



Ricerca di Sistema elettrico

## Piattaforma PELL: avvio all'uso sperimentale del PELL IP e progettazione del PELL Edifici Scuole

Blaso L., Brutti A., Clemente P., Fumagalli S., Gessa N., Giovinazzi  
S., Giuliani G., Gozo N., Moretti F., Pollino M., Pizzuti S., Rosato V.  
Zinzi M.

Piattaforma PELL: avvio all'uso sperimentale del PELL IP e progettazione del PELL Edifici Scuole

Blaso L., Brutti A., Clemente P., Fumagalli S., Gessa N., Giovinazzi S., Giuliani G., Gozo N., Moretti F., Pollino M., Pizzuti S., Rosato V., Zinzi M. (ENEA)

Dicembre 2019

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - I annualità

Obiettivo: Tecnologie

Progetto: Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali

Work package 1: Local Energy District

Linea di attività: 27 - Ricognizione ed avvio sperimentale all'uso della piattaforma PELL: dati statici

Responsabile del Progetto: Claudia Meloni, ENEA

Responsabile del Work package: Claudia Meloni, ENEA

Si ringrazia Cellili A. che, in qualità di tirocinante ENEA, ha dato un supporto importante alla preparazione dell'overview su tecniche e strumento per monitoraggio strutturale

## Indice

SOMMARIO .....	5
1 INTRODUZIONE .....	6
2 PIATTAFORMA URBAN BIG DATA .....	9
2.1 ARCHITETTURA .....	9
2.1.1 <i>Caratteristiche Hardware</i> .....	10
2.2 HADOOP E COMPONENTI .....	10
2.2.1 <i>Spark</i> .....	12
2.2.2 <i>Zookeeper</i> .....	12
2.2.3 <i>Hbase</i> .....	13
2.2.4 <i>Hive</i> .....	14
2.2.5 <i>Pig</i> .....	15
2.2.6 <i>SBT</i> .....	15
2.2.7 <i>Oozie</i> .....	15
2.2.8 <i>Phoenix</i> .....	16
2.2.9 <i>Storm</i> .....	17
2.2.10 <i>Kudu</i> .....	17
2.2.11 <i>Kafka</i> .....	18
2.2.12 <i>Stack ELK (ElasticSearch-Logstash-Kibana)</i> .....	19
2.2.13 <i>Sqoop</i> .....	20
2.2.14 <i>Parquet</i> .....	21
2.2.15 <i>Zeppelin</i> .....	21
2.2.16 <i>Hue</i> .....	22
2.2.17 <i>Flume</i> .....	22
2.2.18 <i>Mahout</i> .....	22
2.3 BROKER .....	22
2.3.1 <i>MQTT</i> .....	23
2.3.2 <i>Mosquitto</i> .....	23
2.3.3 <i>PELL Bridge</i> .....	26
3 PIATTAFORMA PUBLIC ENERGY LIVING LAB: PELL IP .....	28
3.1 AVVIO ALL'UTILIZZO DELLA PIATTAFORMA PELL IP .....	30
3.1.1 <i>Registrazione al PELL</i> .....	31
3.1.2 <i>Sezione Ticketing</i> .....	33
3.1.3 <i>Sezione FAQ</i> .....	35
3.1.4 <i>Sezione Download</i> .....	37
3.1.5 <i>Ottimizzazione della visualizzazione dei KPI statici</i> .....	41
3.2 SUPPORTO AI GESTORI PER LA REDAZIONE DI SCHEDE CENSIMENTO PELL IP .....	50
3.3 DATA MODEL PELL IP .....	56
3.4 PROGETTAZIONE E SVILUPPO INIZIALE DEI SERVIZI DINAMICI PER I COMUNI ED I GESTORI .....	58
3.5 PARTECIPAZIONE A GRUPPI DI LAVORO DI ENTI NORMATIVI NAZIONALI, EUROPEI E INTERNAZIONALI NEL SETTORE DELL'ILLUMINAZIONE .....	62
4 PIATTAFORMA PUBLIC ENERGY LIVING LAB: PELL EDIFICI .....	64
4.1 SCHEDA CENSIMENTO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO .....	67
4.1.1 <i>Scheda censimento Sezione Sistema Edificio-Impianto</i> .....	68
4.1.2 <i>Dati minimi di compilazione per la Sezione Sistema Edificio Impianto</i> .....	81
4.2 KPI DI RIFERIMENTO PER PELL EDIFICI SCUOLE SEZIONE SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO .....	83
4.3 SCHEDA CENSIMENTO PER LA VULNERABILITÀ SISMICA DELLE SCUOLE .....	86
4.3.1 <i>Vulnerabilità e sicurezza sismica delle scuole: norme e responsabilità</i> .....	86
4.3.2 <i>Revisione di strumenti schedografici esistenti</i> .....	87
4.3.3 <i>Integrazioni allo strumento schedografico PELL-EDIFICI per verifiche di vulnerabilità sismica</i> .....	88
4.4 REVISIONE DI APPROCCI E STRUMENTI OPERATIVI PER IL MONITORAGGIO STRUTTURALE E SISMICO .....	95
4.4.1 <i>Tipologie di sensori</i> .....	96

4.5	POTENZIALITÀ E OBIETTIVI PER L'INTEROPERABILITÀ TRA LE PIATTAFORME CIPCAST E PELL .....	98
4.5.1	<i>EISAC.it e il sistema di supporto alle decisioni CIPCast</i> .....	98
4.5.2	<i>Interoperabilità tra piattaforme CIPCast e PELL e monitoraggio sismico diffuso: obiettivi</i> .....	100
4.6	SCHEDA PELL EDIFICI SCUOLE .....	102
4.7	PROPOSTA DI SCHEMA MACROFUNZIONALE PELL EDIFICI SCUOLE .....	125
4.7.1	<i>Finalità del prodotto: Piattaforma Software</i> .....	125
4.7.2	<i>Descrizione degli stakeholder ed utenti finali</i> .....	125
4.7.3	<i>Tipologia del cliente/utente finale</i> .....	126
4.7.4	<i>Descrizione dei servizi offerti</i> .....	127
4.7.5	<i>Casi d'uso: Descrizione e fruibilità dei servizi</i> .....	131
4.8	PdR UNI E SVILUPPO DELLE DYNAMIC-LINK LIBRARY DEL TOOL LENICALC V.3 .....	135
4.8.1	<i>LENICALC Application Programmer's Interface (API)</i> .....	137
4.8.2	<i>Help di LENICALC</i> .....	139
5	CONCLUSIONI .....	140
6	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	142



## Sommario

*Il rapporto tecnico descrive l'attività svolta nell'ambito dei Servizi Urbani, con particolare attenzione rivolta alle infrastrutture pubbliche energivore quali, gli impianti di Illuminazione Pubblica e gli Edifici Pubblici Scolastici.*

*In questa annualità è proseguito lo sviluppo della piattaforma software verticale PELL (<https://www.pell.enea.it>), che ha visto l'avvio all'uso del PELL IP, da parte dei Gestori degli Impianti di Illuminazione Pubblica, per la sola parte statica (produzione e caricamento delle schede censimento) ed la creazione della Piattaforma Urban Big Data, per la raccolta e la gestione dei dati dinamici provenienti dagli impianti che saranno allacciati. Sono stati inoltre realizzati i servizi utili all'utilizzo del PELL IP, quali la registrazione, il ticketing, le FAQ, la sezione download, etc.. ed è stata pubblicata la nuova release della "Specificazione di contenuto di riferimento PELL Illuminazione pubblica - versione 1.1 (4 dicembre 2019)" AgID.*

*Nell'ambito del PELL edifici, è stata completata la Scheda Censimento PELL Edifici Scuole, per la raccolta standardizzata delle informazioni di consistenza delle scuole, che è stata ricondotta a due macro sezioni quali, la sezione del Sistema Edificio impianto e la sezione del Sistema di Vulnerabilità Sismica, oltre alle informazioni di carattere generale, di destinazione d'uso, del profilo di utilizzo, etc.*

*Inoltre, è stata portata in inchiesta pubblica la Prassi di riferimento UNI (PdR UNI) di supporto al software LENICALC (v.3), per il quale sono state realizzate le DLL in prospettiva della sua futura implementazione nella Piattaforma PELL Edifici. È proseguita l'attività svolta da ENEA nell'ambito normativo e di standardizzazione nazionale ed internazionale.*

## 1 Introduzione

ENEA ha da diversi anni avviato attività di ricerca e sviluppo volte a promuovere modelli gestionali e percorsi riqualificativi più innovativi e strutturati per quelle infrastrutture particolarmente energivore e/o strategiche a consentire un'amministrazione più efficiente ed efficace dei contesti urbani e territoriali.

ENEA, forte peraltro dell'elevato e veloce progresso tecnologico che ha servito ad amministratori pubblici, mercato, stakeholder, governance e cittadini su di un piatto d'argento e senza via di scampo soluzioni tecnologiche particolarmente efficaci, ha avviato lo sviluppo di modelli gestionali e di servizi innovativi caratterizzati e concretizzabili grazie alla loro adozione.

Le soluzioni digitali, in particolare, hanno permesso ad ENEA di mettere in pratica il principio "Conoscere per gestire e innovare", adottato quale fil rouge delle sue attività di ricerca per promuovere quell'innovazione dei processi gestionali di infrastrutture e servizi, rendendoli idonei ad interventi di rigenerazione urbana in chiave Smart city.

ENEA si è difatti focalizzata prima sulla costruzione di schede censimento standardizzate nella quali far confluire quei dati la cui conoscenza è ritenuta imprescindibile ad una gestione efficiente ed efficace delle infrastrutture urbane strategiche, poi sull'impostazione e costruzione di una piattaforma idonea a raccogliarli per ottimizzarne, valorizzarne e capitalizzarne il possesso e l'utilizzo.

Partendo dalla pubblica illuminazione – quale infrastruttura particolarmente energivora prima ma particolarmente strategica poi all'attivazione di processi di rigenerazione urbana in chiave "Smart City" – ENEA ha "costruito" un Network dei soggetti direttamente ed indirettamente coinvolti nella gestione e innovazione del servizio e del suo asset.

Il Network, "Lumiere&PELL", ha raggruppato e coinvolto tutti gli stakeholder direttamente e indirettamente coinvolti nei processi gestionali ed innovativi urbani e, guidati da ENEA, ha sviluppato la scheda censimento per la pubblica illuminazione, il data model quale modello di riferimento per la raccolta dei dati e la piattaforma Pell per la loro amministrazione e valorizzazione.

Il PELL, quale piattaforma digitale è un tipico e attuale prodotto di sintesi tra innovazione tecnologica e nuove opportunità gestionali, e costituisce lo strumento ideale per applicare quel principio che vede nella "conoscenza" di infrastrutture, servizi, esigenze e criticità la chiave d'accesso e di successo della rigenerazione urbana in veste Smart City.

La Smart city altro non è che quella città che, forte della conoscenza del suo "stato di fatto" si rigenera per arrivare a quello che vorrebbe fosse il suo nuovo "look" grazie all'introduzione di nuovi servizi che, resi possibili dalle nuove tecnologie e modelli gestionali delle sue infrastrutture strategiche rispondono alle esigenze del suo territorio, amministratori, mercato e cittadini considerati in un preciso momento storico.

Il PELL, quale piattaforma software verticale (<https://www.pell.enea.it>) di raccolta, organizzazione, gestione, elaborazione, integrazione e valutazione dei dati, replicabile ad altre infrastrutture chiave, risponde alla necessità di una conoscenza uniforme ed aggiornata dell'infrastruttura, dei suoi consumi e costi oltre che alla sempre maggiore richiesta di trasparenza e monitoraggio sulla qualità delle prestazioni e tipologia dei servizi offerti.

In questa logica, il Progetto PELL si pone l'obiettivo di conoscere per gestire ed innovare gli impianti di Illuminazione Pubblica (prima applicazione) partendo dal loro censimento, grazie alla definizione di un formato standard di acquisizione dei dati (Data model PELL IP- AgID) a partire dal quale alimentare la piattaforma PELL che si appresta a diventare operativa sia come infrastruttura/piattaforma informatica per la raccolta standardizzata dei dati statici e dinamici delle infrastrutture pubbliche energivore sia come tool di valutazione e monitoraggio dell'infrastruttura e del servizio offerto mediante l'elaborazione dei dati e fornitura di KPI.

La scelta strategica dell'ENEA, di sviluppare e diffondere l'uso della Piattaforma PELL su scala nazionale, si sta dimostrando vincente in quanto i principali stakeholder del settore dell'illuminazione Pubblica (prima applicazione) credono nell'efficacia di questo strumento e nell'importanza che una piattaforma nazionale, realizzata da un ente super partes come l'ENEA, possa essere lo strumento giusto per il nuovo processo, in chiave smart city, della gestione, interoperabilità e condivisione delle infrastrutture pubbliche energivore.

Proseguendo quindi le attività avviate nel PAR 2015-2017 e PAR 2018, questa annualità è stata determinante per il raggiungimento di un importante obiettivo, per il PELL IP, che ha visto l'avvio all'uso della piattaforma, da parte dei gestori che si sono aggiudicati i lotti del Bando Consip Servizio Luce 4.

Questo obiettivo lo si è potuto raggiungere grazie all'implementazione della Piattaforma PELL IP, alla realizzazione dei servizi di supporto all'uso della Piattaforma (Ticketing, FAQ, sezione download documenti, sezione della registrazione, etc...), all'aggiornamento della specifica di contenuto tecnico PELL IP AgID, che hanno quindi permesso la messa in servizio, **per la sola parte statica del PELL IP** (inteso come caricamento della scheda censimento e calcolo dei KPI statici) per gli utenti esterni (Gestori e Comuni).

Questa fase iniziale di avvio ha visto, e vedrà anche in futuro, un grosso lavoro di supporto a Sviluppatori e Gestori degli impianti IP che si apprestano ad aderire al PELL.

Parallelamente, dovendo cominciare a predisporre l'avvio all'utilizzo del PELL IP per la parte dinamica, la cui messa in servizio è prevista al termine della terza annualità (2021), è stata avviata la creazione della piattaforma Urban Big Data (UBD), che ha lo scopo di fornire un sistema di acquisizione ed elaborazione dei dati urbani, gli Urban Dataset (UD) in modo sicuro, veloce, affidabile e scalabile. La necessità di dotarsi di una piattaforma UBD è stata una scelta strategicamente cruciale per gestire l'elevata mole di dati, provenienti dagli impianti IP allacciati, che arriverà alla Piattaforma PELL con l'invio dei dati dinamici (grandezze elettriche ed energetiche).

Per UBD si intende un'architettura software costituita da una serie di componenti che abilitano metodologie di immagazzinamento ed elaborazione su moli di dati e con efficienza non facilmente raggiungibili attraverso sistemi basati su database tradizionali. La piattaforma UBD si inserisce nel contesto PELL in quanto svolge il ruolo di immagazzinamento dati trasversale sui vari contesti in cui il PELL va a calarsi: l'illuminazione pubblica in prima battuta, gli edifici successivamente, per poi estendersi ad ulteriori scenari. I principali componenti della piattaforma UBD sono il file system distribuito basato su Hadoop e tutti i relativi componenti e il middleware di interfacciamento con l'esterno per la ricezione dei dati basato su broker MQTT.

In questa annualità è proseguita anche l'attività del PELL Edifici Scuole, ancora iniziale nella sua fase di progettazione, che ha visto la definizione della scheda censimento PELL Edifici Scuole nelle due principali sezioni che la costituiscono:

- **Sezione relativa al sistema edificio-impianto.** A valle delle attività del triennio precedente, e delle collaborazioni con Università e stakeholder di riferimento, si è giunti ad una versione definitiva della scheda censimento, ossia delle informazioni statiche (ovvero con aggiornamento annuale) relative ad un dato edificio scolastico. La scheda consta attualmente di 12 sotto schede, con le quali si intende caratterizzare ogni edificio dal punto di vista: anagrafico, di utenza, dei consumi energetici per vettore e per servizio, delle caratteristiche costruttive del manufatto, degli impianti energetici (alimentati da fonti fossili e/o rinnovabili) presenti. Contestualmente è stato fatto uno screening dei dati minimi affinché un dato edificio possa essere inserito sulla piattaforma, esigenza manifestatasi come necessario compromesso tra la difficoltà nel reperire tutti i dati richiesti, inevitabile spesso in edifici vetusti, e un numero sufficiente per poter erogare uno standard adeguato di servizi a supporto. È stato inoltre predisposto l'elenco definitivo dei KPI di riferimento, atti a caratterizzare la qualità termica ed energetica dell'edificio; obiettivo delle prossime annualità sarà quello di individuare dei metodi di classificazione per ognuno di tali indicatori.
- **Sezione sulla vulnerabilità sismica.** Il cui obiettivo è di voler rispondere, tra le altre cose all'esigenza che hanno tutte le scuole (anche quelle edificate in zone a più bassa sismicità) di raccogliere dati finalizzati alla dimostrazione dei criteri finalizzati a supportare valutazioni di vulnerabilità sismica. Questa sezione del PELL si propone, inoltre, come piattaforma per la valutazione di indicatori dinamici relativi allo stato di salute e alla risposta dell'edificio a sollecitazioni sismiche (valutati a partire da dati raccolti da un sistema di monitoraggio a basso costo installato negli edifici). Infine, grazie all'interoperabilità con la piattaforma di supporto alle decisioni CIPCast (già messo a punto dall'ENEA nello scorso triennio di

attività della Ricerca di Sistema Elettrico, PAR 2015-2018) PELL Scuole consentirà la simulazione di scenari sismici a scala urbana e negli ambiti territoriali di pertinenza degli edifici scolastici.

Questa seconda sezione (vulnerabilità sismica) della scheda censimento, è stata aggiunta in questa annualità in quanto ci si è resi conto che, in fase di censimento di una infrastruttura pubblica (edifici, scuole etc.), valutare l'edificio oltre che dal punto di vista impiantistico, di consistenza del manufatto, della modalità d'uso etc.. anche dal punto di vista della vulnerabilità sismica, inserendo alcuni campi, posso dare un grandissimo valore aggiunto al censimento che si sta effettuando, senza aggiungere ulteriori costi ad una eventuale e successiva ricognizione che potrebbe essere fatta, in questo ambito, in un momento successivo.

È importante ricordare che il censimento di una infrastruttura pubblica, oltre ad avere una connotazione strategica per la conoscenza e la gestione della stessa, ha anche un ruolo fondamentale per eventuali e/o successivi opere di intervento di riqualificazione che possono avvenire sia dal punto di vista energetico che di messa in sicurezza sismica. Conoscere anticipatamente lo "stato" di un edificio può aiutare l'amministrazione Pubblica nella programmazione degli interventi e della relativa distribuzione dei fondi economici per realizzarli.

Inoltre, sempre nell'ambito del PELL Edifici Scuole, è stato predisposto una prima bozza dello schema funzionale per la piattaforma PELL Edifici Scolastici, individuando: le fasi principali del processo, il ruolo degli stakeholder, servizi disponibili, la gestione degli utenti. Questa prima bozza dello schema è tuttavia suscettibile di variazioni nella fase di sviluppo della progettazione e della realizzazione, variazioni legate a variabili di tipo tecnologico/gestionale e di convergenza con i principali stakeholder.

Sono state altresì sviluppate le Dynamic-link Library (DLL) del software LENICALC v.3 exe (completato nel PAR 2017) e sviluppate le specifiche delle variabili dei dati input/output nel formato XML, che saranno propedeutiche alla successiva implementazione di LENICALC v.3 sul portale WEB della piattaforma PELL sezioni edifici. In questo modo, il tool LENICALC diventerà uno dei servizi/strumenti messi a disposizione degli utenti del PELL Edifici.

Infine, è proseguita la partecipazione a gruppi di lavoro di enti normatori nazionali, europei ed internazionali nel settore dell'illuminazione (collaborazione con comitati di standardizzazione e normativa). All'interno di ciascun gruppo l'ENEA ha dato il proprio contributo a proposte, revisioni e stesura di norme e raccomandazioni tecniche nei relativi campi di competenza.

## 2 Piattaforma Urban Big Data

La piattaforma PELL IP è stata pensata per gestire **dati di tipo statico**, provenienti dal caricamento della scheda censimento XML (data model AgID) e relativi alle informazioni che descrivono la consistenza degli impianti, e di **dati di tipo dinamico**, provenienti dai file JSON che, con cadenza giornaliera, vengono inviati alla piattaforma PELL e relativi alle informazioni di tipo elettrico ed energetico sul funzionamento degli impianti allacciati al PELL.

Nel caso dei **dati dinamici**, i dati inviati al PELL vengono acquisiti con una cadenza di trenta minuti, durante le ore di funzionamento dell'impianto, e di sessanta minuti, durante le ore di non funzionamento dell'impianto.

Tenuto conto dell'elevata mole di dati dinamici che un impianto IP potrà inviare e se questa la moltiplichiamo per tutti gli impianti che, a regime, invieranno i dati dinamici giornalieri al PELL, risulta evidente come la scelta di dotare il PELL di una piattaforma orientata ai big data, quindi in grado di scalare in termini di prestazioni e di storage, sia strategicamente cruciale.

In particolare in questa annualità l'attività svolta, si è focalizzata sulla creazione della piattaforma Urban Big Data (UBD), declinata nella creazione e configurazione dell'ambiente Hadoop su server virtuali e nell'installazione e configurazione delle librerie e tool dell'ecosistema Apache ritenute utili. Inoltre è stata completata la predisposizione della UBD alla scalabilità in termini di storage e prestazioni.

### 2.1 Architettura

A livello architetturale la visione a lungo termine in cui si contestualizza la piattaforma UBD è il ruolo centrale per l'immagazzinamento dei dati provenienti dal PELL calato su diversi contesti.

La Figura 1 riepiloga la visione nell'arco del triennio del ruolo della piattaforma: uno o più broker saranno dedicati alla ricezione dei dati dei singoli PELL calati su ogni contesto, i quali produrranno degli UD modellati secondo le specifiche del contesto. I singoli PELL avranno il proprio ecosistema, dotato eventualmente anche di GUI (Graphic User Interface) e DB interni, la caratteristica comune è l'interfacciamento con i broker per l'invio dei dati raccolti in format standard, quindi compliant con i requisiti dell'UD (Urban Dataset) relativo allo scenario specifico. Il PELL Bridge fa da collettore ed orchestratore delle informazioni inviate ai broker, si prende carico della validazione dei dati e li inserisce nella piattaforma hadoop, dove avviene l'integrazione tra le diverse sorgenti di dato. La piattaforma Hadoop (*piattaforma* open source creata per gestire e immagazzinare un'elevata quantità di dati in maniera efficiente) consentirà infatti di prescindere dal tipo di formato e di sistema di immagazzinamento dati, consentendo di avere dati sia strutturati che non strutturati, e garantendo quindi flessibilità e scalabilità.

Il PELL Bridge inoltre consentirà l'interfacciamento con la Smart City Platform (SCP).

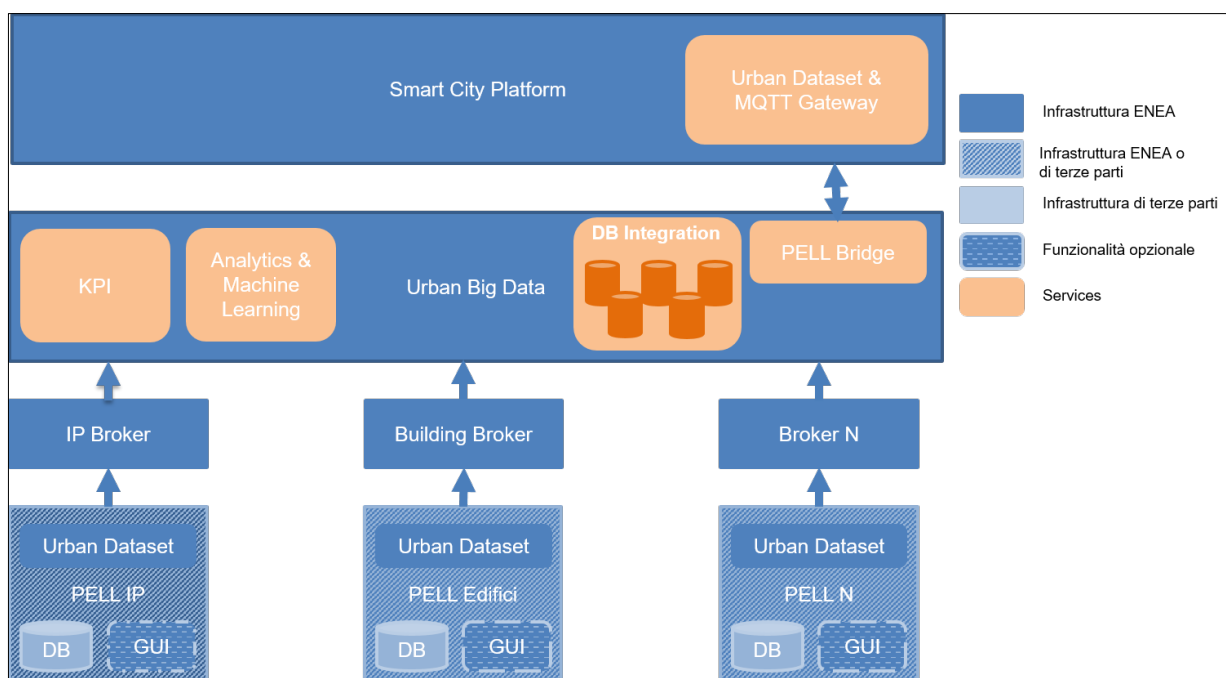


Figura 1. Piattaforma UBD. Architettura generale

### 2.1.1 Caratteristiche Hardware

La piattaforma è costituita – dal punto di vista hardware - da 5 server le cui configurazioni principali sono le seguenti:

- **Hadoop:** un Master e 4 Slave.
- **Spark:** un Master e 5 workers.

A questi componenti si affiancano molti altri, facenti parte del cosiddetto ecosistema Hadoop, di cui si riporta un dettaglio nel paragrafo 2.2.

Le componenti sono molte, ovviamente non tutte quelle disponibili in Apache Software Foundation, sono state scelte in quanto offrono funzionalità che sono, o che possono essere utili, nelle varie fasi del progetto.

Sono da sottolineare due aspetti:

- il software ASF è completamente open source e disponibile senza limitazioni;
- in ogni momento si può aggiungere un componente la cui compatibilità e armonizzazione con gli altri è assicurata da una corretta configurazione secondo gli standard ASF.

## 2.2 Hadoop e componenti

La piattaforma Hadoop/Yarn è stata completamente strutturata dal punto di vista di Network e di configurazione sistemistica.

In particolare le necessità elaborative, costituite dalla necessità di poter utilizzare la piattaforma come una risorsa di cloud interno, hanno richiesto la configurazione di diverse interfacce IP sulla rete 192.168.34.X, e la conseguente configurazione sistemistica di Hadoop.

La risorsa Hadoop è dunque utilizzabile da remoto, sempre intendendo con ciò i sistemi connessi alla 192.168.34.X, semplificando enormemente lo spostamento dei dati provenienti da flussi esterni, come quelli previsti dal broker MQTT.

In sostanza è estremamente semplice copiare un file da qualsiasi macchina direttamente nel file system HDFS del cluster.

Dal punto di vista tecnico, sono stati scelti i punti di mount in modo da utilizzare al meglio i dischi disponibili, sia da 2 TB che da 3 TB, scegliendo il fattore di replica pari a 2 per tutti i server.

In Figura 2 la Web GUI che Hadoop espone per il monitoraggio del sistema in esercizio.

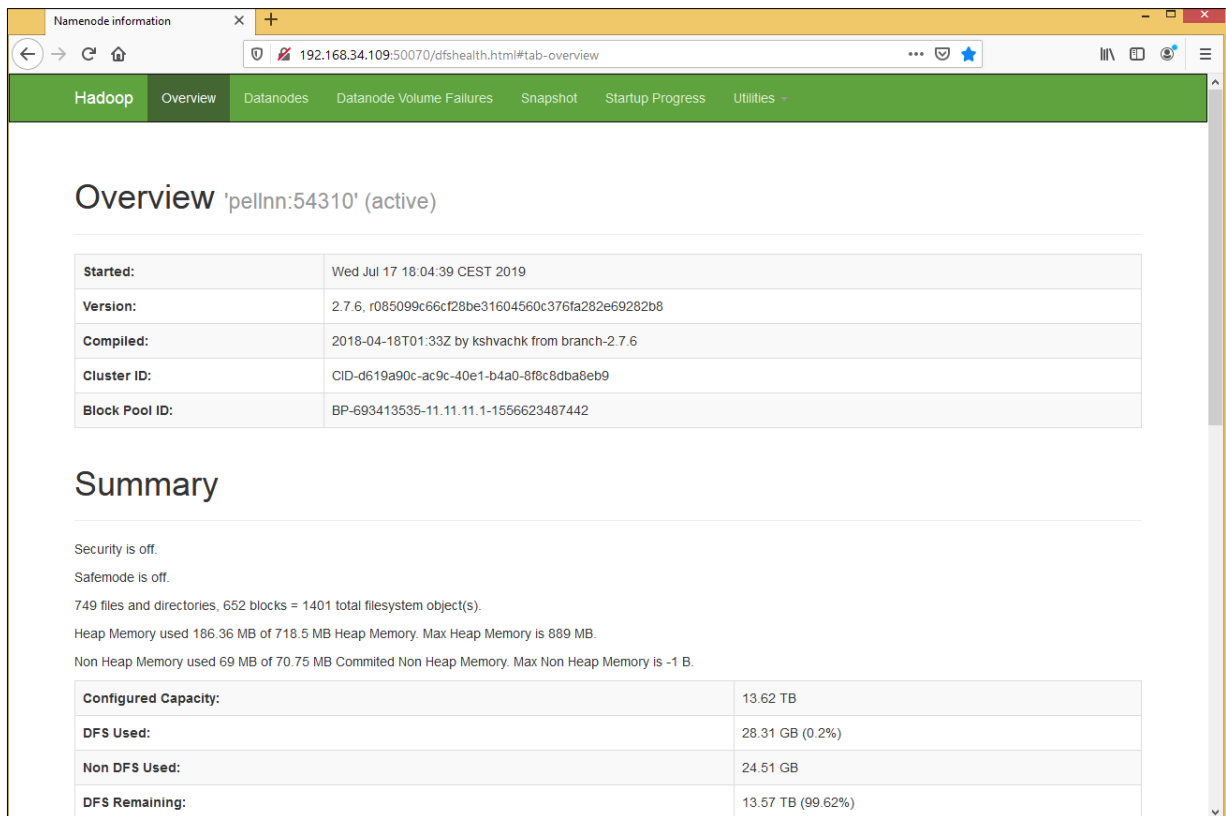


Figura 2. Web GUI monitoraggio sistema Hadoop

In Figura 3 il dettaglio dei datanodes, sempre attraverso la Web GUI.

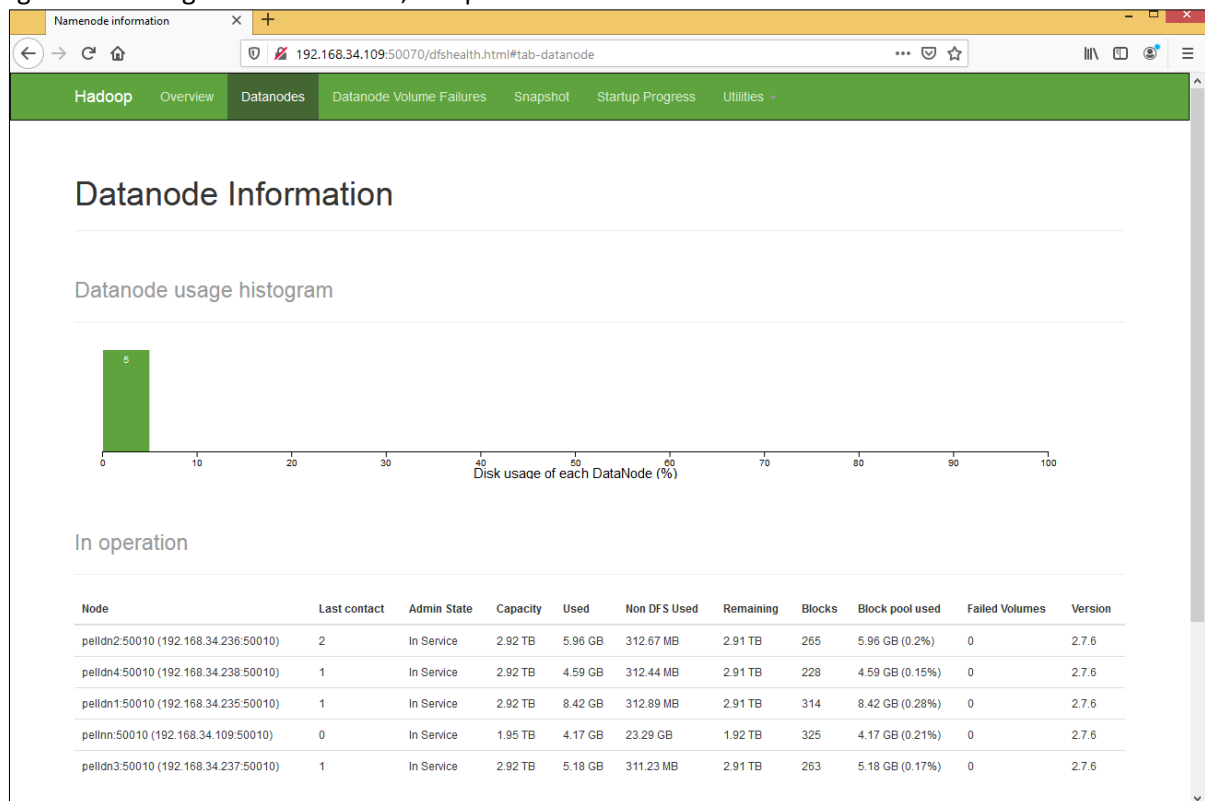


Figura 3. Dettaglio dei Datanodes



### 2.2.1 Spark

Simile impostazione per il cluster Spark, componente essenziale per la elaborazione dei dati IOT, che vengono inseriti – nelle fasi applicative precedenti - nel Data Lake di Hadoop.

Nel caso di Spark, oltre alla installazione degli upgrades, si è provveduto alla definizione della configurazione Master/Worker in modo da sfruttare al massimo tutto l’hardware disponibile.

La configurazione realizzata prevede infatti l’utilizzo dell’intero cluster Spark come un unico componente elaborativo utilizzabile da remoto.

Quindi, nello specifico, è stato possibile implementare un calcolo eseguito su una macchina esterna al cluster, che però utilizza completamente la capacità elaborativa del cluster stesso.

Ciò consente, ad esempio, di schedulare nel tempo – modalità crontab – delle elaborazioni con programmi residenti sul sistema di sviluppo, utilizzando tutta la potenzialità del cluster Spark.

Tali configurazioni consentono di risparmiare in termini di sistemi intermedi – tipici delle architetture tradizionali - che non hanno così più motivo di essere realizzati.

Spark consente di effettuare elaborazioni utilizzando diversi linguaggi, fra cui Python.

Ciò consente dunque di realizzare software in Python su qualsiasi macchina, anche un laptop personale dello sviluppatore, e poi effettuare il deploy sul cluster senza modificare il software stesso ma solo lanciandolo verso il cluster Spark.

Questa modalità consente in sostanza di non avere più bisogno di ambienti di sviluppo dedicati, che replichino in qualche modo gli ambienti di esercizio, rendendo così lo sviluppo software estremamente flessibile e non dipendente da hardware dedicato.

In Figura 4 la Web GUI dell’History Server di Spark.

App ID	App Name	Started	Completed	Duration	Spark User	Last Updated	Event Log
app-20200121102100-0004	Spark shell	2020-01-21 09:20:59	2020-01-21 09:21:33	34 s	hdp	2020-01-21 09:21:33	<a href="#">Download</a>
app-20190729091734-0003	Spark shell	2019-07-29 07:17:33	2019-07-29 07:19:56	2.4 min	hdp	2019-07-29 07:19:56	<a href="#">Download</a>
app-20190723125357-0002	Spark shell	2019-07-23 10:53:56	2019-07-23 10:55:13	1.3 min	hdp	2019-07-23 10:55:13	<a href="#">Download</a>
app-20190723125323-0001	PySparkShell	2019-07-23 10:53:22	2019-07-23 10:53:44	22 s	hdp	2019-07-23 10:53:45	<a href="#">Download</a>
app-20190521114747-0000	json read	2019-05-21 09:47:45	2019-05-21 09:49:30	1.7 min	hdp	2019-05-21 09:49:30	<a href="#">Download</a>
app-20190520215106-0000	json read	2019-05-20 19:51:04	2019-05-20 19:53:06	2.0 min	hdp	2019-05-20 19:53:06	<a href="#">Download</a>
app-20190520143620-0000	json read	2019-05-20 12:36:19	2019-05-20 12:38:20	2.0 min	hdp	2019-05-20 12:38:20	<a href="#">Download</a>
app-20190520115422-0000	json read	2019-05-20 09:54:20	2019-05-20 09:55:07	47 s	hdp	2019-05-20 09:55:07	<a href="#">Download</a>
app-20190519103420-0000	json read	2019-05-19 08:34:18	2019-05-19 08:35:02	44 s	hdp	2019-05-19 08:35:02	<a href="#">Download</a>
app-20190518151729-0003	json read	2019-05-18 13:17:27	2019-05-18 13:18:12	44 s	hdp	2019-05-18 13:18:12	<a href="#">Download</a>
app-20190518151652-0002	json read	2019-05-18 13:16:51	2019-05-18 13:16:55	4 s	hdp	2019-05-18 13:16:55	<a href="#">Download</a>
app-20190518151528-0001	json read	2019-05-18 13:15:26	2019-05-18 13:15:30	4 s	hdp	2019-05-18 13:15:30	<a href="#">Download</a>
app-20190518150924-0000	json read	2019-05-18 13:09:22	2019-05-18 13:10:00	38 s	hdp	2019-05-18 13:10:00	<a href="#">Download</a>
app-20190517173001-0001	json read	2019-05-17 15:29:59	2019-05-17 15:30:16	17 s	hdp	2019-05-17 15:30:16	<a href="#">Download</a>
app-20190517172902-0000	json read	2019-05-17 15:29:01	2019-05-17 15:29:05	4 s	hdp	2019-05-17 15:29:05	<a href="#">Download</a>
app-20190516105141-0001	PySparkShell	2019-05-16 08:51:40	2019-05-16 09:03:47	12 min	hdp	2019-05-16 09:03:47	<a href="#">Download</a>
app-20190516104949-0000	PySparkShell	2019-05-16 08:49:48	2019-05-16 08:51:20	1.5 min	hdp	2019-05-16 08:51:20	<a href="#">Download</a>
app-20190514172552-0016	Spark shell	2019-05-14 15:25:51	2019-05-14 15:30:17	4.4 min	hdp	2019-05-14 15:30:17	<a href="#">Download</a>

Figura 4. History server Spark

### 2.2.2 Zookeeper

ZooKeeper è un servizio di coordinamento distribuito per gestire un ampio set di host.

Il coordinamento e la gestione di un servizio in un ambiente distribuito è un processo complicato. ZooKeeper risolve questo problema con la sua architettura e API semplici.

ZooKeeper consente agli sviluppatori di concentrarsi sulla logica dell'applicazione principale senza preoccuparsi della natura distribuita dell'applicazione.

Il framework ZooKeeper è stato originariamente costruito su "Yahoo!" per accedere alle loro applicazioni in modo semplice e robusto.

Successivamente, Apache ZooKeeper è diventato uno standard per i servizi organizzati utilizzati da Hadoop, HBase e altri framework distribuiti.

Ad esempio, Apache HBase utilizza ZooKeeper per tenere traccia dello stato dei dati distribuiti.

Una volta lanciato sul cluster si occupa della gestione delle configurazioni distribuite, ed è stato realizzato un tool di verifica denominato VerifyZoo.sh il cui output è il seguente:

```
-----
VERIFICA SU pelln
TROVATO QuorumPeerMain
```

```
-----
VERIFICA SU pelln1
TROVATO QuorumPeerMain
```

```
-----
VERIFICA SU pelln2
TROVATO QuorumPeerMain
```

```
-----
VERIFICA SU pelln3
TROVATO QuorumPeerMain
```

```
-----
VERIFICA SU pelln4
TROVATO QuorumPeerMain
```

### 2.2.3 Hbase

HBase è un database distribuito orientato alle colonne basato sul file system Hadoop.

È un progetto open source ed è scalabile orizzontalmente.

HBase è un modello di dati simile alla "Big Table" di Google progettato per fornire un rapido accesso casuale a enormi quantità di dati strutturati.

Sfrutta la tolleranza agli errori fornita da Hadoop File System (HDFS).

Fa parte dell'ecosistema Hadoop che fornisce accesso casuale in lettura / scrittura in tempo reale ai dati nel file system Hadoop.

È possibile archiviare i dati in HDFS direttamente o tramite HBase.

L'utente dei dati legge / accede ai dati in HDFS in modo randomico utilizzando HBase.

HBase si colloca on-top al file system Hadoop e fornisce accesso in lettura e scrittura.

Lo schema di funzionamento è mostrato in Figura 5.

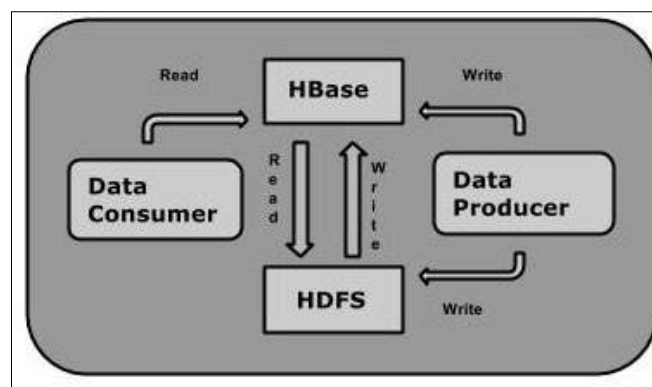


Figura 5. Funzionamento HBase

Una volta lanciato con il comando di start, viene verificato con VerifyHbase.sh che restituisce lo stato attuale:

-----  
 VERIFICA SU pelInn  
 TROVATO QuorumPeerMain  
 -----

VERIFICA SU pelldn1  
 TROVATO QuorumPeerMain  
 -----

VERIFICA SU pelldn2  
 TROVATO QuorumPeerMain  
 -----

VERIFICA SU pelldn3  
 TROVATO QuorumPeerMain  
 -----

VERIFICA SU pelldn4  
 TROVATO QuorumPeerMain  
 -----

Hbase presenta una Web GUI di monitoraggio come mostrato in Figura 6.

