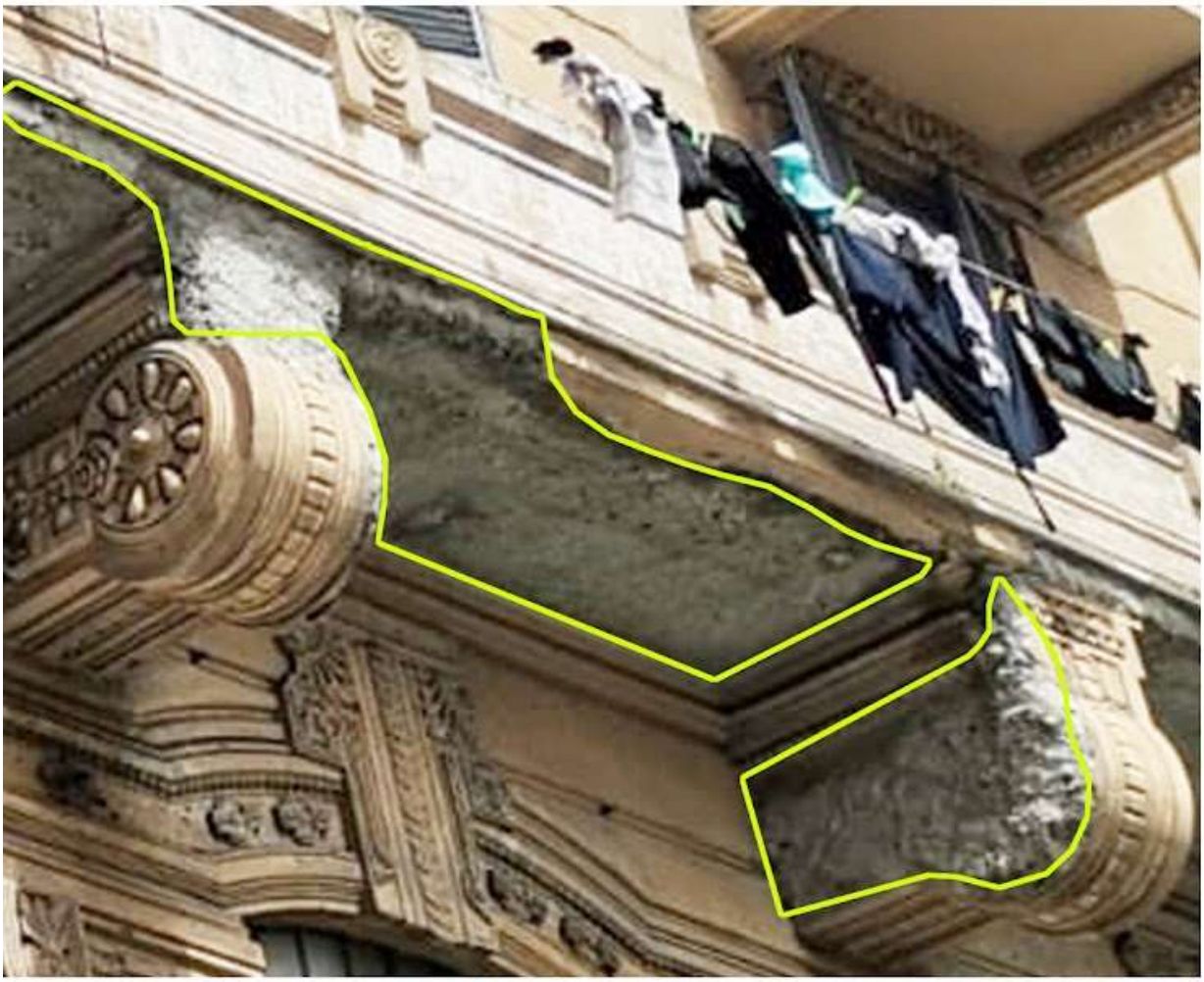


Figura 5_L'immagine in figura 5 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



15. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.5 al numero 8? *



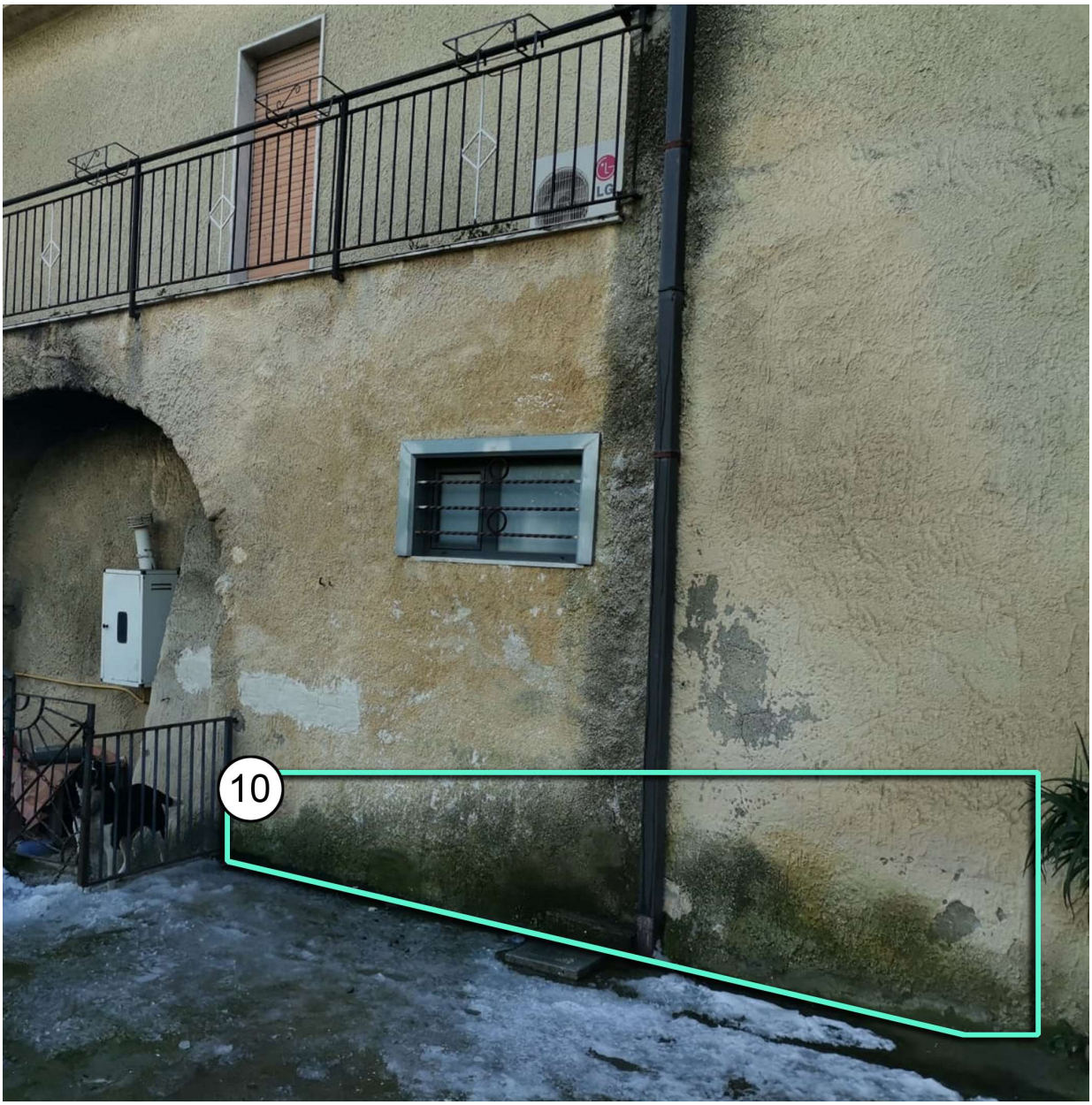
Figura 6_ L'immagine in figura 6 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



16. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.6 al numero 9? *



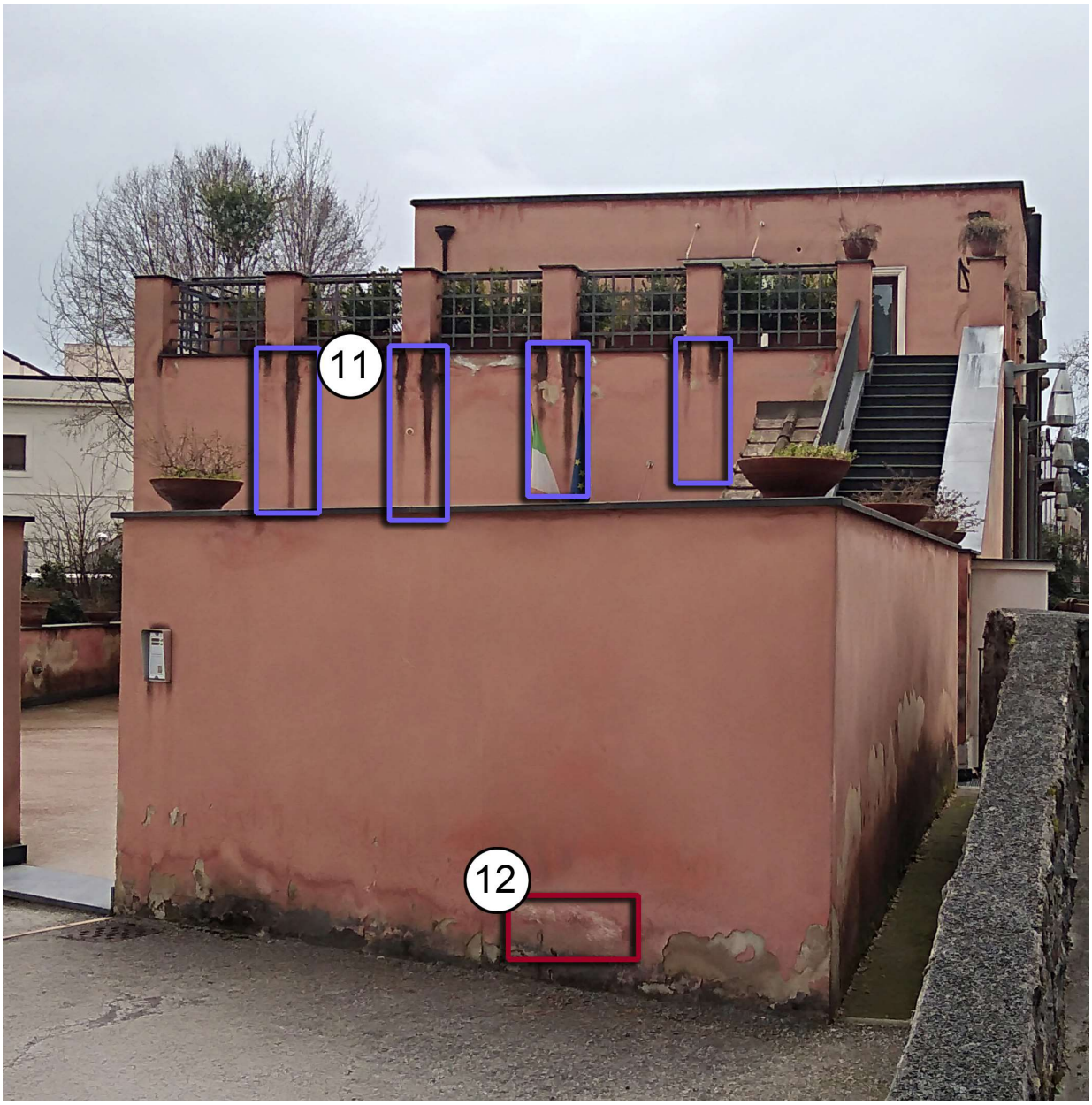
Figura 7_L'immagine in Figura 7 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito



17. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.7 al numero 10? *



Figura 8_L'immagine in figura 8 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



18. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.8 al numero 11? *



19. Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.8 al numero 11? *



Figura 9_L'immagine in Figura 9 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



20. Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13? *

Figura 10_L'immagine in Figura 10 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



21. Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14? *

Di seguito sono riportate quattro macro-categorie di anomalie, prova ad associare ad ognuna di esse una delle anomalie proposte nelle figure riportare. Spunta la/e figura/e che ti sembra/no appartenere alla macro-categoria proposta.


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

22. Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: AGGIUNTA DI MATERIA? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Altro: _____

23. Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: SOTTRAZIONE DI MATERIA? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Altro: _____

24. Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: FESSURAZIONE? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Altro: _____

25. Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: DEFORMAZIONE? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Altro: _____

Questi contenuti non sono creati né avallati da Google.

Google Moduli

RICONOSCI IL GUASTO - 1° formulazione

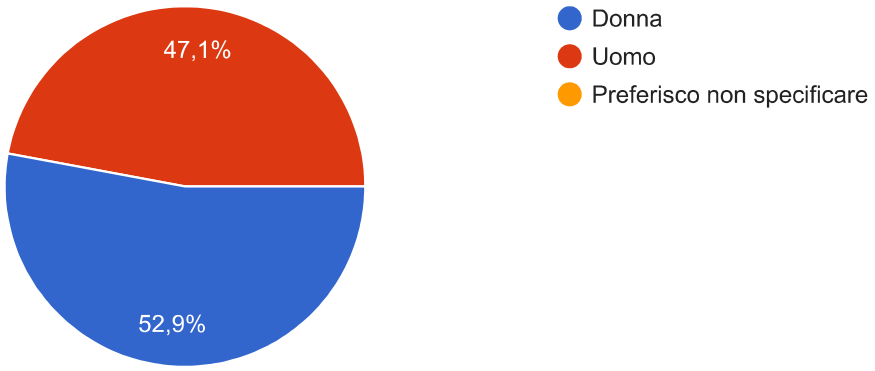
17 risposte

Pubblica i dati di analisi

Sesso

Copia

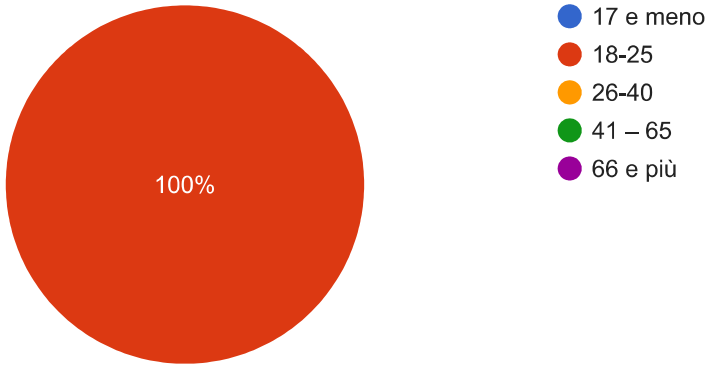
17 risposte



Quale categoria rappresenta meglio la tua età?

Copia

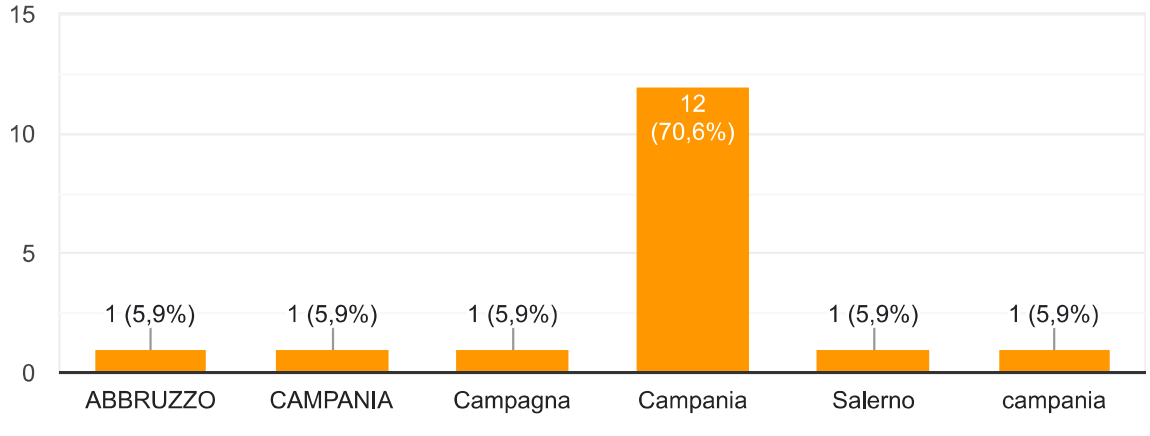
17 risposte



La tua regione di origine

Copia

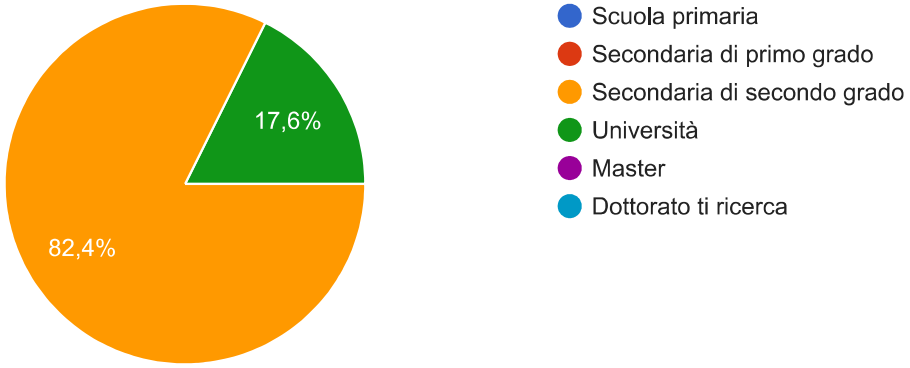
17 risposte



Quale è il tuo livello di istruzione?

Copia

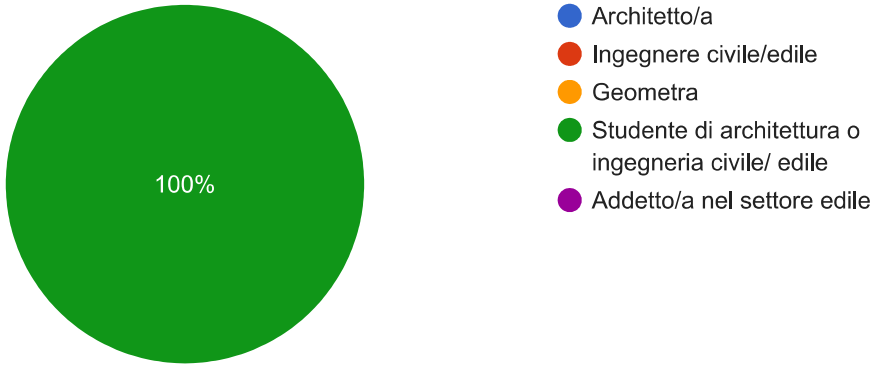
17 risposte



Appartieni ad una delle seguenti categorie?

Copia

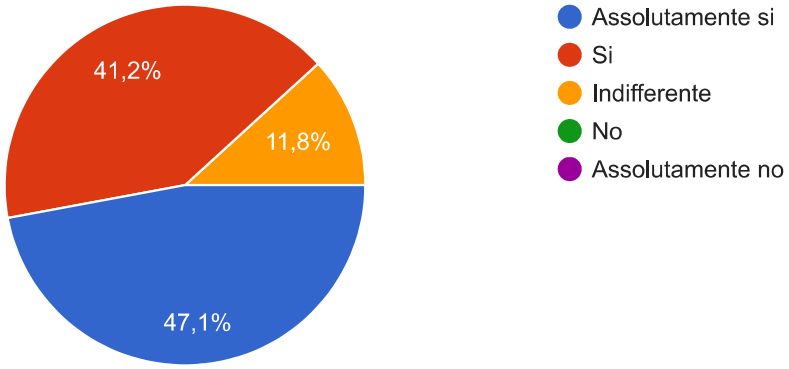
17 risposte



Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città?

Copia

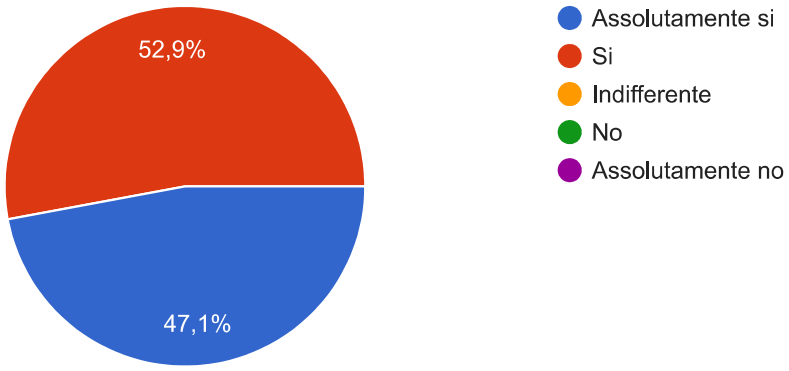
17 risposte



Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città?

Copia

17 risposte



Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.1 al numero 1?

17 risposte

Crepa

Crepe murarie

Crepatura

Fessurazione

Macchie di umidità

ponte termico

distaccamento dell'intonaco

crepa nell'intonaco

Macchia di umidità

fessurazione e macchia da umidità

Lesione

un'infiltrazione di acqua ha indebolito la muratura che presenta le prime fratture.

crepatura

cemento degratato

umidità

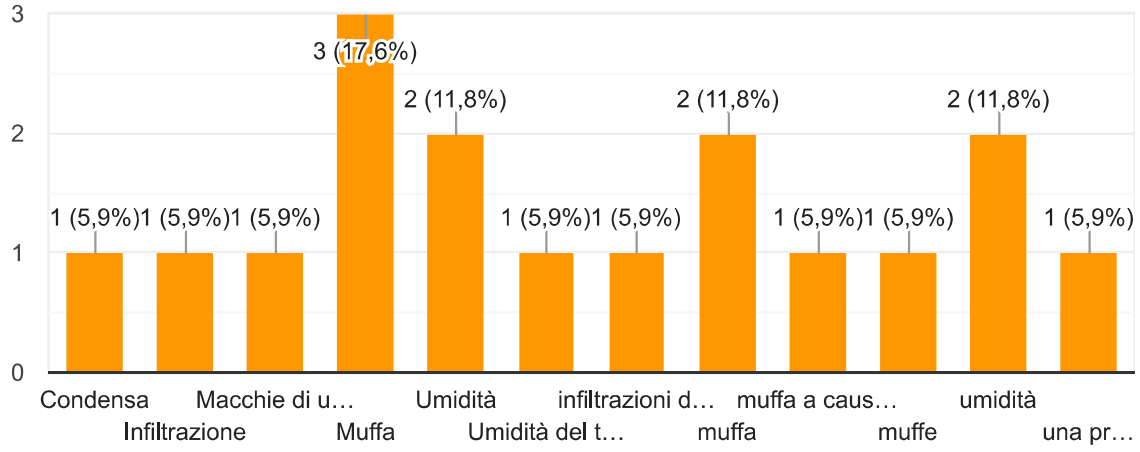
Umidità

Infiltrazione d'acqua o umidità

Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2?

Copia

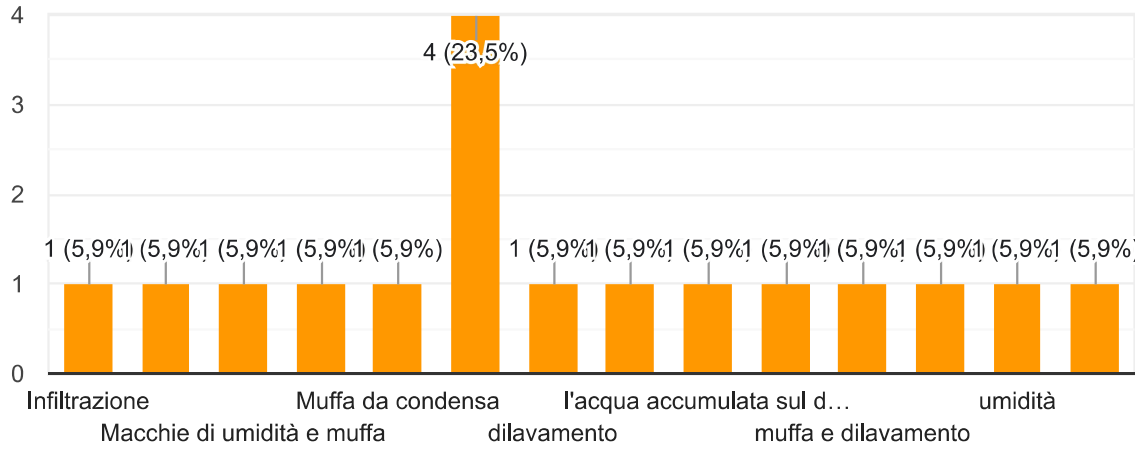
17 risposte



Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3?

Copia

17 risposte



Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.2 al numero 4?

17 risposte

Crepe nell'intonaco

Perdita di materiale

Crepatura Intonaco

Crepe

Crepe della vernice esterna dovute a problemi di umidità e scarsa aderenza della vernice

dissesto statico

Distaccamento

crepature

Crepe dell'intonaco

caduta dell'intonaco esterno

mancanza d'intonaco

la parete ha subito una deformazione, determinata forse dalle condizioni atmosferiche, che ha causato la frattura dello strato più esterno.

distacco intonaco

intonaco vecchio

infiltrazioni

perdita di intonaco

Infiltrazione d'acqua in stato avanzato con rottura del piano intonacato

Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5?

17 risposte

Muffa

Umidità

Intonacatura delle crepe

Tracce di intonaco a vista

Colatura di vernici o macchie di interventi animali

non riesco ad identificare

cattiva manutenzione

mancanza di intonaco

imbratto

macchie di pittura

dilavamento

intonaco indebolito

imbrattamento

Vernice colata

interventi

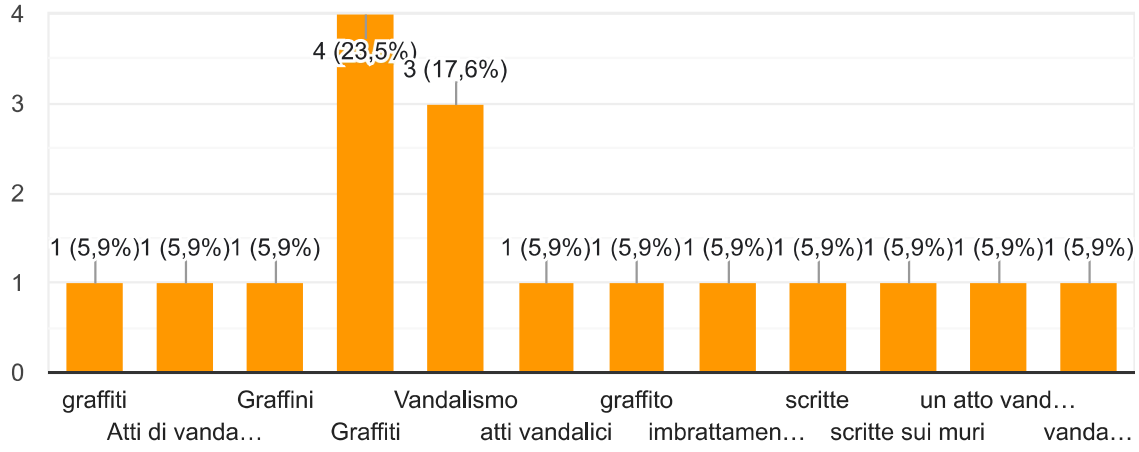
scritte

Scarsa resistenza ai fattori metereologici

Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6?

Copia

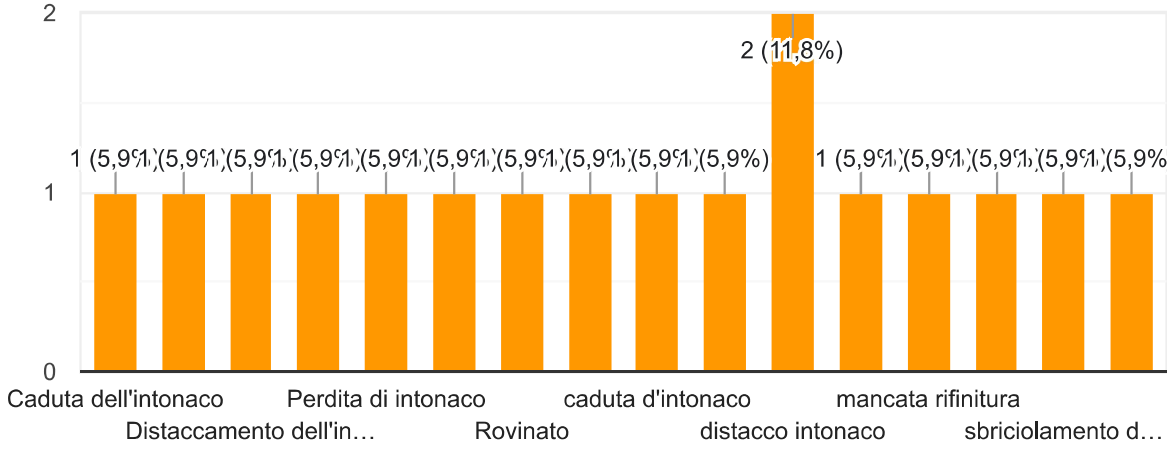
17 risposte



Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7?

Copia

17 risposte



Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.5 al numero 8?

17 risposte

Piante

Ribellione della natura

Crescita non controllata della flora

Crescita di vegetazione infestante

Crescita di piante nelle intercapedini dell'abitazione

mancata manutenzione

Pulizia non adeguata

piante infestanti

Crescita di vegetazione

presenza di vegetazione

presenza di vegetazione

cattiva manutenzione

malerba

erbacce

erba spontanea

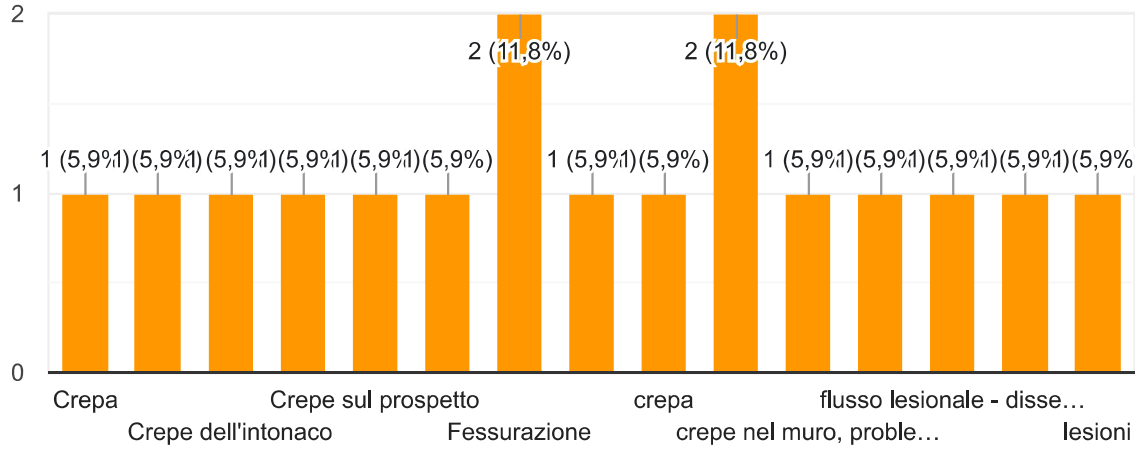
erbacce

Scarsa manutenzione e quindi crescita di vegetazione spontanee

Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9?

Copia

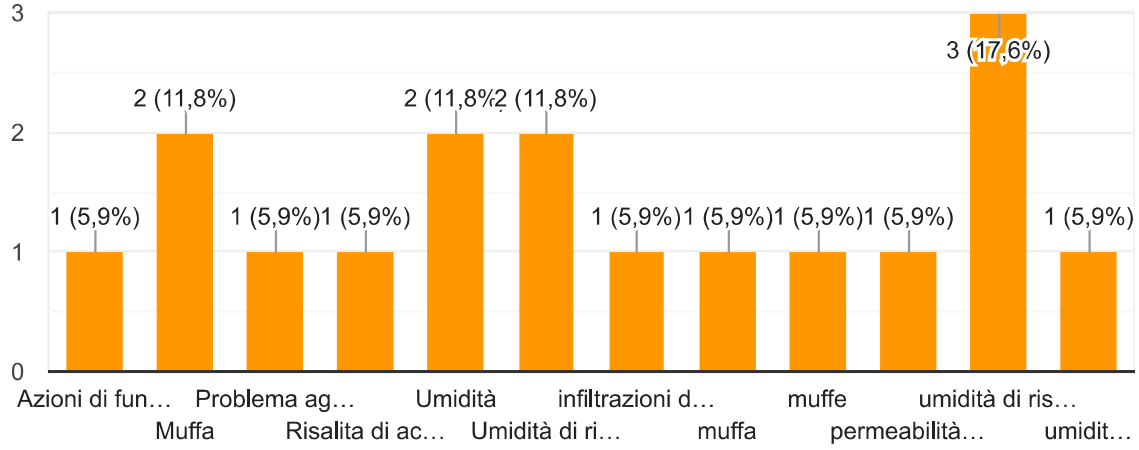
17 risposte



Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10?

Copia

17 risposte



Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.8 al numero 11?

17 risposte

Umidità

Crepe e indebolimento muri

Crepe dovute all'umidità

Scie di gocciolamento

Segni della progressiva azione di acqua di scolo e cedimenti dell'intonaco

isolamento idrico non adeguato

scolo dell'acqua

ristagno di acqua

Fuoriuscita di acqua

dilavamento

Dilavamento

manutenzione assente

umidità

intonaco con infiltrazione d'acqua

infiltrazioni

crepature e umidità

Perdita della capacità di impermeabilità

Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.8 al numero 11?

17 risposte

Muffa

Perdita materiale

Mancanza di intonaco

Umidità di risalita

Rigonfiamento di uno strato di copertura

macchia d'umidità

infiltrazione d'acqua

Rigonfiamento dell'intonaco a causa dell'umidità

escrescenze nella muratura

l'intonaco sta crepando

Caduta d'intonaco

intonaco scrostato

umidità di risalita

creazione di aria tra l'intonaco e la struttura

rigonfiamenti dovuti all'umidità

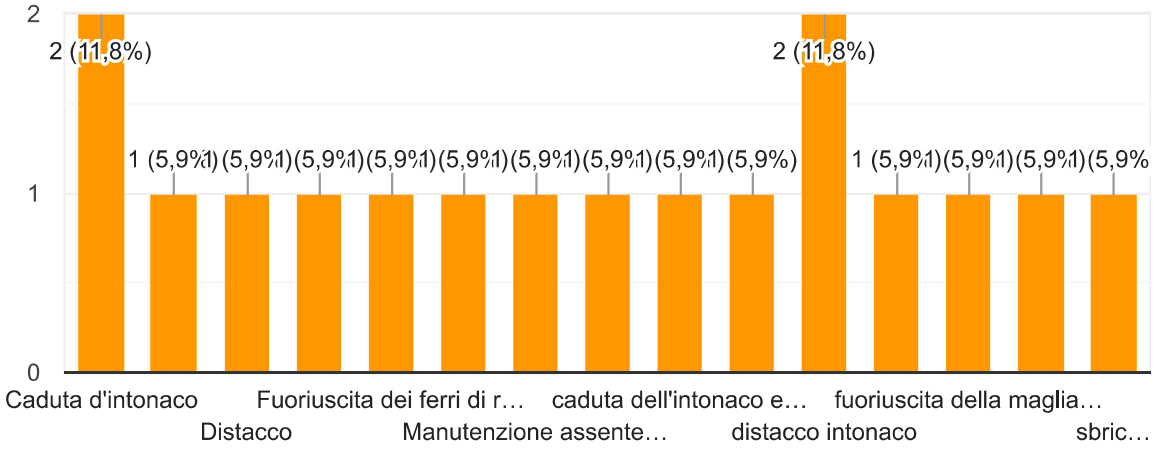
perdita di intonaco

Infiltrazione d'acqua

Come chiameresti l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13?

Copia

17 risposte



Come chiameresti l’anomalia indicata in Fig.10 al numero 14?

17 risposte

Umidità

Perdita materiale

rotto nel basamento

Degrado del rivestimento della zoccolatura

Progressivo cambiamento della morfologia dello zoccolo del palazzo a causa di azioni dinamiche

disattenzione nella posa in opera

muro eroso

sottrazione di elementi che compongono la tecnologia di costruzione. In più erosione natura.

Erosione della pietra

presenza di buchi sul basamento intonacato

Degradazione puntiforme

manutenzione assente

umidità da condensa

pietra corrosa

buchi

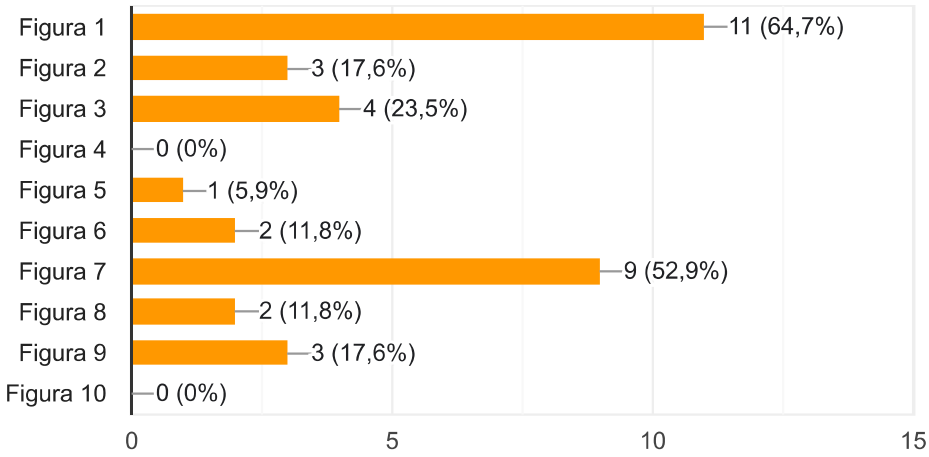
perdita di materiale

Scarsa attenzione nella colata, piena di bolle d'aria che una volta esplose lasciano dei solchi nell'elemento

Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: AGGIUNTA DI MATERIA?

Copia

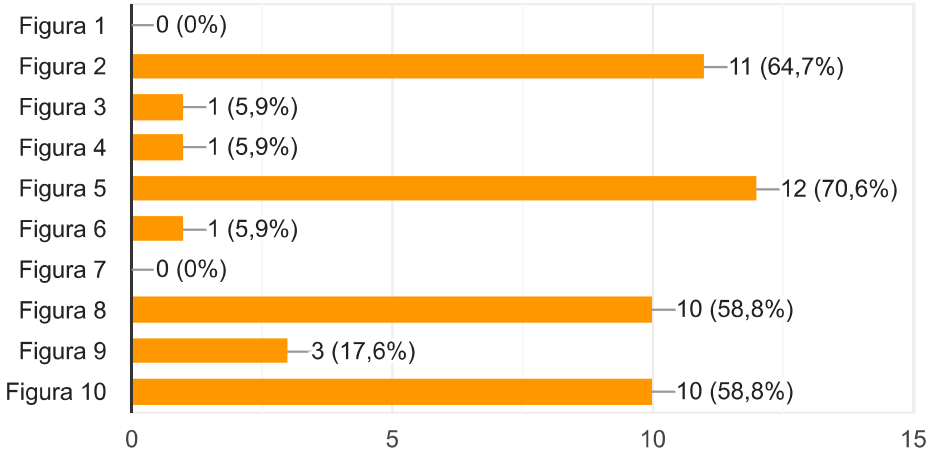
17 risposte



Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: SOTTRAZIONE DI MATERIA?

Copia

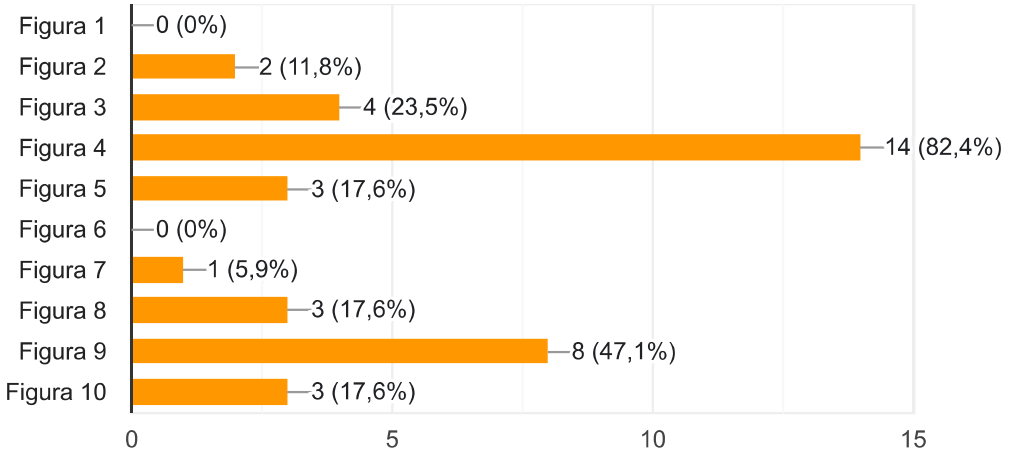
17 risposte



Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: FESSURAZIONE?

Copia

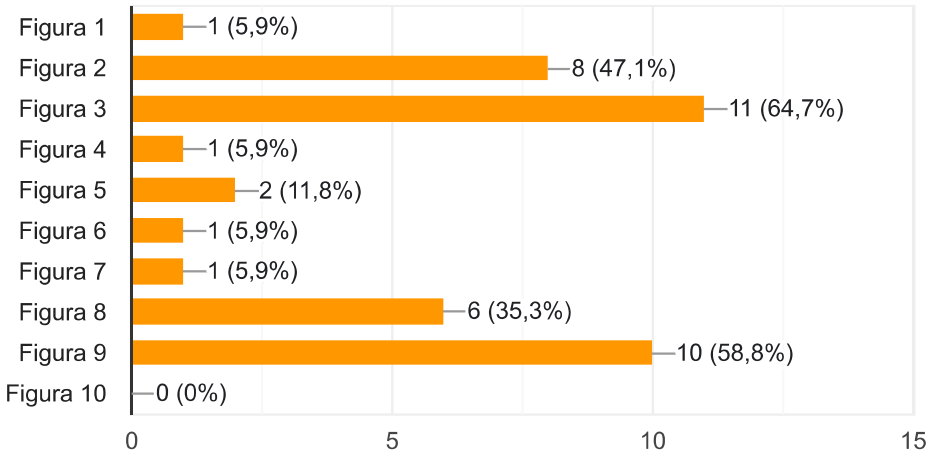
17 risposte



Quali delle immagini su riportate appartengono alla categoria: DEFORMAZIONE?

Copia

17 risposte



Questi contenuti non sono creati né avallati da Google. Segnala abuso - Termini di servizio - Norme sulla privacy

Google Moduli

RICONOSCI IL GUASTO - 2° formulazione

Il presente sondaggio è parte di una sperimentazione condotta in seno ad una ricerca di dottorato in corso presso il Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II di Napoli.
Si svolge in forma anonima e vuole indagare la terminologia comunemente usata dagli utenti per indicare guasti e/o anomalie che è possibile riscontrare sulle parti degli edifici.

*Campo obbligatorio

1. Sesso *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Donna
- ◯ Uomo
- ◯ Preferisco non specificare

2. Quale categoria rappresenta meglio la tua età? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ 17 e meno
- ◯ 18-25
- ◯ 26-40
- ◯ 41 – 65
- ◯ 66 e più

3. La tua regione di origine *

_____

4. Quale è il tuo livello di istruzione? *

Contrassegna solo un ovale.

- Scuola primaria
- Secondaria di primo grado
- Secondaria di secondo grado
- Università
- Master
- Dottorato ti ricerca

5. Appartieni ad una delle seguenti categorie? *

Contrassegna solo un ovale.

- Architetto/a
- Ingegnere civile/edile
- Geometra
- Studente di architettura o ingegneria civile/ edile
- Addetto/a nel settore edile
- Altro: _____

6. Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città? *

Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

7. Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città? *

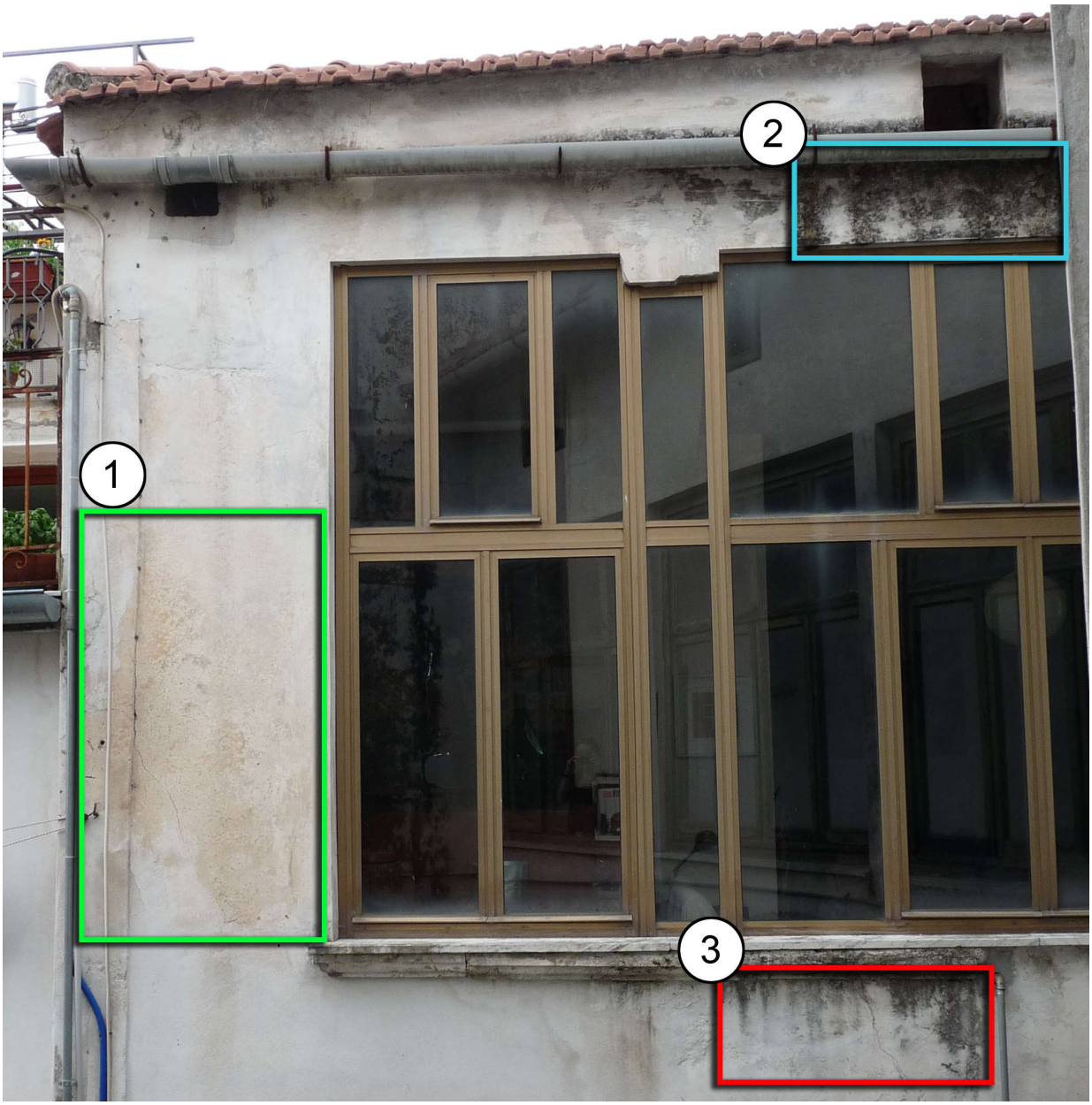
Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

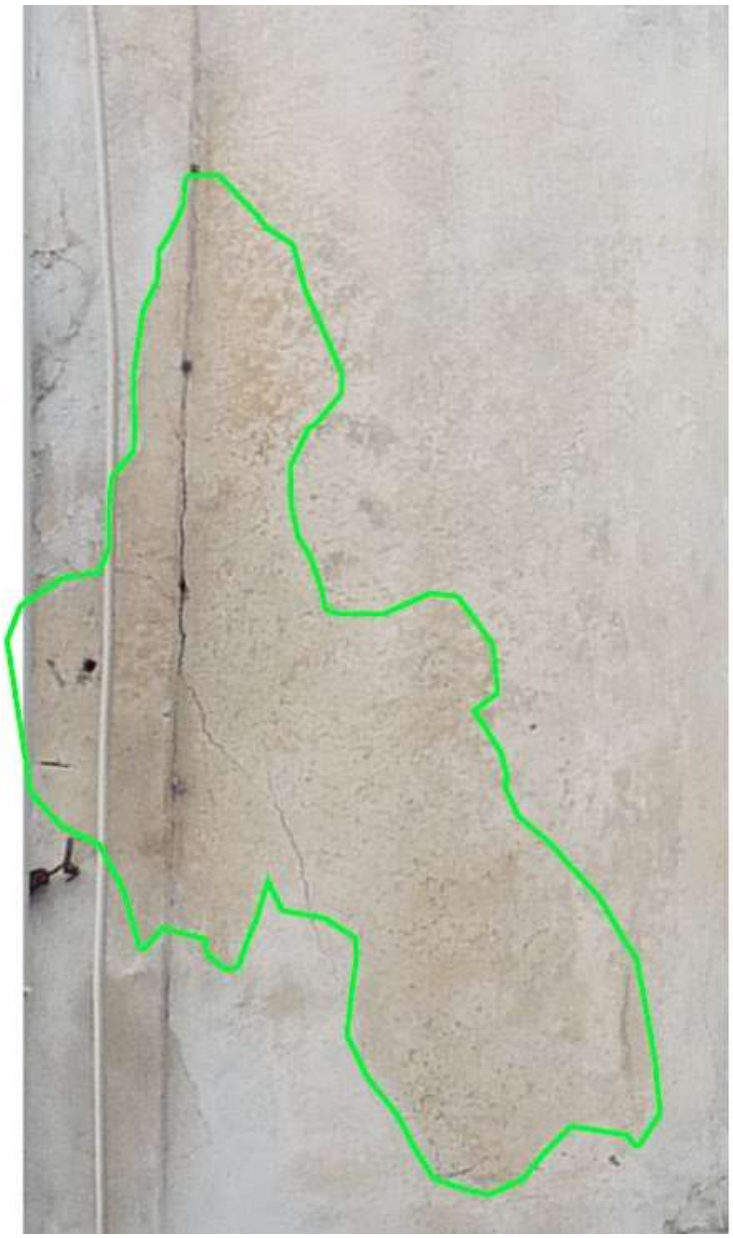
Passa alla domanda 8

Di seguito troverai 10 quesiti ciascuno dei quali presenta un'immagine con l'indicazione di guasti e/o anomalie, per ciascuna delle quali avrai uno zoom di dettaglio e ti sarà chiesto prima di selezionare, tra i termini proposti, uno o più soluzioni che ti sembrano descrivere il guasto e poi di darvi il nome che meglio sembra descriverlo. Per questa seconda domanda sentiti liber* di usare la terminologia che ritieni più adatta o quella che usi comunemente, senza ricercare "la risposta corretta"

FIgura 1 _L'immagine in figura 1 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tre tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



8. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.1 al numero 1? *

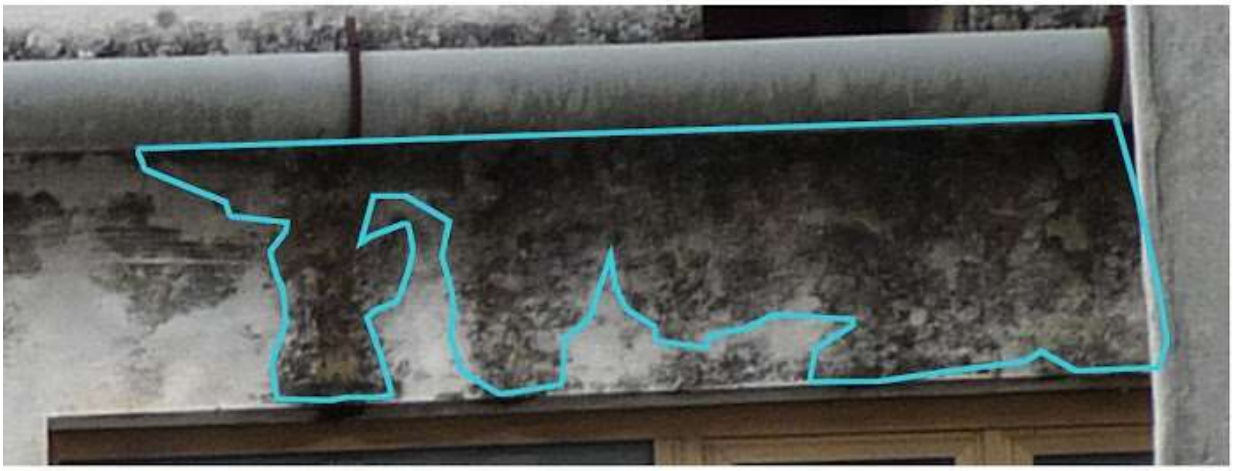


Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Macchia
- [ ] Fessurazione superficiale
- [ ] Alterazione cromatica
- [ ] Alveolizzazione
- [ ] Esfoliazione
- [ ] Graffiti

9. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

10. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Crosta
- [ ] Macchia
- [ ] Presenza di microganismi
- [ ] Dilavamento
- [ ] Alterazione cromatica
- [ ] Macchia da umidità

11. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

12. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Macchia
- [ ] Dilavamento
- [ ] Efflorescenza
- [ ] Sfogliamento
- [ ] Esfoliazione
- [ ] Presenza di microrganismi

13. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 2_ L'immagine in Figura 2 rappresenta una facciata sulla quale è stata individuata un' anomalia. Rispondi alle domande proposte di seguito:



14. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.2 al numero 4? *

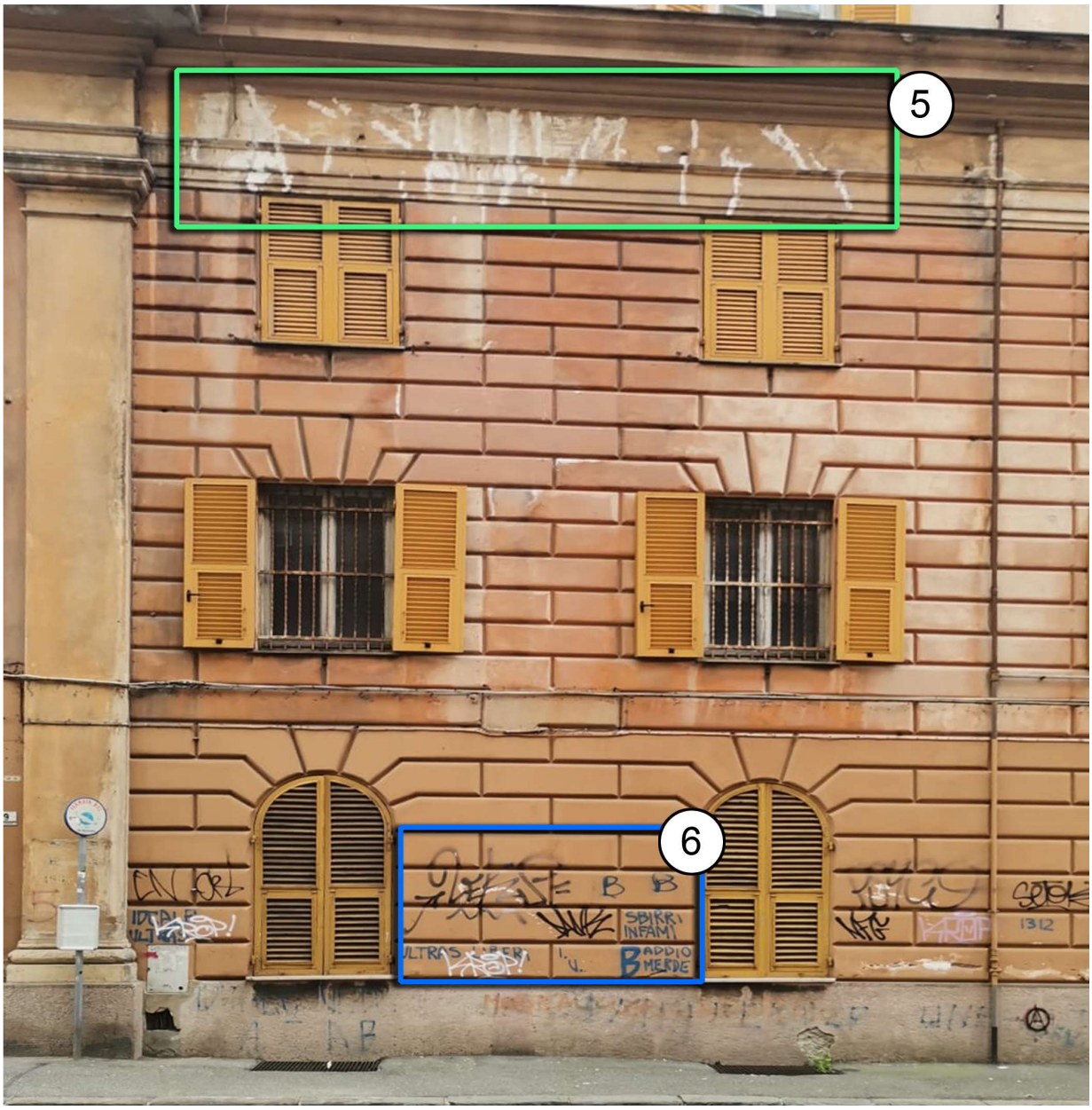


Seleziona tutte le voci applicabili.