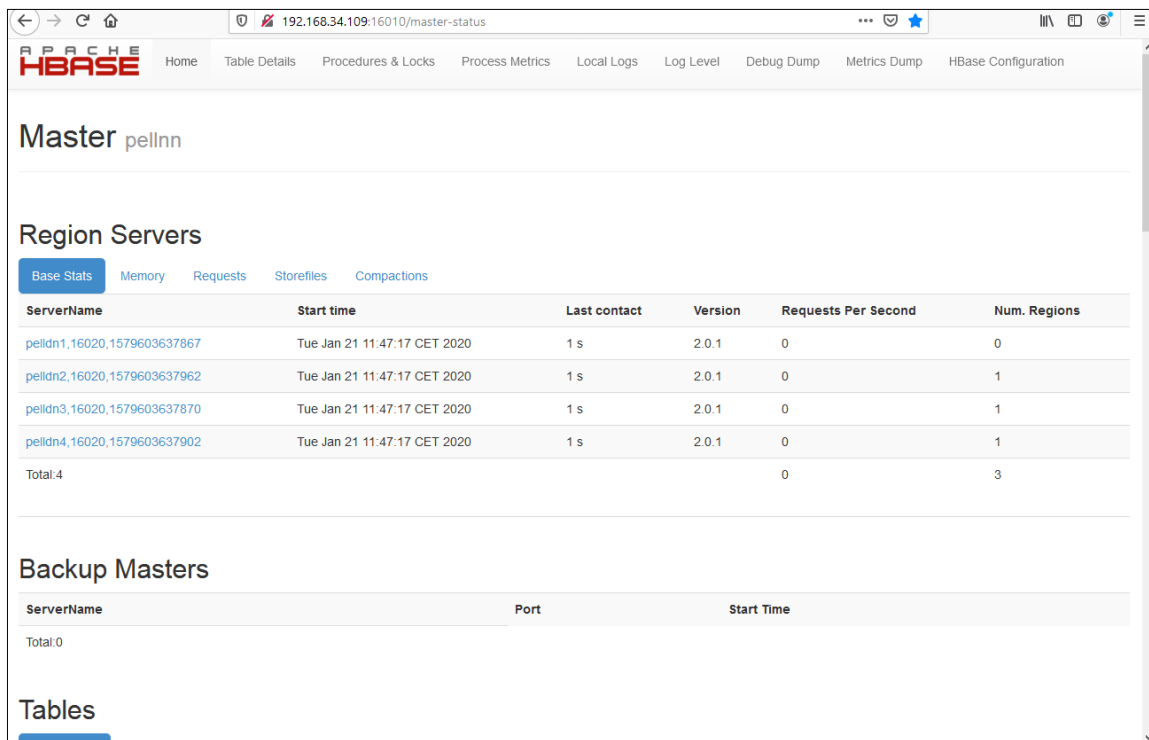


Figura 6. Web GUI HBase

### 2.2.4 Hive

Hive è uno strumento di infrastruttura di data warehouse per elaborare dati strutturati in Hadoop. Risiede su Hadoop per sintetizzare i Big Data e semplifica l'interrogazione e l'analisi.

Inizialmente Hive è stato sviluppato da Facebook, successivamente la Apache Software Foundation lo ha adottato e sviluppato ulteriormente come open source con il nome Apache Hive. È utilizzato da diverse aziende. Ad esempio, Amazon lo utilizza in Amazon Elastic MapReduce.

Cosa NON è:

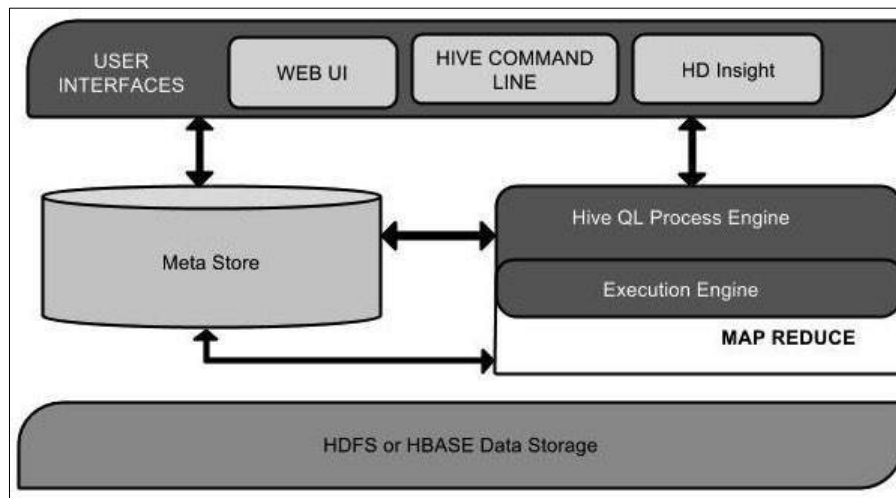
- Un database relazionale
- Un design per l'elaborazione delle transazioni OnLine (OLTP)
- Una lingua per query in tempo reale e aggiornamenti a livello di riga

Caratteristiche di Hive

- Memorizza lo schema in un database e elabora i dati in HDFS.
- È progettato per OLAP.
- Fornisce un linguaggio di tipo SQL per le query chiamato HiveQL o HQL.

È familiare, veloce, scalabile ed estensibile.

La Figura 7 illustra l'architettura di Hive.



**Figura 7. Architettura Hive**

### 2.2.5 Pig

Apache Pig è un'astrazione su MapReduce.

È uno strumento che viene utilizzato per analizzare gruppi di dati più grandi che li rappresentano come flussi di dati.

PIG è generalmente usato con Hadoop; possiamo eseguire tutte le operazioni di manipolazione dei dati in Hadoop usando Apache Pig.

Per scrivere programmi di analisi dei dati, Pig fornisce un linguaggio di alto livello noto come Pig Latin.

Questo linguaggio fornisce vari operatori che utilizzano i programmatori che possono sviluppare le proprie funzioni per leggere, scrivere ed elaborare i dati.

Per analizzare i dati usando Apache Pig, i programmatori devono scrivere script che vengono convertiti internamente in attività Map Reduce.

Apache Pig ha un componente noto come Pig Engine che accetta gli script Pig Latin come input e li converte in lavori MapReduce, quindi anche questo componente consente lo sviluppo di software su un singolo pc, per poi, senza alcuna modifica, lanciarlo su un cluster comunque grande.

Pig Latin è un linguaggio simile a SQL ed è facile imparare Apache Pig quando si ha familiarità con SQL.

### 2.2.6 SBT

Simple Building Tools è un tool per Scala e Java che consente di interagire con il processo di compilazione in modo interattivo ed estremamente efficiente.

Si consideri che il linguaggio Scala è ampiamente utilizzato nel mondo Big Data poiché è un DSL che consente di scrivere programmi molto efficienti e concisi.

Si può pensare a Scala come un linguaggio con un livello di concisione rispetto a Java dell'ordine delle decine di volte.

### 2.2.7 Oozie

Apache Oozie è lo strumento in cui è possibile eseguire il pipeline di tutti i tipi di programmi nell'ordine desiderato per lavorare nell'ambiente distribuito di Hadoop.

Apache Oozie è un sistema di pianificazione per eseguire e gestire i lavori Hadoop in un ambiente distribuito. Permette di combinare più lavori complessi da eseguire in un ordine sequenziale per ottenere un compito più grande. All'interno di una sequenza di attività, è anche possibile programmare due o più lavori in modo che vengano eseguiti parallelamente.

Oozie è responsabile dell'attivazione delle azioni del flusso di lavoro, che a sua volta utilizza il motore di esecuzione di Hadoop per eseguire effettivamente l'attività. Pertanto, Oozie è in grado di sfruttare i sistemi Hadoop esistenti per il bilanciamento del carico, il failover, ecc.

Oozie rileva il completamento delle attività tramite callback e polling. Quando Oozie avvia un'attività, fornisce all'URL un URL HTTP di callback univoco e notifica tale URL al termine. Se l'attività non riesce a richiamare l'URL di callback, Oozie può eseguire il polling dell'attività per il completamento.

I seguenti tre tipi di lavoro sono comuni in Oozie:

- Oozie Workflow Jobs - Questi sono rappresentati come Directed Acyclic Graphs (DAG) per specificare una sequenza di azioni da eseguire.
- Oozie Coordinator Jobs: consistono in lavori del flusso di lavoro innescati dal tempo e dalla disponibilità dei dati.
- Oozie Bundle - Questi possono essere definiti come un pacchetto di più lavori coordinatore e flusso di lavoro.

Un flusso di lavoro di esempio con una serie di controlli (inizio, decisione, fork, join e end) e di azioni (hive, shell, Pig) sarà rappresentabile come nella Figura 8.

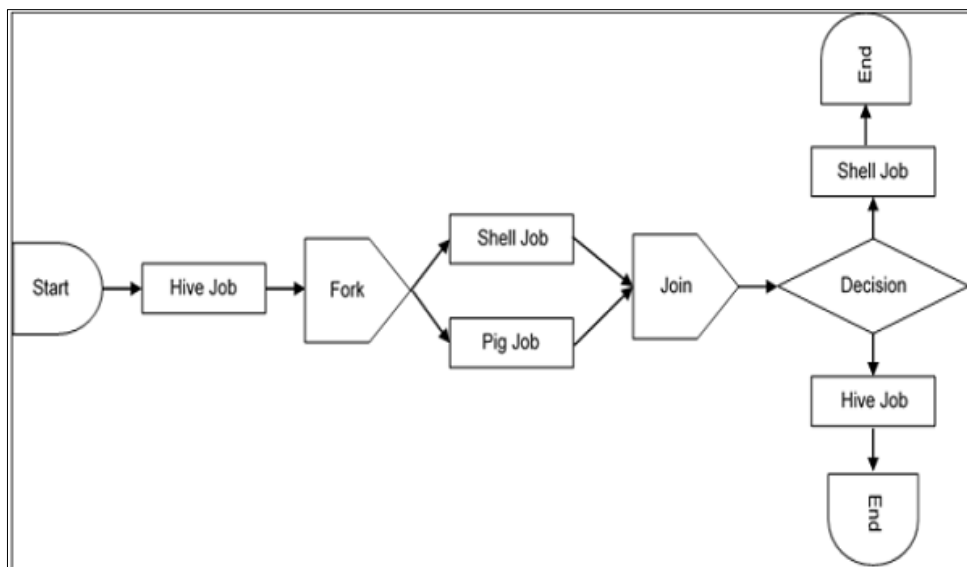


Figura 8. Esempio di flusso di lavoro con Oozie

### 2.2.8 Phoenix

Una caratteristica saliente dei sistemi Hadoop è data dal fatto che essi non sono nativamente ACID Compliant.

Atomicity, Consistency, Isolation, e Durability (Atomicità, Coerenza, Isolamento e Durabilità) indicano le proprietà logiche che devono avere le [transazioni](#).

La compliance con ACID viene data, nell'ambito Hadoop, proprio da Phoenix.

Phoenix consente infatti transazioni OLTP e analisi operative in Hadoop per applicazioni a bassa latenza combinando il meglio dei due mondi:

- la potenza delle API SQL e JDBC standard con funzionalità di transazione ACID complete;
- la flessibilità delle funzionalità late-bound di schema in lettura dal mondo NoSQL sfruttando HBase come archivio di supporto.

Apache Phoenix è completamente integrato con altri prodotti Hadoop come Spark, Hive, Pig, Flume e Map Reduce.

### 2.2.9 Storm

Apache Storm è un sistema di calcolo in tempo reale distribuito gratuito e open source.

Consente di elaborare in modo affidabile flussi di dati illimitati, facendo per l'elaborazione in tempo reale ciò che Hadoop fa in modalità batch.

Può essere utilizzato con qualsiasi linguaggio di programmazione.

Apache Storm ha molti casi d'uso: analisi in tempo reale, apprendimento automatico online, calcolo continuo, RPC distribuito, ETL e altro.

Una sua caratteristica è la velocità, infatti un benchmark riporta oltre un milione di tuple elaborate al secondo per nodo. È scalabile, tollerante ai guasti.

Il funzionamento di Storm può essere riassunto come lettura raw di stream di dati real-time da un endpoint e passaggio attraverso una sequenza di piccole unità computazionali che generano l'output desiderato.

La Figura 9 spiega i concetti base di Storm.

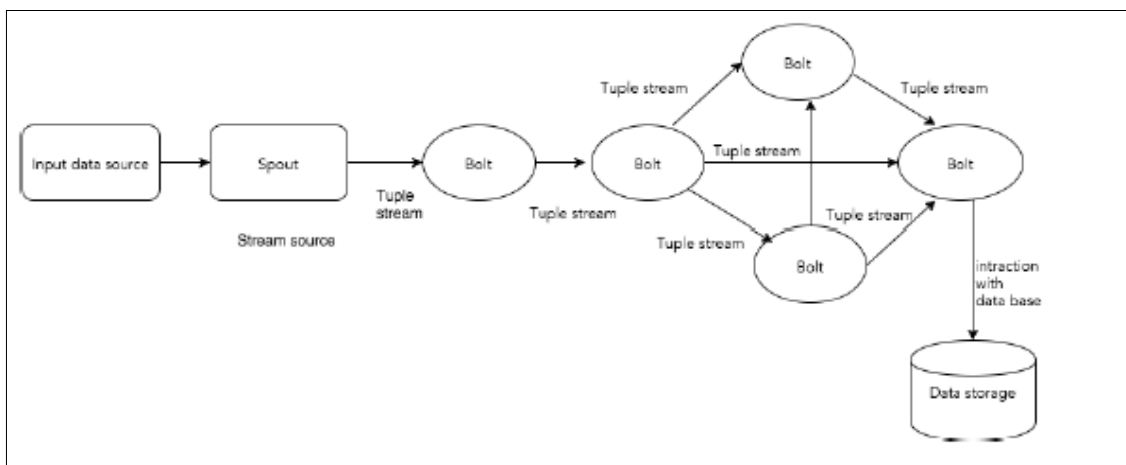


Figura 9. Esempio di flusso con Storm

### 2.2.10 Kudu

Kudu è un gestore di archiviazione colonnare sviluppato per la piattaforma Apache Hadoop.

Kudu condivide le proprietà tecniche comuni delle applicazioni dell'ecosistema Hadoop: funziona su hardware di base, è scalabile in orizzontale e supporta operazioni ad alta disponibilità.

Il design di Kudu è molto particolare ed alcuni dei vantaggi di Kudu includono:

- Elaborazione rapida di carichi di lavoro OLAP.
- Integrazione con MapReduce, Spark e altri componenti dell'ecosistema Hadoop.
- Stretta integrazione con Apache Impala, che lo rende una valida alternativa all'utilizzo di HDFS con Apache Parquet.
- Prestazioni elevate per l'esecuzione simultanea di carichi di lavoro sequenziali e casuali.
- Alta disponibilità. I Tablet Server ed i Master utilizzano l'algoritmo di Raft Consensus, che garantisce che fino a quando è disponibile più della metà del numero totale di repliche, il Server è disponibile per letture e scritture.
- Ad esempio, se sono disponibili 2 repliche su 3 o 3 repliche su 5, il Server è sempre disponibile.
- Modello di dati strutturati.

Combinando tutte queste proprietà, Kudu si rivolge al supporto per famiglie di applicazioni che sono difficili o impossibili da implementare sulle tecnologie di storage Hadoop di generazione attuale. Alcuni esempi di applicazioni per le quali Kudu è un'ottima soluzione sono:

- Segnalazione di applicazioni in cui i dati appena arrivati devono essere immediatamente disponibili per gli utenti finali
- Applicazioni di serie temporali che devono supportare contemporaneamente:
  - query su grandi quantità di dati storici
  - query granulari su una singola entità che devono restituire molto rapidamente
- Applicazioni che utilizzano modelli predittivi per prendere decisioni in tempo reale con aggiornamenti periodici del modello predittivo basato su tutti i dati storici

### 2.2.11 Kafka

In un ambiente Big Data ci si trova nella condizione di dover processare un numero notevole di dati che arrivano in Streaming. Per questo tipo di problematiche è stato sviluppato Apache Kafka.

Apache Kafka è un sistema di messaggistica distribuito in sottoscrizione e pubblicazione basato su code in grado di gestire un elevato volume di dati e consente di passare i messaggi da un end-point a un altro.

Kafka è adatto sia per il consumo di messaggi offline che online.

I messaggi di Kafka sono persistenti sul disco e replicati all'interno del cluster per prevenire la perdita di dati.

Kafka è basato sul servizio di sincronizzazione ZooKeeper. Si integra molto bene con Apache Storm e Spark per l'analisi dei dati di streaming in tempo reale.

I principali benefici:

- Affidabilità - Kafka è distribuito, partizionato, replicato e tolleranza agli errori.
- Scalabilità: il sistema di messaggistica Kafka si ridimensiona facilmente senza tempi di inattività.
- Durabilità - Kafka utilizza "Log di commit distribuito", il che significa che i messaggi persistono sul disco il più velocemente possibile, quindi è durevole.
- Prestazioni: Kafka ha un throughput elevato sia per la pubblicazione che per la sottoscrizione di messaggi. Mantiene prestazioni stabili anche se vengono archiviati molti TB di messaggi.
- Kafka è molto veloce e garantisce zero tempi di inattività e zero perdita di dati.

I Principali casi d'uso sono:

- Metriche: Kafka viene spesso utilizzato per i dati di monitoraggio operativi. Ciò comporta l'aggregazione delle statistiche dalle applicazioni distribuite per produrre feed centralizzati di dati operativi;
- Log Aggregation Solution - Kafka può essere utilizzato all'interno di un'organizzazione per raccogliere logs da più servizi e renderli disponibili in un formato standard a più consumatori;
- Elaborazione dei flussi dati: framework popolari come Storm e Spark Streaming leggono i dati da una fonte, li elaborano e scrivono i dati elaborati su una nuova fonte, in cui diventano disponibili per utenti e applicazioni.

In ambito Kafka le principali terminologie sono: broker, produttori e consumatori. Il diagramma seguente illustra l'architettura di Kafka tenendo conto di questi componenti (Figura 10).



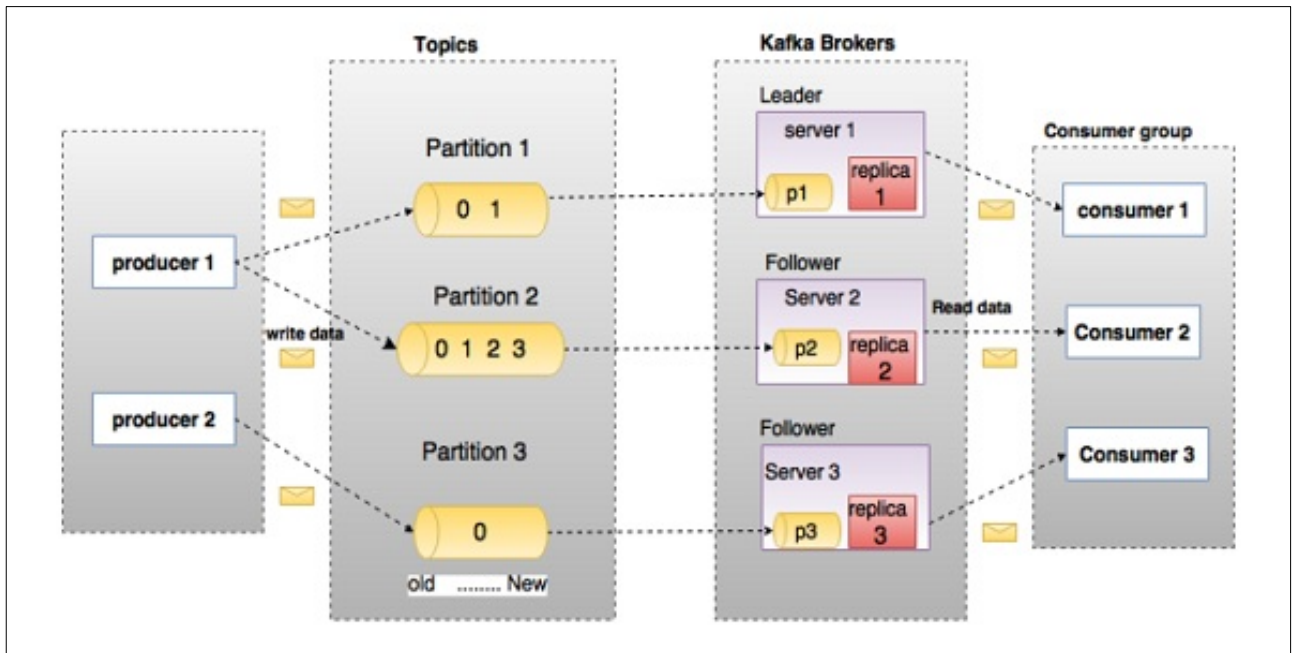


Figura 10. Esempio di architettura Kafka

### 2.2.12 Stack ELK (ElasticSearch-Logstash-Kibana)

Nell'ambito dei Big Data, fra i tanti aspetti che devono essere presi in considerazione, vi è quello della analisi dei dati e della loro visualizzazione.

In questo senso nel tempo si è sviluppato l'uso di un database NoSQL chiamato Elastisearch, su cui viene applicata una applicazione Web di reporting denominata Kibana.

Nella evoluzione di questi componenti, si è aggiunto un nuovo componente denominato Logstash, che completa il pacchetto delle funzioni necessarie a dare riposta completa al tema del reporting.

Esaminando rapidamente i tre componenti abbiamo:

- Elasticsearch: è un motore di ricerca e analisi full-text open source, basato sul motore di ricerca Apache Lucene.
- Logstash: è un aggregatore di log che raccoglie dati da varie origini di input, esegue trasformazioni e miglioramenti diversi e quindi spedisce i dati a varie destinazioni di output supportate.
- Kibana: è un livello di visualizzazione che funziona al di sopra di Elasticsearch, offrendo agli utenti la possibilità di analizzare e visualizzare i dati.
- E, ultimo ma non meno importante, i Beats sono agenti leggeri che vengono installati su host perimetrali per raccogliere diversi tipi di dati per l'inoltro nello stack.

Insieme, questi diversi componenti sono più comunemente utilizzati per il monitoraggio, la risoluzione dei problemi e la protezione degli ambienti IT (sebbene vi siano molti più casi d'uso per lo stack ELK come business intelligence e analisi web).

Beats e Logstash si occupano della raccolta e dell'elaborazione dei dati, Elasticsearch indicizza e archivia i dati e Kibana fornisce un'interfaccia utente per interrogare i dati e visualizzarli.

Nel cluster UBD sono stati installati questi componenti all'ultima versione disponibile e la dashboard Kibana si presenta come nella Figura 11.

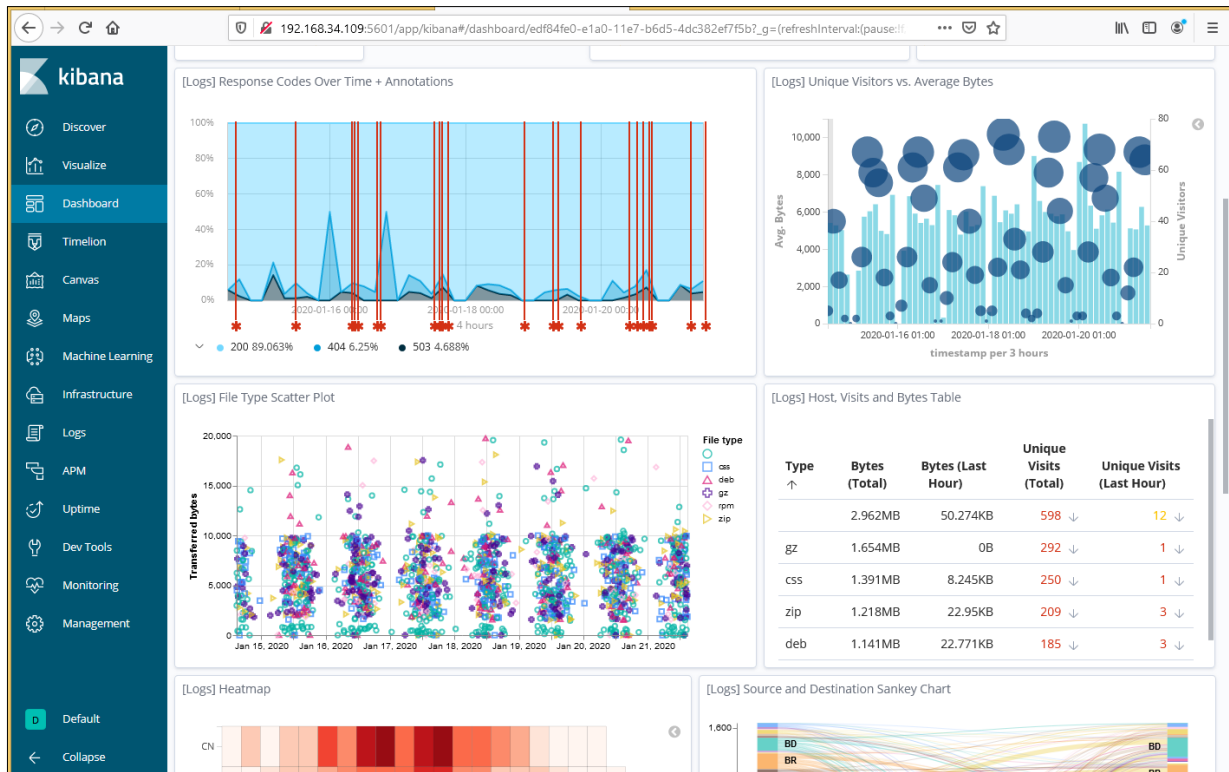


Figura 11. Esempio dashboard Kibana

Lo stack ELK è ipotizzabile come il sistema di analisi e visualizzazione di tutti i dati della piattaforma UBD.

### 2.2.13 Sqoop

Un problema da tenere presente nel mondo Big Data è il fatto che un ampio numero di applicazioni, compreso lo stesso progetto PELL, sono costruite sul paradigma del RDBMS di backend.

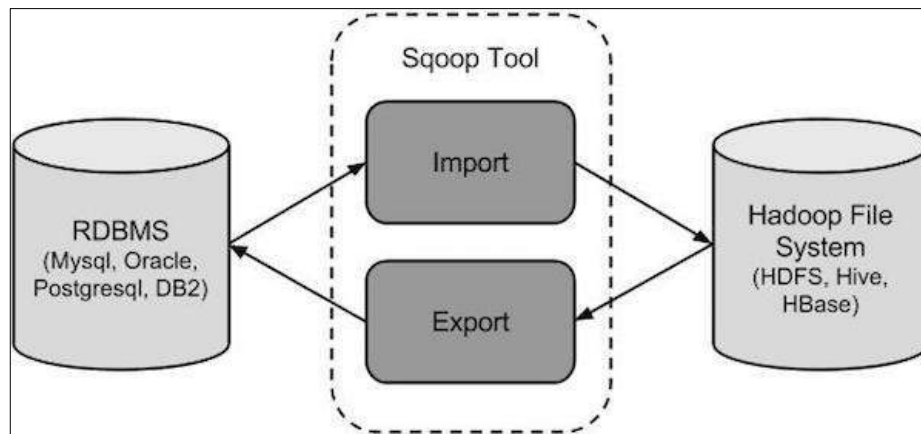
Il tradizionale sistema di gestione delle applicazioni, ovvero l'interazione delle applicazioni con il database relazionale tramite RDBMS, è una delle fonti che generano i Big Data.

Tali Big Data, generati da RDBMS, sono archiviati nei server di database con struttura relazionale.

Quando sono comparsi archivi e analizzatori di Big Data come MapReduce, Hive, HBase, Cassandra, Pig, ecc. dell'ecosistema Hadoop, si è evidenziata la necessità di uno strumento per interagire con i server di database relazionali per importare ed esportare i Big Data che risiedono in essi.

Sqoop occupa un posto nell'ecosistema di Hadoop per fornire un'interazione fattibile tra i server di database relazionale e l'HDFS di Hadoop. Sqoop è uno strumento progettato per trasferire dati tra Hadoop e server di database relazionali. Viene utilizzato per importare dati da database relazionali come MySQL, Oracle a Hadoop HDFS ed esportare da file system Hadoop a database relazionali.

Il funzionamento di Sqoop è rappresentato schematicamente dalla Figura 12.



**Figura 12. Esempio Sqoop**

Sqoop si utilizza piuttosto semplicemente da command line tramite due comandi, uno di Import ed uno di Export, laddove i due end-point sono : i dati Hadoop in HDFS ed un database relazionale RDBMS.

#### 2.2.14 Parquet

Parquet è un formato di file open source per Hadoop, di tipo “Colonnare”.

Rispetto a un approccio tradizionale in cui i dati sono archiviati in una modalità orientato ai records, il parquet è più efficiente in termini di conservazione e prestazioni.

Il parquet può essere utilizzato in qualsiasi tipo di ecosistema Hadoop, come:

- Hive
- Pig
- Spark

Parquet memorizza i dati binari in modo orientato alla colonna, in cui i valori di ciascuna colonna sono organizzati in modo tale che siano tutti adiacenti, consentendo una migliore compressione.

È particolarmente utile per le query che leggono particolari colonne da una tabella “ampia” (con molte colonne) poiché vengono lette solo le colonne necessarie e l'IO è ridotto al minimo.

Per la elaborazione dei Big Data, i costi richiesti per archiviare tali dati sono molto alti (Hadoop infatti archivia i dati in modo ridondante, ovvero N copie di ciascun file per ottenere la tolleranza agli errori).

All'aumentare dei dati aumenta il costo per l'elaborazione e la memorizzazione. Parquet è una scelta ottimale per i Big Data in quanto soddisfa entrambe le esigenze: l'efficienza e le prestazioni sia nell'archiviazione che nell'elaborazione.

Dal punto di vista tecnico si tratta di librerie che vengono installate in modo da poter essere richiamate da qualsiasi tool ne abbia necessità.

Il loro utilizzo è peraltro molto semplice, ad esempio in Spark, anche nella modalità interattiva REPL, si può leggere un file di tipo testo, come un csv, e salvarlo in formato parquet in modo nativo.

#### 2.2.15 Zeppelin

Negli ultimi anni si è sviluppato l'utilizzo di software Web di tipo “Notebook”.

Con ciò si intende una applicazione Web in cui scrivere software, con diversi linguaggi di tipo interpretato, ed ottenere nella stessa pagina web il risultato della elaborazione, sia in forma testuale che grafica.

Esistono diversi tipi di notebook, quello messo a disposizione da Apache è lo Zeppelin, un esempio in Figura 13.

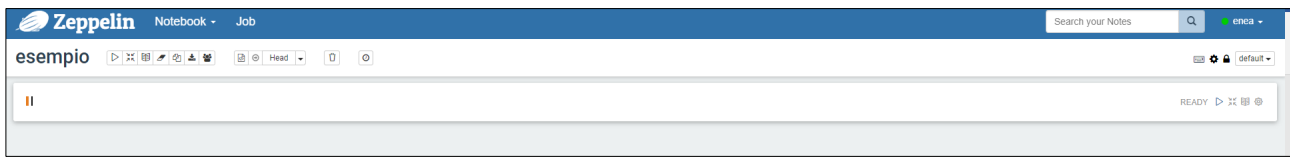


Figura 13. Esempio GUI Zeppelin

### 2.2.16 Hue

Un altro software web di Apache è Hue, che consente di connettersi a diversi tipi di fonti dati, come database SQL, ma anche ad HBase o a fonti di Streaming.

In qualche modo data la grande disponibilità di strumenti Apache, che sono stati realizzati nel tempo, si rileva una certa sovrapposizione fra le interfacce Web esistenti, ciononostante ciascuna risponde ad esigenze specifiche che nel mondo Big Data possono presentarsi.

### 2.2.17 Flume

Apache Flume è uno strumento di immissione di strumenti / servizi / dati per la raccolta di aggregazioni e il trasporto di grandi quantità di dati in streaming come file di registro, eventi ecc.. da varie fonti a un archivio dati centralizzato. La Figura 14 mostra un esempio di use case.

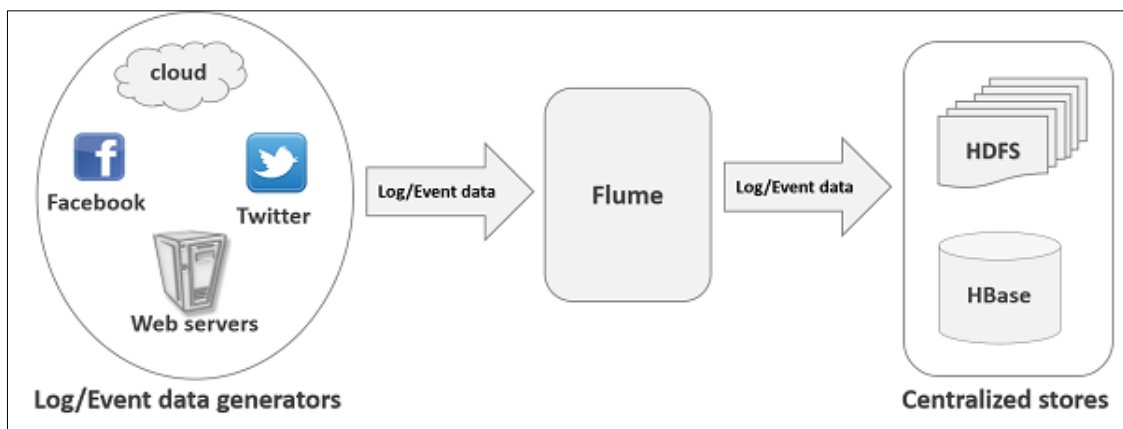


Figura 14. Use case di esempio di Flume

Quando i dati in arrivo eccedono la capacità di scrittura di Hadoop, Flume agisce come mediatore fra i produttori e lo storage centrale, in modo da rendere possibile il flusso dei dati. Con flume si possono quindi inserire dati in streaming in HDFS ad altissima velocità.

### 2.2.18 Mahout

Un aspetto estremamente importante, e non semplicissimo, è quello del Machine Learning in ambiente Big data.

Come noto il Machine Learning è la disciplina che incarna quello che normalmente viene indicata come “Intelligenza Artificiale”.

Gli algoritmi di Machine Learning sono di pubblico dominio, ma dalla loro implementazione dipende l’utilizzo che se ne può fare nei vari contesti applicativi.

Nel caso in cui si vogliono applicare le tecniche di Machine Learning a dati che sono di tipo “Big” e che sono contenuti nel cluster HDFS, si deve ricorrere a Mahout.

Mahout è sia un sistema utilizzabile con command line, sia una serie di API che possono essere usate con linguaggi Java, Scala o Python.

## 2.3 Broker

Il broker nella UBD ha una funzione di interfacciamento verso l’esterno. In particolare offre un canale di comunicazione molto diffuso, il protocollo MQTT, ai gestori che si allacceranno al PELL per inviare i dati

dinamici ovvero le misure del dominio di competenza specifico. In prospettiva l'obiettivo è quello di agganciare il broker ai vari domini PELL che si allacceranno, in questa LA è stato progettato il broker per la raccolta dati nel settore dell'illuminazione pubblica, e sarà ultimato nell'annualità successiva.

### 2.3.1 MQTT

MQTT (MQ Telemetry Transport) è un protocollo di comunicazione aperto e standard, compliant con OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) e ISO (International Organization for Standardization).

È un protocollo basato sul paradigma publish/subscribe, e poiché a basse richieste sia in termini di banda, che computazionali, è molto diffuso in ambiti di comunicazione IoT (Internet of Things) e M2M (Machine to Machine).

MQTT si basa sul protocollo TCP e definisce due entità principali: il message broker ed i client. Il broker MQTT è un server che riceve tutti i messaggi dai client e li instrada in maniera appropriata ai client che sono elegibili per la ricezione di tali messaggi. Può svolgere la funzione di MQTT client qualsiasi device che sia in grado di eseguire le librerie MQTT multiplatform e sia in grado di connettersi tramite rete al broker.

Il contenuto e lo smistamento dei messaggi da e verso il broker è gestito tramite i topic: un topic è identificato da una stringa univoca, e identifica un canale di comunicazione. Un client interessato a rimanere in ascolto su un determinato topic si deve connette al broker in modalità **subscribe** su tale topic. Quando un client invia un messaggio su quel determinato topic tale client fungerà da **publisher**, e tutti i client in modalità subscribe su quel topic riceveranno il messaggio.

Il sistema publish/subscribe non necessita di informazioni a priori sulle caratteristiche del client (es. sistema operativo, caratteristiche hw, localizzazione spaziale, indirizzo ip dei destinatari), per cui l'overhead del protocollo è minimale. Anche per questo motivo è molto utilizzato quando le risorse sono limitate in termini di hardware, networking, banda ecc...

I messaggi pubblicati su topic in cui non ci sono subscriber associati sono immediatamente scartati dal broker, a meno che non lavori in modalità **retained**, in tal caso l'ultimo messaggio inviato viene conservato, e i client che si conletteranno al topic riceveranno l'ultimo messaggio inviato prima del subscribe.

Quando un client si connette in modalità publish per inviare un messaggio al broker, può impostare un messaggio di default che deve essere inviato nel caso in cui ci sia una disconnessione inaspettata del client durante la comunicazione, tale messaggio viene definito come **will**, ed è comunemente utilizzato per notificare i subscriber la failure dell'invio ed eventualmente dare indicazioni su l'azione di fallback da intraprendere.

Di default MQTT usa un canale di comunicazione non protetto, in cui le informazioni transitano in chiaro nel canale di comunicazione, ma è possibile sfruttare il protocollo TLS (Transport Secure Layer) per aumentare il livello di sicurezza in maniera speculare alla modalità di utilizzo nel protocollo HTTPS. Utilizzare TLS in MQTT consente di instaurare un canale di comunicazione cifrato e sicuro attraverso un sistema di cifratura asimmetrica. Devono essere quindi generati due certificati, uno che costituisce la chiave privata e che risiede esclusivamente sul server dove è installato il broker ed uno che costituisce la chiave pubblica che deve essere distribuito ai client che desiderano connettersi.

### 2.3.2 Mosquitto

Mosquitto è un software open source facente parte della Eclipse foundation (Eclipse Foundation) che implementa il protocollo MQTT.

Per garantire la sicurezza ed il controllo dei canali di comunicazione Mosquitto si basa su un classico sistema di autenticazione username/password, su un sistema di controllo degli accessi ACL (Access Control List) ed offre la possibilità di utilizzare la connessione sicura su protocollo MQTTS.

L'installazione del software è stata effettuata su un server Unix CentOS 7, poiché per motivi di integrazione con un plugin esterno successivamente descritto, non è stato possibile utilizzare il sistema di installazione tramite il package manager integrato, è stata fatta una ricompilazione dei sorgenti di mosquitto

(Mosquitto). La versione identificata come compatibile con il plugin è la **1.5.8**, ed è stata installato facendo il download manuale dei sorgenti e successivamente compilati con i comandi:

```
$ make
$ make install
```

La versione di base installata una utilizza una serie di file locali per identificare l'attuale configurazione di mosquitto, l'autenticazione e l'ACL. Il funzionamento di default costituisce quindi una limitazione alla fruizione del servizio, in quanto rende macchinoso l'aggiornamento real time degli utenti, dato che richiede un update del processo e dei file di configurazione sottostanti in eventi di:

- creazione di un nuovo utente;
- modifica credenziali utente esistente;
- aggiornamento dei permessi relativi ai topic cui un utente può accedere, in publish e/o subscribe.

E' stato quindi necessario identificare un possibile modo di automatizzare il processi di verifica credenziali ed ACL.

### Plugin mosquitto\_auth

Mosquitto auth plugin (Auth) è un software di terze parti open source che consente di interfacciarsi con diversi modalità a sorgenti diverse (servizi rest, databases, LDAP...) in real time ogni volta che viene effettuata una nuova richiesta al broker, sia in publish che subscribe.

L'interfacciamento è consentito sui seguenti sistemi:

- HTTP
- JWT
- LDAP
- MongoDB
- MySQL
- PostgreSQL
- Redis key/value store
- SQLite3 database
- TLS PSK

E' stato scelto di utilizzare per motivi di flessibilità i servizi rest HTTP, ma la predisposizione del plugin nel broker mosquitto consente di attarsi alle diverse necessità se eventualmente sarà richiesto in lavori futuri.

L'installazione del plugin ha richiesto un analisi approfondita dei requisiti, in quanto l'implementazione richiede dei pacchetti non standard del sistema operativo, e per questo è una procedura platform dependent.

I passi dell'installazione sono stati i seguenti:

1. `yum install openssl-devel c-ares-devel libwebsockets-devel.x86_64 libwebsockets.x86_64 libuuid-devel openssl-devel.x86_64 openssl-libs.x86_64 libcurl-devel.x86_64`
2. configurazione dell'installer
3. `$make`
4. `$make install`
5. configurazione di mosquitto per integrazione plugin

Sono state quindi predisposte delle API di test realizzate utilizzando **NodeJS** ed il framework **ExpressJS** per verificare il corretto funzionamento del plugin. Tali API devono essere strutturate in modo da fornire tre informazioni al mosquitto plugin:

- L'utente ha l'accesso al broker. Check sulle credenziali username e password
- L'utente ha i privilegi di admin. Check nella lista degli admin
- L'utente ha diritto di publish/subscribe sul topic. Check nella lista di corrispondenza utenti-topic

Di seguito viene inserito il codice esemplificativo delle API di test

```
var express = require('express');
var bodyParser = require('body-parser')
var app = express();

app.use(bodyParser.urlencoded({extended: true}));

app.post('/checkUser', function (req, res) {
  let user = req.body.username;
  let pwd = req.body.password;
  console.log("User check: " + JSON.stringify(req.body,null,2))
  if(user === 'pelluser' && pwd === 'pellpwd' || user === 'pelladmin' && pwd === 'pellpwd') res.sendStatus(200);
  else res.sendStatus(401);
});

app.post('/checkAdmin', function (req, res) {
  let user = req.body.username;
  console.log("SU check: " + JSON.stringify(req.body,null,2))
  if(user === 'pelladmin') res.sendStatus(200);
  else res.sendStatus(401);
});

app.post('/checkACL', function (req, res) {
  let user = req.body.username;
  let topic = req.body.topic;
  console.log("ACL check: " + JSON.stringify(req.body,null,2))
  if(user === 'pelluser' && topic === 'test/prova1') res.sendStatus(200);
  else res.sendStatus(401)
});

app.listen(3000, function () {
  console.log('Api TEST running on port 3000');
});
```

### Messa in sicurezza di Mosquitto

Per garantire la comunicazione cifrata del protocollo MQTT sfruttando il TLS è stata apportata una configurazione custom con dei certificati autogenerati tramite **OpenSSL** per testare il corretto funzionamento della comunicazione.

Gli step per generare dei certificati self signed sono stati:

1. Generazione di una chiave privata a 2048 bit:  
openssl genrsa -out mosq-ca.key 2048
2. Generazione di un certificato X509, la validità è parametrizzabile  
openssl req -new -x509 -days365 -key mosq-ca.key -out mosq-ca.crt



3. Una volta generati la chiave privata ed il certificato X509, è possibile creare il certificato per il server mosquitto  
`openssl genrsa -out mosq-serv.key 2048`
4. In questo step questo certificato deve essere inviato ad una Certificate Authority (CA) che deve farsi da garante, che genera una certificate sign request (CSR) nell'esempio è stato usato un self signed, ovvero autocertificato  
`openssl req -new -key mosq-serv.key -out mosq-serv.csr`
5. L'ultimo step utilizza i file fin' ora generati per creare il certificato valido  
`openssl x509 -req -in mosq-serv.csr -CA mosq-ca.crt -CAkey mosq-ca.key -CAcreateserial -out mosq-serv.crt -days 365 -sha256`

Una volta verificato il funzionamento corretto, è stata avviata la procedura di richiesta per la generazione dei certificati alla Digicert (Digicert) e, successivamente, utilizzato i loro certificati per usufruire del broker mosquitto in MQTTS

### 2.3.3 PELL Bridge

Il PELL bridge è un componente software che fa da orchestratore tra il broker e la piattaforma UBD. È responsabile quindi della gestione dei dati in arrivo verso il broker, della post produzione, controllo ed invio di tali dati alla piattaforma UBD ed eventuali terze parti coinvolte.

È infatti stato svolto uno studio di fattibilità approfondito su come gestire i flussi di informazioni e l'instradamento da e verso le componenti interessate ad esempio UBD e Smart City Platform (SCP), per maggiori dettagli riguardanti la SCP e la sua integrazione con la UBD si rimanda al report RdS/PTR(2019)/007 "Progettazione Framework per la Governance dei Dati Urbani Energetici".

L'ipotesi di implementazione prevede che il PELL Bridge sia in ascolto su tutti i subtopic dei canali principali per ogni ambito, ad esempio pell-ip, pell-edifici, il broker MQTT consente infatti, tramite le wildcard, di definire un canale di ascolto ad alto livello, consentendo di agganciarsi automaticamente a tutti i subtopic che man mano vengono creati ed utilizzati, e svincolandosi così dal dover conoscere a priori quali saranno i canali cui connettersi.

Quando viene rilevato un messaggio inviato da un client in publish il PELL Bridge lo cattura, ne controlla la correttezza formale e lo invia eventualmente alla piattaforma UBD su Hadoop tramite una PUT su HDFS.

È ipotizzabile sfruttare lo stesso canale del topic dove è stato inviato il messaggio per dare un feedback al client sullo stato del processo e dell'esito finale, ovviamente è richiesto che il client sia anche in subscribe nel canale dove esegue i publish.

La Figura 15 mostra la progettazione dello use case del processo di comunicazione.

Gli attori in gioco sono:

- Solution, ovvero nel caso del PELL IP i gestori che si allacceranno alla parte dinamica dell PELL;
- PELL Broker, il broker MQTT istanziato per lo scenario dell'illuminazione pubblica;
- PELL Bridge, l'orchestratore;
- MQTT GW, gateway di interfacciamento per l'accesso degli utenti e check ACL;
- UD Gateway, gateway di interfacciamento per l'invio degli UD alla SCP;
- Hadoop, core della UBD, dove vengono inviati i dati.

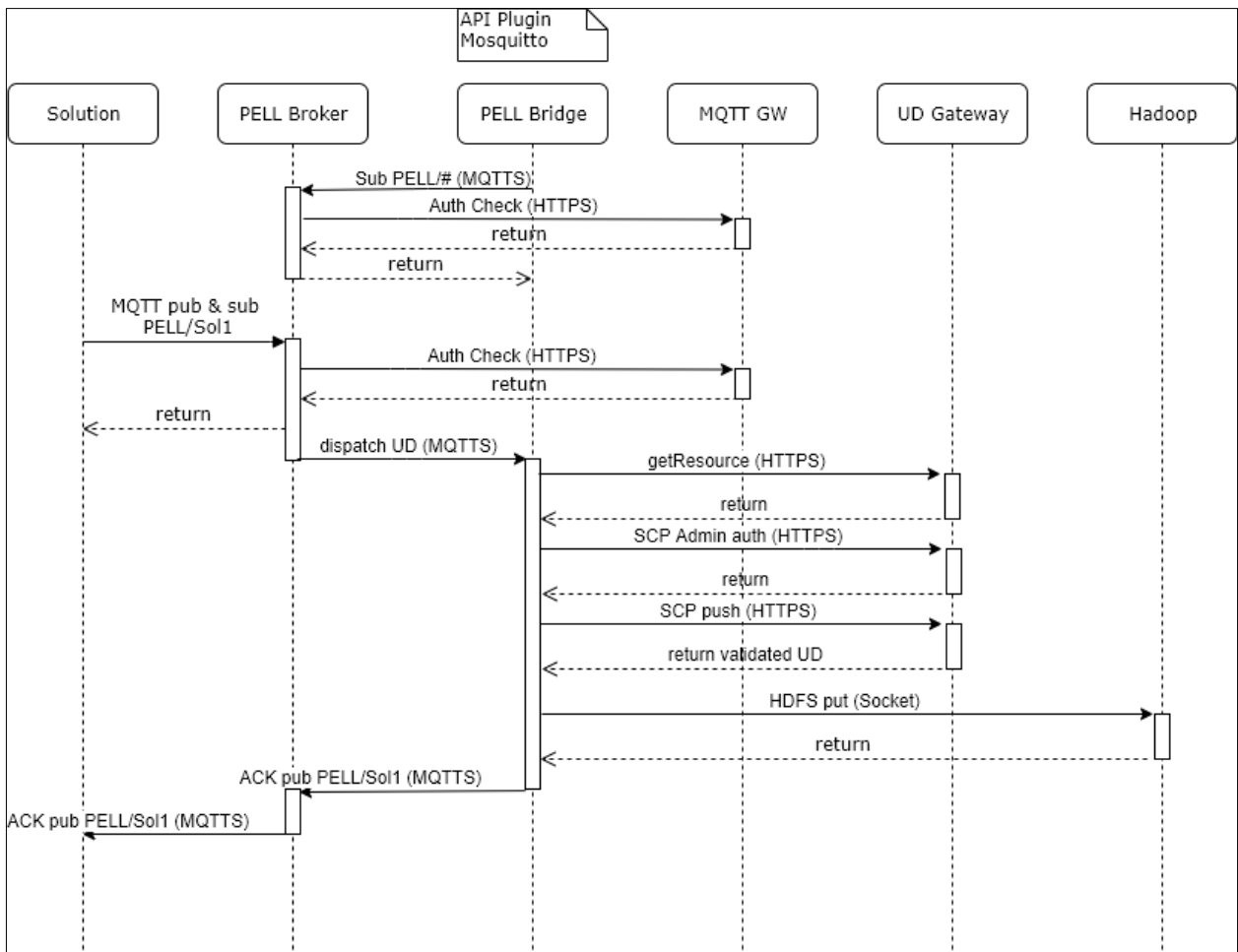


Figura 15. UML Progettazione use case UBD su PELL IP

### 3 Piattaforma Public Energy Living LAB: PELL IP

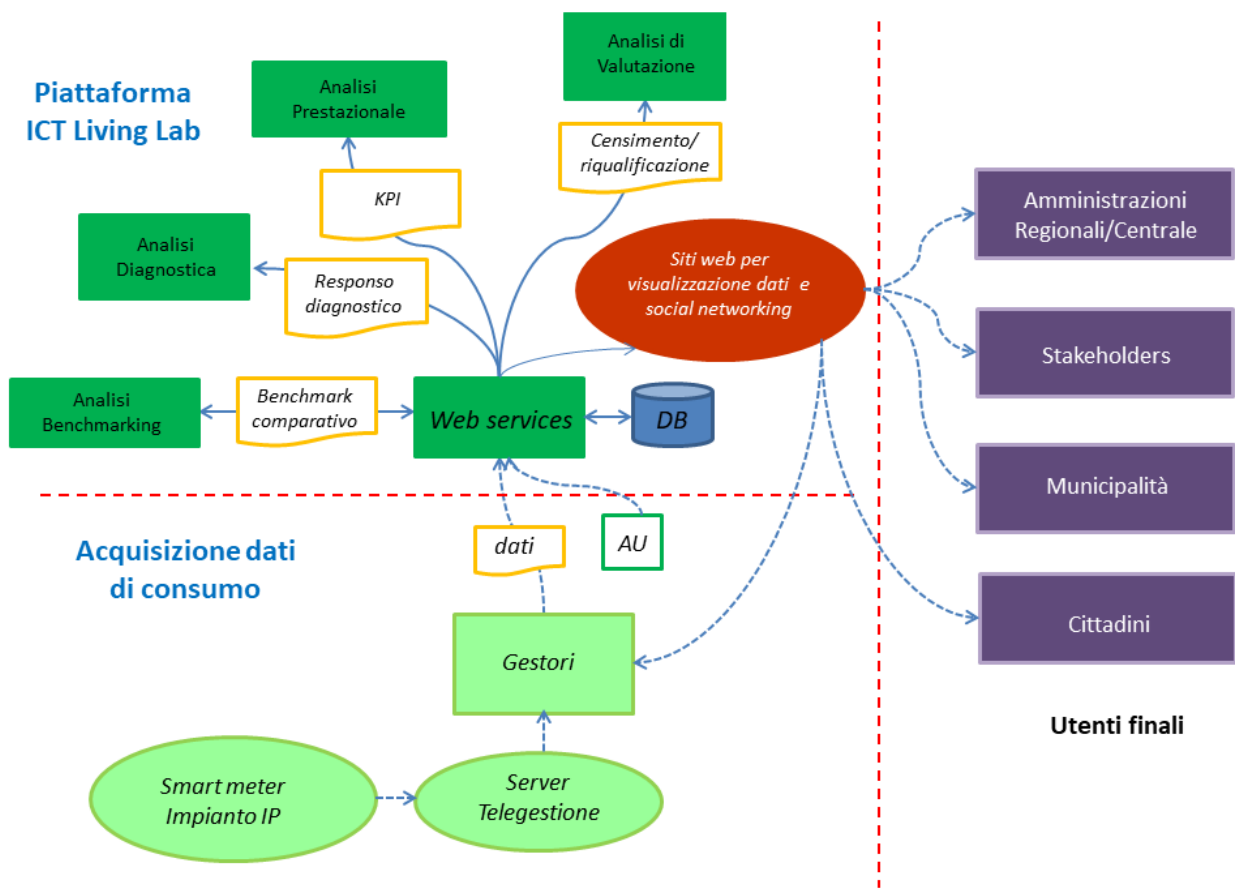
Per quanto attiene alla Piattaforma software verticale PELL (Figura 16, Figura 17), l'attività svolta in questa annualità ha visto la prosecuzione di quanto avviato nel PAR 2015-2017 (Report RdS/PAR2017/053) e nel PAR 2018 (Report RdS/PAR2018/027) e nel quale era stato realizzato il Front end del portale (<https://www.pell.enea.it> connessione con certificato sul server) per la sua prima applicazione all'infrastruttura della Pubblica Illuminazione.



Figura 16: Home page portale della Piattaforma PELL

## LA PIATTAFORMA

La piattaforma verticale PELL è una piattaforma di tipo smart city as-a-service, la cui architettura generale definisce il recupero dei dati da diverse infrastrutture e gestori e la creazione di una serie di servizi per gli utenti finali.



La piattaforma PELL è strutturata per operare in due fasi distinte, fase statica e fase dinamica, che si differenziano per la tipologia e metodologia del dato raccolto.

- **Fase statica:** relativa ai dati di identità dell'infrastruttura (censimento).
- **Fase dinamica:** relativa al monitoraggio dinamico del funzionamento dell'infrastruttura.

L'adesione al PELL da parte delle Amministrazioni consentirà di pervenire ad una conoscenza puntuale e standardizzata del livello tecnologico, qualitativo e prestazionale delle infrastrutture.

Figura 17: Architettura del PELL

In particolare, in questa annualità è proseguita l'implementazione della piattaforma PELL IP che ha permesso la realizzazione dei servizi necessari, all'utilizzo della stessa, da parte degli utenti direttamente interessati alla gestione degli impianti di Illuminazione Pubblica.

Un importante obiettivo che è stato raggiunto in questa annualità è stato l'avvio all'utilizzo del PELL IP da parte dei Gestori, che si sono aggiudicati i lotti del Bando Servizio Luce 4 di Consip. **Tale avvio è avvenuto il 1 luglio 2019** ed è stato preceduto da un evento di diffusione dal titolo **"Innovazione digitale del processo di rigenerazione urbana"** (cfr. per maggiori dettagli si report relativo alla LA 78) che si è tenuto a Roma, presso la sede ENEA, il giorno 27 giugno 2019 ed al quale sono stati invitati i Gestore, le aziende e gli stakeholder direttamente interessati dall'uso del PELL IP.

### 3.1 Avvio all'utilizzo della Piattaforma PELL IP

Per poter dare l'avvio all'utilizzo, da parte di utenti, della piattaforma PELL IP, si è reso necessario progettare e realizzare dei **servizi di supporto** alle principali fasi di adesione al PELL e compilazione della scheda censimento PELL IP; per la sua natura innovativa, infatti, il PELL propone un modello completamente nuovo di gestione ed organizzazione dei dati di identità e di funzionamento degli impianti IP che richiedono un grosso lavoro di affiancamento e di supporto ai diretti interessati al servizio che ha l'obiettivo di indirizzarli verso questo nuovo processo di digitalizzazione delle informazioni in chiave smart city.

L'avvio all'utilizzo del PELL da parte dei Gestori che si sono aggiudicati i lotti Consip (Bando Servizio Luce 4) prevede:

- **una prima fase** di caricamento delle **schede censimento "ante riqualificazione" e "post riqualificazione"** per ciascun Comune coinvolto nel bando e il caricamento annuale di una scheda censimento "di manutenzione" per tutta la durata del contratto, che può essere di 6 o 9 anni, che riporti lo stato di fatto dell'impianto riqualificato a seguito di un ogni anno di manutenzione. Il caricamento annuale si rende necessario poiché gli impianti di IP per loro natura sono "dinamici" in quanto soggetti a continui cambiamenti che vengono attuati nelle fasi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

Tali manutenzioni potrebbero comportare la modifica di parti dell'impianto riqualificato che deve essere registrata in modo che, a fine contratto/convenzione, il Gestore lasci al Comune lo stato di fatto dell'impianto, mettendo a disposizione della Pubblica Amministrazione (PA) le schede censimento che saranno utilizzate per qualunque procedura di affidamento che il Comune vorrà intraprendere per la nuova gestione dell'Illuminazione Pubblica.

E' importante evidenziare come la redazione del censimento di un impianto di illuminazione Pubblica sia uno degli strumenti principali da utilizzare in un bando di affidamento per una riqualificazione e/o gestione. Effettuare tale censimento ha costi che spesso una PA non può affrontare e che porta ad effettuare dei bandi che troppo spesso mettono a disposizione un censimento sommario della consistenza degli impianti, lasciando gravare tale costo su coloro che partecipano alla procedura ma che di fatto non hanno alcuna certezza di un eventuale affidamento del lavoro. IL PELL di fatto consente la messa a disposizione del Comune del censimento aggiornato dei suoi impianti IP;

- **una seconda fase che prevede l'allaccio degli impianti al PELL** con l'invio dei dati dinamici (grandezze elettriche ed energetiche) che avverrà dopo 2 anni dall'avvio del contratto dei Gestori.

In questa annualità il PELL ha visto l'avvio della **prima fase propedeutica al caricamento delle schede censimento "ante e post riqualificazione", caricamento che avverrà nel 2020** (come da convenzione tra i Gestori e Consip). Mentre la seconda fase di allaccio al PELL sarà oggetto di progettazione, implementazione e messa in produzione al termine del triennio di ricerca.

In particolare, i servizi propedeutici e di supporto per l'avvio della prima fase che sono stati implementati sono:

- Registrazione al PELL (una prima versione della sezione era già stata implementata nelle triennio del PAR 20215-2017, ma a seguito di test di prova si è proceduto ad una nuova fase di aggiornamento e upgrade del servizio),

- Sezione del Ticketing,
- Sezione delle FAQ,
- Sezione Download,
- Ottimizzazione della visualizzazione dei KPI statici.

### 3.1.1 Registrazione al PELL

Nella sezione IP (Illuminazione Pubblica) della piattaforma è presente la sezione **“Come Aderire”** (Figura 18) che è dedicata alla registrazione delle diverse tipologie di utente (<https://www.pell.enea.it/illuminazione-pubblica>). In particolare, gli utenti che posso aderire al PELL sono:

- Comune,
- Gestore,
- Sviluppatore.

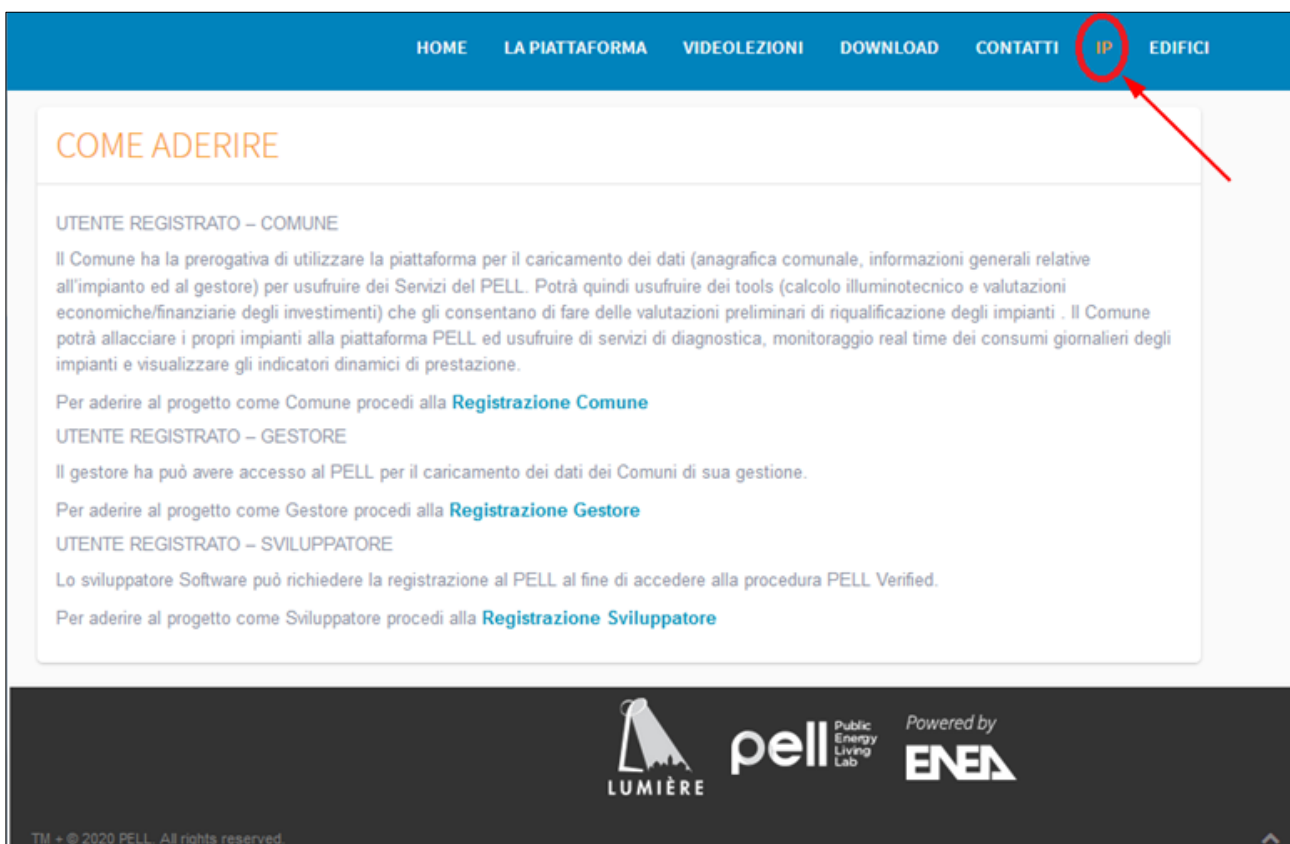


Figura 18: Sezione "Come aderire"

#### REGISTRAZIONE UTENTE COMUNE

Per effettuare la registrazione dell'utente Comune è necessario accedere alla sezione **“Come Aderire”** e selezionare **“Utente Comune”** (Figura 19) e compilare le sezioni previste indicando il nome di un referente comunale ed un indirizzo pec al quale l'ENEA invierà una email di conferma di avvenuta ricezione della richiesta di adesione e registrazione al PELL.

L'utente riceverà le sue credenziali (ID e la password) per poter accedere al portale.

Questa sezione è dedicata al Comune che può prendere visione delle schede censimento caricate e dei servizi offerti dal PELL (Sezione statica e sezione dinamica). Il Comune potrà prendere visione delle informazioni relativa ai propri impianti.

**REGISTRAZIONE UTENTE**

Benvenuto nella sezione "registrazione utente" e relativa adesione al PELL da parte della tua Amministrazione.  
 Questa operazione ti consentirà di pervenire ad una conoscenza puntuale e standardizzata del livello tecnologico, qualitativo e prestazionale degli impianti di illuminazione pubblica considerati.

**Anagrafica Comune**

Comune	Tipo di contratto	Proprietà impianto
<input type="text"/>	Tipo di contratto	Proprietà impianto
Scadenza contrattuale	Nome gestore	Anno ultima riqualificazione
Scadenza contrattuale	Nome gestore	Anno ultima riqualificazione
Nome referente comunale	Cognome referente comunale	Email referente comunale
Nome referente comunale	Cognome referente comunale	email referente comunale
Email PEC referente comunale	Numero telefonico referente comunale	Numero di abitanti
email PEC referente comunale	Numero telefonico referente comunale	Numero di abitanti
Superficie complessiva (Km2)	Responsabile comunale	Punti luce totali
Superficie complessiva (Km2)	Responsabile comunale	Punti luce totali
Punti luce di proprietà		
Punti luce di proprietà		

Rappresentanti del comune autorizzati alla gestione dei dati

[Aggiungi rappresentante](#)

Figura 19: Registrazione Utente Comune

**REGISTRAZIONE UTENTE GESTORE**

Per effettuare la registrazione dell'utente Gestore è necessario accedere alla sezione "Come Aderire", selezionare "Utente Gestore" (Figura 20) e compilare le sezioni previste indicando il nome di un referente aziendale e un indirizzo di posta elettronica al quale l'ENEA invierà una email di conferma di avvenuta ricezione della richiesta di adesione e registrazione al PELL. Il Gestore può richiedere l'attivazione per uno o più comuni gestiti.

L'utente riceverà le sue credenziali (ID e la password) per poter accedere al portale.

Questa sezione è dedicata al Gestore che può accedere e caricare le schede censimento degli impianti gestiti ed afferenti a diversi Comuni da lui gestiti ed accedere ai servizi offerti dal PELL (Sezione statica e sezione dinamica).

**REGISTRAZIONE GESTORE**

Benvenuto nella sezione "registrazione gestore" e relativa adesione al PELL.  
 Questa operazione ti consentirà di pervenire ad una conoscenza puntuale e standardizzata del livello tecnologico, qualitativo e prestazionale degli impianti di illuminazione pubblica considerati.

**Anagrafica**

**Nome gestore**

Nome gestore

**Nome referente**

Nome referente

**Cognome referente**

Cognome referente

**Email referente**

Email referente

**Numero telefonico referente**

Numero telefonico referente

**Comuni gestiti**

Seleziona almeno un comune

[INVIA RICHIESTA](#)

Figura 20: Registrazione Utente Gestore

**REGISTRAZIONE UTENTE SVILUPPATORE**

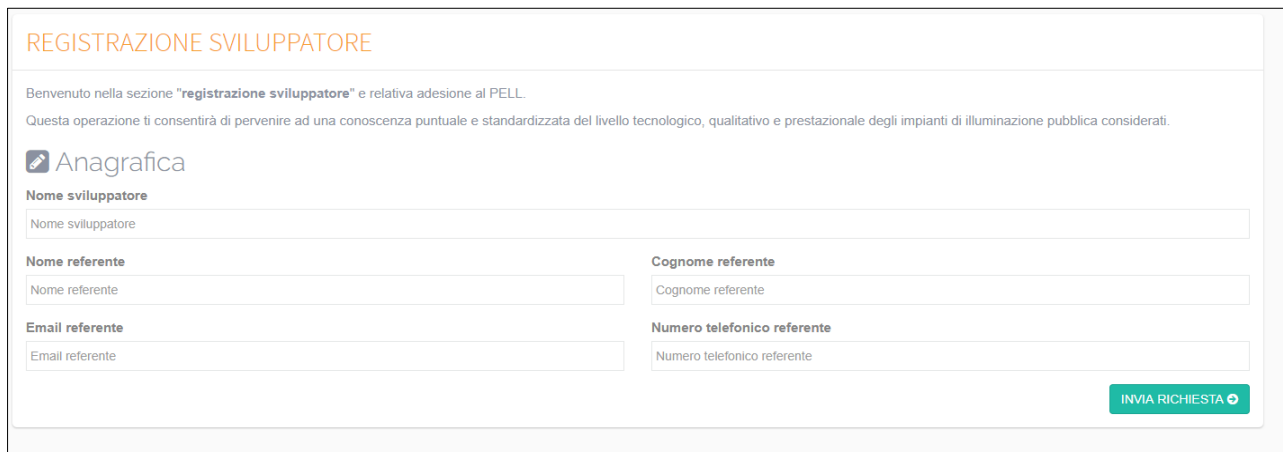
Questa sezione è dedicata allo sviluppatore software che può avere accesso al PELL per la sola procedura PELL.

Per effettuare la registrazione dell'Utente Sviluppatore è necessario accedere alla sezione "Come Aderire", selezionare "Utente Sviluppatore" (Figura 21) e compilare le sezioni previste indicando il nome di un



referente aziendale e un indirizzo di posta elettronica al quale l'ENEA invierà una email di conferma di avvenuta ricezione della richiesta di adesione e registrazione al PELL.

L'utente riceverà le sue credenziali (ID e la password) per poter accedere al portale ma non avrà accesso alla funzionalità di caricamento della Scheda Censimento né al form online per la creazione manuale della Scheda. Potrà accedere alla procedura PELL Verified (che sarà implementata nell'ambito del progetto **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione ES-PA**, (progetto finanziato dall'Agenzia della Coesione Territoriale nell'ambito del Programma Operativo Nazionale Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020, il cui fine è quello di migliorare le competenze delle pubbliche amministrazioni regionali e locali sui temi dell'energia e della sostenibilità.) e che ha l'obiettivo di dare agli utenti che dimostrino di saper produrre Schede censimento conformi alle specifiche, la possibilità di essere inseriti in un'apposita sezione Utenti Verificati che possa garantire loro visibilità e riconoscibilità.



The screenshot shows a registration form titled "REGISTRAZIONE SVILUPPATORE". It includes a welcome message and a description of the operation. The form is divided into sections: "Anagrafica" with fields for "Nome sviluppatore", "Nome referente", "Email referente", "Cognome referente", and "Numero telefonico referente". A green button labeled "INVIA RICHIESTA" is located at the bottom right.

Figura 21: Registrazione Utente Sviluppatore

### 3.1.2 Sezione Ticketing

La sezione Ticketing è stata progettata e sviluppata per rispondere rapidamente ed in maniera mirata alle numerose richieste di supporto e/o di informazione che sono pervenute e continuano a pervenire al team del PELL.

Dopo una prima serie di richieste di informazioni, si è proceduto alla classificazione, in macro categorie, di argomenti così da veicolare le richieste verso i componenti del gruppo di lavoro del PELL.

La sezione del Ticketing è raggiungibile dalla sezione "Supporto" della sezione Illuminazione Pubblica utente (<https://www.pell.enea.it/illuminazione-pubblica>) (Figura 22).

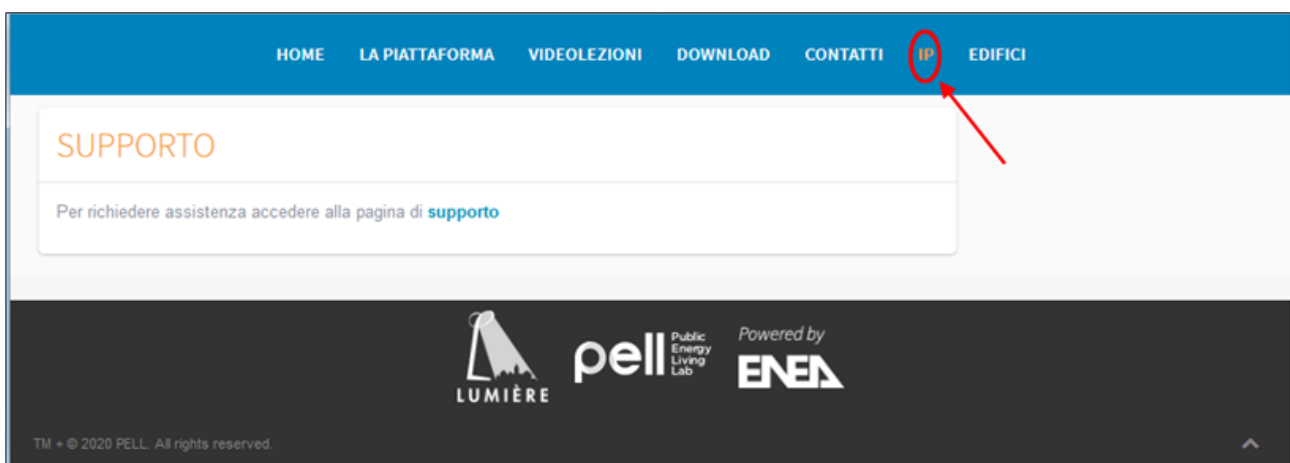


Figura 22: Sezione "Supporto"

È possibile aprire un nuovo Ticketing o verificare lo stato di uno già immesso (Figura 23).

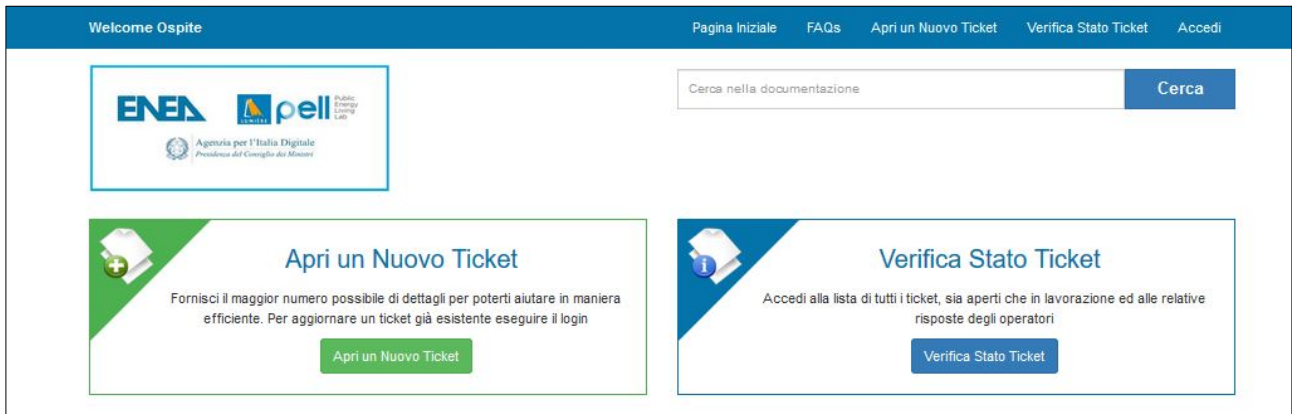


Figura 23: Sezione Ticketing

Se si apre un nuovo Ticketing è possibile selezionare l'argomento di interesse riferito alla richiesta di informazione che ci si appresta ad inoltrare (Figura 24).

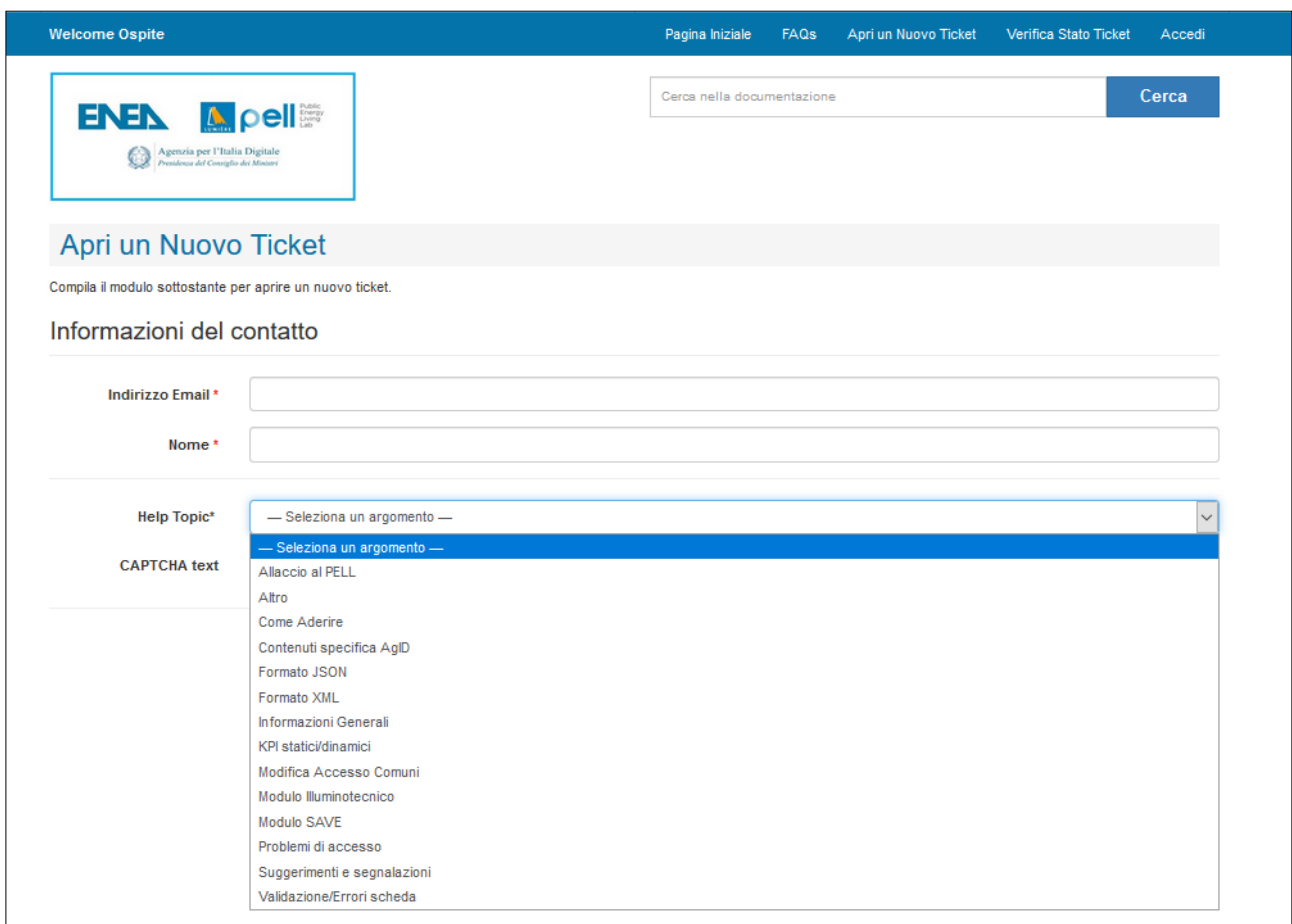


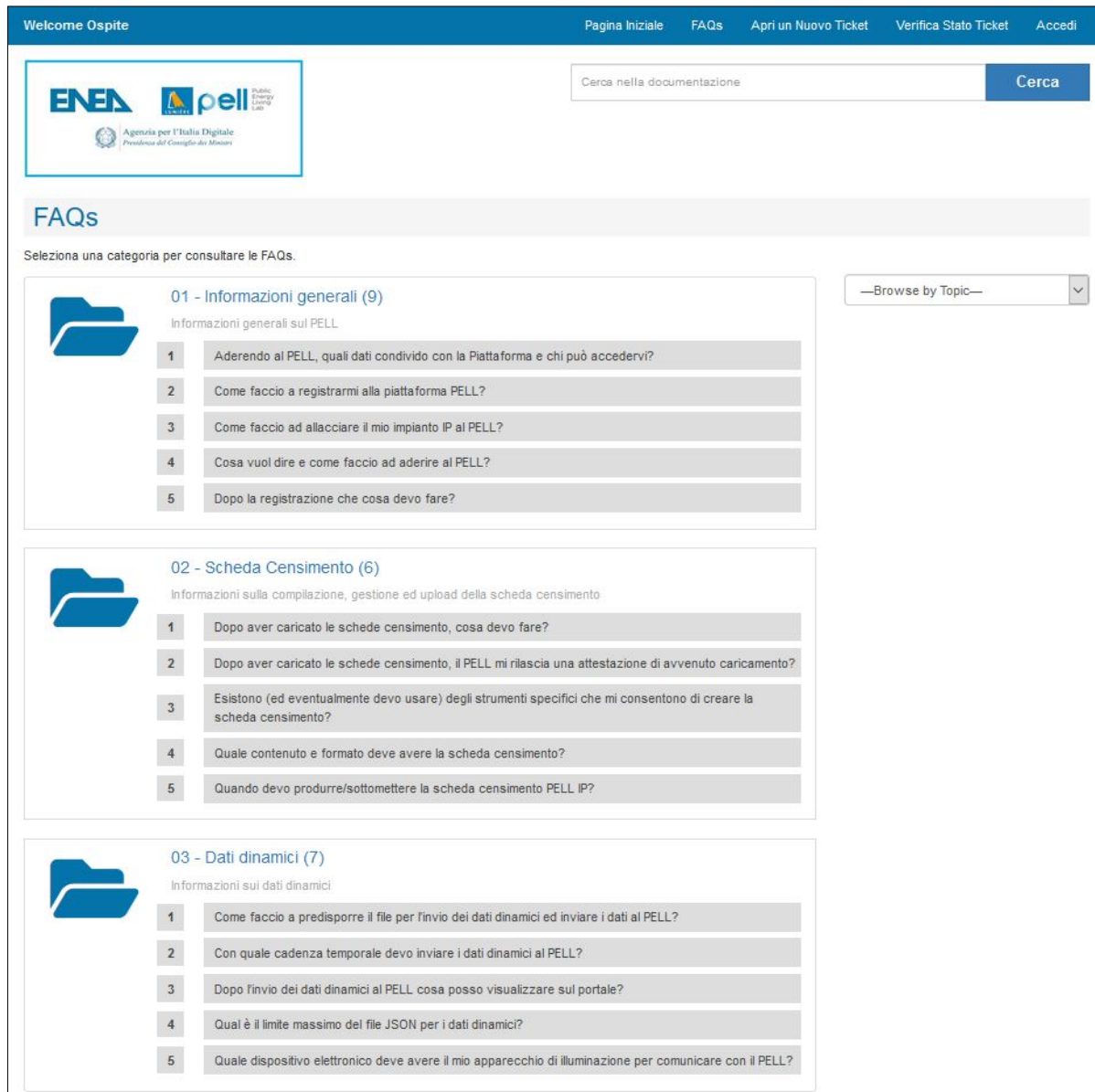
Figura 24: Apertura di un nuovo Ticketing

È anche disponibile un indirizzo di posta dedicato [pell.project@enea.it](mailto:pell.project@enea.it) al quale gli utenti possono scrivere per richiedere supporto.

### 3.1.3 Sezione FAQ

La sezione FAQ (Figura 25) è stata progettata e sviluppata per rispondere chiaramente ed in maniera sintetica alle numerose domande di carattere generale che sono pervenute e continuano a pervenire al team del PELL.

Anche in questo caso si è proceduto alla raccolta delle domande e relative risposte che sono state classificate in tre macro argomenti: “**Informazioni generali**”, “**Scheda censimento**” e “**Dati dinamici**”. La sezione del Ticketing è raggiungibile dalla sezione “**Supporto**” (Figura 22).



Welcome Ospite      Pagina Iniziale    FAQs    Apri un Nuovo Ticket    Verifica Stato Ticket    Accedi

Cerca nella documentazione      Cerca

## FAQs

Seleziona una categoria per consultare le FAQs.

01 - Informazioni generali (9)  
Informazioni generali sul PELL

- 1 Aderendo al PELL, quali dati condivido con la Piattaforma e chi può accedervi?
- 2 Come faccio a registrarmi alla piattaforma PELL?
- 3 Come faccio ad allacciare il mio impianto IP al PELL?
- 4 Cosa vuol dire e come faccio ad aderire al PELL?
- 5 Dopo la registrazione che cosa devo fare?