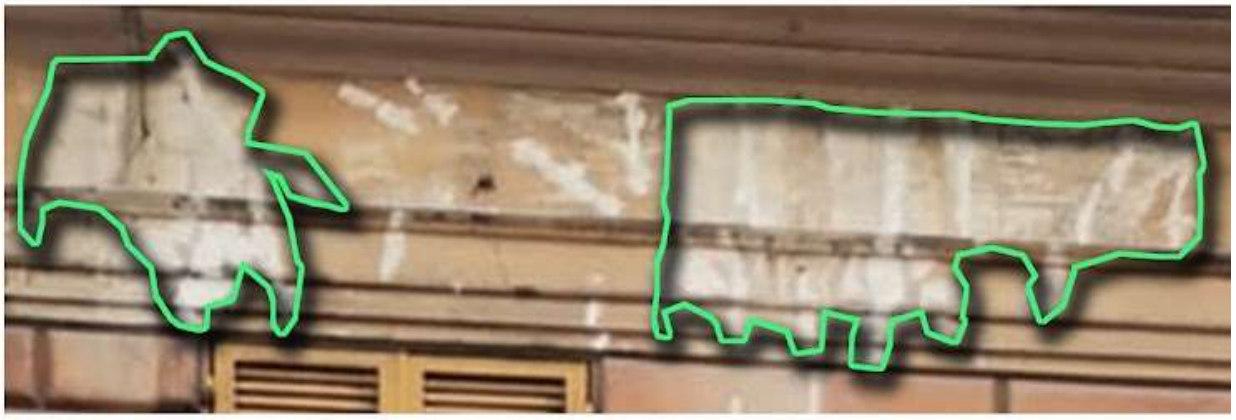
- [ ] Piccoli fori e bolle
- [ ] Sfogliamento
- [ ] Esfoliazione
- [ ] Fessurazioni lievi
- [ ] Distacco dal supporto
- [ ] Perdita di parti

15. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 3_L'immagine in Figura 3 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate due tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



16. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Incrostazione
- [ ] Dilavamento
- [ ] Colatura
- [ ] Concrezione
- [ ] Macchia
- [ ] Alterazione cromatica

17. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

18. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

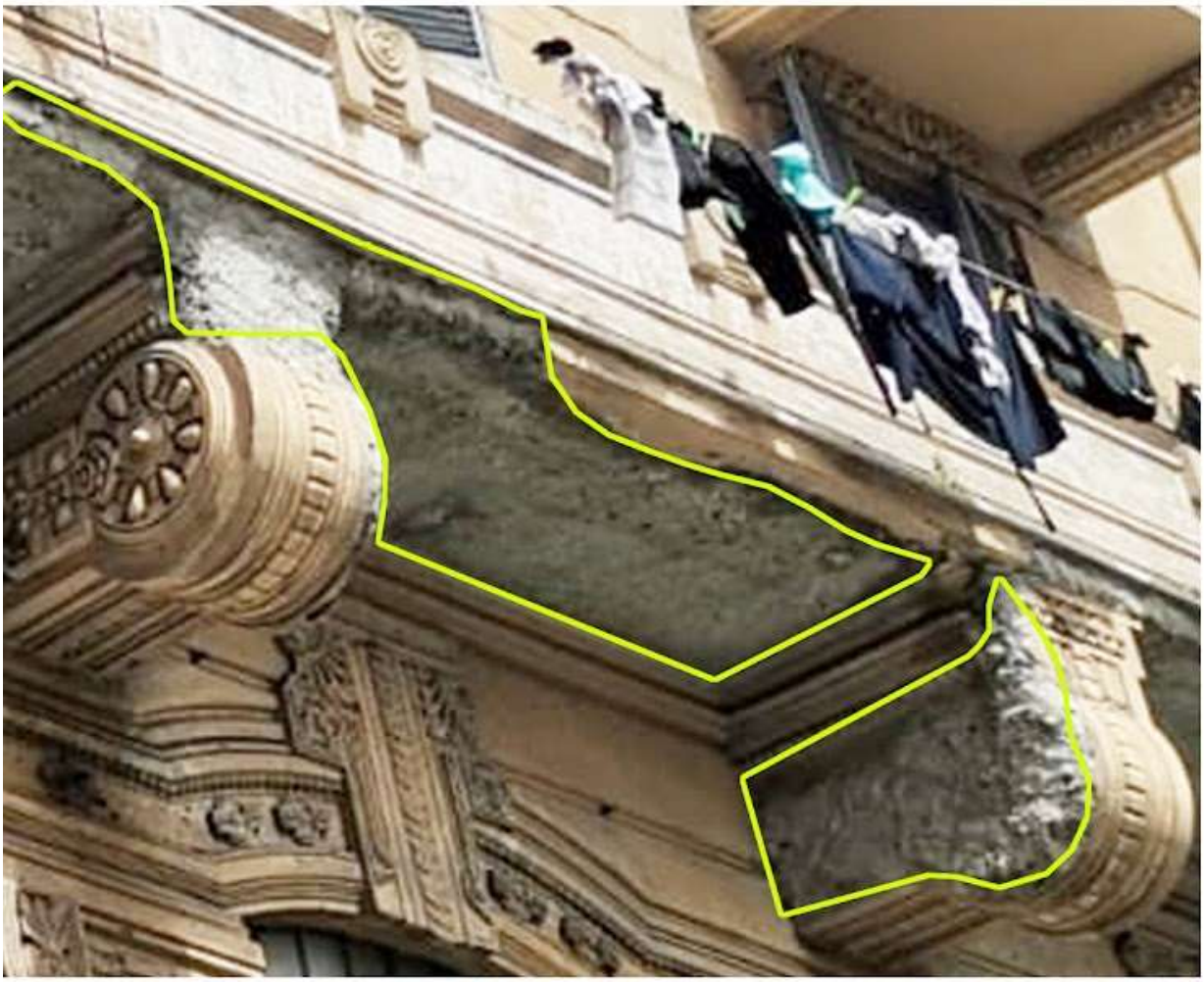
- [ ] Macchia
- [ ] Graffiti
- [ ] Deposito superficiale
- [ ] Crosta
- [ ] Dilavamento
- [ ] Concrezione

19. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

FIgura 4_L'immagine in Figura 4 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



20. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Macchia
- [ ] Distacco
- [ ] Sfarinamento
- [ ] Lacuna
- [ ] Perdita di parti
- [ ] Fessurazione

21. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 5_L'immagine in figura 5 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



22. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.5 al numero 8? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Presenza di microrganismi
- [ ] Presenza di vegetazione
- [ ] Patina biologica
- [ ] Colonizzazione biologica
- [ ] Deposito superficiale

23. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 6_ L'immagine in figura 6 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



24. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9? *

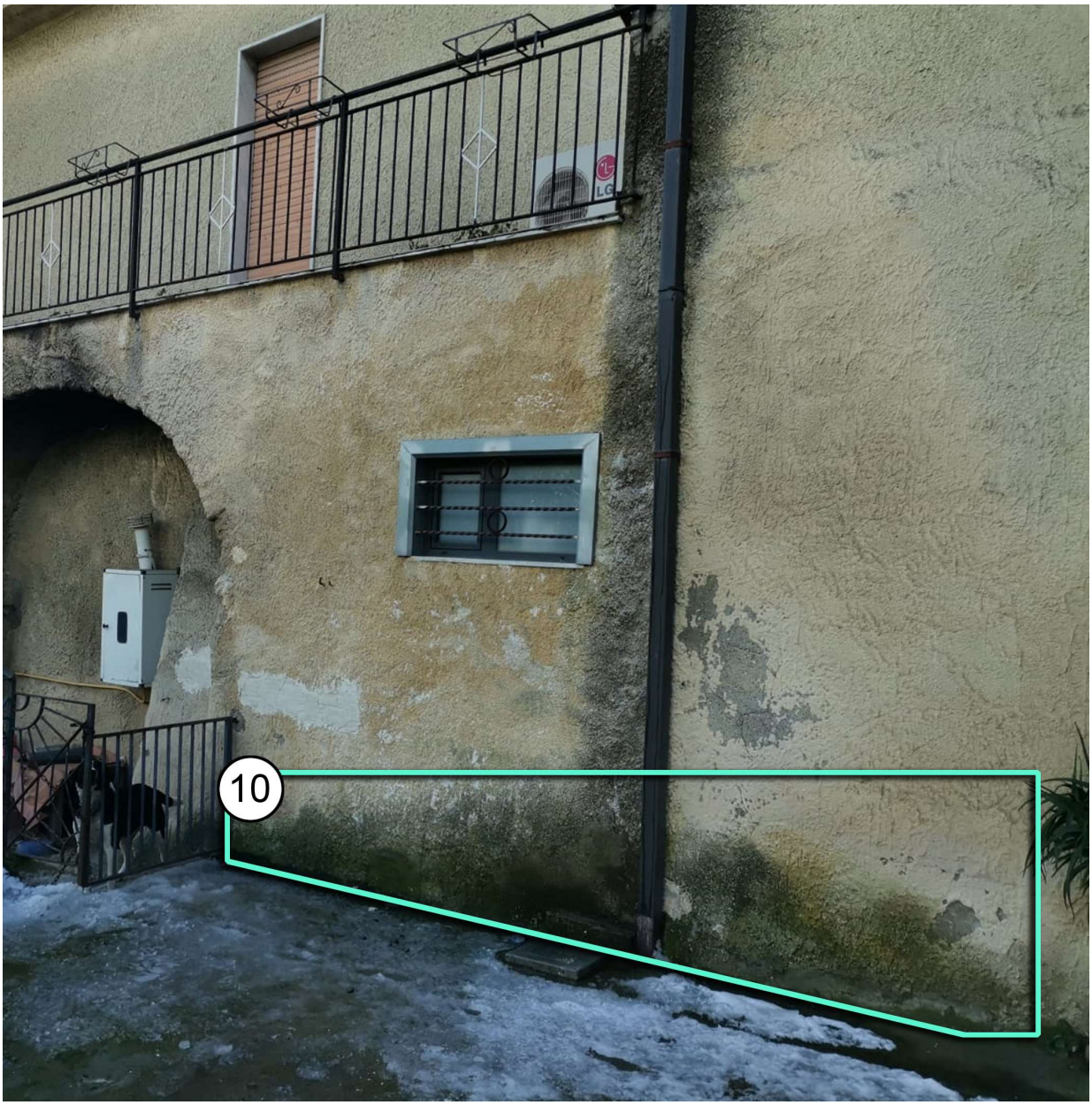


Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Cavillatura superficiale
- [ ] Fessurazione Passante
- [ ] Fessurazione Lieve
- [ ] Distacco dal supporto
- [ ] Variazione di dimensione e forma
- [ ] Piccoli fori e bolle

25. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 7_L'immagine in Figura 7 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito



26. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10? *

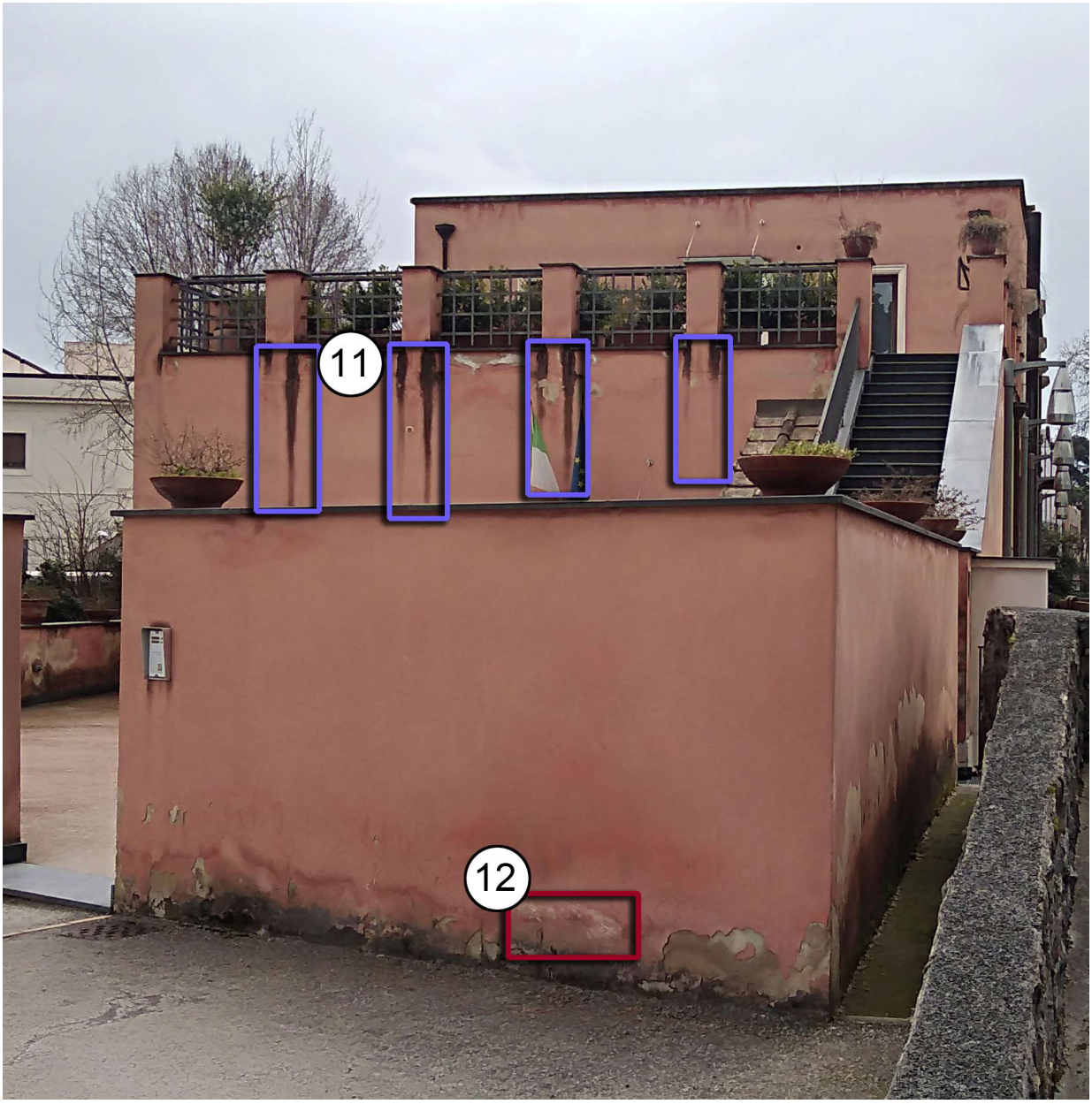


Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Macchia
- [ ] Muffa
- [ ] Umidità di risalita
- [ ] Efflorescenza
- [ ] Presenza di microganismi
- [ ] Alterazione cromatica

27. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 8_L'immagine in figura 8 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



28. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Macchia
- [ ] Colatura
- [ ] Dillavamento
- [ ] Efflorescenza
- [ ] Variazione di dimensione e forma
- [ ] Presenza di microrganismi

29. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

30. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11? *



Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Perdita di parti
- [ ] Fessurazioni lievi
- [ ] Macchia
- [ ] Efflorescenza
- [ ] Distacco
- [ ] Deposito superficiale

31. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 9_L'immagine in Figura 9 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



32. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Perdita di parti
- [ ] Distacco dal supporto
- [ ] Distacco del copriferro
- [ ] Carbonatazione
- [ ] Fessurazione
- [ ] Lacuna

33. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Figura 10_L'immagine in Figura 10 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



34. Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Disgregazione
- [ ] Alveolizzazione
- [ ] Piccoli fori e bolle
- [ ] Erosione
- [ ] Perdita di parti
- [ ] Fessurazione

35. Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro) *

Di seguito sono riportate 10 immagini che ritraggono delle anomalie. Spunta la/e figura/e che ti sembra/no appartenere al tipo di guasto indicato in domanda.


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

36. Quale/i delle immagini su riportate rappresenta una Esfoliazione/Sfogliamento? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

37. Quale/i delle immagini su riportate è una MACCHIA? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

38. Quale/i delle immagini su riportate presenta il distacco dal supporto? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

39. Quale/i delle immagini su riportate presenta presenza di microrganismi (muffe, muschio, etc)? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

40. Quale/i delle immagini su riportate presenta presenza di vegetazione? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

41. Quale/i delle immagini su riportate presenta graffiti? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

42. Quale/i delle immagini su riportate presenta piccoli fori e bolle? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

43. Quale/i delle immagini su riportate presenta Fessurazioni lievi? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

44. Quale/i delle immagini su riportate presenta Fessurazioni passanti? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

45. Quale/i delle immagini su riportate presenta Perdita di parti? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

46. Quale/i delle immagini su riportate presenta una variazione di dimensione e forma? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

47. Quale/i delle immagini su riportate presenta un rigonfimento? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

Questi contenuti non sono creati né avallati da Google.

Google Moduli

RICONOSCI IL GUASTO - 2° formulazione

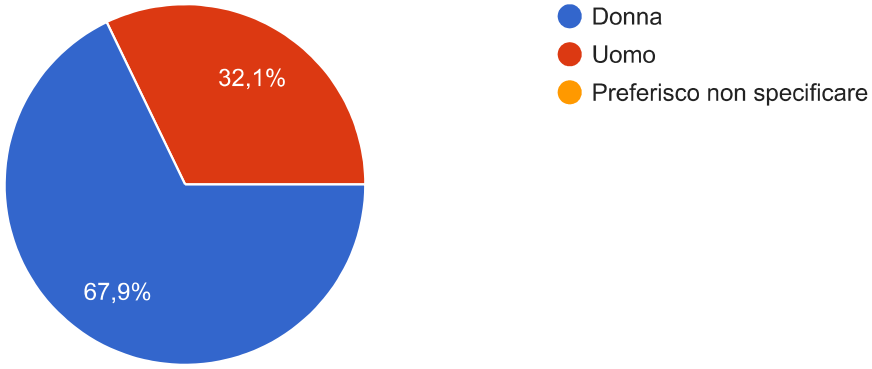
28 risposte

Pubblica i dati di analisi

Sesso

Copia

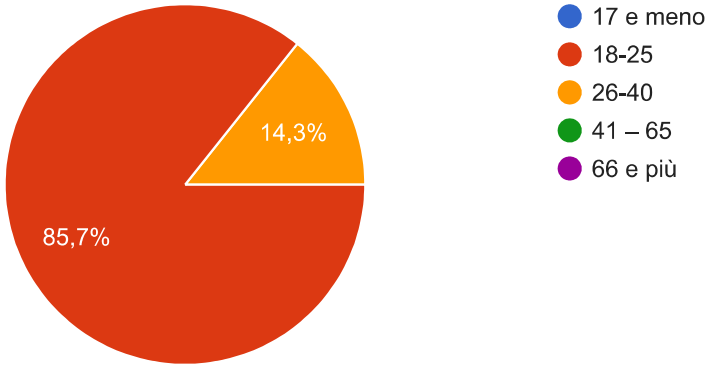
28 risposte



Quale categoria rappresenta meglio la tua età?

Copia

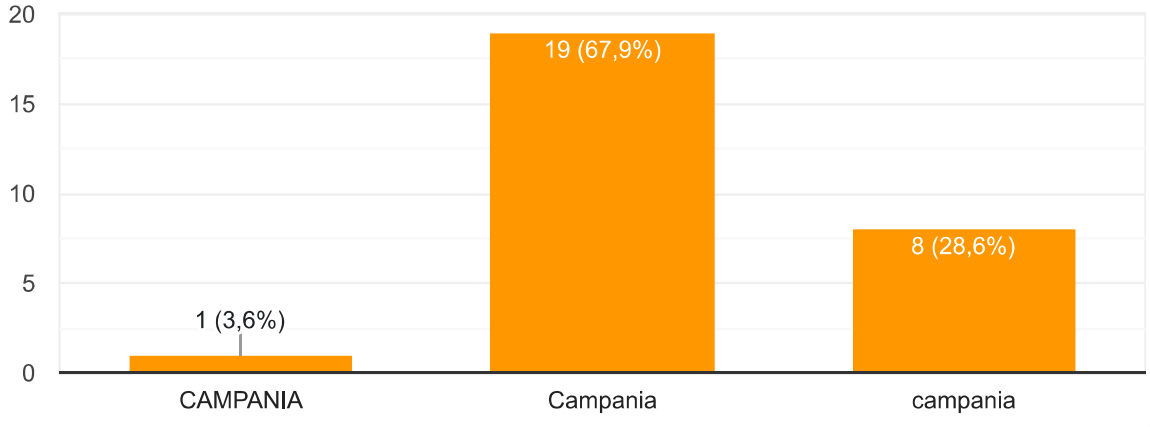
28 risposte



La tua regione di origine

Copia

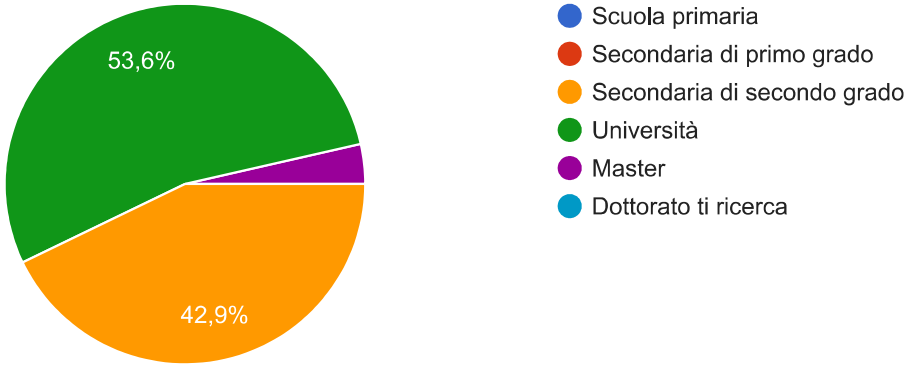
28 risposte



Quale è il tuo livello di istruzione?

Copia

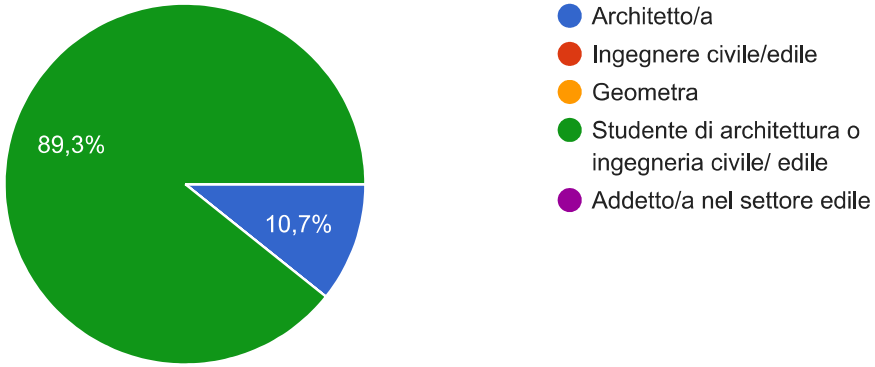
28 risposte



Appartieni ad una delle seguenti categorie?

Copia

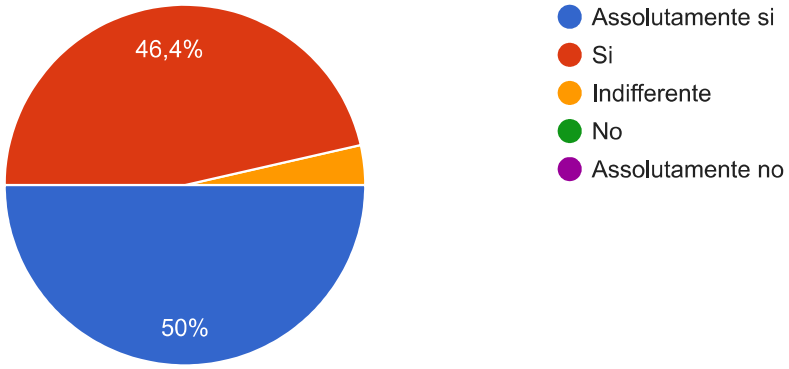
28 risposte



Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città?

Copia

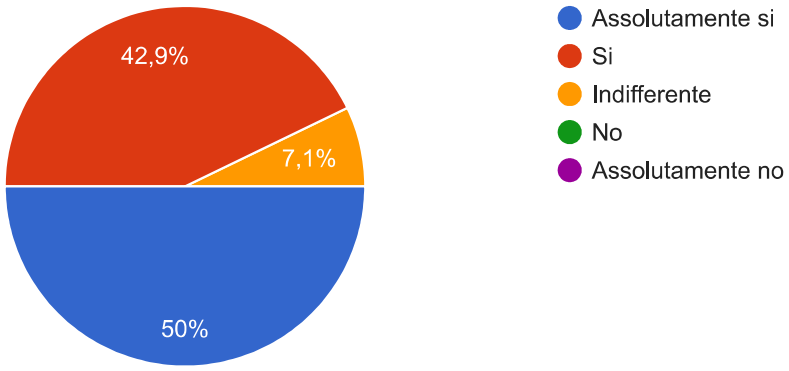
28 risposte



Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città?

Copia

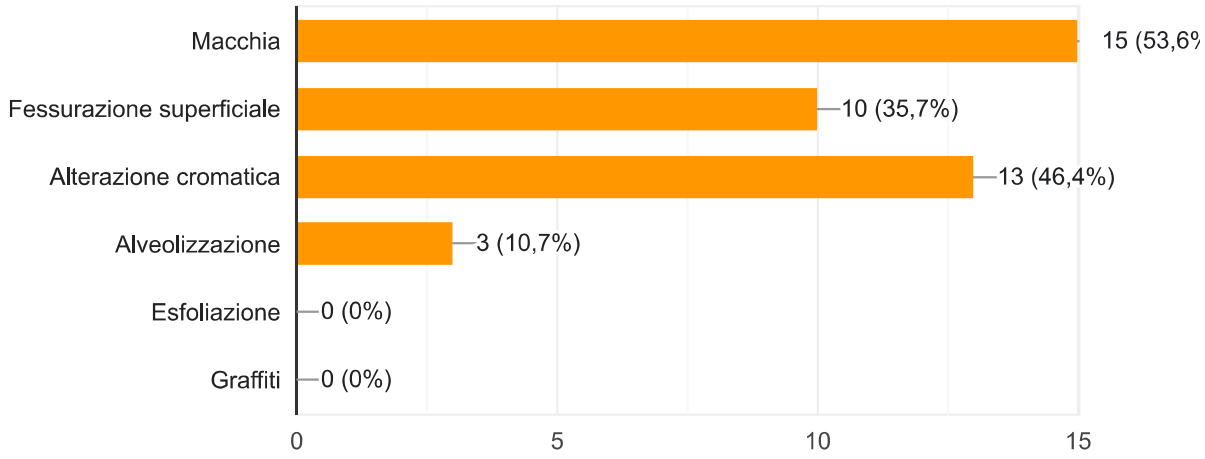
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.1 al numero 1?

Copia

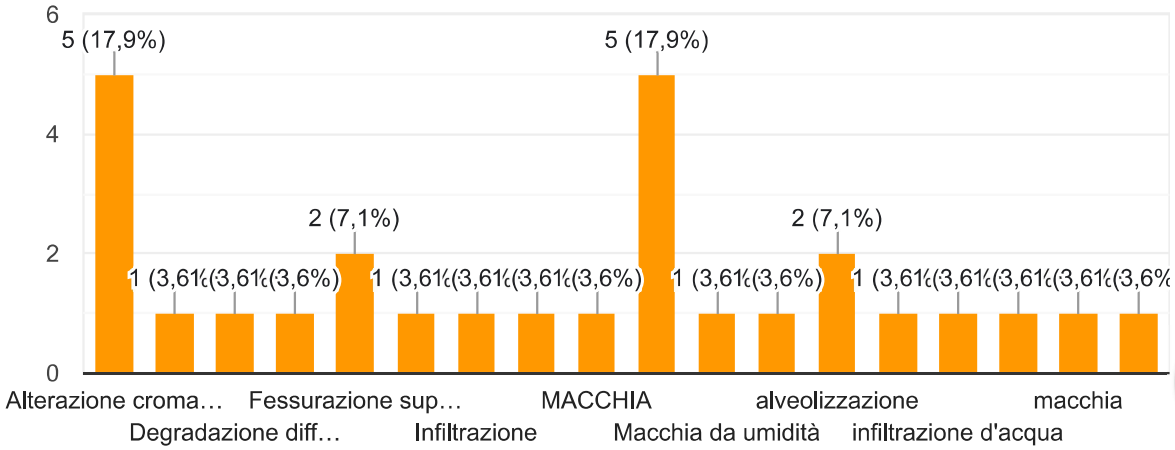
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

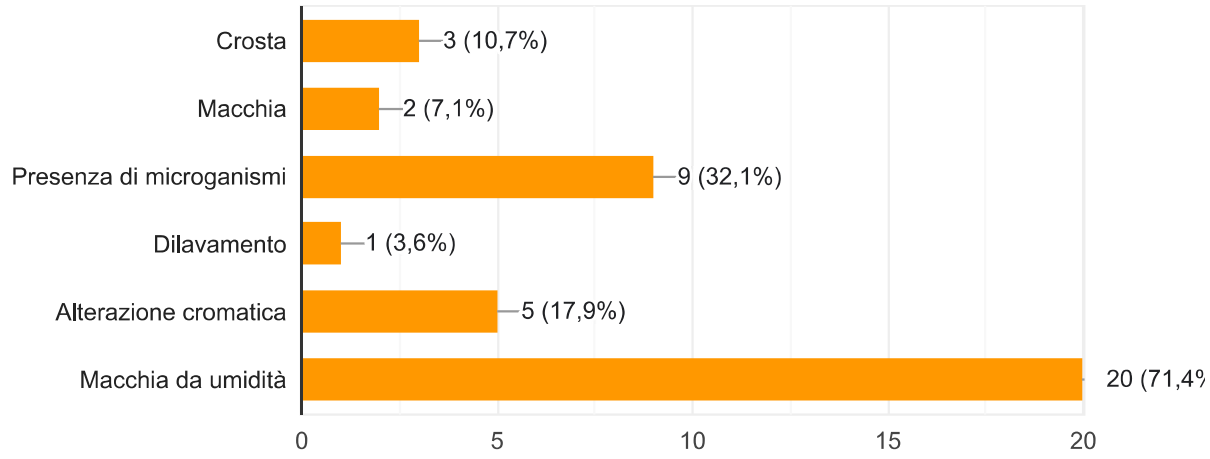
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2?

Copia

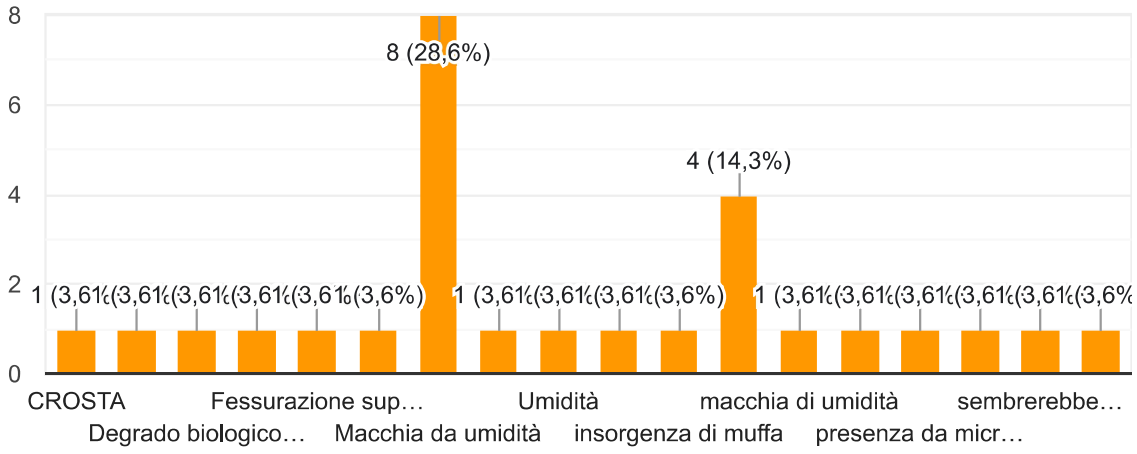
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

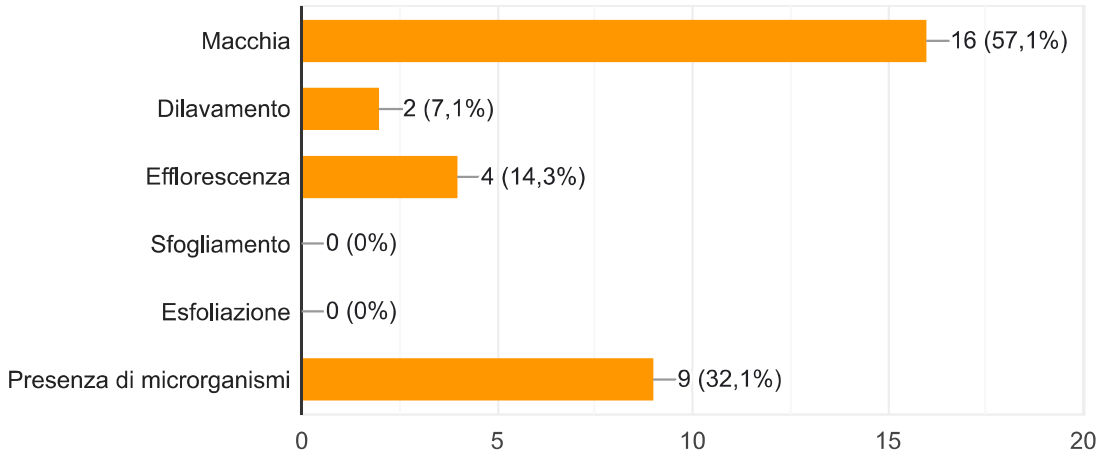
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3?

Copia

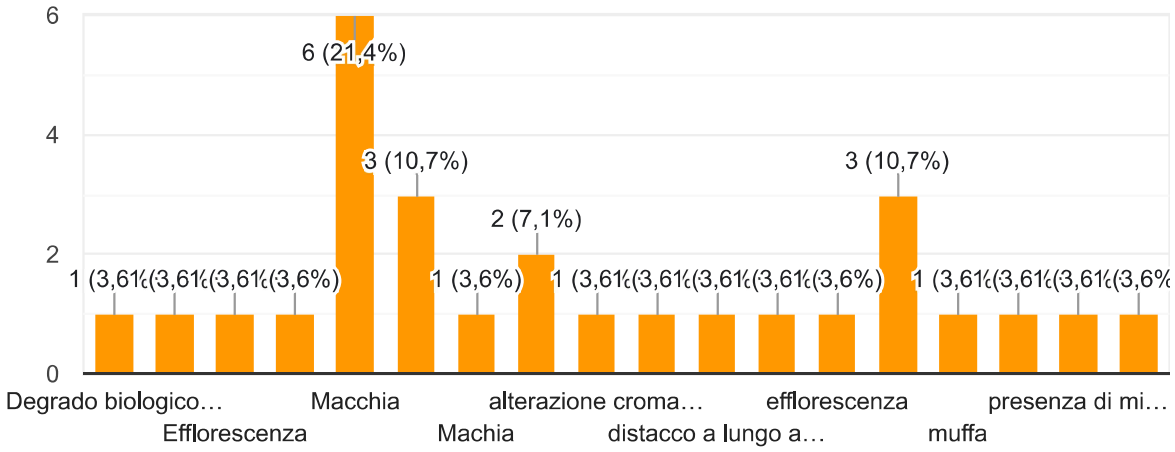
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

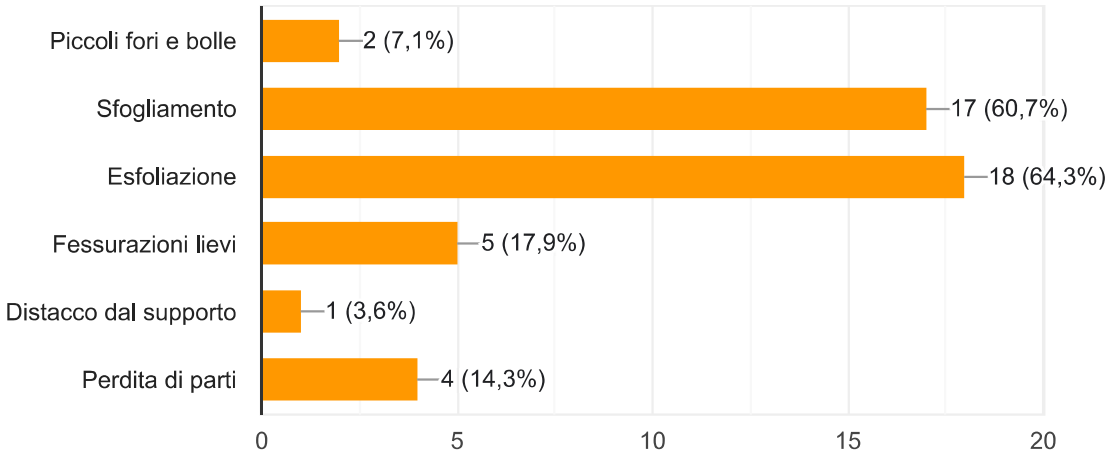
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.2 al numero 4?

Copia

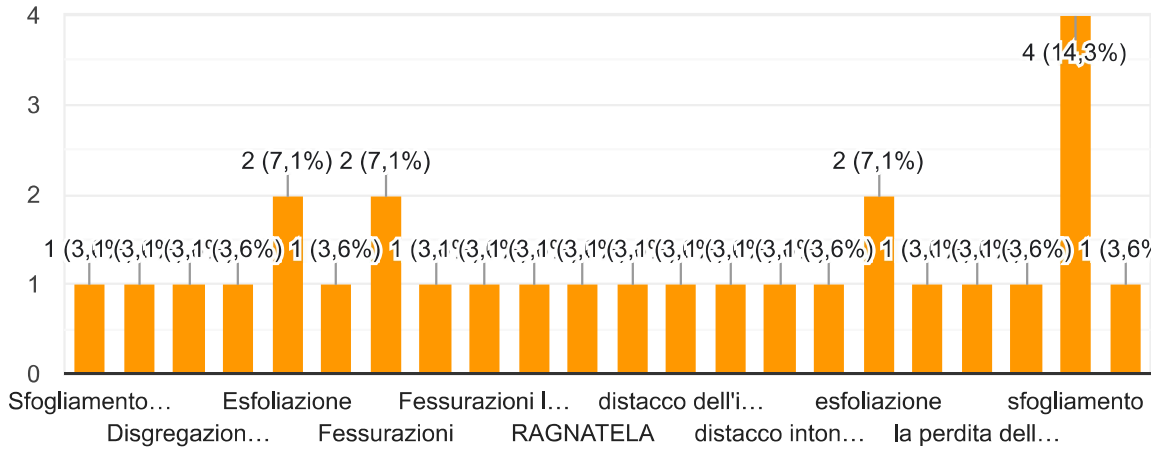
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

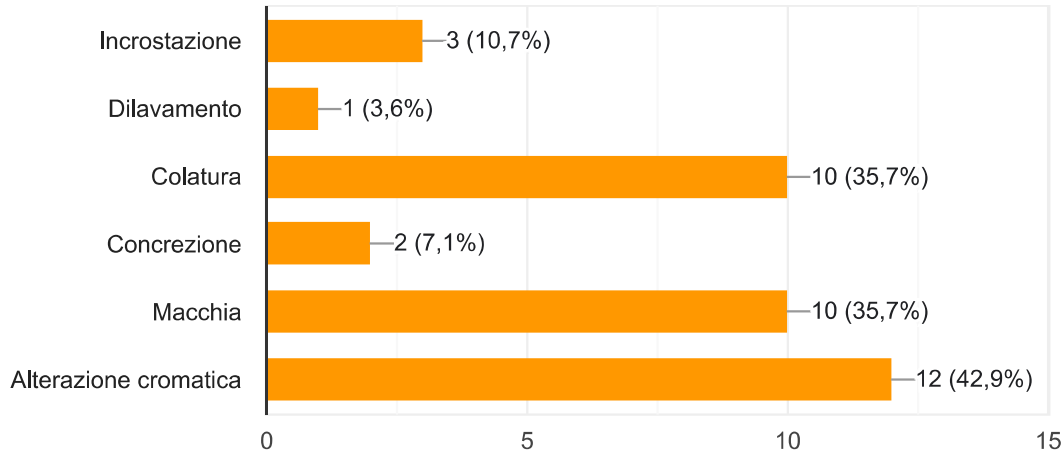
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5?

Copia

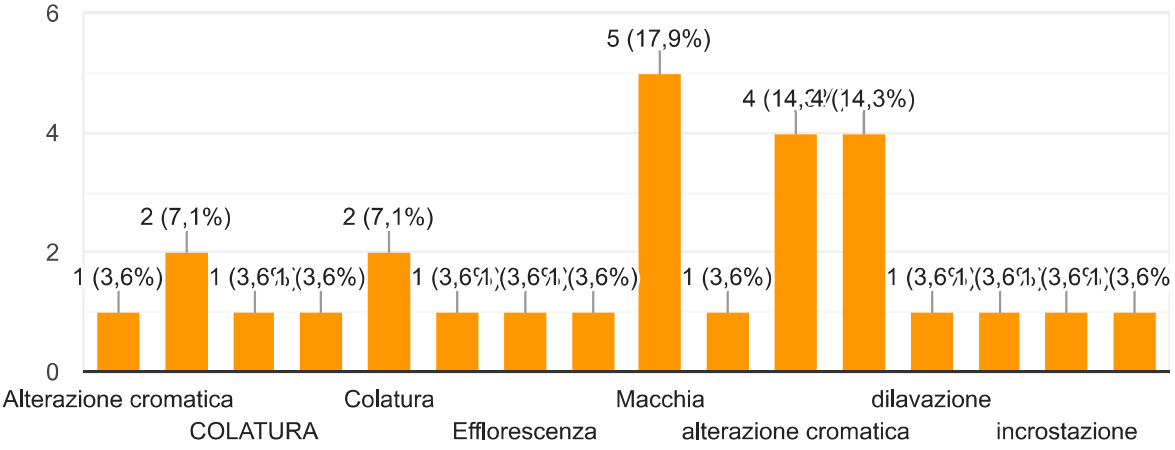
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

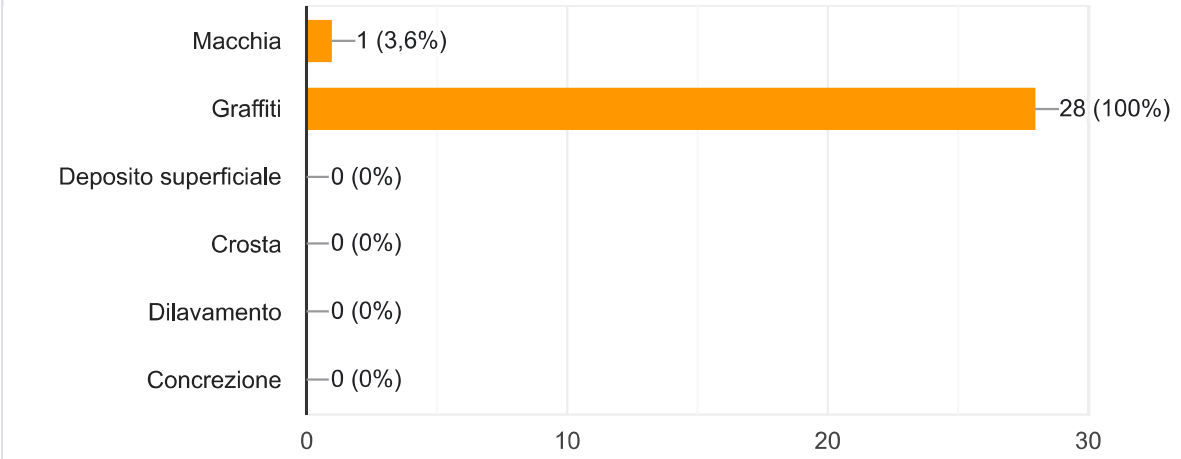
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6?

Copia

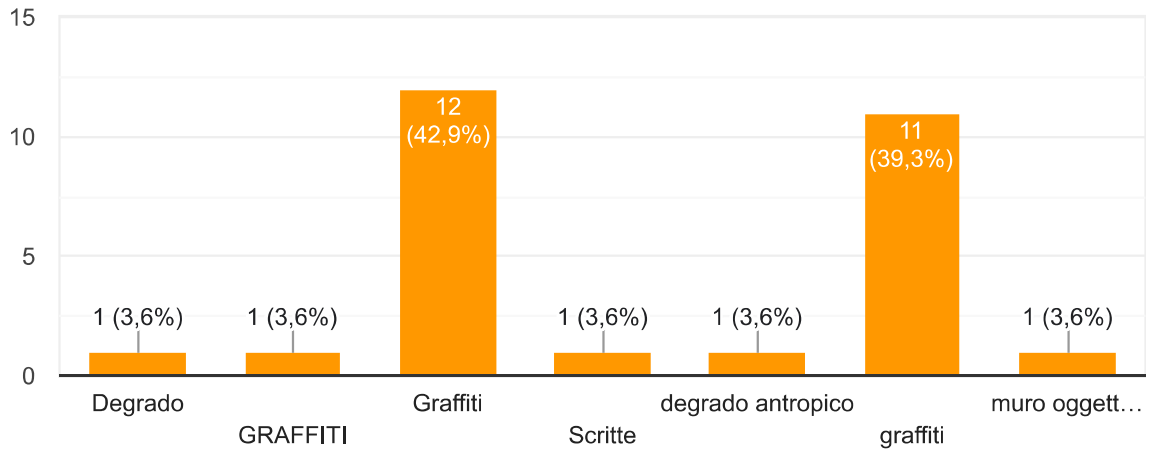
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

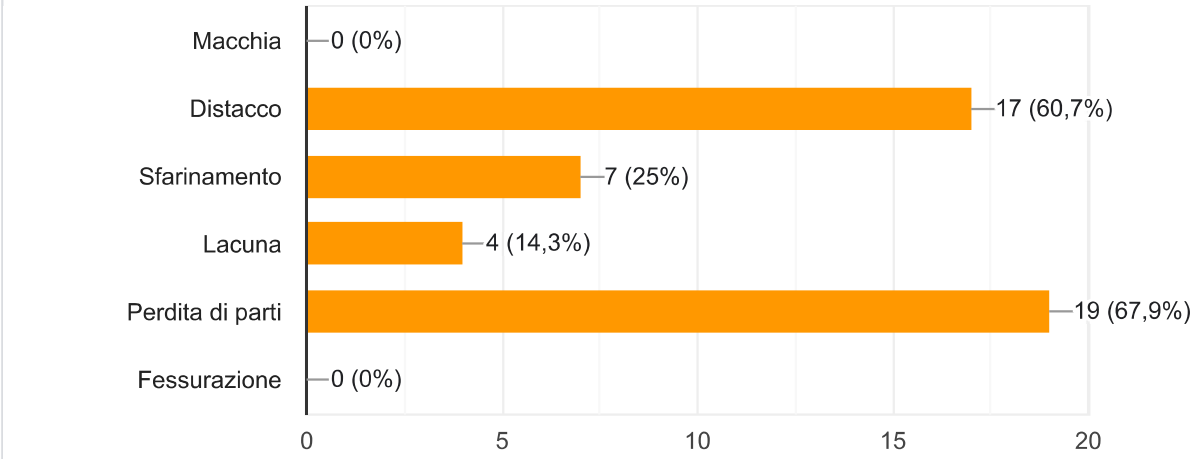
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7?

Copia

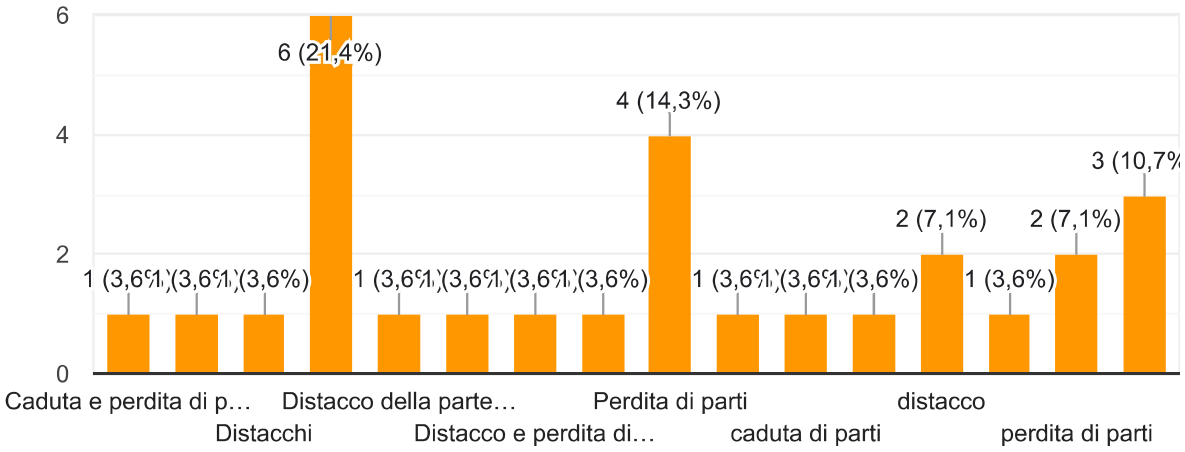
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

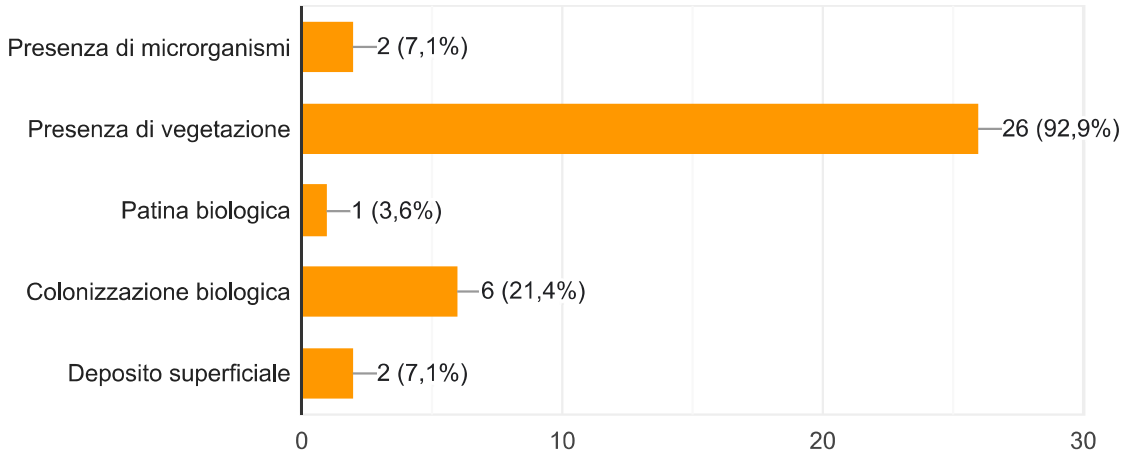
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.5 al numero 8?

Copia

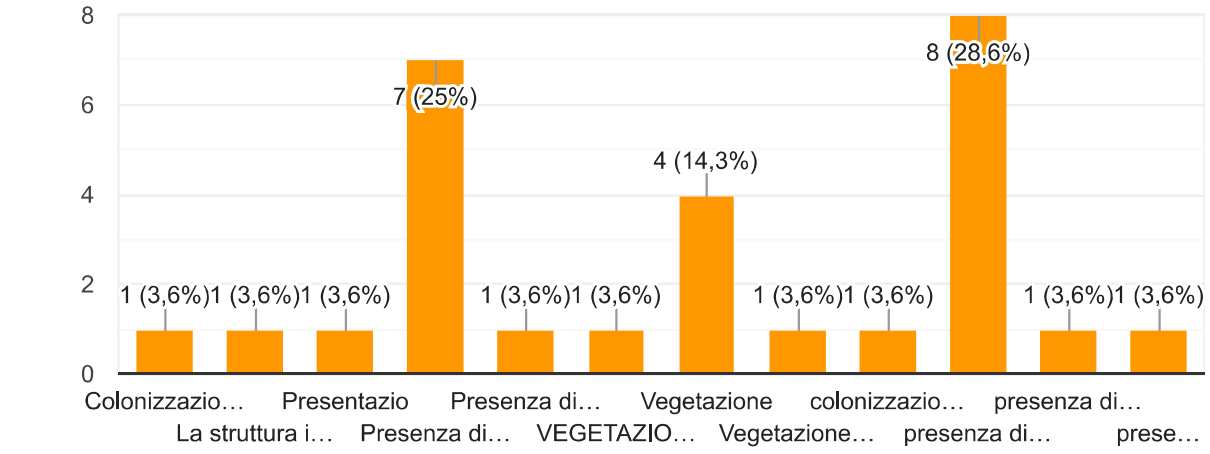
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

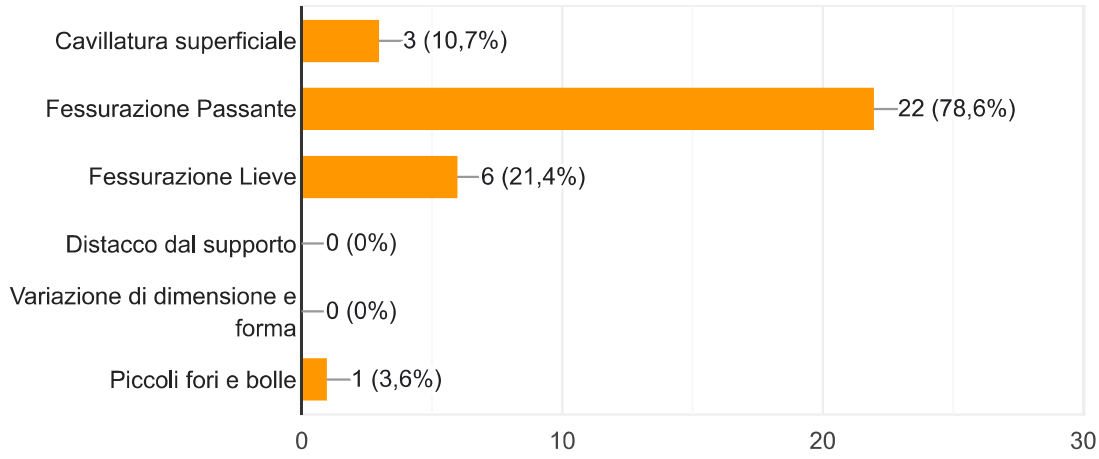
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9?

Copia

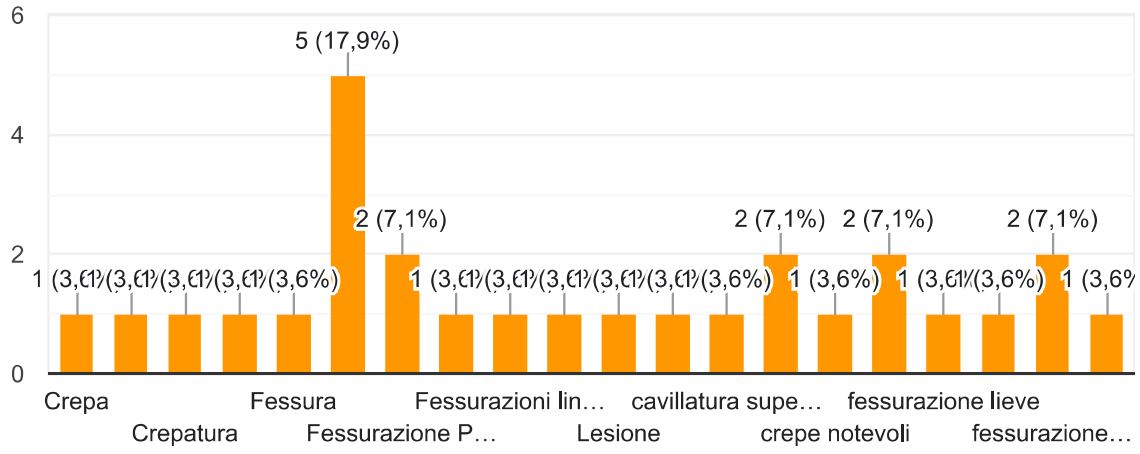
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

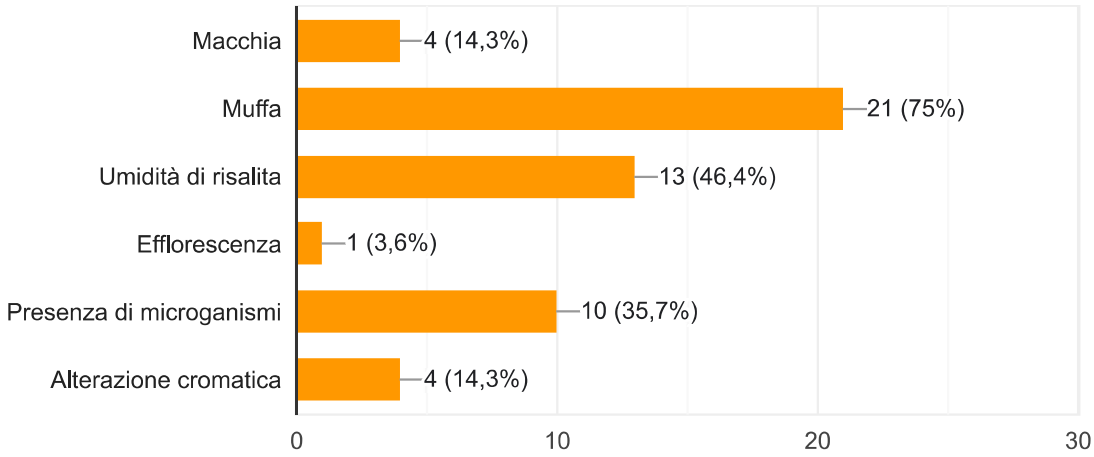
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10?

Copia

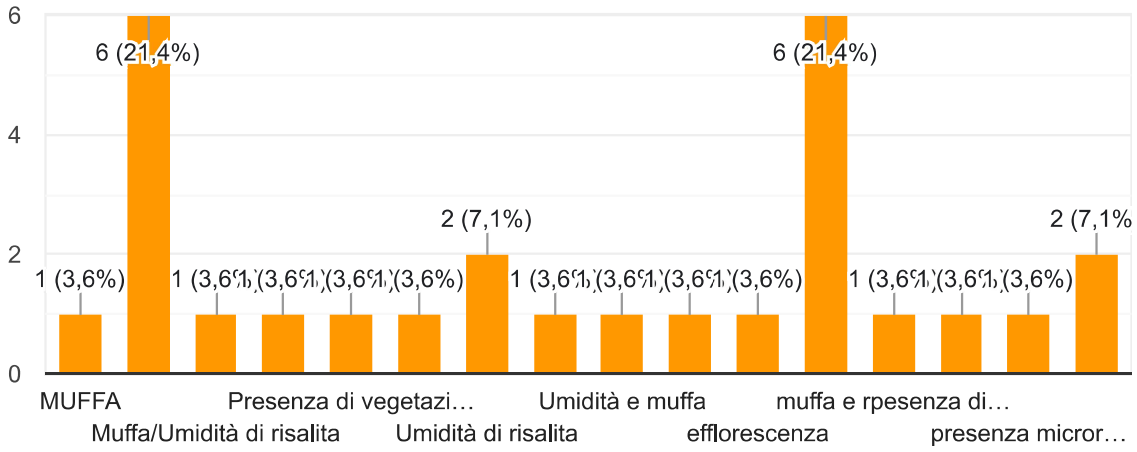
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

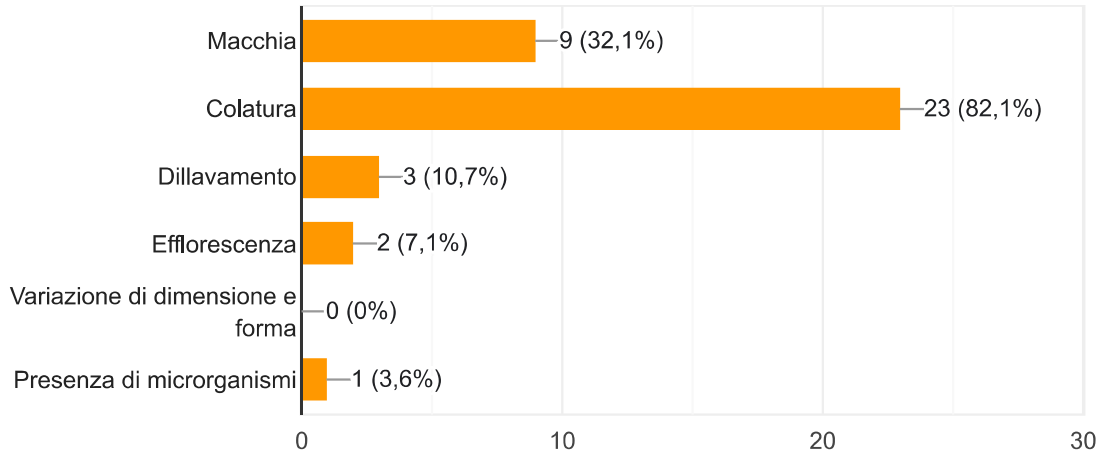
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11?

Copia

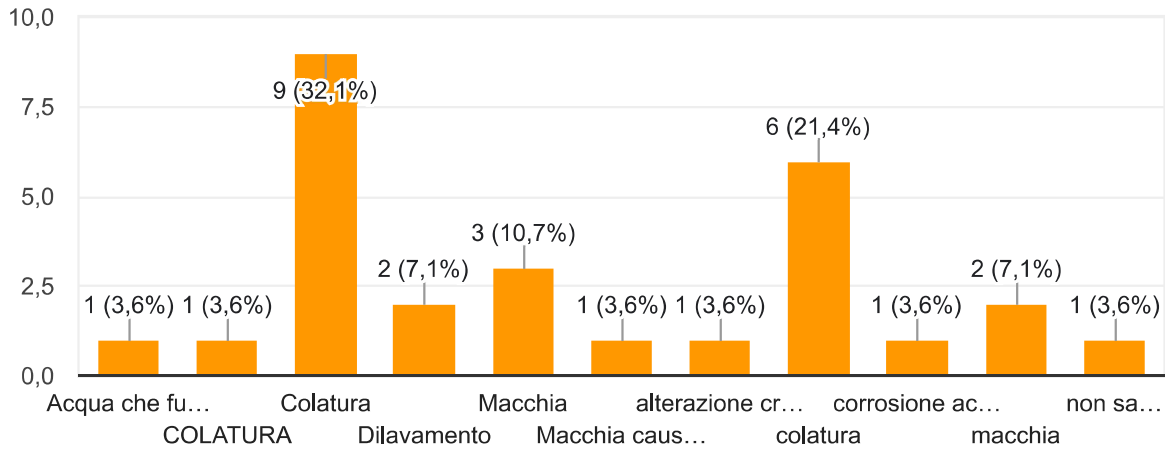
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

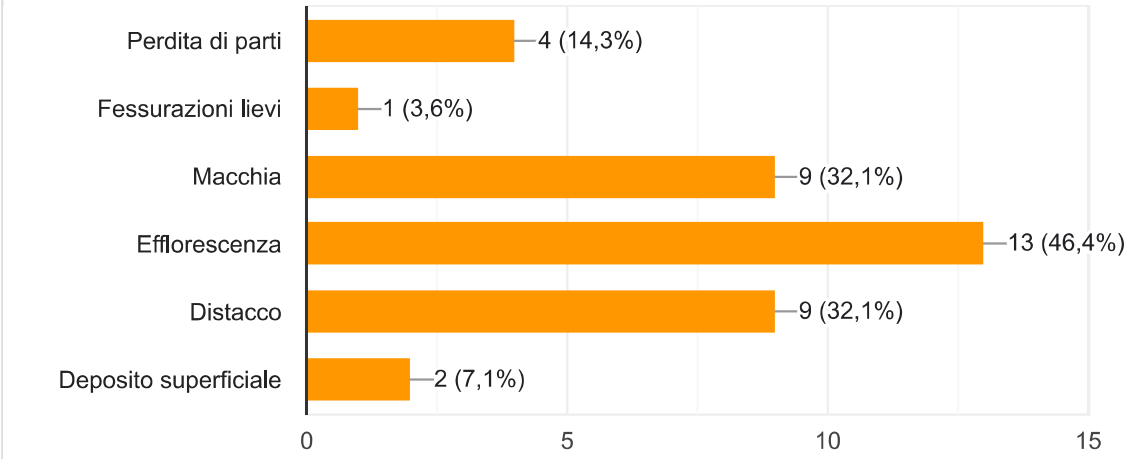
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11?

Copia

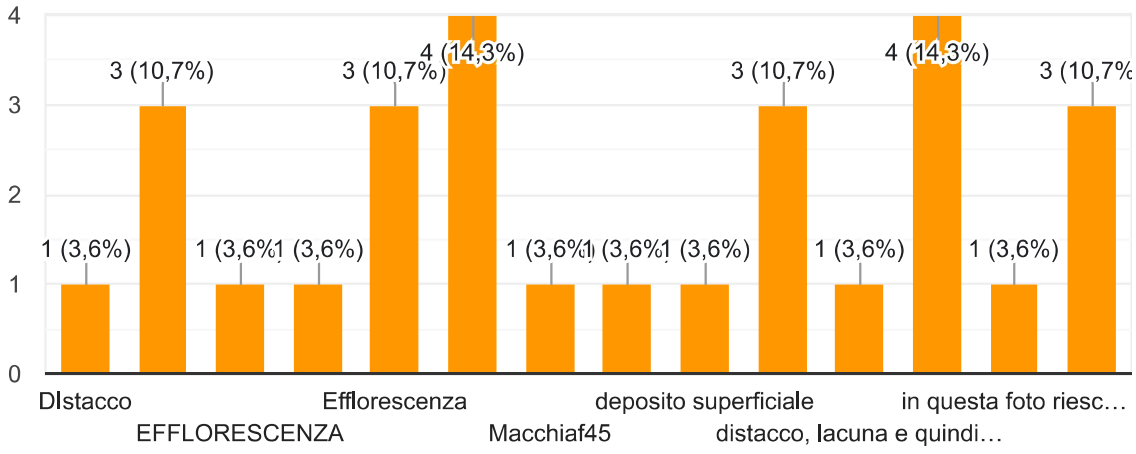
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

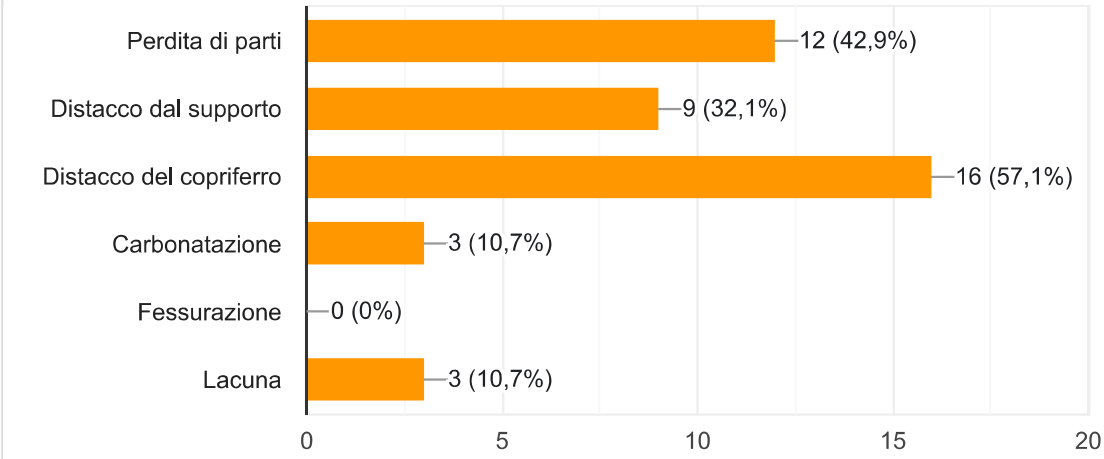
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13?

Copia

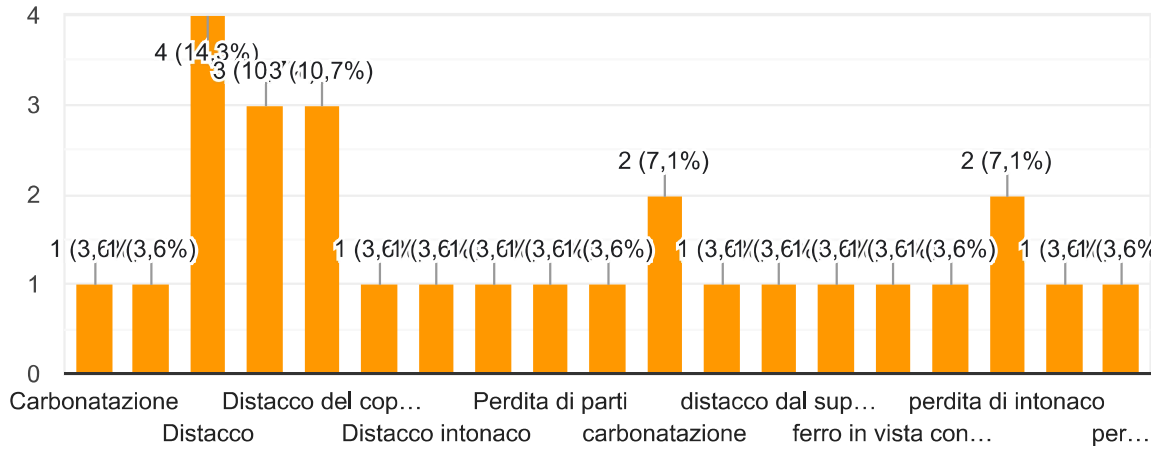
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

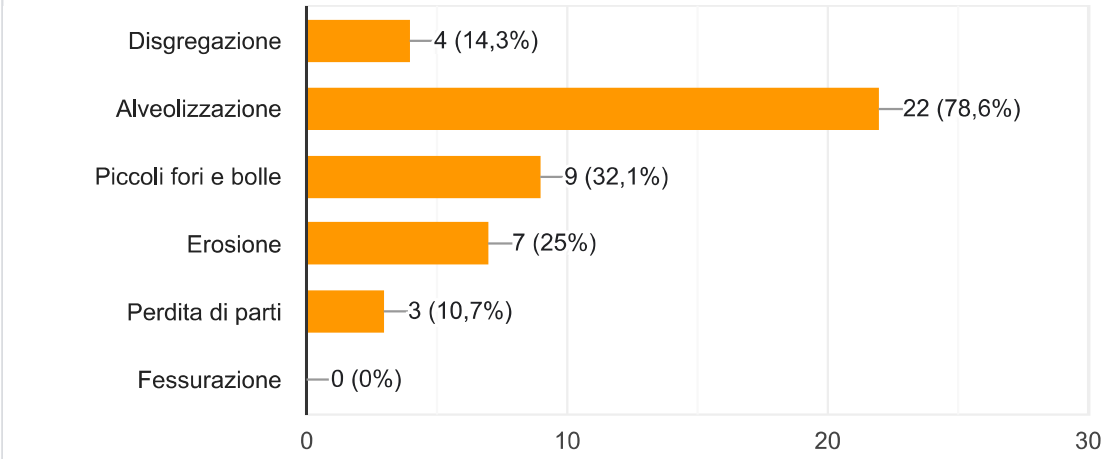
28 risposte



Quale/i tra i termini proposti di seguito descrivono meglio l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14?