02 - Scheda Censimento (6)  
Informazioni sulla compilazione, gestione ed upload della scheda censimento

- 1 Dopo aver caricato le schede censimento, cosa devo fare?
- 2 Dopo aver caricato le schede censimento, il PELL mi rilascia una attestazione di avvenuto caricamento?
- 3 Esistono (ed eventualmente devo usare) degli strumenti specifici che mi consentono di creare la scheda censimento?
- 4 Quale contenuto e formato deve avere la scheda censimento?
- 5 Quando devo produrre/sottomettere la scheda censimento PELL IP?

03 - Dati dinamici (7)  
Informazioni sui dati dinamici

- 1 Come faccio a predisporre il file per l'invio dei dati dinamici ed inviare i dati al PELL?
- 2 Con quale cadenza temporale devo inviare i dati dinamici al PELL?
- 3 Dopo l'invio dei dati dinamici al PELL cosa posso visualizzare sul portale?
- 4 Qual è il limite massimo del file JSON per i dati dinamici?
- 5 Quale dispositivo elettronico deve avere il mio apparecchio di illuminazione per comunicare con il PELL?

—Browse by Topic—

Figura 25: Sezione FAQ

A titolo di esempio si riportano, per ognuno dei tre macro argomenti, esempi di domande e relative risposte (Figura 26, Figura 27, Figura 28).

The screenshot shows the top navigation bar with 'Welcome Ospite' and links for 'Pagina Iniziale', 'FAQs', 'Apri un Nuovo Ticket', 'Verifica Stato Ticket', and 'Accedi'. Below the navigation is a search bar with the text 'Cerca nella documentazione' and a 'Cerca' button. The main content area features the ENEA and PELL logos, followed by the heading 'Domande frequenti' and a sub-heading 'Tutte le categorie » 01 - Informazioni generali'. The primary question is 'Come faccio a registrarmi alla piattaforma PELL?'. Below the question, it states 'Ultimo aggiornamento 4 mesi fa'. The text explains that registration is required for municipalities, managers, and companies, and provides links for both: 'I Comuni possono registrarsi al link: https://www.pell.enea.it/registrazione-comune' and 'I Gestori possono registrarsi al link: https://www.pell.enea.it/registrazione-gestore'. On the right, a 'Categorie' sidebar lists 'Allaccio al PELL', 'Come Aderire', and 'Informazioni Generali'.

Figura 26: Informazioni Generali

The screenshot shows the same website structure as Figure 26. The sub-heading is 'Tutte le categorie » 02 - Scheda Censimento'. The primary question is 'Dopo aver caricato le schede censimento, cosa devo fare?'. It is updated '4 mesi fa'. The text instructs users to perform preliminary evaluations using two tools: '1. tool calcolo illuminotecnico' and '2. tool per la valutazione economica finanziaria di una possibile riqualificazione'. It also notes that users can connect their plants to PELL after qualification. A link is provided for more information: 'Per maggiori informazioni ti invitiamo ad aprire un ticket'. The 'Categorie' sidebar on the right lists 'Validazione/Errori scheda' and 'Formato XML'.

Figura 27: Scheda Censimento

The screenshot shows the same website structure. The sub-heading is 'Tutte le categorie » 03 - Dati dinamici'. The primary question is 'Come faccio a predisporre il file per l'invio dei dati dinamici ed inviare i dati al PELL?'. It is updated '4 mesi fa'. The text directs users to the 'downloads' section for necessary information and documentation, and suggests opening a ticket for further clarification. The 'Categorie' sidebar on the right lists 'Allaccio al PELL' and 'Formato JSON'.

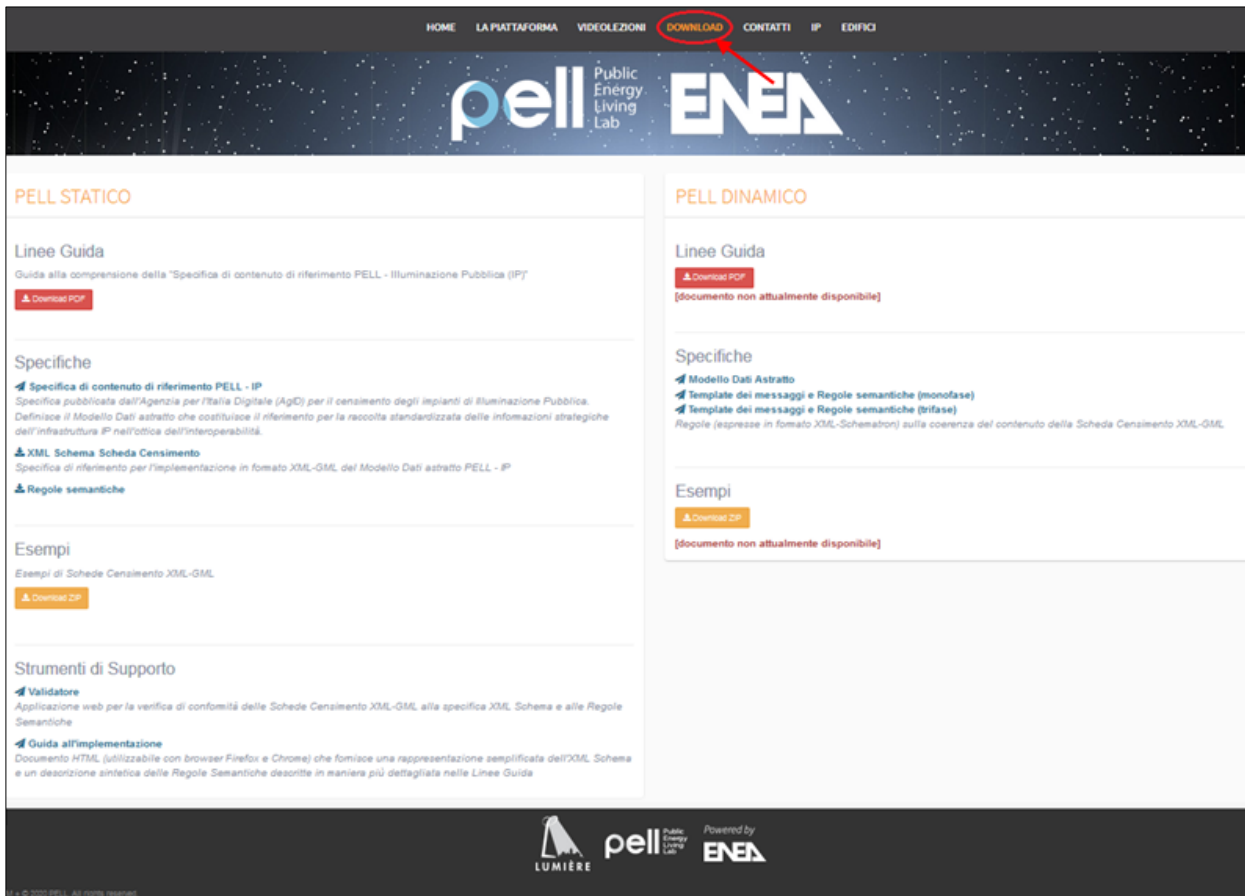
Figura 28: Dati dinamici

### 3.1.4 Sezione Download

La sezione Download (Figura 29) è stata progettata per mettere a disposizione degli utenti le specifiche e i riferimenti necessari per la predisposizione dei documenti di scambio dati con il PELL secondo i formati previsti, quali:

- XML per la scheda censimento relativi alla consistenza degli impianti (PELL statico),
- JSON relativi alle grandezze elettriche ed energetiche acquisite con gli Smart meter (PELL dinamico).

La documentazione ed i riferimenti di questa sezione (<https://www.pell.enea.it/download>) sono completi per la sezione “Statica” mentre sono in fase di completamento per la sezione “Dinamica”.



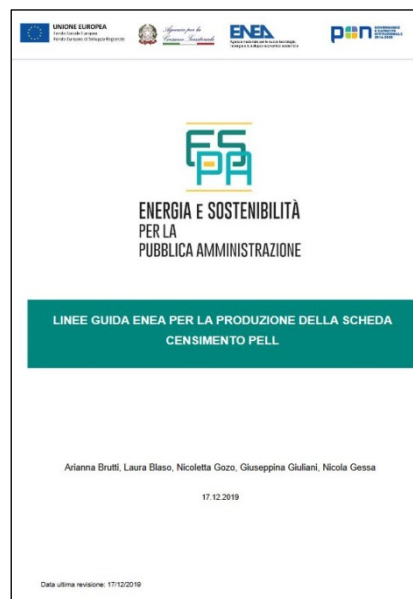
The screenshot shows the 'Download' section of the PELL website. The navigation bar at the top includes 'HOME', 'LA PIATTAFORMA', 'VIDEOLEZIONI', 'DOWNLOAD' (highlighted with a red circle and arrow), 'CONTATTI', 'IP', and 'EDIFICI'. The main content is split into two columns: 'PELL STATICO' and 'PELL DINAMICO'. The 'PELL STATICO' column contains sections for 'Linee Guida' (with a 'Download PDF' button), 'Specifiche' (listing 'Specifica di contenuto di riferimento PELL - IP', 'XML Schema Scheda Censimento', and 'Regole semantiche'), 'Esempi' (with a 'Download ZIP' button), and 'Strumenti di Supporto' (listing 'Validatore' and 'Guida all'implementazione'). The 'PELL DINAMICO' column contains 'Linee Guida' (with a 'Download PDF' button and a note '[documento non attualmente disponibile]'), 'Specifiche' (listing 'Modello Dati Astratto', 'Template dei messaggi e Regole semantiche (monofase)', and 'Template dei messaggi e Regole semantiche (trifase)'), and 'Esempi' (with a 'Download ZIP' button and a note '[documento non attualmente disponibile]'). The footer includes logos for 'LUMIERE', 'pell', 'Public Energy Living Lab', and 'ENEA', along with the text 'Powered by ENEA' and '© 2022 PELL. All rights reserved.'

Figura 29: Sezione Download

## PELL STATICO

In questa sezione sono disponibili:

- [“Linee Guida alla comprensione della “Specifica di contenuto di riferimento PELL – Illuminazione Pubblica \(IP\)”](#)”. tale documento, prodotto nell’ambito del progetto di Ricerca **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione ES-PA**, precedentemente citato, ha l’obiettivo di fornire le indicazioni tecniche per la produzione della Scheda Censimento XML PELL IP. È rivolto ai Gestori, tecnici della PA o sviluppatori che, a vario titolo, devono redigere il censimento degli impianti di Illuminazione Pubblica come da *“Specifica di contenuto di riferimento PELL - IP”*
- [“Specifica di contenuto di riferimento PELL - Illuminazione pubblica”](#) (versione 1.1 del 4 dicembre 2019) pubblicata dall’AgID. La specifica definisce il Modello Dati astratto che costituisce il riferimento per la raccolta standardizzata delle informazioni strategiche dell’infrastruttura IP nell’ottica dell’interoperabilità.



- **XML Schema Scheda Censimento:** Specifica di riferimento per l'implementazione in formato XML-GML del Modello Dati astratto PELL - IP; costituisce il riferimento normativo per l'implementazione in formato XML del Modello dati astratto PELL e la validazione delle istanze.
- Una prima versione di specifica era stata progettata e realizzata nell'ambito del PAR2017 (Report RdS/PAR2017/053); la versione attualmente disponibile nella sezione Download ne è l'aggiornamento che implementa le modifiche apportate al Modello Dati astratto come da Specifica di contenuto di riferimento PELL - IP, versione 1.1 del 4 dicembre 2019 [Regole semantiche](#): regole che stabiliscono dei requisiti o delle raccomandazioni sul contenuto della Scheda Censimento, al fine di garantire la coerenza dei dati inseriti. Il file disponibile al link "Regole semantiche" è l'implementazione in linguaggio Schematron di tali requisiti e raccomandazioni che è stata fatta per consentire la loro verifica (validazione) automatica sui documenti XML. La descrizione testuale delle Regole semantiche ed esempi di loro applicazione è disponibile nelle Linee Guida. Le attività di progettazione delle Regole semantiche e di implementazione in Schematron sono state svolte nell'ambito del progetto di Ricerca **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, ES-PA**.
- **Esempi di schede censimento:** file .zip che raccoglie alcuni esempi di Scheda Censimento XML; nello specifico:
  - SchedaCensimentoEsempio1.xml: Scheda censimento avente:**
    - 1 POD
    - 1 Quadro Elettrico
    - 1 Punto Luce composto da 1 apparecchio e 1 sorgente luminosa
    - 1 Zona omogenea
  - SchedaCensimentoEsempio2.xml: Scheda censimento avente:**
    - 2 POD
    - 3 Quadri Elettrici
    - 10 Punti Luce ciascuno composto da 1 apparecchio e 1 sorgente luminosa
    - 8 Zone omogenee
  - SchedaCensimentoEsempio3.xml: Scheda censimento avente:**
    - 1 POD



- 1 Quadro Elettrico
- 1 Punto Luce composto da 2 apparecchi, ciascuno con due sorgenti luminose
- 1 Zona omogenea

#### **SchedaCensimentoEsempio3ImpiantoPromiscuo.xml**

Questa scheda fornisce un esempio di impianto con promiscuità elettrica (situazione sancita dal valore "true" dell'elemento *PODGeneralData/VarietyFlag*); in questi scenario molte informazioni non sono note per cui si ipotizza la presenza di un POD (fittizio) , di un Quadro Elettrico (fittizio), le cui informazioni sono quelle ipotizzate, a cui vengono agganciati tutti i Punti Luce (reali) dell'impianto che si sta censendo. L'esempio, quindi, contiene:

- 1 POD (fittizio)
- 1 Quadro Elettrico (fittizio)
- 2 Punti Luce composti da composti da 1 apparecchio e 1 sorgente luminosa 1 Zona omogenea

I file sono disponibili sia con Foglio di Stile (cartella **esempiConXSL**) che senza (cartella **esempi**).

Il Foglio di Stile **xsltSchedaCensimento.xsl** (disponibile nella cartella **esempiConXSL/xsl**) consente la visualizzazione *human-friendly* del contenuto dei file XML tramite browser.

### Strumenti di Supporto

- **Validatore:** Applicazione web (XML Validator Figura 30) per la verifica di conformità delle Schede Censimento XML-GML alla specifica XML Schema e alle Regole Semantiche (<http://winter.bologna.enea.it/Validator/Validator.jsp?language=it&con=PELL>). L'obiettivo principale di questo tool è supportare gli sviluppatori durante lo sviluppo di applicazioni volte a produrre documenti conformi alle specifiche PELL; possono infatti utilizzarlo per verificare se le applicazioni producono l'output effettivamente atteso, o individuare gli eventuali errori ed interventi da apportare all'applicazione. Non è stato pensato per testare Schede Censimento reali in termini di dimensioni; per questo motivo il corretto funzionamento del validatore è garantito solo per la validazione di file XML di dimensione limitata (inferiore a 10 Mega).



**Figura 30: Validatore**

- **Guida all'implementazione**

Documento HTML (utilizzabile con browser Firefox e Chrome) che fornisce una rappresentazione semplificata dell'XML Schema e un descrizione sintetica delle Regole Semantiche descritte in maniera più dettagliata nelle Linee Guida. Una prima versione della Guida all'implementazione era già stata realizzata nell'ambito del PAR2017 (Report RdS/PAR2017/053); quella attualmente disponibile nella sezione Download è una versione aggiornata, coerente con l'ultima versione dell'XML Schema CensusTechSheet.xsd, realizzata in questa annualità (Figura 31).

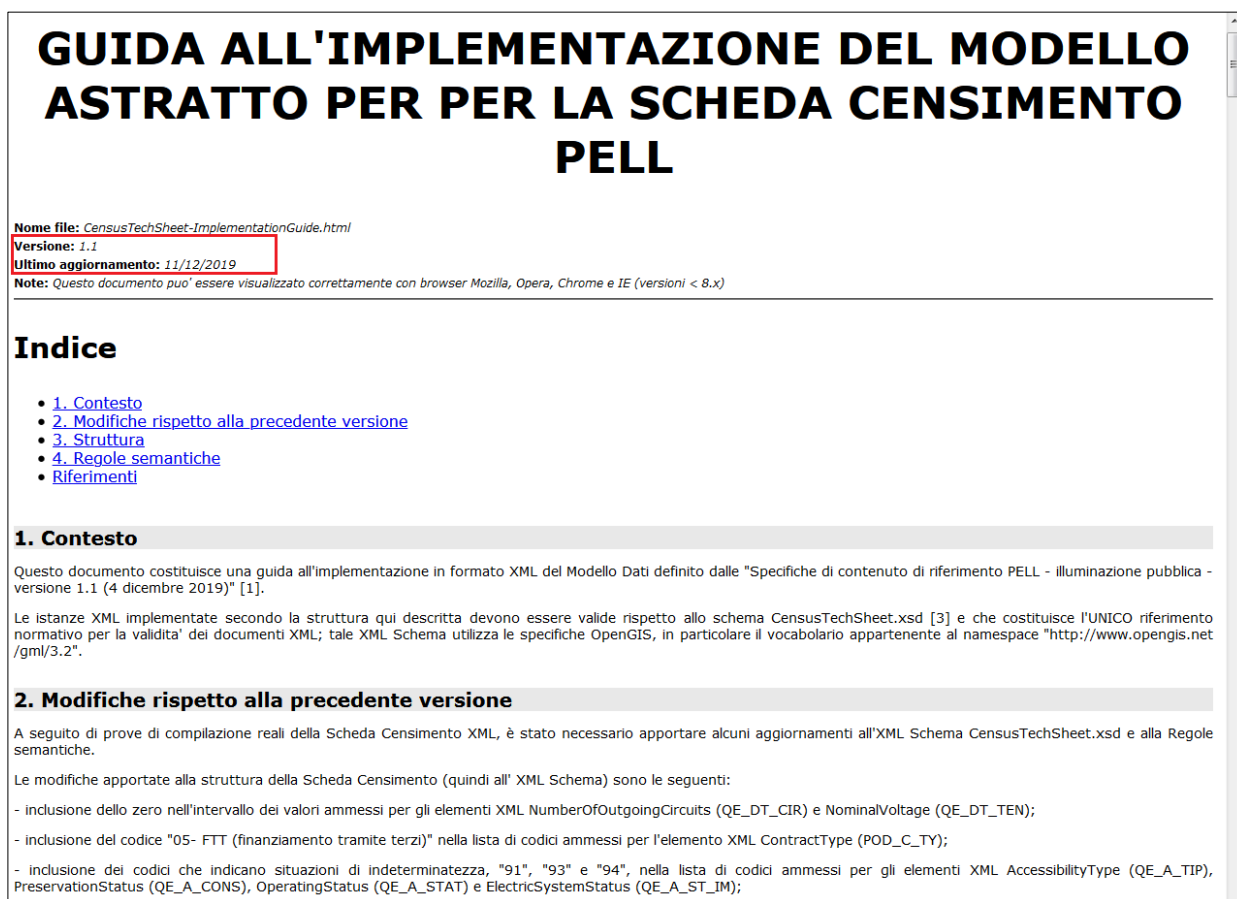


Figura 31: Guida alla implementazione del modello astratto per la scheda censimento PELL

**PELL DINAMICO**

In questa sezione sono presenti:

- **Linee Guida** (documento non ancora disponibile ed in corso di redazione nell'ambito del progetto **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, ES-PA)**
- **Modello astratto dati**: rappresenta, in modo indipendente dalla sintassi, il contenuto che deve avere un documento utilizzato per inviare set di dati dinamici (grandezze elettriche ed energetiche) alla piattaforma PELL. Tale modello era stato realizzato nell'ambito del PAR2017 (Report RdS/PAR2017/053).
- **Template dei messaggi e Regole semantiche (monofase)**: accesso all'applicazione web che consente di scaricare:
  - o il template che implementa il Modello Dati astratto nel formato JSON richiesto dal PELL per l'invio di dati relativi ad impianti monofase
  - o l'implementazione Schematron delle Regole semantiche che stabiliscono i requisiti sul contenuto dei messaggi relativi ad impianti monofase



- **Template dei messaggi e Regole semantiche (trifase):** accesso all'applicazione web che consente di scaricare:
  - o il template che implementa il Modello Dati astratto nel formato JSON richiesto dal PELL per l'invio di dati relativi ad impianti trifase
  - o l'implementazione Schematron delle Regole semantiche che stabiliscono i requisiti sul contenuto dei messaggi relativi ad impianti trifase
- **Esempi** (documento non ancora disponibile ed in corso di redazione nell'ambito del progetto **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, ES-PA**)

### 3.1.5 Ottimizzazione della visualizzazione dei KPI statici

Nello scorso Triennio (PAR 2015-2017) sono stati definiti ed aggiornati i **KPI statici di Progetto** che vengono calcolati a seguito della sottomissione di una scheda censimento conforme (Figura 32). I KPI statici sono stati definiti con l'obiettivo di restituire informazioni sulle prestazioni degli impianti di illuminazione oggetto del censimento.



Id	Descrizione	codice istat comune	nome comune	N. POD	N. quadri	N. punti luce	Scheda corrente	Tipo scheda	Ultima modifica	Sottomissione	Azioni
50	scheda_ok_2_admin	12058091	Cesano di Roma	2	3	10	☆	ante riqualificazione	09/10/2019 12:12:55	09/10/2019 12:13:30	📄 📊
49	scheda_ok_1_admin	12058091	Cesano di Roma	1	1	1	★	ante riqualificazione	15/10/2019 10:33:39		✎ ✕ 📄 →

Figura 32: Sezione Elenco Schede Censimento caricate sul PELL

In particolare i KPI implementati sono:

- **KPI tecnologico:** indica la qualità dell'efficienza luminosa della sorgente adottata (cioè la quantità di luce prodotta in relazione alla potenza elettrica fornita), consente il confronto della prestazione luminosa della sorgente adottata rispetto al valore minimo previsto per la medesima tecnologia dai CAM. Questo KPI è calcolato per ciascuna zona.  
Questo KPI può essere calcolato nel caso in cui la sorgente luminosa indicata nella scheda censimento (campo PL\_SL\_TY) è tra quelle per le quali è disponibile l'efficienza luminosa (lm/W), quali "Sodio Alta Pressione", "Ioduri metallici" e "LED" mentre, per le altre sorgenti, sarà restituita l'informazione che il KPI, per quella zona omogenea, non è applicabile (Figura 33).
- **KPI geometrico:** indica se la potenza elettrica installata della sorgente luminosa per m<sup>2</sup> di superficie è all'interno dell'intervallo ammesso per la categoria illuminotecnica, definita dallo standard vigente (UNI 11248), riferita alla zona omogenea considerata (cioè l'area che necessita di uguali condizioni luminose per garantire la sicurezza della circolazione veicolare, pedonale e la fruizione degli spazi). Il calcolo viene effettuato a livello del reticolo di calcolo. Questo KPI è calcolato per ciascuna zona (Figura 34).

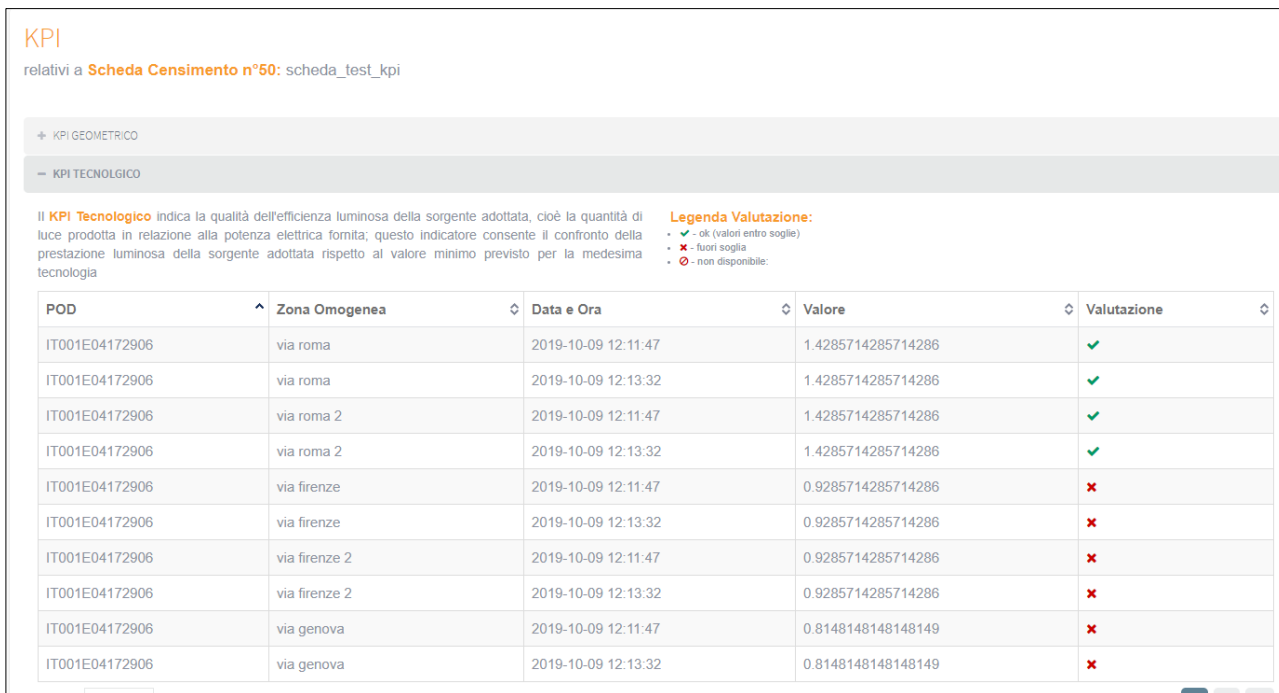


Figura 33. KPI tecnologico

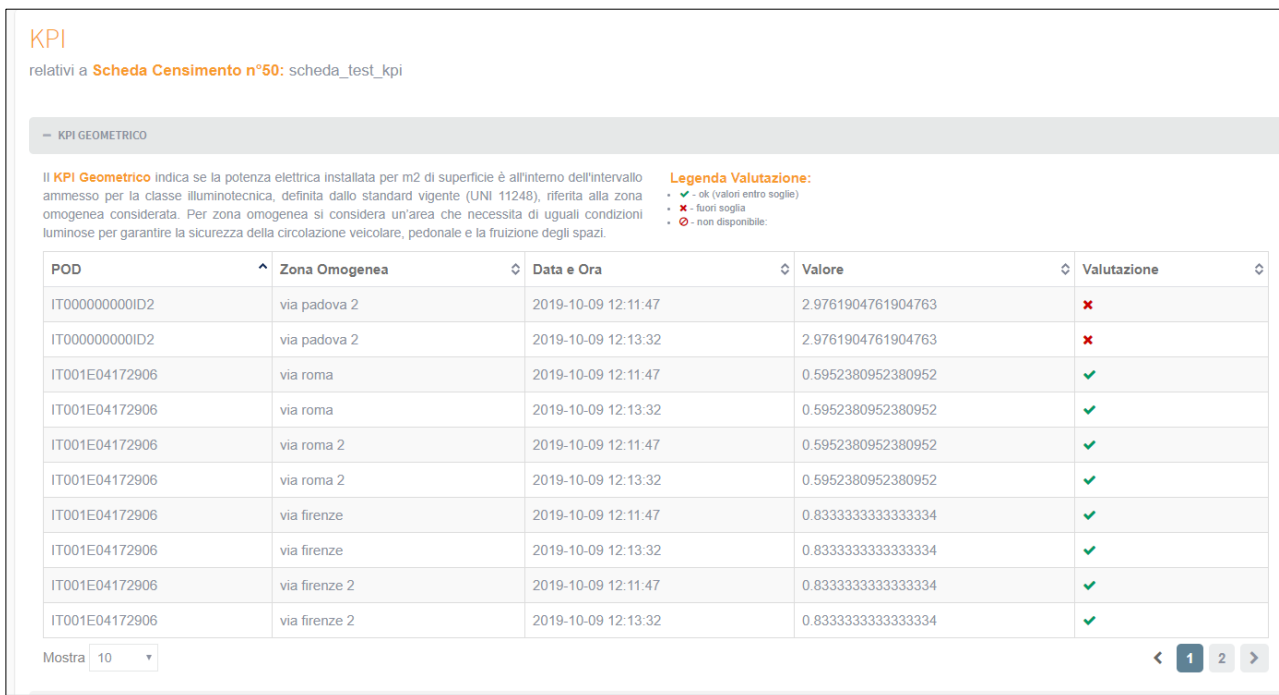


Figura 34. KPI Geometrico

- **KPI confronto (vs BAU - Business As Usual):** indica il vantaggio, in termini energetici, derivanti dall'utilizzo della sorgente installata rispetto all'utilizzo della BAU (la tecnologia usualmente adottata) affiancata anche dall'utilizzo di sistemi di riduzione del flusso in modalità adattiva). Il calcolo viene effettuato a livello del reticolo di calcolo. Questo KPI è calcolato per ciascuna zona (Figura 35).

— KPI BAU

Il **KPI confronto (vs BAU)** Restituisce, sulla base del calcolo illuminotecnico relativo alla zona omogenea, un'indicazione circa il vantaggio in termini energetici derivanti dall'utilizzo della sorgente installata rispetto all'utilizzo della BAU che costituisce la tecnologia usualmente adottata, affiancata anche dall'utilizzo di sistemi di riduzione del flusso in modalità adattiva. Al momento, il KPI coincide con il KPI geometrico.

**Legenda Valutazione:**

- - ok (valori entro soglie)
- - fuori soglia
- - non disponibile:

POD	Zona Omogenea	Data e Ora	Valore	Valutazione
IT000000000ID2	via padova 2	2019-10-09 12:11:47	8.928571428571429	✘
IT000000000ID2	via padova 2	2019-10-09 12:13:32	8.928571428571429	✘
IT001E04172906	via roma	2019-10-09 12:11:47	1.7857142857142856	✘
IT001E04172906	via roma	2019-10-09 12:13:32	1.7857142857142856	✘
IT001E04172906	via roma 2	2019-10-09 12:11:47	1.7857142857142856	✘
IT001E04172906	via roma 2	2019-10-09 12:13:32	1.7857142857142856	✘
IT001E04172906	via firenze	2019-10-09 12:11:47	2.5	✘
IT001E04172906	via firenze	2019-10-09 12:13:32	2.5	✘
IT001E04172906	via firenze 2	2019-10-09 12:11:47	2.5	✘
IT001E04172906	via firenze 2	2019-10-09 12:13:32	2.5	✘

Mostra 10

Figura 35. KPI BAU

- **KPI confronto (vs BAT - Best Available Technology):** indica il vantaggio, in termini energetici, derivanti dall'utilizzo di una BAT in sostituzione della sorgente installata. La BAT costituisce la migliore tecnologia sul mercato, considerando l'impianto a piena potenza. Il calcolo viene effettuato a livello del reticolo di calcolo. Questo KPI è calcolato per ciascuna zona (Figura 36).

— KPI BAT

Il **KPI confronto (vs BAT)** restituisce, sulla base del calcolo illuminotecnico relativo alla zona omogenea, un'indicazione circa il vantaggio che si potrebbe ottenere in termini energetici se si utilizzasse una BAT in sostituzione della sorgente installata. La BAT costituisce la migliore tecnologia sul mercato, affiancata anche dall'utilizzo di sistemi di riduzione del flusso in modalità adattiva. Al momento, il fattore K indicante la BAT è posto pari a 0,9.

**Legenda Valutazione:**

- - ok (valori entro soglie)
- - fuori soglia
- - non disponibile:

POD	Zona Omogenea	Data e Ora	Valore	Valutazione
IT000000000ID2	via padova 2	2019-10-09 12:11:47	9.920635183442004	✘
IT000000000ID2	via padova 2	2019-10-09 12:13:32	9.920635183442004	✘
IT001E04172906	via roma	2019-10-09 12:11:47	1.9841270366884005	✘
IT001E04172906	via roma	2019-10-09 12:13:32	1.9841270366884005	✘
IT001E04172906	via roma 2	2019-10-09 12:11:47	1.9841270366884005	✘
IT001E04172906	via roma 2	2019-10-09 12:13:32	1.9841270366884005	✘
IT001E04172906	via firenze	2019-10-09 12:11:47	2.777777851363761	✘
IT001E04172906	via firenze	2019-10-09 12:13:32	2.777777851363761	✘
IT001E04172906	via firenze 2	2019-10-09 12:11:47	2.777777851363761	✘
IT001E04172906	via firenze 2	2019-10-09 12:13:32	2.777777851363761	✘

Mostra 10

Figura 36. KPI BAT

- **KPI dimming:** indica il risparmio energetico derivante dall'utilizzo di strategie di dimming, statiche o adattive, rispetto al caso in cui l'impianto preso in considerazione funzioni sempre alla massima potenza, secondo i dati inseriti nella scheda censimento. Questo KPI è calcolato per ciascun POD (Figura 37).

— KPI DIMMING

Il **KPI dimming** restituisce un'indicazione sui risparmi energetici derivanti dall'utilizzo di strategie di dimming, statiche o adattive, rispetto al caso in cui l'impianto preso in considerazione funzioni sempre alla massima potenza, secondo i dati inseriti nella scheda censimento.

**Legenda Valutazione:**

- ✓ - ok (valori entro soglie)
- ✗ - fuori soglia
- ○ - non disponibile

POD	Zona Omogenea	Data e Ora	Valore	Valutazione
IT000000000ID2		2019-10-09 12:11:47	0.53125	✓
IT000000000ID2		2019-10-09 12:13:32	0.53125	✓
IT001E04172906		2019-10-09 12:11:47	1.1860294117647059	✗
IT001E04172906		2019-10-09 12:13:32	1.1860294117647059	✗

Mostra 10

Figura 37. KPI dimming

A titolo di esempio viene mostrato come si presentano i KPI per ogni scheda censimento. Il comportamento di default è quello di mostrare gli ultimi 10 record di quel kpi per quel determinato POD sulle diverse zone omogenee.

Per implementare i KPI sono state realizzate delle apposite tabelle mysql e delle stored procedure che automatizzano la generazione di tali kpi al momento della sottomissione di una scheda censimento. Le tabelle sono **kpi\_info** (Figura 38), che descrive le informazioni di ogni kpi necessarie per il calcolo delle soglie di validità e **kpi\_history** (Figura 39), che storicizza i kpi nel tempo per ogni POD e zona omogenea.

	id_kpi_info	name	min	max	is_static	is_zone_kpi
▶	1	geometrico	NULL	1	1	1
	2	tecnologico	1	NULL	1	1
	3	dimming	NULL	1	1	0
	4	confronto_vs_bat	NULL	1	1	1
	5	confronto_vs_bau	NULL	1	1	1

Figura 38. Tabella KPI info

id_kpi_history	id_kpi_info	id_pod	id_zo	timestamp	kpi_value
14	1	50	34	2019-07-11 11:15:38	0.4251700680272109
15	1	50	72	2019-07-11 11:15:38	0.5952380952380952
16	1	50	74	2019-07-11 11:15:38	2.1258503401360547
17	1	50	76	2019-07-11 11:15:38	0.38265306122448983
21	2	50	34	2019-07-11 11:16:53	1.4285714285714286
22	2	50	72	2019-07-11 11:16:53	0.9285714285714286
23	2	50	76	2019-07-11 11:16:53	0.8148148148148149
24	3	50	NULL	2019-07-11 11:18:31	0.5625
25	4	50	34	2019-07-11 11:20:53	2.145002201825298
26	4	50	72	2019-07-11 11:20:53	3.0030030825554177
27	4	50	76	2019-07-11 11:20:53	1.9305019816427682
28	5	50	34	2019-07-11 11:20:58	1.9305019305019304
29	5	50	72	2019-07-11 11:20:58	2.702702702702703
30	5	50	76	2019-07-11 11:20:58	1.7374517374517373
37	1	50	34	2019-07-26 14:38:14	0.4251700680272109
38	1	50	72	2019-07-26 14:38:14	0.5952380952380952
39	1	50	74	2019-07-26 14:38:14	2.1258503401360547
40	1	50	76	2019-07-26 14:38:14	0.38265306122448983
44	2	50	34	2019-07-26 14:38:14	1.4285714285714286
45	2	50	72	2019-07-26 14:38:14	0.9285714285714286
46	2	50	76	2019-07-26 14:38:14	0.8148148148148149
47	3	50	NULL	2019-07-26 14:38:14	0.5625

Figura 39. Tabella KPI history

Per ogni kpi è stata realizzata una stored procedure.