Copia

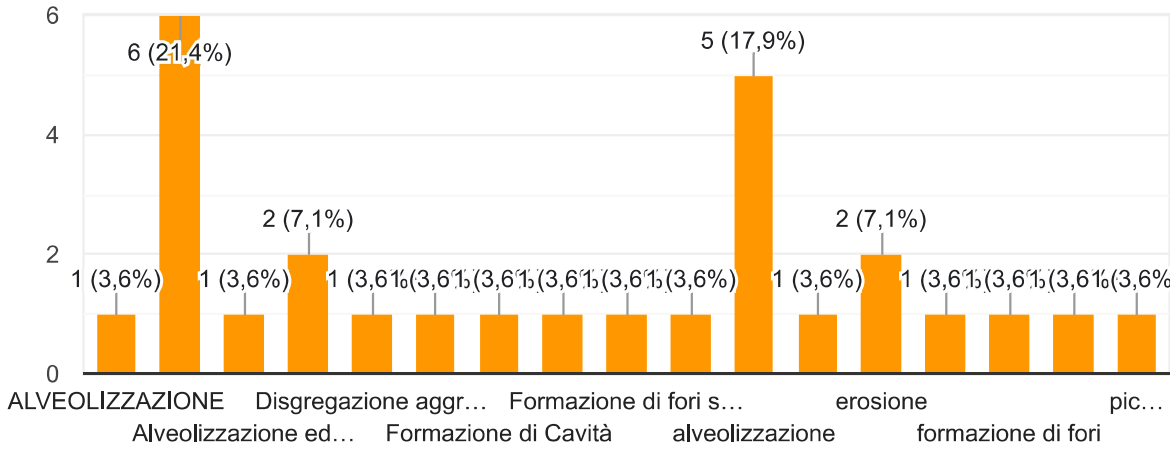
28 risposte



Quale termine proporresti per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? (Puoi anche ripetere uno dei termini su riportati se ti sembra essere intuitivo e chiaro)

Copia

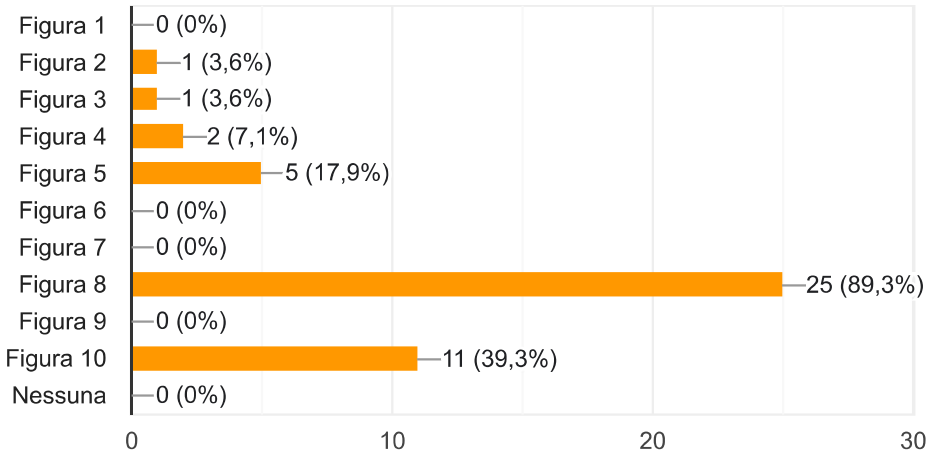
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate rappresenta una Esfoliazione/Sfogliamento?

Copia

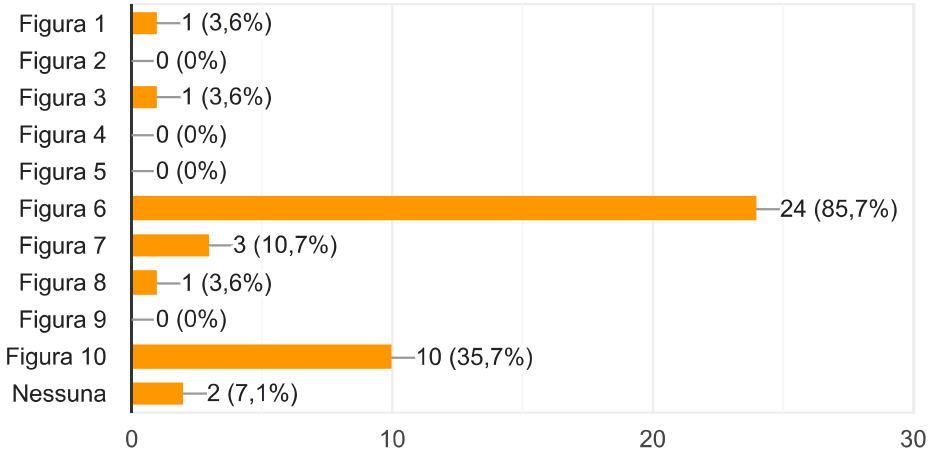
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate è una MACCHIA?

Copia

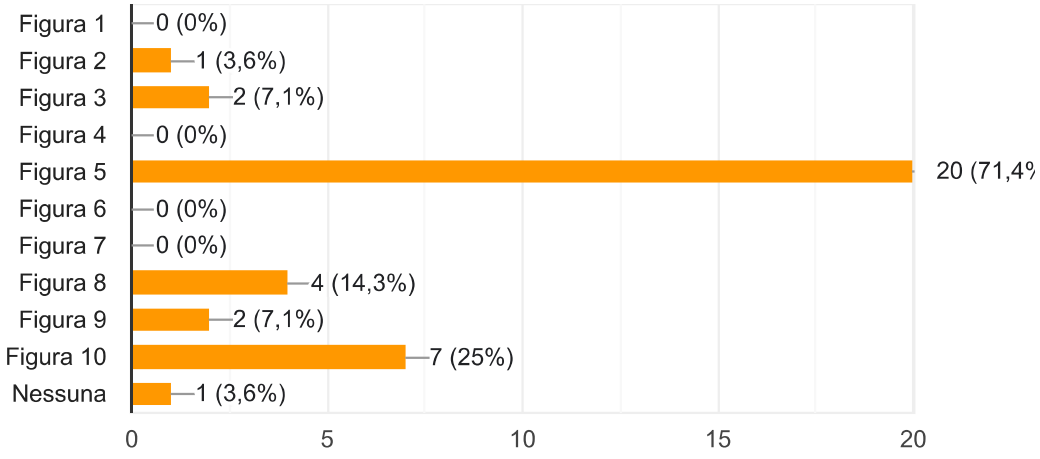
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta il distacco dal supporto?

Copia

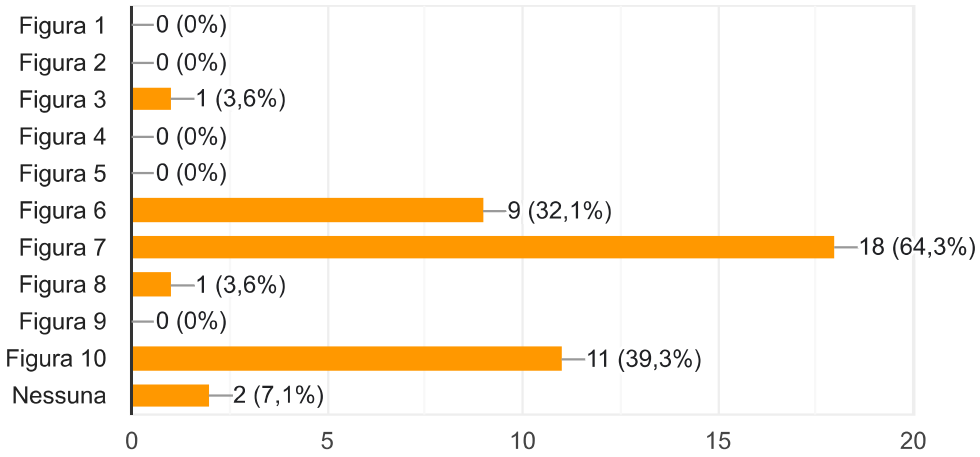
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta presenza di microrganismi (muffe, muschio, etc)?

Copia

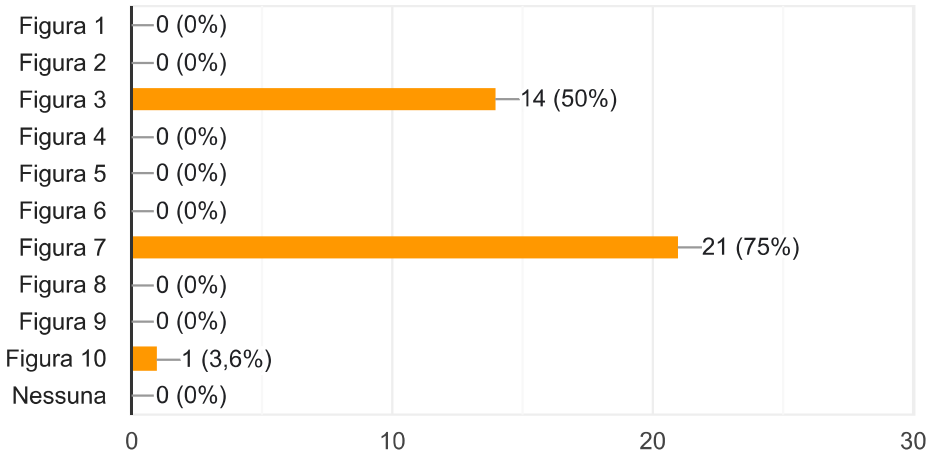
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta presenza di vegetazione?

Copia

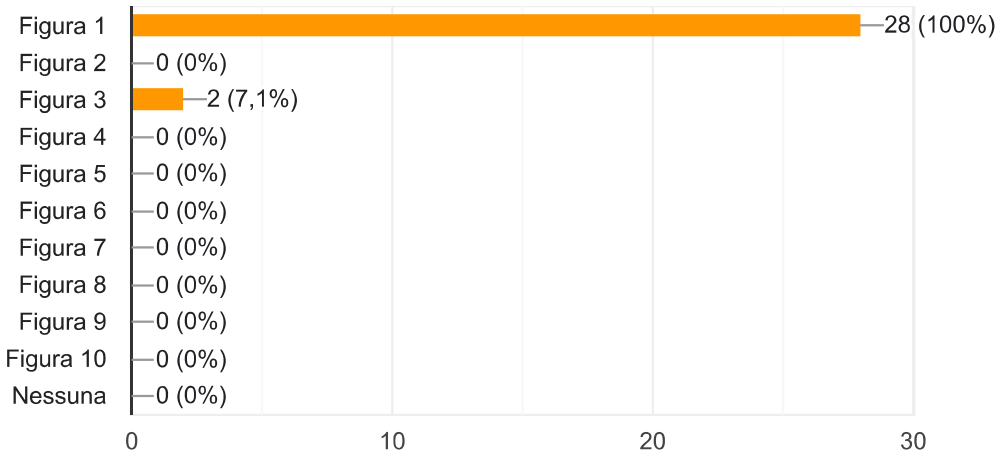
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta graffiti?

Copia

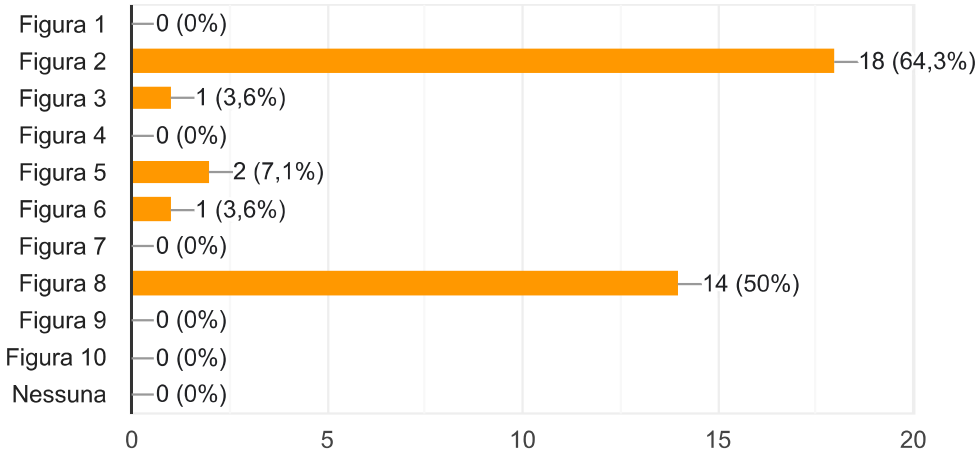
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta piccoli fori e bolle?

Copia

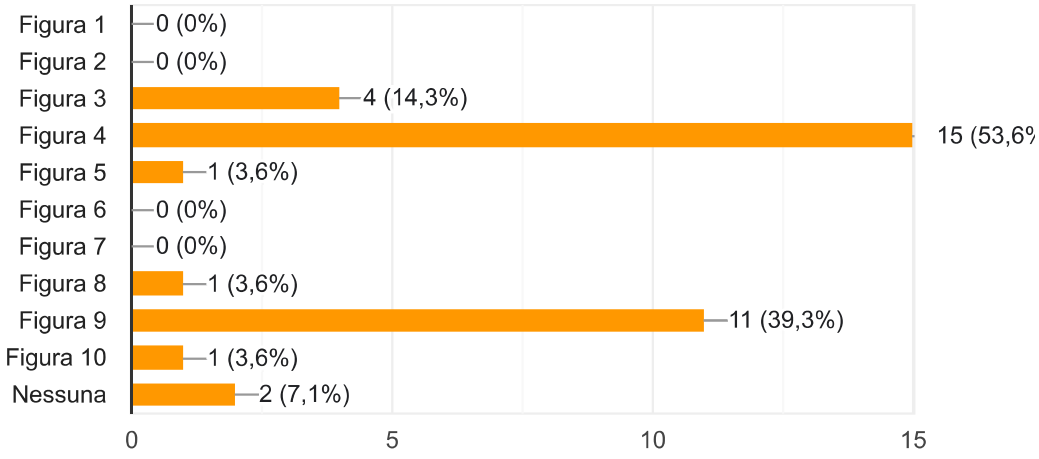
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta Fessurazioni lievi?

Copia

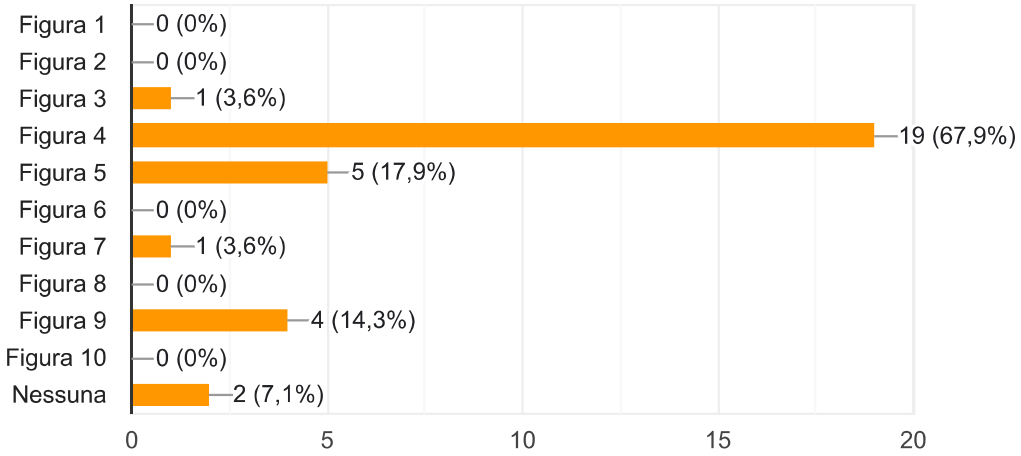
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta Fessurazioni passanti?

Copia

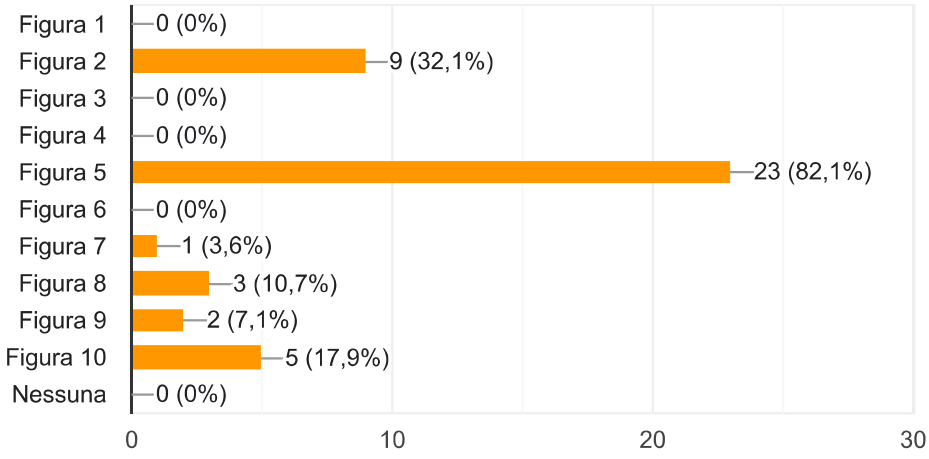
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta Perdita di parti?

Copia

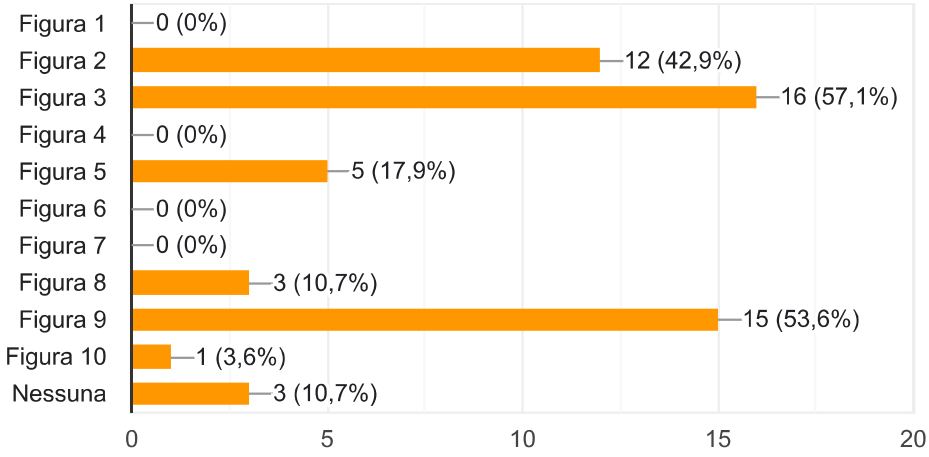
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta una variazione di dimensione e forma?

Copia

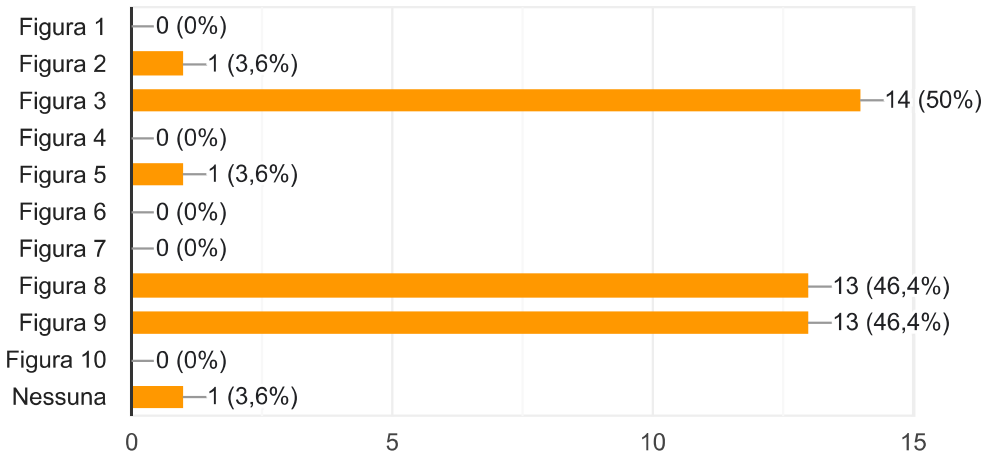
28 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta un rigonfimento?

Copia

28 risposte



Questi contenuti non sono creati né avallati da Google. Segnala abuso - Termini di servizio - Norme sulla privacy

Google Moduli

ALLEGATO 3_A
SONDAGGIO FORMULAZIONE 3_DOMANDE

RICONOSCI IL GUASTO

Il presente sondaggio è parte di una sperimentazione condotta in seno ad una ricerca di dottorato in corso presso il Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II di Napoli. Ed è funzionale al progetto MUST e al progetto DSH2030 di cui ETT si sta occupando.
Si svolge in forma anonima e vuole indagare la terminologia comunemente usata dagli utenti per indicare guasti e/o anomalie che è possibile riscontrare sulle parti degli edifici.

*Campo obbligatorio

1. Sesso *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Donna
- ◯ Uomo
- ◯ Preferisco non specificare

2. Quale categoria rappresenta meglio la tua età? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ 17 e meno
- ◯ 18-25
- ◯ 26-40
- ◯ 41 – 65
- ◯ 66 e più

3. La tua regione di origine *

_____

4. Quale è il tuo livello di istruzione? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Scuola primaria
- ◯ Secondaria di primo grado
- ◯ Secondaria di secondo grado
- ◯ Università
- ◯ Master
- ◯ Dottorato ti ricerca

5. Appartieni ad una delle seguenti categorie? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Architetto/a
- ◯ Ingegnere civile/edile
- ◯ Geometra
- ◯ Studente di architettura o ingegneria civile/ edile
- ◯ Addetto/a nel settore edile
- ◯ Altro: _____

6. Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Assolutamente si
- ◯ Si
- ◯ Indifferente
- ◯ No
- ◯ Assolutamente no

7. Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città? *

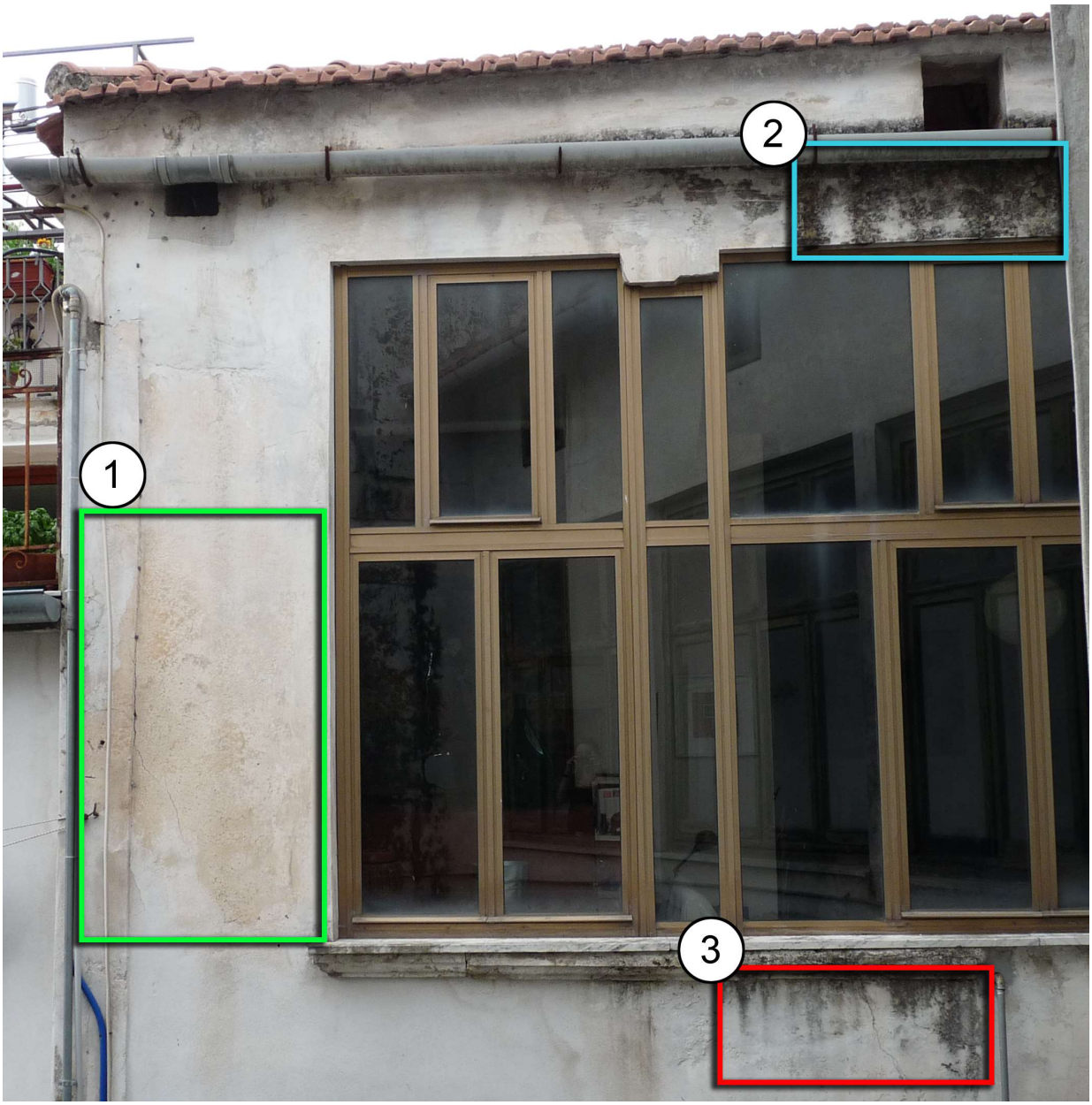
Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

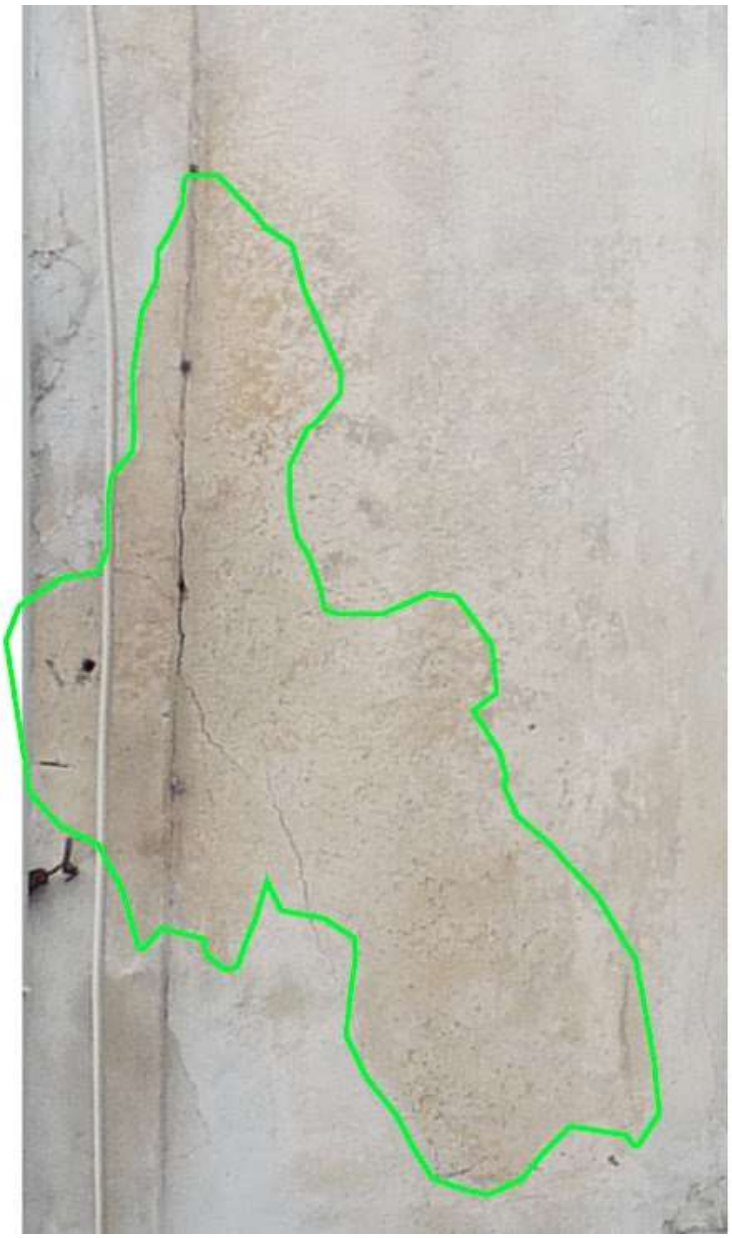
Passa alla domanda 8

Di seguito troverai 10 quesiti ciascuno dei quali presenta un'immagine con l'indicazione di guasti e/o anomalie, per ciascuna delle quali avrai uno zoom di dettaglio e ti sarà chiesto prima di selezionare, tra i termini proposti, uno o più soluzioni che ti sembrano descrivere il guasto e poi di darvi il nome che meglio sembra descriverlo. Per questa seconda domanda sentiti liber* di usare la terminologia che ritieni più adatta o quella che usi comunemente, senza ricercare "la risposta corretta"

FIgura 1 _L'immagine in figura 1 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tre tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



8. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.1 al numero 1? *

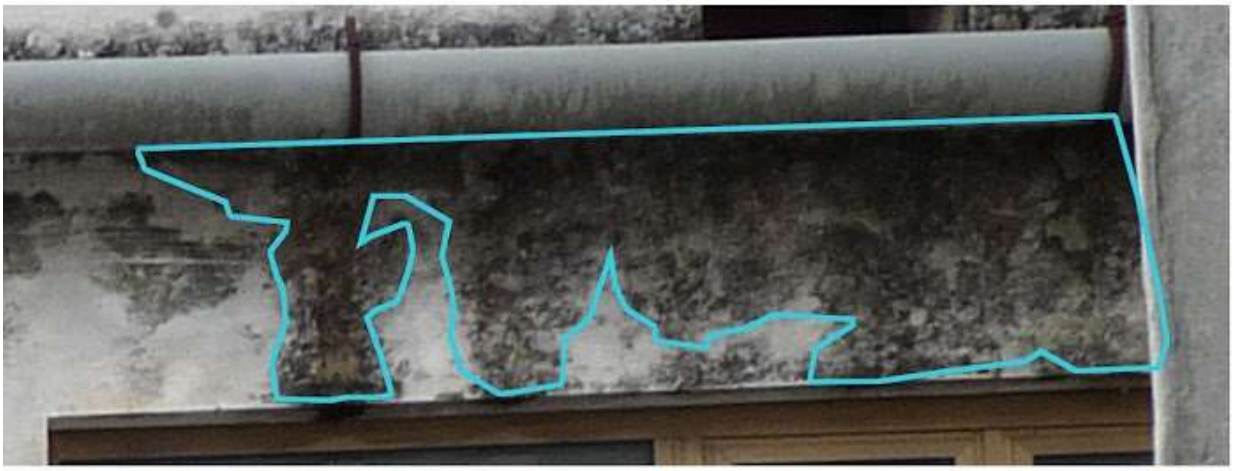


Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Fessurazione superficiale
- Alterazione cromatica
- Alveolizzazione
- Deposito superficiale
- Graffiti

9. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

10. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2? *



Contrassegna solo un ovale.

- Crosta
- Macchia
- Muffa
- Dilavamento
- Alterazione cromatica
- Macchia da umidità

11. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

12. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3? *

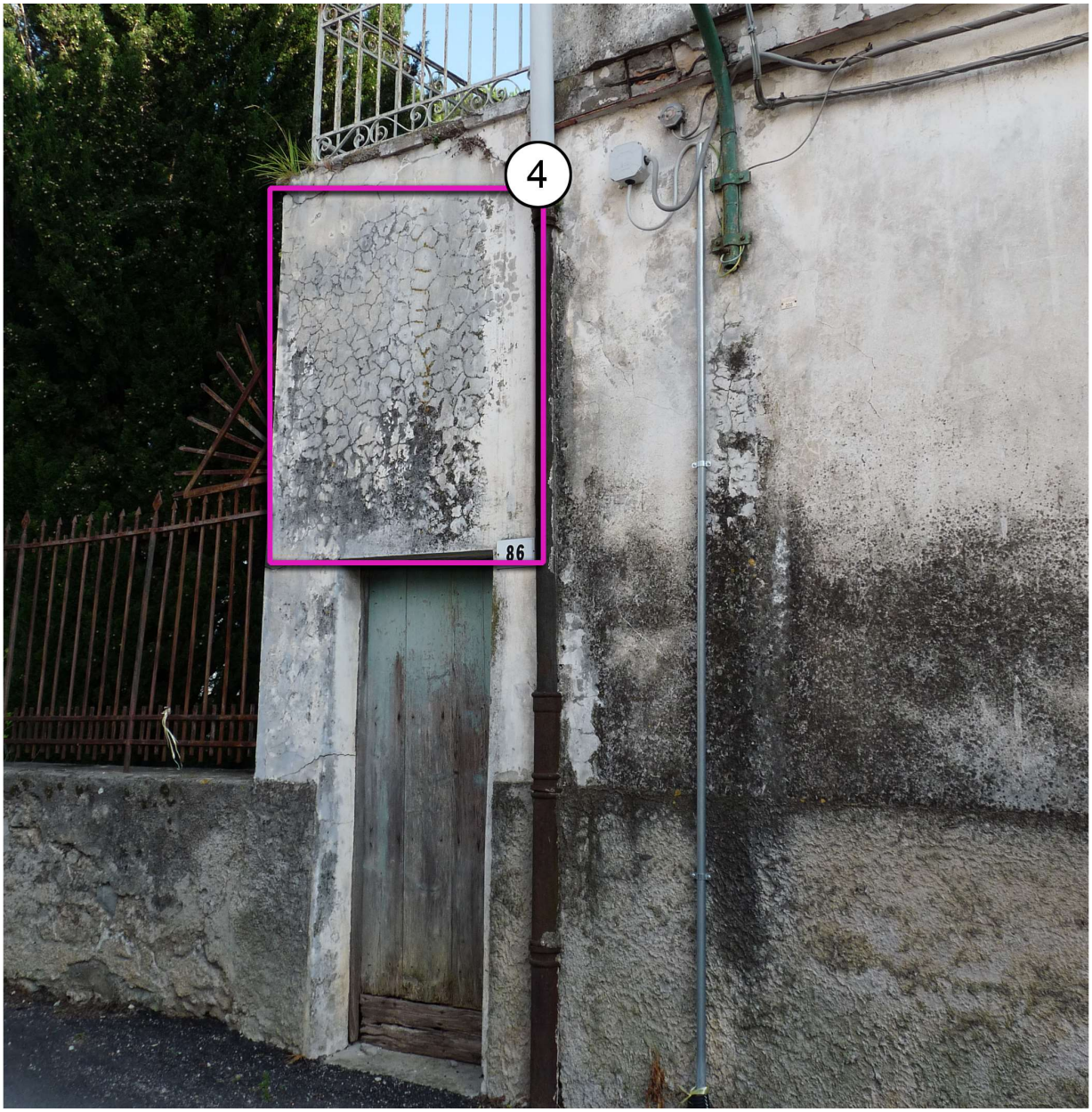


Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Dilavamento
- Efflorescenza
- Muffa
- Esfoliazione
- Presenza di microrganismi

13. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 2_ L'immagine in Figura 2 rappresenta una facciata sulla quale è stata individuata un' anomalia. Rispondi alle domande proposte di seguito:



14. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.2 al numero 4? *

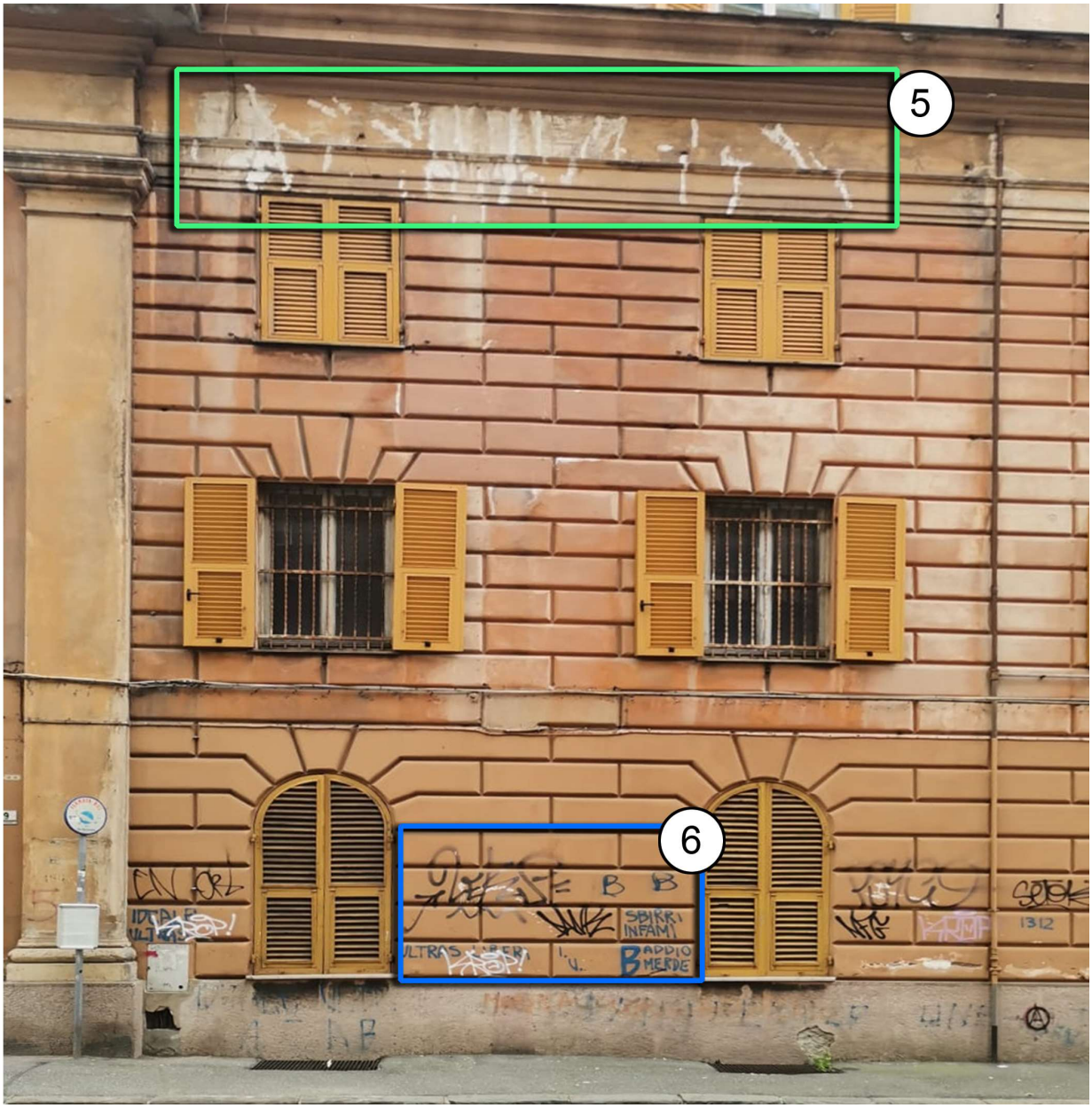


Contrassegna solo un ovale.

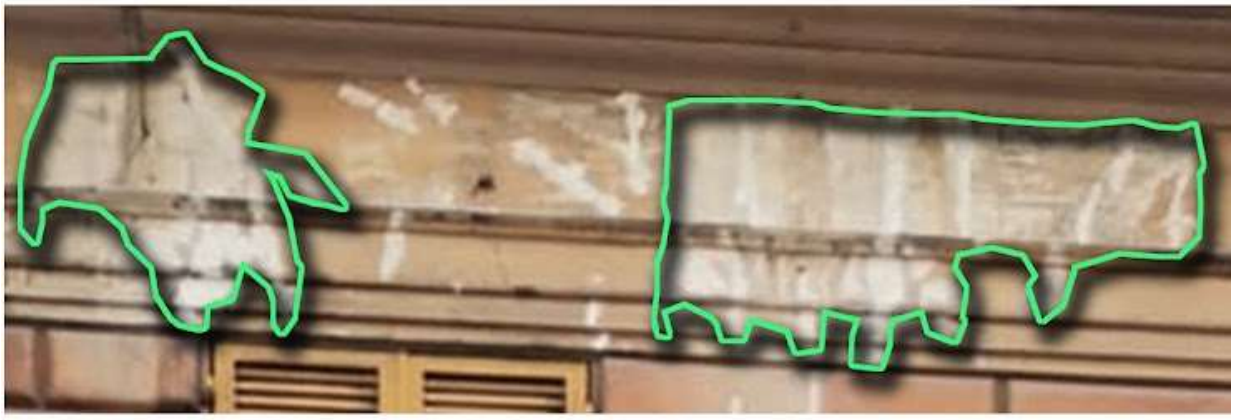
- Alveolizzazione
- Sfogliamento
- Esfoliazione
- Cavillatura superficiale
- Disgregazione del rivestimento superficiale
- Microfessurazioni superficiali

15. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 3_L'immagine in Figura 3 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate due tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



16. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5? *



Contrassegna solo un ovale.

- Incrostazione
- Dilavamento
- Colatura
- Concrezione
- Macchia
- Alterazione cromatica

17. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

18. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6? *



Contrassegna solo un ovale.

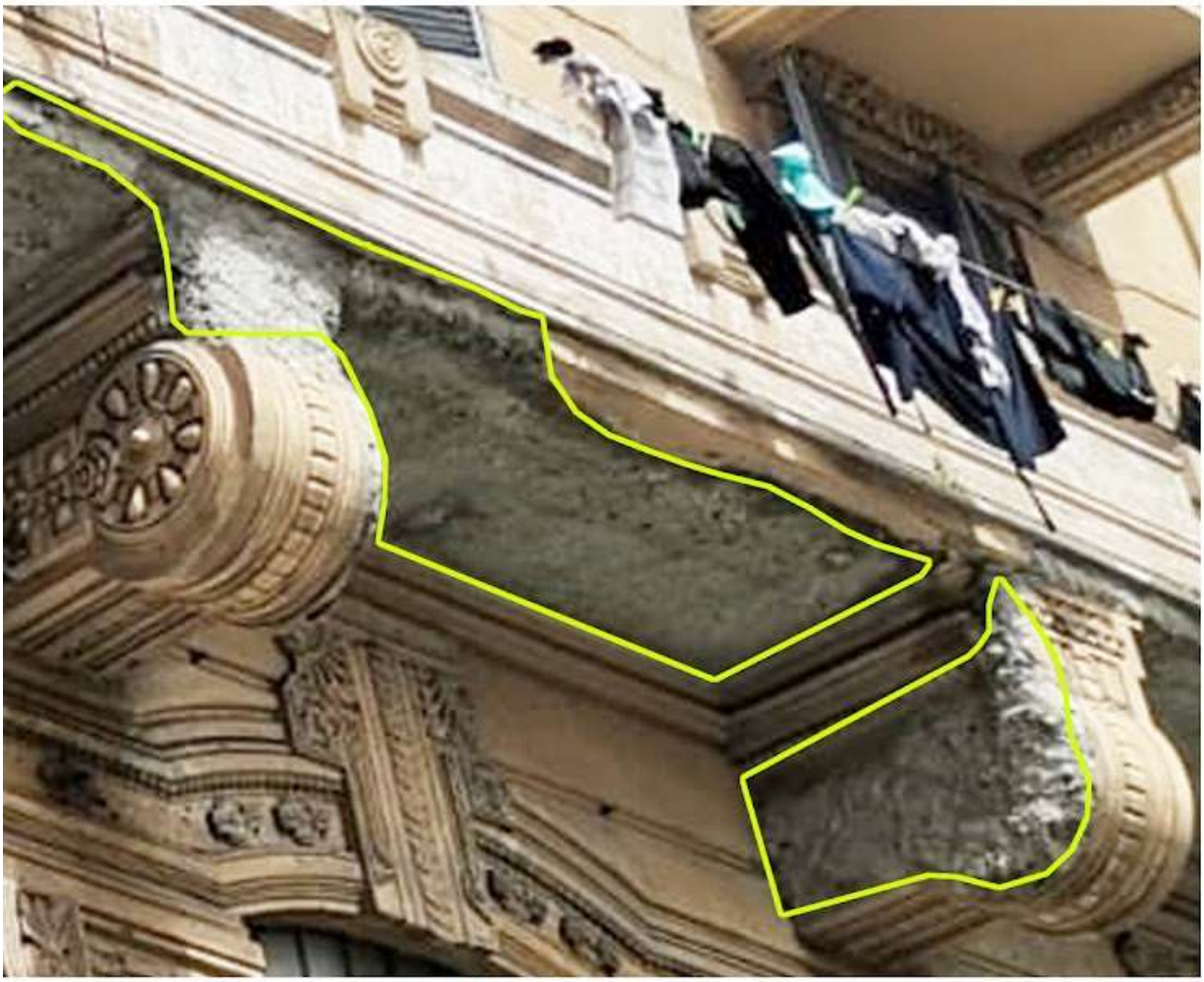
- Macchia
- Graffiti
- Deposito superficiale
- Crosta
- Dilavamento
- Concrezione

19. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

FIgura 4_L'immagine in Figura 4 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



20. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7? *



Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Deformazione e variazione di dimensione
- ◯ Distacco
- ◯ Fessurazione profonda
- ◯ Lacuna
- ◯ Perdita di parti
- ◯ Mancanza

21. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 5_L'immagine in figura 5 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



22. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.5 al numero 8? *

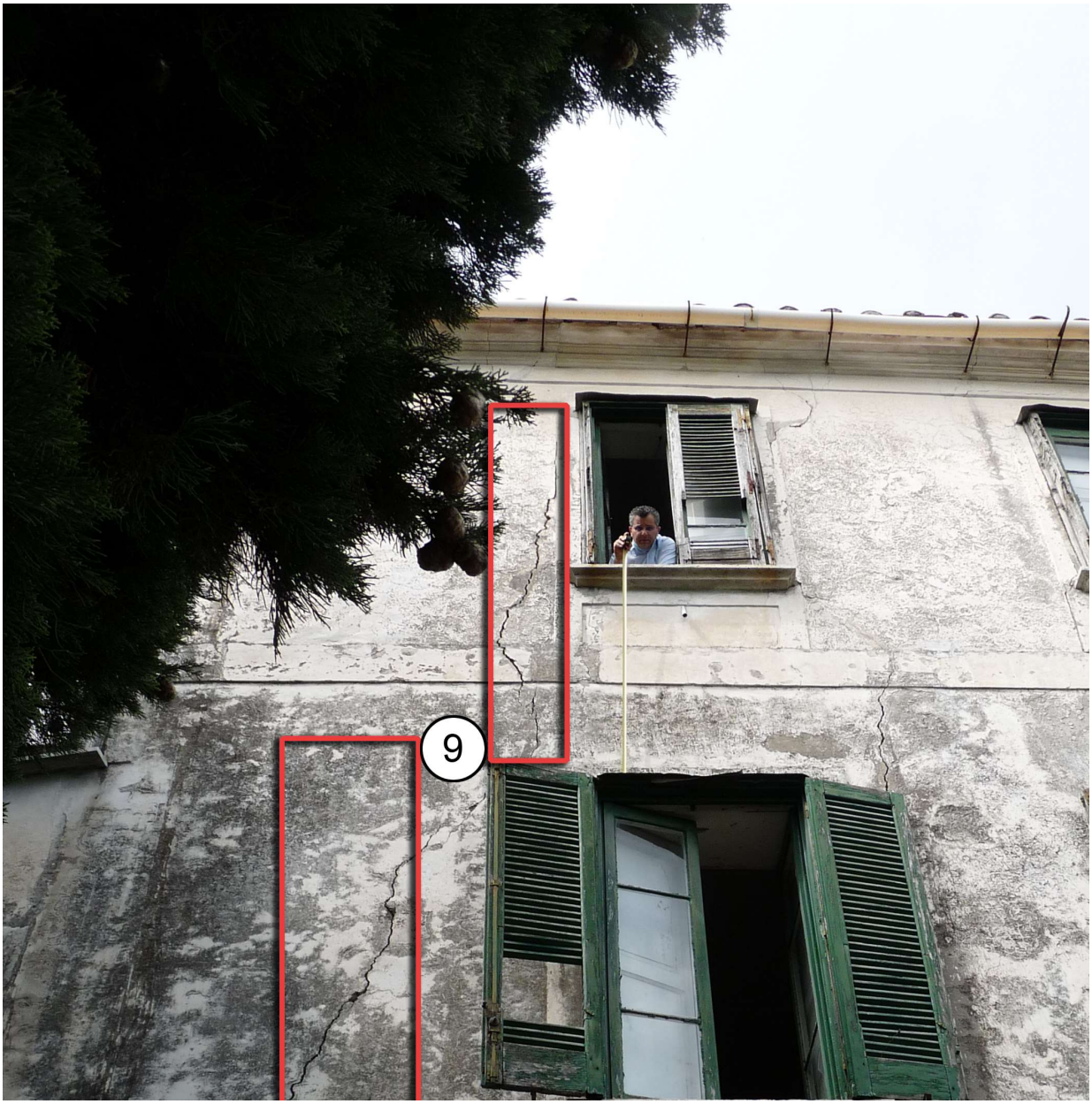


Contrassegna solo un ovale.

- Presenza di microrganismi
- Presenza di vegetazione
- Patina biologica
- Colonizzazione biologica
- Deposito superficiale

23. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 6_ L'immagine in figura 6 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



24. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9? *

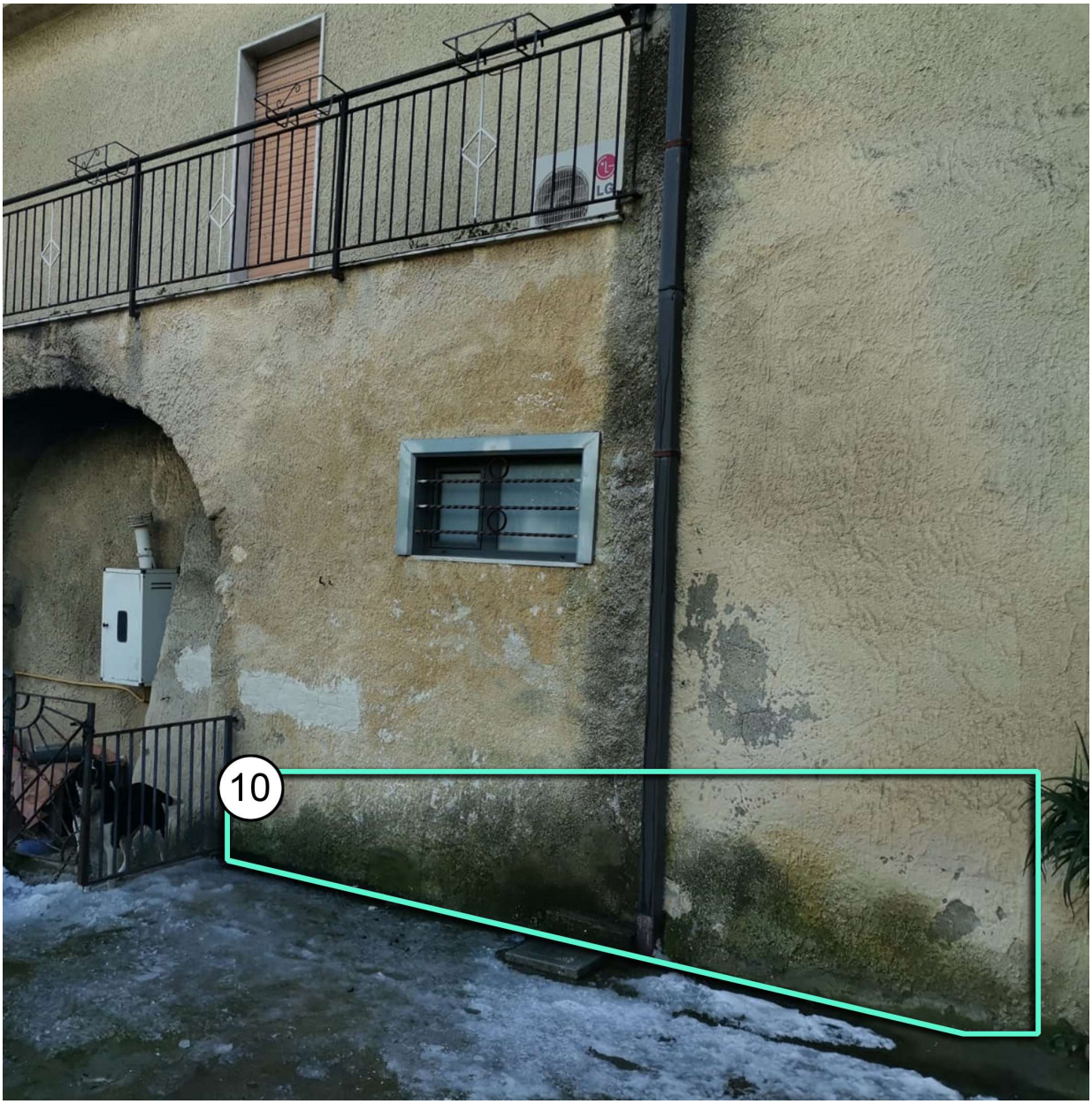


Contrassegna solo un ovale.

- Cavillatura superficiale
- Fessurazione Passante
- Fessurazione Lieve
- Distacco dal supporto
- Variazione di dimensione e forma
- Alveolizzazione

25. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 7_L'immagine in Figura 7 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito



26. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10? *

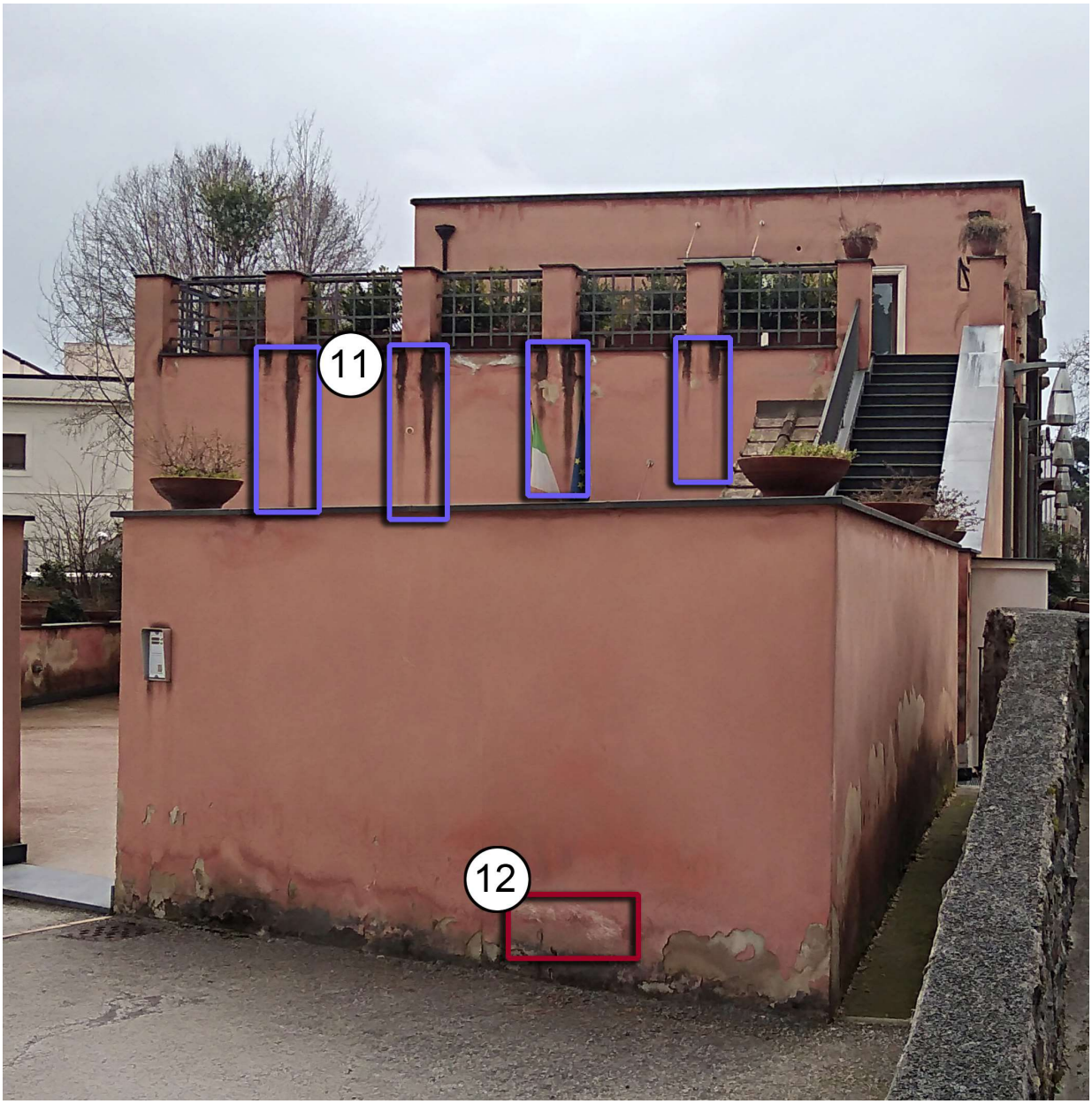


Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Muffa
- Umidità di risalita
- Efflorescenza
- Presenza di microganismi
- Alterazione cromatica

27. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 8_L'immagine in figura 8 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



28. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11? *



Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Macchia
- ◯ Colatura
- ◯ Dillavamento
- ◯ Efflorescenza
- ◯ Alterazione cromatica
- ◯ Deposito superficiale

29. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

30. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 12? *



Contrassegna solo un ovale.

- Perdita di parti
- Fessurazioni superficiali
- Macchia
- Efflorescenza
- Distacco
- Deposito superficiale

31. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 9_L'immagine in Figura 9 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



32. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13? *

Contrassegna solo un ovale.

- Perdita di parti
- Distacco dal supporto
- Espulsione del copriferro
- Carbonatazione
- Fessurazione
- Lacuna

33. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 10_L’immagine in Figura 10 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



34. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14? *

Contrassegna solo un ovale.

- Disgregazione
- Alveolizzazione
- Piccoli fori e bolle
- Erosione
- Perdita di parti
- Fessurazione

35. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Di seguito sono riportate 10 immagini che ritraggono delle anomalie. Spunta la/e figura/e che ti sembra/no appartenere al tipo di guasto indicato in domanda.

36. Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una ESFOLIAZIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

37. Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una DISGREGAZIONE DEL RIVESTIMENTO SUPERFICIALE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

38. Quale/i delle immagini di seguito riportate è una MACCHIA? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

39. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta una DEFORMAZIONE E VARIAZIONE DI DIMENSIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Contrassegna solo un ovale.

- Figura 1
- Figura 2
- Figura 3
- Figura 4
- Figura 5
- Figura 6
- Figura 7
- Figura 8
- Figura 9
- Figura 10
- Nessuna

40. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI MISCRORGANISMI (muffe, muschio, etc)? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

41. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI VEGETAZIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

42. Quale/i delle immagini su riportate presenta GRAFFITI? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

43. Quale/i delle immagini su riportate presenta ALVEOLIZZAZIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

44. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta FESSURAZIONI SUPERFICIALI? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

45. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PERDITA DI PARTI? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

46. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta INCURVAMENTO O RIGONFIAMENTO? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

Questi contenuti non sono creati né avallati da Google.

Google Moduli

RICONOSCI IL GUASTO

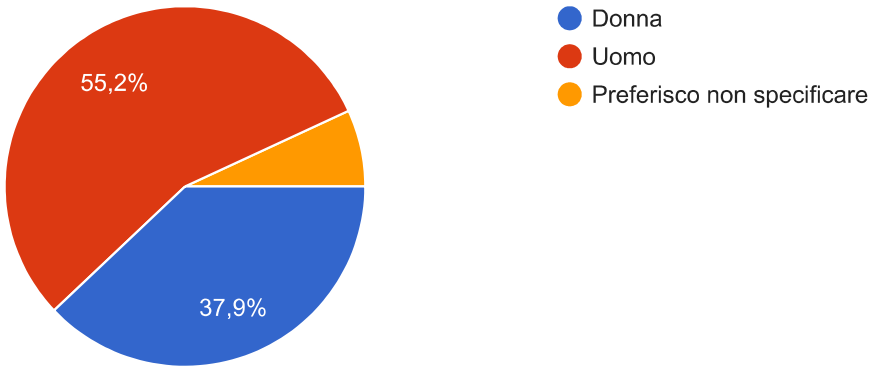
58 risposte

Pubblica i dati di analisi

Sesso

Copia

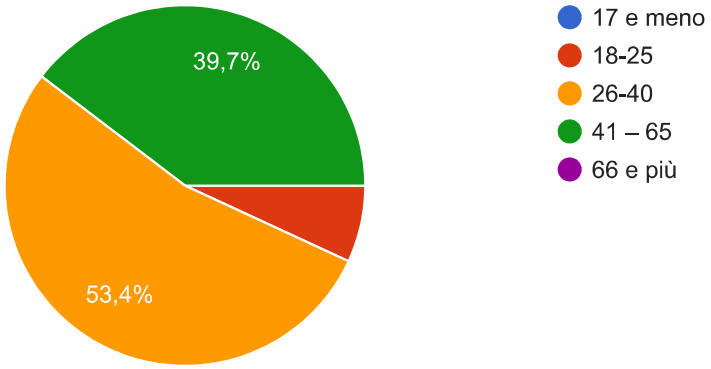
58 risposte



Quale categoria rappresenta meglio la tua età?

Copia

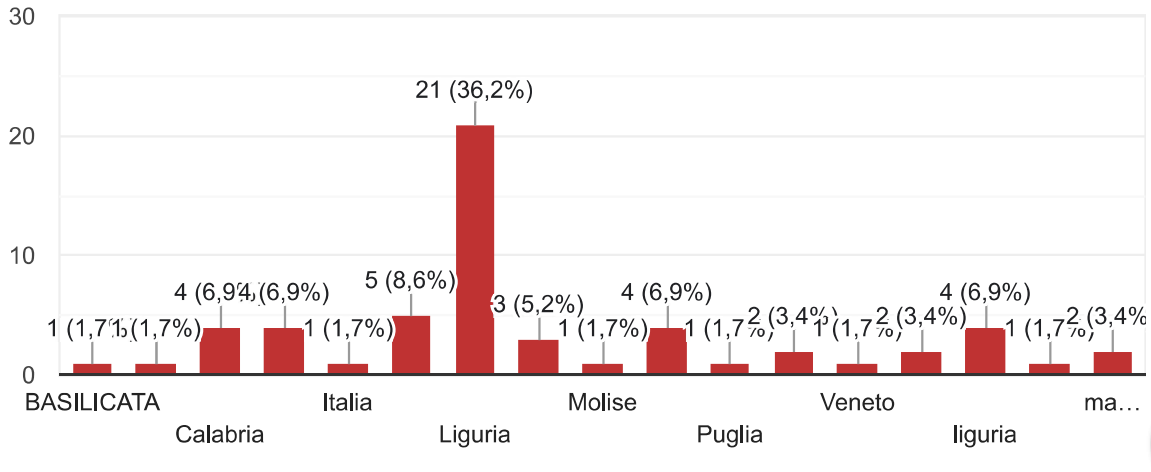
58 risposte



La tua regione di origine

Copia

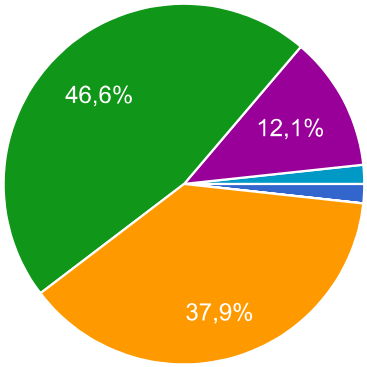
58 risposte



Quale è il tuo livello di istruzione?

Copia

58 risposte



- Scuola primaria
- Secondaria di primo grado
- Secondaria di secondo grado
- Università
- Master
- Dottorato ti ricerca

Appartieni ad una delle seguenti categorie?

Copia

58 risposte



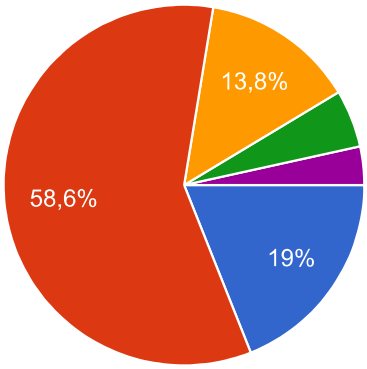
- Architetto/a
- Ingegnere civile/edile
- Geometra
- Studente di architettura o ing…
- Addetto/a nel settore edile
- impiegato
- informatico
- Informatico

1/6

Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città?

Copia

58 risposte

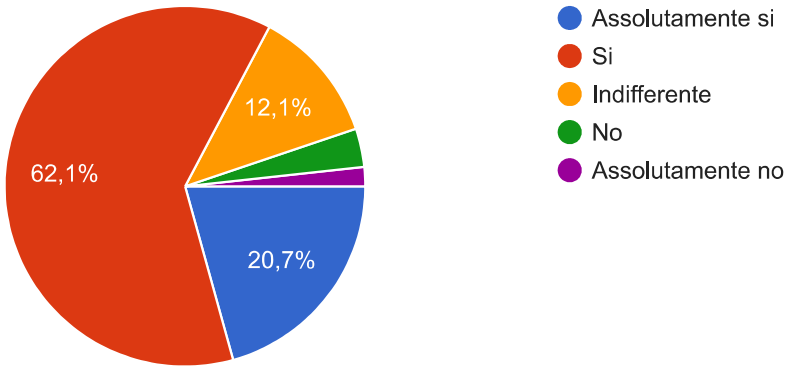


- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città?

Copia

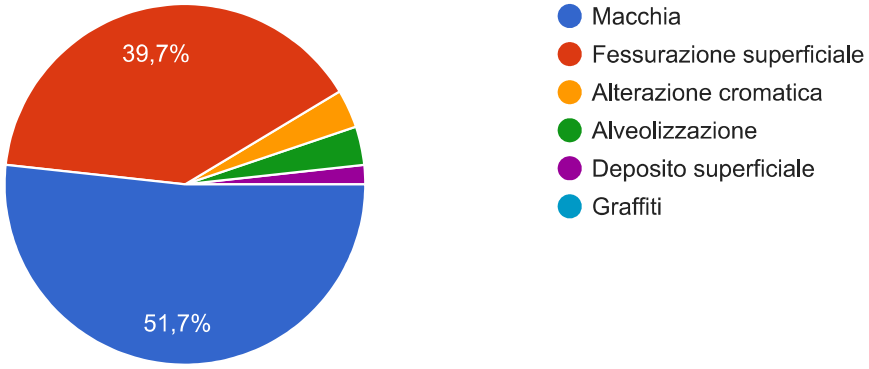
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.1 al numero 1?

Copia

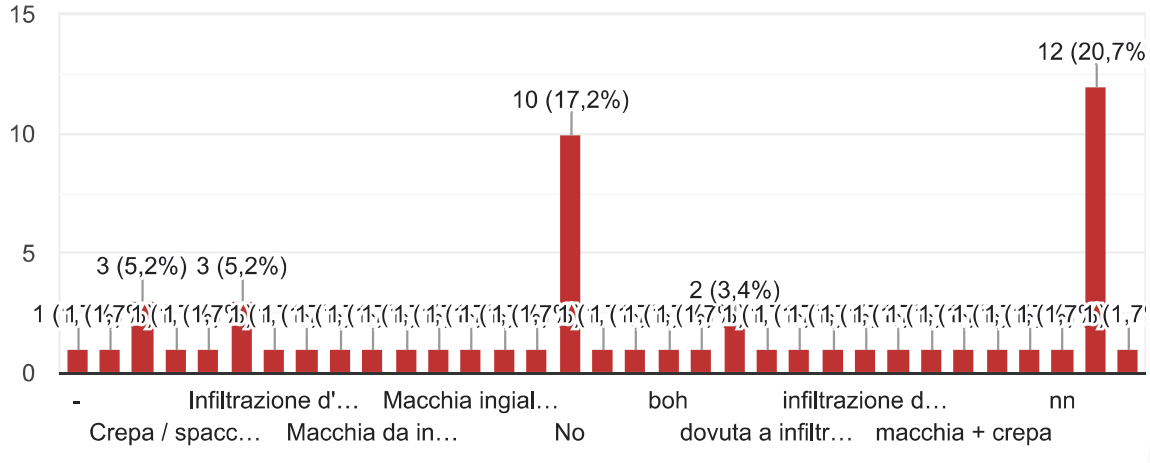
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

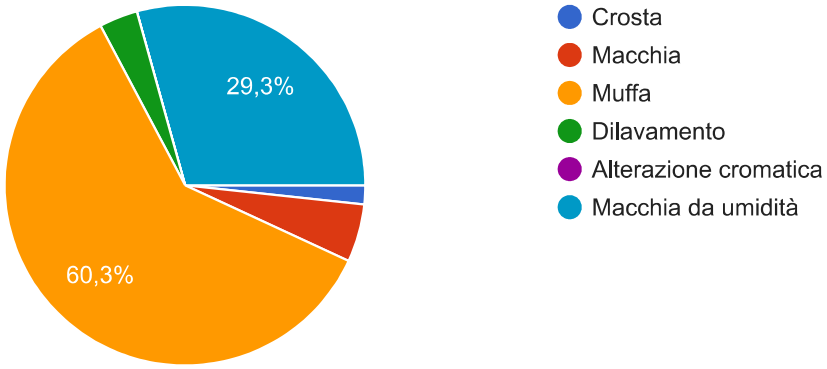
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2?

Copia

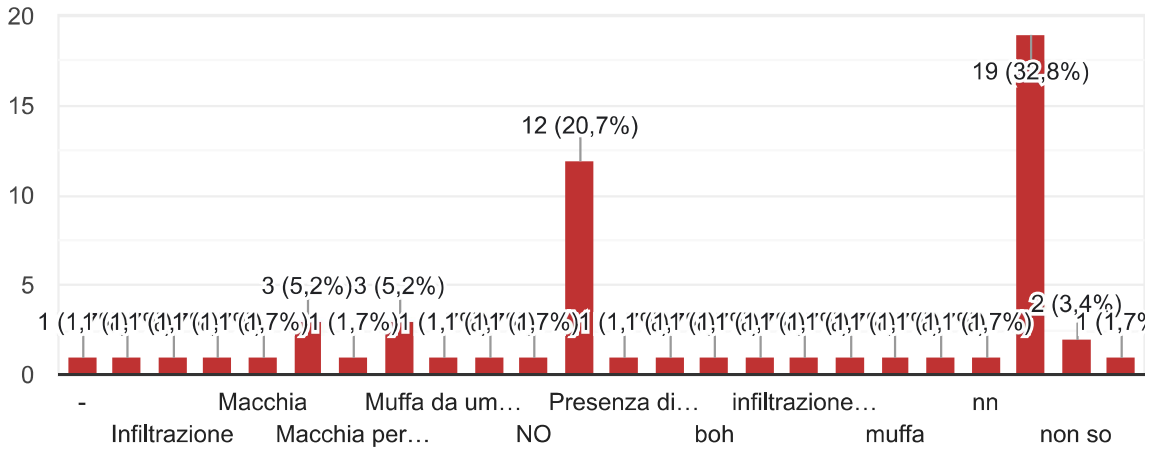
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

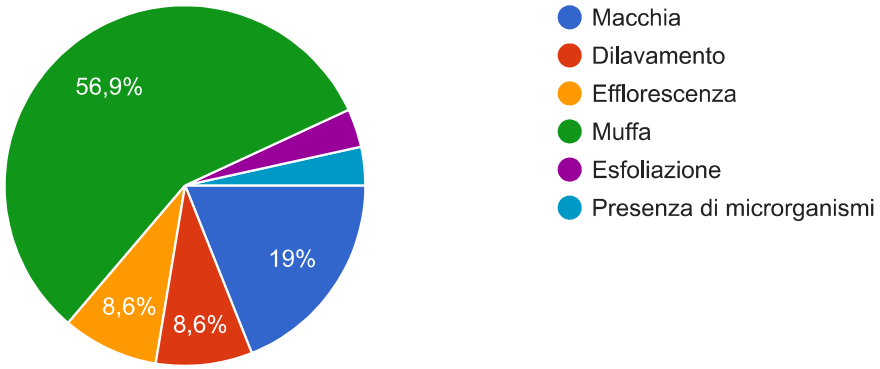
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3?

Copia

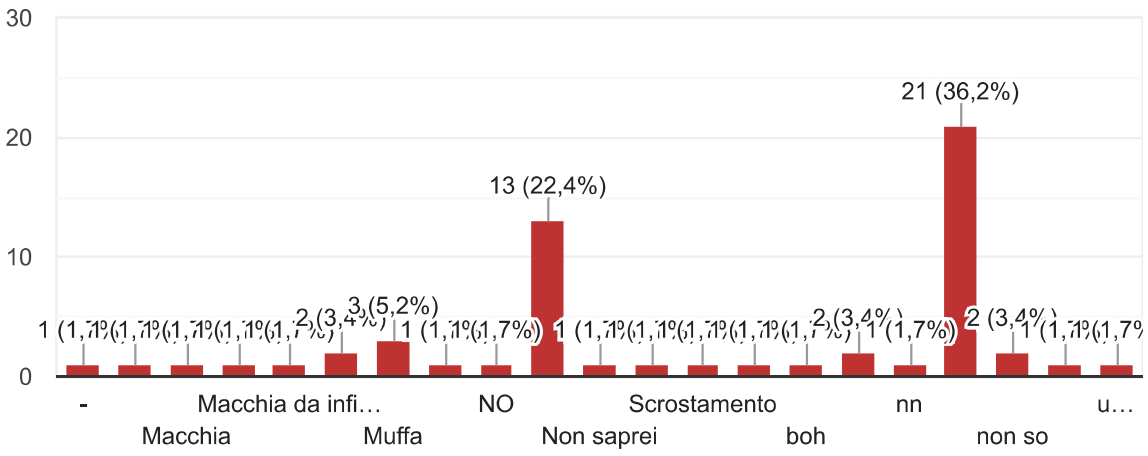
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

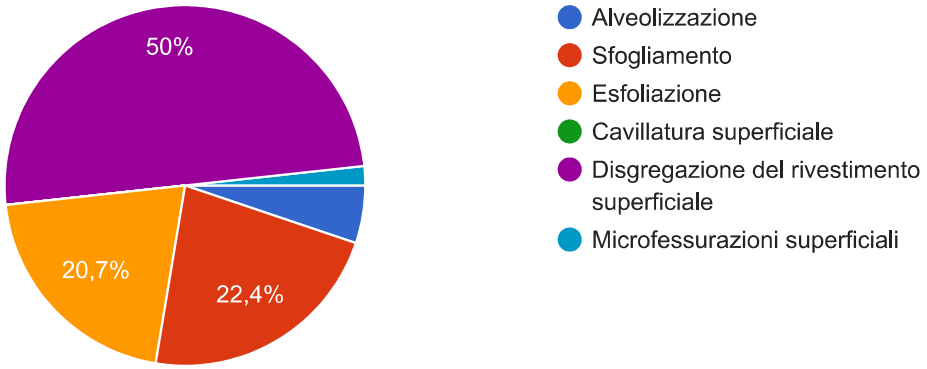
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.2 al numero 4?

Copia

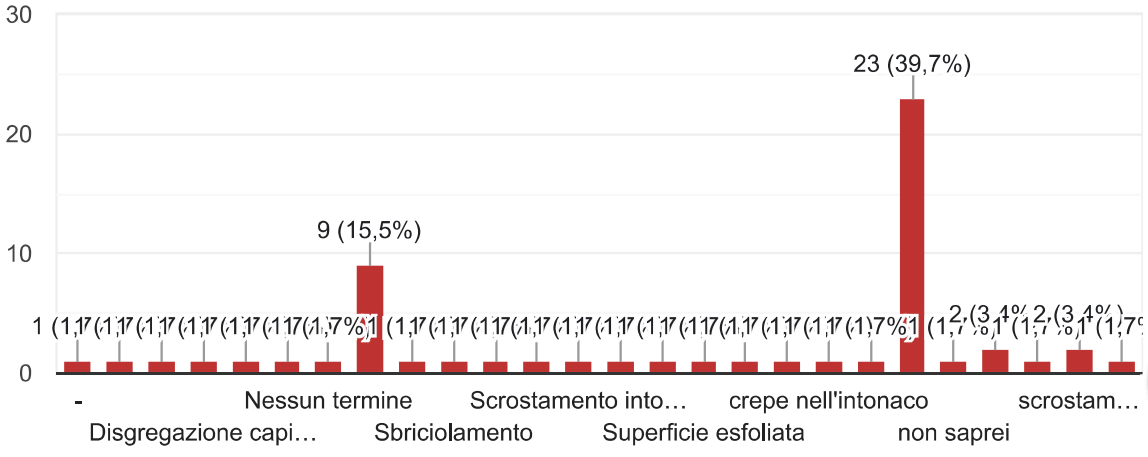
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

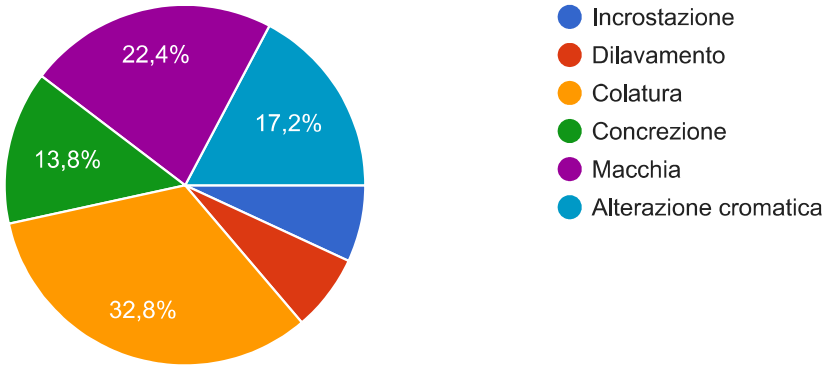
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5?

Copia

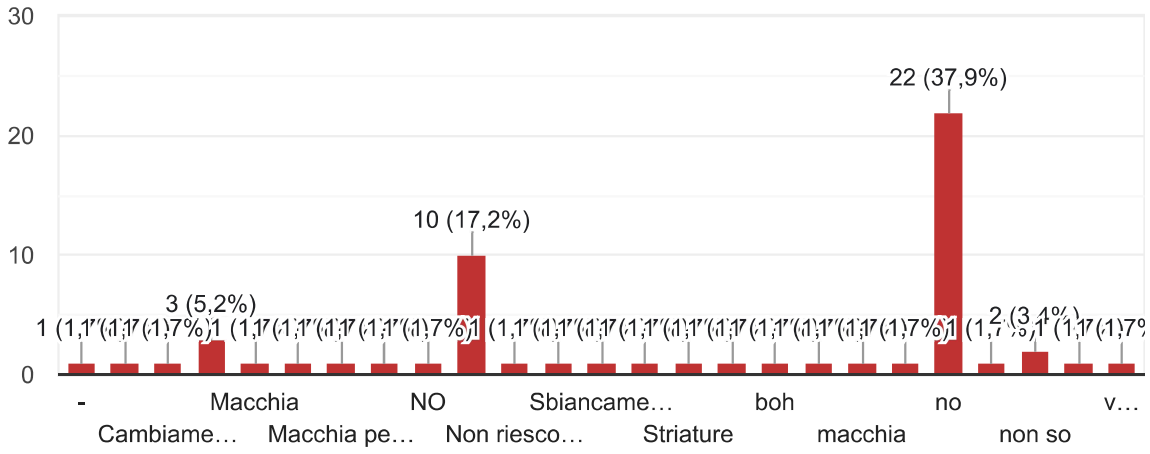
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

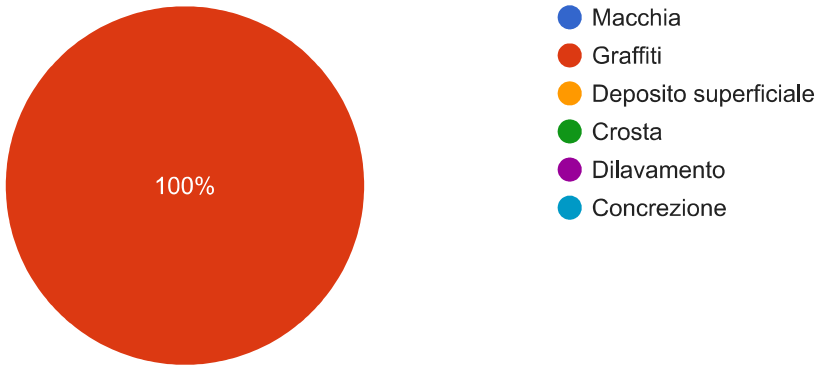
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6?

Copia

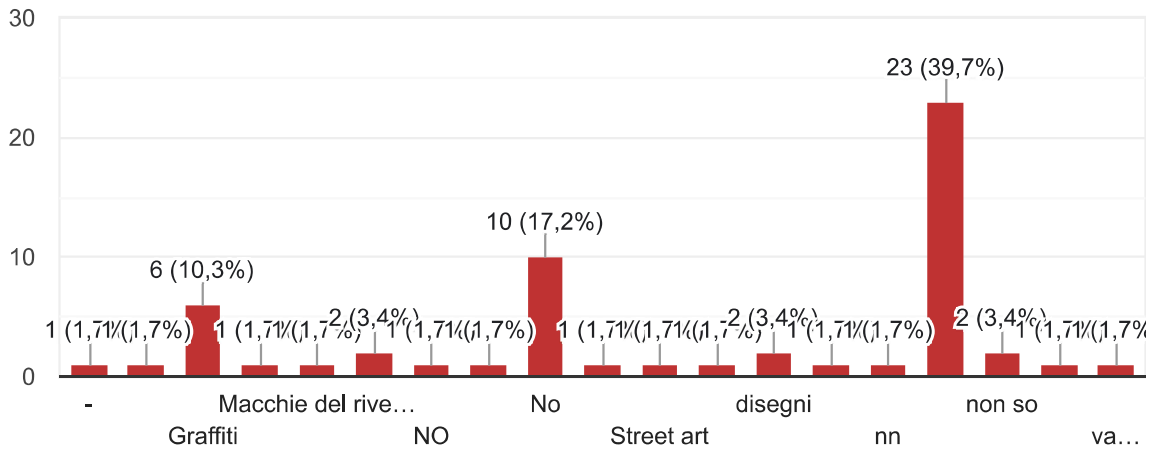
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

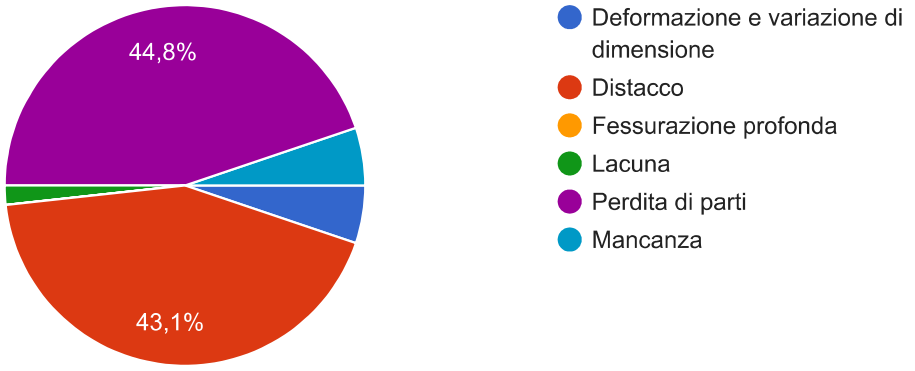
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7?

Copia

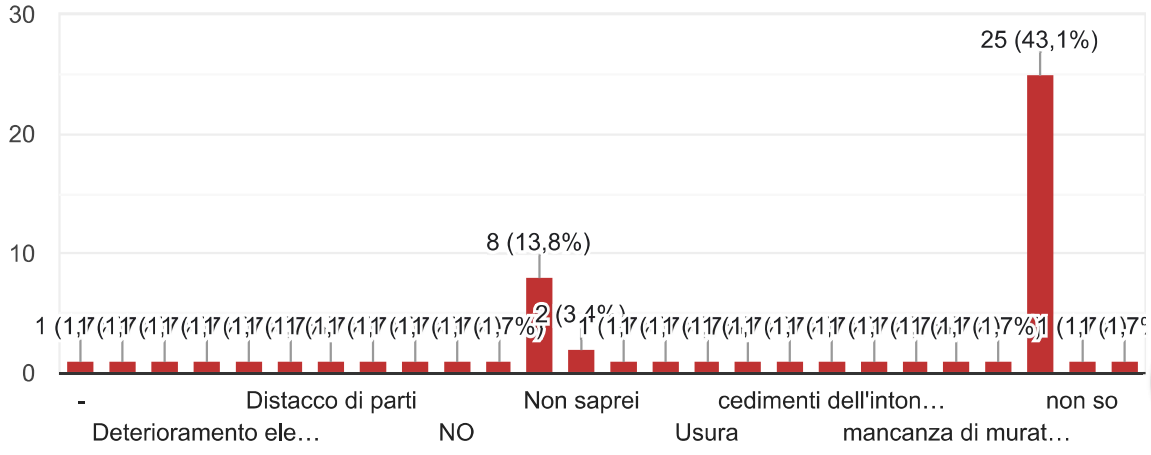
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

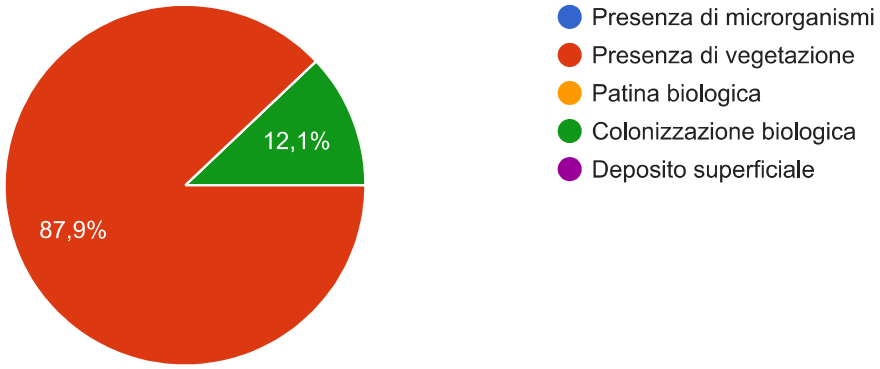
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.5 al numero 8?

Copia

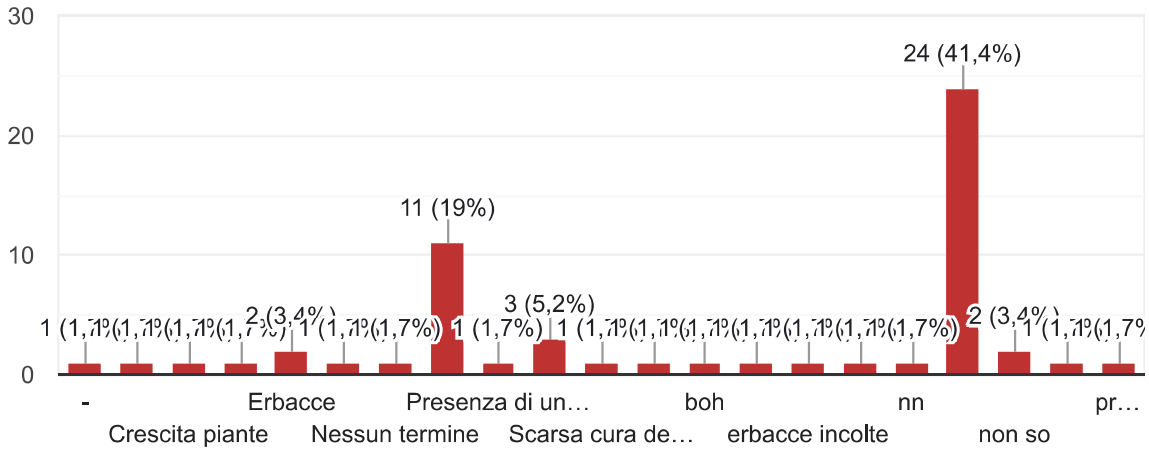
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

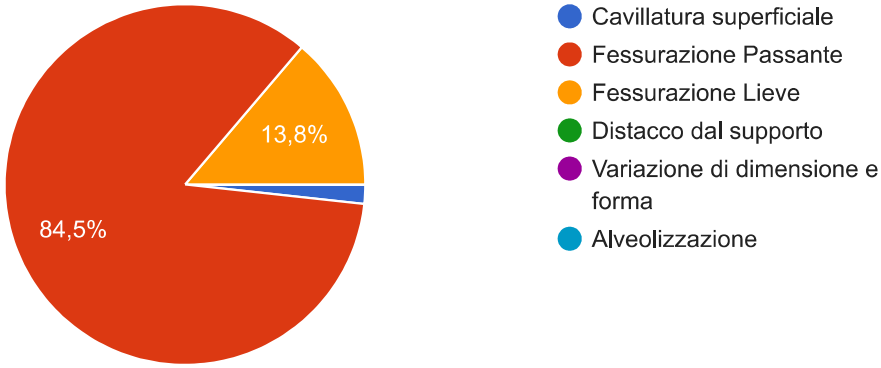
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9?

Copia

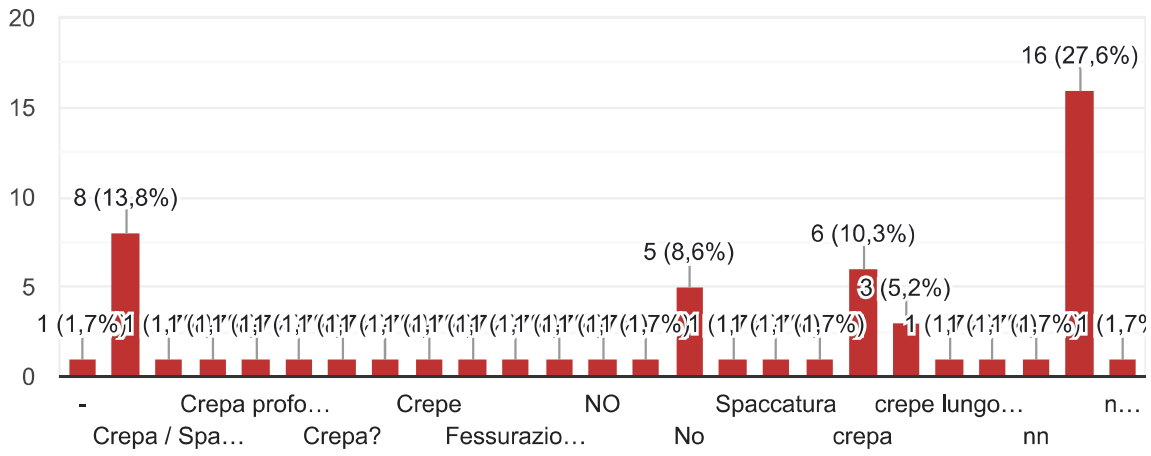
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

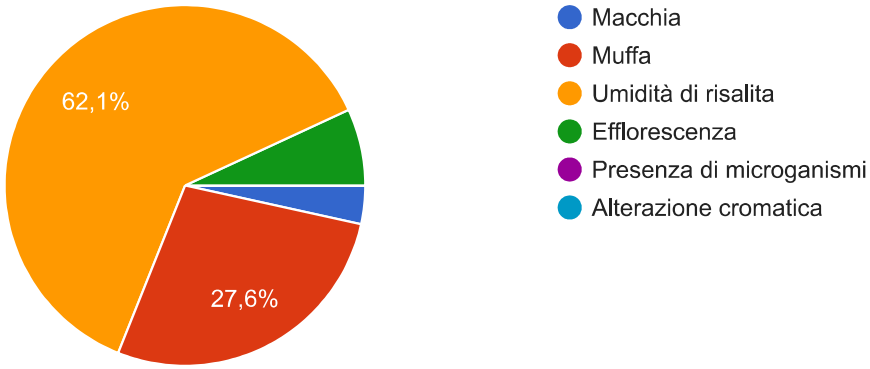
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10?

Copia

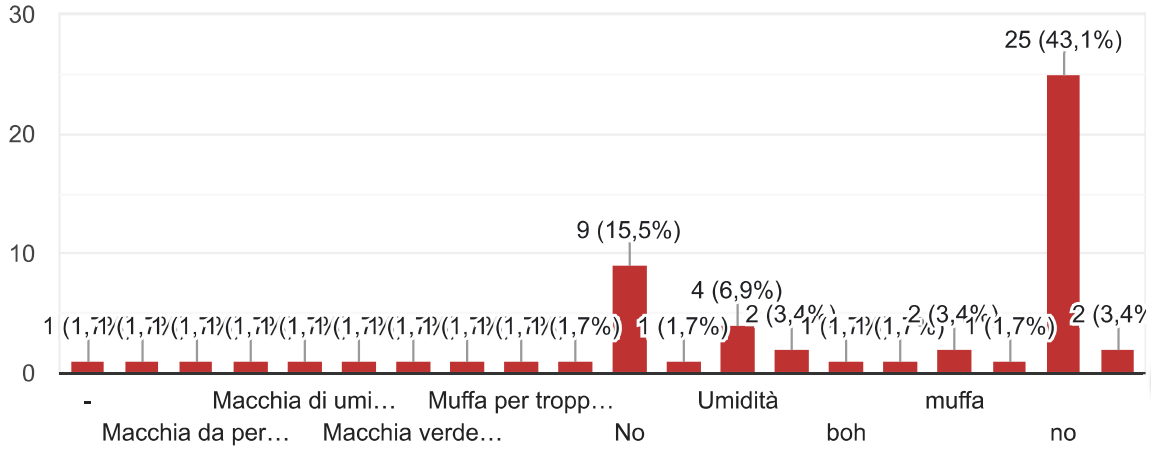
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

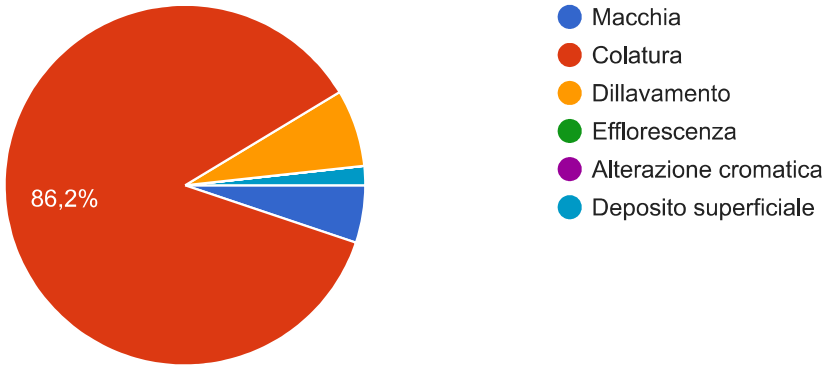
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11?

Copia

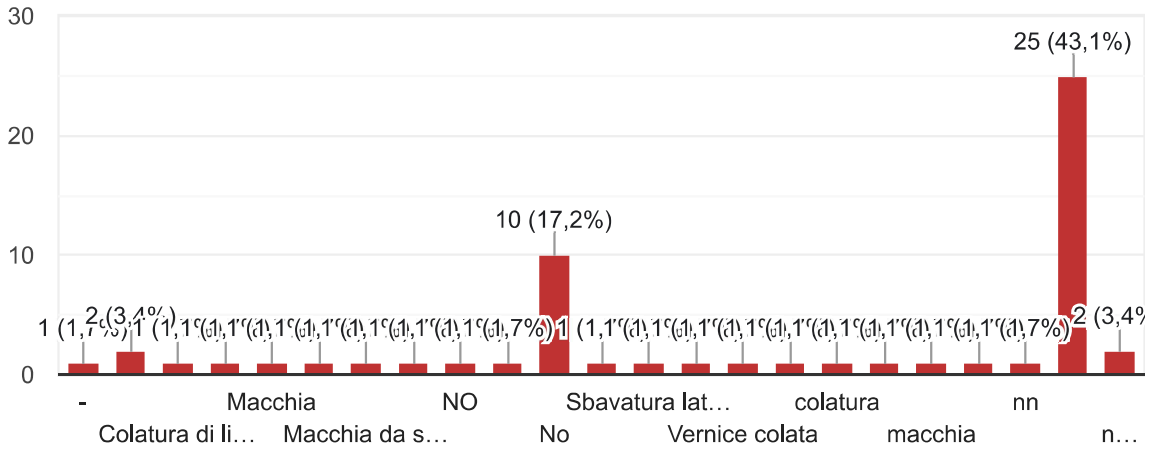
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

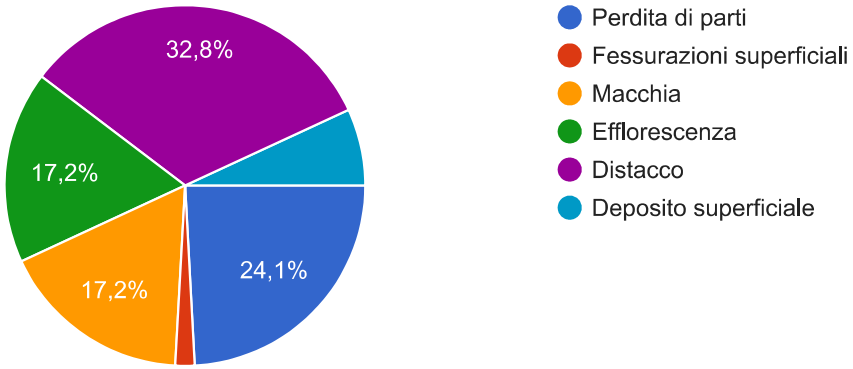
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 12?

Copia

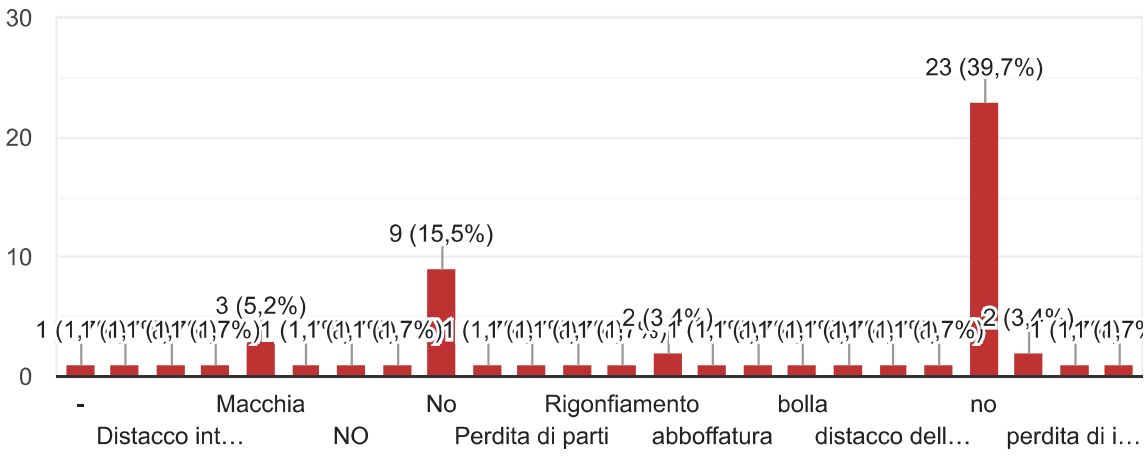
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

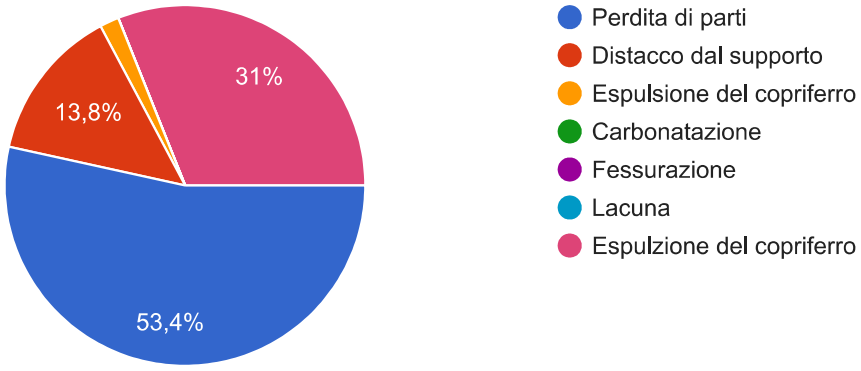
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13?

Copia

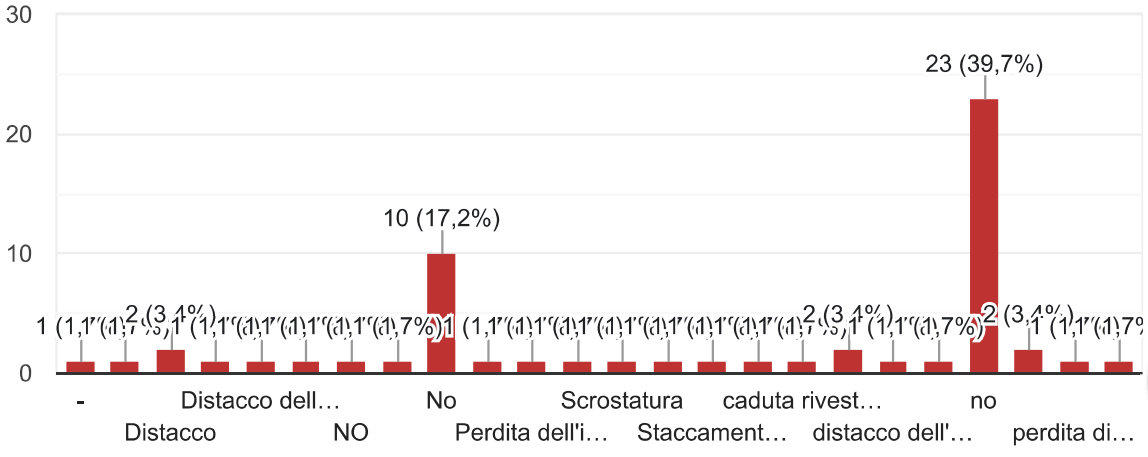
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

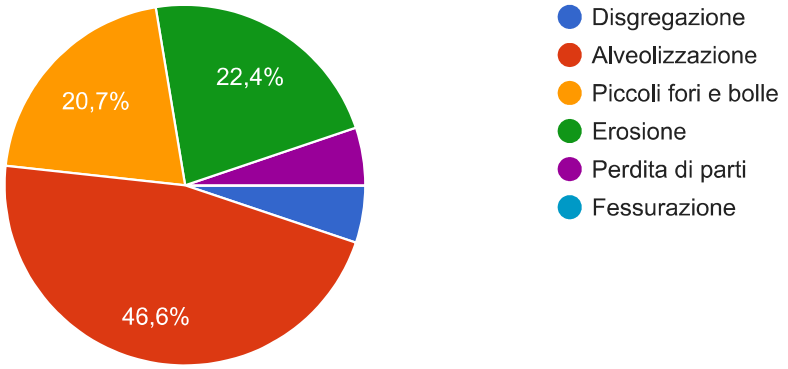
58 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14?

Copia

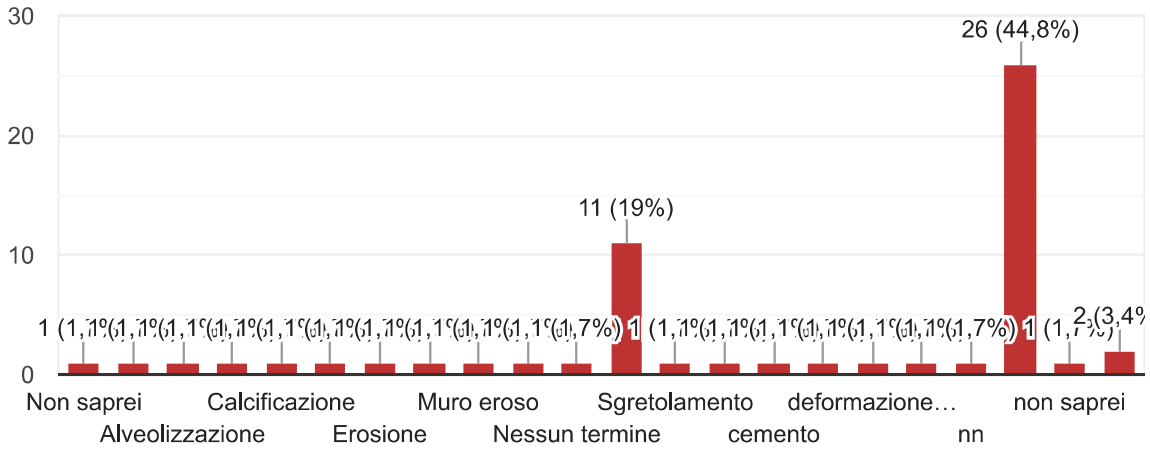
58 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

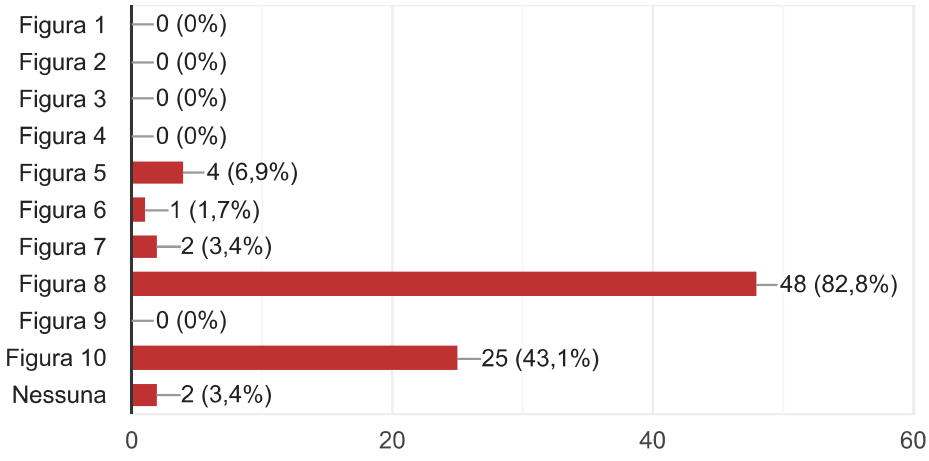
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una ESFOLIAZIONE?

Copia

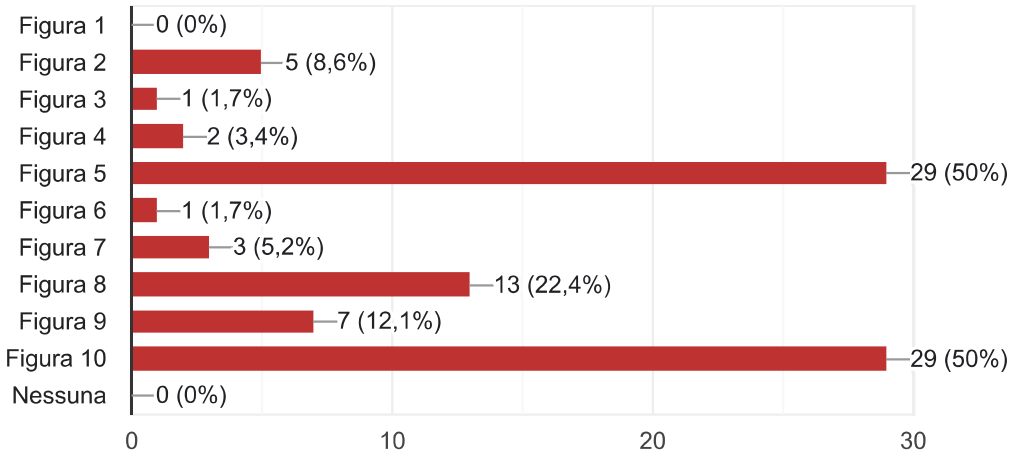
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una DISGREGAZIONE DEL RIVESTIMENTO SUPERFICIALE?

Copia

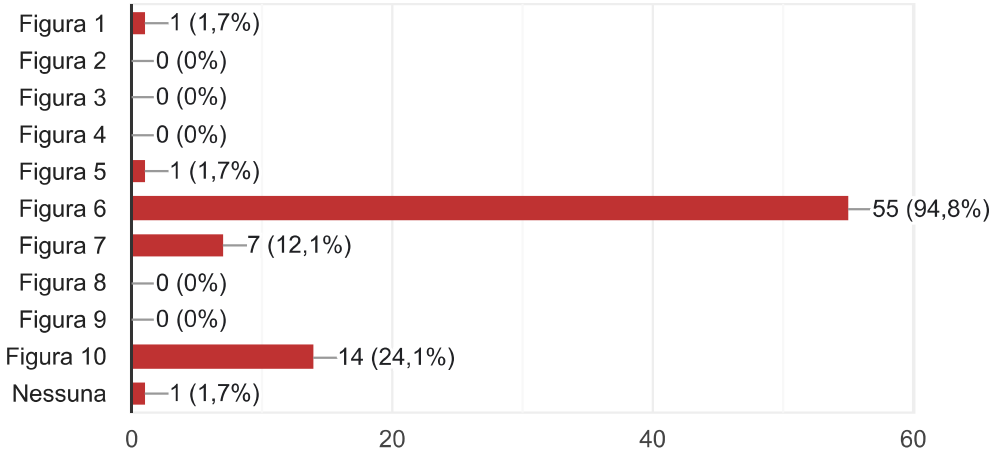
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate è una MACCHIA?

Copia

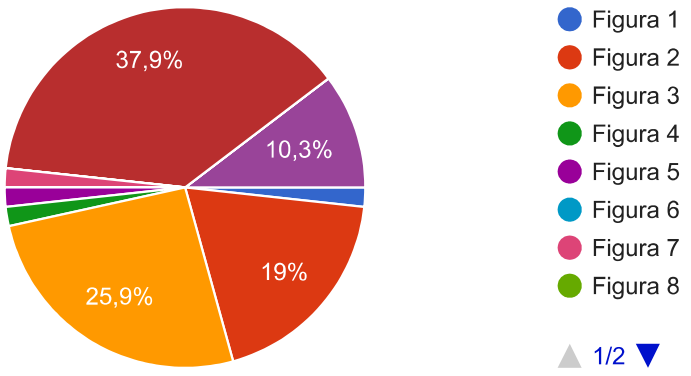
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta una DEFORMAZIONE E VARIAZIONE DI DIMENSIONE?

Copia

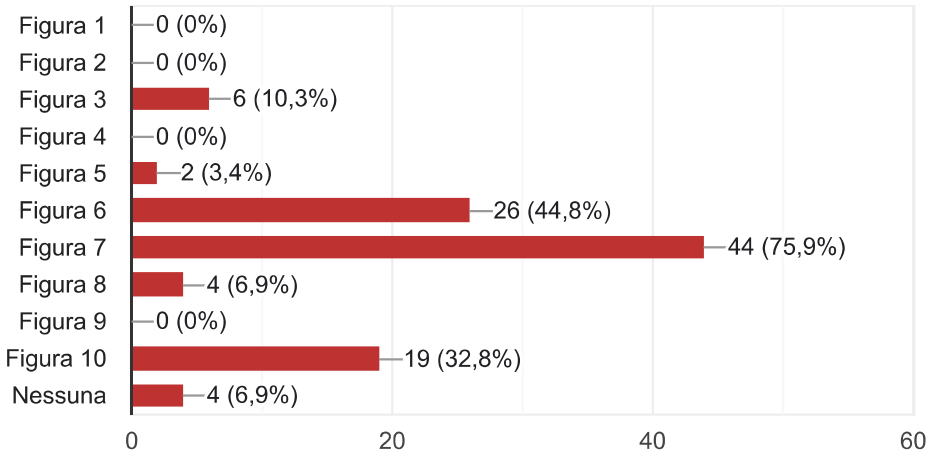
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI MISCRORGANISMI (muffe, muschio, etc)?

Copia

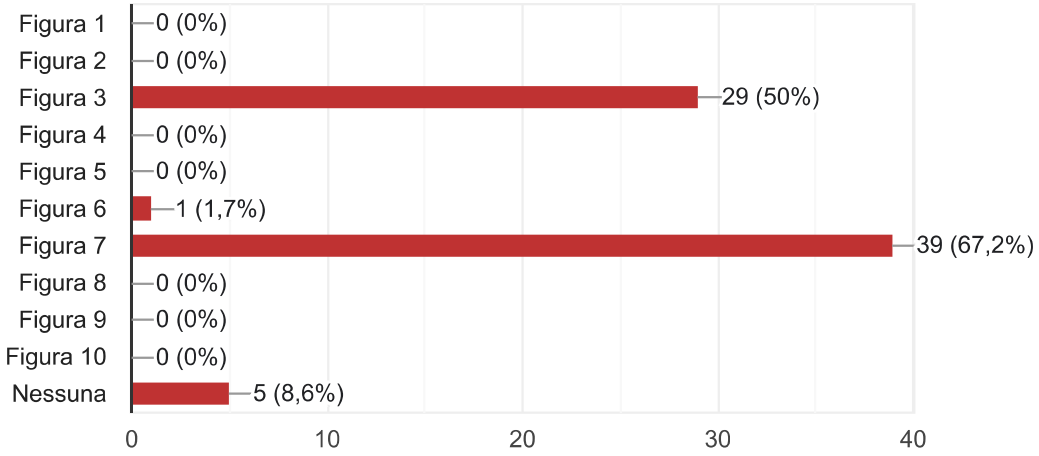
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI VEGETAZIONE?

Copia

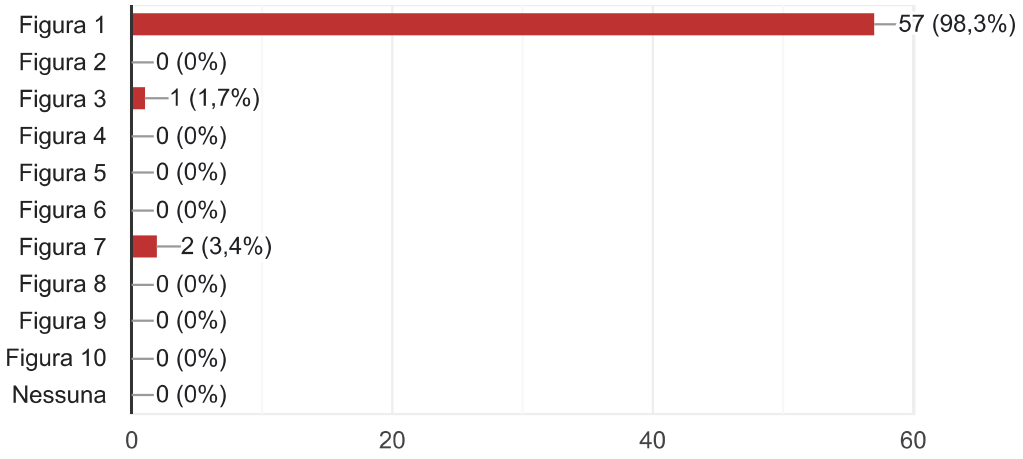
58 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta GRAFFITI?

Copia

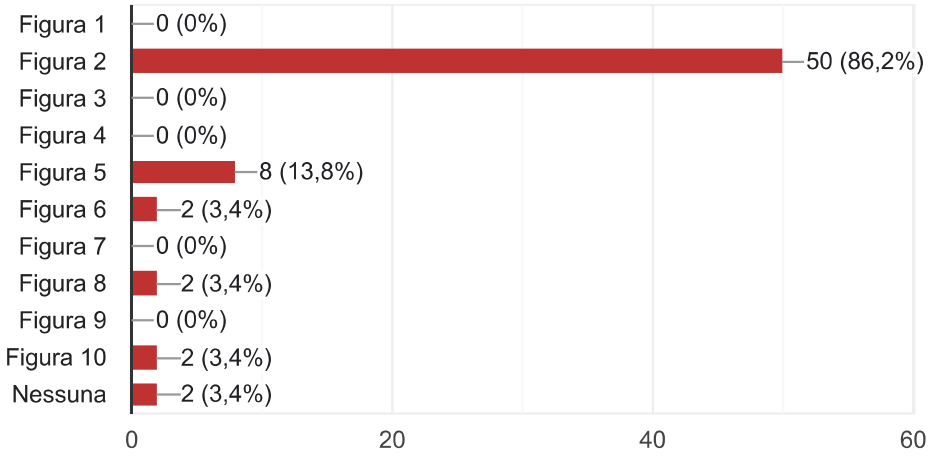
58 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta ALVEOLIZZAZIONE?

Copia

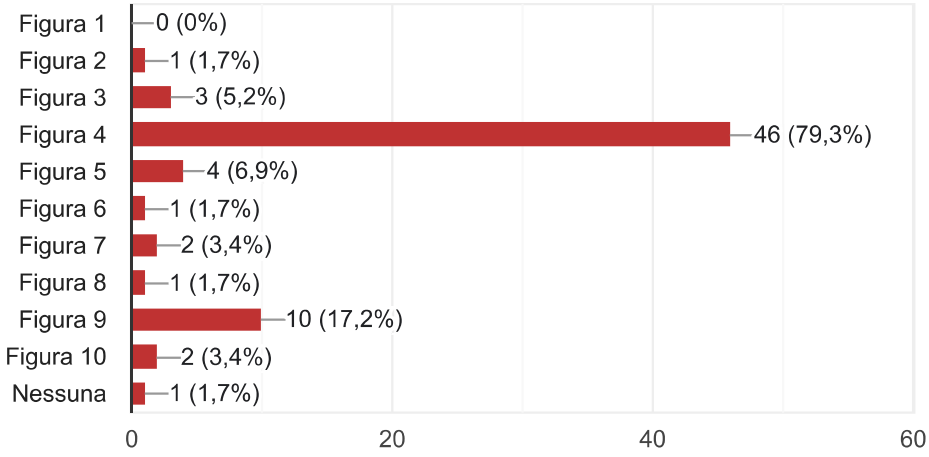
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta FESSURAZIONI SUPERFICIALI?

Copia

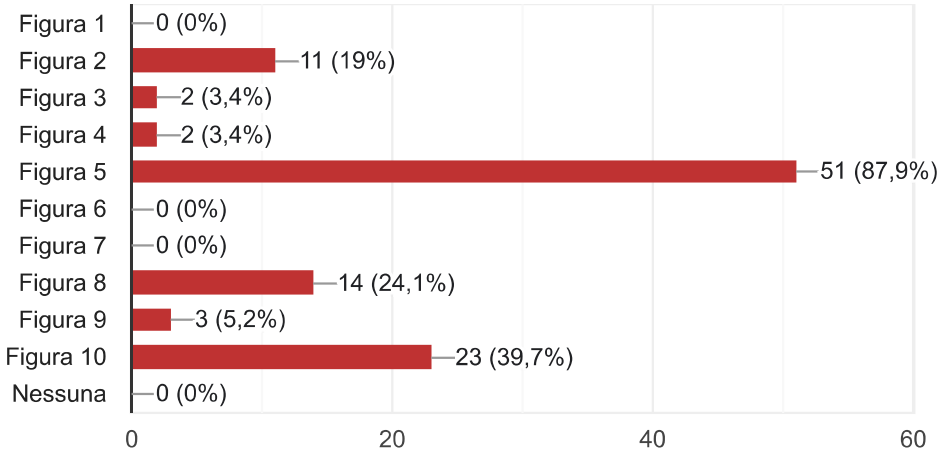
58 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PERDITA DI PARTI?

Copia

58 risposte



RICONOSCI IL GUASTO (Sapere esperto)

Il presente sondaggio è parte di una sperimentazione condotta in seno ad una ricerca di dottorato in corso presso il Dipartimento di Architettura dell'Università Federico II di Napoli.
Si svolge in forma anonima e vuole indagare la terminologia comunemente usata dagli utenti per indicare guasti e/o anomalie che è possibile riscontrare sulle parti degli edifici.

*Campo obbligatorio

1. Sesso *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ Donna
- ◯ Uomo
- ◯ Preferisco non specificare

2. Quale categoria rappresenta meglio la tua età? *

Contrassegna solo un ovale.

- ◯ 17 e meno
- ◯ 18-25
- ◯ 26-40
- ◯ 41 – 65
- ◯ 66 e più

3. La tua regione di origine *

_____

4. Quale è il tuo livello di istruzione? *

Contrassegna solo un ovale.

- Scuola primaria
- Secondaria di primo grado
- Secondaria di secondo grado
- Università
- Master
- Dottorato ti ricerca

5. Appartieni ad una delle seguenti categorie? *

Contrassegna solo un ovale.

- Architetto/a
- Ingegnere civile/edile
- Geometra
- Studente di architettura o ingegneria civile/ edile
- Addetto/a nel settore edile
- Altro: _____

6. Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città? *

Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

7. Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città? *

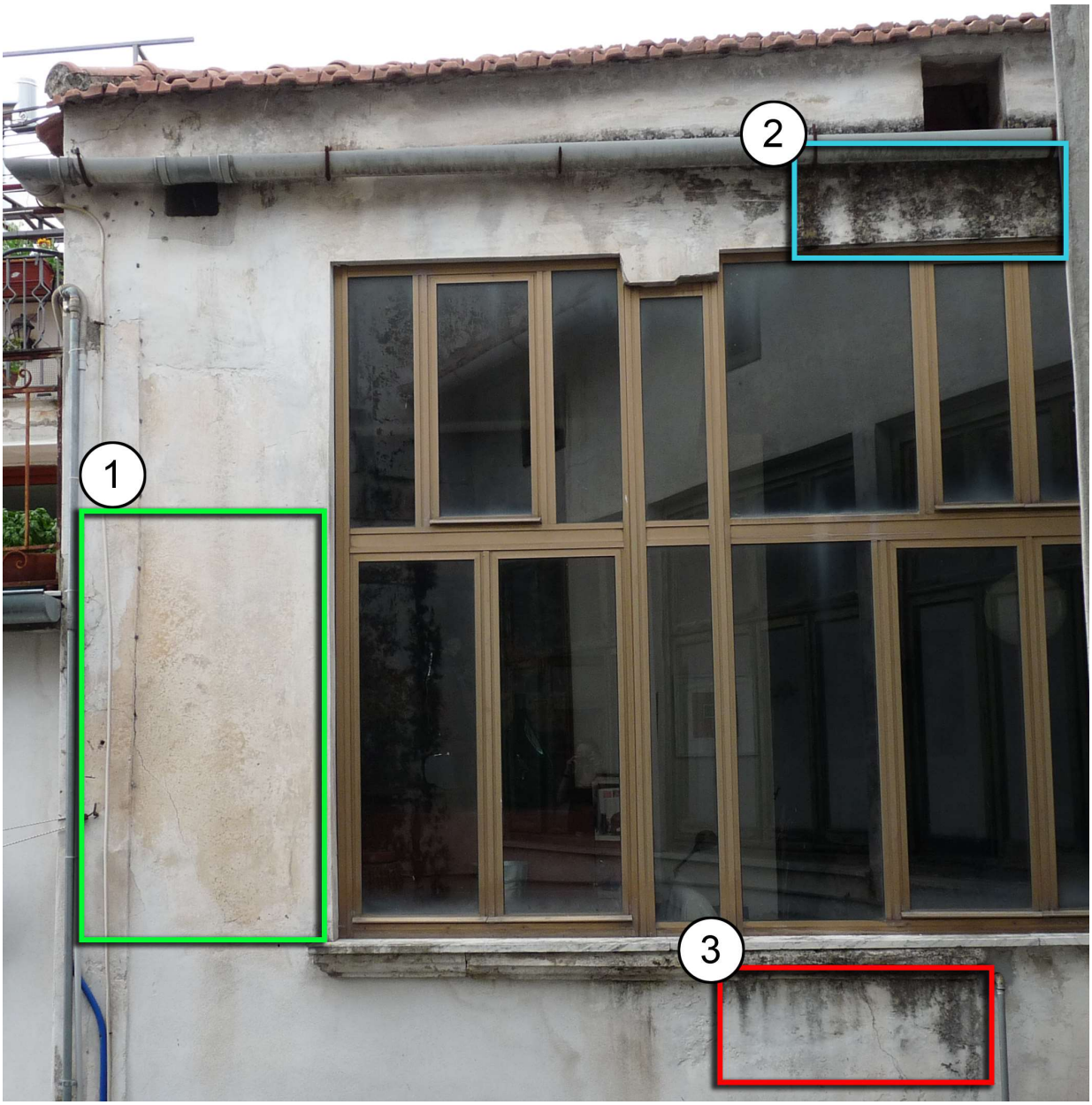
Contrassegna solo un ovale.

- Assolutamente si
- Si
- Indifferente
- No
- Assolutamente no

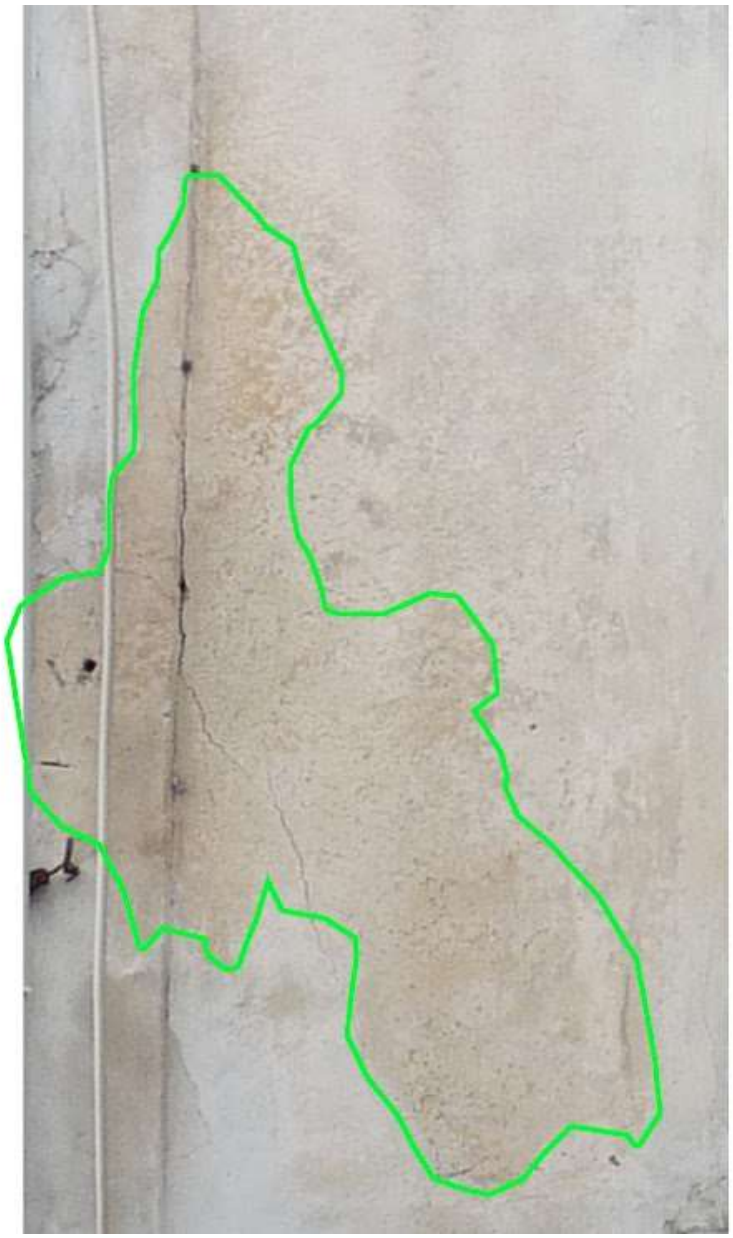
Passa alla domanda 8

Di seguito troverai 10 quesiti ciascuno dei quali presenta un'immagine con l'indicazione di guasti e/o anomalie, per ciascuna delle quali avrai uno zoom di dettaglio e ti sarà chiesto prima di selezionare, tra i termini proposti, uno o più soluzioni che ti sembrano descrivere il guasto e poi di darvi il nome che meglio sembra descriverlo. Per questa seconda domanda sentiti liber* di usare la terminologia che ritieni più adatta o quella che usi comunemente, senza ricercare "la risposta corretta"

FIgura 1 _L'immagine in figura 1 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tre tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



8. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.1 al numero 1? *

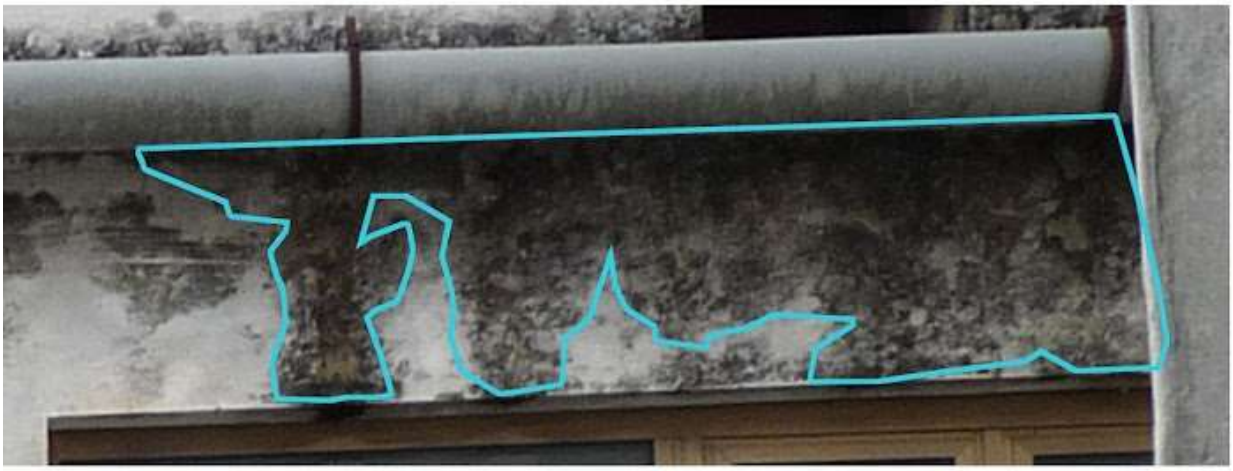


Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Fessurazione superficiale
- Alterazione cromatica
- Alveolizzazione
- Deposito superficiale
- Graffiti

9. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

10. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2? *



Contrassegna solo un ovale.