### KPI tecnologico

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `kpi_tec_sc`(IN id_pod INT)
BEGIN
insert ignore into kpi_history (id_kpi_info, id_pod, id_zo, kpi_value) SELECT 2, id
_pod, id_area_omogenea, kpi_tec
from
(with agg_by_zo as (
select ep.sc_POD_id as id_pod, ha.id as id_area_omogenea, ha.HomogeneousAreaID as n
ome_area_omogenea, SUM(lss.NominalLuminousFlux/lss.NominalPower) as PL_SL_FLU_PL_SL
_POW, cam.eff_luminosa as eff_cam,
SUM(lss.NominalLuminousFlux/lss .NominalPower)/ SUM(cam.eff_luminosa) as kp
i_tec, (SUM(lss.NominalLuminousFlux / lss .NominalPower)/ cam.eff_luminosa) * lsd.T
erminalPower as Pi_KPIi,
SUM(lss.NominalPower) as pw_tot
FROM sc_ElectricPanel ep
JOIN sc_ElectricPanelGeneralData epgd ON ep.id = epgd.sc_ElectricPanel_id
JOIN sc_LightSpot ls ON ep.id = ls.sc_ElectricPanel_id
JOIN sc_LightSpotEquipment lse ON ls.id = lse.sc_LightSpot_id
JOIN sc_LightSpotDevice lsd ON lse.id = lsd.sc_LightSpotEquipment_id
JOIN sc_LightSource lss ON lsd.id = lss.sc_LightSpotDevice_id
JOIN sc_HomogeneousArea ha ON ha.id = ls.sc_HomogeneousArea_id
JOIN cam_eff_lampade_2018 cam ON cam.PL_SL_TY = lss.LightSourceType
AND cam.PL_SL_POW = (SELECT
b.PL_SL_POW
FROM
cam_eff_lampade_2018 AS b
WHERE
b.PL_SL_TY = lss.LightSourceType
ORDER BY ABS(b.PL_SL_POW - lss.NominalPower) ASC
LIMIT 1)
WHERE
ep.sc_POD_id = id_pod
GROUP BY ha.id
)
select id_pod, id_area_omogenea, kpi_tec
from agg_by_zo WHERE eff_cam not like 'null') as t;
END
```

### KPI geometrico

```
CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `kpi_geo_sc`(IN id_pod INT)
BEGIN
insert into kpi_history (id_kpi_info, id_pod, id_zo, kpi_value) SELECT 1, id_pod, i
d_area_omogenea, kpi_geo
from
(WITH agg_by_ls as (
```

```

SELECT ep.sc_POD_id as id_pod, ha.id as id_area_omogenea, lss.NominalPower as pote
nza_lampada, ha.HomogeneousAreaID as nome_area_omogenea,
      count(distinct ls.id) as n_pl, count(distinct lsd.id) as n_ap, count(distin
ct lss.id) as n_sl,
      ifnull(ha.AreaSurface, ha.GridLength * ha.GridWidth) as area_reticolo, cam.
potenza_sorgente as potenza_cam
FROM
      sc_ElectricPanel ep
JOIN sc_ElectricPanelGeneralData epgd ON ep.id = epgd.sc_ElectricPanel_id
JOIN sc_LightSpot ls ON ep.id = ls.sc_ElectricPanel_id
JOIN sc_LightSpotEquipment lse ON ls.id = lse.sc_LightSpot_id
JOIN sc_LightSpotDevice lsd ON lse.id = lsd.sc_LightSpotEquipment_id
JOIN sc_LightSource lss ON lsd.id = lss.sc_LightSpotDevice_id
JOIN sc_HomogeneousArea ha ON ha.id = ls.sc_HomogeneousArea_id
JOIN cam_potenza_2013 cam ON cam.ZO_CS_CI = ha.RoadClassificationCode
WHERE
      ep.sc_POD_id = id_pod
      group by ep.sc_POD_id, ls.sc_HomogeneousArea_id, ls.id
),
agg_by_zo as (
SELECT id_pod, id_area_omogenea, potenza_lampada * n_sl * n_ap as potenza_lampade_
tot, area_reticolo, potenza_cam
from agg_by_ls
group by id_area_omogenea
)

select id_pod, id_area_omogenea, (potenza_lampade_tot * 2/area_reticolo)/potenza_ca
m as kpi_geo
from agg_by_zo) as t;
END

```

#### KPI BAU

```

CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `kpi_bau_sc`(IN _id_pod INT)
BEGIN

DECLARE fattore_conversione FLOAT DEFAULT 0.07;

insert into kpi_history (id_kpi_info, id_pod, id_zo, kpi_value) SELECT 5, id_pod, i
d_area_omogenea, kpi_bau
from
(WITH agg_by_ls as (
SELECT ep.sc_POD_id as id_pod, ha.id as id_area_omogenea, lss.NominalPower as pote
nza_lampada, ha.HomogeneousAreaID as nome_area_omogenea,
      count(distinct ls.id) as n_pl, count(distinct lsd.id) as n_ap, count(distin
ct lss.id) as n_sl,
      ifnull(ha.IlluminanceLevelValue, ha.LuminanceValue/fattore_conversione) as
illuminamento_progetto,

```

```

        ifnull(ha.AreaSurface, ha.GridLength * ha.GridWidth) as area_reticolo, cam.
potenza_sorgente as potenza_cam
    FROM
        sc_ElectricPanel ep
    JOIN sc_ElectricPanelGeneralData epgd ON ep.id = epgd.sc_ElectricPanel_id
    JOIN sc_LightSpot ls ON ep.id = ls.sc_ElectricPanel_id
    JOIN sc_LightSpotEquipment lse ON ls.id = lse.sc_LightSpot_id
    JOIN sc_LightSpotDevice lsd ON lse.id = lsd.sc_LightSpotEquipment_id
    JOIN sc_LightSource lss ON lsd.id = lss.sc_LightSpotDevice_id
    JOIN sc_HomogeneousArea ha ON ha.id = ls.sc_HomogeneousArea_id
    JOIN cam_potenza_2017 cam ON cam.ZO_CS_CI = ha.RoadClassificationCode
    WHERE
        ep.sc_POD_id = _id_pod
    group by ep.sc_POD_id, ls.sc_HomogeneousArea_id, ls.id
),
agg_by_zo as (
SELECT id_pod, id_area_omogenea, nome_area_omogenea, potenza_lampada * n_sl * n_ap
as potenza_lampade_tot, area_reticolo, potenza_cam, illuminamento_progetto
from agg_by_ls
group by id_area_omogenea
)

select id_pod, id_area_omogenea, ((potenza_lampade_tot * 2)/(area_reticolo * illumi
namento_progetto))/potenza_cam as kpi_bau
from agg_by_zo
where ((potenza_lampade_tot * 2)/(area_reticolo * illuminamento_progetto))/potenza_
cam is not null) as t;
END

```

#### KPI BAT

```

CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `kpi_bat_sc`(IN _id_pod INT)
BEGIN

DECLARE fattore_conversione FLOAT DEFAULT 0.07;
DECLARE fattore_riduzione_k FLOAT DEFAULT 0.9;
insert into kpi_history (id_kpi_info, id_pod, id_zo, kpi_value) SELECT 4, id_pod, i
d_area_omogenea, kpi_bat
from
(WITH agg_by_ls as (
SELECT ep.sc_POD_id as id_pod, ha.id as id_area_omogenea, lss.NominalPower as pote
nza_lampada, ha.HomogeneousAreaID as nome_area_omogenea,
count(distinct ls.id) as n_pl, count(distinct lsd.id) as n_ap, count(distin
ct lss.id) as n_sl,
ifnull(ha.IlluminanceLevelValue, ha.LuminanceValue/fattore_conversione) as
illuminamento_progetto,
ifnull(ha.AreaSurface, ha.GridLength * ha.GridWidth) as area_reticolo, cam.
potenza_sorgente as potenza_cam
FROM

```

```

        sc_ElectricPanel ep
    JOIN sc_ElectricPanelGeneralData epgd ON ep.id = epgd.sc_ElectricPanel_id
    JOIN sc_LightSpot ls ON ep.id = ls.sc_ElectricPanel_id
    JOIN sc_LightSpotEquipment lse ON ls.id = lse.sc_LightSpot_id
    JOIN sc_LightSpotDevice lsd ON lse.id = lsd.sc_LightSpotEquipment_id
    JOIN sc_LightSource lss ON lsd.id = lss.sc_LightSpotDevice_id
    JOIN sc_HomogeneousArea ha ON ha.id = ls.sc_HomogeneousArea_id
    JOIN cam_potenza_2017 cam ON cam.ZO_CS_CI = ha.RoadClassificationCode
    WHERE
        ep.sc_POD_id = _id_pod
    group by ep.sc_POD_id, ls.sc_HomogeneousArea_id, ls.id
),
agg_by_zo as (
SELECT id_pod, id_area_omogenea, potenza_lampada * n_sl * n_ap as potenza_lampade_
tot, area_reticolo, potenza_cam, illuminamento_progetto
from agg_by_ls
group by id_area_omogenea
)
select id_pod, id_area_omogenea, ((potenza_lampade_tot * 2)/(area_reticolo * illumi
namento_progetto))/(potenza_cam * fattore_riduzione_k) as kpi_bat --
    pod_id, id_area_omogenea,
from agg_by_zo
where ((potenza_lampade_tot * 2)/(area_reticolo * illuminamento_progetto))/(potenza
_cam * fattore_riduzione_k) is not null) as t;
END

```

### KPI dimming

```

CREATE DEFINER=`root`@`%` PROCEDURE `kpi_dimming_sc`(IN id_pod INT)
BEGIN
insert into kpi_history (id_kpi_info, id_pod, kpi_value) SELECT 3, id_pod, kpi_dimm
ing
from
(with agg_by_qe as (
SELECT CASE WHEN LuminousFluxReducingFlag = 1 then (NumberOfOperatingHours -
    NumberOfReducedFluxOperatingHours)*SUM(TerminalPower)+(NumberOfReducedFluxOperatin
gHours*(SUM(TerminalPower)*PowerAverageReductionRate/100))
    ELSE (NumberOfOperatingHours -
    NumberOfPartialOperatingHours)*SUM(TerminalPower) + (NumberOfPartialOperatingHours
*SUM(TerminalPower*PowerReductionRate/100)) END as num,
        (NumberOfOperatingHours * SUM(TerminalPower)) as den
    FROM
        sc_ElectricPanelOperatingData epop
    JOIN sc_ElectricPanel ep ON epop.sc_ElectricPanel_id = ep.id
    JOIN sc_LightSpot ls ON ep.id = ls.sc_ElectricPanel_id
    JOIN sc_LightSpotEquipment lse ON ls.id = lse.sc_LightSpot_id
    JOIN sc_LightSpotDevice lsd ON lse.id = lsd.sc_LightSpotEquipment_id
    WHERE

```



```
        ep.sc_POD_id = id_pod
    group by ep.sc_POD_id, ep.id
)