- Crosta
- Macchia
- Muffa
- Dilavamento
- Alterazione cromatica
- Macchia da umidità

11. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

12. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3? *

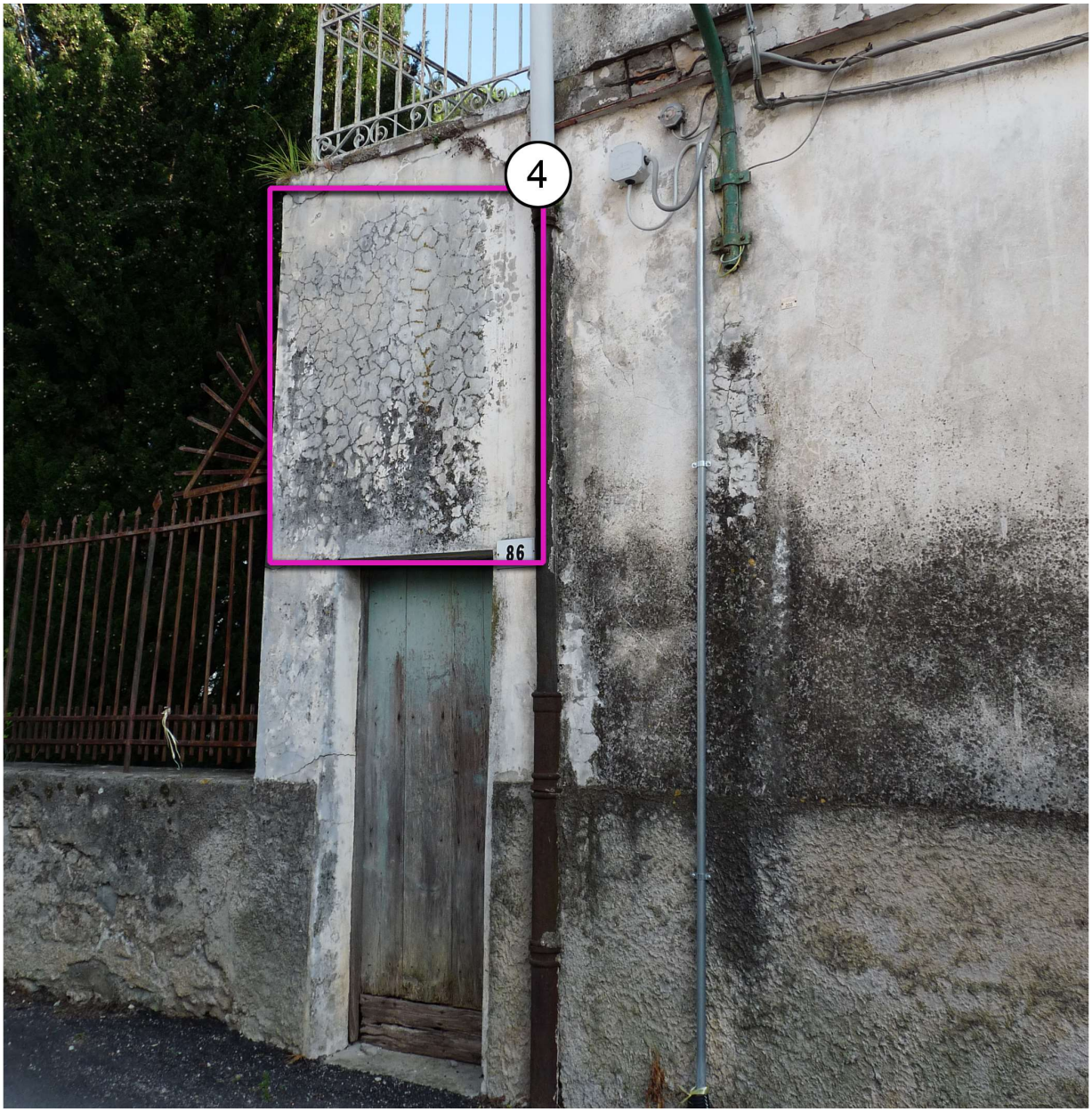


Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Dilavamento
- Efflorescenza
- Muffa
- Esfoliazione
- Presenza di microrganismi

13. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 2_ L'immagine in Figura 2 rappresenta una facciata sulla quale è stata individuata un' anomalia. Rispondi alle domande proposte di seguito:



14. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.2 al numero 4? *

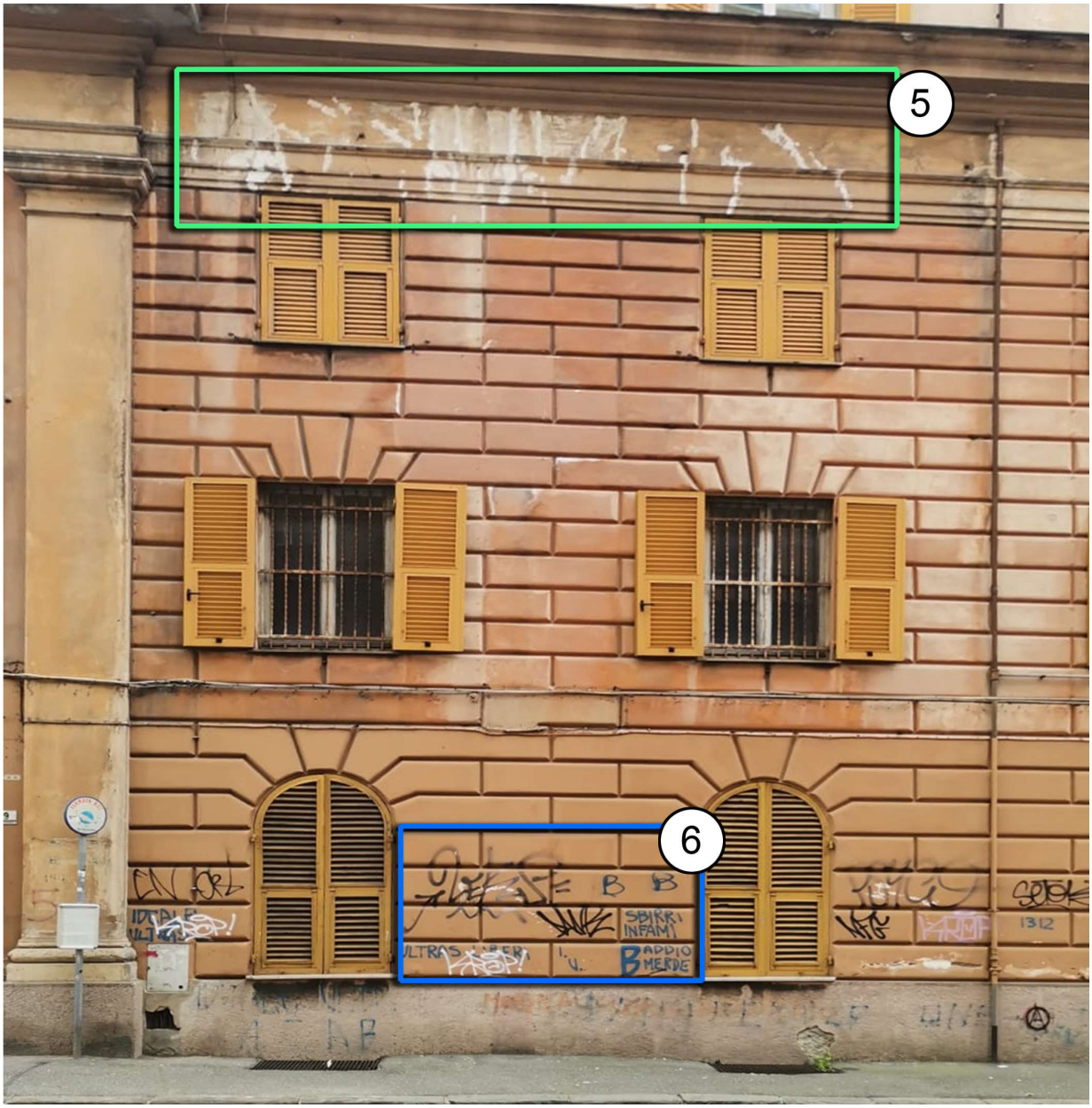


Contrassegna solo un ovale.

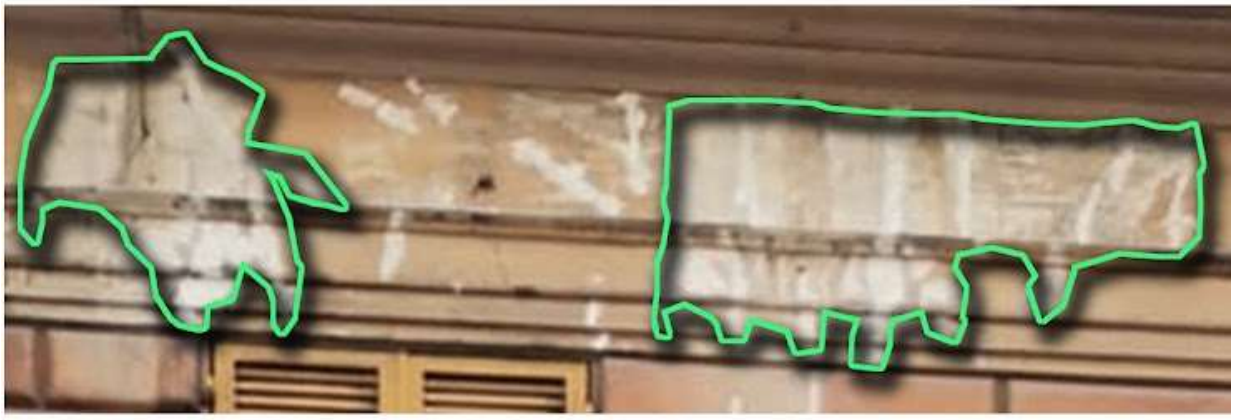
- Alveolizzazione
- Sfogliamento
- Esfoliazione
- Cavillatura superficiale
- Disgregazione del rivestimento superficiale
- Microfessurazioni superficiali

15. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 3_L'immagine in Figura 3 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate due tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



16. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5? *



Contrassegna solo un ovale.

- Incrostazione
- Dilavamento
- Colatura
- Concrezione
- Macchia
- Alterazione cromatica

17. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

18. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6? *



Contrassegna solo un ovale.

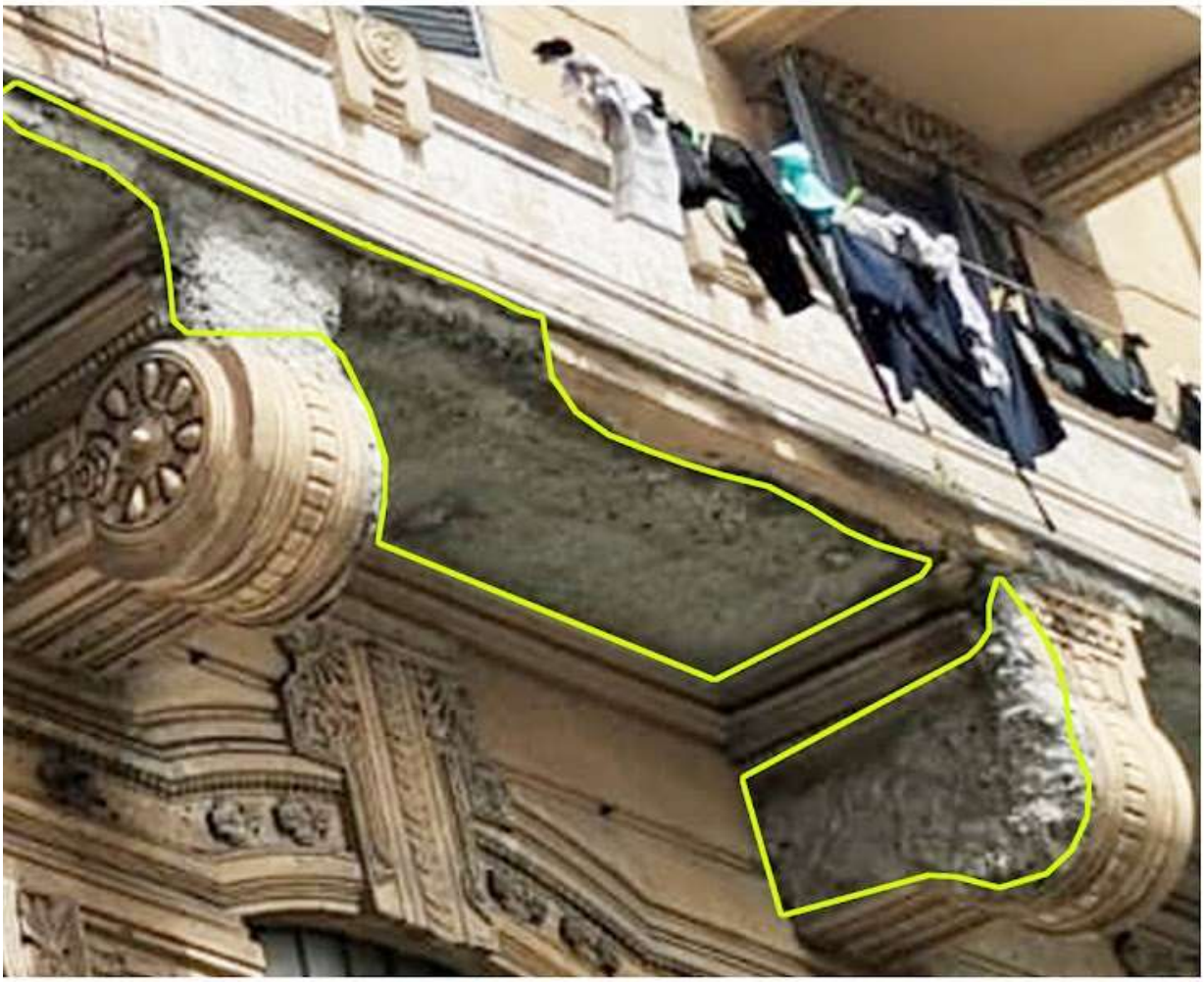
- Macchia
- Graffiti
- Deposito superficiale
- Crosta
- Dilavamento
- Concrezione

19. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

FIgura 4_L'immagine in Figura 4 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



20. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7? *



Contrassegna solo un ovale.

- Deformazione e variazione di dimensione
- Distacco
- Fessurazione profonda
- Lacuna
- Perdita di parti
- Mancanza

21. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 5_L'immagine in figura 5 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



22. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.5 al numero 8? *

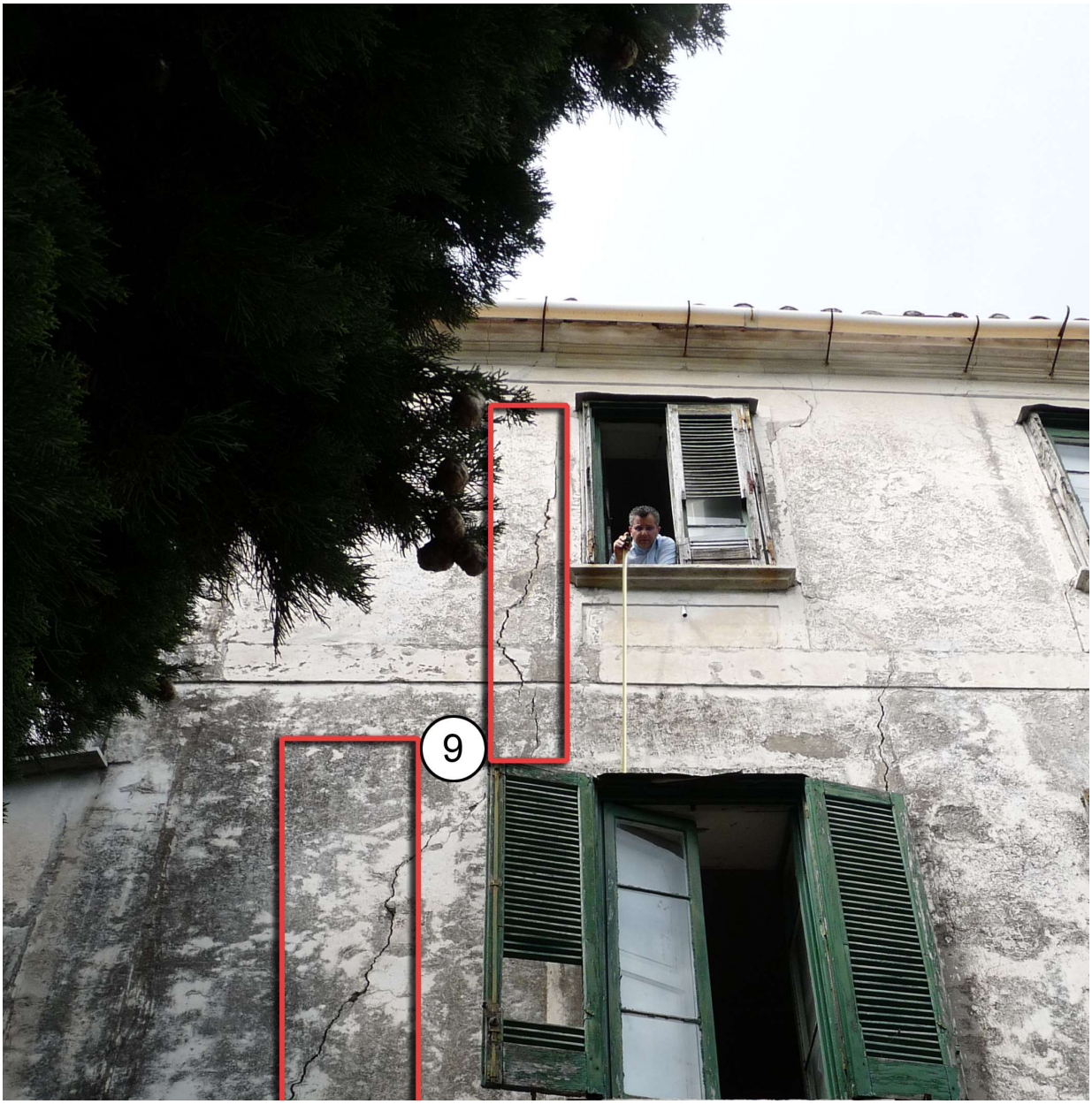


Contrassegna solo un ovale.

- Presenza di microrganismi
- Presenza di vegetazione
- Patina biologica
- Colonizzazione biologica
- Deposito superficiale

23. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 6_ L'immagine in figura 6 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate tipologie di anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



24. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9? *

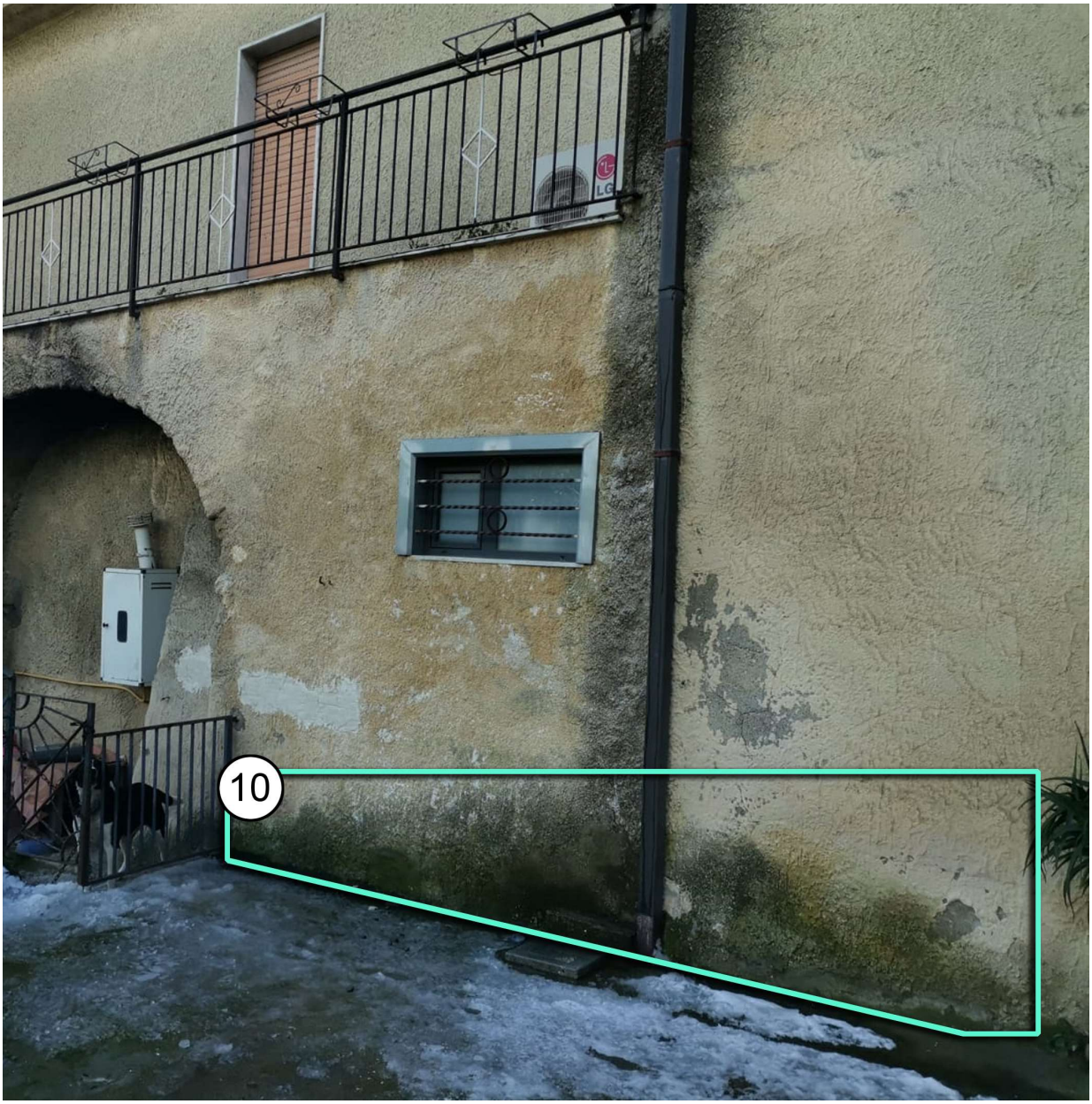


Contrassegna solo un ovale.

- Cavillatura superficiale
- Fessurazione Passante
- Fessurazione Lieve
- Distacco dal supporto
- Variazione di dimensione e forma
- Alveolizzazione

25. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 7_L'immagine in Figura 7 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito



26. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10? *

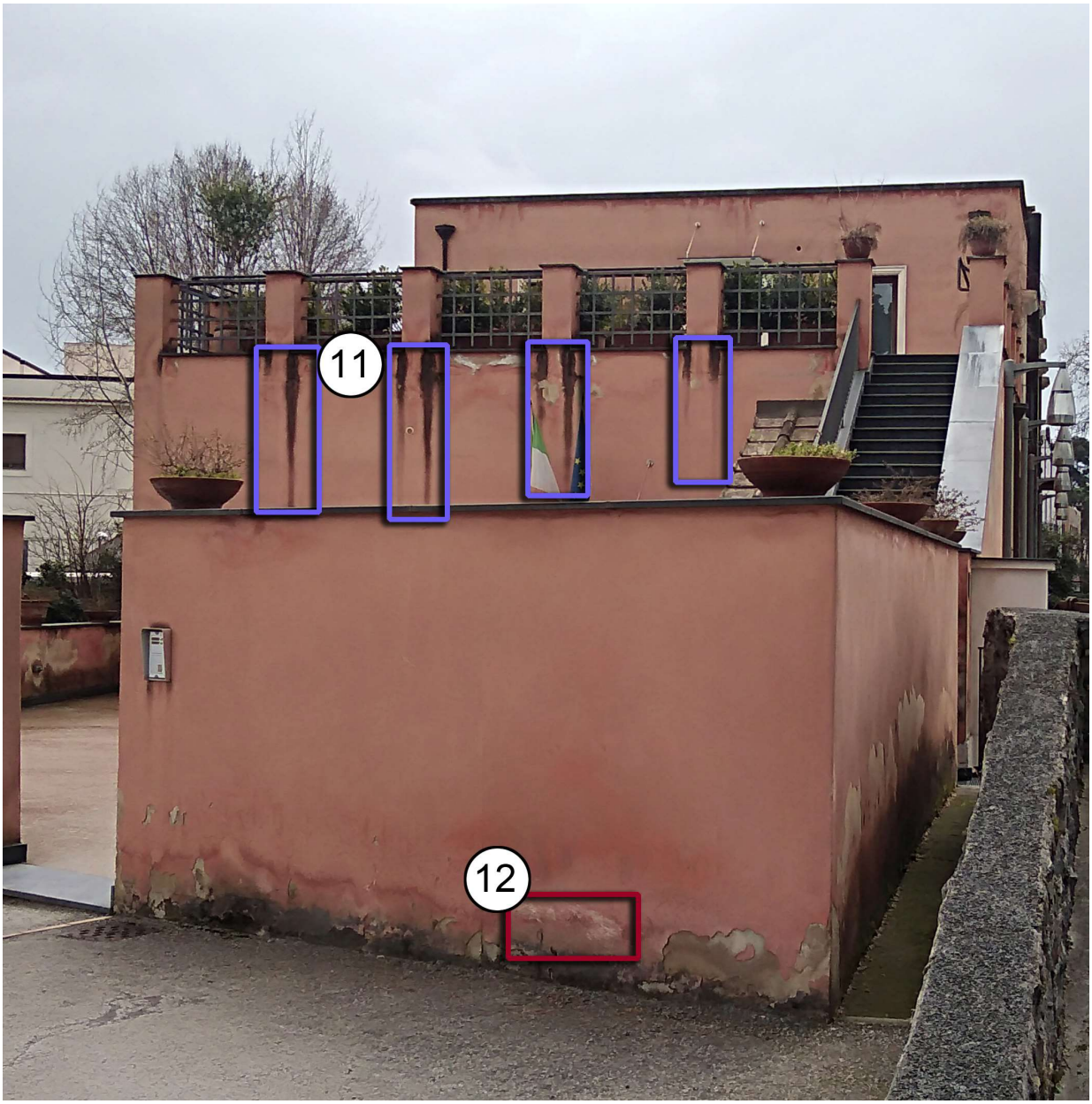


Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Muffa
- Umidità di risalita
- Efflorescenza
- Presenza di microganismi
- Alterazione cromatica

27. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 8_L'immagine in figura 8 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



28. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11? *



Contrassegna solo un ovale.

- Macchia
- Colatura
- Dillavamento
- Efflorescenza
- Alterazione cromatica
- Deposito superficiale

29. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

30. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 12? *



Contrassegna solo un ovale.

- Perdita di parti
- Fessurazioni superficiali
- Macchia
- Efflorescenza
- Distacco
- Deposito superficiale

31. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 9_L'immagine in Figura 9 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



32. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13? *

Contrassegna solo un ovale.

- Perdita di parti
- Distacco dal supporto
- Espulsione del copriferro
- Carbonatazione
- Fessurazione
- Lacuna

33. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Figura 10_L’immagine in Figura 10 rappresenta una facciata sulla quale sono state individuate delle anomalie. Rispondi alle domande proposte di seguito:



34. Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14? *

Contrassegna solo un ovale.

- Disgregazione
- Alveolizzazione
- Piccoli fori e bolle
- Erosione
- Perdita di parti
- Fessurazione

35. Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia? *

Di seguito sono riportate 10 immagini che ritraggono delle anomalie. Spunta la/e figura/e che ti sembra/no appartenere al tipo di guasto indicato in domanda.

36. Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una ESFOLIAZIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

37. Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una DISGREGAZIONE DEL RIVESTIMENTO SUPERFICIALE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

38. Quale/i delle immagini di seguito riportate è una MACCHIA? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

39. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta una DEFORMAZIONE E VARIAZIONE DI DIMENSIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Contrassegna solo un ovale.

- Figura 1
- Figura 2
- Figura 3
- Figura 4
- Figura 5
- Figura 6
- Figura 7
- Figura 8
- Figura 9
- Figura 10
- Nessuna

40. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI MISCRORGANISMI (muffe, muschio, etc)? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

41. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI VEGETAZIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

42. Quale/i delle immagini su riportate presenta GRAFFITI? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

43. Quale/i delle immagini su riportate presenta ALVEOLIZZAZIONE? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

44. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta FESSURAZIONI SUPERFICIALI? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

45. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PERDITA DI PARTI? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

46. Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta INCURVAMENTO O RIGONFIAMENTO? *


Figura 1


Figura 2


Figura 3


Figura 4


Figura 5


Figura 6


Figura 7


Figura 8


Figura 9


Figura 10

Seleziona tutte le voci applicabili.

- [ ] Figura 1
- [ ] Figura 2
- [ ] Figura 3
- [ ] Figura 4
- [ ] Figura 5
- [ ] Figura 6
- [ ] Figura 7
- [ ] Figura 8
- [ ] Figura 9
- [ ] Figura 10
- [ ] Nessuna

Questi contenuti non sono creati né avallati da Google.

Google Moduli

RICONOSCI IL GUASTO (Sapere esperto)

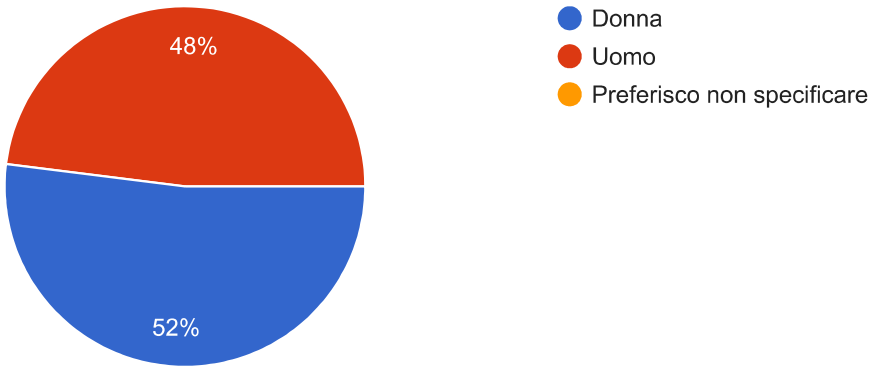
25 risposte

Pubblica i dati di analisi

Sesso

Copia

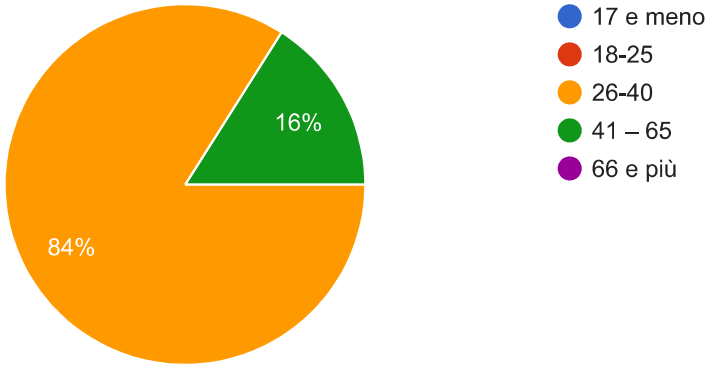
25 risposte



Quale categoria rappresenta meglio la tua età?

Copia

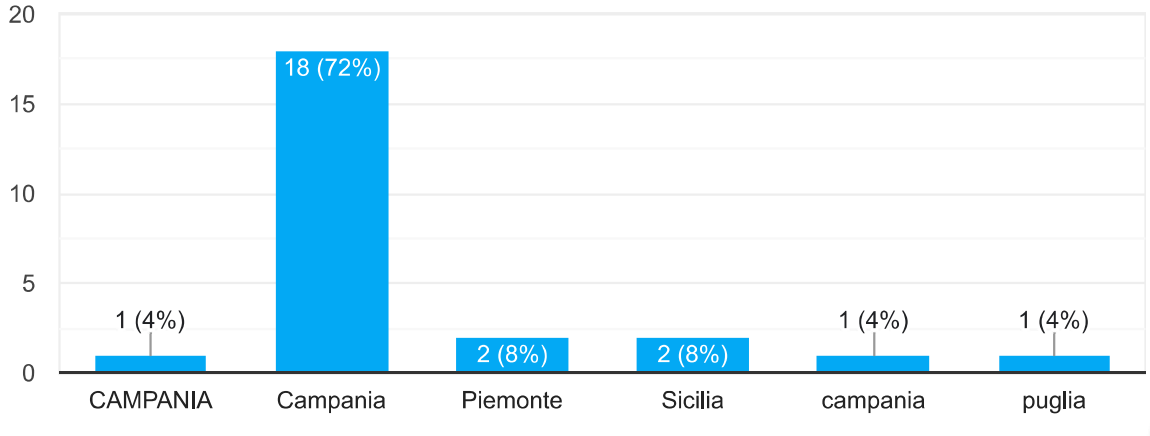
25 risposte



La tua regione di origine

Copia

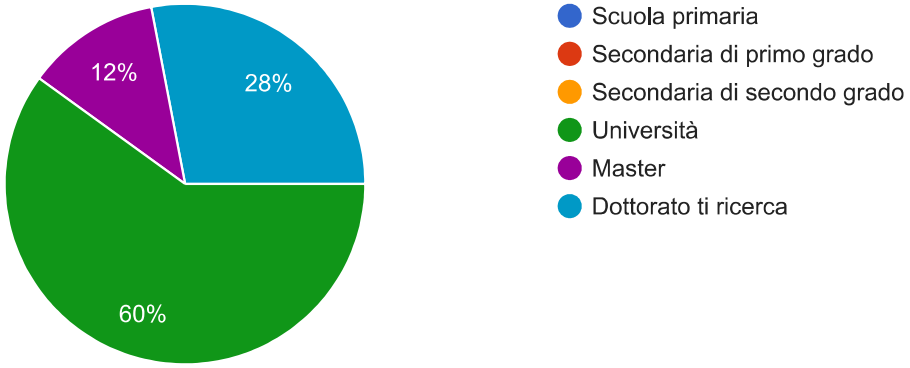
25 risposte



Quale è il tuo livello di istruzione?

Copia

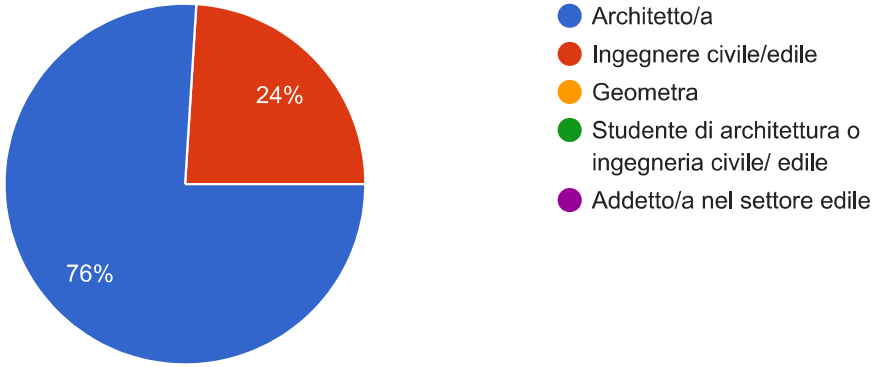
25 risposte



Appartieni ad una delle seguenti categorie?

Copia

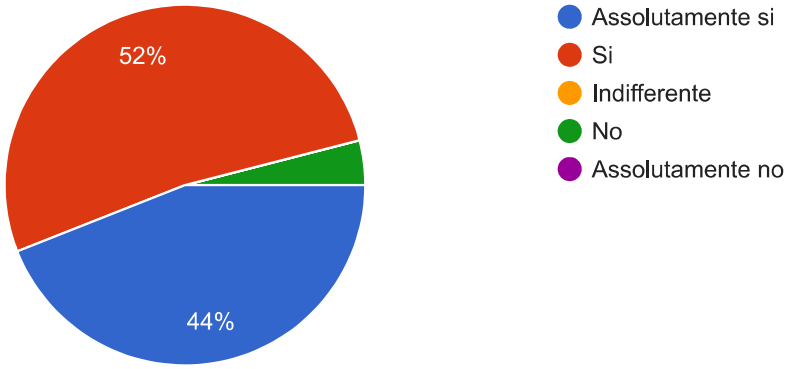
25 risposte



Ti piacerebbe poter contribuire alla manutenzione della tua città?

Copia

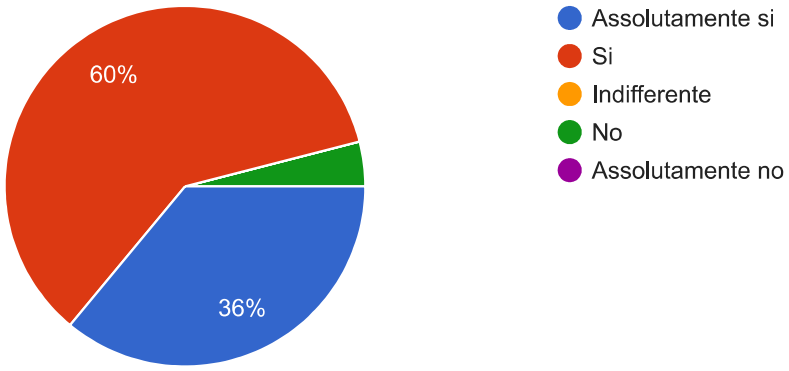
25 risposte



Saresti disposto ad utilizzare un'applicazione installata sul tuo cellulare per segnalare eventuali guasti e anomalie che incorrono sul tuo condominio o nella tua città?

Copia

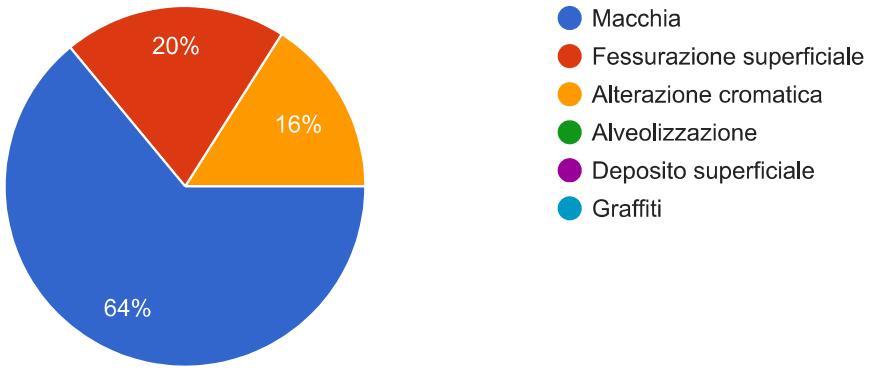
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.1 al numero 1?

Copia

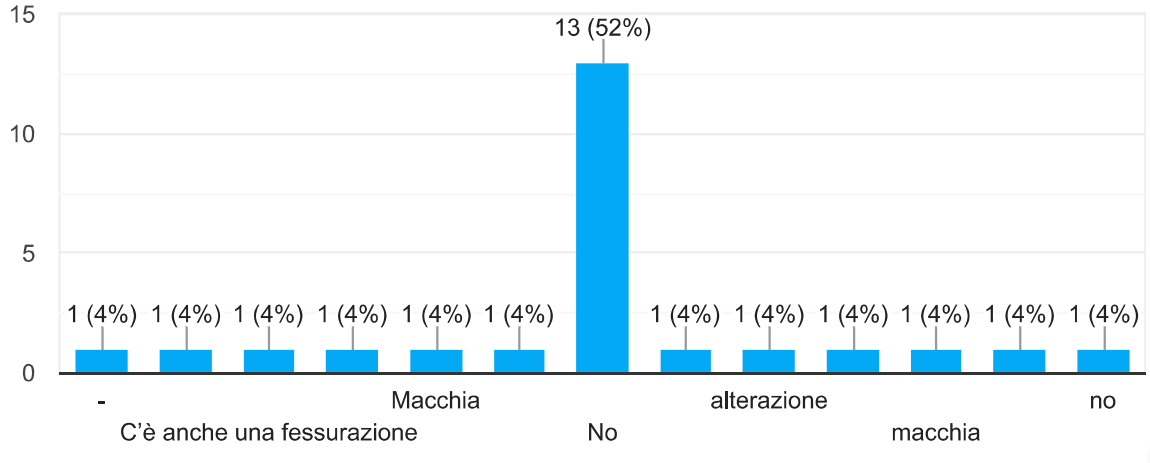
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

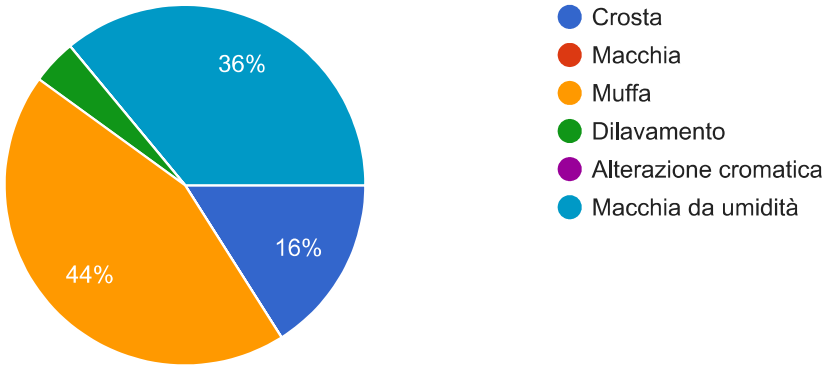
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero2?

Copia

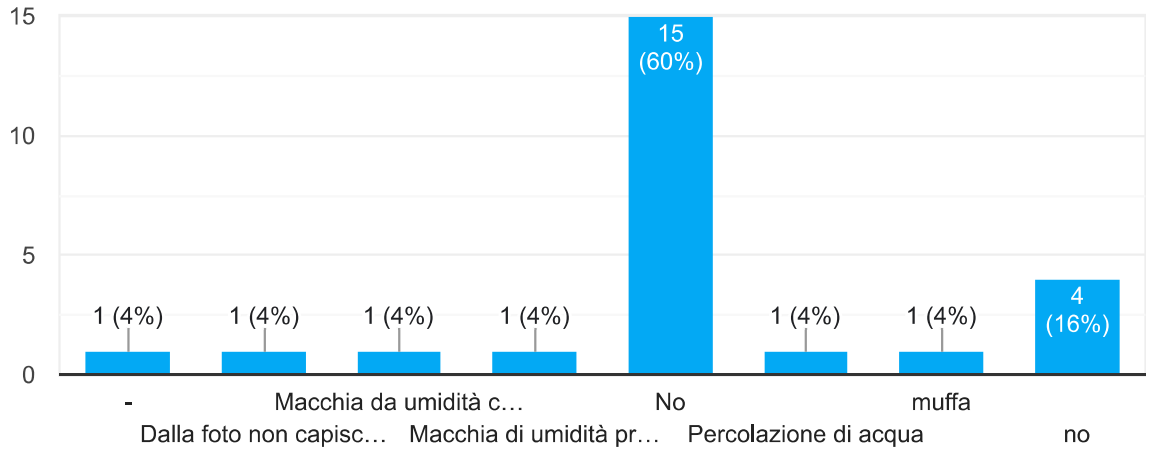
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

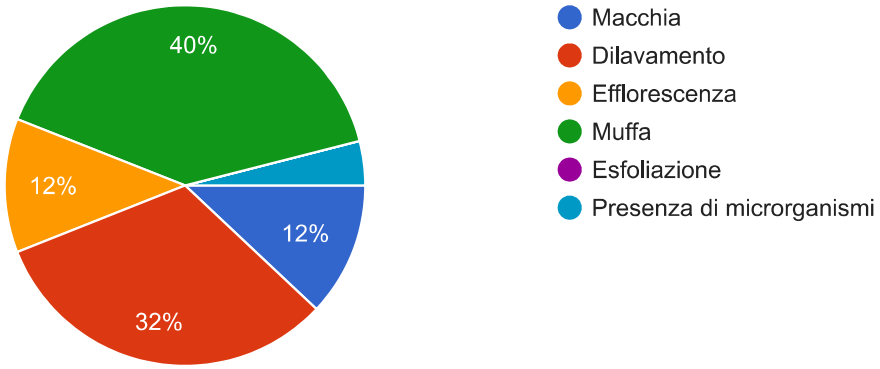
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig. 1 al numero 3?

Copia

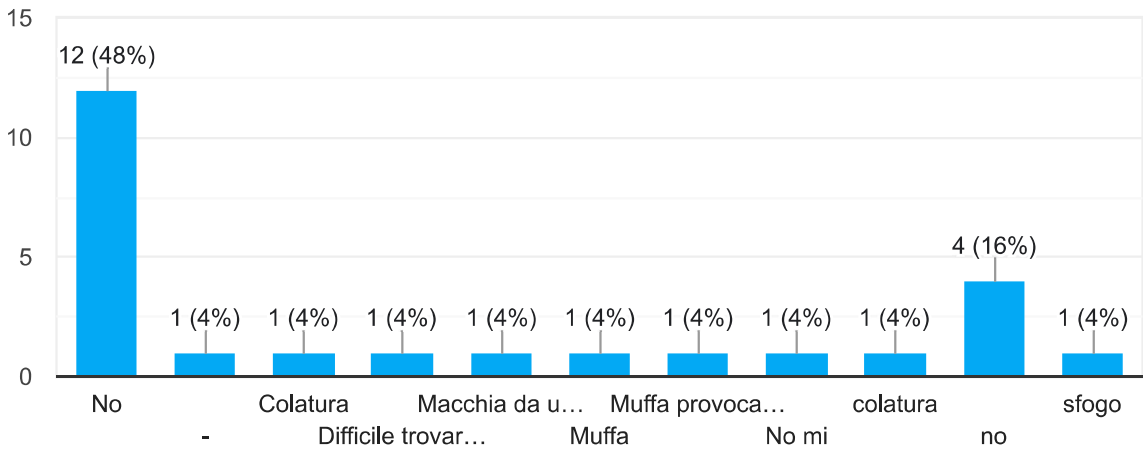
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

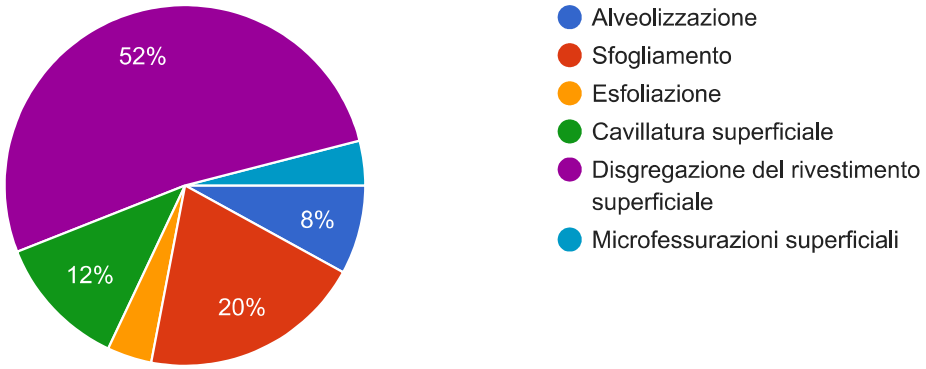
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.2 al numero 4?

Copia

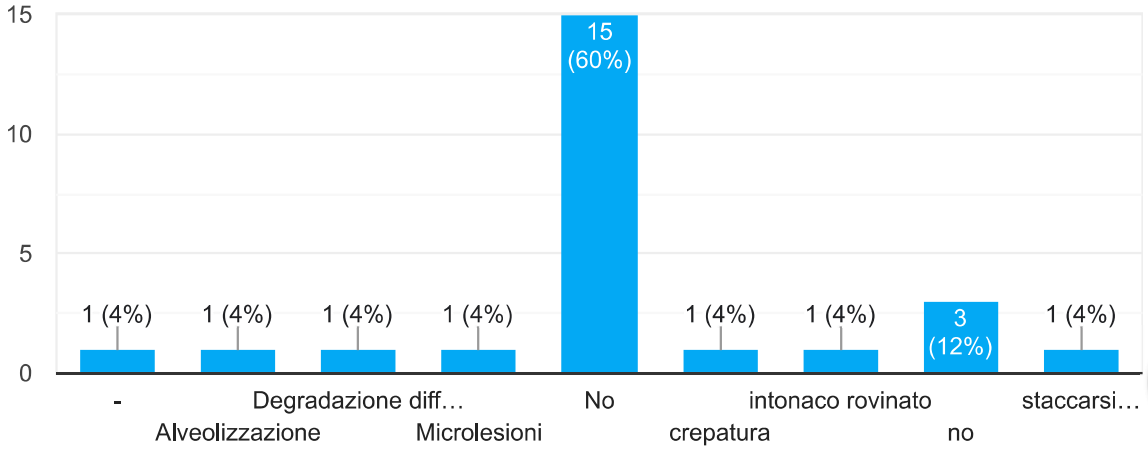
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

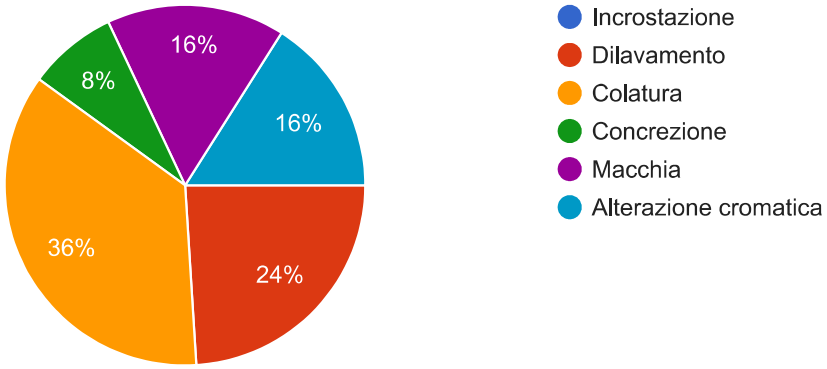
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 5?

Copia

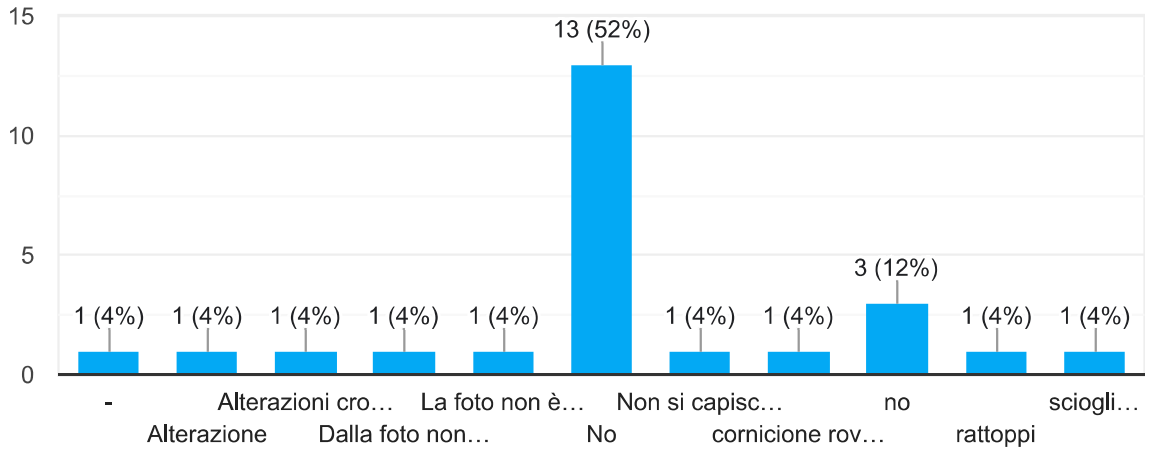
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

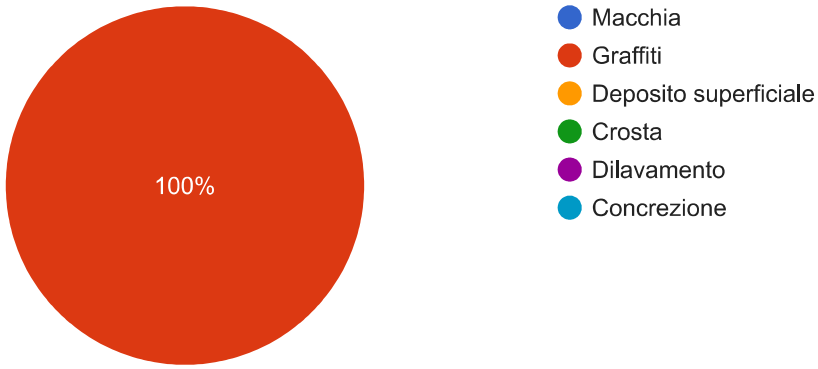
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.3 al numero 6?

Copia

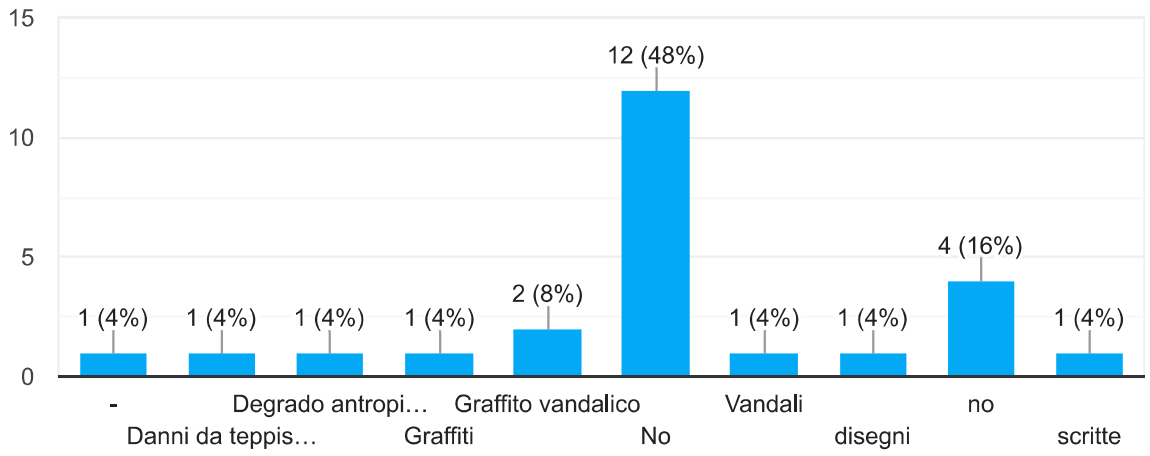
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

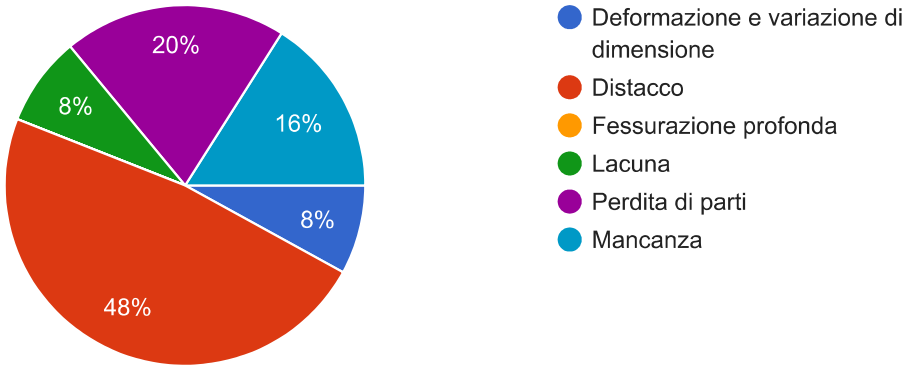
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.4 al numero 7?

Copia

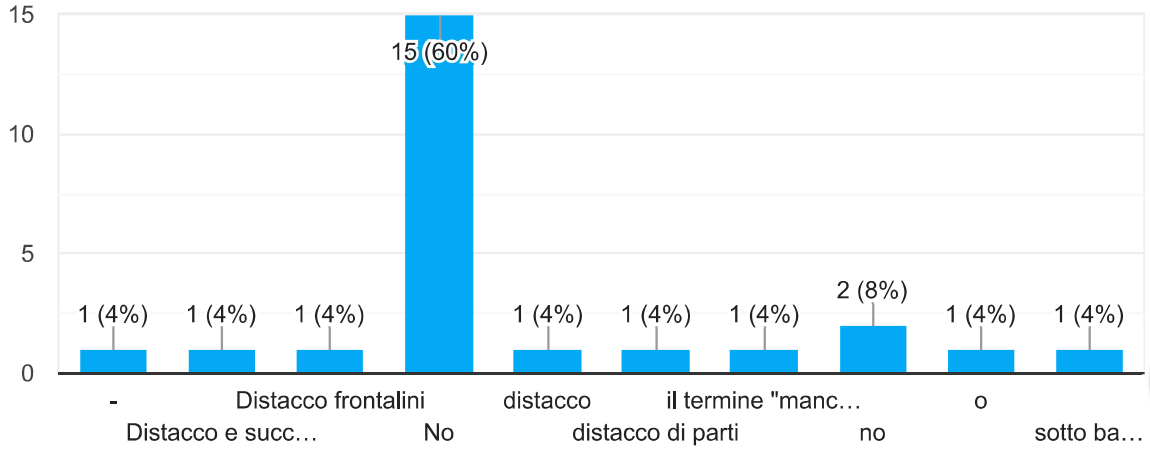
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

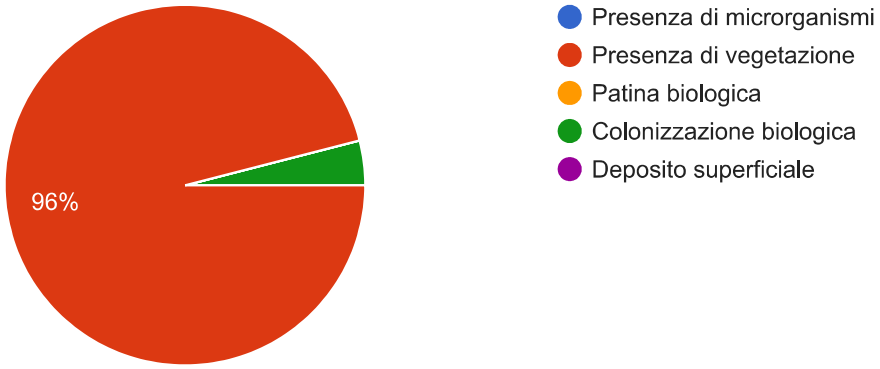
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.5 al numero 8?

Copia

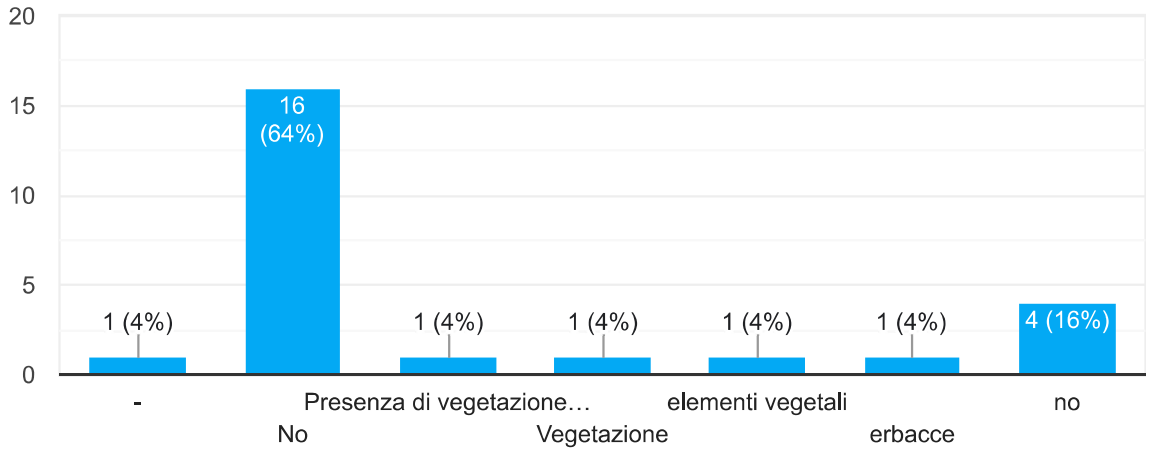
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

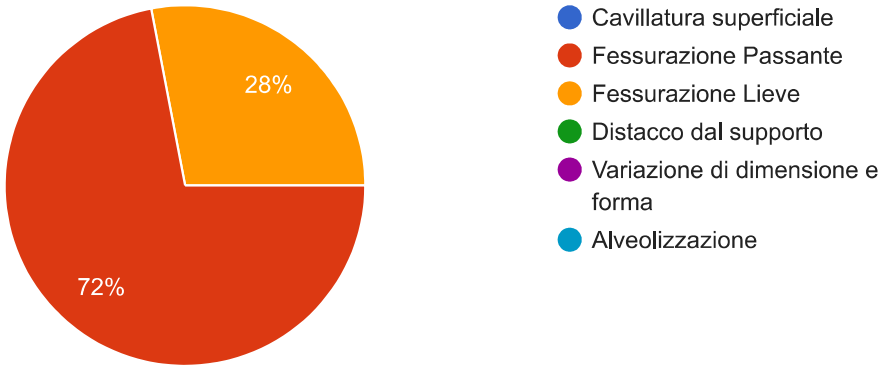
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.6 al numero 9?

Copia

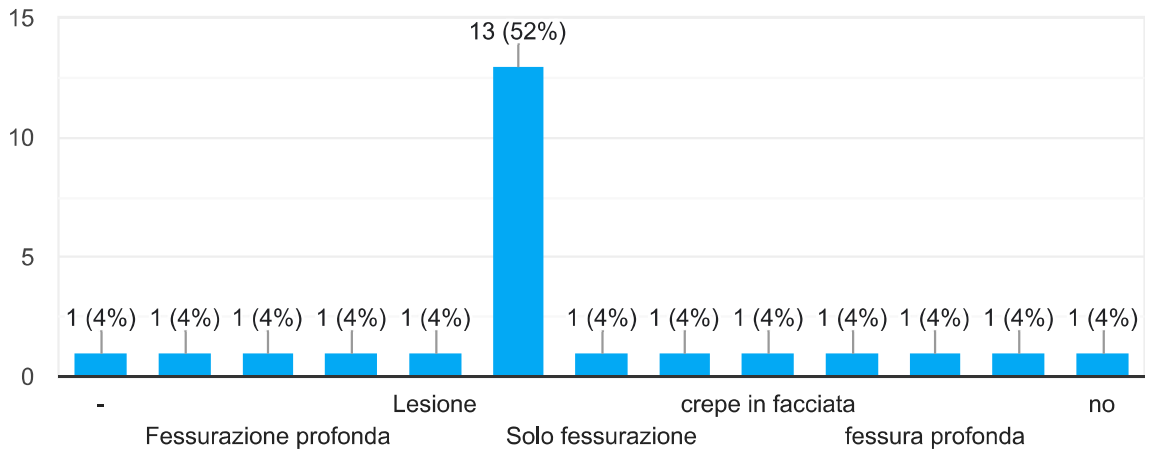
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

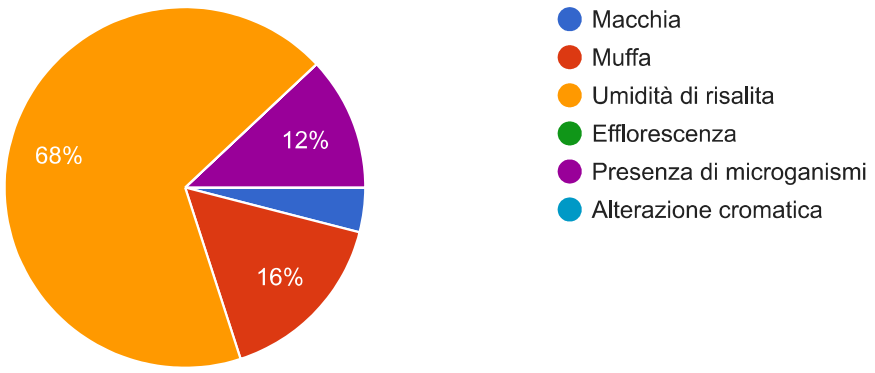
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.7 al numero 10?

Copia

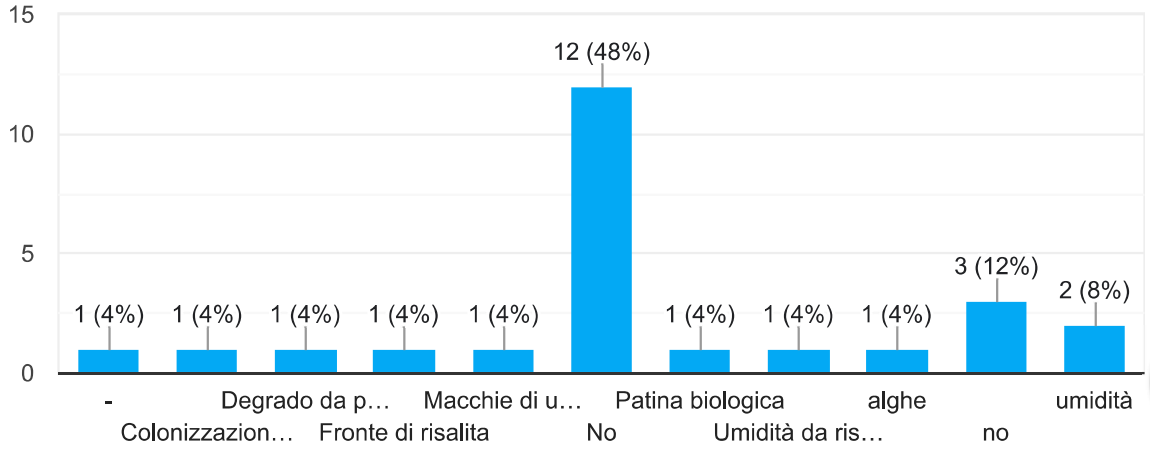
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

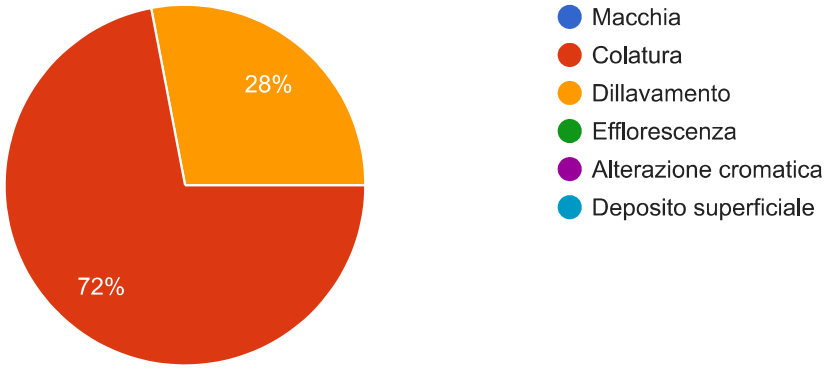
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 11?

Copia

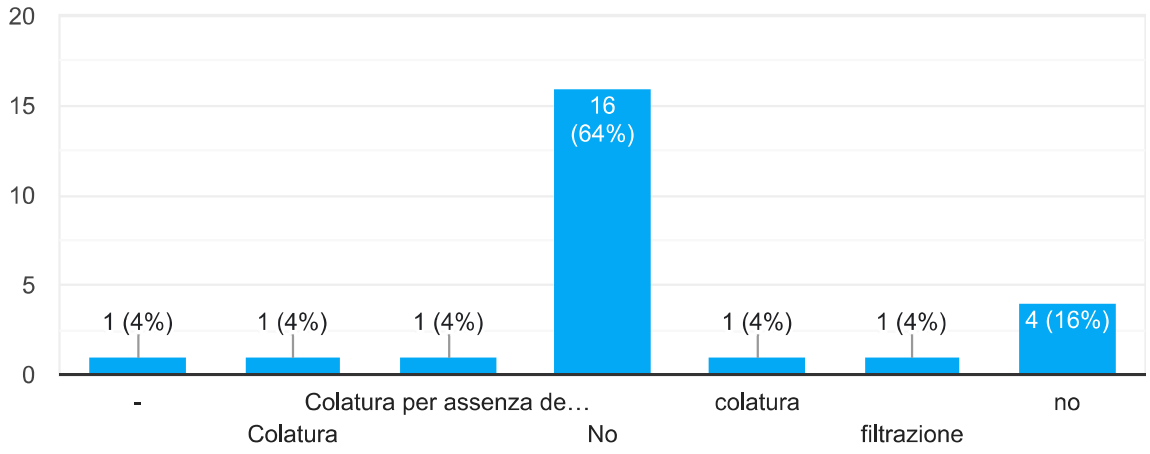
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

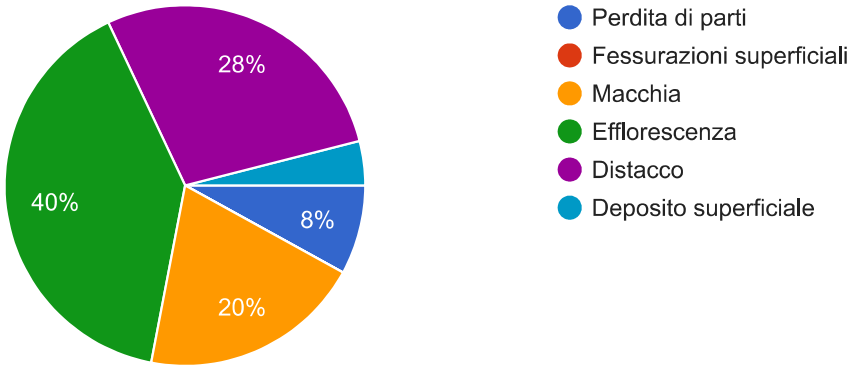
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.8 al numero 12?

Copia

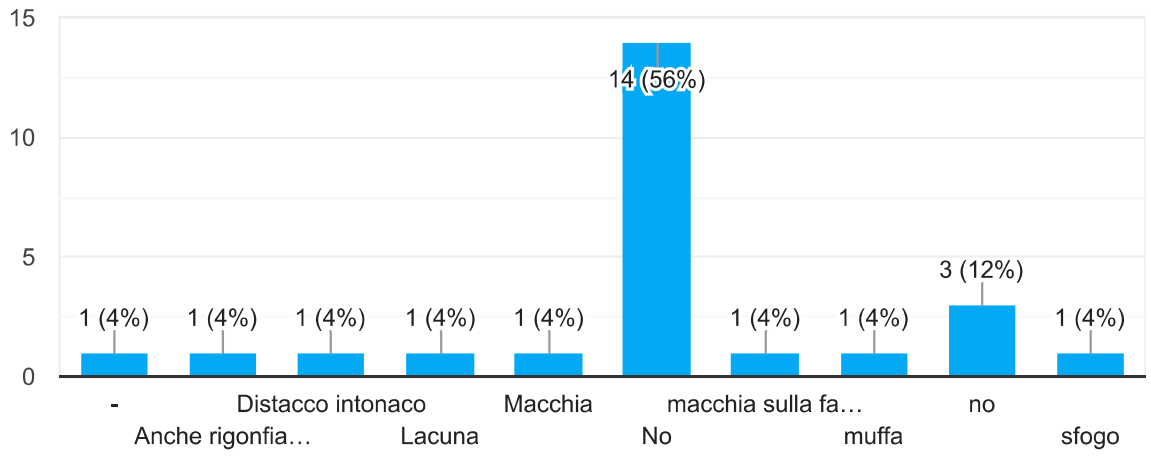
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

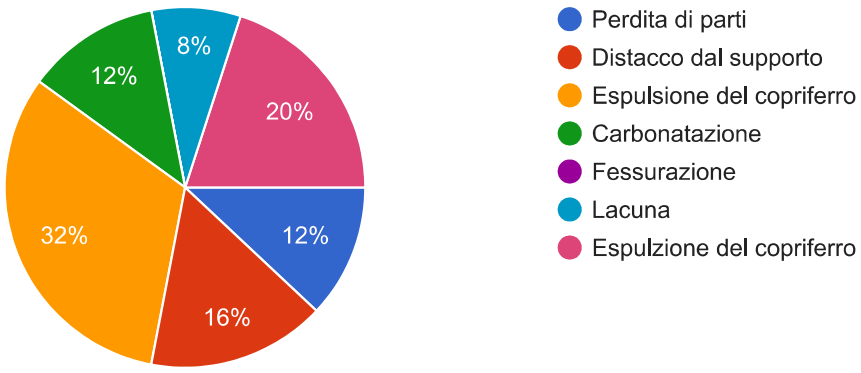
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.9 al numero 13?

Copia

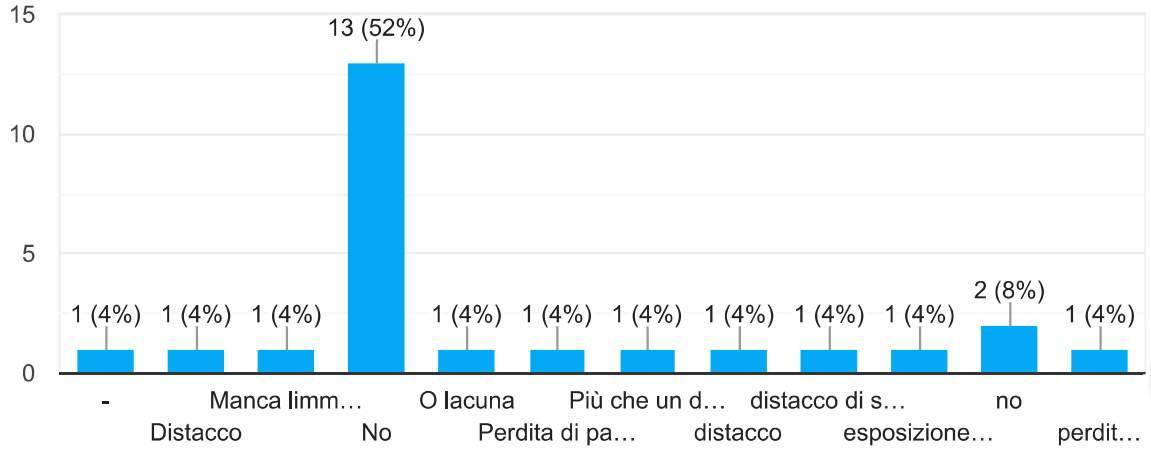
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

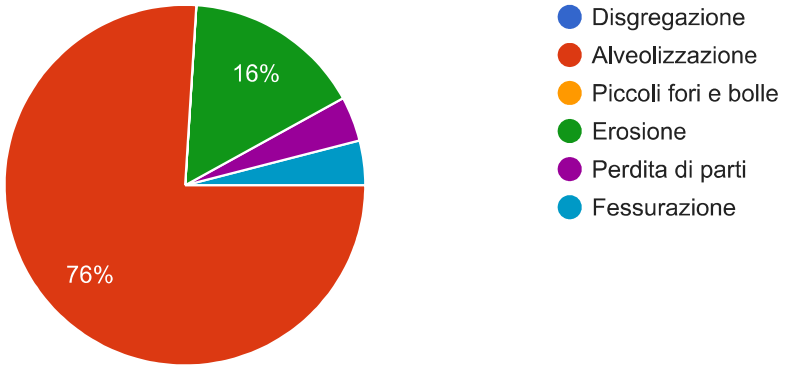
25 risposte



Quale tra i termini proposti di seguito descrive meglio l'anomalia indicata in Fig.10 al numero 14?

Copia

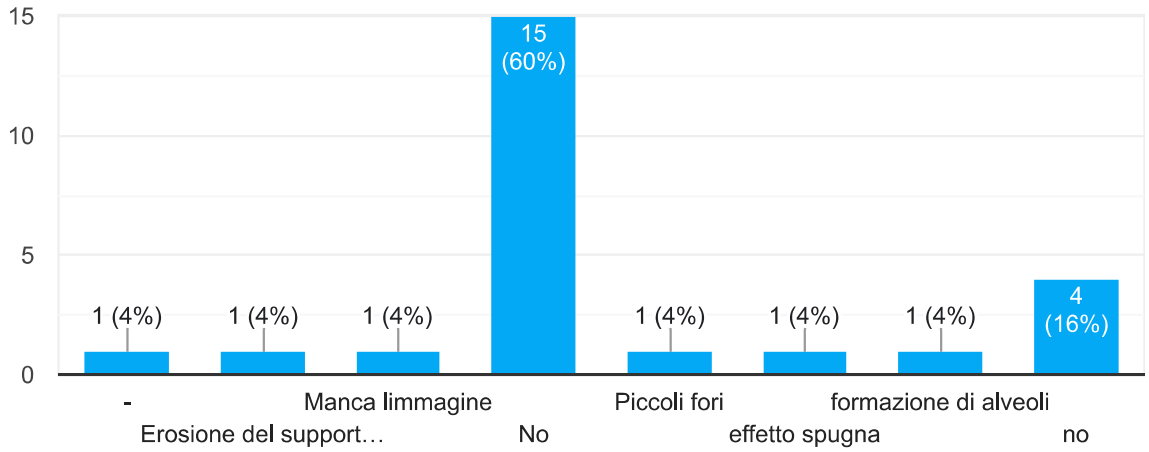
25 risposte



Proporresti un termine - diverso tra quelli su proposti- più esplicativo e più adeguato per descrivere in maniera chiara e intuitiva questa anomalia?

Copia

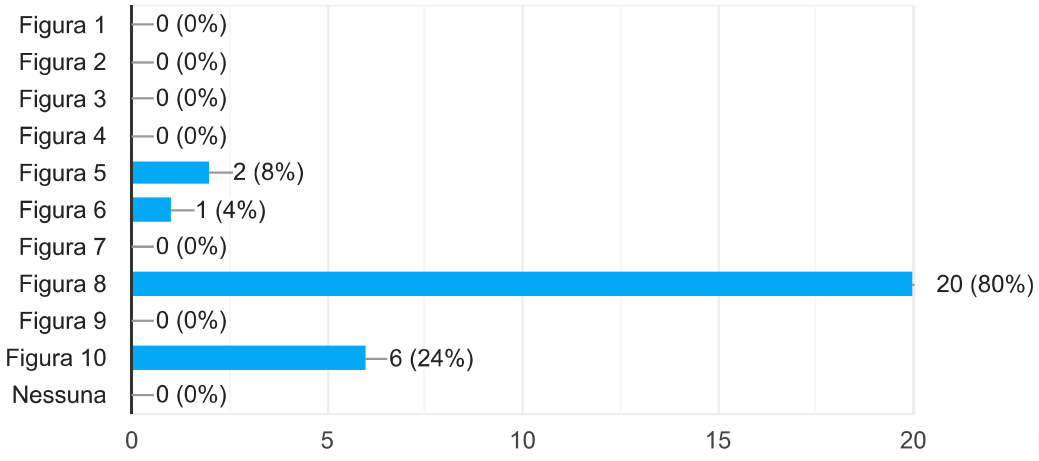
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una ESFOLIAZIONE?

Copia

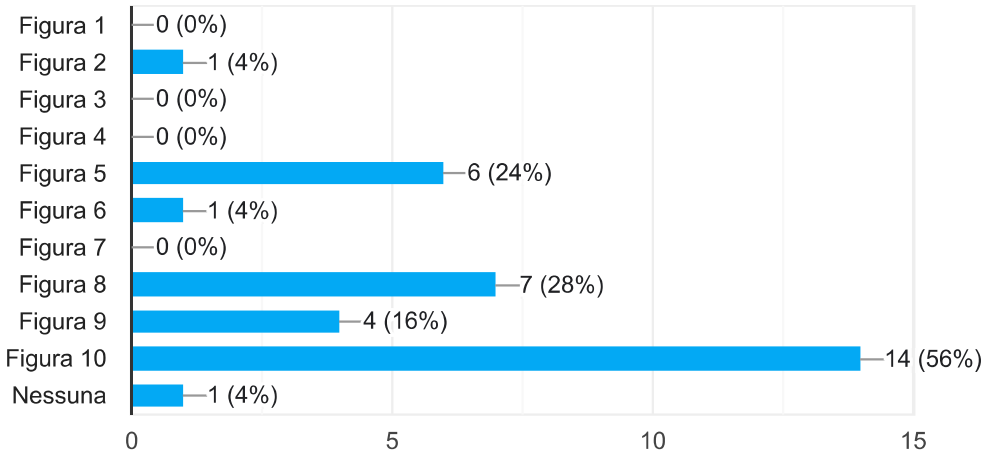
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate rappresenta una DISGREGAZIONE DEL RIVESTIMENTO SUPERFICIALE?

Copia

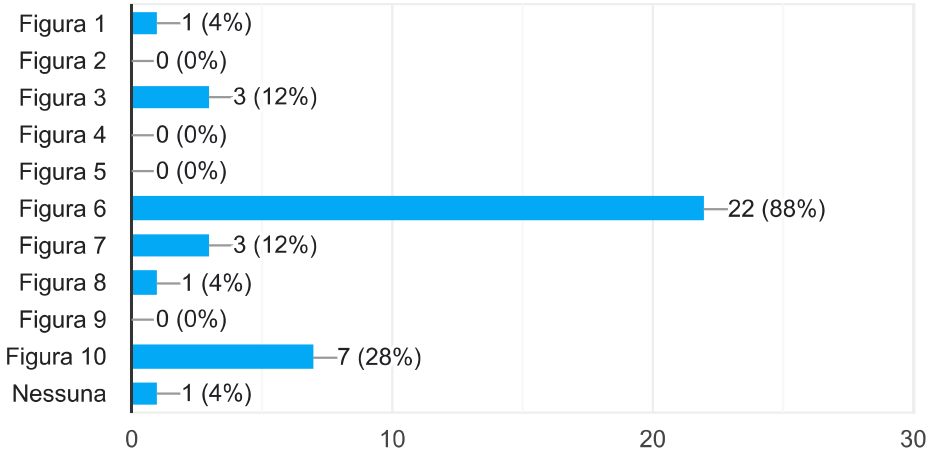
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate è una MACCHIA?

Copia

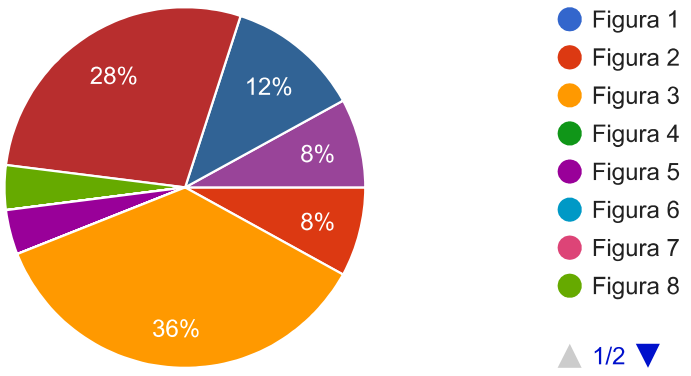
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta una DEFORMAZIONE E VARIAZIONE DI DIMENSIONE?

Copia

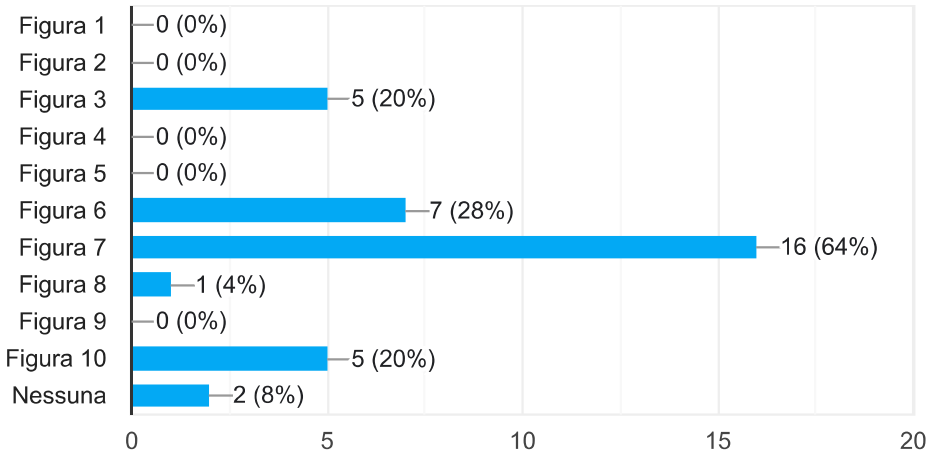
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI MISCRORGANISMI (muffe, muschio, etc)?

Copia

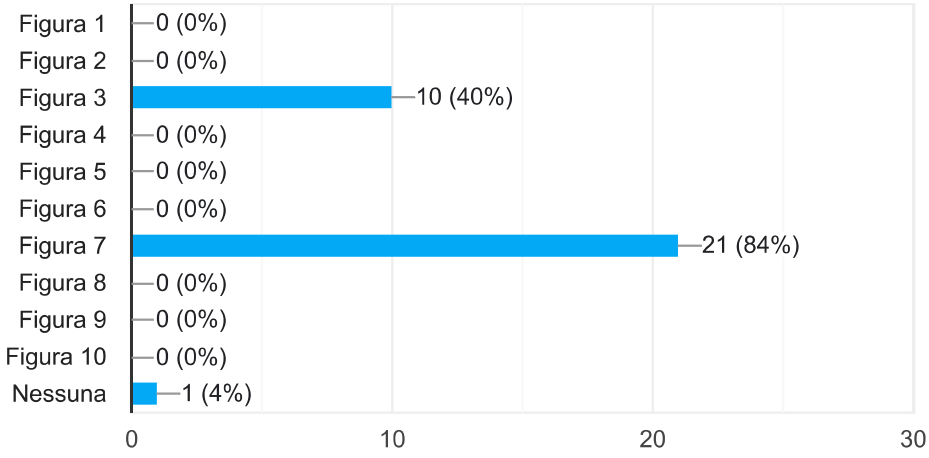
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PRESENZA DI VEGETAZIONE?

Copia

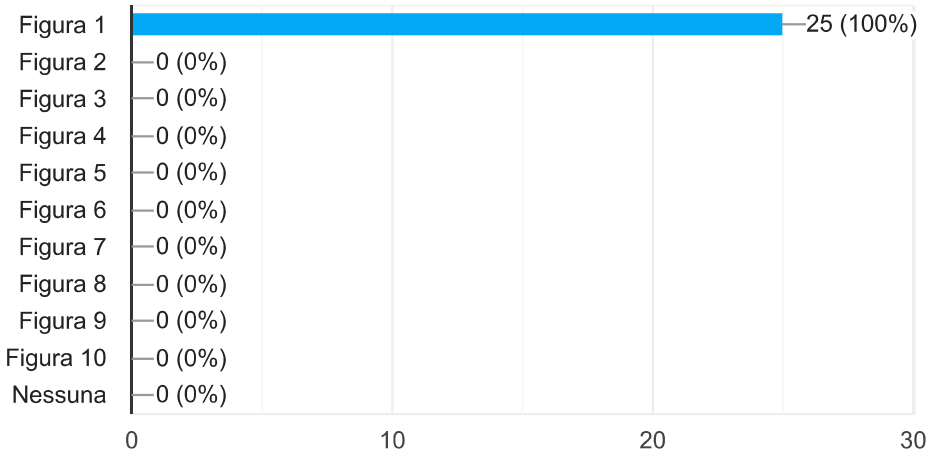
25 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta GRAFFITI?

Copia

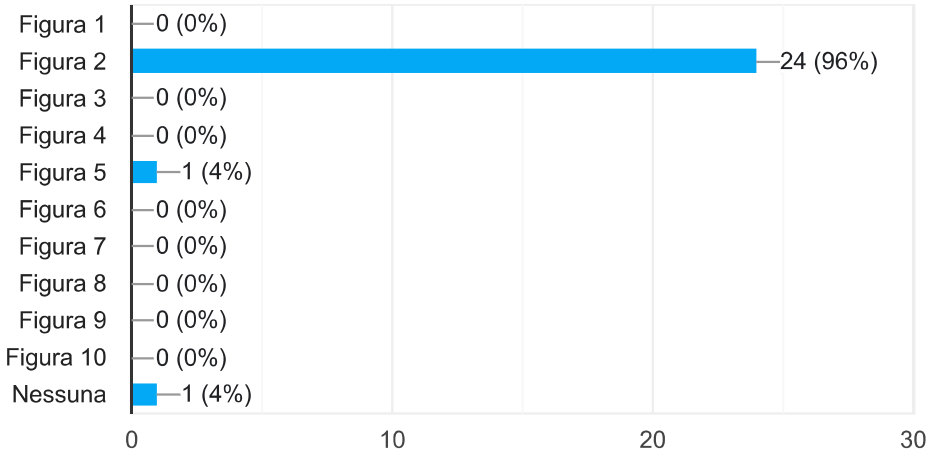
25 risposte



Quale/i delle immagini su riportate presenta ALVEOLIZZAZIONE?

Copia

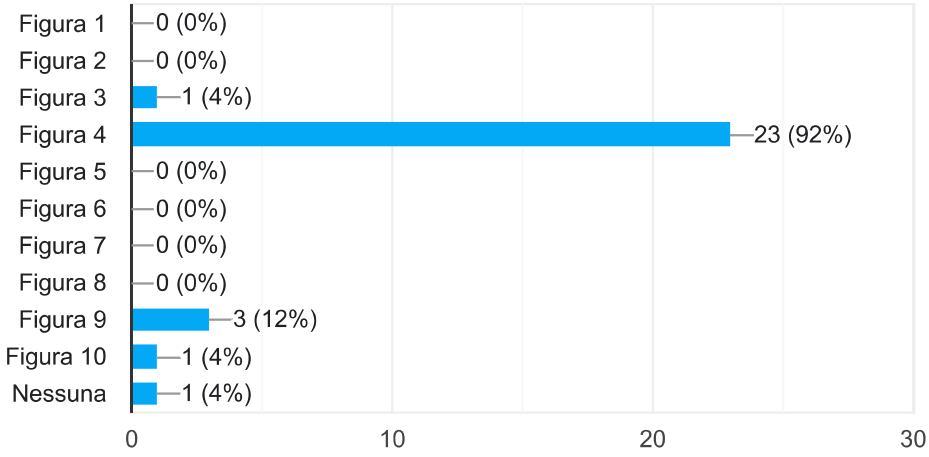
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta FESSURAZIONI SUPERFICIALI?

Copia

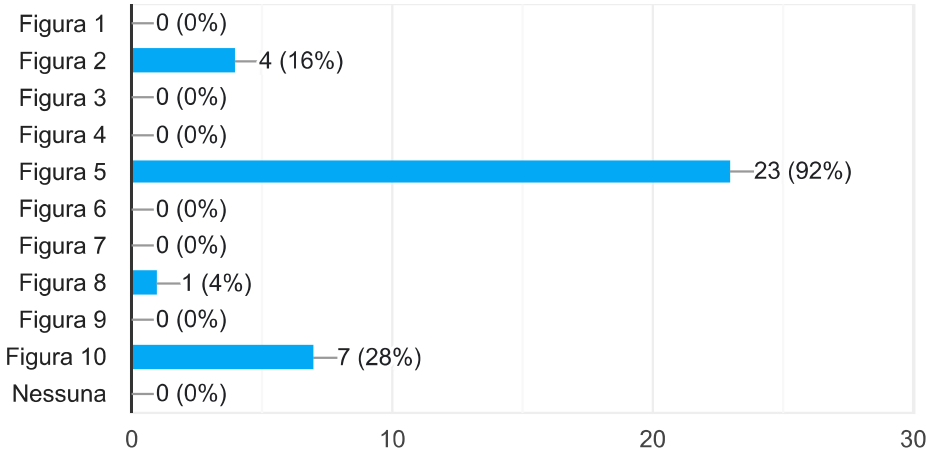
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta PERDITA DI PARTI?

Copia

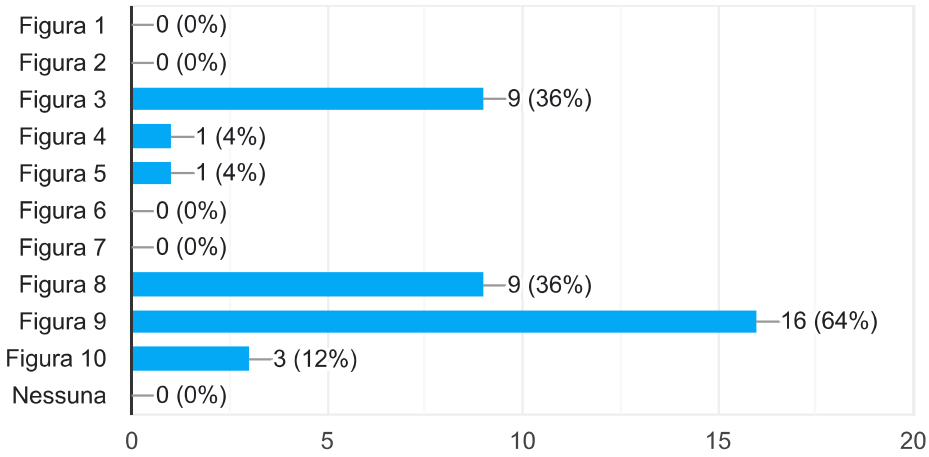
25 risposte



Quale/i delle immagini di seguito riportate presenta INCURVAMENTO O RIGONFIAMENTO?

Copia

25 risposte



Questi contenuti non sono creati né avallati da Google. Segnala abuso - Termini di servizio - Norme sulla privacy

Google Moduli

ALLEGATO 3_B: I sondaggi

I sondaggi somministrati sono stati quattro in tre formulazioni che differiscono tra loro per piccolissime variazioni in termini di come è posta la domanda e in termini di metodologia di risposta.

I primi due sondaggi sono stati somministrati da studenti del secondo anno di architettura, ovvero una categoria di sapere che si pone a metà tra un sapere tecnico e un sapere comune (45 utenti), la terza formulazione è stata somministrata prima ad utenti misti (58) per lo più non esperti, che sono i dipendenti dell'azienda ETT ove sto svolgendo il tirocinio formativo, e poi a un sapere tecnico, ovvero studenti del corso di Master in Manutenzione e Riqualificazione sostenibile dell'ambiente costruito (10).

Le formulazioni sono state differenti e somministrate in tempi diversi perché l'obiettivo finale è cercare di comprendere come un sapere comune sia in grado di riconoscere guasti e anomalie riscontrabili sulle superfici esterne degli edifici e associarvi un nome. Le prime due formulazioni sono state un esperimento volto a migliorare la formulazione finale, ovvero quella somministrata all'azienda e agli studenti del master.

La **prima formulazione** permetteva all'utente di suggerire un nome per ogni tipo di anomalia selezionata, tale metodologia di indagine aveva le seguenti criticità:

- *Scarsezza lessicale dell'utente non esperto nei confronti delle anomalie, che da un alato non permetteva la definizione di un glossario da poter associare alle diverse anomalie e dall'altro portava con sé una serie di lemmi non associabili con le anomalie proposte*
- *Difficoltà di analizzare la varietà di risposte ottenute, soprattutto se somministrato ad un pubblico vasto*
- *Definizione di un glossario che non ha nessun legame con la letteratura scientifica*

A queste si affiancava la potenzialità di avere un glossario che per quanto non scientifico potesse essere espressione del sapere comune.

La **seconda formulazione** invece proponeva, per ogni anomalia, una serie di termini tra cui scegliere che avrebbero meglio indicato il guasto. La possibilità di selezionare più di un termine da un lato ha esplicitato come uno stesso fenomeno potesse essere associato a più termini dall'altro ha reso difficile capire se il termine "esatto" fosse chiaramente individuabile o meno. Resta sempre la possibilità di proporre un termine più comprensibile per descrivere l'anomalia.

La **terza formulazione** mantiene la stessa struttura della seconda ma toglie la possibilità di multi-selezione tra i termini, portando con sé il vantaggio di capire quale tra i termini proposti è effettivamente quello che è associato più facilmente all'anomalia.

Prima e seconda Formulazione – Studenti del DiARC della Federico II

Per indagare l'ontologia del guasto meglio comprensibile da parte del sapere comune sono stati strutturati due questionari da sottoporre ad una categoria di utenti intermedia tra un sapere non esperto e un sapere tecnico, ovvero studenti del secondo anno di Architettura.

Il campione distinto nelle due formulazioni ha visto:

- *formulazione 1 – 17 utenti*
- *formulazione 2 – 28 utenti*

con caratteristiche comuni:

- *fascia d'età 18-25 (100 %)*
- *regione di provenienza Campania (98 %)*

La struttura del questionario è sempre la medesima Ogni formulazione è composta di tre sezioni: 1 – anagrafica; 2- descrivi l'immagine proposta; 3- associare un'anomalia a quella proposta, in particolare quest'ultima parte testava le capacità associative di una serie di guasti proposti a categorie di guasti (prima formulazione) o a guasti specifici (seconda formulazione).

Nella sezione 2 le immagini e dunque i guasti indagati sono i medesimi in entrambi i questionari, differisce il quesito:

- *nella prima formulazione era richiesta una risposta aperta ove l'utente doveva fare capo alla propria conoscenza e creatività per dare un nome all'anomalia*
- *la seconda formulazione prevedeva due domande:*
    - *la prima che richiedeva una selezione multipla di una serie di termini suggeriti;*
    - *la seconda che chiedeva un suggerimento di termine da parte dell'utenza.*

Lo scopo dell'utilizzo di una differente modalità di risposta era quello di capire quanto il suggerimento potesse aiutare la ricerca del termine corretto e quanto poi questi suggerimenti hanno condizionato la proposta della terminologia da parte dell'utente.
In ciascuna formulazione è stato richiesto che fossero proposti dei termini maggiormente comprensibili, nel caso quelli proposti non lo fossero stati.
Nelle tabelle di seguito le risposte ottenute sono state discretizzate per ciascuna delle formulazioni.
Il lessico che emerge dalla prima formulazione è un lessico molto intuitivo, talvolta privo di un termine singolo ma fatto di perifrasi col tentativo di descrivere quanto in figura. Dalle risposte della seconda formulazione emerge che:

- *Ci sono alcuni termini che se suggeriti sono ben associati all'anomalia; quindi, sono comprensibili anche ad un sapere intermedio*

- *L'aver suggerito una terminologia nella domanda precedente ha fatto si che l'utente riuscisse meglio ad individuare una terminologia più pertinente*

Discretizzazione dei risultati.

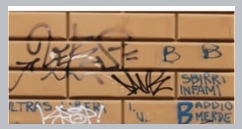
Risposte provenienti dalla sezione 2 dei sondaggi

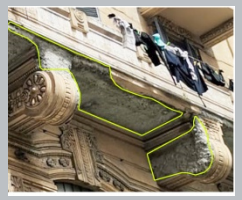
Immagine proposta		Associazione corretta	Risposta prima formulazione	Risposta seconda formulazione	Terminologia proposta nella seconda formulazione	commento
1		ALTERAZIONE CROMATICA	crepa crepe murarie crepatura fessurazione macchie di umidità ponte termico distaccamento dell'intonaco crepa nell'intonaco macchia di umidità fessurazione e macchia da umidità lesione un'infiltrazione di acqua ha indebolito la muratura che presenta le prime fratture. crepatura cemento degratato umidità umidità infiltrazione d'acqua o umidità	Macchia (15) Alterazione cromatica (13) Fessurazione superficiale (10) Alveolizzazione (3) Esfoliazione (0) Graffiti (0)	macchia da umidità alterazione cromatica infiltrazione d'acqua macchia fessurazione superficiale che ha provocato infiltrazioni d'acqua con conseguente muffa ed sembrerebbe essere una variazione cromatica localizzata della superficie, comunemente chiamata macchia. ma sono presenti anche delle fessurazioni superficiali fessurazione fessurazione superficiale alterazione cromatica alveolizzazione degradazione differenziale	L'alterazione cromatica è stata ben associata, nella maggior parte dei casi, sia alla macchia che all'alterazione cromatica. Qualche utente nella formulazione 2, nel campo libero ha parlato di piccole fessurazioni e ha connesso il guasto alla causa scatenante. Nella formulazione 1 gli utenti non hanno mai parlato di alterazione cromatica, talvolta è emersa la macchia e la maggior parte hanno parlato di umidità e lesioni del rivestimento.

2		DEPOSITO SUPERFICIALE MACCHIA DA UMIDITÀ	infiltrazione umidità del tetto umidità umidità macchie di umidità e muffa umidità infiltrazioni d'acqua esterna muffa a causa di umidità muffa muffa muffa una probabile perdita della gronda ha inumidito la parete esterna. muffe condensa umidità muffa muffa	Macchia da umidità (71,4) Presenza di microrganismi (9) Alterazione cromatica (17,9) Crosta (3) Macchia (2) Dilavamento (1)	macchia da umidità muffa dilavamento crosta fessurazione superficiale che ha provocato infiltrazioni d'acqua con conseguente muffa ed indebolimento del materiale in facciata alterazione cromatica della superficie da umidità che ha provocato anche la formazione di una lieve patina biologica (presenza di microrganismi) lievemente visibile insorgenza di muffa umidità degrado biologico della superfice presenza da microgranismi	La macchia da umidità è stata riconosciuta dal 71% degli utenti. Qualcuno ha anche parlato di alterazione cromatica e presenza di microrganismi. Formulazione 1 – campo libero la maggior parte ha associato l'anomalia a presenza di muffa e umidità
3		DEPOSITO SUPERFICIALE MACCHIA DA UMIDITÀ	infiltrazione umidità umidità umidità macchie di umidità e muffa umidità di risalita capillare infiltrazioni d'acqua muffa a causa di umidità umidità muffa e dilavamento	Macchia (16) Presenza di microrganismi (9) Efflorescenza (4) Dilavamento (2) Sfogliamento (0) Esfoliazione (0)	macchia macchia muffa dilavamento efflorescenza presenza di microrganismi alterazione cromatica, macchia da umidità macchia da umidità efflorescenza	Macchia è il termine maggiormente associato.

			dilavamento l'acqua accumulata sul davanzale della finestra scendendo verso il basso è a data ad impregnare la muratura. muffe muffa da condensa umidità muffa infiltrazione d'acqua		degrado biologico della superfice	
4		CAVILLATURE SUPERFICIALI	crepe nell'intonaco perdita di materiale crepatura intonaco crepe crepe della vernice esterna dovute a problemi di umidità e scarsa aderenza della vernice dissesto statico distaccamento crepature crepe dell'intonaco caduta dell'intonaco esterno mancanza d'intonaco la parete ha subito una deformazione, determinata forse dalle condizioni atmosferiche, che ha causato la frattura dello strato più esterno. distacco intonaco	Piccoli fori e bolle (2) Sfogliamento (17) Esfoliazione (18) Fessurazioni lievi (5) Distacco dal supporto (1) Perdita di parti (4)	esfoliazione crepe sfogliamento esoliazione esfolazione ragnatela esfoliazione sfogliamento piccoli fori e bolle perdita di strati sfogliamento, esfoliazione fessurazioni lievi distacco dell'intonaco distacco intonaco distacco di parti esfoliazione fessurazioni fessurazioni disgregazione di parti dell'intonaco	Esfoliazione e sfogliamento sono state le risposte più gettonate. Gli utenti della formulazione 1 hanno riconosciuto le lesioni del rivestimento.

			intonaco vecchio infiltrazioni perdita di intonaco infiltrazione d'acqua in stato avanzato con rottura del piano intonacato		la perdita dello strato più superficiale esfoliazione superficiale distacco e caduta di parti della superficie sfogliamento sfogliamento sfogliamento fessurazioni diffuse sfogliamento esfoliazione perdita di strati	
5		RAPPEZZI DI INTONACO – ERRATA MANUTENZIONE	muffa umidità intonacatura delle crepe tracce di intonaco a vista colatura di vernici o macchie di interventi animali non riesco a identificare cattiva manutenzione mancanza di intonaco imbratto macchie di pittura dilavamento intonaco indebolito imbrattamento vernice colata interventi scritte scarsa resistenza ai fattori metereologici	Alterazione cromatica (12) Colatura (10) Macchia (10) Incrostazione (3) Concrezione (2) Dilavamento (1)	alterazioni cromatica alterazioni cromatica alterazione cromatica macchia colatura colatura colatura macchia alterazione cromatica macchia colatura macchia fuoriuscita dello strato precedente di intonaco colatura dilavazione macchia macchia incrostazione alterazione cromatica	Macchia e colatura sono i termini maggiormente associati, insieme ad alterazione cromatica. Nella formulazione 1 qualcuno ha parlato anche di errata manutenzione.

					l'alterazione del colore alterazione cromatica deposito di minerali su superfici lapidee incrostazione efflorescenza colatura colata di vernice alterazione cromatica colatura alterazione cromatica	
6		GRAFFITO VANDALICO	graffiti vandalismo vandalismo vandalismo atti di vandalismo atti vandalici vandalismo sui muri graffiti graffiti graffiti graffito un atto vandalico imbrattamento pareti scritte sui muri scritte graffiti	Macchia (1) Graffiti (28) Deposito superficiale (0) Crosta (0) Dilavamento (0) Concrezione (0)	graffiti degrado graffiti degrado antropico graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti graffiti muro oggetto da episodi di vandalismo graffiti	

					graffiti graffiti graffiti graffiti scritte graffiti graffiti graffiti	
7		DISTACCO	rovinato perdita di materiale lavoro di recupero del copriferro del balcone distaccamento dell'intonaco cedimento della copertura originaria mancata rifinitura staccamento strato di intonaco sbriciolamento dell'intonaco caduta dell'intonaco caduta dell'intonaco caduta d'intonaco manutenzione assente distacco intonaco intonaco caduto distacco intonaco perdita di intonaco scarsa manutenzione dei solai esterni aggettanti	Macchia (0) Distacco (17) Sfarinamento (7) Lacuna (4) Perdita di parti (19) Fessurazione (0)	perdita di parti distacco degrado superficie distacco e perdita di parti sfarinamento distacco perdita di parti distacco distacco lacuna o distacco perdita di parti distacco di pezzi di pittura/materiale caduta di parti distacco sfarinamento perdita di parti distacco perdita di parti distacco della parte superficiale sfarinamento della superficie con distacco perdita di aprti	Il guasto è stato correttamente associato a distacco e perdita di parti. Sia nella formulazione 1 che nella 2.

					distacco distacco caduta e perdita di parti del muro distacchi sfarinamento perdita di parti distacco	
8		PRESENZA DI VEGETAZIONE	piante ribellione della natura crescita non controllata della flora crescita di vegetazione infestante crescita di piante nelle intercapedini dell'abitazione mancata manutenzione pulizia non adeguata piante infestanti crescita di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione cattiva manutenzione malerba erbacce erba spontanea erbacce scarsa manutenzione e quindi crescita di vegetazione spontanee	Presenza di microrganismi (2) Presenza di vegetazione (26) Patina biologica (1) Colonizzazione biologica (6) Deposito superficiale (2)	resenza di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione colonizzazione biologica presenza di vegetazione che ha portato a una colonizzazione biologica presenza di vegetazione la struttura in quel punto dovrebbe impedire la crescita di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione vegetazione vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione che nasce tra le fessure vegetazione superficiale	

					presenza di vegetazione presenza di vegetazione vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione presenza di vegetazione spontanea colonizzazione biologica	
9		FRATTURAZIONE O FESSURAZIONE	crepa crepe murarie crepatura fessurazione crepe dell'intonaco flusso lesionale - dissesto statico crepe nel muro, problemi strutturali crepe verticale crepe sul prospetto lesioni lesioni frattura della struttura causa scossa sismica crepatura crepa fessurazioni crepatura fessurazione	Cavillatura superficiale (3) Fessurazione passante (22) Fessurazione lieve (6) Distacco dal supporto (0) Variazione di dimensione e forma (0) Piccoli fori e bolle (1)	fessurazione fessurazione crepe fessurazioni medie cavillatura superficiale fessurazione fessurazione fessurazione passante lesioni fessurazione passante fessurazione passante crepe notevoli crepe fessurazione profonda fessurazione crepa fessurazione fessurazione lieve fessurazione non tanto lieve ma non sapevo il termine specifico lesione crepatura	

					fessurazione fessurazione passante o crepa di assestamento fessurazioni lineari da tensioni o compressioni crepa e macchie fessurazione passante fessura fessurazione	
10		PRESENZA DI MICRORGANISMI (MUFFE)	umidità problema agli impianti idraulici umidità umidità di risalita azioni di funghi e umidità di risalita umidità di risalita capillare infiltrazioni d'acqua dal terreno umidità di risalita risalita di acqua umidità di risalita umidità di risalita permeabilità assente muffe muffa umidità di risalita muffa muffa	Macchia (4) Muffa (21) Umidità di risalita (13) Efflorescenza (1) Presenza di microrganismi (10) Alterazione cromatica (4)	presenza di vegetazione muffa muffa umidità da risalita umidità di risalita muffa presenza di microrganismi umidità di risalita, muffa presenza di microrganismi muffa e presenza di microrganismi dovuti alla presenza di umidità di risalita che ha portato a una forte alterazione cromatica umidità di risalita muffa muffa muffa muffa muffa umidità di risalita umidità di risalita	Nonostante possa essere assimilata ad una macchia gli utenti hanno riconosciuto la presenza di muffa e microrganismi

					dalla foto sembra una zona molto umida e quindi peso ci sia risalita dell'umidita dal terreno e con questa la formazione di muffa con la successiva alterazione cromatica muffa muffa efflorescenza muffa/umidità di risalita muffa muffa presenza microrganismi umidità e muffa muffa	
11		DILAVAMENTO/ COLATURA	muffa perdita materiale mancanza di intonaco umidità di risalita rigonfiamento di uno strato di copertura macchia d'umidità infiltrazione d'acqua rigonfiamento dell'intonaco a causa dell'umidità escrescenze nella muratura l'intonaco sta crepando caduta d'intonaco intonaco scrostato umidità di risalita	Macchia (9) Colatura (23) Dilavamento (3) Efflorescenza (2) Variazione di dimensione e forma (0) Presenza di microrganismi (1)	dilavamento macchia corrosione acque colatura colatura colatura colatura colatura colatura alterazione cromatica, macchia colatura acqua che fuoriesce macchiando l'intonaco colatura macchia	Colatura è un termine che sembra essere molto più intuitivo di dilavamento. Nella formulazione 2, sotto suggerimento, è stato molto semplice riconoscere il guasto mentre nella formulazione 1 è risultato complesso associare il termine corretto.

			creazione di aria tra l'intonaco e la struttura rigonfiamenti dovuti all'umidità perdita di intonaco infiltrazione d'acqua		colatura macchia colatura colatura non sapendo il termine specifico ho inserito colatura ad intuito perche penso che sia dovuto all'acqua che discende dal balcone sovrastante che va a formare queste macchie macchia macchia causata dall'evaporazione di acqua contenente minerali colatura colatura macchia dilavamento colatura colatura colatura	
12		EFFLORESCENZA	muffa perdita materiale mancanza di intonaco umidità di risalita rigonfiamento di uno strato di copertura macchia d'umidità infiltrazione d'acqua rigonfiamento dell'intonaco a causa dell'umidità	Perdita di parti (4) Fessurazioni lievi (1) Macchia (9) Efflorescenza (13) Distacco (9) Deposito superficiale (2)	macchia macchia efflorescenza macchia efflorescenza efflorescenza macchia distacco efflorescenza	Efflorescenza è stato il termine più associato. Qualcuno ha indicato anche macchia e distacco, problema che potrebbe essere legato anche alla qualità dell'immagine.

			escrescenze nella muratura l'intonaco sta crepando caduta d'intonaco intonaco scrostato umidità di risalita creazione di aria tra l'intonaco e la struttura rigonfiamenti dovuti all'umidità perdita di intonaco infiltrazione d'acqua		distacco, lacuna e quindi perdite di continuità di superfici efflorenscenza macchiaf45 macchia distacco macchia macchia distacco efflorescenza in questa foto riesco a riconoscere solo la perdita di parti dovute all'umidità distacco distacco distacco efflorescenza efflorescenza patina deposito superficiale efflorescenza distacco	Nella formulazione 1 nessuno ha proposto come termine Efflorescenza, ma tanti hanno parlato di macchie e acqua come causa scatenante.
13		ESPULSIONE DEL COPRIFERRO	si è staccato l'intonaco caduta d'intonaco mancanza dell'intonaco che protegge in copriferro esposizione dell'armatura cedimento di strati di intonaco che ricoprivano la struttura	Perdita di parti (12) Distacco dal supporto (9) Espulsione del copriferro (16) Carbonatazione (3) Fessurazione (0) Lacuna (3)	distacco di parti perdita materiale perdita di intonaco distacco dal supporto carbonatazione distacco del copriferro distacco distacco dal supporto perdita di intonaco	L'espulsione del copriferro è stata correttamente riconosciuta, e ben associata anche alla perdita di parti.

			distacco intonaco dovuto ad un fissaggio inadeguato distacco sbriciolamento dell'intonaco fuoriuscita dei ferri di rinforzo del cemento caduta dell'intonaco e dei copriferro caduta d'intonaco cedimento dello strato isolante distacco intonaco fuoriuscita della maglia del calcestruzzo distacco intonaco perdita di intonaco manutenzione assente del piano intonacato che rompendosi mostra interamente i materiali di costruzione		distacco dal supporto, distacco del copriferro distacco del copriferro distacco del copriferro perdita di parti del copriferro perdita di parti distacco dal supporto distacco intonaco distacco distacco del copriferro ferro in vista con il distacco della parte che si trovava davanti distacco distacco del copriferro distacco copriferro carbonatazione lacuna distacco carbonatazione perdita di parti perdita di intonaco	
14		ALVEOLIZZAZIONE	umidità perdita materiale rotto nel basamento degrado del rivestimento della zoccolatura progressivo cambiamento della morfologia dello zoccolo del palazzo a causa di azioni dinamiche	Disgregazione (4) Alveolizzazione (22) Piccoli fori e bolle (9) Erosione (7) Perdita di parti (3) Fessurazione (0)	fori disgregazione alveolizzazione alveolizzazione ed erosione alveolizzazione alveolizzazione alveolizzazione alveolizzazione formazione di cavità	Alveolizzazione correttamente associata dalla maggior parte. Nella formulazione 1 non è stata riconosciuta, qualcuno ha correttamente

			disattenzione nella posa in opera muro eroso sottrazione di elementi che compongono la tecnologia di costruzione. in più erosione natura. erosione della pietra presenza di buchi sul basamento intonacato degradazione puntiforme manutenzione assente umidità da condensa pietra corrosa buchi perdita di materiale scarsa attenzione nella colata, piena di bolle d'aria che una volta esplose lasciano dei solchi nell'elemento		alveolizzazione con cavità (alveoli) di forma e dimensione irregolare alveolizzazione formazione di fori sulla pietra formazione cavità visibili erosione alveolizzazione presenza di bolle alveolizzazione alveolizzazione penso sia dovuto alla presenza di microrganismi disgregazione aggravata formazione di cavità sulla superficie lapidea erosione alveolizzazione alveolizzazione alveolizzazione piccoli fori e bolle disgregazione formazione di fori	parlato di perdita di materiale ed erosione

Risposte provenienti dalla sezione 3 dei sondaggi:

Le due formulazioni, pur riferendosi alla stessa matrice di immagini riportata di seguito, erano strutturate diversamente.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9



Figura 10

Formulazione 1

Agli utenti era richiesto di associare alle immagini riportate nella matrice un elenco di segnali di guasto, riprendendo quelli proposti nella ricerca associata a MUST v.01: all'interno della matrice è riposto il numero di risposte per ciascun segnale di guasto. In Rosso le associazioni corrette.

		Immagine									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Segnali di guasto	AGGIUNTA DI MATERIA	11	3	4	0	1	2	9	2	3	0
	SOTTRAZIONE DI MATERIA	0	11	1	1	12	1	0	10	3	10
	FESSURAZIONE	0	2	4	14	3	0	1	3	8	3
	DEFORMAZIONE	1	8	11	1	2	1	1	6	10	0

Formulazione 2

Agli utenti era richiesto di associare al termine proposto una delle immagini riportate nella matrice: all'interno della matrice è riposto il numero di risposte per ciascun segnale di guasto. In Rosso le associazioni corrette.

Termini proposti	Immagine										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NESSUNA
ESFOLIAZIONE/SFOGLIAMENTO	0	1	1	2	5	0	0	25	0	11	0
MACCHIA	1	0	1	0	0	24	3	1	0	10	2
DISTACCO DAL SUPPORTO	0	1	2	0	20	0	0	4	2	7	1
PRESENZA DI MICRORGANISMI	0	0	1	0	0	9	18	1	0	11	2
PRESENZA DI VEGETAZIONE	0	0	14	0	0	0	21	0	0	1	0
PRESENZA DI GRAFFITI	28	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
PICCOLI FORI E BOLLE (alveolizzaizone)	0	18	1	0	2	1	0	14	0	0	0
FESSURAZIONI LIEVI	0	0	4	15	1	0	0	1	11	1	0
FESSURAZIONI PASSANTI	0	0	1	19	5	0	1	0	4	0	2
PERDITA DI PARTI	0	9	0	0	23	0	1	3	2	5	0
VARIAZIONE DI DIMENSIONE E FORMA	0	12	16	0	5	0	0	3	15	1	3
RIGONFIAMENTO	0	1	14	0	1	0	0	13	13	0	1

Terza Formulazione – Azienda ETT S.p.A.

Per indagare l'ontologia del guasto meglio comprensibile da parte del sapere non esperto sono è stata predisposta e somministrata una terza formulazione da sottoporre ai dipendenti della società ETT S.p.A., azienda di sviluppo del software MUST. Le risposte ottenute sono state 58.

Il campione è così composto:

- *sesso:*
    - *55,2 % uomo*
    - *37,9 % donne*
    - *6,9 % non specificato*
- *Età:*
    - *6,9 % tra 18 e 25 anni*
    - *53,4 % tra 26 e 40 anni*
    - *39,7 % tra 41 e 65*

- *Provenienza:*
    - *Liguria 45,1 %*
    - *Piemonte 6,9%*
    - *Campania 8,6 %*
    - *Lombardia 1,7 %*
    - *Calabria 6,9%*
    - *Veneto 1,7 %*
    - *Marche 8,6 %*
    - *Lazio 12,0 %*
    - *Basilicata 3,4 %*
    - *Puglia 1,7 %*
    - *Sicilia 3,4 %*

- *Categorie professionali:*
    - *solo 6 persone rientranti nelle categorie afferenti al settore dell'edilizia.*

Più della metà del campione indagato si è dichiarato interessato a contribuire alla manutenzione della propria città, utilizzando anche un'applicazione mobile.

La struttura del questionario è sempre la medesima e formulazione è composta di tre sezioni: 1 – anagrafica; 2- descrivi l'immagine proposta; 3- associare un'anomalia a quella proposta, in particolare quest'ultima sezione testava le capacità associative degli utenti che dovevano associare al termine suggerito, una o più immagini di guasti presenti nella matrice proposta.

Discretizzazione dei risultati.

Risposte provenienti dalla sezione 2 del sondaggio

Immagine proposta		Associazione corretta	Risposte selezionate dagli utenti	Terminologia proposta dagli utenti	% di risposte alla terminologia proposta	commento
1		MACCHIA / ALTERAZIONE CROMATICA	Macchia Macchia Macchia Fessurazione superficiale Macchia Macchia Macchia Macchia Fessurazione superficiale Fessurazione superficiale Fessurazione superficiale Fessurazione superficiale Fessurazione superficiale Macchia Fessurazione superficiale Macchia Alveolizzazione Alveolizzazione Macchia Macchia Macchia Fessurazione superficiale Macchia Macchia Macchia Fessurazione superficiale Fessurazione superficiale Deposito superficiale	Infiltrazione d'acqua No No Crepa Umidità no macchia + crepa Macchia + crepa No Crepa nel muro Infiltrazione Crepa no Macchia ingiallita no boh no dovuta a infiltrazioni No Macchia da umidità Infiltrazione no Alone Infiltrazione infiltrazione da umidità Crepa No no	Macchia (51.7%) Fessurazione superficiale (39,7%) Alterazione cromatica (3.4%) Alveolizzazione (3.4%) Deposito superficiale (1.7%) Graffiti (0)	La maggioranza delle risposte selezionate dagli utenti sono state associate correttamente, la terminologia pervenuta nella maggior parte dei casi è fuorviante e non pertinente alla fattispecie.

			Macchia	infiltrazione		
			Fessurazione superficiale	multiselezione		
			Macchia	No		
			Fessurazione superficiale	No		
			Fessurazione superficiale	crepa		
			Alterazione cromatica	No		
			Macchia	Presenza di acqua		
			Fessurazione superficiale	no		
			Macchia	macchia di umidità		
			Fessurazione superficiale	Ingiallimento con		
			Macchia	fessurazione		
			Fessurazione superficiale	no		
			Fessurazione superficiale	no		
			Fessurazione superficiale	multiselezione		
			Fessurazione superficiale	No		
			Macchia	Macchia da infiltrazione		
			Macchia	acqua		
			Fessurazione superficiale	imbrattatura		
			Macchia	no		
			Macchia	crepa		
			Macchia	No		
			Alterazione cromatica	macchia con crepe i		
			Macchia	no		
			Macchia	macchia		
			Macchia	Macchia di umidità		
			Fessurazione superficiale	NO		
			Macchia	No		
			Macchia	infiltrazione superficiale		
			Fessurazione superficiale	no		
			Fessurazione superficiale	Macchia +crepa		

2		DEPOSITO SUPERFICIALE/ MACCHIA DA UMIDITÀ	Macchia da umidità Muffa Macchia da umidità Macchia da umidità Muffa Muffa Muffa Muffa Macchia da umidità Muffa Muffa Muffa Muffa Macchia Macchia da umidità Macchia da umidità Dilavamento Muffa Muffa Macchia da umidità Macchia da umidità Macchia Macchia Macchia da umidità Macchia da umidità Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa	Infiltrazione No No Macchia da umidità Deposito di sporco no no no no Macchia da umidità Muffa Muffa no No no boh no perdita di acqua No No Infiltrazione da grondaia no Macchia Macchia per infiltrazione no Macchia da umidità No no No no No no	Macchia (5.2%) Crosta (1.7%) Alterazione cromatica (0%) Muffa (60.3%) Dilavamento (3.4%) Macchia da umidità (29.3%)	La maggioranza del campione ha associato il difetto alla muffa. Solo una piccolissima percentuale ha associato il difetto al dilavamento, termine eccessivamente specifico, ma più pertinente.

			Muffa Muffa Muffa Macchia da umidità Muffa Macchia da umidità Muffa Muffa Dilavamento Crosta Muffa Macchia da umidità Macchia da umidità Macchia da umidità Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa Macchia da umidità Muffa Muffa Muffa Muffa Macchia da umidità Muffa	macchi di umidità dove cresce la muffa No Umidità no muffa incrostata Muffa da umidità non so no - no Muffa no no infiltrazione d'acqua No no multiselezione muffa Muffa per inflitrazioni NO No no Presenza di microrganismi non so No no		
3		DEPOSITO SUPERFICIALE MACCHIA DA UMIDITÀ	Macchia Muffa Macchia Muffa Esfoliazione	Scrostamento No No Muffa Deterioramento	Macchia (19.0%) Efflorescenza (8.6%) Esfoliazione (3.4%) Muffa (59.6%) Dilavamento (8.6%)	

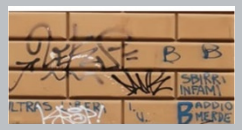
			Muffa	no	Presenza di microrganismi (3.4%)	
			Muffa	no		
			Muffa	no		
			Efflorescenza	No		
			Macchia	Macchia da umidità		
			Dilavamento	No		
			Macchia	Perdita		
			Muffa	no		
			Muffa	No		
			Muffa	no		
			Efflorescenza	boh		
			Dilavamento	no		
			Presenza di microrganismi	macchia da infiltrazioni		
			Muffa	No		
			Macchia	No		
			Macchia	Macchia d'umido		
			Efflorescenza	no		
			Macchia	Macchia		
			Macchia	Macchia da infiltrazioni		
			Muffa	no		
			Muffa	Muffa		
			Muffa	No		
			Muffa	no		
			Efflorescenza	no		
			Dilavamento	no		
			Esfoliazione	No		
			Muffa	nn		
			Muffa	muffa		
			Macchia	No		
			Muffa	Umidità		
			Muffa	no		
			Muffa	no		

			Muffa Muffa Muffa Muffa Efflorescenza Muffa Macchia Dilavamento Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa Muffa Macchia Presenza di microrganismi Muffa Muffa Dilavamento	Macchia da umidità non so no - Non saprei Muffa no no umidità No no no muffa Muffa da gociolamento NO No no no non so No no		
4		CAVILLATURE SUPERFICIALI	Sfogliamento Esfoliazione Esfoliazione Sfogliamento Esfoliazione Disgregazione ... Sfogliamento Disgregazione ... Disgregazione ... Disgregazione ... Disgregazione ...	scrostamento No No Sfogliamento Crepe no no no no Disgregazione capillare No	Alveolizzazione(5.2%) Sfogliamento (22.4%) Esfoliazione (20.7%) Cavillature superficiali (0%) Disgregazione del rivestimento superficiale (50%) Microfessurazioni superficiali (1.7%)	Il termine maggiormente associato è stato disgregazione del rivestimento superficiale

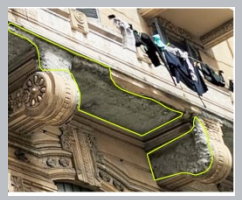
			Disgregazione …	rottura del rivestimento		
			Alveolizzazione	no		
			Sfogliamento	Superficie esfoliata		
			Alveolizzazione	no		
			Sfogliamento	boh		
			Disgregazione …	no		
			Disgregazione …	no		
			Esfoliazione	No		
			Sfogliamento	No		
			Disgregazione …	Scrostamento intonaco		
			Disgregazione …	no		
			Sfogliamento	Macchiette		
			Sfogliamento	Nessun termine		
			Esfoliazione	no		
			Alveolizzazione	Alveolizzazione		
			Disgregazione …	No		
			Disgregazione …	no		
			Disgregazione …	no		
			Disgregazione …	no		
			Esfoliazione	no		
			Disgregazione …	nn		
			Disgregazione …	sfogliamento della superfice		
			Disgregazione …	No		
			Sfogliamento	Sgretolemento		
			Disgregazione …	no		
			Disgregazione …	no		
			Disgregazione …	Screpolatura		
			Microfessurazioni superficiali	non so		
			Esfoliazione	no		
			Sfogliamento	-		
			Sfogliamento	non saprei		
			Disgregazione …	Non saprei		

			Esfoliazione Esfoliazione Disgregazione … Disgregazione … Disgregazione … Esfoliazione Sfogliamento Disgregazione … Sfogliamento Esfoliazione Disgregazione … Disgregazione … Disgregazione … Disgregazione … Esfoliazione	no no crepe nell'intonaco No no no scrostamento Scrostamento della parete NO Sbriciolamento crepe di intonaco no non so No no		
5		ALTERAZIONE CROMATICA	Colatura Colatura Colatura Colatura Macchia Concrezione Concrezione Concrezione Concrezione Colatura Alterazione cromatica Colatura Incrostazione Macchia Alterazione cromatica Macchia Dilavamento	No No No Colatura Sporco no no no No Vernice colata No ND no Macchia bianca no boh no	Incrostazione (6.9%) Dilavamento (6.9%) Colatura (32.8%) Concrezione (13.2%) Macchia (22.4%) Alterazione cromatica (17.2%)	Colatura, macchia e concrezione sono stati i termini con la maggiore percentuale di associazioni.

			Colatura	no		
			Macchia	No		
			Alterazione cromatica	No		
			Colatura	Colatura		
			Alterazione cromatica	no		
			Concrezione	Striature		
			Macchia	Macchia per infiltrazioni		
			Macchia	no		
			Colatura	Colatura		
			Dilavamento	No		
			Colatura	no		
			Colatura	no		
			Colatura	no		
			Colatura	no		
			Dilavamento	nn		
			Incrostazione	incrostazione		
			Colatura	No		
			Macchia	Macchia		
			Macchia	no		
			Colatura	no		
			Colatura	Sbiancamento		
			Alterazione cromatica	non so		
			Concrezione	no		
			Colatura	-		
			Colatura	no		
			Incrostazione	Non saprei		
			Alterazione cromatica	no		
			Alterazione cromatica	no		
			Macchia	verniciatura errata		
			Incrostazione	No		
			Dilavamento	no		
			Macchia	no		

			Macchia Alterazione cromatica Concrezione Concrezione Macchia Alterazione cromatica Colatura Macchia Alterazione cromatica	macchia Cambiamento di colore NO Aggiustamenti stuccature non coperte no non so Non riesco a capire nemmeno di cosa si tratti		
6		GRAFFITO VANDALICO	Graffiti Graffiti	Disegni No No Graffiti Macchie del rivestimento no no no vandalismo Graffiti No Street art no No no boh no no No No Imbrattamento no Graffiti	Macchia (0%) Graffiti (100%) Deposito superficiale (0%) Crosta (0%) Dilavamento (0%) Concrezione (0%)	

			Graffiti	Nessun termine		
			Graffiti	no		
			Graffiti	Graffiti		
			Graffiti	No		
			Graffiti	no		
			Graffiti	no		
			Graffiti	no		
			Graffiti	no		
			Graffiti	nn		
			Graffiti	disegni		
			Graffiti	No		
			Graffiti	Graffiti		
			Graffiti	no		
			Graffiti	no		
			Graffiti	Scritte		
			Graffiti	non so		
			Graffiti	no		
			Graffiti	-		
			Graffiti	no		
			Graffiti	Graffiti		
			Graffiti	no		
			Graffiti	no		
			Graffiti	disegni		
			Graffiti	No		
			Graffiti	no		
			Graffiti	no		
			Graffiti	graffiti		
			Graffiti	Murales		
			Graffiti	NO		
			Graffiti	No		
			Graffiti	no		
			Graffiti	muri imbrattati con vernice		

			Graffiti Graffiti Graffiti	non so Murales no		
7		DISTACCO	Distacco Perdita di parti Distacco Deformazione …. Distacco Perdita di parti Perdita di parti Perdita di parti Distacco Distacco Distacco Distacco Perdita di parti Distacco Perdita di parti Distacco Distacco Distacco Perdita di parti Mancanza Deformazione …. Distacco Distacco Perdita di parti Perdita di parti Perdita di parti Distacco Lacuna Perdita di parti	Intonaco scrostato No No Deformazione Deterioramento no no no no Distacco della vernice No no no Distacco di parti no boh no no No No Non saprei no distacco Nessun termine no Perdita di parti No no no	Deformazione e variazione di dimensione (5.2%) Distacco (43.1%) Fessurazione profonda (0%) Lacuna (1.7%) Perdita di parti (44.8%) Mancanza (5.2%)	Distacco e perdita di parti sono risultati facilmente associabili dalla maggior parte del campione

			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	nn		
			Perdita di parti	cedimenti dell'intonaco		
			Perdita di parti	No		
			Perdita di parti	Sgretolamento		
			Distacco	no		
			Perdita di parti	no		
			Deformazione	Deterioramento elementi		
			Distacco	non so		
			Distacco	no		
			Mancanza	-		
			Distacco	no		
			Perdita di parti	Non saprei		
			Perdita di parti	no		
			Distacco	no		
			Distacco	caduta del cornicione		
			Distacco	No		
			Mancanza	mancanza di muratura e		
			Perdita di parti	intonaco		
			Distacco	no		
			Distacco	perdita di parti		
			Perdita di parti	Distccamento delle parti		
			Distacco	NO		
			Perdita di parti	Usura		
			Distacco	no		
			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	deperimento		
			Perdita di parti	Distaccamento pezzi		
				no		

8		PRESENZA DI VEGETAZIONE	Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Colonizzazione biologica Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Colonizzazione biologica Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Colonizzazione biologica Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Colonizzazione biologica Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione	Crescita di piante No No Presenza di vegetazione Scarsa cura della vegetazione no no no no Erbacce No no no No no boh no no No No Presenza di vegetazione no Erba Nessun termine no Presenza di vegetazione No no no no no	Presenza di microrganismi (0%) Presenza di vegetazione (87.9 %) Patina biologica (0%) Colonizzazione biologica (12.1%) Deposito superficiale (0%)	

			Presenza di vegetazione	nn		
			Presenza di vegetazione	presenza di vegetali		
			Presenza di vegetazione	No		
			Presenza di vegetazione	Erbacce		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	Crescita piante		
			Presenza di vegetazione	non so		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	-		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	Vegetables		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	no		
			Colonizzazione biologica	erbacce incolte		
			Presenza di vegetazione	No		
			Presenza di vegetazione	presenza di erbacce		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	erbacce		
			Colonizzazione biologica	Presenza di una colonia di		
			Presenza di vegetazione	piccole piante		
			Presenza di vegetazione	NO		
			Presenza di vegetazione	No		
			Presenza di vegetazione	erbacce infestanti		
			Presenza di vegetazione	no		
			Presenza di vegetazione	non so		
				No		
				no		

9		FRATTURAZIONE O FESSURAZIONE	Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante	Crepa No No Crepa Crepa no crepa crepa no Grande crepa No Crepa forte no Crepa profonda no boh no no Crepa? Crepa Crepa verticale no Crepa Nessun termine crepa Fessurazione passante No crepa no no Crepa nn	Cavillatura superficiale (1.7%) Fessurazione passante (84,5%) Fessurazione lieve (13.8 %) Distacco dal supporto (0%) Variazione di dimensione e forma (0%)	Il termine crepa è quello che dal sapere comune è molto più facilmente associabile alle fessure.

			Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Cavillatura superficiale Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante	crepe No Crepe no crepa Crepatura non so no - no Spaccatura no no crepe Fessurazione Profonda crepe lungo la facciata crepa Crepa Presenza di una frattura nel muro NO Crepa crepe strutturali no crepe Crepa / Spaccatura profonda no		
10		PRESENZA DI MICRORGANISMI (MUFFE)	Muffa Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita	Muffa No No Umidità	Macchia (3.4%) Muffa (27.6 %) Umidità di risalita (62.1 %) Efflorescenza (6.9%)	Nonostante possa essere assimilata ad una macchia gli utenti hanno

			Muffa	Infiltrazione di umidità	Presenza di microrganismi (0%) Alterazione cromatica (0%)	riconosciuto la presenza di muffa e microrganismi
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	Macchia di umidità		
			Muffa	No		
			Umidità di risalita	Macchia da perdita		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	Macchia di umido in risalita		
			Muffa	no		
			Efflorescenza	boh		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	no		
			Muffa	No		
			Muffa	No		
			Umidità di risalita	Umidità di risalita		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	Umidità		
			Macchia	Macchia per muffa		
			Muffa	no		
			Umidità di risalita	Umidità di risalita		
			Muffa	No		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	no		
			Umidità di risalita	no		
			Muffa	no		
			Umidità di risalita	nn		
			Macchia	muffa		
			Muffa	No		
			Efflorescenza	Umidità		
			Muffa	no		

			Muffa Efflorescenza Umidità di risalita Muffa Muffa Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Efflorescenza Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Muffa Umidità di risalita Muffa Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita	no Macchia verde da umidità non so no - no Umidità no no infiltrazione No no no muffa Muffa per troppa umidità NO Presenza di muschio no no non so No no		
11		DILAVAMENTO/ COLATURA	Colatura Colatura Colatura Macchia Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura	No No No Macchia Perdite no no no no Vernice colata	Macchia (5.2%) Colatura (82.6%) Dilavamento (6.9%) Efflorescenza (0%) Deposito superficiale (1.7%) Alterazione cromatica (0%)	Colatura è un termine che sembra essere molto più intuitivo di dilavamento.

			Colatura	No		
			Colatura	no		
			Colatura	no		
			Colatura	Colatura di liquido dall'alto		
			Colatura	no		
			Colatura	boh		
			Dilavamento	no		
			Colatura	no		
			Colatura	No		
			Colatura	No		
			Colatura	Sbavatura laterale marmi		
			Colatura	no		
			Colatura	Muschio		
			Colatura	Nessun termine		
			Colatura	no		
			Colatura	Colatura		
			Colatura	No		
			Colatura	no		
			Colatura	no		
			Dilavamento	no		
			Colatura	no		
			Colatura	nn		
			Colatura	macchia		
			Macchia	No		
			Colatura	Colatura		
			Colatura	no		
			Colatura	no		
			Colatura	Striature da colatura		
			Colatura	non so		
			Colatura	no		
			Colatura	-		
			Dilavamento	no		

			Macchia Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Dilavamento Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Deposito superficiale	Macchia da infiltrazione acqua no no infiltrazione No muffa con colatura no colatura Dilavamento NO Macchia da scolo no no non so No no		
12		MACCHIA	Distacco Deposito superficiale Macchia Macchia Perdita di parti Distacco Distacco Distacco Efflorescenza Deposito superficiale Macchia Distacco Macchia Efflorescenza Perdita di parti	Scrostamento No No Macchia Perdita di rivestimento no no no no Macchia No no no No no	Macchia (17.2%) Perdita di parti (24.1%) Dilavamento (7.1 %) Efflorescenza (17.2%) Distacco (32.8%) Deposito superficiale (6.9%)	La percentuale del campione che ha associato perdita di parti e distacco e quasi il doppio di quella che ha associato macchia ed efflorescenza. Probabilmente l'immagine ha tratto in inganno l'utenza, apparendo come una soluzione di continuità tra le parti piuttosto che

			Distacco	boh		una alterazione della materia.
			Fessurazioni superficiali	no		
			Efflorescenza	no		
			Macchia	No		
			Perdita di parti	No		
			Distacco	abboffatura		
			Efflorescenza	no		
			Distacco	Macchia		
			Macchia	Nessun termine		
			Distacco	bolla		
			Perdita di parti	Perdita di parti		
			Perdita di parti	No		
			Macchia	no		
			Distacco	no		
			Distacco	no		
			Perdita di parti	Muro scrostato		
			Distacco	nn		
			Perdita di parti	distacco della vernice dal		
			Distacco	muro		
			Macchia	No		
			Macchia	Rigonfiamento		
			Efflorescenza	no		
			Distacco	no		
			Perdita di parti	Distacco intonaco		
			Efflorescenza	non so		
			Deposito superficiale	no		
			Perdita di parti	-		
			Perdita di parti	no		
			Deposito superficiale	Non saprei		
			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	distacco dell'intonaco		

			Perdita di parti Macchia Distacco Distacco Efflorescenza Distacco Distacco Efflorescenza Efflorescenza Distacco Efflorescenza	No perdita di intonaco no scrostamento Distaccammento di vernice NO Scrostamento no no non so Distacco intonaco dal muro no		
13		ESPULSIONE DEL COPRIFERRO	Perdita di parti Perdita di parti Perdita di parti Espulsione del copriferro Espulsione del copriferro Perdita di parti Perdita di parti Perdita di parti Espulsione del copriferro Perdita di parti Perdita di parti Espulsione del copriferro Perdita di parti Distacco dal supporto Perdita di parti Perdita di parti Espulsione del copriferro Espulsione del copriferro Perdita di parti Perdita di parti	Distacco No No Scrostatura Esposizione di ferri no no no no Distacco della vernice No caduta rivestimento no No no boh no no No No	Perdita di parti (53.4%) Distacco dal supporto (13.8 %) Espulsione dei copriferro (32.8%) Carbonatazione (0%) Fessurazione (0%) Lacuna (0%)	L'espulsione del copriferro è stata correttamente riconosciuta, e ben associata anche alla perdita di parti.

			Perdita di parti	Distacco d'intonaco		
			Espulsione del copriferro	no		
			Espulsione del copriferro	distacco		
			Perdita di parti	Nessun termine		
			Distacco dal supporto	no		
			Perdita di parti	Perdita di parti		
			Espulsione del copriferro	No		
			Espulsione del copriferro	no		
			Espulsione del copriferro	no		
			Espulsione del copriferro	no		
			Perdita di parti	Perdita dell'intonaco		
			Espulsione del copriferro	nn		
			Distacco dal supporto	distacco		
			Perdita di parti	No		
			Perdita di parti	Sgretolamento		
			Distacco dal supporto	no		
			Perdita di parti	no		
			Espulsione del copriferro	Distacco		
			Distacco dal supporto	non so		
			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	-		
			Distacco dal supporto	no		
			Perdita di parti	Non saprei		
			Perdita di parti	no		
			Espulsione del copriferro	no		
			Perdita di parti	distacco dell'intonaco		
			Perdita di parti	No		
			Perdita di parti	perdita di intonaco		
			Perdita di parti	no		
			Perdita di parti	perdita di parti		
			Espulsione del copriferro	Caduta del copriferro		
			Espulsione del copriferro	NO		

			Perdita di parti Perdita di parti Espulsione del copriferro Distacco dal supporto Distacco dal supporto Espulsione del copriferro	No no no non so Staccamento pezzi no		
14		ALVEOLIZZAZIONE	Piccoli fori e bolle Piccoli fori e bolle Disgregazione Alveolizzazione Disgregazione Erosione Erosione Erosione Alveolizzazione Alveolizzazione Erosione Alveolizzazione Piccoli fori e bolle Piccoli fori e bolle Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Piccoli fori e bolle Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Erosione Erosione Erosione	Buchi No No non saprei Muro eroso no no no no Calcificazione No no no No no boh no no No No Alveolizzazione no cemento Nessun termine no Erosione	Disgregazione (5.2%) Alveolizzazione (46.6 %) Piccoli fori e bolle (20.7%) Erosione (22.4%) Perdita di parti (5.2%) Fessurazione (0%)	Alveolizzazione correttamente associata dalla maggior parte, piccoli fori e bolle seppur meno specialistico è stato associato solo dal 20% del campione.

			Piccoli fori e bolle	No		
			Alveolizzazione	no		
			Erosione	no		
			Alveolizzazione	no		
			Alveolizzazione	no		
			Alveolizzazione	nn		
			Piccoli fori e bolle	erosione		
			Alveolizzazione	No		
			Perdita di parti	Sgretolamento		
			Alveolizzazione	no		
			Perdita di parti	no		
			Piccoli fori e bolle	Effetto spugnoso		
			Alveolizzazione	non so		
			Erosione	no		
			Disgregazione	-		
			Erosione	no		
			Piccoli fori e bolle	Non saprei		
			Alveolizzazione	no		
			Perdita di parti	no		
			Erosione	deformazione della parete		
			Alveolizzazione	No		
			Erosione	no		
			Piccoli fori e bolle	no		
			Alveolizzazione	deformazione		
			Piccoli fori e bolle	Formazione di fori e bolle		
			Erosione	NO		
			Alveolizzazione	No		
			Alveolizzazione	no		
			Alveolizzazione	no		
			Piccoli fori e bolle	non so		
			Alveolizzazione	No		
			Alveolizzazione	no		

Risposte provenienti dalla sezione 3 del sondaggio:

Di seguito la matrice dei guasti proposta, con le figure da associare alla terminologia proposta.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9



Figura 10

Agli utenti era richiesto di associare al termine proposto una delle immagini riportate nella matrice: all'interno della matrice è riposto il numero di risposte per ciascun segnale di guasto, c'era la possibilità di multi selezione.. In Rosso le associazioni corrette.

		Immagine										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NESSUNA
Termini proposti	ESFOLIAZIONE	0	0	0	0	4	1	2	48	0	25	0
	DISGREGAZIONE DEL RIVESTIMENTO SUPERFICIALE	0	5	1	2	29	1	3	13	7	29	0
	MACCHIA	1	0	0	0	1	55	7	0	0	14	1
	DEFORMAZIONE E VARIAZIONE DI DIMENSIONE	1	11	15	1	1	0	1	0	22	1	5
	PRESENZA DI MICRORGANISMI	0	0	6	0	2	26	44	4	0	19	4
	PRESENZA DI VEGETAZIONE	0	0	29	0	0	1	39	0	0	0	5
	GRAFFITI	57	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0
	ALVEOLIZZAZIONE	0	50	0	0	8	2	0	2	0	2	2
	FESSURAZIONI SUPERFICIALI	0	1	3	46	4	1	2	1	10	2	1
	PERDITA DI PARTI	0	11	2	2	51	0	0	14	3	23	0
	INCURVAMENTO O RIGONFIAMENTO	0	0	31	1	2	1	1	18	41	4	1

Quarta Formulazione – Tecnici e specialisti della manutenzione

Il sondaggio è stato somministrato anche a tecnici, architetti e/o ingegneri e specializzati in manutenzione. Le risposte pervenute sono state 25.

Il campione è così composto:

- *sesso:*
    - *48,0% uomo*
    - *52,0% donne*
- *Età:*
    - *84% tra 26 e 40 anni*
    - *16% tra 41 e 65*
- *Provenienza:*
    - *Campania 80%*
    - *Puglia 4%*

- *Sicilia 8%*
- *Piemonte 8%*

- *Categorie professionali:*
  - *76,0% architetti*
  - *24,0% ingegnere civile / edile*

La struttura del questionario è sempre la medesima e formulazione è composta di tre sezioni: 1 – anagrafica; 2- descrivi l'immagine proposta; 3- associare un'anomalia a quella proposta, in particolare quest'ultima sezione testava le capacità associative degli utenti che dovevano associare al termine suggerito, una o più immagini di guasti presenti nella matrice proposta.

Discretizzazione dei risultati.

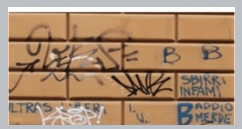
Risposte provenienti dalla sezione 2 del sondaggio

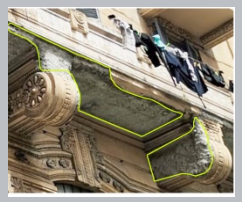
	Immagine proposta	Associazione corretta	Risposte selezionate dagli utenti	Terminologia proposta dagli utenti	% di risposte alla terminologia proposta	commento
1		MACCHIA / ALTERAZIONE CROMATICA	Alterazione cromatica Fessurazione superficiale Alterazione cromatica Fessurazione superficiale Macchia Macchia Macchia Macchia Macchia Fessurazione superficiale Macchia Macchia Macchia Alterazione cromatica Macchia Fessurazione superficiale Fessurazione superficiale Alterazione cromatica Macchia Macchia Macchia Macchia Macchia Macchia Macchia	no No No Microfessurazione No infiltrazione d'acqua macchia alterazione macchia di umidità Fessurazione da infiltrazione Macchia No - Alterazione No No No No No No No Presenza di umidità No C'è anche una fessurazione No	Macchia (64%) Fessurazione superficiale (20%) Alterazione cromatica (16%) Alveolizzazione (0%) Deposito superficiale (0%) Graffiti (0)	
2		DEPOSITO SUPERFICIALE/ MACCHIA DA UMIDITÀ	Crosta Macchia da umidità Crosta	no No No	Macchia (5.4%) Crosta (16%) Alterazione cromatica (0%)	

			Macchia da umidità Crosta Macchia da umidità Muffa Muffa Muffa Muffa Macchia da umidità Macchia da umidità Muffa Dilavamento Muffa Crosta Muffa Muffa Macchia da umidità Muffa Muffa Macchia da umidità Muffa Macchia da umidità Macchia da umidità	No No no muffa no no No Macchia di umidità prodotta da dilavamento per obsolescenza impiantistica No - Percolazione di acqua No No No No No No No Macchia da umidità cronica No Dalla foto non capisco se è muffa No	Muffa (44%) Dilavamento (4.0%) Macchia da umidità (36.0%)	
3		DEPOSITO SUPERFICIALE MACCHIA DA UMIDITÀ	Dilavamento Presenza di microrganismi Macchia Muffa Muffa Muffa Dilavamento	no No no No No no colatura	Macchia (12.0%) Efflorescenza (12.0%) Esfoliazione (12.0%) Muffa (40%) Dilavamento (7.1%) Presenza di microrganismi (4%)	

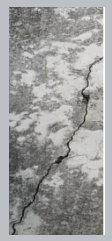
			Efflorescenza Muffa Muffa Muffa Muffa Dilavamento Muffa Dilavamento Muffa Macchia Dilavamento Dilavamento Muffa Efflorescenza Dilavamento Efflorescenza Dilavamento Macchia	sfogo no No mi Muffa provocata da umidità Macchia da umidità - Muffa No No No No No No No Difficile trovare un termine univoco perché sono compresenti vari degradi No Colatura No		
4		CAVILLATURE SUPERFICIALI	Disgregazione del rivestimento superficiale Disgregazione del rivestimento superficiale Cavillatura superficiale Microfessurazioni superficiali Sfogliamento Disgregazione del rivestimento superficiale Disgregazione del rivestimento superficiale Sfogliamento	no No no No No no crepatura staccarsi in strati sottili intonaco rovinato No Alveolizzazione No	Alveolizzazione(8.0%) Sfogliamento (20.0%) Esfoliazione (4.0%) Cavillature superficiali (12%) Disgregazione del rivestimento superficiale (52%) Microfessurazioni superficiali (4.0%)	

			Disgregazione del rivestimento superficiale Disgregazione del rivestimento superficiale Alveolizzazione Disgregazione del rivestimento superficiale Sfogliamento Disgregazione del rivestimento superficiale Alveolizzazione Disgregazione del rivestimento superficiale Disgregazione del rivestimento superficiale Sfogliamento Sfogliamento Disgregazione del rivestimento superficiale Esfoliazione Cavillatura superficiale Disgregazione del rivestimento superficiale Disgregazione del rivestimento superficiale Cavillatura superficiale	- Microlesioni No No No No No No No No Degradazione differenziale No		
5		ALTERAZIONE CROMATICA	Macchia Concrezione Macchia Colatura Colatura Dilavamento	no No no No No no	Incrostazione (0.0%) Dilavamento (24.0%) Colatura (36.0%) Concrezione (8.0%) Macchia (16.0%)	

			Alterazione cromatica Dilavamento Colatura Macchia Alterazione cromatica Alterazione cromatica Colatura Alterazione cromatica Dilavamento Colatura Dilavamento Colatura Colatura Dilavamento Macchia Concrezione Dilavamento Colatura Colatura	rattoppi scioglimento cornicione rovinato No Alterazioni cromatica a causa degli agenti atmosferici Non si capisce dalla foto - Alterazione No No No No No No No La foto non è chiara. Più che altro sembrano interventi di stuccatura poco accorti No Dalla foto non capisco, potrebbe essere altro No	Alterazione cromatica (16.0%)	
6		GRAFFITO VANDALICO	Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti	no No no Graffito vandalico No no scritte disegni	Macchia (0%) Graffiti (100%) Deposito superficiale (0%) Crosta (0%) Dilavamento (0%) Concrezione (0%)	

			Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti Graffiti	no No Degrado antropico Danni da teppismo - Graffiti No No No No No No Vandali No No Graffito vandalico No		
7		DISTACCO	Lacuna Perdita di parti Mancanza Distacco Mancanza Distacco Distacco Distacco Deformazione Perdita di parti Distacco Distacco Perdita di parti	no No il termine "mancanza" si confonde lievemente con "perdita di parti" No No no distacco distacco di parti sotto balcone rovinato No Distacco e successiva perdita di parti No	Deformazione e variazione di dimensione (8.0%) Distacco (44.6%) Fessurazione profonda (0%) Lacuna (8.0%) Perdita di parti (20.0%) Mancanza (16.0%)	Distacco e perdita di parti sono risultati facilmente associabili dalla maggior parte del campione

			Distacco Distacco Distacco Distacco Distacco Deformazione e variazione di dimensione Distacco Perdita di parti Mancanza Lacuna Mancanza Perdita di parti	- Distacco frontalini No No No o No No No No No No No		
8		PRESENZA DI VEGETAZIONE	Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Colonizzazione biologica Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione	no No no No No no erbacce elementi vegetali no No Presenza di vegetazione No - Vegetazione No No No No No	Presenza di microrganismi (0%) Presenza di vegetazione (96.0 %) Patina biologica (0%) Colonizzazione biologica (4.0%) Deposito superficiale (0%)	

			Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione Presenza di vegetazione	No No No No No No		
9		FRATTURAZIONE O FESSURAZIONE	Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Lieve Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Lieve Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante Fessurazione Passante	no No no Fessure su finestre No fessura profonda crepe profonde crepa crepe in facciata No Fessurazione media No - Lesione No No Fessurazione profonda No No No No No No Solo fessurazione No	Cavillatura superficiale (0.0%) Fessurazione passante (72.0%) Fessurazione lieve (28.0%) Distacco dal supporto (0%) Variazione di dimensione e forma (0%)	Il termine crepa è quello che dal sapere comune è molto più facilmente associabile alle fessure.

10		PRESENZA DI MICRORGANISMI (MUFFE)	Muffa Muffa Presenza di microganismi Macchia Umidità di risalita Umidità di risalita Muffa Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Muffa Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Umidità di risalita Presenza di microganismi Umidità di risalita Umidità di risalita Presenza di microganismi	no No no Patina biologica No no alghe umidità umidità No Umidità da risalita No - Macchie di umidità No No No No No Degrado da umidità No Colonizzazione biologica No Fronte di risalita No	Macchia (4.0%) Muffa (16.0%) Umidità di risalita (68.0%) Efflorescenza (0.0%) Presenza di microrganismi (12.0%) Alterazione cromatica (0%)	Nonostante possa essere assimilata ad una macchia gli utenti hanno riconosciuto la presenza di muffa e microrganismi
11		DILAVAMENTO/ COLATURA	Dillavamento Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura Colatura	no No no No No no colatura	Macchia (0%) Colatura (72.0%) Dilavamento (28%) Efflorescenza (0%) Deposito superficiale (0%) Alterazione cromatica (0%)	Colatura è un termine che sembra essere molto più intuitivo di dilavamento.

			Colatura Colatura Dillavamento Colatura Colatura Dillavamento Colatura Dillavamento Colatura Colatura Colatura Dillavamento Colatura Colatura Colatura Dillavamento Colatura Dillavamento	filtrazione no No Colatura per assenza del sistema di smaltimento acque No - Colatura No No No No No No No No No No No		
12		MACCHIA	Efflorescenza Efflorescenza Efflorescenza Efflorescenza Distacco Macchia Efflorescenza Efflorescenza Macchia Distacco Distacco Efflorescenza	no No no No No no muffa sfogo macchia sulla facciata No Distacco intonaco No	Macchia (20.0%) Perdita di parti (25 %) Fessurazioni superficiali (0.0%) Efflorescenza (40.0%) Distacco (28.0%) Deposito superficiale (4.0%)	La percentuale del campione che ha associato perdita di parti e distacco e quasi il doppio di quella che ha associato macchia ed efflorescenza. Probabilmente l'immagine ha tratto in inganno l'utenza, apparendo come

			Macchia Efflorescenza Macchia Efflorescenza Distacco Deposito superficiale Perdita di parti Distacco Distacco Perdita di parti Distacco Efflorescenza Macchia	- Macchia No No No No No No No Lacuna No Anche rigonfiamento No		una soluzione di continuità tra le parti piuttosto che una alterazione della materia.
13		ESPULSIONE DEL COPRIFERRO	Lacuna Espulzione del copriferro Carbonatazione Espulzione del copriferro Carbonatazione Espulzione del copriferro Espulzione del copriferro Espulzione del copriferro Carbonatazione Perdita di parti Perdita di parti Espulsione del copriferro Espulsione del copriferro Perdita di parti Espulsione del copriferro	no No no No No esposizione dei ferri distacco distacco di struttura non portante perdita di intonaco No Perdita di parti superficiali e compromissione delle parti strutturali No - Distacco No No	Perdita di parti (12.0%) Distacco dal supporto (16%) Espulsione dei copriferro (32.0%) Carbonatazione (12%) Fessurazione (0%) Lacuna (8%)	L'espulsione del copriferro è stata correttamente riconosciuta, e ben associata anche alla perdita di parti.

			Distacco dal supporto Distacco dal supporto Espulsione del copriferro Lacuna Distacco dal supporto Espulsione del copriferro Espulsione del copriferro Distacco dal supporto Espulsione del copriferro Espulsione del copriferro	No No no No No Più che un degrado sembra un vizio di costruzione. Copriferro inadeguato e conseguente ossidazione dei ferri No O lacuna No		
14		ALVEOLIZZAZIONE	Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Erosione Erosione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Alveolizzazione Erosione Alveolizzazione	no No no No No no effetto spugna formazione di alveoli no No Erosione del supporto lapideo No - Piccoli fori No No No No	Disgregazione (0.0%) Alveolizzazione (76.0 %) Piccoli fori e bolle (0.0%) Erosione (16.0%) Perdita di parti (4.0%) Fessurazione (4.0%)	Alveolizzazione correttamente associata dalla maggior parte, piccoli fori e bolle seppur meno specialistico è stato associato solo dal 20% del campione.

			Fessurazione	No		
			Erosione	No		
			Alveolizzazione	No		
			Perdita di parti	No		
			Alveolizzazione	No		
			Alveolizzazione	No		
			Alveolizzazione	No		

Risposte provenienti dalla sezione 3 del sondaggio:

Di seguito la matrice dei guasti proposta, con le figure da associare alla terminologia proposta.



Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6



Figura 7



Figura 8



Figura 9



Figura 10

Agli utenti era richiesto di associare al termine proposto una delle immagini riportate nella matrice: all'interno della matrice è riposto il numero di risposte per ciascun segnale di guasto, c'era la possibilità di multi-selezione. In Rosso le associazioni corrette.

		Immagine										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	NESSUNA
Termini proposti	ESFOLIAZIONE	0	0	0	0	2	1	0	20	0	6	0
	DISGREGAZIONE DEL RIVESTIMENTO SUPERFICIALE	0	1	0	0	6	1	0	7	4	14	0
	MACCHIA	1	0	3	0	0	22	3	1	0	7	1
	DEFORMAZIONE E VARIAZIONE DI DIMENSIONE	0	0	5	0	0	7	16	1	0	5	2
	PRESENZA DI MICRORGANISMI	0	0	10	0	0	0	21	0	0	1	4
	PRESENZA DI VEGETAZIONE	0	0	10	0	0	0	21	0	0	0	0
	GRAFFITI	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ALVEOLIZZAZIONE	0	24	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	FESSURAZIONI SUPERFICIALI	0	0	1	23	0	0	0	0	3	1	1
	PERDITA DI PARTI	0	4	0	0	23	0	0	1	0	7	0
	INCURVAMENTO O RIGONFIAMENTO	0	0	9	1	1	0	0	9	16	3	0

MUST
Maintenance Urban
Sharing Tool

Per

il Porto Antico di Genova

Manuale d’uso delle applicazioni per la segnalazione e per la gestione del guasto

Maria Giovanna Pacifico | ETT S.p.A. | Via Albareto 21, 16154 Genova - Italy | P.IVA/CF/Reg Impr. Genova 03873640100
t. 010 6519116 | www.ettsolutions.com

MUST_Maintenance Urban Sharing Tool

MUST è un servizio partecipativo di manutenzione e gestione del patrimonio costruito.

Il progetto nasce come spinoff tecnologico del progetto Metodologie e tecnologie per la gestione e riqualificazione dei centri storici e degli edifici di pregio - METRICS (FESR Regione Campania). L'obiettivo è migliorare i servizi di manutenzione da parte del gestore dell'area per rispondere alle esigenze del cittadino e migliorarne il grado di soddisfacimento, e per prolungare il ciclo vita degli edifici.

Inoltre il sistema di segnalazione aiuta il gestore ad avere un controllo dei guasti ricorrenti e delle entità critiche dei sub-sistemi, migliorando la programmazione delle ispezioni e degli interventi, evitando lo spreco di risorse.

MUST è un prodotto ETT - DIARC – STRESS
Distribuito da MUST SRL

MUST si compone di due interfacce, una mobile per l'invio della segnalazione di guasto e una web per la gestione della segnalazione.
Le due componenti dialogano strettamente tra loro, non solo nella fase di segnalazione e quindi ricezione dei guasto, ma anche per la richiesta di un'ispezione o un intervento a risoluzione del guasto segnalato.

La sperimentazione a farsi all'interno del progetto DSH2030 ha un duplice scopo: da una parte l'applicativo consente di aumentare il flusso dati all'interno del Digital Twin, garantendo una più adeguata gestione dell'asset; dall'altra attraverso l'utilizzo di saperi esperti sarà possibile migliorare il flusso della versione Beta.

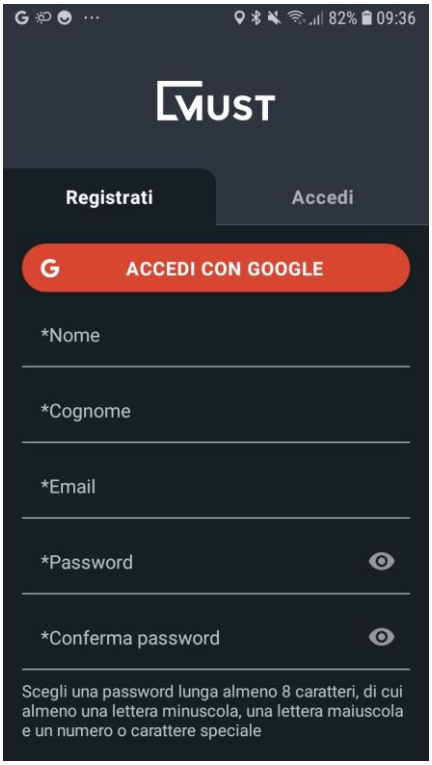
L’applicazione per l’invio della segnalazione di guasto

L’applicazione mobile è lo strumento per l’invio della segnalazione e per l’invio della notifica di avvenuta ispezione o intervento da parte dell’operatore.
E’ molto importante, in termini di segnalazione di guasto, che non ci siano sovrapposizioni della stessa. Se si intende segnalare un guasto è bene accertarsi che quel guasto sia già stato segnalato o meno da un utente precedente, così da fare un aggiornamento o una nuova segnalazione.

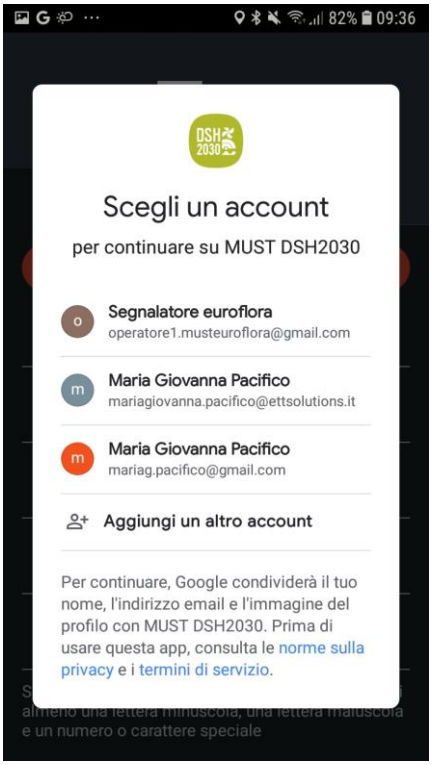


I link alle applicazioni presenti in App e Play store:

Android:
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ettsolutions.must.dsh2030
iOS:
https://apps.apple.com/us/app/must-dsh2030/id1627255371



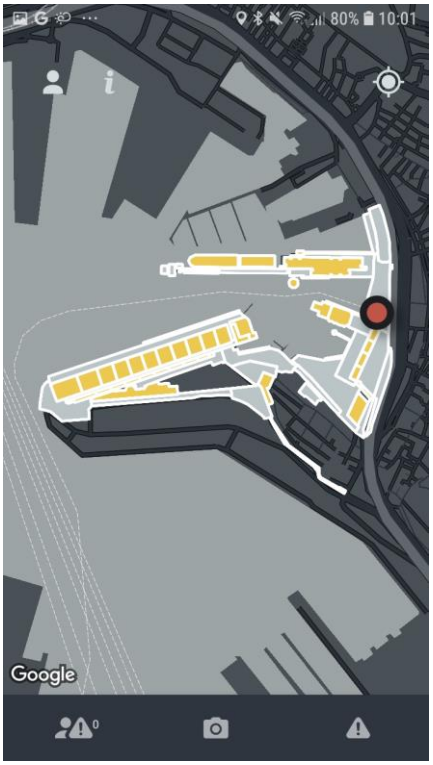
Installata l'applicazione sul dispositivo mobile Android o IOS, bisogna procedere alla registrazione dell'account tramite un account Google già esistente oppure attraverso la creazione di uno nuovo.



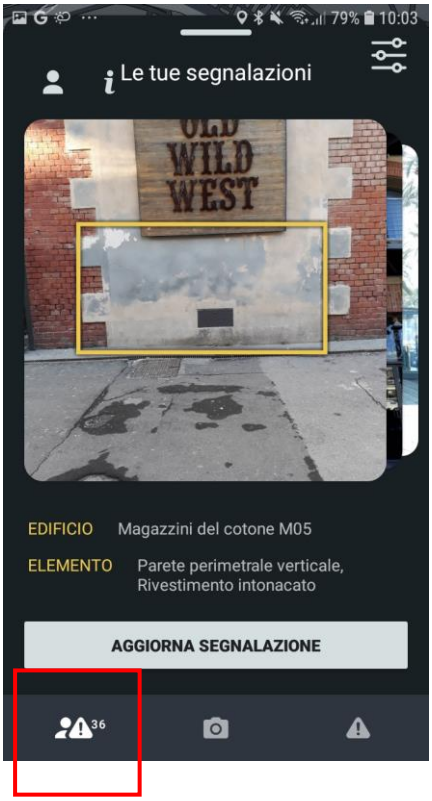
Log in tramite google.



All'accesso sarà possibile visualizzare un video esplicativo del flusso per la segnalazione.



La schermata principale visualizza la localizzazione dell'utente. Qui è possibile eseguire il log – out (omino in alto a sx), oppure rivedere il video cliccando sul tasto info.



Dalla schermata principale è inoltre possibile visualizzare *le tue segnalazioni.* Che possono sempre essere aggiornate.



Segnalare un guasto. Tramite l'icona della macchina fotografica.



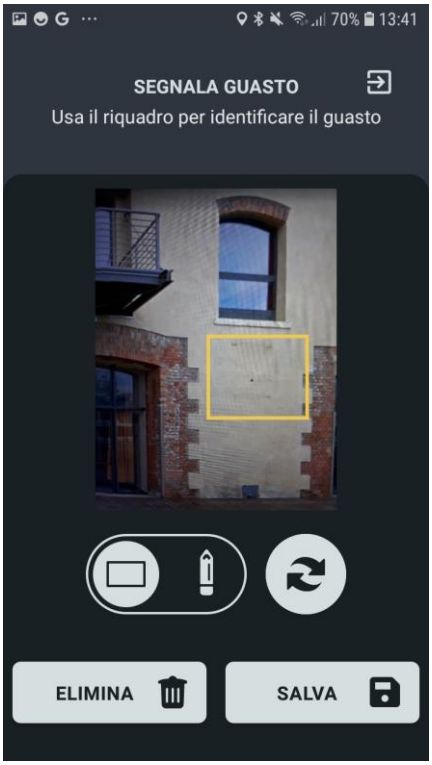
Visualizzare i guasti intorno a te.



E' possibile creare una nuova segnalazione, cliccando sull'edificio interessato dal guasto.



E’ richiesta una foto a campo largo del sistema interessato dal guasto, ovvero un’immagine che sia in grado di mostrare il guasto all’interno del sistema tecnologico.



E’ necessario individuare la localizzazione del guasto.



Immettere il tag di livello 1, multi selezione obbligatorio.



E immettere un tag di livello 2, multi selezione e facoltativo.



E’ richiesta una foto di dettaglio del guasto.



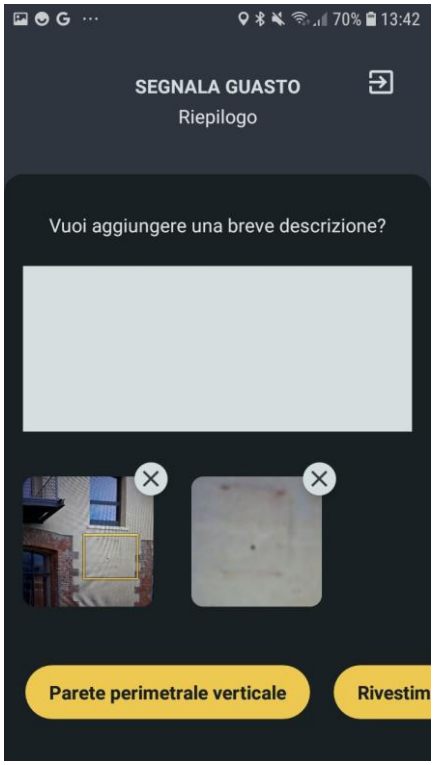
E’ necessario inquadrare il guasto e ritagliare l’immagine.



Immettere il tag di livello 1, multi seleziona e obbligatorio.



E immettere un tag di livello 2, multi selezione e facoltativo.



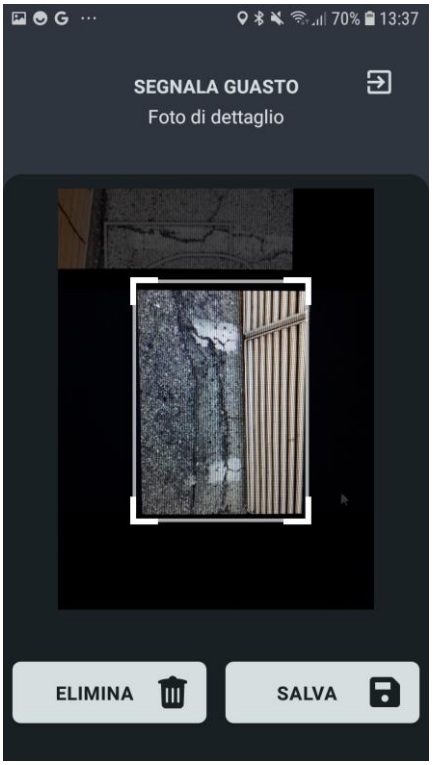
Terminata la segnalazione si è indirizzati ad una pagina di sintesi in cui è possibile inserire un commento.
È necessario salvare la segnalazione.



E’ possibile aggiornare una segnalazione esistente.



E’ richiesta una foto di dettaglio del guasto



Da ritagliare.

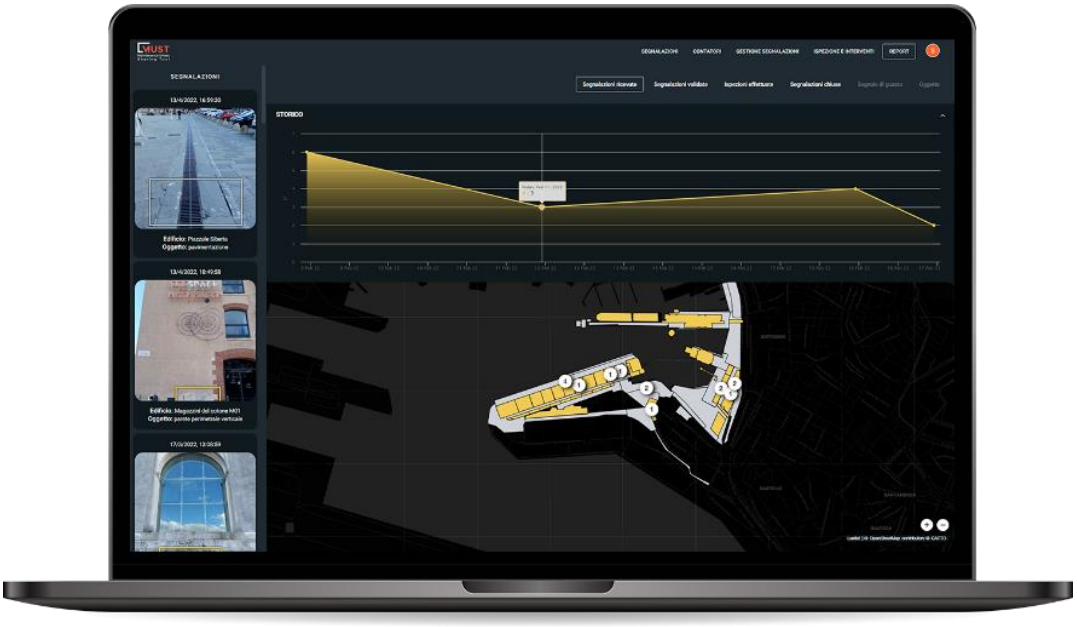


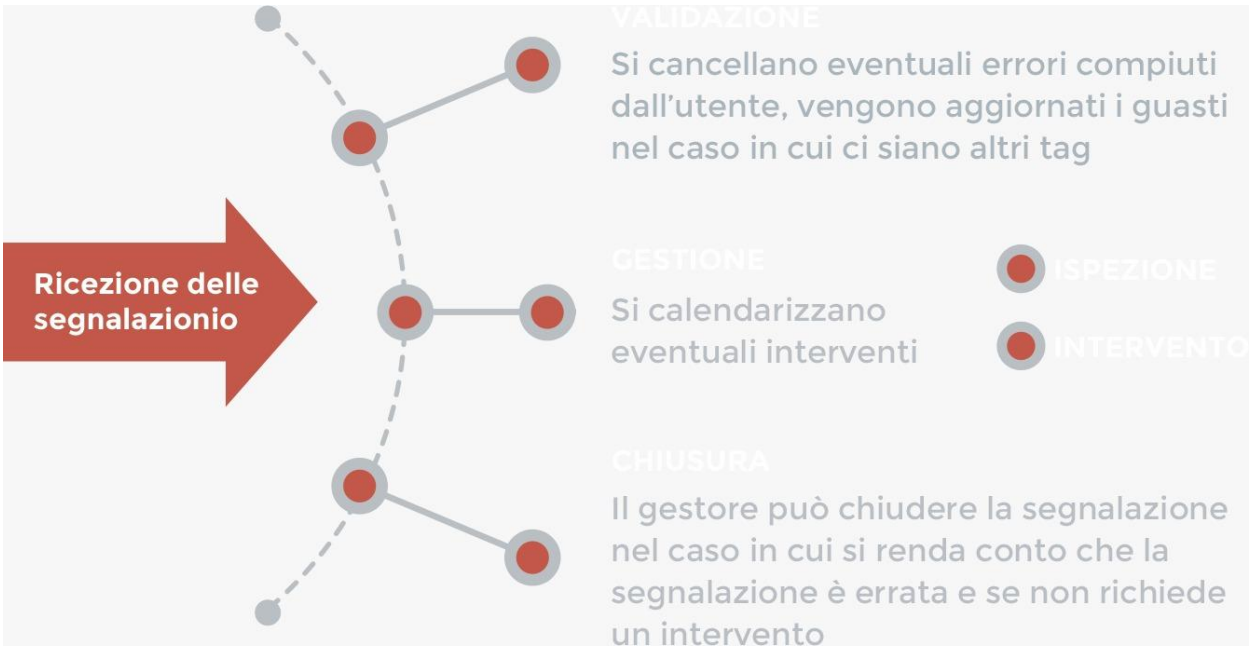
Terminata la segnalazione si è indirizzati ad una pagina di sintesi in cui è possibile inserire un commento.
È necessario salvare la segnalazione.

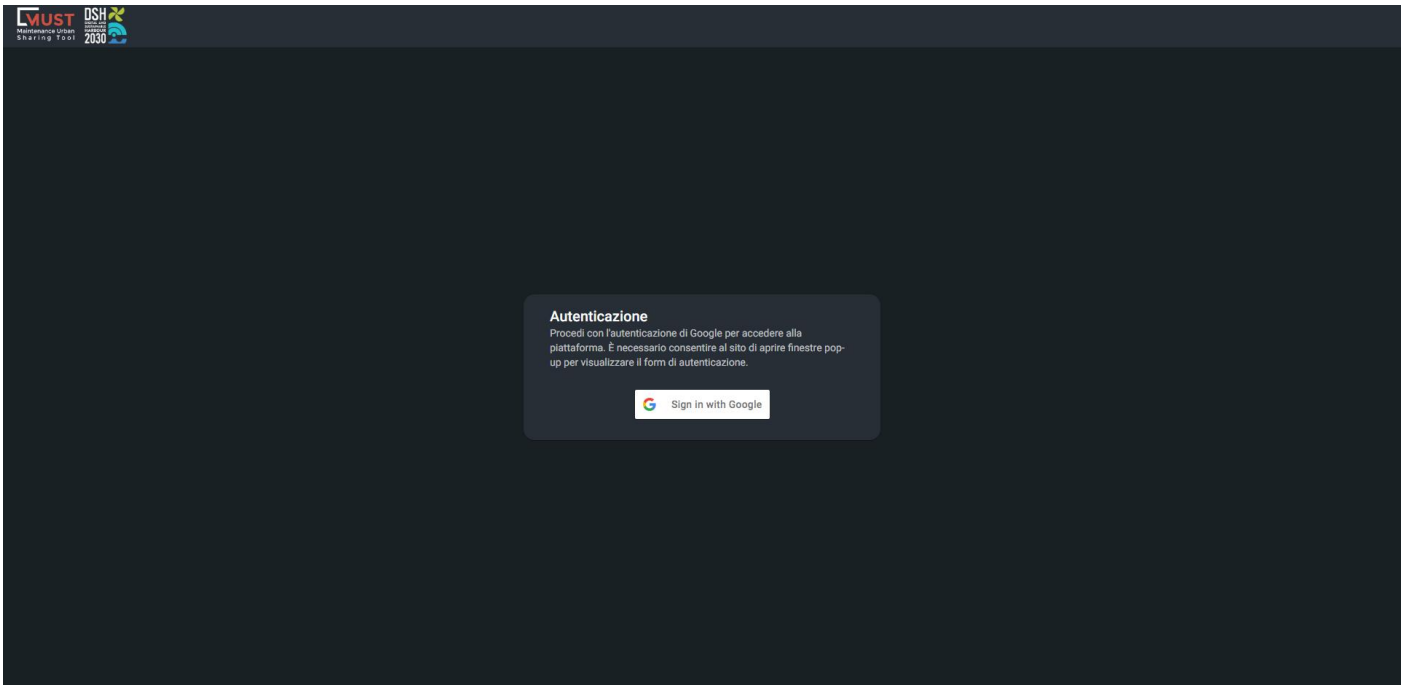
L’applicazione per la gestione delle segnalazioni

Il link alla dashboard per la gestione della segnalazione:

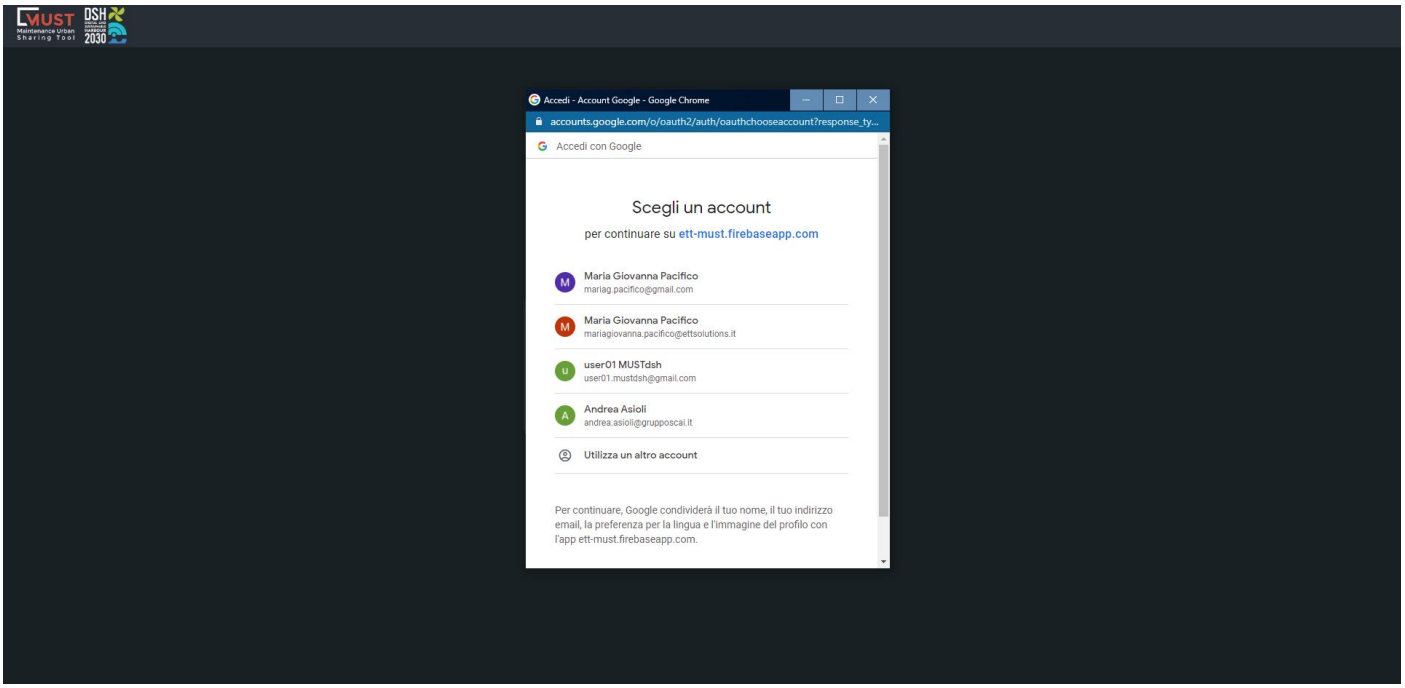
https://dashboard.digitalsustainableharbour.it/servizi/must/#/segnalazioni



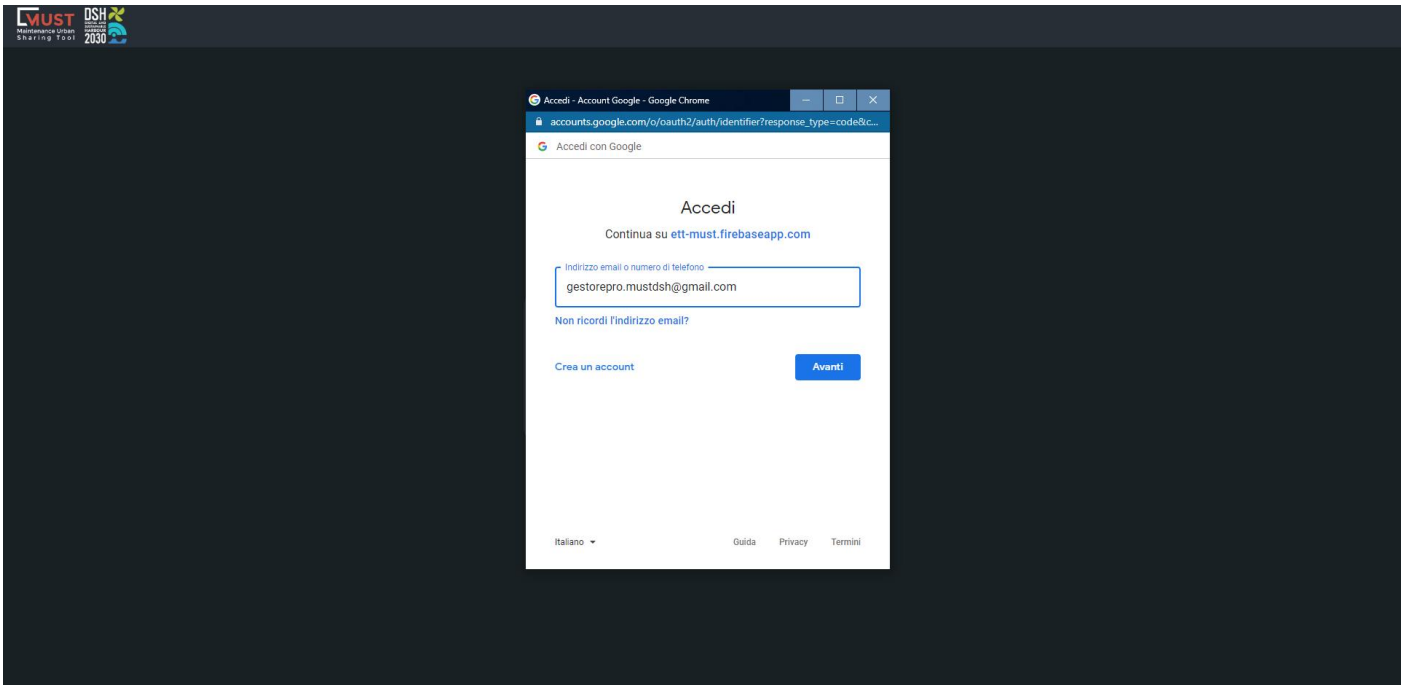




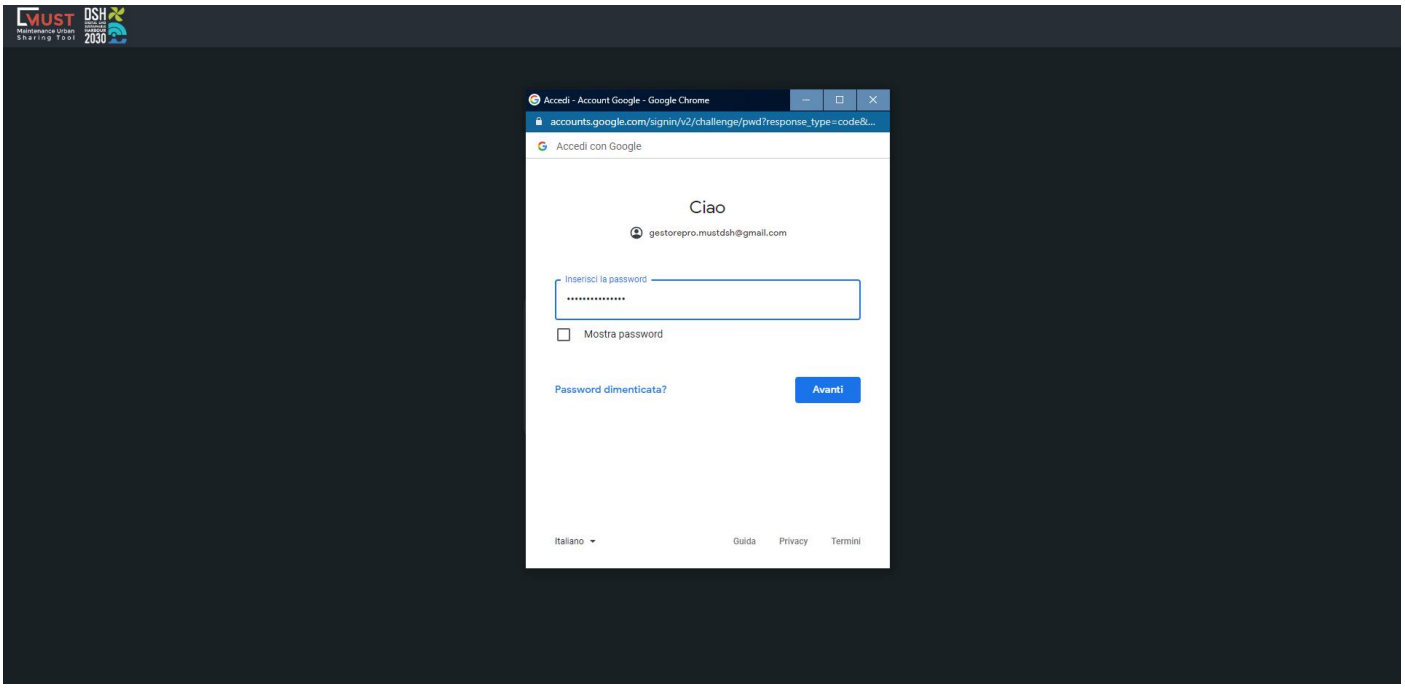
La log in avviene attraverso un account di Google fornito dalla società ETT che ha delle abilitazioni specifiche all'utilizzo della dashboard: solo gli utenti abilitati possono accedervi e solo gli utenti pro sono abilitato ad ogni tipo di flusso.



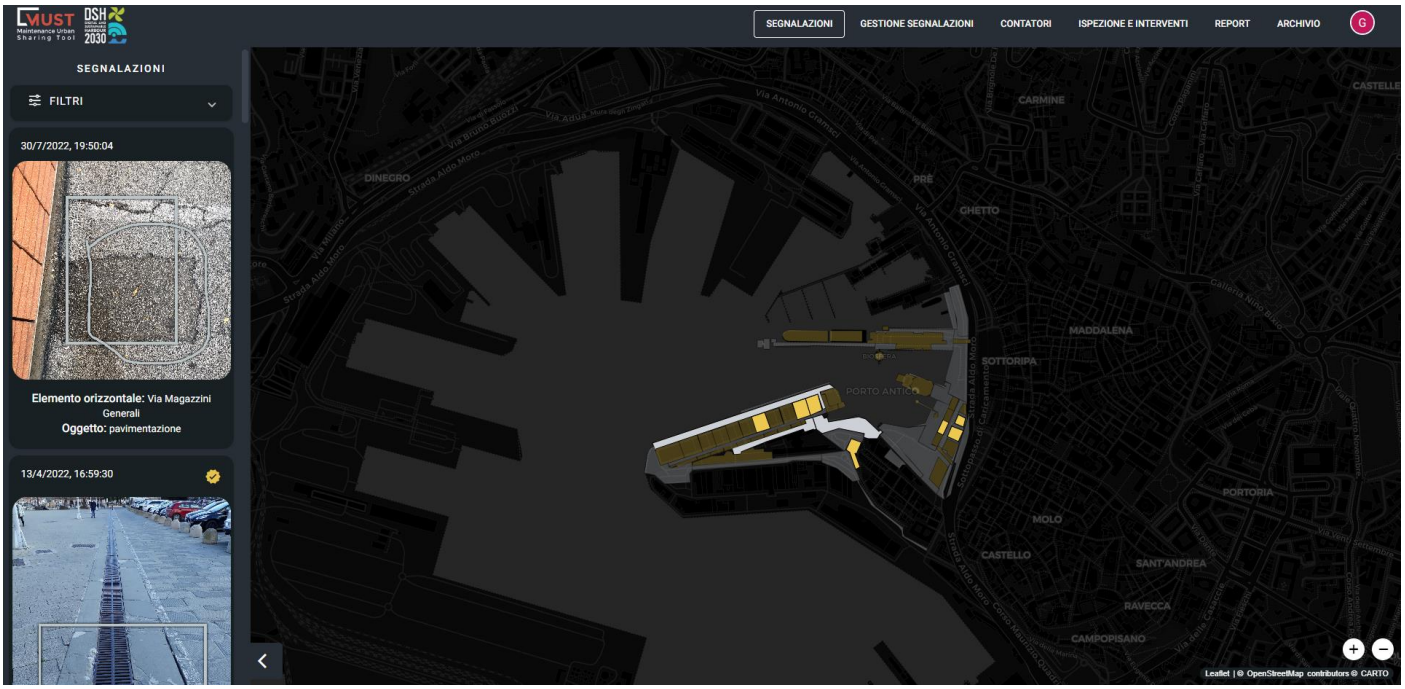
Quindi il secondo passaggio consiste nell'inserimento dell'account abilitato.



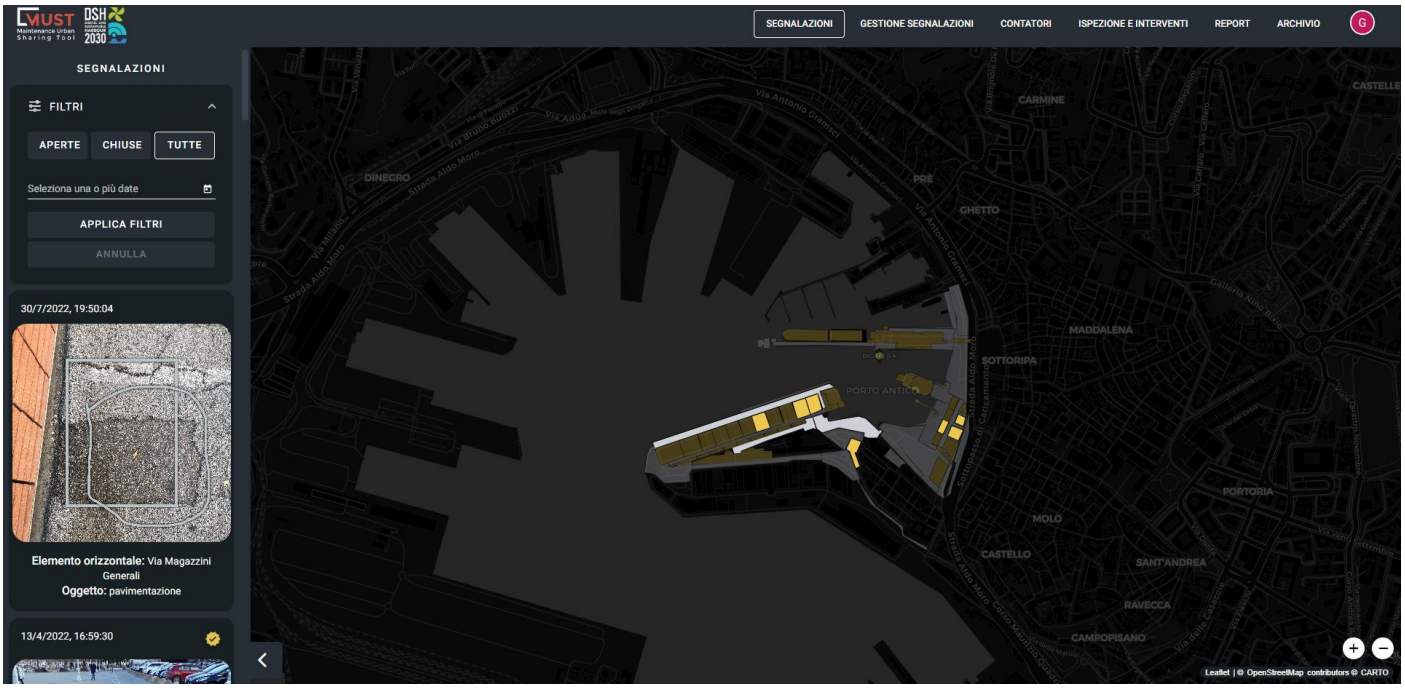
Inserimento dello user name.



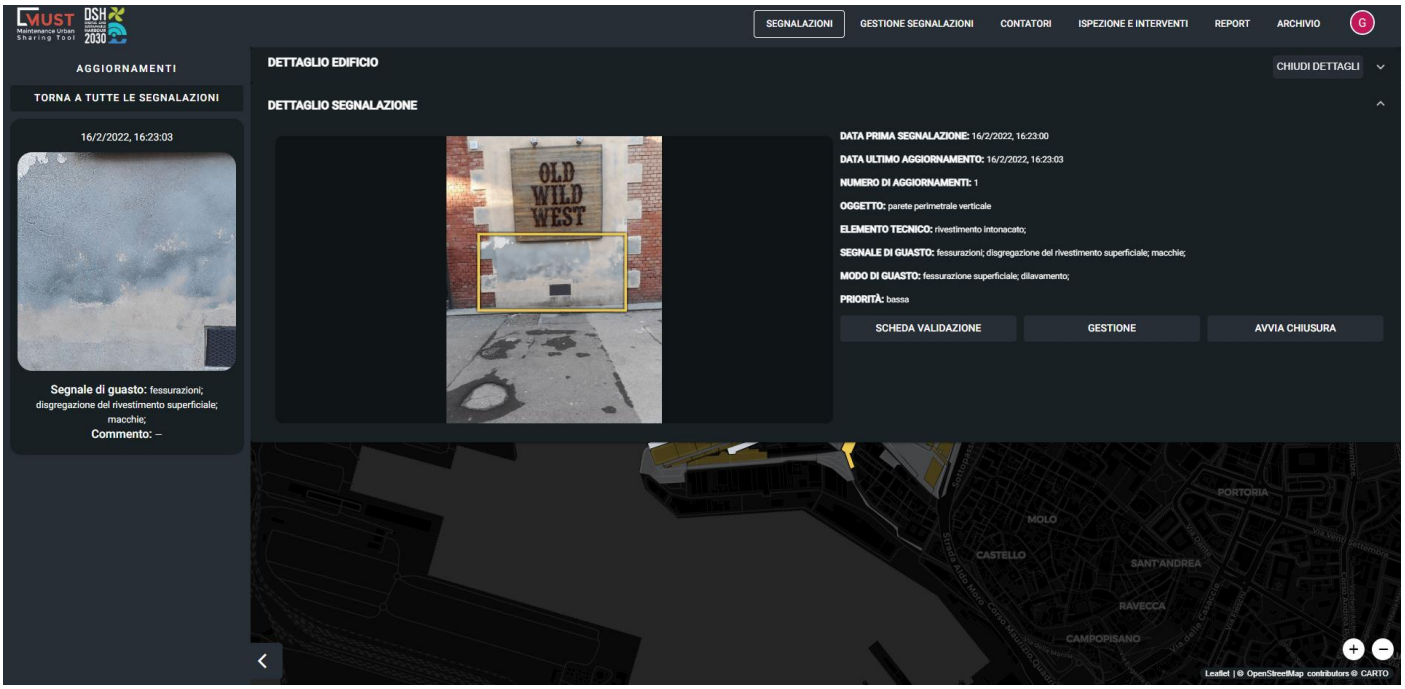
Inserimento della password fornita.



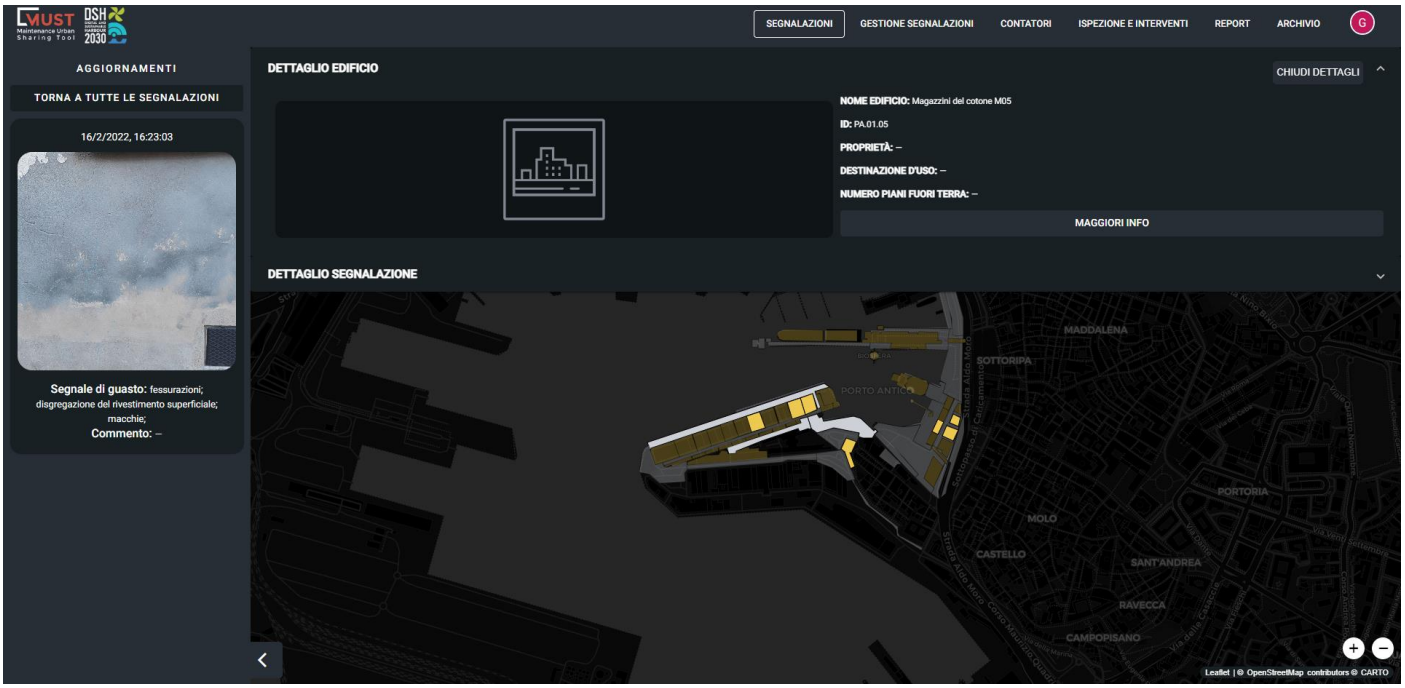
All’accesso sarete indirizzati alla pagina principale della dashboard che rende visibili tutte le segnalazioni ricevute attraverso l’applicativo mobile. Solo gli edifici con segnalazioni sono illuminati.



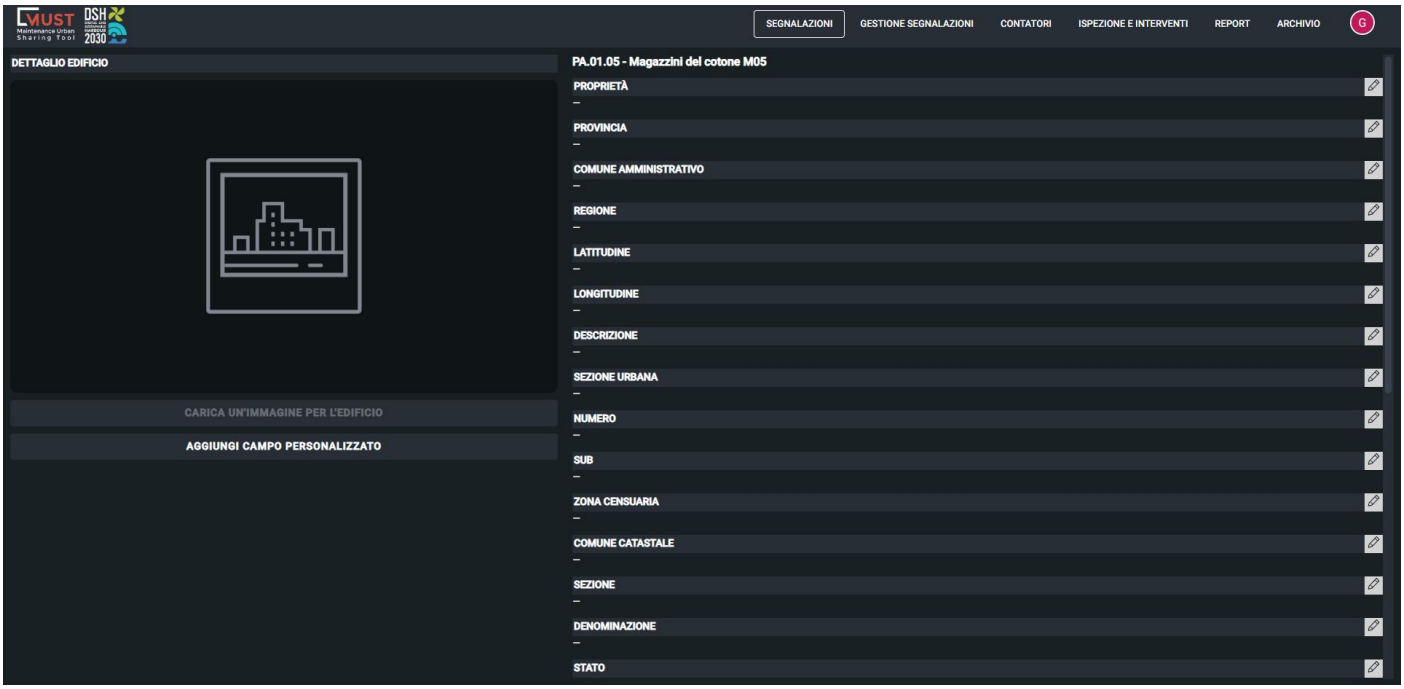
La side nav a sinistra, contiene tutte le segnalazioni ricevute. Attraverso il pannello filtri è possibile filtrare le segnalazioni tra *aperte, chiuse, tutte* e per segmento temporale.



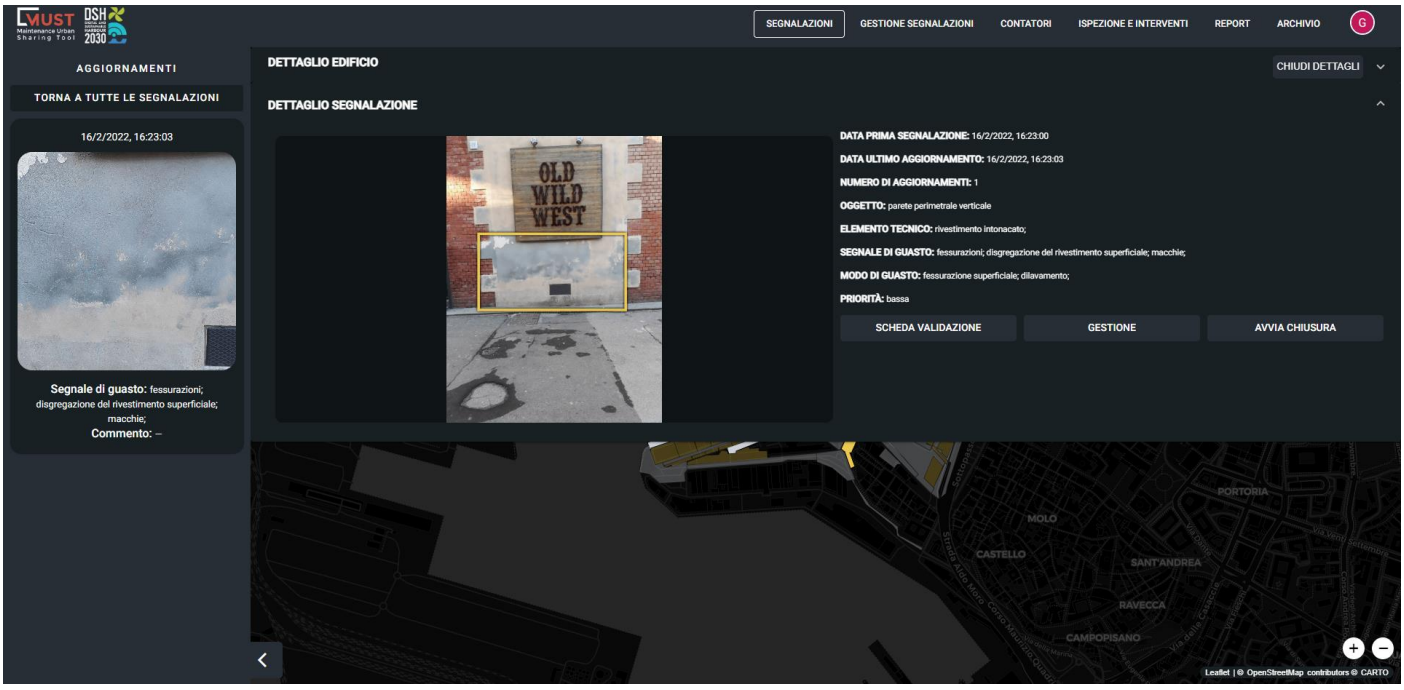
Cliccando sull'immagine a campo largo relativa alla segnalazione di guasto, si è indirizzati all'interno di una scheda di dettaglio del guasto. All'interno di questa sezione è possibile scorrere, all'interno della side nav, tutte gli aggiornamenti della segnalazione, e accedere alle funzioni: validazione, gestione, chiusura.



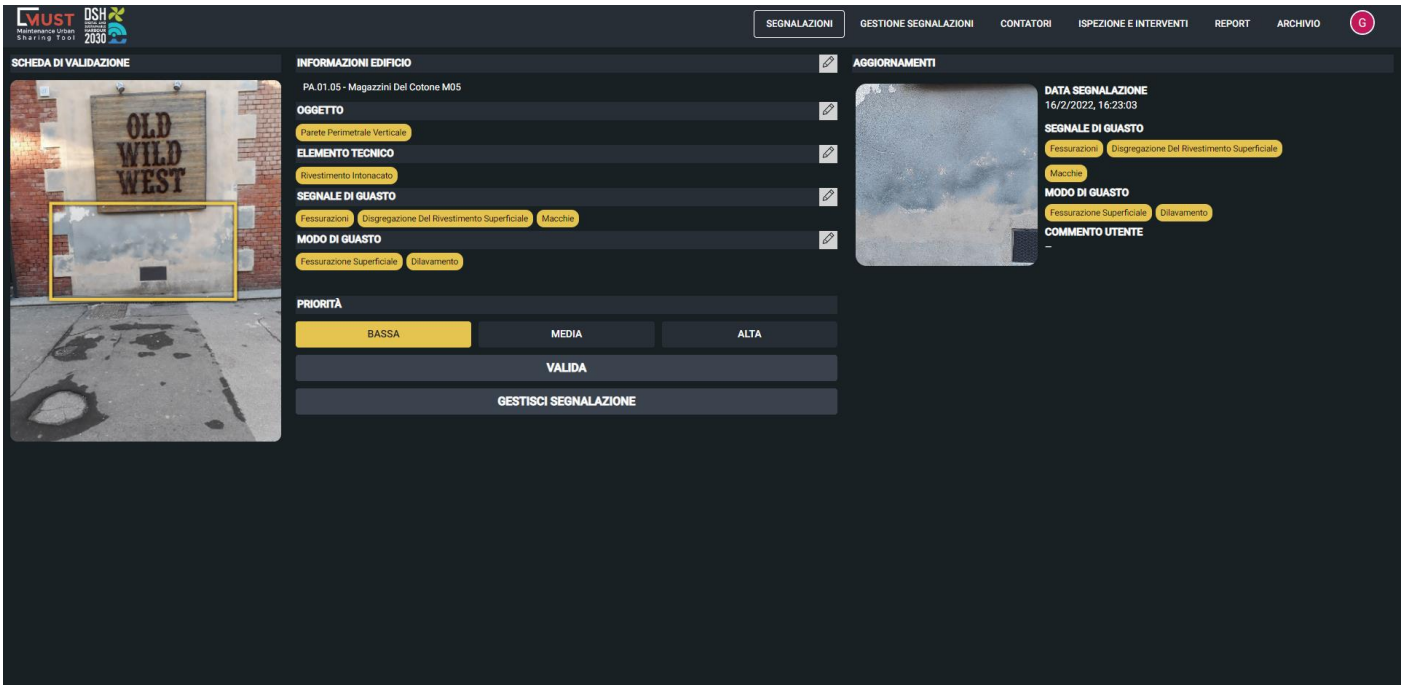
Cliccando su *dettaglio edificio* compare una scheda di dettaglio edificio che riporta alcune informazioni generali dell'edificio e una foto descrittiva.



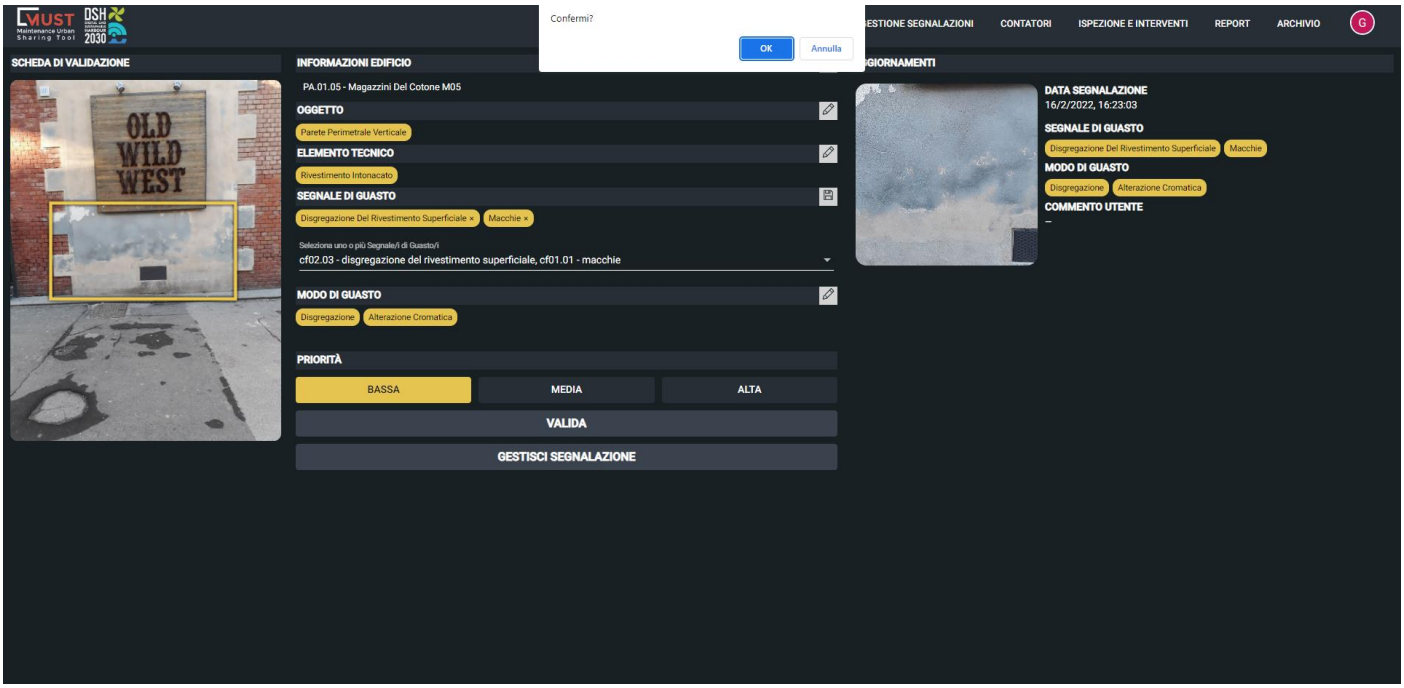
Il bottone *maggiori dettagli* indirizza ad una sezione specifica che consente di compilare dei campi riportanti le informazioni anagrafiche e tecniche dell'edificio, e di aggiungere una foto. E' anche possibile aggiungere dei campi, nel caso si necessiti di informazioni aggiuntive.



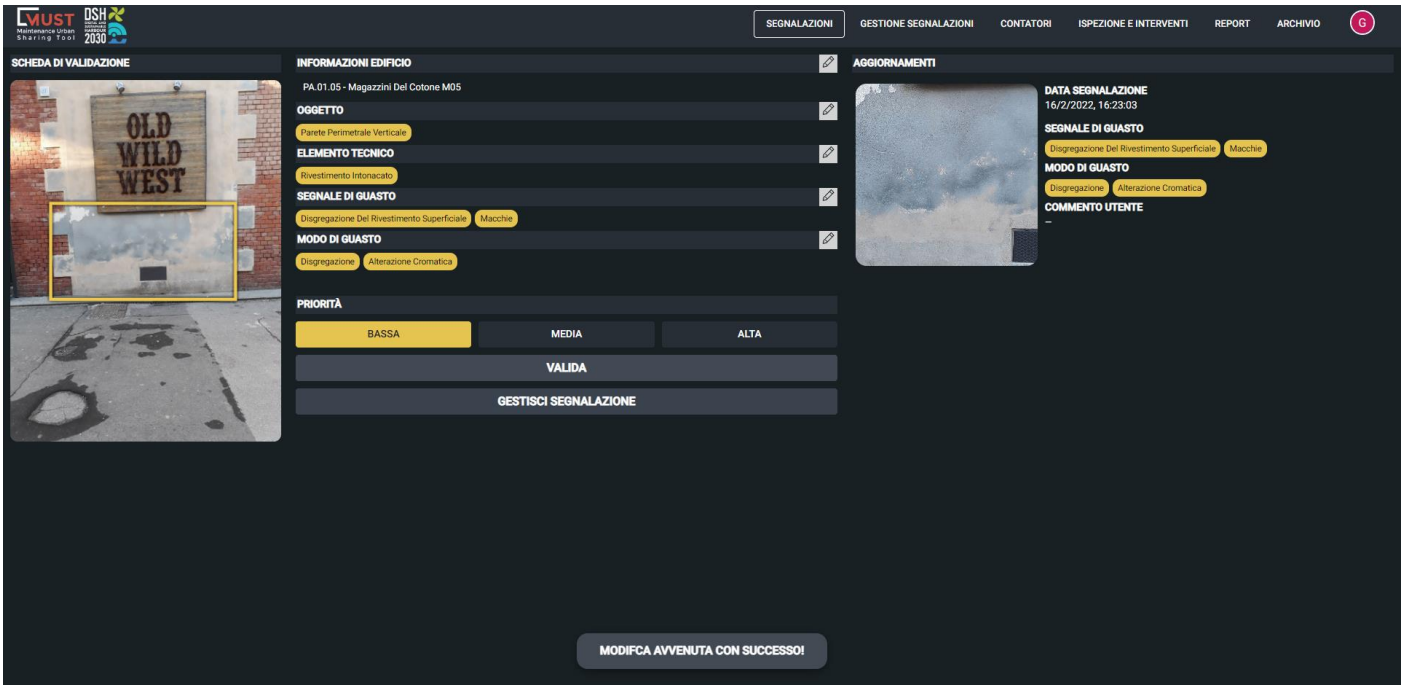
Ritornando nella scheda di dettaglio del guasto è possibile validare, gestire o chiudere la segnalazione, come vedremo nelle schermate di seguito.



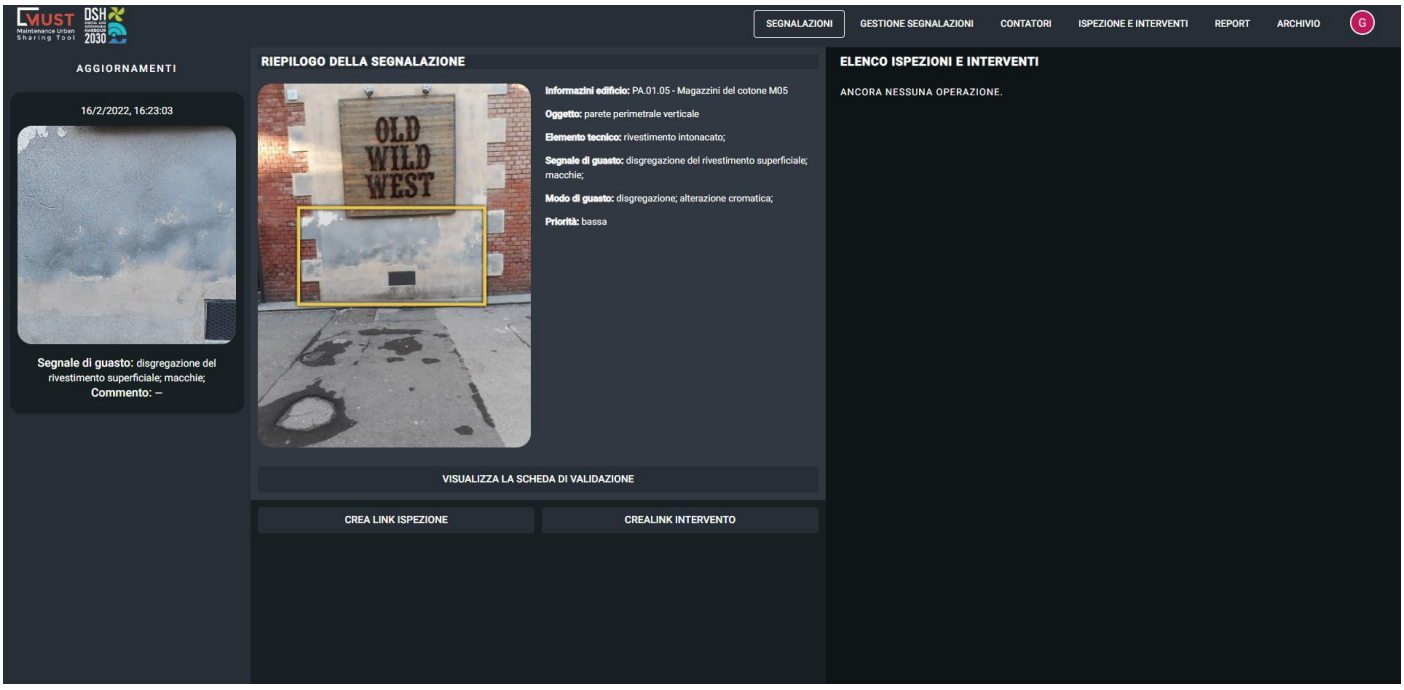
La scheda di validazione consente di validare una segnalazione ricevuta. Questa schermata è un riepilogo della segnalazione ricevuta dagli utenti e riporta sempre l'immagine di riferimento a campo largo e tutte le immagini di dettaglio con i tag associati.



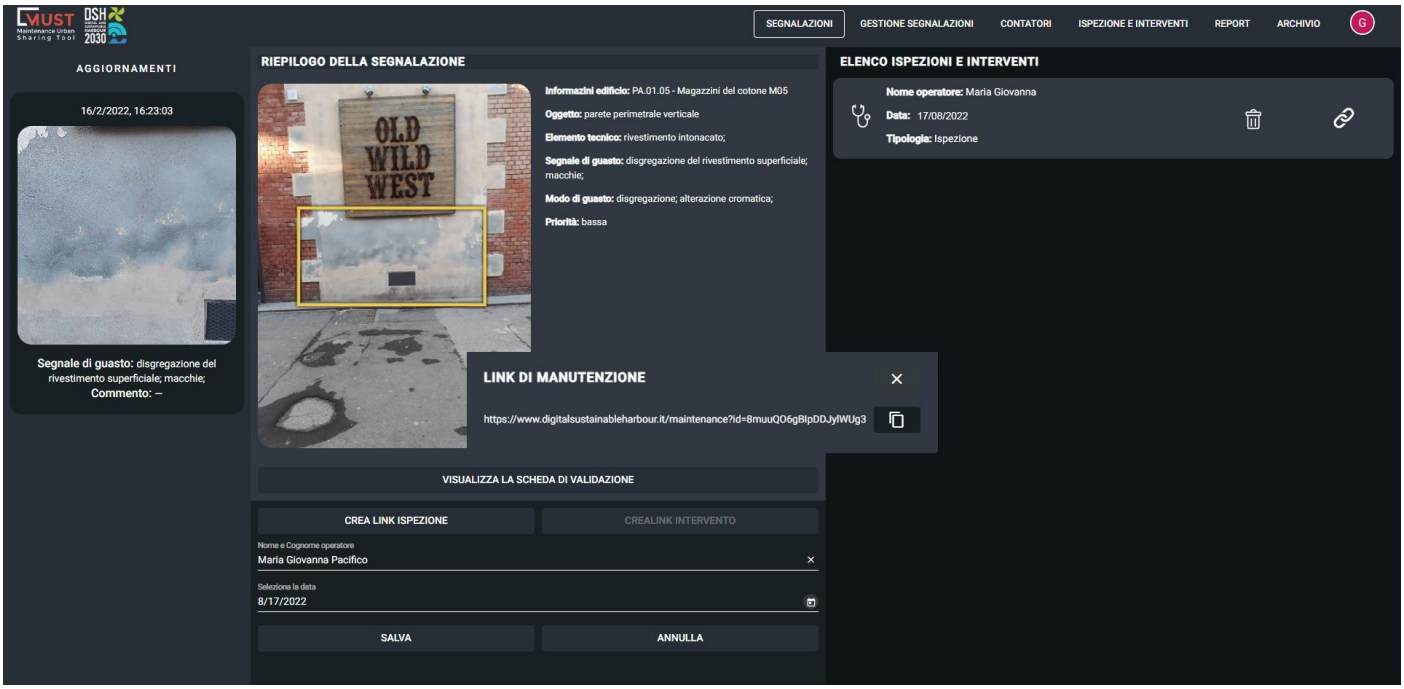
E' possibile *eliminare, aggiungere, modificare* ciascuno dei tag inseriti dagli utenti. All'atto del salvataggio della modifica il sistema vi chiede conferma dell'azione.



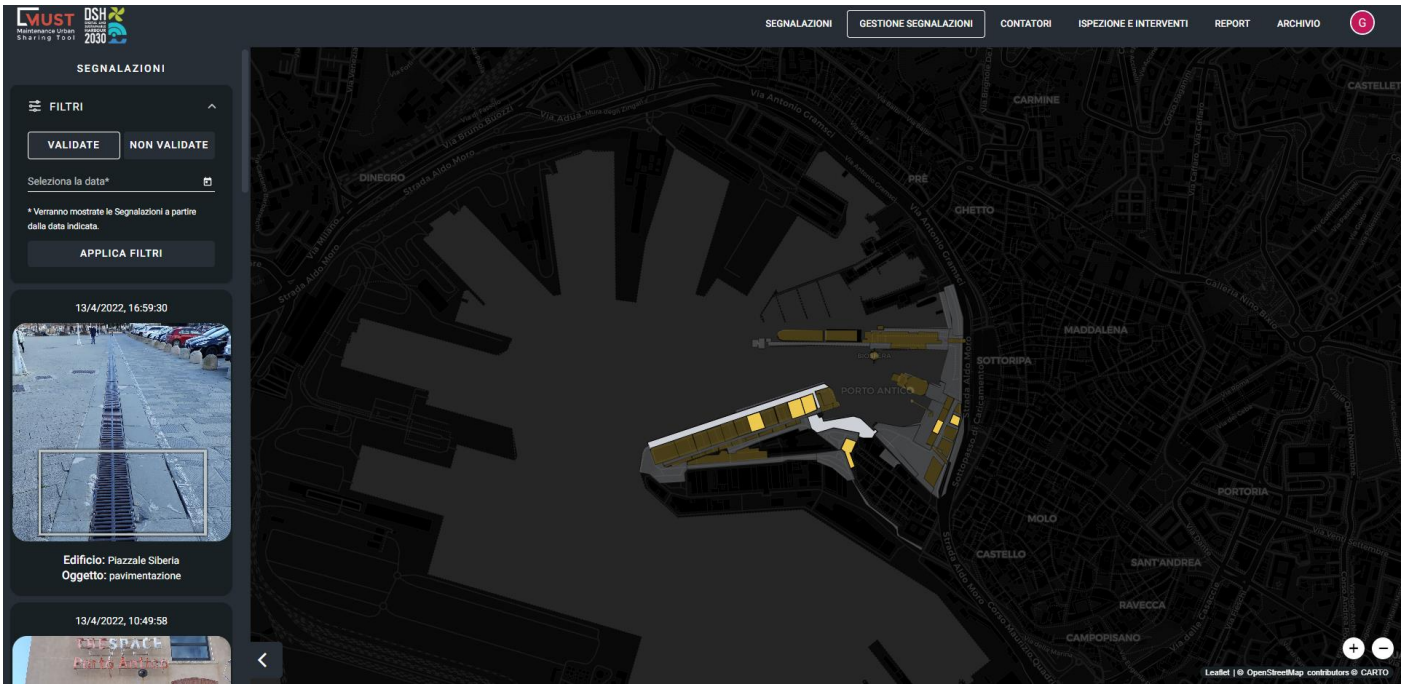
E’ sempre necessario assegnare una priorità e cliccare poi sul tasto valida.



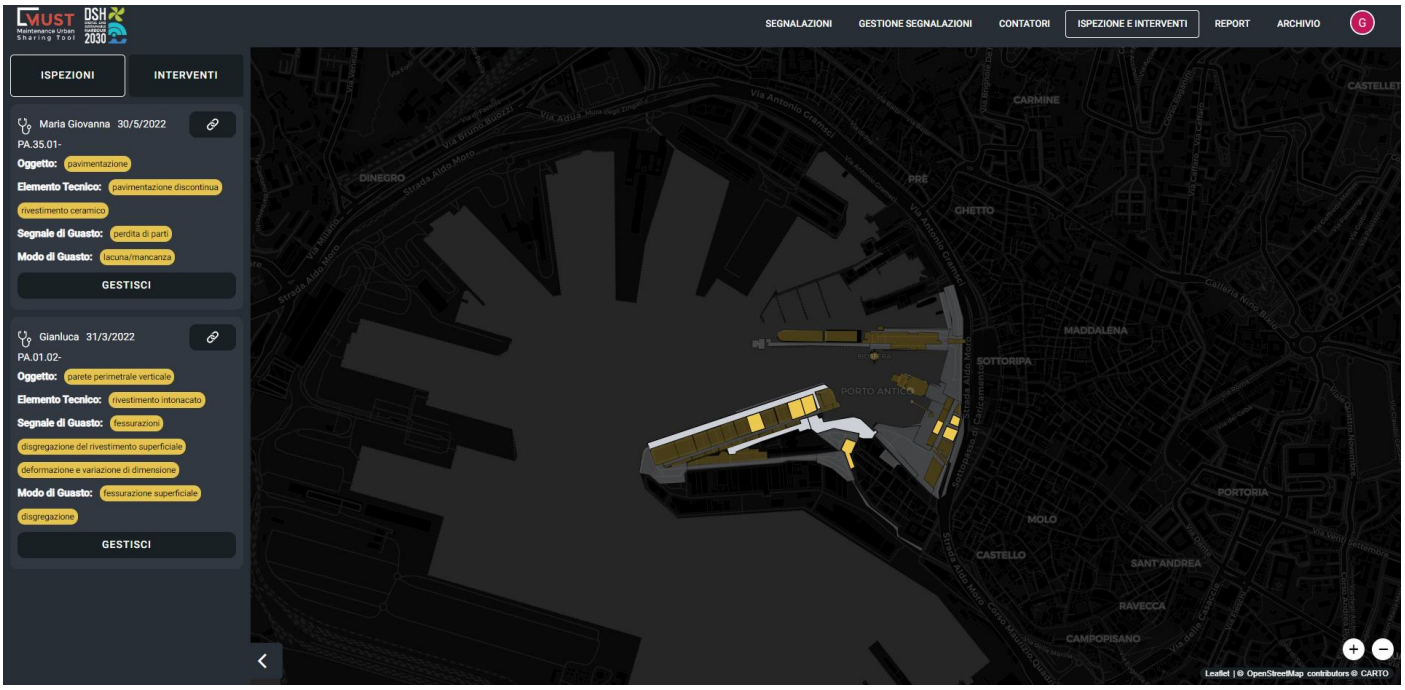
Validata la segnalazione è possibile gestirla, cliccando sul tasto *gestione della segnalazione* visibile nella schermata riportata di sopra. La gestione della segnalazione è operativa solo a seguito della validazione della segnalazione.



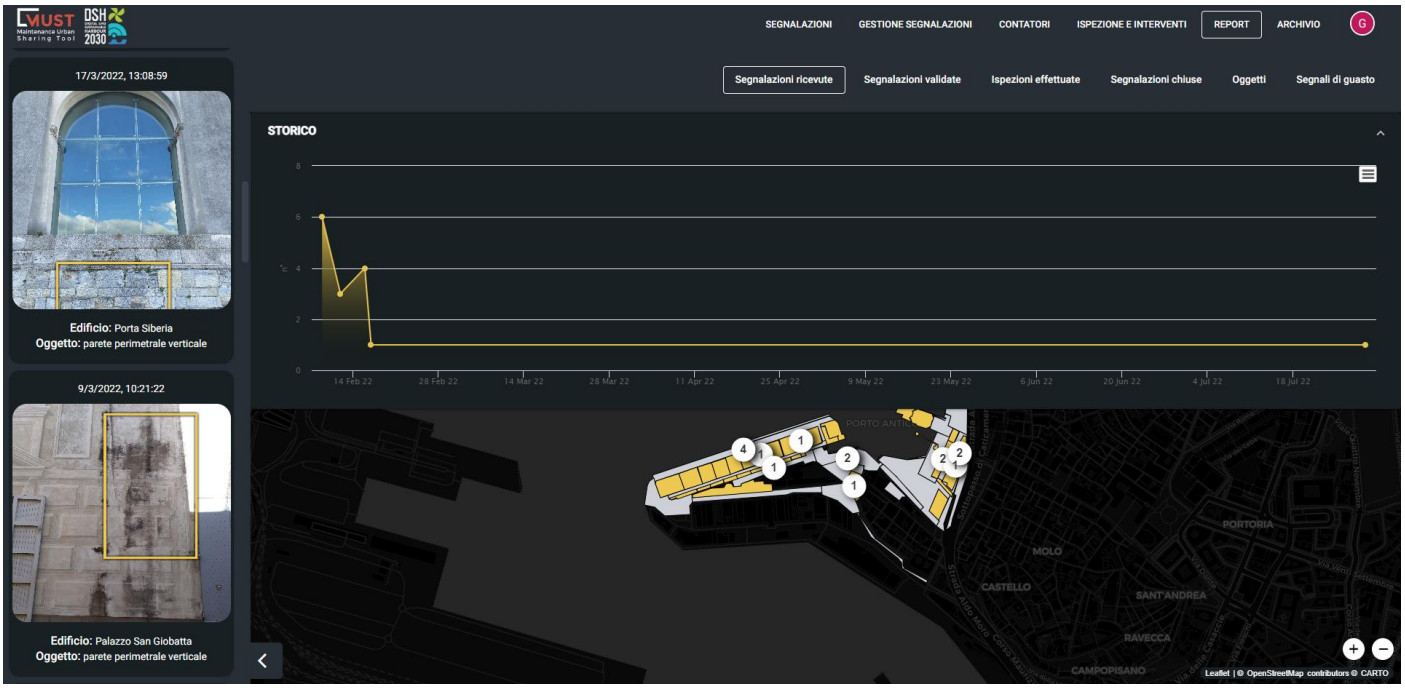
E’ possibile copiare il link di manutenzione attraverso il tasto copia e inviarlo all’operatore che, attraverso l’applicazione mobile, conoscerà sia la localizzazione che la tipologia e del guasto. Attraverso l’applicazione poi darà contezza dell’ispezione o dell’avvenuto intervento, inviando una foto con commento, che sarà inserita nel flusso delle schede di aggiornamento nella side nav.



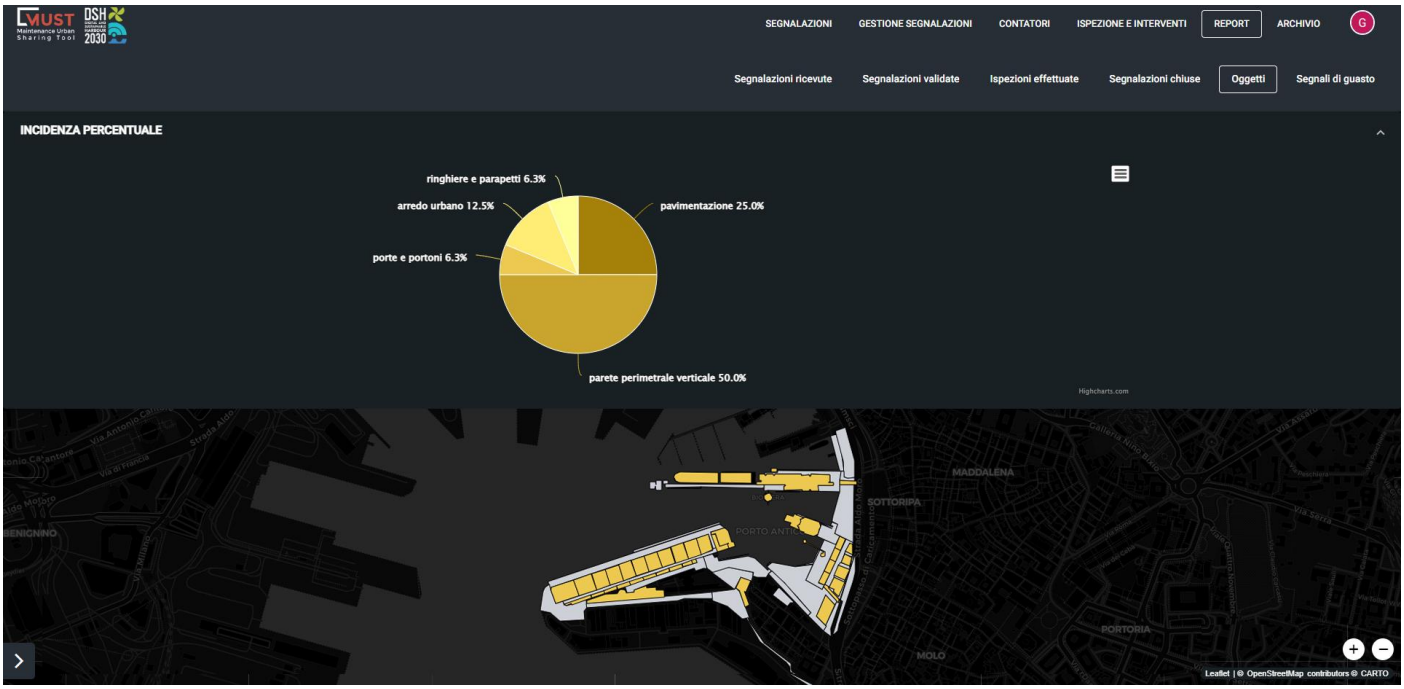
E’ possibile accedere alla sezione gestione delle segnalazioni attraverso la sezione *specifica gestione segnalazioni.*
Nella side nav sono visibili le segnalazioni già validate, attraverso il pannello filtri è possibile visualizzate anche le segnalazioni non ancora validate4, in modo tale da procedere alla validazione e quindi gestione delle stesse in maniera efficace.
E’ sempre possibile, cliccando su un edificio specifico, visualizzare solo le sue specifiche Segnalazioni.



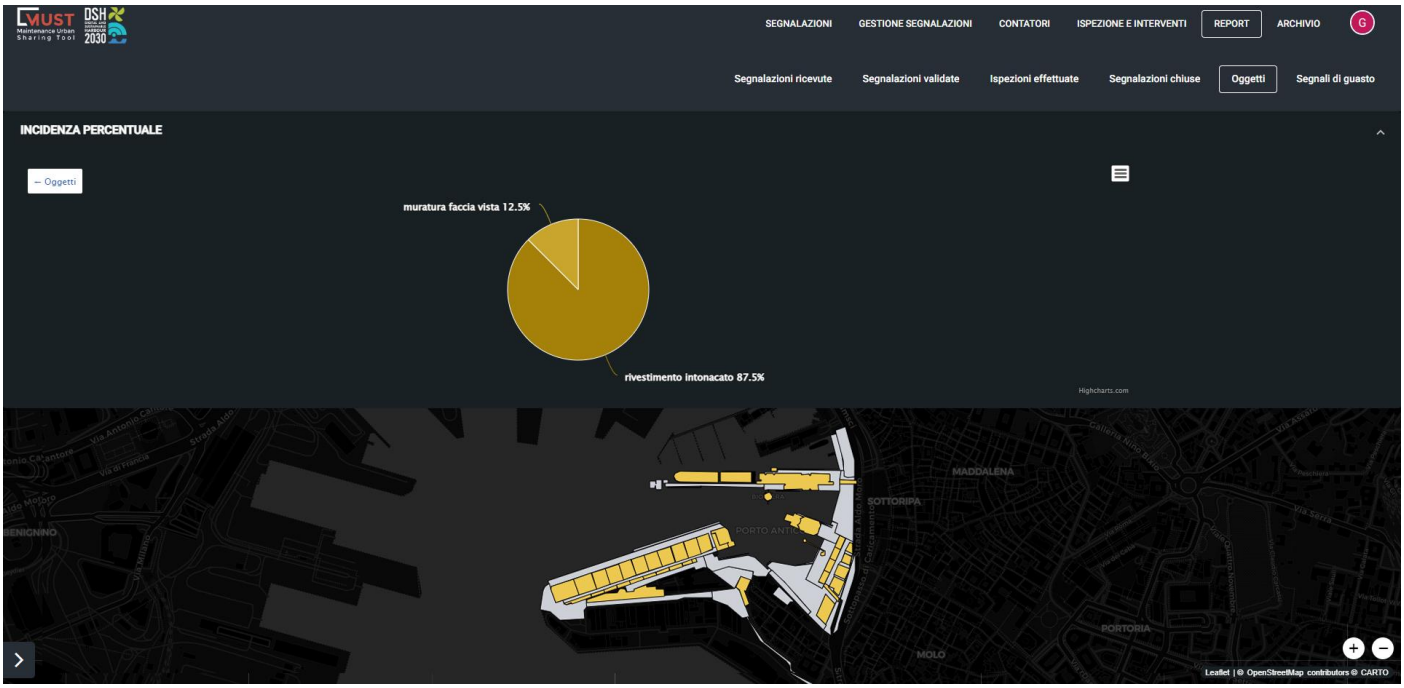
E’ possibile rivedere l’elenco delle ispezioni e degli interventi richiesti. Sarà poi successivamente possibile filtrare quelli conclusi e quelli invece ancora aperti.



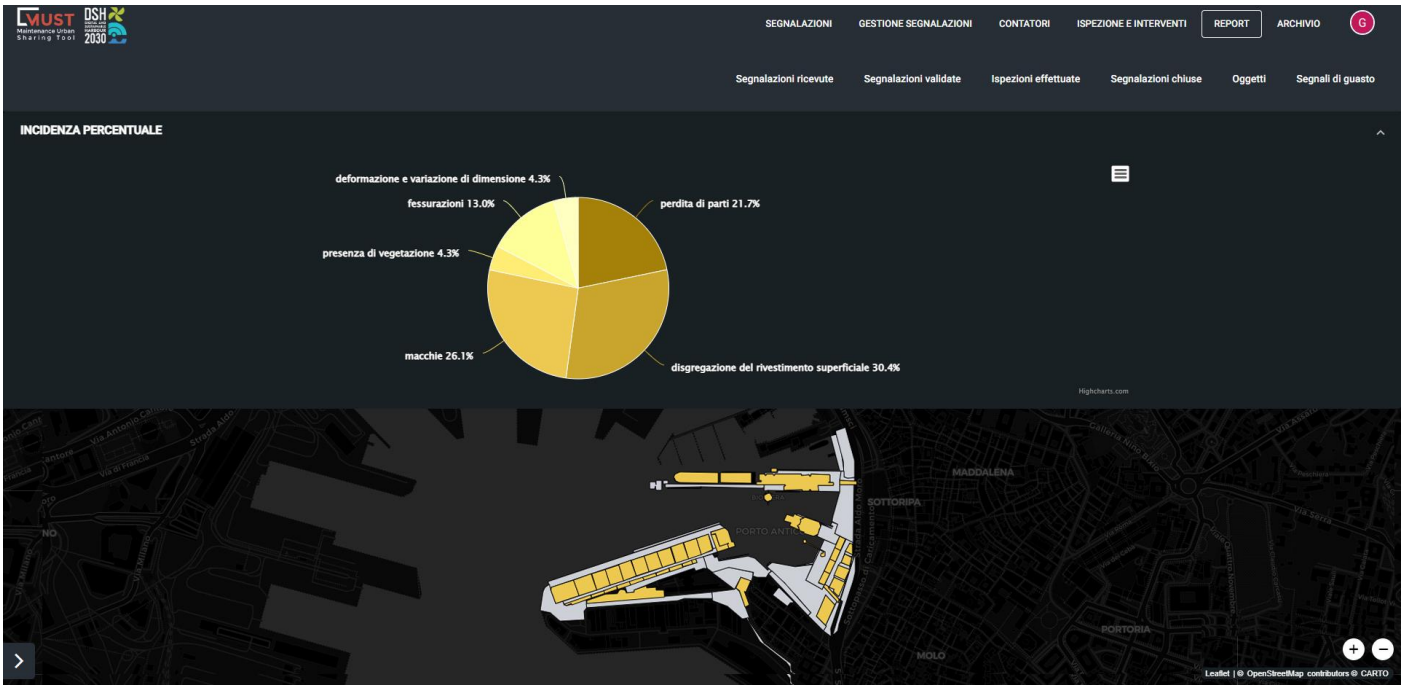
La sezione reportistica ci permette di navigare attraverso le segnalazioni ricevute, validate, ispezioni effettuate, segnalazioni chiuse.



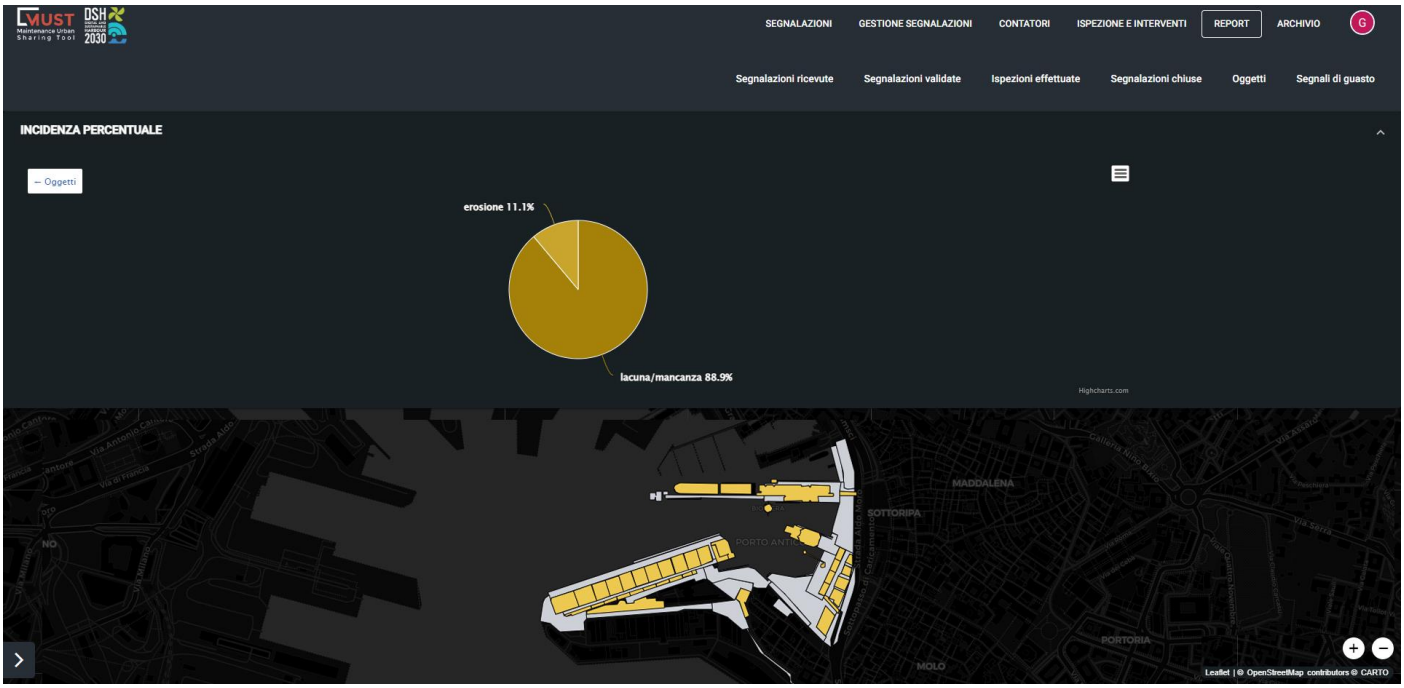
E’ inoltre possibile avere contezza degli oggetti dell’asset maggiormente interessati dai guasti.



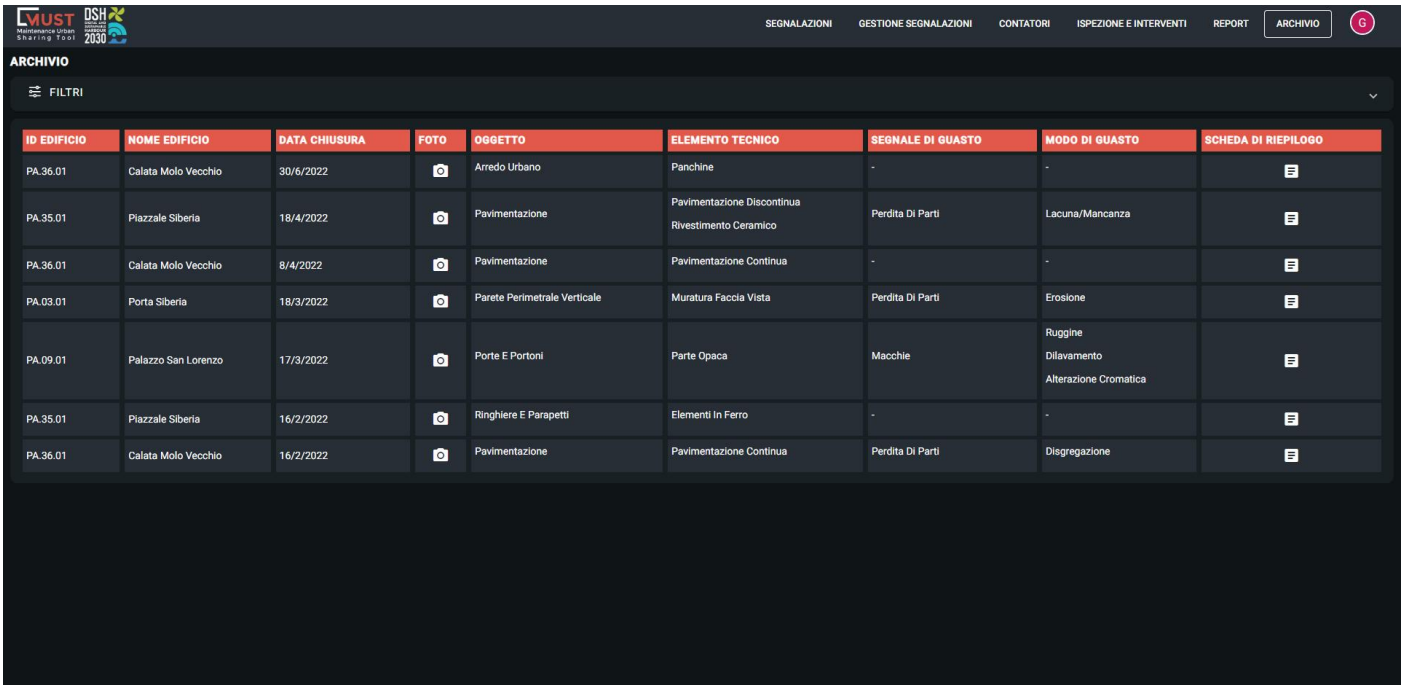
Cliccando su una macrocategoria della torta riportata nell’immagine sopra è possibile conoscere anche quali sono gli elementi specifici maggiormente interessanti dai guasti.



E’ inoltre possibile avere contezza delle macro-categorie di guasto maggiormente presenti.

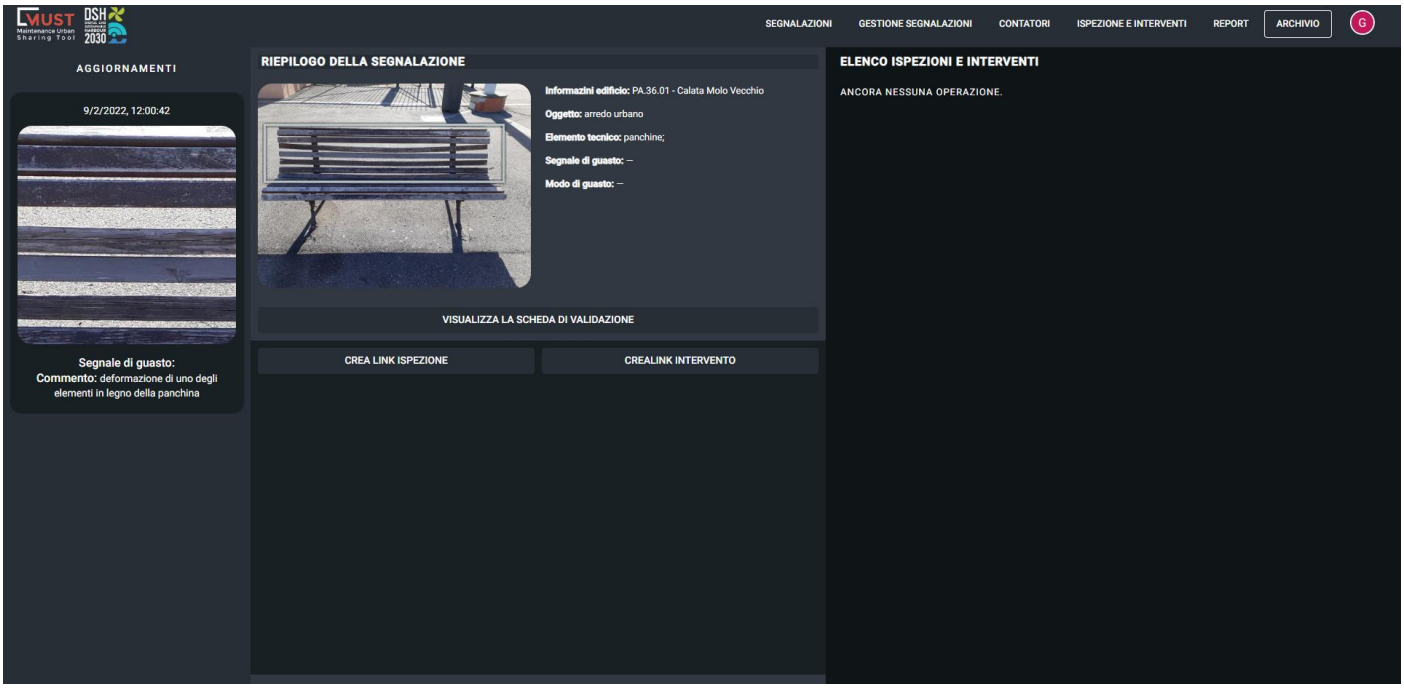


Cliccando su una macrocategoria della torta riportata nell’immagine sopra è possibile conoscere anche la distribuzione delle categorie di guasto maggiormente presenti.

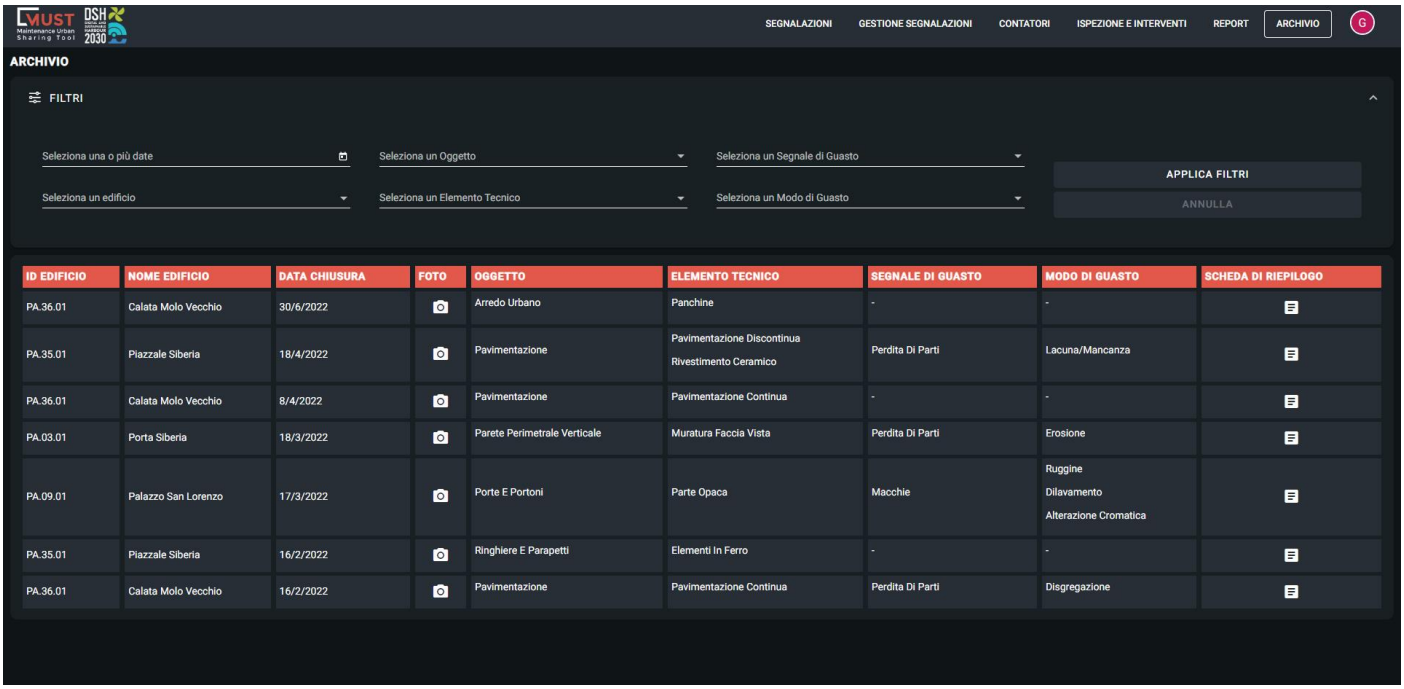


ID EDIFICIO	NOME EDIFICIO	DATA CHIUSURA	FOTO	OGGETTO	ELEMENTO TECNICO	SEGNALE DI GUASTO	MODO DI GUASTO	SCHEDA DI RIEPILOGO
PA.36.01	Calata Molo Vecchio	30/6/2022		Arredo Urbano	Panchine	-	-	
PA.35.01	Piazzale Siberia	18/4/2022		Pavimentazione	Pavimentazione Discontinua Rivestimento Ceramico	Perdita Di Parti	Lacuna/Mancanza	
PA.36.01	Calata Molo Vecchio	8/4/2022		Pavimentazione	Pavimentazione Continua	-	-	
PA.03.01	Porta Siberia	18/3/2022		Parete Perimetrale Verticale	Muratura Faccia Vista	Perdita Di Parti	Erosione	
PA.09.01	Palazzo San Lorenzo	17/3/2022		Porte E Portoni	Parte Opaca	Macchie	Ruggine Dilavamento Alterazione Cromatica	
PA.35.01	Piazzale Siberia	16/2/2022		Ringhiere E Parapetti	Elementi In Ferro	-	-	
PA.36.01	Calata Molo Vecchio	16/2/2022		Pavimentazione	Pavimentazione Continua	Perdita Di Parti	Disgregazione	

Infine tutte le segnalazioni chiuse confluiscono in un archivio.



Possiamo accedere alla scheda di riepilogo.



Possiamo filtrare le segnalazioni chiuse per data, edificio, elementi tecnici e guasti