select sum(num/den) kpi_dimming
from agg_by_qe) as t;
END
```

### 3.2 Supporto ai Gestori per la redazione di schede censimento PELL IP

La prima fase di avvio del PELL IP coincide con un grosso lavoro di supporto a **Sviluppatori e Gestori** degli impianti di illuminazione Pubblica che si apprestano ad aderire al PELL e a produrre i documenti conformi. Questa attività, specificatamente mirata alla parte statica del PELL (Scheda censimento) è orientata a fornire supporto per:

- la registrazione degli utenti Gestori,
- la comprensione delle funzionalità della piattaforma PELL e delle risorse disponibili,
- la predisposizione delle schede censimento PELL nel formato XML e loro validazione,
- la comprensione degli errori di compilazione commessi,
- la gestione di alcune eccezioni di compilazione delle schede censimento, nello specifico per i casi di censimento di impianti Promiscui

A tal fine, la prima azione svolta è stata l'organizzazione, tra maggio e settembre 2019, di quattro sessioni di formazione a distanza (tramite conference call), per quattro diversi utenti che ne hanno fatto richiesta, di cui 3 erano Gestori e 1 Software House. Le sessioni rivolte ai Gestori hanno affrontato i seguenti aspetti:

1. funzionalità di registrazione,
2. funzionalità di upload Scheda censimento XML,
3. scopo di ciascuna risorsa disponibile nella sezione download,
4. analisi della struttura del Modello astratto della Scheda Censimento e dell'XML Schema CensusTechSheet.xsd, della relazione che esiste tra le due specifiche e dei vincoli sul popolamento dei campi da esse imposti
5. come utilizzare l'XML Validator ([winter.bologna.enea.it/Validator/Validator.jsp?con=PELL](http://winter.bologna.enea.it/Validator/Validator.jsp?con=PELL)) e come interpretare il report di validazione da esso prodotto al fine di determinare la Scheda censimento validata sia conforme alle specifiche PELL, e quindi l'applicazione che l'ha prodotta si comporti nella maniera attesa, o individuare e correggere gli eventuali errori.

La sessione rivolta alla Software House ha seguito la stessa scaletta con esclusione delle tematiche 1 e 2, in quanto non di competenza di questa categoria di utente.

Relativamente alla predisposizione delle schede censimento PELL nel formato XML si è rilevato molto utile l'XML Validator.

Tale strumento è un'applicazione web altamente configurabile per la validazione di documenti basati su specifiche XML, realizzato ed utilizzato dal Laboratorio CROSS-TEC di ENEA nell'ambito di progetti precedenti e non connessi a questa linea di attività. Sulla base delle esperienze precedenti e positive sull'utilizzo di questo strumento, una delle prime attività del di questa linea di attività, è stata la predisposizione di una sua configurazione per la validazione delle Schede Censimento PELL IP. Come atteso, si è rilevato uno strumento molto utilizzato dai gestori e dagli sviluppatori in fase di implementazione le specifiche: è stato rilevato che, in media, uno sviluppatore esegue tra le 5 e le 30 prove di validazione prima di ottenere un'esecuzione senza errori, ovvero una Scheda censimento XML conforme alle Specifiche PELL. Dal punto di vista procedurale, l'XML Validator è molto semplice da utilizzare: non è richiesta registrazione al servizio; l'utente deve selezionare la specifica rispetto alla quale vuole effettuare la validazione, caricare il documento XML da validare (Figura 40) ed avviare la validazione tramite apposito pulsante (Figura 41). L'applicazione, a quel punto, in modo automatico verifica la conformità del documento caricato rispetto al CensusTechSheet.xsd e alle Regole semantiche PELL (utilizzando la loro implementazione Schematron) . Al termine restituisce un report di validazione che indica la conformità del documento (Figura 46), o eventuali errori (Figura 43), rispetto:

- all'XSD, determinando quindi la correttezza o la violazione della struttura del documento (ad es. omissione di campi obbligatori, valorizzazione non coerente con il tipo di dato o set di valori ammessi per il campo,...)
- alle Regole semantiche, determinando quindi la coerenza o non coerenza dei valori inseriti. Nello specifico, le Regole semantiche si dividono in "requisiti" e "raccomandazioni". I "requisiti" sono regole che devono obbligatoriamente essere rispettate affinché il documento sia valutato valido e, se violate, sollevano un errore indicato nel report come FATAL (alcuni esempi in Figura 43). Le

regole di tipo “raccomandazione”, invece, sono regole che forniscono indicazioni su come compilare il documento al fine di migliorarne la qualità, ma non ne compromettono la validità; nel report di validazione la violazione di una raccomandazione viene indicata come WARNING. Un documento valido rispetto all’XSD e privo di errori di tipo FATAL, è considerato valido anche se contiene delle violazioni alle raccomandazioni (Figura 44).

**ENEA** CROSS-TEC

**XML** validator

**pell** Public Energy Living Lab

**LUMIERE**

### Validatore documenti PELL

[Back to Home](#)

Area di validazione PELL-IP

**PELL Illuminazione Pubblica**

Il progetto PELL nasce e si sviluppa con l'obiettivo di promuovere un sistema di raccolta, organizzazione, gestione, elaborazione, valutazione e monitoraggio dei dati di identità e di consumo delle principali infrastrutture strategiche ed energivore urbane.

L'area Illuminazione Pubblica riguarda la raccolta dei dati relativi agli impianti della Pubblica Illuminazione (Schede censimento) secondo un modello dati astratto e una sua implementazione in formato XML condivisi a livello nazionale.

Il **modello dati astratto** è definito nelle "Specifiche di contenuto di riferimento PELL - Illuminazione Pubblica" realizzate da AgID (Agenzia per l'Italia Digitale) in collaborazione con ENEA.

La specifica di riferimento per l'implementazione in formato XML del modello dati astratto è un **XML Schema** (*CensusTechSheet.xsd*) che è stato realizzato da ENEA nell'ambito del progetto PELL con il supporto di AgID.

Inoltre, al fine di favorire la corretta compilazione delle Schede censimento XML, sono state realizzate delle **Linee Guida** che includono anche un set di requisiti sul contenuto dei documenti e, ai fini della verifica automatica di conformità dei documenti XML, tali requisiti sono stati implementati anche in linguaggio **Schematron**.

[Vai alla Piattaforma PELL](#)

**Avvio della validazione**

Single document validation

Choose the specification: **Scheda censimento IP** ▼

Insert the xml file to validate:  SchedaCensimentoEsempio1.xml

**Figura 40: Selezione specifica e upload del file da validare**

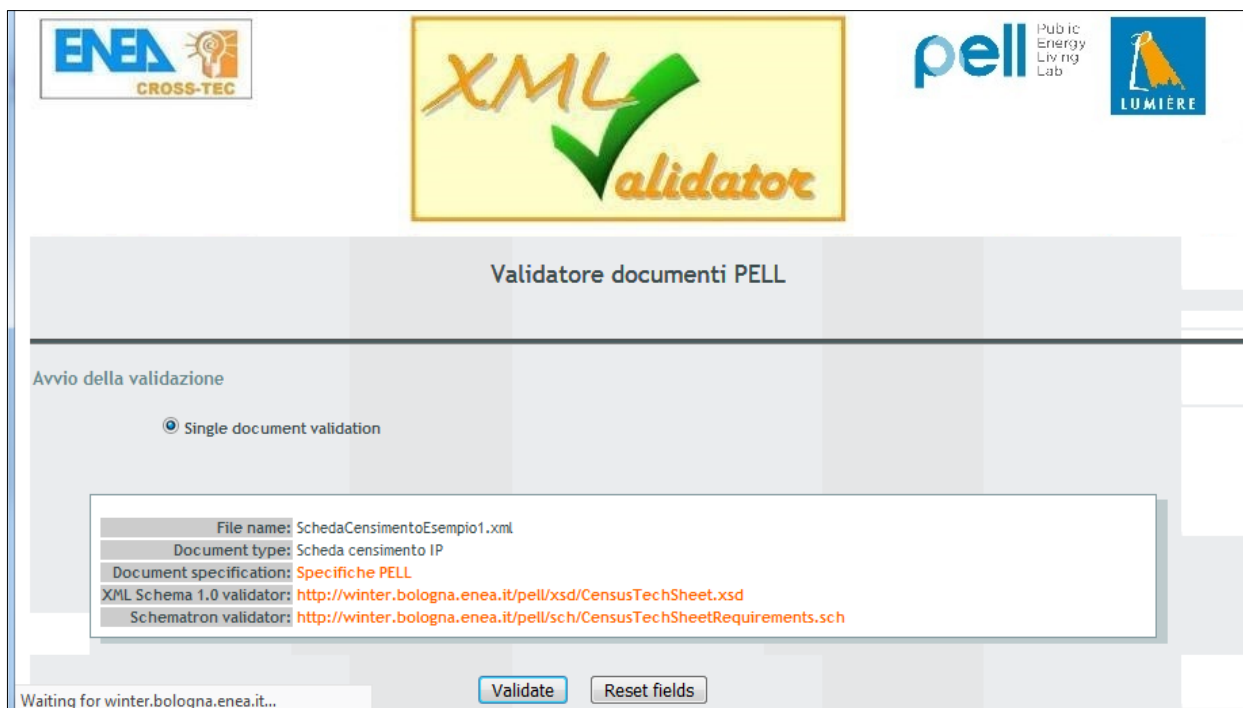


Figura 41: Avvio validazione

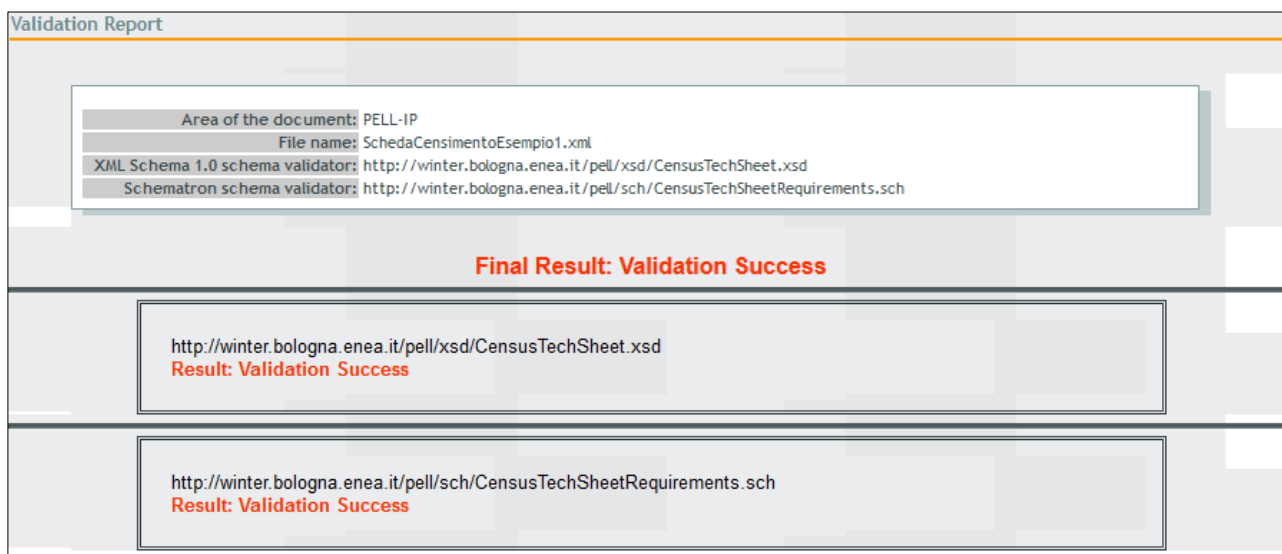


Figura 42: Report relativo alla validazione di una Scheda conforme al PELL

Validation Report

---

Area of the document: PELL-IP  
 File name: SchedaCensimentoEsempio1err.xml  
 XML Schema 1.0 schema validator: http://winter.bologna.enea.it/pell/xsd/CensusTechSheet.xsd  
 Schematron schema validator: http://winter.bologna.enea.it/pell/sch/CensusTechSheetRequirements.sch

**Final Result: Validation Failure**

---

http://winter.bologna.enea.it/pell/xsd/CensusTechSheet.xsd  
**Result: Validation Failed**

Violations of the XML schema constraints

Type	Line	Message
ERROR	81	cvc-complex-type.2.4.a: Invalid content was found starting with element 'PODGeneralData'. One of '{PODCode}' is expected.

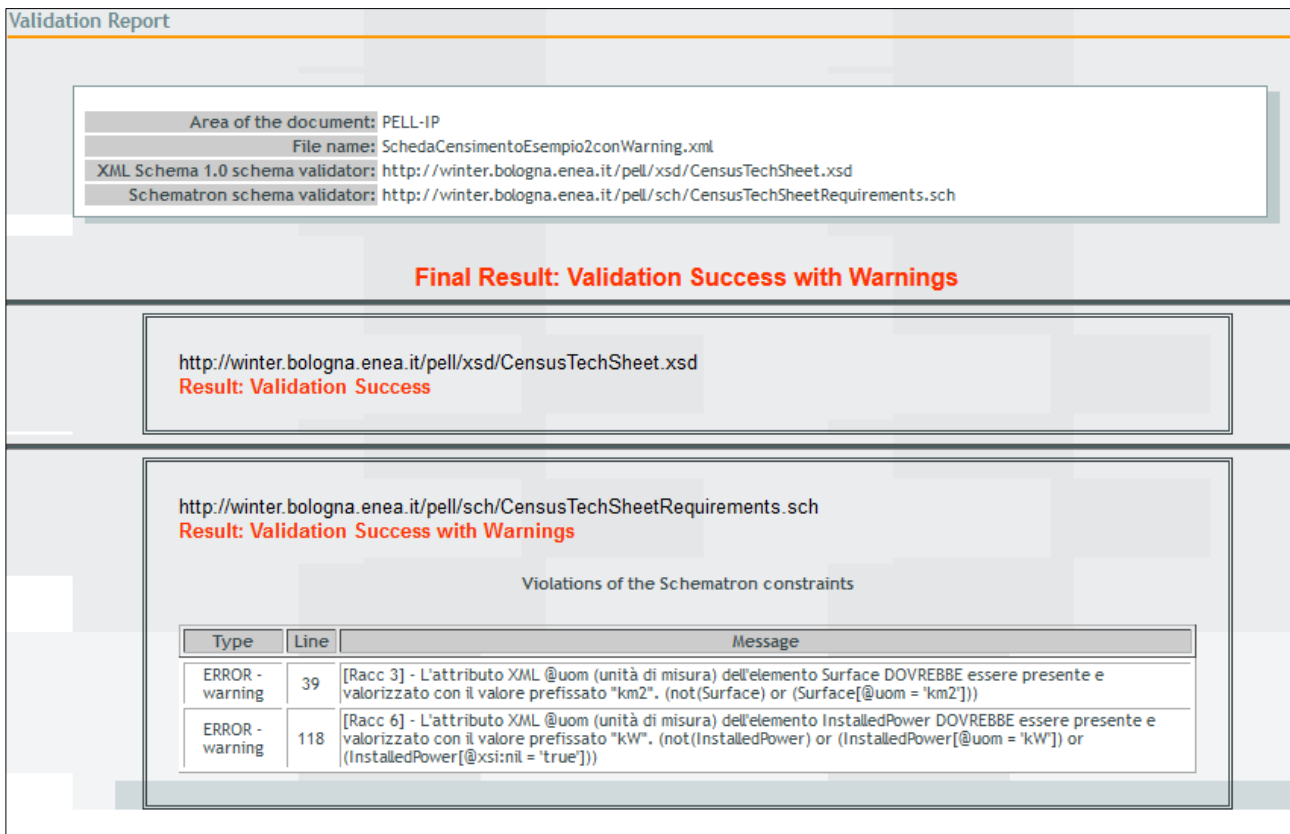
---

http://winter.bologna.enea.it/pell/sch/CensusTechSheetRequirements.sch  
**Result: Validation Failed**

Violations of the Schematron constraints

Type	Line	Message
ERROR - fatal	16	[Req 88] - Il codice POD (POD/PODCode) DEVE essere univoco all'interno del documento XML. ((count(/POD/PODCode) = count(distinct-values(/POD/normalize-space(PODCode))))))
ERROR - fatal	81	[Req 19] - Il numero di quadri elettrici afferenti il POD (NumberOfElectricPanels) DEVE essere uguale al numero di quadri elettrici (numero di blocchi //ElectricPanel) afferenti quello stesso POD descritti nel documento XML. ((NumberOfElectricPanels) = count(/ElectricPanel[PODCode = \$podCode]))
ERROR - warning	81	[Racc 4] - Se non nullo, il numero quadri elettrici da sostituire (NumberOfElectricPanelsToBeChanged) afferenti il POD DOVREBBE essere uguale al numero di quadri elettrici collegati a quel POD aventi stato di conservazione = "da sostituire" (ElectricPanel/ElectricPanelGeneralData/PreservationStatus = "04"). ((NumberOfElectricPanelsToBeChanged[@xsi:nil = "true"]) or ((NumberOfElectricPanelsToBeChanged) = count(/ElectricPanel[PODCode = \$podCode]/ElectricPanelGeneralData[PreservationStatus = '04'])))
ERROR - fatal	155	[Req 29] - Il codice POD indicato nel quadro elettrico (PODCode) DEVE essere uguale al codice di uno dei POD (/POD/PODCode) descritti nel documento XML. ((count(/POD[PODCode = \$refPodCode]) > 0))
ERROR - fatal	481	[Req 121] - Il riferimento geografico di un Punto luce indicato nella zona omogenea DEVE esistere nel documento. ((count(/LightSpot/LightSpotEquipment/gml:Point[@gml:id = \$refId]) = 1))

Figura 43: Report relativo alla validazione di una Scheda non conforme al PELL



**Figura 44: Report relativo alla validazione di una Scheda conforme al PELL, con WARNING**

È stata effettuata un’analisi degli di errori riportati nei Report di validazione prodotti dagli utenti dalla quale è emerso che:

- a livello di XML Schema le violazioni riguardano principalmente l’errata valorizzazione dei campi, ad esempio: inserimento di valori aventi tipo di dato non conforme a quello stabilito dalla specifica (ad esempio gli errori relativi alle righe 174, 176, 190, 282 in Figura 23), o non appartenenti al range previsto (ad esempio l’errore di riga 290 in Figura 45). In pochissime situazioni sono stati riscontrati errori dovuti ad assenza di campi obbligatori o errata costruzione della struttura del documento;
- a livello di Regole semantiche gli errori sono risultati essere di tipo molto vario e non è stato possibile identificare quali, tra le oltre 100 regole semantiche implementate tra requisiti e raccomandazioni, sono quelle più frequentemente violate. Quello che è stato possibile osservare, però, è che al superamento della validazione, in generale, oltre al rispetto di tutte le regole di tipo “requisito” (ovvero regole sollevano un errore di tipo FATAL), anche le regole di tipo “raccomandazione” vengono per la maggior parte soddisfatte. Questo è un indicatore del fatto che gli utenti tendono a compilare le Schede nella maniera più completa possibile.

ERROR	174	cvc-datatype-valid.1.2.1: 'nillable' is not a valid value for 'date'.
ERROR	174	cvc-type.3.1.3: The value 'nillable' of element 'ValidityStartDate' is not valid.
ERROR	176	cvc-datatype-valid.1.2.1: 'nillable' is not a valid value for 'date'.
ERROR	176	cvc-type.3.1.3: The value 'nillable' of element 'ValidityEndDate' is not valid.
ERROR	190	cvc-datatype-valid.1.2.1: 'nillable' is not a valid value for 'gYear'.
ERROR	190	cvc-type.3.1.3: The value 'nillable' of element 'ConstructionYear' is not valid.
ERROR	282	cvc-datatype-valid.1.2.1: 'nillable' is not a valid value for 'double'.
ERROR	282	cvc-type.3.1.3: The value 'nillable' of element 'NumberOfPartialOperatingHours' is not valid.
ERROR	290	cvc-enumeration-valid: Value '0' is not facet-valid with respect to enumeration '[01, 02, 91, 93, 94]'. It must be a value from the enumeration.
ERROR	290	cvc-type.3.1.3: The value '0' of element 'LightFluxRegulationType' is not valid.

Figura 45: Estratto di un Report ottenuto da un Gestore relativo alla validazione di una Scheda non conforme al CensusTechSheet.xsd

Oltre alle sessioni di formazione, sempre in modalità conference call, sono stati organizzati dei momenti di confronto con i Gestori volti a risolvere alcune criticità da loro riscontrate in fase di censimento di impianti che presentano situazioni di promiscuità.

In un primo momento, infatti, le Regole semantiche sul contenuto della Scheda censimento imponevano “requisiti” molto stringenti sulle caratteristiche di Punti Luce appartenenti alla stessa Zona Omogenea (ad esempio: tipologia di installazione, altezza apparecchio, inclinazione, etc.); dal confronto con i Gestori è emerso che, in situazioni di promiscuità, tali vincoli non possono essere soddisfatti. Conseguentemente, è stata effettuata un’analisi approfondita volta ad identificare tutti i “requisiti” che avrebbero potuto creare delle criticità ed è stata formulata una proposta di modifica di questi “requisiti” in “raccomandazioni”.

L’aggiornamento delle Regole semantiche coinvolte è stato apportato attraverso le attività nell’ambito del progetto **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, ES-PA**. In questa linea di attività invece, sono stati svolti gli aggiornamenti necessari a livello di piattaforma PELL, nello specifico: gestione di valori non omogenei per i campi coinvolti a livello di database; disattivazione del calcolo dei KPI in caso di situazioni di promiscuità.

Si precisa che l'XML Validator non è parte del set di strumenti utilizzati da PELL per verificare e attestare la capacità di un soggetto di produrre Schede Censimento conformi alle specifiche PELL. A tal fine, nell'ambito del progetto ES-PA, è in via di definizione una specifica procedura corredata di appositi tool.

L'XML Validator, infatti, ha il solo scopo di supportare gli sviluppatori durante lo sviluppo di applicazioni volte a produrre documenti conformi alle specifiche PELL. E' una risorsa di cui PELL non impone l'utilizzo e, se lo sviluppatore decide di usufruirne, gli accessi avvengono in maniera anonima. Non c'è, quindi, nessuna verifica da parte di PELL sulle validazioni eseguite, se non a scopo statistico al fine di individuare e valutare i principali errori commessi dagli sviluppatori.

### 3.3 Data Model PELL IP

In questa annualità grazie alla stretta collaborazione con i Gestori, impegnati alla comprensione ed alla predisposizione delle schede censimento PELL IP, e con CONISP, è stato possibile effettuare una prima serie di valutazioni sul contenuto della scheda e quindi individuare modifiche e integrazioni necessarie che sono state apportate alla prima versione della specifica di contenuto tecnico PELL IP (pubblicata da AgID il 14 settembre 2018) ripubblicando una nuova release della **“Specifica di contenuto di riferimento PELL Illuminazione pubblica - versione 1.1 (4 dicembre 2019)”** (Figura 46).

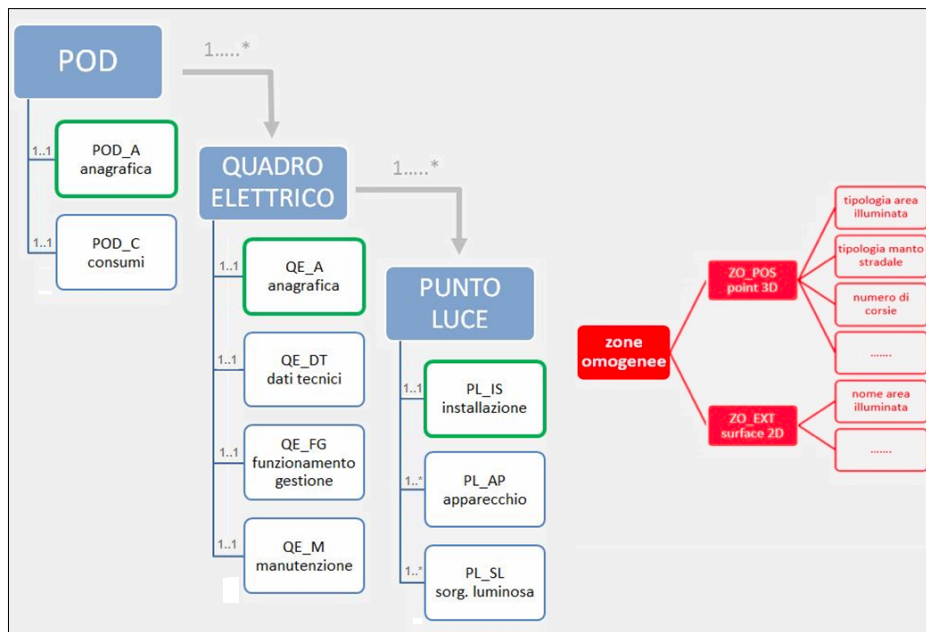


Figura 46: Specifica di contenuto di riferimento PELL IP - 4 dicembre 2019

I principali interventi che hanno portato al rilascio di una nuova release (1.1) della Specifica AgID hanno riguardato:

- la revisione dello Schema organizzativo del Tema "Illuminazione Pubblica 0708" (Figura 47) al fine di esplicitare le relazioni (1..1 o 1..\*) tra le classi che compongono il Modello Dati





**Figura 47: Schema organizzativo del Tema "Illuminazione Pubblica 0708"**

- la modifica del tipo di dato di alcuni campi (ad esempio il tipo dei campi QE\_DT\_TEN, tensione nominale del quadro elettrico, e QE\_FG\_ORE, ore annue di accensione dell'impianto, è stato modificato da "real" a "integer")
- l'aggiornamento, in termini di correzione della descrizione associata ai valori del dominio o aggiunta di nuovi valori, di alcuni campi la cui valorizzazione è vincolata ad un dominio di valori predefinito (ad esempio: PL\_IS\_AGE - età sostegno, PL\_AP\_IP13, indice ipea cam 2013, ZO\_CS\_CI - classificazione della strada e categoria illuminotecnica di progetto)
- la modifica dell'obbligatorietà di valorizzazione di alcuni campi (ad esempio campi ZO\_EXT - zona omogenea estensione), introducendo la possibilità di popolamento con valore nullo
- la definizione e aggiunta al Modello dati di otto nuovi campi:
  - o QE\_FG\_POW: percentuale di riduzione della potenza
  - o QE\_FG\_RIMP: percentuale media di riduzione della potenza
  - o ZO\_VAL\_EM: valore del livello di illuminamento di progetto
  - o ZO\_VAL\_LM: valore di luminanza di progetto
  - o PL\_AP\_ID: identificativo dell'apparecchio
  - o QE\_A\_RIF: riferimento localizzazione quadro elettrico
  - o ZO\_LARG\_CA: larghezza della carreggiata
  - o ZO\_LUNG\_CA: lunghezza della carreggiata.

Tali modifiche sono state implementate anche nell'XML Schema CensusTechSheet.xsd.

### 3.4 Progettazione e sviluppo iniziale dei servizi dinamici per i Comuni ed i Gestori

La **seconda Fase del PELL** prevede l'allaccio degli impianti di illuminazione pubblica alla piattaforma e quindi l'aggancio ai servizi dinamici del PELL che implica l'invio giornaliero delle misure elettriche dei quadri monitorati dal comune o gestore che se ne fa carico.

Per l'aggancio ai servizi dinamici del PELL sono necessarie due componenti principali:

- **Il formato dati:** è stato scelto di utilizzare il formato il JavaScript Object Notation (JSON), flessibile e molto diffuso per lo scambio dati.
- **La modalità di invio dati:** è stato scelto Mosquitto: un broker basato su MQTT, un protocollo open e standard.

Il formato JSON definito per l'illuminazione pubblica è di due tipi:

- Monofase, il cui template è disponibile a questo link:  
<http://smartcityplatform.enea.it:8080/SCPSWebLibrary/urbandataset?name=CounterReadingMonophase>
  - Trifase, il cui template è disponibile a questo link:  
<http://smartcityplatform.enea.it:8080/SCPSWebLibrary/urbandataset?name=CounterReading>
- Entrambi i formati JSON sono stati definiti nello scorso triennio PAR 2015-2017 (report RdS/PAR2017/053).

Il broker MQTT consente l'invio dei dati attraverso un sistema di publish/subscribe multicanale, distribuito per topic, per i dettagli si rimanda al paragrafo 2.3.

Per la predisposizione all'invio del JSON l'utente deve avere:

1. **Topic.** La stringa relativa ai topic sarà fornita dallo staff del PELL, i topic saranno suddivisi per gestore e comune gestito.
2. **Certificato.** Il certificato è in formato csr, ed è necessario per l'instaurazione di una connessione sicura e criptata con il broker. Sarà messo a disposizione nella sezione downloads del PELL.
3. **Credenziali di accesso.** Serviranno le credenziali di accesso fornite al momento della conferma della registrazione al PELL, sono le stesse utilizzate per accedere alla piattaforma online.
4. **Indirizzo IP del broker.** L'indirizzo IP del broker è: **pellbroker.enea.it**, la porta da utilizzare per la comunicazione sicura MQTTS è la **8883**
5. **Client MQTT.** Può essere utilizzato qualsiasi client MQTT. Lo staff del PELL utilizza [MQTTFX](#), un client multipiattaforma.

Di seguito mostriamo un esempio di invio di un JSON con il client MQTTFX.

La Figura 48 e la Figura 49 mostrano la fase di setup del client, in cui vengono inserite le credenziali e l'endpoint del broker a cui agganciarsi.

Profile Name

Profile Type

**MQTT** ORG

**MQTT Broker Profile Settings**

Broker Address

Broker Port

Client ID

---

**General** **User Credentials** **SSL/TLS** **Proxy** **LWT**

User Name

Password

Figura 48. Setup ip e credenziali

Profile Name

Profile Type

**MQTT** ORG

**MQTT Broker Profile Settings**

Broker Address

Broker Port

Client ID

---

**General** **User Credentials** **SSL/TLS** **Proxy** **LWT**

Enable SSL/TLS

Protocol

---

CA signed server certificate

CA certificate file

CA Certificate File

CA certificate keystore

Self signed certificates

Self signed certificates in keystores

Figura 49. Setup certificati

La Figura 50 mostra come il client si mette in ascolto sul canale dove poi invierà i dati in publish, per sfruttare il canale anche in ricezione, ed avere un feedback dal broker sul corretto invio dei dati.

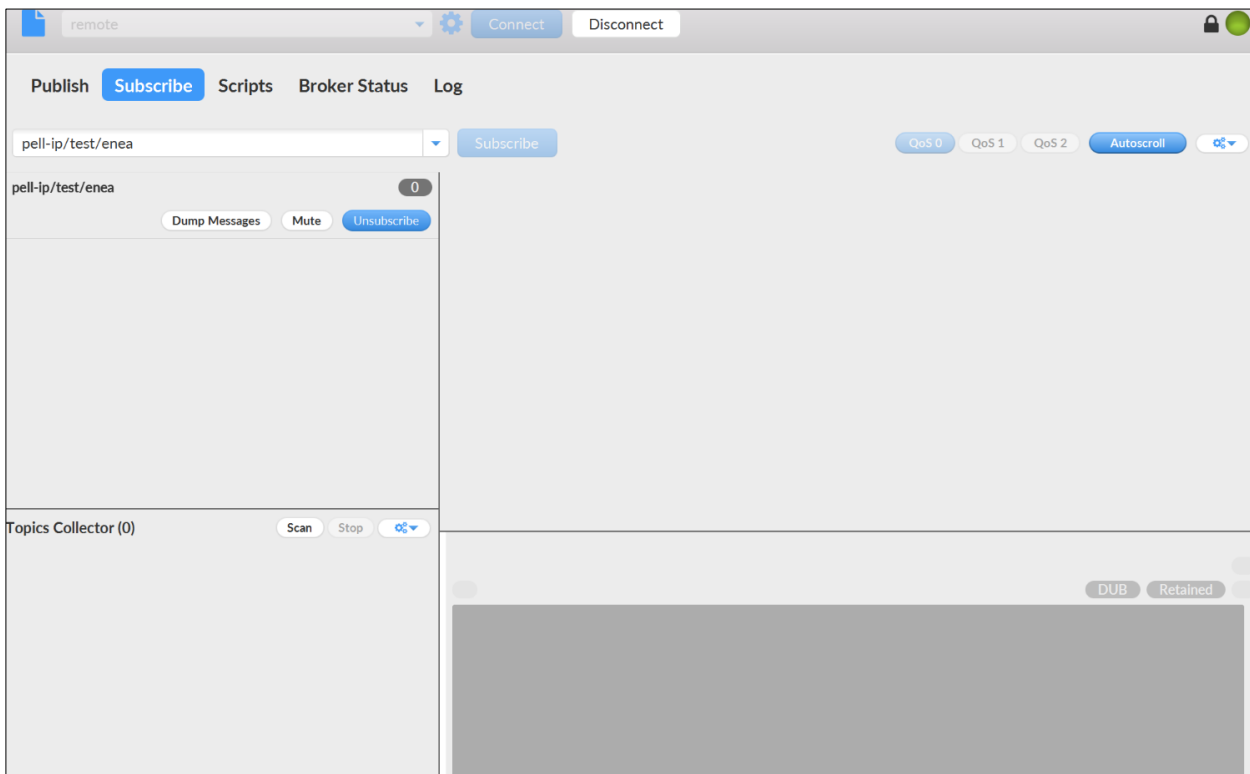


Figura 50. Subscribe su topic di test

La Figura 51 mostra il publish di un JSON di esempio, e relativi messaggi ricevuti nel canale in fase di subscribe: nella Figura 52 viene mostrato il messaggio appena inviato, nella Figura 53 il feedback del broker che conferma l'avvenuta ricezione.

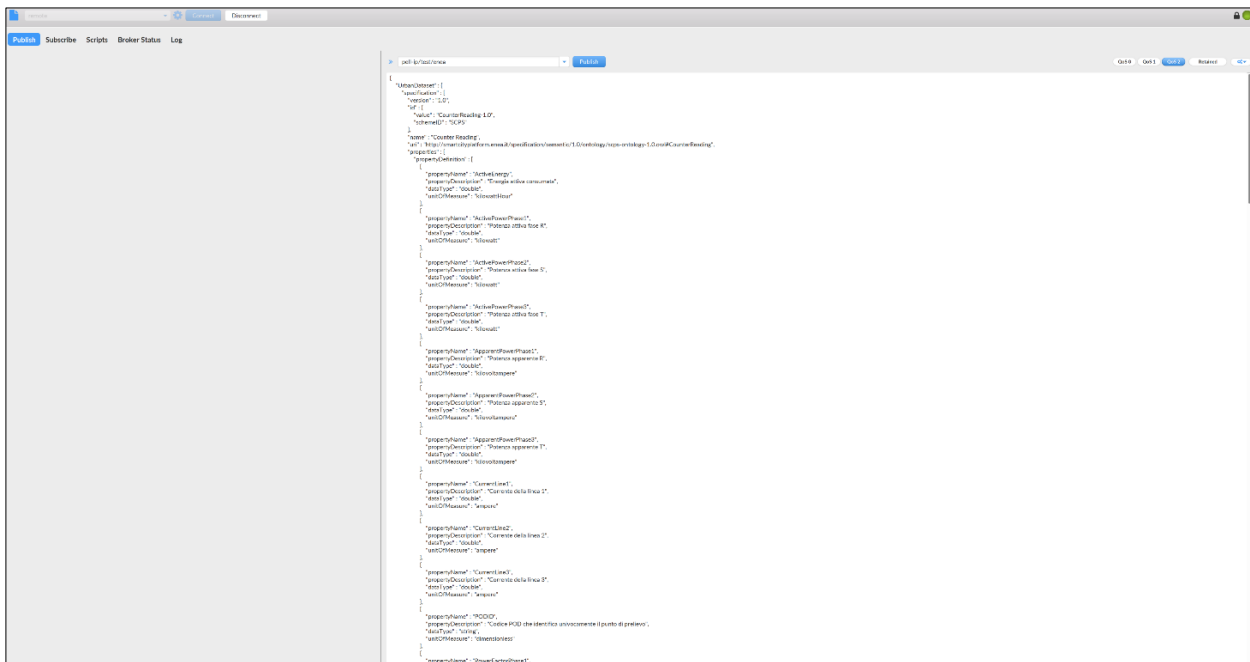


Figura 51. Publish sul topic di test

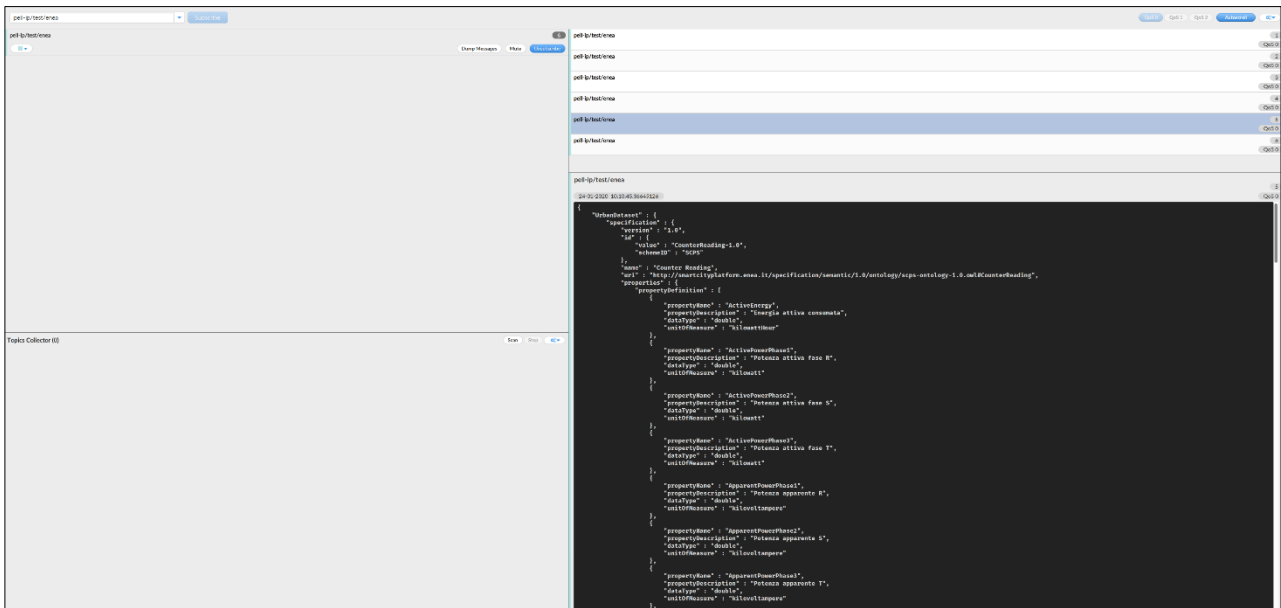


Figura 52. Messaggio ricevuto nel canale di test in subscribe

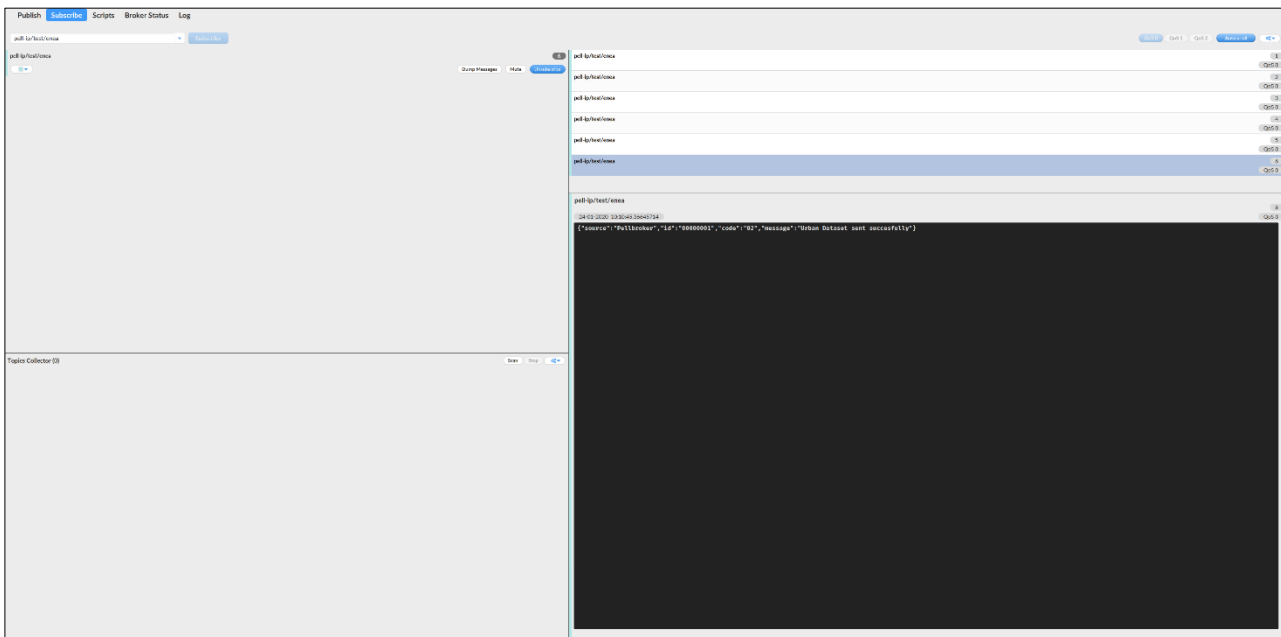


Figura 53. Feedback del broker

### 3.5 Partecipazione a gruppi di lavoro di enti normatori nazionali, europei e internazionali nel settore dell'illuminazione

Nel gruppo di lavoro dell'ENEA che afferisce al Laboratorio Smart Cities and Communities, tra le varie competenze, ce ne sono anche specifiche al settore illuminotecnico, che sono state messe a disposizione del Progetto PELL, per quanto riguarda la definizione della scheda censimento PELL IP, la definizione delle specifiche per il monitoraggio dei dati dinamici degli impianti di illuminazione pubblica e la definizione del tool LENICALC. Ovviamente tali competenze, consentono all'ENEA di partecipare ai gruppi di lavoro relativi agli organismi di standardizzazione nazionale (UNI, Commissione Tecnica 023 "Luce e illuminazione"), internazionali (CIE) e ai lavori, come parte della delegazione italiana, alle attività a livello di Commissione Europea per le Direttive e i Regolamenti Ecodesign ed Etichettatura Energetica, dando il contributo tecnico a proposte, revisioni e stesure di norme e raccomandazioni tecniche. Tali attività hanno una duplice funzione, da un lato contribuire attivamente ai gruppi di lavoro nazionali ed internazionali e dall'altro arricchire il bagaglio culturale del gruppo di lavoro nel settore che vede la prima applicazione del PELL.

In UNI i principali risultati e attività sono stati:

- **UNI/CT 023/GL 02** "Illuminazione degli ambienti di lavoro e dei locali scolastici": sono in corso i lavori per la revisione di EN 12464-1 e in previsione EN 12464-2.
- **UNI/CT 023/GL 07** "Fotometria e colorimetria"
 

E' stata pubblicato lo standard UNI 11733:2019 "Specifiche per un formato di interscambio dati fotometrici e spettrometrici degli apparecchi di illuminazione e delle lampade". La norma specifica il contenuto e il formato di interscambio, in linguaggio XML, per il trasferimento di dati fotometrici, colorimetrici, spettrometrici e di consumo energetico degli apparecchi di illuminazione, delle lampade e dei moduli LED. Il formato di interscambio può contenere anche i dati richiesti dai Criteri ambientali Minimi (DM 27/09/2017).

  - La norma è stata concepita per diventare, nel tempo, uno standard a livello mondiale: in parallelo è uscito negli Stati Uniti il IES TM-33-18 "Standard Format for the Electronic Transfer of Luminaire Optical Data standard by Illuminating Engineering Society". Sono in corso i lavori, a livello CIE (Committee Internationale de l'Eclairage), del Comitato Tecnico "2-92: International Standard Format for the Electronic Transfer of Luminaire Optical Data". Scopo del CT è "To provide an internationally agreed-upon data exchange format supporting most lighting applications, including colour-changing and horticultural luminaires. The new data exchange format will be defined in terms of the W3C Extensible Markup Language XML Schema 1.0 Fifth Edition (<https://www.w3.org/TR/REC-xml/>), and be compatible with the ANSI/IES TM33 and UNI 1603054." Chair del CT2-92 è Ian Ashdown, la persona che ha elaborato il TM-33-18.
  - La norma UNI 11733:2019 è stata pubblicata il 30/01/2019 ed è in lavorazione una errata corrige su alcune definizioni.
  - Si è svolto a Milano in giugno 2019 un meeting del CEN/TC 169/WG 7 "Photometry", in cui si è discusso il draft standard 13032-4: Photometry of Led Lamps, Modules and luminaires" e la revisione dello standard EN13032-1:2004+A1:2012, Light and lighting - Measurement and presentation of photometric data of lamps and luminaires — Part 1: Test methods for light sources and luminaires.

Durante l'incontro si è svolto anche uno scambio di idee con i membri del CT2-92 (ci sono partecipanti a entrambe le attività, come ad esempio ENEA). Il formato di interscambio futuro CIE infatti può essere di interesse CEN e sostituire l'attuale formate della EN 13032-1, in quanto molto più completo e versatile.

  - Si è svolta l'inchiesta pubblica preliminare del progetto UNI1605902 UNI/TS - Guida per la valutazione dell'incertezza di misura nella caratterizzazione di apparecchi di illuminazione". L'inchiesta è terminata a luglio 2019 ed è in corso l'elaborazione del testo.
- **UNI/CT 023/GL 08** "Inquinamento luminoso"

Si è svolta l'inchiesta pubblica preliminare del progetto UNI1606444 illuminazione esterna - grandezze illuminotecniche e procedure di calcolo per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso. L'inchiesta si è conclusa nel luglio 2019 ed è in corso l'elaborazione del testo.

La nuova norma sostituirà la vecchia UNI 10819:1999: Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso. Quest'ultima infatti è obsoleta e difficilmente utilizzabile in relazione alle leggi regionali in vigore. La nuova norma dovrebbe portare benefici nell'utilizzo da parte degli enti legislativi regionali e nazionali

La norma prescrive le grandezze illuminotecniche e le procedure di calcolo di impianti di illuminazione esterna, al fine di valutare il flusso luminoso disperso proveniente da sorgenti di luce artificiale verso la volta celeste. Si applica esclusivamente agli impianti di illuminazione esterna, di nuova realizzazione.

Non considera particolari condizioni locali, quali l'inquinamento atmosferico.

– **UNI/CT 023/GL 10** “Risparmio energetico negli edifici”

Il gruppo di lavoro ha completato il testo della Prassi di riferimento UNI (PdR) dal titolo “*Linee guida per il calcolo computerizzato per la determinazione del LENI secondo il metodo di calcolo completo della norma UNI EN 15193-1:2017*” che è andata in inchiesta pubblica il 10 dicembre 2019. La PdR UNI è uno documento di supporto all’uso del software LENICALC v.3 che è stato completato al termine del PAR 2017 (Report RdSPAR2017/053).

Il gruppo di lavoro ha avviato il lavoro di revisione della norma UNI 10380:1994 “Illuminazione d’interni con luce artificiale” che porterà alla redazione di una nuova norma mirata per l’illuminazione artificiale degli ambienti domestici.

Inoltre, si è svolta in ottobre (2019) a Berna una riunione plenaria del CEN TC 169 Light and Lighting, a cui ENEA ha preso parte come osservatore e in cui sono stati presentati i lavori di tutti i gruppi di lavoro.

A livello della Commissione Europea, i nuovi Regolamenti di Ecodesign e di Etichettatura Energetica per i prodotti di illuminazione sono stati votati e discussi nel dicembre 2018, pertanto nel 2019 si sono svolte le altre operazioni legali necessarie per la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale. È stata quindi esaminata anche da ENEA la versione linguistica italiana del testo, elemento importante per una corretta lettura e applicazione di questa legislazione. Il 5 dicembre 2019 sono stati pubblicati il "Regolamento (UE) 2019/2020 della Commissione, dell’1 ottobre 2019, che stabilisce specifiche per la progettazione ecocompatibile delle sorgenti luminose e delle unità di alimentazione separate a norma della direttiva 2009/125/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e abroga i regolamenti (CE) n. 244/2009, (CE) n. 245/2009 e (UE) n. 1194/2012 della Commissione" e il "Regolamento delegato (UE) 2019/2015 della Commissione, dell’11 marzo 2019, che integra il regolamento (UE) 2017/1369 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda l’etichettatura energetica delle sorgenti luminose e abroga il regolamento delegato (UE) n. 874/2012 della Commissione".

I Regolamenti sono entrati in vigore il 25 dicembre 2019 e l'applicazione pratica avrà effetto il 1 settembre 2021 (tranne alcuni requisiti, soprattutto legati all'evitare la cosiddetta "elusione" entrano in vigore immediatamente). L'industria si deve preparare ai nuovi requisiti, che non sono solo tecnici ma comprendono anche la preparazione di una banca dati europea (EPREL) dei prodotti, con una parte pubblica e una riservata alla sorveglianza del mercato.

Si sono evidenziate alcune criticità, alcune delle quali risolubili con chiarimenti sul testo, e altre tecniche, soprattutto legate ai requisiti per parametri di flicker ed effetto stroboscopico, sui quali è in corso una discussione tra esperti, stakeholders e la commissione europea: sono previsti anche incontri tecnici su questi argomenti.

## 4 Piattaforma Public Energy Living LAB: PELL Edifici

Il PELL rappresenta oggi il framework di riferimento nell'ambito del quale ENEA ha promosso, proposto e avviato un cambiamento nelle modalità di gestione delle infrastrutture particolarmente strategiche all'innovazione dei contesti urbani e territoriali.

La pubblica illuminazione è la sua prima applicazione e rappresenta uno strumento operativo di eccellenza proposto per innovare il processo gestionale di una delle infrastrutture più strategiche alla rigenerazione urbana in chiave Smart City e per supportare la digitalizzazione della pubblica amministrazione.

Il modello sviluppato per la pubblica illuminazione, replicabile dal punto di vista concettuale, gestionale e strumentale, ha iniziato ad essere riprodotto per l'infrastruttura degli edifici pubblici con particolare riferimento alle Scuole.

In Italia le scuole Pubbliche contano di circa 45.000 edifici esclusi asili, università e scuole private. Ad oggi non vi è una scheda di censimento riconosciuta a livello nazionale che offra una panoramica condivisa sullo "stato di fatto" generale dell'edificio e che possa costituire una banca dati di riferimento omogenea, avendo dunque un valore sia statistico sia strategico ai fini di almeno un set d'informazione.

Al momento esistono diverse schede "censimento" relative a diverse tipologie d'informazioni ai fini:

- della consistenza dell'edificio che non comprende né gli impianti né la vulnerabilità sismica
- della tassazione fiscale
- della valutazione per la riqualificazione finalizzata all'analisi dei materiali per capire il grado di vulnerabilità sismica e se convenga l'abbattimento e la ricostruzione o se l'immobile si presta a un intervento di miglioramento di una o due classi di rischio. I dati oltretutto, vengono raccolti in maniera con allegati pdf e non digitalizzati.
- Della valutazione dell'efficienza energetica conseguita tramite riqualificazione parziale ai fini dell'Eco bonus (es. edifici privati)
- Della verifica della vulnerabilità sismica

I dati oltretutto, nella maggior parte dei casi arrivano non digitalizzati ma in allegati pdf inducendo a riflettere sul fatto che alla fine è informatizzata spesso solo la procedura di pagamento ma non quella che ci consente poi di capitalizzare i dati ai fini di adottare politiche d'incentivazione di miglioramenti strutturali, tecnologici, ecc.

La mancanza di un collettore di tutte queste informazioni e di una scheda censimento che ne attribuisca un valore statistico costituisce oggi, nell'era del digitale, una nota stonata alla quale non è complicato porre rimedio dal punto di vista tecnologico bensì lo è da quello metodologico e quindi culturale.

ENEA, forte dell'esperienza del Progetto Lumiere&Pell IP e del Network trasversale sviluppato, ha avviato dei Tavoli di lavoro per convogliare i diversi soggetti operanti a più titolo sulla gestione delle esistenti "schede" con l'obiettivo di riuscire a costruirne una condivisa, nella quale far confluire quei dati ritenuti indispensabili ad una conoscenza strategica degli edifici, in modo da garantirne efficienza, sicurezza e funzionalità oltre che un "set" nazionale di dati relativi ad una infrastruttura che necessita interventi di rilievo.

Il PELL rappresenta oggi, non solo una soluzione tecnologica ma soprattutto una scommessa metodologica e culturale che, partendo dalla conoscenza e circolazione dei dati promuove, a livello urbano e nazionale, quel processo innovativo di governance dei dati che nella Smart city" trova la sua massima rappresentazione.

Parallelamente allo sviluppo della scheda ENEA ha già avviato la progettazione della Piattaforma PELL Edifici Scuole, con l'obiettivo successivo di poter poi arrivare a proporre un modello gestionale per tale infrastruttura e uno strumento di riferimento per la sua valutazione.

Il PELL, difatti, oltre a fornire lo stato di fatto consente la valutazione, tramite KPI, del livello qualitativo di alcune informazioni.



In questa ottica, l'attività svolta nell'annualità si è focalizzata sul completamento della scheda censimento PELL scuole, (attività avviata nel triennio precedente PAR 2015-2017 e PAR 2018 - Report RdS/PAR2016/011, Report RdSPAR2017/053 e Report RdS/PAR2018/027) che ha visto da un lato l'aggiornamento della sezione relativa al "sistema edificio-impianto" sulla base del confronto e condivisione con gli stakeholder interessati e dall'altro l'inserimento di una nuova sezione dedicata alla valutazione della vulnerabilità sismica. Quest'ultima parte è stata aggiunta in quanto ci si è resi conto che, in fase di censimento di una infrastruttura pubblica (edifici, scuole etc.), valutare l'edificio oltre che dal punto di vista impiantistico, di consistenza del manufatto, della modalità d'uso etc.. anche dal punto di vista della vulnerabilità sismica, inserendo alcuni campi, posso dare un grandissimo valore aggiunto al censimento che si sta effettuando, senza aggiungere ulteriori costi ad una eventuale e successiva ricognizione che potrebbe essere fatta, in questo ambito, in un momento successivo.

È importante ricordare che il censimento di una infrastruttura pubblica, oltre ad avere una connotazione strategica per la conoscenza e la gestione della stessa, ha anche un ruolo fondamentale per eventuali e/o successivi opere di intervento di riqualificazione che possono avvenire sia dal punto di vista energetico che di messa in sicurezza sismica. Conoscere anticipatamente lo "stato" di un edificio può aiutare l'amministrazione Pubblica nella programmazione degli interventi e della relativa distribuzione dei fondi economici per realizzarli, tenendo conto anche del fatto che del patrimonio edilizio scolastico italiano, composto da 40.151 edifici attivi, quasi il 50% degli edifici è stato costruito prima del 1970, il 46,8% degli edifici non possiede il certificato di collaudo statico, il 59,5% degli edifici scolastici non possiede il certificato di prevenzione incendi e il 53,8% non possiede il certificato di agibilità/abitabilità<sup>1</sup>.

Inoltre, per quanto riguarda la sezione della scheda censimento relativa alla sezione "sistema edificio impianto" si è proceduto alla definizione degli indicatori di prestazione (KPI) e la metodologia per la loro normalizzazione; mentre per la nuova sezione della scheda si è proceduto alla definizione dei campi inerenti alla raccolta e catalogazione di dati utili alla caratterizzazione della vulnerabilità sismica delle scuole italiane, in linea con strumenti schedografici ufficiali già in uso in Italia e che persegue l'interoperabilità con basi di dati, DB, eventualmente già esistenti.

È stato inoltre sviluppato lo schema dell'architettura macro funzionale PELL Edifici e si è cominciato a valutare le possibili modalità di interoperabilità tra PELL Scuole e la piattaforma *CIPCast* dell'ENEA (sviluppata nello scorso PAR 2015-2017 e PAR 2018 - Report RdS/PAR2015/016, RdS/PAR2016/020, RdS/PAR2017/061, RdS/PAR2018/030) per consentire la simulazione di scenari sismici.

Infine, rimanendo nell'ottica che il PELL debba fornire anche dei servizi agli utenti utilizzatori della Piattaforma, si è proceduto con lo sviluppo della Dynamic-link Library (DLL) del tool LENICALC V3 (completato nel PAR 2015-2017, cfr. report RdSPAR2017/053), con lo scopo di pervenire alla sua implementazione nella piattaforma PELL Edifici mettendolo a disposizione di chiunque avesse necessità di valutare le prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione degli ambienti interni di un edificio.

Nella piattaforma PELL (<https://www.pell.enea.it/enea/>) è stata inserita la sezione "Edifici" (Figura 54) nella quale sono state inserite alcune informazioni di carattere generale e descrittive del PELL. La struttura complessiva del PELL Edifici sarà oggetto di studio e progettazione in questo triennio.

---

<sup>1</sup> fonte dati, Sistema Nazionale Anagrafe Edilizia Scolastica (SNAES), predisposta dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) nell'ambito del Sistema Informativo dell'Istruzione (SIDI); dati resi pubblici e disponibili online a partire dal 26 settembre 2018.

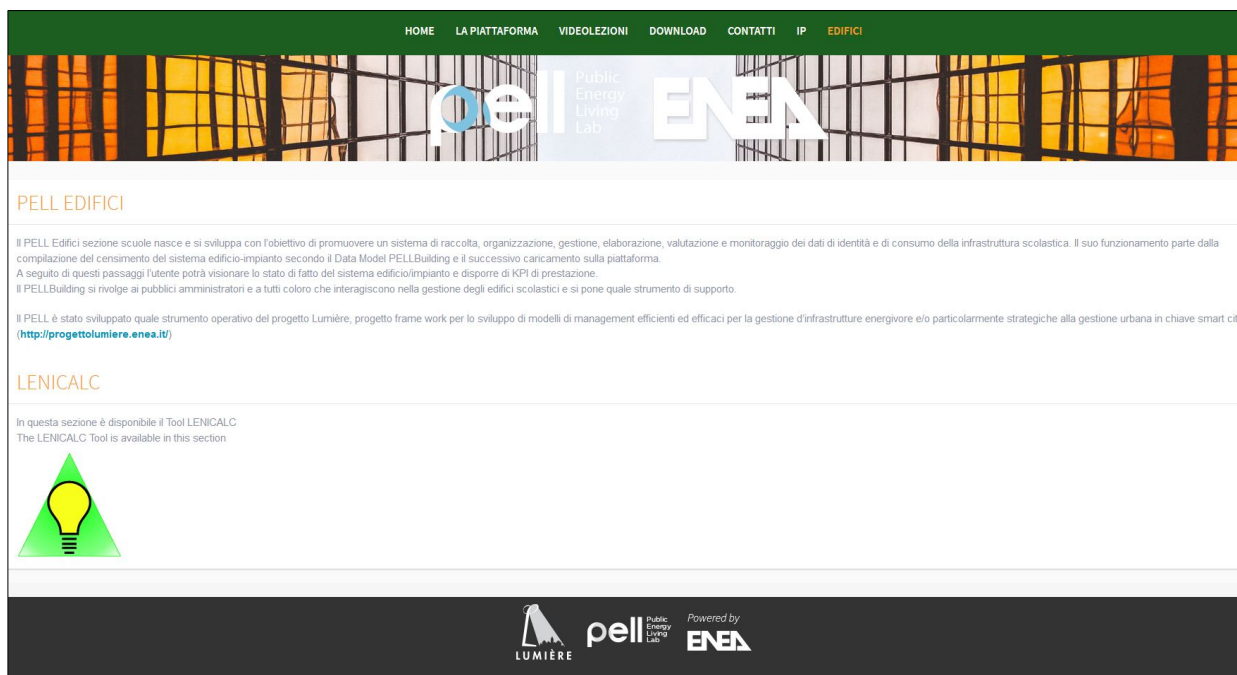


Figura 54: Sezione PELL edifici

#### 4.1 Scheda censimento del sistema edificio-impianto

L'evoluzione della scheda è stato un percorso durato oltre due anni che, a partire dalla versione iniziale sviluppata da ENEA, è maturato nella sua versione definitiva dopo un percorso di condivisione con importanti stakeholders (ad esempio, Consip ed ASSISTAL). In particolare, particolarmente intenso è stato il percorso di condivisione con ASSISTAL, culminato con un accordo di collaborazione non oneroso, siglato nell'ambito delle attività del Progetto **Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione, ES-PA** - (progetto finanziato dall'Agenzia della Coesione Territoriale nell'ambito del Programma Operativo Nazionale Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020, il cui fine è quello di migliorare le competenze delle pubbliche amministrazioni regionali e locali sui temi dell'energia e della sostenibilità. È stata inoltre organizzata una riunione a Milano, durante la quale è stata presentata la scheda e di seguito è stata aperta una discussione, dalla quale sono emerse criticità e richieste da parte delle imprese, per rendere la scheda più completa ma anche più gestibile da parte delle imprese. Nei mesi successivi, si è arrivati alla versione finale del prodotto a seguito di ulteriori meeting telefonici.

In questa annualità si è quindi pervenuta alla versione finale della scheda censimento del PELL Edifici Scolastici per quanto attiene al comportamento termico ed energetico, includendo quindi, oltre alla parte anagrafica, gli aspetti relativi al sistema impianto.

La scheda, in questa versione, mantiene la sua priorità di raccogliere dati e informazioni necessarie alla caratterizzazione di tali edifici e acquisire una serie di dati necessari per eseguire: raccolta sistematica dei dati, analisi di benchmark, diagnostica funzionale dell'edificio, identificare ed indirizzare le azioni per il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio ed il miglioramento della qualità dell'ambiente costruito. Sono stati aggiornati criteri e variabili, in previsione dell'inserimento dei dati nella piattaforma PELL, che hanno considerato, in particolare, modalità l'acquisizione e archiviazione dei dati relativi allo stato di fatto degli edifici. E' da tener presente che, tra l'altro, la raccolta di questi dati può fornire un importante contributo al Governo e alle Istituzioni interessate, in particolare MISE e MATTM, per rispondere agli impegni presi dal nostro Paese, a livello internazionale (Accordo di Parigi) ed a livello europeo su clima, efficienza energetica e fonti rinnovabili, ed inseriti nel Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) e nella nuova SEN.

La scheda è stata integrata e modificata finalizzandola, in modo più completo, alla raccolta di una serie di dati per:

- caratterizzare il parco immobiliare scolastico con dati che riguardano non solo la parte energetico-ambientale ma anche quella logistica-funzionale;
- costruire una Banca Dati che consenta di poter aumentare la conoscenza di questi edifici, delle loro attuali prestazioni energetico-ambientali e classificarli per ulteriori studi;
- sviluppare degli indicatori energetici specifici (KPI), tramite i quali poter valutare lo stato di efficienza di questi edifici e le potenzialità di interventi di riqualificazione;
- poter mettere a confronto, tramite un processo di normalizzazione dei dati energetico-ambientali, le loro prestazioni.

La scheda consta attualmente di dodici sotto schede, con le quali si raccolgono le seguenti tipologie di dato: anagrafica, geometria e dimensioni, dati di consumo, caratteristiche dell'involucro edilizio e sistemi impiantistici (termico, ACS, idrico, elettrico - ulteriormente disaggregato - e fonti rinnovabili).

La scheda, in questa versione finale, è strutturata in un formato di listato suddiviso in sezioni riportate per esteso nel successivo sotto paragrafo, il quale sarà poi trasformato e reso disponibile in versione elettronica per la compilazione sulla Piattaforma PELL sezione edifici da parte degli operatori interessati ed autorizzati. La scheda di seguito illustrata ha **evidenziati in grigio i campi obbligatori** da inserire, affinché sia raccolto un numero di dati in grado di garantire un livello minimo di analisi.

#### 4.1.1 Scheda censimento Sezione Sistema Edificio-Impianto

##### **I – Dati generali**

Nome Scuola: \_\_\_\_\_  
 Codice Istituto: \_\_\_\_\_  
 Vincoli:  paesaggistico  architettonico storico

Numero di unità immobiliari: \_\_\_\_\_  
 Regione: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_  
 PPAA : \_\_\_\_\_ CAP: \_\_\_\_\_  
 Indirizzo: \_\_\_\_\_  
 Coordinate GIS: \_\_\_\_\_  
 Dati catastali: \_\_\_\_\_  
 Zona climatica: \_\_\_\_\_ Gradi giorno ufficiali: \_\_\_\_\_

Tipo di scuola:

<input type="checkbox"/> materna	<input type="checkbox"/> asilo
<input type="checkbox"/> elementare	<input type="checkbox"/> media
<input type="checkbox"/> superiore	<input type="checkbox"/> istituto tecnico
<input type="checkbox"/> istituto professionale	<input type="checkbox"/> misto

Anno di costruzione (se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile):

<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> Ante 1945
<input type="checkbox"/> 1946-1980	<input type="checkbox"/> 1981-1991
<input type="checkbox"/> 1992- 2004	<input type="checkbox"/> Post 2005

Stato di conservazione complessivo dell'edificio

<input type="checkbox"/> ottimo	<input type="checkbox"/> buono
<input type="checkbox"/> mediocre	<input type="checkbox"/> cattivo

Struttura edificio:

<input type="checkbox"/> Muratura portante
<input type="checkbox"/> Misto cemento armato e muratura
<input type="checkbox"/> Struttura in cemento armato e pannelli prefabbricati
<input type="checkbox"/> Acciaio e muratura
<input type="checkbox"/> Acciaio e pannelli prefabbricati

Altre destinazioni d'uso presenti<sup>2</sup>:

<input type="checkbox"/> Palestra
<input type="checkbox"/> Auditorio
<input type="checkbox"/> Mensa
<input type="checkbox"/> Laboratori

##### **II – Caratteristiche geometriche e dimensionali**

Numero di piani totali: \_\_\_\_\_  
 Numero di piani fuori terra: \_\_\_\_\_  
 Piano (semi)interrato climatizzato  Piano (semi)interrato non climatizzato

<sup>2</sup> In caso di palestra e/o auditorium collegati all'edificio scolastico, o ad esso facenti parte, ma serviti da impianti dedicati o da medesimo impianto partizionato e monitorato, le sottoschede seguenti dovrebbero suddivise per le tre destinazioni uso più una complessiva.

Numero di corpi scala:

Posizione del corpo scala *i*-esimo: Interno  Esterno  Di Sicurezza

Superficie complessiva (m<sup>2</sup>):

Superficie utile riscaldata (m<sup>2</sup>):

Superficie utile riscaldata con set-point 20°C (m<sup>2</sup>):

Superficie utile della zona *i*-esima riscaldata con set-point<sup>3</sup> \_\_\_\_ °C (m<sup>2</sup>):

Superficie utile del piano tipo (m<sup>2</sup>):

Superficie utile raffrescata con set-point 26°C (m<sup>2</sup>):

Volume lordo complessivo (m<sup>3</sup>):

Volume lordo riscaldato (m<sup>3</sup>):

Volume lordo riscaldato con set-point 20°C (m<sup>3</sup>):

Volume lordo della zona *i*-esima riscaldato con set-point \_\_\_\_ °C (m<sup>3</sup>):

Volume lordo del piano tipo (m<sup>3</sup>):

Volume lordo raffrescato (m<sup>3</sup>) con set-point 26°C (m<sup>3</sup>):

Superficie disperdente totale (m<sup>2</sup>):

### III – Profilo di utenza<sup>4</sup>

Profilo di occupazione giornaliero:

Giorno feriale *i*-esimo  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Sabato  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Domenica  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Profilo di occupazione stagionale:

Chiusura Natale  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Ferie estive  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Altre chiusure (indicare)  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Totale giorni apertura nell'anno:

Numero di alunni:

Numero di classi:

### IV – Dati di consumo

Servizi Energetici presenti:

Climatizzazione invernale  Climatizzazione estiva

Ventilazione meccanica  Produzione ACS

Illuminazione artificiale  Trasporto di persone o cose

Altri usi e impianti

Attestato Prestazione Energetica:  SI  NO

In caso di risposta affermativa indicare:

Indice della prestazione energetica globale non rinnovabile (kWh/m<sup>2</sup>a):

Indice della prestazione energetica globale rinnovabile (kWh/m<sup>2</sup>a):

<sup>3</sup> Set-point con temperatura inferiore a 20°C per zone comuni, ad esempio zone di passaggio come corridoi, vani scala, ecc.

<sup>4</sup> Indicare il periodo di osservazione da quale sono stati ricavati i profili medi di utenza

Emissioni di CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>a)

Classe energetica:

**Dati di consumo reali medi (possibilmente per un periodo di almeno tre anni, e comunque per il più lungo disponibile):**

#### **USI ELETTRICI**

Uso di energia elettrica totale\* (kWh/a):

Energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile i-esima (kWh/a):

Energia elettrica esportata da fonte rinnovabile i-esima (kWh/a):

Energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile i-esima e utilizzata sul posto (kWh/a):

Energia elettrica importata da rete totale (kWh/a):

Uso di energia elettrica per climatizzazione invernale (kWh/a):

Uso di energia elettrica per climatizzazione estiva (kWh/a):

Uso di energia elettrica per ventilazione meccanica (kWh/a):

Uso di energia elettrica per illuminazione artificiale (kWh/a):

Uso di energia elettrica per trasporto di persone o cose (kWh/a):

Uso di energia elettrica per lavastoviglie (kWh/a):

Uso di energia elettrica per lavatrice (kWh/a):

Costo medio annuale (€):

Periodo di misura (anni)

#### **USI TERMICI**

Uso di energia termica totale prodotta da fonte i-esima (quantità in unità di misura pertinente)<sup>5</sup>:

Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per climatizzazione invernale (quantità in unità di misura pertinente)<sup>6</sup>:

Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per produzione di acqua calda sanitaria (quantità in unità di misura pertinente):

Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per ventilazione meccanica (quantità in unità di misura pertinente):

Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per uso cucina (quantità in unità di misura pertinente):

Energia termica totale prodotta da fonte rinnovabile i-esima (kWh/a):

Energia termica rinnovabile da fonte i-esima per climatizzazione invernale (kWh/a):

Energia termica rinnovabile da fonte i-esima per produzione di acqua calda sanitaria (kWh/a):

Uso di energia termica rinnovabile da fonte i-esima per ventilazione meccanica (kWh/a):

Energia termica rinnovabile da fonte i-esima per uso cucina (kWh/a):

Gradi Giorno complessivi:

Gradi Giorno misurati durante la stagione invernale:

Costo medio annuale (€):

Periodo di misura (anni):

#### **ACQUA**

Consumo medio annuo (m<sup>3</sup>):

Costo medio annuale (€):

---

<sup>5</sup> Lettura da BEM o lettura al contatore di un intero anno (solare o legato ad accensione/spengimento impianto)

<sup>6</sup> Misura da BEM o lettura al contatore dal primo all'ultimo giorno della stagione di riscaldamento

## V – Caratteristiche dell'involucro edilizio<sup>7</sup>

### Livello 0

Superficie disperdente totale (m<sup>2</sup>):

Descrizione qualitativa<sup>8</sup> disperdenti verso l'esterno e verso locali non riscaldati di:

<input type="checkbox"/>	muri esterni	<input type="checkbox"/>	solaio di base
<input type="checkbox"/>	copertura	<input type="checkbox"/>	serramenti

### INVOLUCRO OPACO

#### Livello 1

Superficie disperdente verso esterno (m<sup>2</sup>):

Superficie disperdente verso terreno (m<sup>2</sup>):

Superficie disperdente verso locale non riscaldato (m<sup>2</sup>):

Trasmittanza termica muro esterno (W/m<sup>2</sup>K)

Trasmittanza termica solaio di base (W/m<sup>2</sup>K)

Trasmittanza termica copertura (W/m<sup>2</sup>K)

#### Livello 2

Codice	Descrizione	U (W/m <sup>2</sup> K)	Orientamento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Confina con*
1					
....					
....					
N					

\*1 aria esterna, 2 vano non riscaldato, 3 sottotetto non riscaldato, terreno, altro (specificare)

### INVOLUCRO TRASPARENTE

#### Livello 1

Superficie disperdente totale (m<sup>2</sup>):

Trasmittanza termica media serramenti (W/m<sup>2</sup>K):

Descrizione dei serramenti:

Telaio:

Legno  Alluminio  Altro metallo  PVC  Altro (specificare)

Sistema trasparente:

Vetro singolo  Doppio vetro  Doppio vetro basso emissivo  Triplo vetro  Altro (spec.)

#### Livello 2

Codice	Descrizione (caratteristiche parte opaca e trasparente)	U (W/m <sup>2</sup> K)	g (%)	Orientamento	Superficie (m <sup>2</sup> )
1					
....					
....					
N					

## VI – Impianto termico

<sup>7</sup> Si prevedono diverse modalità di input, alle quali è possibile associare analisi energetiche con minore o maggiore livello di accuratezza. Scelto il livello di inserimento dati, è necessario cancellare le modalità non selezionate

<sup>8</sup> indicare presunte stratigrafie, eventuale presenza di isolante termico, se possibile stima della trasmittanza termica

**Impianto per:**

- 1. Riscaldamento<sup>9</sup>
- 2. Riscaldamento + ACS

**Generatore termico**

Tipo (se più di una indicare per ognuna):

- Ha più di 15 anni di esercizio
- Due stelle \*\*
- Tre stelle \*\*\*
- Quattro stelle \*\*\*\*

Anno di installazione:

Rendimento di combustione<sup>10</sup> (%):

Combustibile utilizzato:

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Gas naturale     | <input type="checkbox"/> GPL                         |
| <input type="checkbox"/> Carbone          | <input type="checkbox"/> Gasolio e olio combustibile |
| <input type="checkbox"/> Biomasse solide  | <input type="checkbox"/> Biomasse liquide            |
| <input type="checkbox"/> Biomasse gassose |  |

Potenza [kWt]:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ordinaria | <input type="checkbox"/> Straordinaria |
|------------------------------------|--|

costo (€):

descrizione:

**Pompa di calore**

Tipo (se più di una indicare per ognuna):  aria-aria  aria-acqua  geotermica

Vettore energetico:  energia elettrica  gas naturale

Anno di installazione:

COP: EER:

SCOP: SEER:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ordinaria | <input type="checkbox"/> Straordinaria |
|------------------------------------|--|

costo (€):

descrizione:

**Teleriscaldamento**

Potenza scambiatore [kWt]:

Anno di installazione:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Ordinaria | <input type="checkbox"/> Straordinaria |
|------------------------------------|--|

costo (€):

descrizione:

**Cogeneratore**

Combustibile utilizzato:

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Gas naturale    | <input type="checkbox"/> GPL                         |
| <input type="checkbox"/> Carbone         | <input type="checkbox"/> Gasolio e olio combustibile |
| <input type="checkbox"/> Biomasse solide | <input type="checkbox"/> Biomasse liquide            |

<sup>9</sup> Se la risposta è 1, la sottoscheda IV va compilata separatamente per l'impianto di produzione ACS, con titolo IVbis- Impianto produzione ACS, se esistente

<sup>10</sup> Riportare il dato come indicato sul libretto di impianto o centrale, o sul libretto di uso e manutenzione della caldaia



Biomasse gassose

Anno di installazione:

Rendimento termico:

Rendimento elettrico:

Potenza elettrica (kWe):

Potenza termica (kWt):

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Terminali di emissione:

Radiatori  Pannelli radianti  Ventilconvettori (Fan-Coil)

Misto (specificare la ripartizione percentuale dei vari tipi di terminale):

Altro (specificare):

Regolazione impianto:  Sì  No

Regolazione climatica della temperatura in centrale:  Sì  No

Valvole termostatiche:  Sì  No

Regolazione con termostato ambiente:  Sì  No

Regolazione con termostato di zona:  Sì  No

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

3. Climatizzazione estiva

Tipo (se più di una indicare per ognuna):  aria-aria  aria-acqua  geotermica

Vettore energetico:  energia elettrica  gas naturale

Anno di installazione:

COP: EER:

SCOP: SEER:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Terminali di emissione:

Pavimento radiante  Ventilconvettori (Fan-Coil)

Misto (specificare la ripartizione percentuale dei vari tipi di terminale):

Altro (specificare):

Regolazione impianto:  Sì  No

Regolazione con termostato ambiente:  Sì  No

Regolazione con termostato di zona:  Sì  No

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

**Monitoraggio del microclima e della qualità ambientale:**

- Sì  No

Parametri misurati:

- Temperatura dell'aria
- Umidità relativa dell'aria
- Indici di comfort
- Concentrazione CO<sub>2</sub>

Per ogni parametro indicare:

- Lettura puntuale in \_\_\_\_ ambienti
- Lettura remota \_\_\_\_ ambienti

**VII – Impianto idrico**

Sono presenti:

- Regolatori di flusso per rubinetti
  - Sì
  - No
- Impianto di recupero delle acque piovane
  - Sì
  - No
- Impianto di recupero delle acque grigie
  - Sì
  - No

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

**VIII – Impianto di Illuminazione**

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

**Illuminazione interna**

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **Livello 1. Dato aggregato per tutto l'edificio**

Potenza installata (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

**Livello 2. Dato disaggregato per zone omogenee per servizio di illuminazione. In questo caso le informazioni richieste devono essere fornite per ogni zona, che deve essere indicata in modo univoco (e.g. zona corridoi)**

Per ogni tipologia di corpo illuminante (lampada+plafoniera) installato indicare:

Numero:

Tipo (incandescenza, alogena, led, etc.):

Task visivo (lx)

Potenza totale (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

### **Illuminazione esterna (se presente)**

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **Livello 1. Dato aggregato**

Potenza installata (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

### **Livello 2. Dato disaggregato**

Per ogni tipologia di corpo illuminante installato indicare:

Numero:

Tipo (incandescenza, alogena, led, etc.):

Potenza totale (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

## **IX – Altri impianti**

### **IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA TIPO SPLIT/MULTISPLIT**

Numero totale di unità:

Split/multisplit i-esimo:

- superficie climatizzata (m<sup>2</sup>):

- volume climatizzato (m<sup>3</sup>):

- potenza (kW):

- anno di installazione:

- numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

**IMPIANTI DI VENTILAZIONE MECCANICA**

Numero totale di unità:

Unità trattamento aria i-esima:

- superficie climatizzata (m<sup>2</sup>):

- volume climatizzato (m<sup>3</sup>):

- potenza complessiva (kW):

- portata aria (m<sup>3</sup>/h)

- anno di installazione:

- numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

**ASCENSORI**

Numero:

Ascensore i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

**X. Apparecchiature elettriche**

**MOTORI ELETTRICI**

Numero:

Motore i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **FORNI ELETTRICI**

Numero:

Forno i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **FRIGORIFERI**

Numero:

Frigorifero i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **LAVATRICI**

Numero:

Lavatrice i-esima:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### LAVASTOVIGLIE

Numero:

Lavastoviglie i-esima:

Tipologia:  
Potenza (kW):  
Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### DISTRIBUTORI BIBITE E ALIMENTI

Numero:

Distributore i-esimo:

Tipologia:  
Potenza (kW):  
Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

### XI – Impianti di gestione automatica/intelligente<sup>11</sup>

Tipologia di servizio energetico gestito:

- Riscaldamento
- Condizionamento estivo
- Acqua calda sanitaria
- Ventilazione meccanica
- Illuminazione

<sup>11</sup> La descrizione deve essere fatta per ogni servizio energetico gestito

Tipologia di sistema BEMS presente:

- Intelligenza distribuita
- PLC
- Misto

Tipologia Controllo:

- Ambiente
- Zona
- Edificio

Sensoristica di campo:

- Temperatura dell'aria
- Umidità relative dell'aria
- Illuminamento/luminanza
- Presenza

Mezzo di trasmissione:

- BUS
- WIFI
- Onde convogliate
- Misto
- Altro

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

## **XII – Produzione da fonti rinnovabili**

Solare termico:

- Potenza termica (kW):

- Superficie netta ( m<sup>2</sup>):

-Tipo installazione:  Tetto piano  Falda  Esterno all'edificio

Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):

Orientamento: N S E O NE NO SE SO

Accumulo (litri):

Fluido di scambio:  Acqua  Glicole  Altro (specificare):

Impianto termico asservito:  Riscaldamento  ACS  Entrambi

Tecnologia:

Piano

Sottovuoto

Monitoraggio della produzione:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

- Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Impianto fotovoltaico<sup>12</sup>

- Potenza totale (kWp):

- Produzione totale (kWh/anno):

- Superficie netta ( m<sup>2</sup>):

-Tipo installazione:  Tetto piano  Falda  Esterno all'edificio

- Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):

Orientamento: N S E O NE NO SE SO

Tecnologia:

Silicio monocristallino

Silicio policristallino

Silicio amorfo.

Altro (specificare):

Monitoraggio della produzione/autoconsumo/esportazione:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria

Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Impianto eolico

- Potenza totale (kW):

- Produzione totale (kWh/anno):

Monitoraggio della produzione/autoconsumo/esportazione:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria

Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Altro (specificare):

- Descrizione della tecnologia:

- Potenza (kW):

- Produzione (kWh/anno):

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria

Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Generatore termico<sup>13</sup>

Tipo (se più di una indicare per ognuna):

Ha più di 15 anni di esercizio

Due stelle \*\*

<sup>12</sup> Nel caso di impianto realizzati da gruppi di collettori differenti per: esposizione, orientamento e materiali, le voci seguenti dovrebbero essere disaggregati per gruppi omogenei

<sup>13</sup> Dato caricato automaticamente dalla scheda 6, in caso di utilizzo di biomassa quale combustibile



Tre stelle \*\*\*

Quattro stelle \*\*\*\*

Anno di installazione:

Rendimento di combustione (%):

Combustibile utilizzato:

Biomasse solide  Biomasse liquide

Biomasse gassose

Potenza [kWt]:

Interventi di manutenzione negli ultimi tre anni, descrizione e costo (€):

Pompa di calore<sup>14</sup>

Tipo (se più di una indicare per ognuna):  aria-aria  aria-acqua  geotermica

Vettore energetico:  energia elettrica  gas naturale

Anno di installazione:

COP: EER:

SCOP: SEER:

Superfici solarizzabili:

- Superfici disponibili per l'installazione di tecnologie di fonti rinnovabili:

Sì

No

- Se sì, indicare:

In copertura  m<sup>2</sup> (circa):

Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):

Orientamento: N S E O NE NO SE SO

Coefficiente di ombreggiamento:

Altezza edificio (m):

Altezza media edifici prospicienti (m):

In facciata  m<sup>2</sup> (circa):

Orientamento: N S E O NE NO SE SO

Coefficiente di ombreggiamento:

Altezza edifici prospicienti (m):

Altezza media facciata solarizzabile (m):

A terra  m<sup>2</sup> (circa):

Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):

Orientamento: N S E O NE NO SE SO

Coefficiente di ombreggiamento:

Altezza edifici prospicienti (m):

Altezza eventuale impianto (m):

#### 4.1.2 Dati minimi di compilazione per la Sezione Sistema Edificio Impianto

I campi evidenziati in grigio al sotto paragrafo precedente 4.1.1, sono quelli ritenuti obbligatori per l'inserimento della sezione **Servizio Sistema Impianto** della scheda censimento di un dato edificio scolastico. La selezione è avvenuta nel tentativo di realizzare un compromesso tra la quantità di dati necessaria per fornire una serie di servizi e la reale disponibilità degli stessi, soprattutto in un settore,

<sup>14</sup> Dato caricato automaticamente dalla scheda 6,

quello degli edifici pubblici, spesso vetusti, per i quali molte informazioni tecniche sono di difficile, se non impossibile, reperibilità.

L'approccio alla compilazione è quello di rendere più agevole l'inserimento degli edifici, soprattutto in una prima fase di roll out, così che durante l'evolversi del processo si creino le condizioni per una compilazione sempre più accurata dei dati all'interno della scheda.

Si fa infatti notare che la sezione prevede una serie di dati iniziali, con i requisiti indicati nelle apposite sezioni, che andrebbero successivamente aggiornati su base quanto meno annuale, che tenga conto di: evolversi dei consumi e delle condizioni climatiche, variazioni dell'utenza e della destinazione dell'edificio, azioni di ristrutturazione e/o riqualificazione degli impianti, della struttura e dell'involucro.

I criteri per l'individuazione dei dati minimi sono di seguito indicati:

- I. Dati generali: sono considerati obbligatori tutti richiesti essendo di facile reperibilità; viene esclusa la voce relativa allo stato di conservazione, che potrebbe richiedere delle conoscenze specifiche non sempre disponibili da parte del compilatore della scheda.
- II. Caratteristiche geometriche e dimensionali: sono esclusi dai dati minimi, quelli relativi ad indicazioni specifiche sui set point di temperatura durante la stagione invernale; se applicati, si riterranno superficie utile e volume lordo, entrambi riscaldati a 20°
- III. Profilo di utenza: si richiede il numero di alunni, di classi e dei giorni annui di apertura, essendo più dettagliate e volatili le informazioni relative ai profili giornalieri e stagionali
- IV. Dati di consumo: sono obbligatori l'indicazione dei servizi energetici presenti e i consumi elettrici e termici totali (inclusi quelli prodotti e utilizzati da fonte rinnovabile), nonché quelli relativi al consumo di acqua; rimangono esclusi i consumi disaggregati per servizio, essendo non disponibili per gran parte degli edifici. Sono inoltre richiesti inoltre i costi da bolletta per i servizi sopra indicati.
- V. Si richiede obbligatoriamente la descrizione qualitativa dei componenti dell'involucro edilizio (Livello 0) ai quali il sistema assocerà in automatico dei valori di trasmittanza termica.
- VI. Impianto termico: si richiedono dati di targa dei generatori termici presenti nell'edificio e del sistema di emissione, per lato caldo e freddo. Si richiede anche l'indicazione di sistemi di monitoraggio e controllo della qualità termica e ambientale. Altri dati (manutenzione e monitoraggio) sono ritenuti eccessivamente specifici nella fase di roll-out.
- VII. Impianto idrico: non ci sono dati obbligatori.
- VIII. Impianto di illuminazione: sono considerati obbligatori i dati relativi alle potenze installate per l'illuminazione indoor e, se presente, esterna; gli altri dati richiedono una ricognizione dettagliata delle tecnologie illuminotecniche installate di non semplice fattibilità
- IX. Altri impianti: si richiedono obbligatoriamente i dati di targa dell'impianto, facilmente reperibili, e, quando pertinente, superficie e volume dell'edificio a servizio dell'impianto.
- X. Apparecchiature elettriche: come sopra, in aggiunta la classe energetica se disponibile.
- XI. Impianti di gestione automatica/intelligente: si richiede obbligatoriamente l'indicazione se il sistema di gestione è presente e quali sono servizi energetici assistiti; altri dati sono più specifici e in una fase inizialmente non critici.
- XII. Produzione da fonti rinnovabili: si richiede l'estensione dell'impianto, la potenza dello stesso e, se disponibile, la quantità di energia prodotta su base annua; altri dati, più specifici della tecnologia dell'impianto e della manutenzione, sono considerati facoltativi, lo stesso dicasi per le superfici solarizzabili. Per impianti a pompa di calore e biomassa, sono acquisiti in automatico i dati compilati nelle schede precedenti.

#### 4.2 KPI di riferimento per PELL Edifici Scuole Sezione sistema edificio-impianto

Per quanto attiene la prestazione energetica e termica dell'edificio scolastico sono individuati indicatori (KPI-Key Performance Indicators) atti a caratterizzare la risposta termica dell'involucro edilizio e i consumi energetici, opportunamente normalizzati. Per la risposta termica si individuerà un cruscotto prestazionale che darà un'indicazione

La qualità dell'involucro edilizio è individuata attraverso la capacità di isolamento termico dei componenti che delimitano il volume riscaldato dell'edificio. Per tale ragione l'indicatore di riferimento è la trasmittanza termica media dell'edificio, definita come:

$$U_m = \frac{\sum U_i * A_i}{A_{tot}}$$

essendo

$U_i$  (W/m<sup>2</sup>K) Trasmittanza termica del componente disperdente i-esimo

$A_i$  (m<sup>2</sup>) Superficie disperdente totale del componente i-esimo

$A_{tot}$  (m<sup>2</sup>) Superficie disperdente totale

Si noti, che le superfici interessate non sono solo quelle che danno verso l'esterno, ma anche quelle che danno verso ambienti e volumi non riscaldati, ad esempio: il terreno, cantine e garage, sotto-tetti, altri ambienti privi di impianto di riscaldamento (magazzini, spogliatoi, stanze di servizio, ecc.).

La qualità della prestazione energetica totale per usi termici è espressa attraverso i seguenti indicatori:

$UE_{t\_tot\_s}$  Usi energetici termici totali normalizzati rispetto alla superficie riscaldata (kWh/m<sup>2</sup>)

$UE_{t\_tot\_p}$  Usi energetici termici totali normalizzati rispetto agli occupanti (kWh/occupanti)

$UE_{t\_tot\_g}$  Usi energetici termici totali normalizzati rispetto ai giorni di funzionamento (kWh/giorni)

$UE_{t\_tot\_sp}$  Usi energetici termici totali normalizzati rispetto a superficie e occupanti (kWh/m<sup>2</sup>/occupanti)

$UE_{t\_tot\_g}$  Usi energetici termici totali normalizzati rispetto a superficie e giorni (kWh/m<sup>2</sup>/giorni)

Si è scelto la definizione e abbreviazione UE per differenziare il termine rispetto alla prestazione energetica (PE), termine utilizzato nello schema di certificazione energetica degli edifici e riferito ad un utilizzo in condizioni standard, nettamente differenti da quelle operative e di consumo reale implementate nel sistema PELL.

Per quanto riguarda i criteri di normalizzazione, sono stati considerati:

- la superficie utile dell'edificio, parametro di normalizzazione di riferimento in ambito europeo e nazionale;
- il numero di alunni, parametro utile a verificare il consumo e la spesa pro-capite nell'edificio scolastico
- i giorni di funzionamento, parametro utile a verificare l'uso energetico tenendo conto anche di attività extrascolastiche (ad esempio palestre e auditorium funzionanti nei week-end o nel periodo estivo).

Per valutare in modo più accurato la qualità energetica dell'edificio si introduce una doppia normalizzazione: i) rispetto alla superficie e agli occupanti, per caratterizzare rispetto allo spazio; ii) rispetto alla superficie e al profilo di utenza, per caratterizzare rispetto al tempo.

In analogia con quanto visto sopra e data l'elevata incidenza del servizio di riscaldamento rispetto al totale negli edifici scolastici, la qualità energetica per il servizio di riscaldamento è espressa con i seguenti indicatori:

$UE_{h\_tot\_s}$  Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto alla superficie riscaldata (kWh/m<sup>2</sup>)

$UE_{h\_tot\_v}$  Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto al volume riscaldato (kWh/m<sup>3</sup>)

UE <sub>h_tot_p</sub>	Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto agli occupanti (kWh/occupanti)
UE <sub>h_tot_g</sub>	Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto ai giorni di funzionamento (kWh/ore)
UE <sub>h_tot_s</sub>	Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto alla superficie riscaldata e agli occupanti (kWh/m <sup>2</sup> /occupanti)
UE <sub>h_tot_v</sub>	Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto al volume riscaldato e agli occupanti (kWh/m <sup>3</sup> /occupanti)
UE <sub>h_tot_s</sub>	Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto alla superficie riscaldata e ai giorni di funzionamento (kWh/m <sup>2</sup> /giorni)
UE <sub>h_tot_v</sub>	Usi energetici termici per riscaldamento normalizzati rispetto al volume riscaldato e ai giorni di funzionamento (kWh/m <sup>3</sup> /giorni)

Gli usi energetici per il riscaldamento possono essere misurati direttamente o derivati con il seguente metodo:

- I. Si considerano trascurabili gli usi cucina
- II. Si misura il consumo termico durante tutto l'anno e durante la stagione invernale.
- III. Il consumo esterno rispetto alla stagione invernale è imputabile alla sola produzione di acqua calda sanitaria, questo consumo è normalizzato rispetto ai giorni della stagione
- IV. Si ipotizza un consumo di acqua calda costante durante l'anno, quindi a partire da consumo giornaliero di acqua calda sanitaria, si calcola l'uso durante tutta la stagione invernale
- V. Il consumo per riscaldamento è così ottenuto sottraendo l'energia trovata al punto IV dal consumo totale durante la stagione di riscaldamento.

L'ultimo indicatore relativo agli usi termici è:

UE <sub>ACS_tot_s</sub>	Usi energetici termici per la produzione di acqua calda sanitaria normalizzati rispetto alla superficie riscaldata (kWh/m <sup>2</sup> )
-------------------------	--

Si noti che, l'uso energetico termico misurato con l'unità di misura propria (ad esempio lo standard metro cubo per il gas naturale) deve essere poi trasformato nell'unità di riferimento (kWh), attraverso l'utilizzo del potere calorifico inferiore del combustibile ed eventuali fattori correttivi o da coefficienti di trasformazione previsti dalle norme in vigore.

Per quanto riguarda gli usi elettrici, in analogia con quanto esposto per gli usi termici, gli indicatori di riferimento sono:

UE <sub>e_tot_s</sub>	Usi elettrici totali normalizzati rispetto alla superficie utile dell'edificio (kWh/m <sup>2</sup> )
UE <sub>e_tot_p</sub>	Usi elettrici totali normalizzati rispetto agli occupanti (kWh/occupanti)
UE <sub>e_tot_g</sub>	Usi elettrici totali normalizzati rispetto ai giorni di funzionamento (kWh/giorni)
UE <sub>e_tot_sp</sub>	Usi elettrici totali normalizzati rispetto a superficie e occupanti (kWh/m <sup>2</sup> /occupanti)
UE <sub>e_tot_g</sub>	Usi elettrici totali normalizzati rispetto a superficie e giorni (kWh/m <sup>2</sup> /giorni)

Sono introdotti inoltre seguenti indicatori:

UE <sub>ill_tot_s</sub>	Usi elettrici per illuminazione normalizzati rispetto alla superficie utile dell'edificio (kWh/m <sup>2</sup> )
UE <sub>vent_tot_s</sub>	Usi elettrici per ventilazione meccanica normalizzati rispetto alla superficie utile dell'edificio equipaggiata con l'impianto (kWh/m <sup>2</sup> )
UE <sub>c_tot_s</sub>	Usi elettrici per climatizzazione estiva normalizzati rispetto alla superficie utile dell'edificio equipaggiata con l'impianto (kWh/m <sup>2</sup> )
UE <sub>c_tot_s</sub>	Usi elettrici per climatizzazione estiva normalizzati rispetto al volume utile dell'edificio equipaggiato con l'impianto (kWh/m <sup>3</sup> )

Per quanto attiene agli usi elettrici per singolo servizio, l'indicatore sarà disponibile laddove saranno inseriti nella scheda i consumi disaggregati per tale servizio.

Per quanto attiene all'uso del vettore elettrico per il servizio di riscaldamento (pompa di calore), assumendo ragionevolmente che i dati di consumo siano direttamente disponibili, trattandosi di moderne installazioni, si applicano tutti i KPI indicati precedentemente per gli usi termici da riscaldamento.

Nel caso che l'impianto a pompa di calore non disponga di apposito contatore si dovrà prevedere che la scuola provveda ad installare un apposito contatore, specialmente nel caso in cui si preveda che l'edificio e gli impianti saranno gestiti da un sistema intelligente.

É bene evidenziare che in questa fase sono individuati unicamente gli indicatori, in una fase successiva saranno introdotte delle scale di classificazione, al fine di stimolare ed indirizzare azioni di miglioramento energetica in funzione del valore di tali indicatori. Saranno così implementati dei cruscotti prestazionali, che forniranno in modo intuitivo e semplificato indicazioni sulla qualità del sistema edificio impianto.

In particolare:

- Per la qualità termica, il cruscotto sarà implementato facendo riferimento alla normativa vigente in merito alla prestazione energetica degli edifici ed a quella in vigore a partire dal primo recepimento della Energy Performance of Building Directive del 2002.
- Per quanto riguarda i KPI energetici, non è possibile fare riferimento alla normativa vigente sia per la metodologia che definisce le classi prestazionali, sia per la modalità di determinazione della prestazione energetica (da misura reale nel PELL, da calcolo in condizioni standard per la normativa). Per tale ragione la scala prestazionale per gli usi energetici sarà sviluppata e aggiornata man mano che la piattaforma sarà popolata da edifici, allorché sarà possibile definire benchmark e classi a partire da consumi energetici mediati e normalizzati rispetto a parametri critici quali: località geografica ed epoca di costruzione.

### 4.3 Scheda censimento per la vulnerabilità sismica delle scuole

In questa annualità si è pervenuti alla definizione della nuova sezione della scheda censimento PELL Scuole, dedicata alla valutazione della vulnerabilità sismica, che si aggiunge a quella esistente del Sistema edificio-impianto (paragrafo 4.1).

L'obiettivo è stato quindi di arricchire di un nuovo ed importante contenuto la scheda censimento PELL Scuole, con l'intento di poter raccogliere, là dove i dati sono disponibili, un altro set di informazioni per arricchire la piattaforma PELL, quale piattaforma strategica su scala nazionale.

L'attività svolta ha permesso di inquadrare l'ambito normativo e legislativo per quanto attiene la vulnerabilità e la sicurezza sismica e definire i campi per la sezione, della scheda censimento PELL scuole, dedicata alla vulnerabilità sismica.

#### 4.3.1 Vulnerabilità e sicurezza sismica delle scuole: norme e responsabilità

La normativa italiana impone che tutti gli edifici e le opere di interesse strategico e/o rilevanti, incluse le scuole, in qualsiasi zona sismica si trovino, vengano sottoposti a una verifica di vulnerabilità sismica, indipendentemente dal fatto che il proprietario sia pubblico o privato e indipendentemente dai programmi e dai finanziamenti stabiliti a livello nazionale o regionale.

In particolare, ai sensi delle norme vigenti, **è obbligatoria la verifica** mentre **non lo è l'intervento**: a seconda dell'esito della verifica il proprietario deve programmare eventuali interventi da realizzare entro un determinato periodo di tempo, in funzione appunto dei risultati della verifica stessa. Le nuove *Norme Tecniche Costruzioni, NTC 2018* (decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018)<sup>15</sup> individuano, infatti, solo gli indici minimi di vulnerabilità sismica per le scuole esistenti e per gli edifici storici, e inoltre individuano gli indici minimi di vulnerabilità sismica che dovranno essere raggiunti in caso di miglioramento degli immobili storici e di adeguamento degli edifici scolastici esistenti. Purtroppo il calcolo dell'indice di sicurezza sismica, di per sé, non può portare alla chiusura immediata di una scuola, anche se non rientra nei parametri<sup>16</sup>. Al termine della verifica di vulnerabilità sismica obbligatoria, nel caso in cui l'opera non sia pienamente in grado di sopportare i livelli di azione sismica previsti dalle norme vigenti, le norme prevedono che non si debba pensare di imporre l'obbligatorietà dell'intervento o del cambiamento di destinazione d'uso o, addirittura, la messa fuori servizio dell'opera: le decisioni da adottare dovranno necessariamente essere calibrate sulle singole situazioni (in relazione alla gravità dell'inadeguatezza, alle conseguenze, alle disponibilità economiche e alle implicazioni in termini di pubblica incolumità). Saranno i proprietari o i gestori delle singole opere, siano essi enti pubblici o privati o singoli cittadini, a definire il provvedimento più idoneo, eventualmente individuando uno o più livelli delle azioni, commisurati alla vita nominale restante e alla classe d'uso, rispetto ai quali si rende necessario effettuare l'intervento di incremento della sicurezza entro un tempo prestabilito.

La legge di Stabilità 2017, ha introdotto il *Sismabonus* un'agevolazione fiscale che consente a privati (persone fisiche, società di persone, imprenditori individuali, professionisti), e società (società di capitali ed enti) di detrarre dall'IRPEF o dall'IRES una parte delle spese sostenute, dal 1° gennaio 2017 al 31 dicembre 2021, per interventi di messa in sicurezza statica delle abitazioni e di altri immobili. Le linee guida per la classificazione del rischio sismico (dm MIT 28 febbraio 2017 e s.m.i.) forniscono gli strumenti operativi per la classificazione del rischio sismico degli edifici, richiesta per l'accesso al sisma bonus, brevemente descritta nel seguente paragrafo.

<sup>15</sup> Le NTC 2018 presentano i criteri generali tecnico costruttivi per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici e per il loro consolidamento, i criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, le indagini sui terreni e sulle rocce e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione; i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di opere speciali e la protezione delle costruzioni dagli incendi.

<sup>16</sup> La sentenza 21175/2019 del 15 maggio scorso della VI Sez. Penale della Corte di Cassazione, che ha dichiarato inammissibile il ricorso del Procuratore della Repubblica contro i due sindaci pro-tempore e dell'assessore ai lavori pubblici di un comune emiliano, in merito alla mancata chiusura di una scuola materna con indice di rischio sismico pari a 0,26 (di gran lunga inferiore al limite minimo di 0,6 previsto dalle NCT 2018 con riguardo a interventi di miglioramento sismico su edifici esistenti), ha sancito ancora una volta la non obbligatorietà dell'intervento.

Per quanto riguarda la responsabilità nelle scuole è compito del Dirigente Scolastico evacuare l'edificio dopo una scossa di terremoto ma è anche un suo obbligo fare le prove di evacuazione due volte l'anno. È compito del Sindaco, invece decretare se gli edifici pubblici e soprattutto le scuole (tutte, di ogni ordine e grado e anche le private) devono restare chiuse o aperte, in caso di terremoto. Dopo un sisma il Sindaco e la Provincia devono inviare una equipe di tecnici per le verifiche di agibilità, che di norma sono controlli visivi per verificare se vi siano crepe, lesioni o modiche rispetto alla situazione precedente. Chi poi deve fare la manutenzione o la ristrutturazione o veri e propri interventi di adeguamento o miglioramento sismico sono i Comuni (per materne, primarie e secondarie inferiori) e le Province per le scuole superiori. Per le scuole private devono intervenire gli enti proprietari, sia per le verifiche di agibilità sia per i successivi interventi.

#### 4.3.2 Revisione di strumenti schedografici esistenti

Al fine di definire la sezione della scheda censimento PELL dedicata alla vulnerabilità sismica (che si seguito è denominata modulo PELL-Seismic School), quale strumento schedografico (cfr. paragrafo 4.3.3), sono stati revisionati e integrati diversi approcci utilizzati, ad oggi in Italia, per la valutazione degli indici di sicurezza sismica degli edifici di particolare rilevanza (a seguito dell'O.P.C.M 3274/2003).

È stato proseguito l'obiettivo di strutturare la sezione del modulo PELL-Seismic School con 3 diversi livelli di dettaglio di raccolta dati (Tiers), che consentano un crescente livello di conoscenza (e corrispondente crescente livello di complessità e affidabilità delle analisi di vulnerabilità sismica): da un livello "qualitativo", definito anche come Livello di Conoscenza 0 (LC0), fino a Livello di Conoscenza 2 (LC2).

Per LC2 è stato fatto riferimento alla "Scheda di Sintesi di Edifici Strategici ai Fini di Protezione Civile o Rilevanti in Caso di Collasso a Seguito di Evento Sismico" predisposta dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale (DPC), Presidenza del Consiglio dei Ministri (PCM). Il Ministero dell'Università e della Ricerca (MIUR) e dal Dipartimento Casa Italia della PCM, utilizzano la suddetta scheda ai fini delle verifiche propedeutiche all'allocatione dei contributi finalizzati all'analisi di vulnerabilità sismica e progettazione di interventi di adeguamento antisismico sugli edifici di proprietà pubblica adibiti ad uso scolastico ricadenti nelle zone a media e alta sismicità (zone sismiche 1 e 2, secondo la classificazione dell'OPCM 3274/2003).

Per i livelli LC1, è stato riferimento a quanto predisposto dal DPC integrando dove necessario i dati previsti con i dati necessari all'implementazione sia del Metodo Macrosismico-Meccanico cross-calibrato (per consentire interoperabilità con il modulo di analisi del rischio sismico di CIPCast, denominato CIPCast-ES, Earthquake-Simulator (vedi sezione 2.3 del report). L'ulteriore integrazione di nuovi campi nella scheda proposta potrà avvenire nella seconda annualità per consentire la raccolta dati a supporto del metodo analitico-meccanico semplificato, noto come SLAMA, (*Simple Lateral Mechanism Analysis*) che sarà sviluppato da Sapienza Università di Roma (Linea di Attività LA35).

Per il livello LC0 si è fatto riferimento alle Linee Guida definite per consentire l'accesso al *Sisma Bonus* (dm MIT 28 febbraio 2017 e s.m.i.) che forniscono gli strumenti operativi per la classificazione del Rischio Sismico delle costruzioni. Linee Guida *Sisma Bonus* definiscono otto Classi di Rischio, con rischio crescente dalla lettera A+ alla lettera G. La determinazione della classe di appartenenza di un edificio può essere condotta secondo due metodi, tra loro alternativi, l'uno convenzionale e l'altro semplificato, quest'ultimo con un ambito applicativo limitato.

Il metodo convenzionale è concettualmente applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione, è basato sull'applicazione dei normali metodi di analisi previsti dalle attuali Norme Tecniche e consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto sia nello stato conseguente all'eventuale intervento. Il metodo semplificato si basa su una classificazione macrosismica dell'edificio, è indicato per una valutazione speditiva della Classe di Rischio dei soli edifici in muratura e può essere utilizzato sia per una valutazione preliminare indicativa, sia per valutare, limitatamente agli edifici in muratura, la classe di rischio in relazione all'adozione di interventi di tipo locale (Figura 55).

Tipologia di struttura		Classe di vulnerabilità					
		V <sub>6</sub> (≡A <sub>EMS</sub> )	V <sub>5</sub> (≡B <sub>EMS</sub> )	V <sub>4</sub> (≡C <sub>EMS</sub> )	V <sub>3</sub> (≡D <sub>EMS</sub> )	V <sub>2</sub> (≡E <sub>EMS</sub> )	V <sub>1</sub> (≡F <sub>EMS</sub> )
MURATURA	Muratura di pietra senza legante (a secco)	○					
	Muratura di mattoni di terra cruda (adobe)	○—					
	Muratura di pietra sbpzzata	---○					
	Muratura di pietra massiccia per costruzioni monumentali		---○—				
	Muratura di mattoni e pietra lavorata	---○—					
	Muratura di mattoni e solai di rigidità elevata		—○—				
	Muratura rinforzata e/o confinata			---○—			

Figura 55: Approccio semplificato per l’attribuzione della Classe di Vulnerabilità agli edifici in muratura secondo il Sismabonus

#### 4.3.3 Integrazioni allo strumento schedografico PELL-EDIFICI per verifiche di vulnerabilità sismica

Per procedere alla definizione della sezione della scheda censimento PELL relativa alla vulnerabilità sismica è stata fatta una prima analisi dei campi previsti nella sezione “Sistema edificio impianto” così da capire se ci fossero delle sotto sezioni di carattere generale o specifico già esistenti e/o che potessero essere integrate con altre informazioni e poi si è passato alla definizione di sotto sezioni dedicate.

In particolare, di seguito si riportano le integrazioni proposte al fine di consentire verifiche di vulnerabilità sismica.

**In grigio** sono stati evidenziati i campi già contenuti nella sezione del “Sistema Edificio-impianto” (paragrafo 4.1.1) mentre i campi non evidenziati, sono quelli aggiunti per avere le informazioni necessarie alla valutazione sismica.

Inoltre, è stata aggiunta una nuova sezione denominata “Contesto Urbano e Territoriale” dedicata alla tematica della vulnerabilità sismica.

#### Dati Generali: Denominazione, Posizione e Uso dell'edificio

Nome Scuola:

Codice Istituto:

Proprietario:

Utilizzatore:

Vincoli:  paesaggistico  architettonico storico

Numero di unità immobiliari componenti il plesso scolastico:

(i dati sottostanti vanno compilati per ciascuno degli edifici inclusi nel plesso scolastico)

Regione:

Provincia:

PPAA:

CAP:



Indirizzo:

Coordinate GIS:

Dati catastali:

Destinazione d'uso attuale dell'edificio:

- Nido
- Scuola materna
- Scuola elementare
- Scuola Media inferiore
- Scuola Media superiore
- Liceo
- Istituto professionale
- Istituto Tecnico
- Università (Fac. umanistiche)
- Università (Fac. scientifiche)
- Accademia e Conservatorio
- Uffici provveditorato e Rettorato

Altre destinazioni d'uso presenti all'interno dell'edificio:

- Palestra
- Biblioteca
- Auditorio
- Mensa
- Laboratori

Destinazione d'uso Originaria dell'edificio \_\_\_\_\_

Fattore di importanza

- Edificio Strategico
- Edificio Rilevante

### **Profilo Di Utenza<sup>17</sup>**

Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_

Profilo di occupazione giornaliero:

Giorno feriale i-esimo  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Sabato  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Domenica  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Profilo di occupazione stagionale:

Chiusura Natale  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Ferie estive  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Altre chiusure (indicare)  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Totale giorni apertura nell'anno:

### **Età di Progettazione, Costruzione e Eventuale Ristrutturazione**

Anno di progettazione dell'edificio \_\_\_\_\_

(se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile):

<sup>17</sup> Indicare il periodo di osservazione da quale sono stati ricavati i profili medi di utenza

- Ante 1945  
 1946-1980  
 1992- 2004  
 1981-1991  
 Post 2005

Anno di ultimazione dell'edificio \_\_\_\_\_  
(se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile):

- Ante 1945  
 1946-1980  
 1992- 2004  
 1981-1991  
 Post 2005

Interventi eseguito sulla struttura dopo la costruzione

- Si  
 Nessuno

Tipologia e anno di esecuzione di eventuali interventi strutturali eseguiti sull'edificio:  
(da compilare solo in caso di risposta affermativa alla domanda precedente):

- Adeguamento sismico Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Miglioramento sismico Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Sopraelevazione Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Ampliamento Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Variazione di destinazione con incremento dei carichi originari (stimati >20% al singolo piano)  
Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Interventi di sola riparazione dei danni strutturali  
Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Interventi di miglioramento sismico.  
Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, che hanno implicato sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio.  
Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|  
 Altro (specificare) \_\_\_\_\_ Anno progettazione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| esecuzione |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|

Stato di conservazione complessivo dell'edificio

- ottimo  
 mediocre  
 buono  
 cattivo

### **Caratteristiche Geometriche e Dimensionali**

Numero di piani totali (inclusi interrati):

Numero di piani fuori terra:

Numero di corpi scala:

Posizione del corpo scala i-esimo: Interno  Esterno  Di Sicurezza

Superficie complessiva (m<sup>2</sup>):

Superficie media di piano [m<sup>2</sup>]

Altezza media di piano [m]

Volume lordo complessivo (m<sup>3</sup>)

Posizione dell'edificio nel contest urbano  Isolato  Interno  D'estremità  D'angolo

### **Materiale strutturale principale della struttura verticale**

- Cemento Armato
- Acciaio
- Muratura portante
- Legno
- Prefabbricati in cemento armato o cemento armato pre-compresso
- Misto (cemento armato e muratura)
- Misto (acciaio e muratura)
- Misto (struttura in cemento armato e pannelli prefabbricati )
- Misto (struttura in acciaio e pannelli prefabbricati)
- Altro (specificare)

### **Tipologia ed organizzazione del sistema resistente**

La sezione da compilare è diversa a seconda del materiale strutturale indicato nel campo precedente. Per edifici con Materiale strutturale principale di tipo misto fare riferimento al materiale strutturale prevalente

#### **Cemento armato**

- Struttura a telai in c.a. in due direzioni
- Struttura a telai in c.a. in una sola direzione
- Struttura a pareti in c.a. in due direzioni
- Struttura a pareti in c.a. in una sola direzione
- Struttura mista telaio-pareti
- Struttura a nucleo
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

#### **Acciaio**

- Struttura intelaiata
- Struttura con controventi reticolari concentrici
- Struttura con controventi eccentrici
- Struttura a mensola o a pendolo invertito
- Struttura intelaiata controventata
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

#### **Muratura**

<b>Tipologia Base</b>	<b>Eventuali caratteristiche migliorative</b>				
	Malta buona	Ricorsi/ listature	Connessione trasversale	Iniezioni di malta	Intonaco armato
<input type="checkbox"/> pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> pietre a spacco con buona tessitura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi lapidei squadriati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mattoni pieni e malta di calce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi laterizi forati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(percentuale di foratura < 45%)					
<input type="checkbox"/> blocchi laterizi forati, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi di calcestruzzo (percentuale di foratura tra 45% e 65%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi di calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Diaframmi orizzontali (Per Cemento Armato, Acciaio, Muratura)**

- Volte senza catene
- Volte con catene
- Diaframmi flessibili (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)
- Diaframmi semirigidi (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni...)
- Diaframmi rigidi (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a, lamiera grecata con soletta in c.a., .....)
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

**Copertura Per Cemento Armato, Acciaio, Muratura**

- Copertura spingente pesante
- Copertura non spingente pesante
- Copertura spingente leggera
- Copertura non spingente leggera
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

**Distribuzione tamponature Per Cemento Armato e Acciaio**

- Distribuzione irregolare delle tamponature in pianta
- Distribuzione irregolare delle tamponature sull'altezza dell'edificio
- Tamponature tali da individuare pilastri corti
- Tamponature senza misure a contrasto di collassi fragili ed espulsione in direzione perpendicolare al pannello
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

**Fondazioni**

- Plinti isolati
- Plinti collegati
- Travi rovesce
- Platea
- Fondazioni profonde
- Fondazioni a quote diverse

**Regolarità dell'edificio**

Configurazione in pianta compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze Si  No

Valore del rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto |\_\_|\_\_|

Massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione? |\_|\_|\_|\_| %

Solai assimilabili a infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti Si  No

minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio |\_|\_|\_|\_| %

massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidezza espresse in % della massa e della rigidezza del piano contiguo con valori più elevati |\_|\_|\_|\_| %

Massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.  
P 1° |\_|\_|\_|\_| % P terra |\_|\_|\_|\_| %

Presenza di elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti) Si  No

## **Contesto urbano e territoriale**

### **Classificazione sismica**

Zona sismica:  1  2  3

Valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico su suolo rigido (tipo A) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, : 0. |\_|\_|\_|\_| g, dedotto da

Allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/2003 O

Delibera di Giunta Regionale

### **Categoria di suolo di fondazione**

Presenza di cavità: Si  No

Eventuali anomalie: Si  No

Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa: Si  No

Suscettibilità alla liquefazione Si  No

Solo in caso affermativo:

Profondità della falda da piano di campagna  $Z_w$  |\_|\_|\_|\_|. |\_|\_|\_| m

Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna  $Z_g$  |\_|\_|\_|\_|. |\_|\_|\_| m

Terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità: Si  No

Granulometria, densità e spessore delle sabbie:

	Spessore	sciolte	medie	Dense
sabbie fini	m  _ _ _ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sabbie medie	m  _ _ _ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sabbie grosse	m  _ _ _ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Metodologia per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione

Sulla base di carte geologiche disponibili

- Sulla base di indagini esistenti
- Sulla base di prove in situ effettuate appositamente

Descrizione indagini effettuate o già disponibili

- Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo
- Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)
- Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)
- Prova sismica superficiale a rifrazione
- Analisi granulometrica
- Prove triassiali
- Prove di taglio diretto
- Altro |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|

Velocità media onde di taglio Vs30 |\_\_|\_\_|\_\_| m/s

Resistenza Penetrometrica media NSPT |\_\_|\_\_| colpi

Resistenza media alla punta qc |\_\_|\_\_| kPa

Coesione non drenata media cu |\_\_|\_\_|\_\_| kPa

Categoria di suolo di fondazione (par 3.1 Ord3274/03) |\_\_|\_\_| Valori di Norma

Fattore di amplificazione stratigrafico S |\_\_|.\_\_|\_\_|

Periodo T<sub>B</sub> dello spettro di risposta |\_\_|.\_\_|\_\_| sec

Periodo T<sub>C</sub> dello spettro di risposta |\_\_|.\_\_|\_\_| sec

Coefficiente di amplificazione topografica S<sub>T</sub> |\_\_|.\_\_|\_\_|

#### 4.4 *Revisione di approcci e strumenti operativi per il monitoraggio strutturale e sismico*

L'attività svolta in questa annualità, è proseguita con l'analisi e la revisione degli approcci e strumenti per il monitoraggio strutturale e sismico. In particolare è stata fatta una revisione critica della letteratura per supportare la creazione di uno strumento di monitoraggio diffuso eseguito con strumenti a basso costo (ad esempio sensori MEMS, Micro Electro-Mechanical Systems), supportare la valutazione dello stato di salute degli edifici e, in caso di evento sismico, per consentire una valutazione rapida e puntuale, in remoto, dello stato di danno atteso e della residua funzionalità dell'edificio stesso.

Negli ultimi venticinque anni, la necessità di metodi di indagine in grado di fornire informazioni sul comportamento globale di strutture e infrastrutture, hanno portato all'integrazione delle ispezioni visive con un nuovo campo di ricerca, riguardante i sistemi di monitoraggio strumentale, che prende il nome di *Structural Health Monitoring (SHM)*. Esso ha come obiettivo la registrazione della risposta dinamica della struttura, incluse frequenze e forme proprie di vibrazione, ottenuta grazie a sensori permanentemente installati sull'edificio stesso.

Lo scopo di un sistema di monitoraggio sismico è quello di conoscere la risposta dinamica di un edificio durante le scosse di terremoto e la variazione dei parametri strutturali a seguito dell'evento per poterne valutare la sicurezza e gestire l'emergenza post-sisma, garantendo una maggiore velocità negli interventi. Sono stati implementati i sistemi di monitoraggio permanente, le tecnologie e le metodologie utilizzate, nella visione di creare delle *smart structures* [1] ossia infrastrutture intelligenti in grado di comunicare con centrali di monitoraggio, minimizzando così l'intervento umano in una direzione di self-heading systems [2]

L'uso crescente del monitoraggio strutturale nell'ingegneria civile e la ricerca eseguita nel settore dalla comunità scientifica hanno portato alla definizione della norma UNI/TR 11634:2016, che fornisce le linee guida per una corretta applicazione dell'SHM.

La normativa, inoltre, stabilisce che per disporre o meno di un monitoraggio strutturale e definire quale debba essere il suo grado di sofisticazione è necessario effettuare preventivamente un'accurata analisi, mirata ad ottenere un controllo efficiente.

Lo scopo del monitoraggio sismico è duplice:

- il controllo continuo e consapevole sulla salute delle strutture monitorate, dato che una variazione del comportamento dinamico della struttura può essere sintomo di un danneggiamento o di una variazione avvenuta nel tempo, anche non direttamente visibile;
- ricavare informazioni utili sul comportamento effettivo delle strutture soggette a reali terremoti, per una efficiente gestione dell'emergenza e/o per migliorare sismicamente quelli esistenti.

Il sistema SHM comprende generalmente:

- un sistema di sensori di vario tipo collocati permanentemente su una struttura e in grado di rilevare sia la risposta strutturale alle sollecitazioni esterne, sia le grandezze ambientali che possono influire su di essa;
- un sistema di acquisizione e trasmissione dei dati che comprende i dispositivi che ricevono i segnali, tutti sincronizzati fra loro (condizione imprescindibile per poter elaborare correttamente i dati), da parte dei sensori, li convertono e li trasmettono mediante sistemi cablati ai computers per l'elaborazione;
- un sistema di gestione e archivio dati per consentire analisi successive;
- una procedura per l'analisi dei dati finalizzata alla diagnosi strutturale;
- un sistema decisionale e di allerta per la gestione di situazioni di emergenza.

Altro tema importante che non si deve trascurare è quello che riguarda il posizionamento dei sensori. La buona collocazione dei sensori deve essere un giusto compromesso tra la teoria e la necessità di realizzare un sistema efficiente non solo dal punto di vista prestazionale, ma anche di quello realizzativo e manutentivo.

#### 4.4.1 Tipologie di sensori

Progettare il miglior sistema di monitoraggio per una determinata struttura richiede diversi passaggi. È necessario innanzitutto stabilire quali siano i parametri che si vogliono utilizzare nell'analisi della risposta strutturale. A questa fase segue quella della scelta dei sensori, fatta sulla base della grandezza e della complessità dell'opera da monitorare, nonché sulle caratteristiche qualitative intrinseche di ciascun sensore, tra cui: range di misura, sensibilità di misura, risoluzione, linearità, stabilità, accuratezza, risposta di frequenza e durabilità.

Di seguito, si descrivono sinteticamente le tipologie di sensori che verranno testati ed utilizzati nel corso delle prossime annualità delle presenti attività.

**Accelerometri:** L'accelerometro è un dispositivo che traduce, attraverso un trasduttore, un'accelerazione in un segnale elettrico ed è generalmente costituito da un sistema di sospensione e da una massa di prova (proof mass), il cui spostamento fornisce una misura dell'accelerazione.

Gli accelerometri, a seconda del principio fisico alla base del loro funzionamento che utilizzano per la misurazione dello spostamento della massa, possono essere distinti in *accelerometri piezoelettrici*, *accelerometro capacitivi e piezoresistivi e force-balance*,

*Gli accelerometri capacitivi e piezoresistivi* sono quelli più comunemente utilizzati. Sono più adatti per applicazioni di monitoraggio E sono ideali per la misurazione del movimento a bassa frequenza dove il livello g è anche basso, come ad esempio misure di vibrazioni negli edifici.

#### **MEMS**

I sensori MEMS (Micro-Electro-Mechanical-Sistem) sono l'insieme di dispositivi di varia natura (meccanici, elettrici ed elettronici) integrati in forma altamente miniaturizzata su uno stesso substrato di silicio. Si tratta dunque di sistemi "intelligenti" che abbinano funzioni elettroniche e meccaniche in uno spazio ridottissimo. I sensori MEMS rappresentano oggi una nuova frontiera nel monitoraggio sismico, consentendo il superamento di molte delle limitazioni dei sensori tradizionali: dimensioni, peso, costi, uscita analogica. A fronte degli innumerevoli vantaggi e potenzialità, naturalmente sono presenti anche alcune limitazioni, essenzialmente legate alle performance di tali sensori che non raggiungono ad oggi quelle degli analoghi "fratelli maggiori".

Gli accelerometri MEMS possono essere divisi in due grandi categorie: accelerometri per misure di accelerazione stazionaria, ovvero in grado di rilevare accelerazioni statiche costanti come ad esempio l'accelerazione di gravità, e in accelerometri per misure di accelerazione che variano nel tempo, come ad esempio quelle generate da urti o vibrazioni. I primi in genere hanno una banda passante che va da 0 a 500 Hz e possono essere usati anche come inclinometri, mentre i secondi hanno una banda passante compresa tra qualche decina di Hz fino alle decine di kHz.

Gli accelerometri MEMS possono essere classificati anche in base all'effetto fisico utilizzato nel meccanismo di rilevamento: capacitivo, piezoresistivo, piezoelettrico, elettrochimico, ottico, termico, ecc.

Gli accelerometri MEMS di tipo capacitivo hanno diversi vantaggi: possono misurare sia accelerazioni statiche che dinamiche, sono poco sensibili alle variazioni di temperatura, hanno un'ampia banda passante, hanno un'elevata sensibilità, alta linearità, bassa dissipazione di potenza ed un costo molto basso. Gli accelerometri di questo tipo si prestano bene ad essere integrati, assieme al relativo sistema di trasduzione e condizionamento del segnale, in un unico chip di silicio. Tali sensori sono quelli oggi più utilizzati per applicazioni sismologiche.

I classici accelerometri capacitivi sono in grado di misurare il movimento del suolo, più comunemente la sua velocità o la sua accelerazione, sulla base di un sistema massa-molla con smorzamento, la cui oscillazione è convertita in un segnale elettrico continuo. Il sistema di funzionamento di un dispositivo MEMS di tipo capacitivo è del tutto analogo. La massa di quest'ultimo, di dimensioni ridottissime (~0.1 µg), per essere in grado di produrre un segnale elettrico rilevabile, deve essere sottoposta a delle condizioni di sollecitazione superiori ad una soglia minima; per questo motivo i sensori MEMS rispondono in maniera migliore al c.d.



*strong motion*, e alle frequenze più elevate dello spettro sismico. Pertanto, per le loro specifiche costruttive, essi sono adatti a rilevare l'accelerazione del moto del suolo.

### **Sensori a fibra ottica (SOFO)**

Deformazioni, temperatura e pressioni sono solo alcune delle grandezze che è possibile misurare attraverso le fibre ottiche. Il principio di funzionamento sfrutta la variazione delle caratteristiche dell'onda luminosa per l'acquisizione del dato. I sensori modificano una fibra in modo che la grandezza d'interesse moduli la fase, la lunghezza d'onda o la polarizzazione della luce<sup>26</sup>.

Il sistema SOFO (*Surveillance d'Ouvrages par Fibres Optiques*) ovvero monitoraggio strutturale attraverso fibre ottiche, è un sistema di misura delle deformazioni, caratterizzato da elevata accuratezza e stabilità nel tempo, in grado di fornire dati di deformazione sia a breve che a lungo termine, in condizioni statiche e dinamiche. Le fibre ottiche, la cui lunghezza per queste applicazioni può variare da 1 a 10 metri, sono facili da installare e non risentono della presenza di campi elettromagnetici, a differenza di quanto succede per gli estensimetri resistivi. Il sistema è costituito da due fibre accoppiate, racchiuse in un tubicino protettivo in materiale plastico e chiamate rispettivamente fibra di misurazione e fibra di riferimento. Quando una struttura viene sollecitata si deforma, generando un allungamento o un accorciamento delle due fibre accoppiate. La variazione di lunghezza tra le due fibre traduce il valore della deformazione. I dati vengono infine raccolti da una *reading unit*, ovvero un'unità di lettura dati, a cui è possibile collegare un personal computer per procedere con le analisi.

La possibilità di misurare diverse grandezze, l'alta sensibilità, l'insensibilità alle interferenze elettromagnetiche e la bassa invasività rendono questi sensori adatti ad una grande varietà di applicazioni. L'inglobamento nella struttura stessa offre numerosi vantaggi, primo tra tutti la possibilità di monitorare la struttura direttamente dall'interno, oppure in punti altrimenti non accessibili durante il normale utilizzo della struttura.

#### 4.5 Potenzialità e Obiettivi per l'interoperabilità tra le piattaforme CIPCast e PELL

L'attività svolta in questa annualità, è inoltre proseguita la valutazione ed analisi delle possibili modalità di interoperabilità tra il PELL Scuole (per quanto attiene ai dati del censimento propedeutici alla sezione della vulnerabilità sismica) e la piattaforma CIPCast DSS per consentire la simulazione di scenari sismici, in modo da consentire:

- in caso di evento sismico, di disporre in tempi rapidi di un quadro dei danni e gli impatti in termini di funzionalità indotti dal terremoto sull'ambiente costruito e sulle infrastrutture critiche, a supporto della gestione dell'emergenza (ad esempio, per l'individuazione dei percorsi a minor rischio da utilizzare per l'evacuazione degli studenti);
- in tempi ordinari, di disporre di uno strumento di simulazione per eseguire analisi di scenario e analisi "what-if" a supporto alla definizione di strategie di mitigazione del rischio e di resilienza a scala urbana.

##### 4.5.1 EISAC.it e il sistema di supporto alle decisioni CIPCast

Il programma EISAC.it, *European Infrastructure Simulation and Analysis Centre in Italy*, nato in Italia dalla collaborazione tra ENEA e INGV, mira ad essere il primo di una serie di centri interconnessi che nasceranno in Europa per supportare la protezione civile, le pubbliche amministrazioni e i gestori/operatori nelle attività e negli studi connessi alla protezione delle strutture strategiche e infrastrutture critiche. Tra i servizi avanzati previsti in EISAC.it ci sono l'analisi del rischio sulle infrastrutture critiche, le simulazioni di scenari di rischio e di danneggiamento legati ad eventi naturali, tra i quali gli eventi sismici, e la stima dell'eventuale impatto indotto sulle reti e sulle strutture strategiche, nonché la raccolta e l'analisi di dati satellitari, la creazione di banche dati territoriali e di sistemi di previsione meteo-climatici e oceanografici.

EISAC.it si avvale di tecnologie all'avanguardia, come la piattaforma Critical Infrastructure Protection risk analysis and foreCAST, CIPCast, [5] un sistema di supporto alle decisioni, Decision Support System, DSS GIS-Based che supporta analisi, monitoraggio e previsione del rischio sulle infrastrutture strategiche per tutto il territorio nazionale.

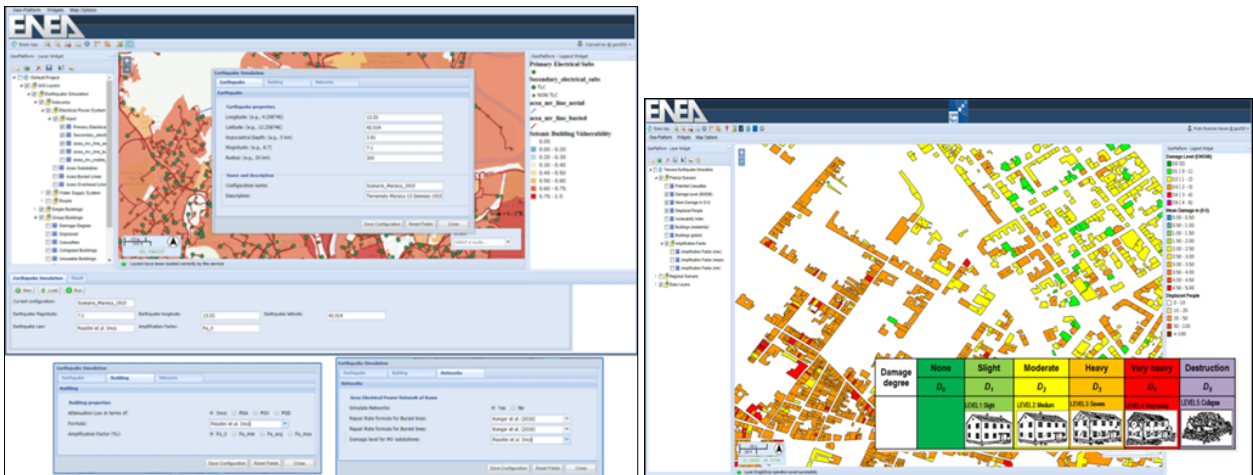
Nel complesso, CIPCast consente di effettuare valutazione di impatti sul sistema integrato delle strutture e infrastrutture critiche e strategiche e di stimare le eventuali conseguenze:

- 1) sia per eventi reali,
- 2) sia attraverso la predisposizione di scenari simulati.

Per quanto riguarda l'analisi del rischio sismico, CIPCast mette a disposizione un apposito modulo denominato CIPCast-ES (Earthquake Simulator).

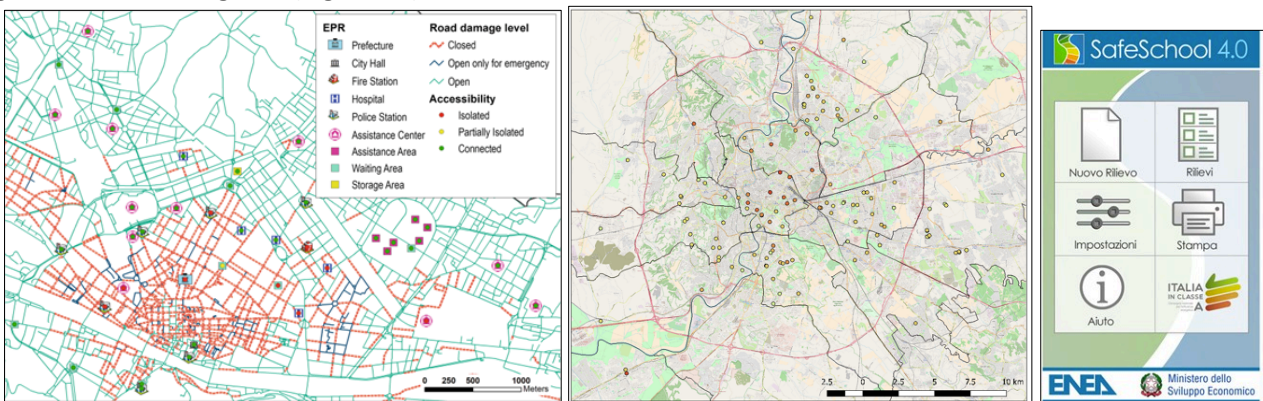
Nel primo caso vengono acquisite le coordinate e la profondità dell'epicentro, e la magnitudo stimata, non appena rese disponibili dall'INGV, e viene simulata una mappa di scuotimento utilizzando la ground motion predictive equation (GMPE) proposta da [6] questa viene poi sostituita dalle shake-maps INGV dell'evento elaborate a partire dai segnali registrati dalla Rete Sismica Nazionale non appena esse sono rese disponibili [7].

Nel secondo caso, l'evento sismico può essere definito dall'utente in funzione dei parametri di input selezionati dall'utente (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**): coordinate dell'epicentro; profondità dell'ipocentro; magnitudo momento dell'evento; legge di attenuazione GMPE; effetti di sito in termini di fattore di amplificazione (se il dato è disponibile per l'area). Tale approccio consente di effettuare simulazioni ripetute, variando i suddetti parametri (ad esempio, simulando eventi storici le cui caratteristiche possono essere attinte dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), raggiungibile via web da CIPCast-ES e creando differenti scenari di danno sulla base dei quali stimare impatti e conseguenze sulle strutture e sulle IC [8].



**Figura 56: CIPCast-ES: a) Finestre di dialogo per l’inserimento dei parametri di input sismico e la definizione dell’approccio simulativo; b) danno atteso su singoli edifici, scala EMS98 (D0-D5)**

Il livello di danno fisico potenzialmente indotto dal sisma a strutture e infrastrutture viene valutato in funzione dello scuotimento sismico e di un indice vulnerabilità sismica; in particolare, per gli edifici viene utilizzato, al momento, il Metodo Macrosismico-Meccanico cross-calibrato [9], [10]. che tiene conto della tipologia e delle caratteristiche costruttive e geometriche degli edifici. Il danno viene valutato secondo 6 differenti livelli (da D1, danno lieve a D5, collasso, oltre all’assenza di danno indicata con D0), in accordo con la scala di danno adottata dalla Scala Macrosismica Europea EMS-98, come mostrato in Figura 11. L’applicativo CIPCast-ES consente inoltre di stimare il livello residuo di funzionalità di una strada dopo un terremoto, valutando le possibili ostruzioni causate delle macerie degli edifici crollati, che andrebbero a ridurne o impedire la transitabilità [11]. In base a questo CIPCast-ES, supporta l’identificazione di possibili “isole”, cioè zone urbane che non sarebbero potenzialmente raggiungibili in caso di evento sismico; questo al fine di mettere in luce potenziali criticità dovute alla presenza al loro interno di edifici strategici (centri direzionali, ospedali, punti di raccolta e ammassamento, etc.), che risulterebbero quindi indisponibili per la gestione dell’emergenza (Figura 57).



**Figura 57: CIPCast-ES: a) Esempio di simulazione di scenario con ostruzioni stradali dovute alle macerie ed edifici strategici interessati, b) Analisi di alcuni plessi scolastici di Roma Capitale nell’ambito delle valutazioni CLE, supportate da SafeSchool 4.0 e C**

In collaborazione con la Protezione Civile Comunale di Roma Capitale, nell’ambito delle attività connesse all’analisi della Condizione Limite dell’Emergenza, CLE, è stata fatta una prima applicazione di quanto descritto sopra, per un primo screening su una serie di edifici scolastici individuati dalla Protezione Civile Comunale di Roma Capitale come aree e centri di assistenza alla popolazione, in caso di un evento emergenziale.

I rilievi di vulnerabilità sismica di tali edifici sono stati eseguiti utilizzando la “App SafeSchool 4.0”, un’applicazione per smartphone e tablet (scaricabile gratuitamente da Apple Store e Google Play), realizzata da ENEA per supportare i tecnici e i responsabili nei rilievi energetici e strutturali negli edifici scolastici. SafeSchool 4.0 consente di rilevare in modo semplice i consumi energetici e le caratteristiche strutturali delle scuole per una prima valutazione degli interventi di messa in sicurezza, riqualificazione ed efficientamento. Per le scuole rilevate, mediante l’applicativo CIPCast-ES, sono state quindi effettuate varie simulazioni di eventi sismici di media e forte intensità, selezionandoli dal CPTI15 tra quelli che storicamente hanno interessato l’area della Capitale (e.g., Marsica 1915, Colli Albani 1927, Sequenza Sismica Italia Centrale 2016-2017). I risultati sono in corso di valutazione e validazione.

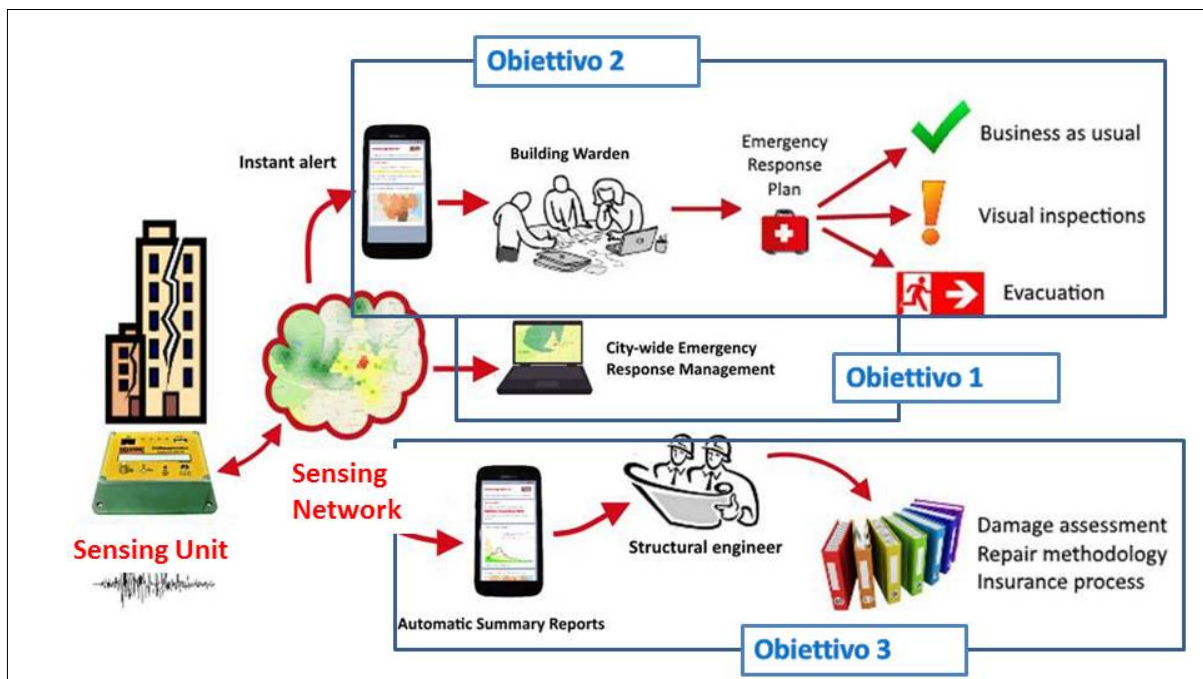
**4.5.2 Interoperabilità tra piattaforme CIPCast e PELL e monitoraggio sismico diffuso: obiettivi**

L’installazione di sistemi di monitoraggio sismico in modo diffuso a scala urbana (ad esempio all’interno dei pali di illuminazione pubblica e negli edifici scolastici già monitorati attraverso la piattaforma PELL) e l’interoperabilità tra il PELL e CIPCast vuole perseguire la definizione di un sistema capillare e automatizzato di monitoraggio sismico che persegua tre principali obiettivi di sotto elencati e schematizzati in Figura 58.

**Obiettivo 1:** Valutazione accurata dello scuotimento sismico, a scala territoriale, inclusa la possibile amplificazione locale, per effetto delle particolari condizioni litologiche, stratigrafiche e morfologiche. Stima in “tempo reale” del danno all’ambiente naturale (fenomeni co-sismici) e costruito (danno a edifici residenziali, strategici e infrastrutture critiche) a scala territoriale e stima delle possibili conseguenze sulla popolazione. Nel post-terremoto questo consente il supporto alla gestione dell’emergenza; pre-terremoto consente il supporto alla pianificazione di strategie di mitigazione del rischio.

**Obiettivo 2:** Valutazione in “tempo reale” delle condizioni di agibilità e funzionalità residua, per edifici strumentati. Stima delle stesse condizioni anche per edifici non strumentati, con minore affidabilità, in conformità a quanto valutato nell’obiettivo 1 e per similarità tipologica con edifici strumentati.

**Obiettivo 3:** Supporto ai processi di ricostruzione, a scala territoriale allocazione risorse, a scala di singolo edificio o componente di infrastruttura critiche, livello di danno, di riparabilità e tecniche di intervento più adeguate.



**Figura 58: Obiettivi che l’interoperabilità tra le piattaforme PELL e CIPCast consentirebbero di raggiungere, in presenza una rete di monitoraggio locale diffusa a livello urbano**

La possibilità di creare reti di monitoraggio sismico su scala urbana, necessaria al perseguimento dei tre obiettivi sopra citati è oramai una realtà grazie al recente e rapido sviluppo tecnologico di: sensori; trasmissione dei dati; potenza di calcolo e capacità di archiviazione dei dati.

Varie reti sismiche urbane sono state sviluppate in tutto il mondo negli ultimi anni, essenzialmente basate su sensori miniaturizzati [12].

Le caratteristiche principali delle reti sismiche locali basate su sensori di sistemi microelettromeccanici (MEMS) sono l'alta densità di nodi, la trasmissione in tempo reale e i costi contenuti. In Italia la sede dell'INGV di Palermo, ha realizzato nella città di Acireale (Sicilia) e in alcuni comuni limitrofi una rete di monitoraggio sismico urbana, nell'ambito del progetto chiamato *MEMS: "Monitoraggio dei terremoti attraverso i sensori MEMS"* e finanziato dal MIUR. Le reti urbane sono state progettate e installate in accordo con i comuni locali e concepite principalmente per la rapida valutazione del danno indotto dal terremoto.

Come già descritto nel paragrafo precedente, nello strumento di supporto alle decisioni CIPCast-ES, il danno fisico sismo-indotto viene valutato in termini di parametri sismici quantitativi e/o qualitativi attraverso curve di vulnerabilità [10] La valutazione della vulnerabilità degli edifici viene in un primo momento realizzata considerando alcune caratteristiche delle strutture [9] , [10] facilmente reperibili a livello di sezione censuaria, a partire dai dati messi a disposizione dall'ISTAT quali, tra gli altri: la tipologia degli edifici, il materiale da costruzione, o stato di conservazione, l'altezza, la data di costruzione.

I dati acquisiti all'interno della piattaforma PELL, per le scuole, e la misurazione temporanea delle vibrazioni ambientali del rumore sismico, acquisito da una rete di monitoraggio sismico consentirebbe di ottenere una buona conoscenza dello stato di salute di tutti gli edifici strumentati e della loro risposta dinamica. Ciò consentirebbe non solo di ottenere, una valutazione rapida del livello di danno sisma indotto negli edifici stessi, ma anche una stima più accurata del danno indotto su tutto l'ambiente costruito a scala urbana, grazie all'integrazione di tali valutazioni a livello di singolo edificio con gli scenari di danno valutabili attraverso la piattaforma CIPcast. Tali valutazioni di scenario saranno tanto più precise quanto più diffusa è il sistema di monitoraggio installato.

Per quanto riguarda gli edifici il sistema di monitoraggio potrebbe consistere anche solo in un paio di strumenti installati alla base e alla sommità della struttura, per limitare il più possibile i costi di implementazione e gestione, rispetto all'installazione di una fitta rete di sensori installati a tutti i piani della struttura. Per quanto riguarda i pali di illuminazione pubblica un solo sensore installato alla base del palo consentirebbe di ottenere una rete diffusa utile a caratterizzare con grande precisione lo scuotimento sismico del suolo (e in base a questo il danno atteso a strutture e infrastrutture).

Limitare il più possibile il costo del monitoraggio consentirebbe di espandere e diffondere il monitoraggio in vaste aree del territorio, coprendo numerose strutture critiche. Naturalmente quanto proposto intende rappresentare il punto di partenza per un monitoraggio più completo della risposta dinamica degli edifici, inserendo più sensori negli edifici già strumentati con una strategia simile ad altre esperienze in Italia [13].



#### 4.6 Scheda PELL Edifici Scuole

In questa annualità, partendo dalle definizioni delle informazioni contenute nelle due macro sezioni “Sistema Edificio Impianto “ e “Vulnerabilità sismica” è stata definita la **Scheda Censimento PELL Edifici Scuole**, di seguito riportata.

Tale scheda, nelle prossime annualità, sarà applicata a casi di studio reali e pertanto potrà subire delle modifiche.

### SCHEDA PELL EDIFICI SCUOLE

#### I – Dati generali

Nome Scuola:

Codice Istituto:

Proprietario:

Utilizzatore:

Vincoli:  paesaggistico  architettonico storico

Numero di unità immobiliari componenti il plesso scolastico:

*(i dati sottostanti vanno compilati per ciascuno degli edifici inclusi nel plesso scolastico)*

:Regione:

Provincia:

PPAA :

CAP:

Indirizzo:

Coordinate GIS:

Dati catastali:

Destinazione d’uso attuale dell’edificio:

Nido

Scuola materna

Scuola elementare

Scuola Media inferiore

Scuola Media superiore

Liceo

Istituto professionale

Istituto Tecnico

Università (Fac. umanistiche)

Università (Fac. scientifiche)

Accademia e Conservatorio

Uffici provveditorato e Rettorato

Zona climatica:

Gradi giorno ufficiali:

Tipo di scuola:

materna

asilo

elementare

media

superiore

istituto tecnico

istituto professionale

misto

Anno di Progettazione, costruzione e Eventuale Ristrutturazione (se non si conosce l’anno indicare il periodo presumibile):

\_\_\_\_\_

Ante 1945

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1946-1980  | <input type="checkbox"/> 1981-1991 |
| <input type="checkbox"/> 1992- 2004 | <input type="checkbox"/> Post 2005 |

Anno di ultimazione dell'edificio\_\_\_\_\_

(se non si conosce l'anno indicare il periodo presumibile):

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ante 1945  | <input type="checkbox"/> 1981-1991 |
| <input type="checkbox"/> 1946-1980  | <input type="checkbox"/> Post 2005 |
| <input type="checkbox"/> 1992- 2004 |                                    |

Interventi eseguito sulla struttura dopo la costruzione

- Si  
 Nessuno

Tipologia e anno di esecuzione di eventuali interventi strutturali eseguiti sull'edificio:  
*(da compilare solo in caso di risposta affermativa alla domanda precedente):*

- |   |                    |         |            |         |
|---|--------------------|---------|------------|---------|
| <input type="checkbox"/> Adeguamento sismico  | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Miglioramento sismico  | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Sopraelevazione  | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Ampliamento  | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Variazione di destinazione con incremento dei carichi originari (stimati >20% al singolo piano)  | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Interventi di sola riparazione dei danni strutturali   | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Interventi di miglioramento sismico.   | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, che hanno implicato sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio. | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |
| <input type="checkbox"/> Altro (specificare) _____  | Anno progettazione | _ _ _ _ | esecuzione | _ _ _ _ |

Stato di conservazione complessivo dell'edificio

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ottimo   | <input type="checkbox"/> buono   |
| <input type="checkbox"/> mediocre | <input type="checkbox"/> cattivo |

Materiale strutturale principale della struttura verticale:

- Cemento armato  
 Acciaio  
 Muratura portante  
 Misto cemento armato e muratura  
 Struttura in cemento armato e pannelli prefabbricati  
 Misto Acciaio e muratura  
 Misto Acciaio e pannelli prefabbricati  
 Legno  
 Prefabbricati in cemento armato o cemento armato pre-compresso  
 Altro (specificare)

### **Tipologia ed organizzazione del sistema resistente**

*La sezione da compilare è diversa a seconda del materiale strutturale indicato nel campo precedente. Per edifici con Materiale strutturale principale di tipo misto fare riferimento al materiale strutturale prevalente*

**Cemento armato**

- Struttura a telai in c.a. in due direzioni
- Struttura a telai in c.a. in una sola direzione
- Struttura a pareti in c.a. in due direzioni
- Struttura a pareti in c.a. in una sola direzione
- Struttura mista telaio-pareti
- Struttura a nucleo
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

**Acciaio**

- Struttura intelaiata
- Struttura con controventi reticolari concentrici
- Struttura con controventi eccentrici
- Struttura a mensola o a pendolo invertito
- Struttura intelaiata controventata
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

**Muratura**

<b>Tipologia Base</b>	<b>Eventuali caratteristiche migliorative</b>				
	Malta buona	Ricorsi/ listature	Connessione trasversale	Iniezioni di malta	Intonaco armato
<input type="checkbox"/> pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> pietre a spacco con buona tessitura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi lapidei squadrati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mattoni pieni e malta di calce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi laterizi forati (percentuale di foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi laterizi forati, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi di calcestruzzo (percentuale di foratura tra 45% e 65%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> blocchi di calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Diaframmi orizzontali (Per Cemento Armato, Acciaio, Muratura)**

- Volte senza catene
- Volte con catene
- Diaframmi flessibili (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)
- Diaframmi semirigidi (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni...)
- Diaframmi rigidi (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a, lamiera grecata con soletta in c.a., .....)
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_



### **Copertura Per Cemento Armato, Acciaio, Muratura**

- Copertura spingente pesante
- Copertura non spingente pesante
- Copertura spingente leggera
- Copertura non spingente leggera
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

### **Distribuzione tamponature Per Cemento Armato e Acciaio**

- Distribuzione irregolare delle tamponature in pianta
- Distribuzione irregolare delle tamponature sull'altezza dell'edificio
- Tamponature tali da individuare pilastri corti
- Tamponature senza misure a contrasto di collassi fragili ed espulsione in direzione perpendicolare al pannello
- Altro (specificare) \_\_\_\_\_

### **Fondazioni**

- Plinti isolati
- Plinti collegati
- Travi rovesce
- Platea
- Fondazioni profonde
- Fondazioni a quote diverse

### **Regolarità dell'edificio**

Configurazione in pianta compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidità **Si**  **No**

Valore del rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto  | | | |

Massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione?  | | | |  %

Solai assimilabili a infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti **Si**  **No**

minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio  | | | |  %

massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidità espresse in % della massa e della rigidità del piano contiguo con valori più elevati  | | | |  %

Massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.  
P 1°  | | | |  %      P terra  | | | |  %

Presenza di elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti) **Si**  **No**

Altre destinazioni d'uso presenti<sup>18</sup>:

- Palestra
- Auditorio
- Mensa
- Laboratori

Destinazione d'uso Originaria dell'edificio \_\_\_\_\_

Fattore di importanza

- Edificio Strategico
- Edificio Rilevante

## **II – Caratteristiche geometriche e dimensionali**

Numero di piani totali:

Numero di piani fuori terra:

- Piano (semi)interrato climatizzato
- Piano (semi)interrato non climatizzato

Numero di corpi scala:

Posizione del corpo scala *i*-esimo: Interno  Esterno  Di Sicurezza

Superficie complessiva (m<sup>2</sup>):

Superficie media di piano [m<sup>2</sup>]

Altezza media di piano [m]

Superficie utile riscaldata (m<sup>2</sup>):

Superficie utile riscaldata con set-point 20°C (m<sup>2</sup>):

Superficie utile della zona *i*-esima riscaldata con set-point<sup>19</sup> \_\_\_\_\_ °C (m<sup>2</sup>):

Superficie utile del piano tipo (m<sup>2</sup>):

Superficie utile raffrescata con set-point 26°C (m<sup>2</sup>):

Volume lordo complessivo (m<sup>3</sup>):

Volume lordo riscaldato (m<sup>3</sup>):

Volume lordo riscaldato con set-point 20°C (m<sup>2</sup>):

Volume lordo della zona *i*-esima riscaldato con set-point \_\_\_\_\_ °C (m<sup>2</sup>):

Volume lordo del piano tipo (m<sup>2</sup>):

Volume lordo raffrescato (m<sup>3</sup>) con set-point 26°C (m<sup>2</sup>):

Superficie disperdente totale (m<sup>2</sup>):

Posizione dell'edificio nel contest urbano  Isolato  Interno  D'estremità  D'angolo

<sup>18</sup> In caso di palestra e/o auditorium collegati all'edificio scolastico, o ad esso facenti parte, ma serviti da impianti dedicati o da medesimo impianto partizionato e monitorato, le sottoschede seguenti dovrebbero suddivise per le tre destinazioni uso più una complessiva.

<sup>19</sup> Set-point con temperatura inferiore a 20°C per zone comuni, ad esempio zone di passaggio come corridoi, vani scala, ecc.

### **III – Profilo di utenza<sup>20</sup>**

Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_

Profilo di occupazione giornaliero:

Giorno feriale i-esimo  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Sabato  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Domenica  orario di apertura (hh:mm):  orario di chiusura (hh:mm):

Profilo di occupazione stagionale:

Chiusura Natale  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Ferie estive  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Altre chiusure (indicare)  giorno di chiusura (gg:mm):  giorno apertura (gg:mm):

Totale giorni apertura nell'anno:

Numero di alunni:

Numero di classi:

### **IV – Dati di consumo**

Servizi Energetici presenti:

- |                          |                           |                          |                             |
|--------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Climatizzazione invernale | <input type="checkbox"/> | Climatizzazione estiva      |
| <input type="checkbox"/> | Ventilazione meccanica    | <input type="checkbox"/> | Produzione ACS              |
| <input type="checkbox"/> | Illuminazione artificiale | <input type="checkbox"/> | Trasporto di persone o cose |
| <input type="checkbox"/> | Altri usi e impianti      |                          |                             |

Attestato Prestazione Energetica:  SI  NO

In caso di risposta affermativa indicare:

Indice della prestazione energetica globale non rinnovabile (kWh/m<sup>2</sup>a):

Indice della prestazione energetica globale rinnovabile (kWh/m<sup>2</sup>a):

Emissioni di CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>a)

Classe energetica:

**Dati di consumo reali medi (possibilmente per un periodo di almeno tre anni, e comunque per il più lungo disponibile):**

#### **USI ELETTRICI**

Uso di energia elettrica totale\* (kWh/a):

Energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile i-esima (kWh/a):

Energia elettrica esportata da fonte rinnovabile i-esima (kWh/a):

Energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile i-esima e utilizzata sul posto (kWh/a):

Energia elettrica importata da rete totale (kWh/a):

Uso di energia elettrica per climatizzazione invernale (kWh/a):

Uso di energia elettrica per climatizzazione estiva (kWh/a):

Uso di energia elettrica per ventilazione meccanica (kWh/a):

Uso di energia elettrica per illuminazione artificiale (kWh/a):

Uso di energia elettrica per trasporto di persone o cose (kWh/a):

Uso di energia elettrica per lavastoviglie (kWh/a):

Uso di energia elettrica per lavatrice (kWh/a):

Costo medio annuale (€):

<sup>20</sup> Indicare il periodo di osservazione da quale sono stati ricavati i profili medi di utenza

Periodo di misura (anni)

**USI TERMICI**

- Uso di energia termica totale prodotta da fonte i-esima (quantità in unità di misura pertinente)<sup>21</sup>:
- Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per climatizzazione invernale (quantità in unità di misura pertinente)<sup>22</sup>:
- Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per produzione di acqua calda sanitaria (quantità in unità di misura pertinente):
- Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per ventilazione meccanica (quantità in unità di misura pertinente):
- Uso di energia termica prodotta da fonte i-esima per uso cucina (quantità in unità di misura pertinente):
- Energia termica totale prodotta da fonte rinnovabile i-esima (kWh/a):
- Energia termica rinnovabile da fonte i-esima per climatizzazione invernale (kWh/a):
- Energia termica rinnovabile da fonte i-esima per produzione di acqua calda sanitaria (kWh/a):
- Uso di energia termica rinnovabile da fonte i-esima per ventilazione meccanica (kWh/a):
- Energia termica rinnovabile da fonte i-esima per uso cucina (kWh/a):
- Gradi Giorno complessivi:
- Gradi Giorno misurati durante la stagione invernale:
- Costo medio annuale (€):
- Periodo di misura (anni):

**ACQUA**

- Consumo medio annuo (m<sup>3</sup>):
- Costo medio annuale (€):

**V – Caratteristiche dell'involucro edilizio<sup>23</sup>**

**Livello 0**

- Superficie disperdente totale (m):
- Descrizione qualitativa<sup>24</sup> disperdenti verso l'esterno e verso locali non riscaldati di:
- muri esterni  solaio di base
- copertura  serramenti

**INVOLUCRO OPACO**

**Livello 1**

- Superficie disperdente verso esterno (m<sup>2</sup>):
- Superficie disperdente verso terreno (m<sup>2</sup>):
- Superficie disperdente verso locale non riscaldato (m<sup>2</sup>):
- Trasmittanza termica muro esterno (W/m<sup>2</sup>K)
- Trasmittanza termica solaio di base (W/m<sup>2</sup>K)
- Trasmittanza termica copertura (W/m<sup>2</sup>K)

**Livello 2**

Codice	Descrizione	U (W/m <sup>2</sup> K)	Orientamento	Superficie (m <sup>2</sup> )	Confina con*
1					

<sup>21</sup> Lettura da BEM o lettura al contatore di un intero anno (solare o legato ad accensione/spengimento impianto)  
<sup>22</sup> Misura da BEM o lettura al contatore dal primo all'ultimo giorno della stagione di riscaldamento  
<sup>23</sup> Si prevedono diverse modalità di input, alle quali è possibile associare analisi energetiche con minore o maggiore livello di accuratezza. Scelto il livello di inserimento dati, è necessario cancellare le modalità non selezionate  
<sup>24</sup> indicare presunte stratigrafie, eventuale presenza di isolante termico, se possibile stima della trasmittanza termica

....					
....					
n					

\*1 aria esterna, 2 vano non riscaldato, 3 sottotetto non riscaldato, terreno, altro (specificare)

## INVOLUCRO TRASPARENTE

### Livello 1

Superficie disperdente totale (m<sup>2</sup>):

Trasmittanza termica media serramenti (W/m<sup>2</sup>K):

Descrizione dei serramenti:

Telaio:

Legno  Alluminio  Altro metallo  PVC  Altro (specificare)

Sistema trasparente:

Vetro singolo  Doppio vetro  Doppio vetro basso emissivo  Triplo vetro  Altro (spec.)

### Livello 2

Codice	Descrizione (caratteristiche parte opaca e trasparente)	U (W/m <sup>2</sup> K)	g (%)	Orientamento	Superficie (m <sup>2</sup> )
1					
....					
....					
n					

## VI – Impianto termico

Impianto per:

1. Riscaldamento<sup>25</sup>

2. Riscaldamento + ACS

Generatore termico

Tipo (se più di una indicare per ognuna):

Ha più di 15 anni di esercizio

Due stelle \*\*

Tre stelle \*\*\*

Quattro stelle \*\*\*\*

Anno di installazione:

Rendimento di combustione<sup>26</sup> (%):

Combustibile utilizzato:

Gas naturale  GPL

Carbone  Gasolio e olio combustibile

Biomasse solide  Biomasse liquide

Biomasse gassose

Potenza [kWt]:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

<sup>25</sup> Se la risposta è 1, la sottoscheda IV va compilata separatamente per l'impianto di produzione ACS, con titolo IVbis- Impianto produzione ACS, se esistente

<sup>26</sup> Riportare il dato come indicato sul libretto di impianto o centrale, o sul libretto di uso e manutenzione della caldaia

descrizione:

Pompa di calore

Tipo (se più di una indicare per ognuna):  aria-aria  aria-acqua  geotermica

Vettore energetico:  energia elettrica  gas naturale

Anno di installazione:

COP: EER:

SCOP: SEER:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Teleriscaldamento

Potenza scambiatore [kWt]:

Anno di installazione:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Cogeneratore

Combustibile utilizzato:

Gas naturale  GPL  
 Carbone  Gasolio e olio combustibile  
 Biomasse solide  Biomasse liquide  
 Biomasse gassose

Anno di installazione:

Rendimento termico:

Rendimento elettrico:

Potenza elettrica (kWe):

Potenza termica (kWt):

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Terminali di emissione:

Radiatori  Pannelli radianti  Ventilconvettori (Fan-Coil)

Misto (specificare la ripartizione percentuale dei vari tipi di terminale):

Altro (specificare):

Regolazione impianto:  Sì  No

Regolazione climatica della temperatura in centrale:  Sì  No

Valvole termostatiche:  Sì  No

Regolazione con termostato ambiente:  Sì  No

Regolazione con termostato di zona:  Sì  No

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

- Lettura remota  
 Lettura remota e gestione impianto

3. Climatizzazione estiva

Tipo (se più di una indicare per ognuna):  aria-aria  aria-acqua  geotermica

Vettore energetico:  energia elettrica  gas naturale

Anno di installazione:

COP: EER:

SCOP: SEER:

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Terminali di emissione:

Pavimento radiante  Ventilconvettori (Fan-Coil)

Misto (specificare la ripartizione percentuale dei vari tipi di terminale):

Altro (specificare):

Regolazione impianto:  Sì  No

Regolazione con termostato ambiente:  Sì  No

Regolazione con termostato di zona:  Sì  No

Monitoraggio dei consumi:

- No  
 Lettura puntuale  
 Lettura remota  
 Lettura remota e gestione impianto

Monitoraggio del microclima e della qualità ambientale:

Sì  No

Parametri misurati:

Temperatura dell'aria

Umidità relativa dell'aria

Indici di comfort

Concentrazione CO<sub>2</sub>

Per ogni parametro indicare:

Lettura puntuale in \_\_\_\_ ambienti

Lettura remota \_\_\_\_ ambienti

**VII – Impianto idrico**

Sono presenti:

- Regolatori di flusso per rubinetti

Sì

No

- Impianto di recupero delle acque piovane

Sì

No

- Impianto di recupero delle acque grigie

Sì

No

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **VIII – Impianto di Illuminazione**

Monitoraggio dei consumi:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

#### **Illuminazione interna**

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

#### **Livello 1. Dato aggregato per tutto l'edificio**

Potenza installata (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

**Livello 2. Dato disaggregato per zone omogenee per servizio di illuminazione. In questo caso le informazioni richieste devono essere fornite per ogni zona, che deve essere indicata in modo univoco (e.g. zona corridoi)**

Per ogni tipologia di corpo illuminante (lampada+plafoniera) installato indicare:

Numero:

Tipo (incandescenza, alogena, led, etc.):

Task visivo (lx)

Potenza totale (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

#### **Illuminazione esterna (se presente)**

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

#### **Livello 1. Dato aggregato**

Potenza installata (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

#### **Livello 2. Dato disaggregato**



Per ogni tipologia di corpo illuminante installato indicare:

Numero:

Tipo (incandescenza, alogena, led, etc.):

Potenza totale (inclusa la quota parte assorbita dai reattori) (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

### **IX – Altri impianti**

#### IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA TIPO SPLIT/MULTISPLIT

Numero totale di unità:

Split/multisplit i-esimo:

- superficie climatizzata (m<sup>2</sup>):

- volume climatizzato (m<sup>3</sup>):

- potenza (kW):

- anno di installazione:

- numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

#### IMPIANTI DI VENTILIAZIONE MECCANICA

Numero totale di unità:

Unità trattamento aria i-esima:

- superficie climatizzata (m<sup>2</sup>):

- volume climatizzato (m<sup>3</sup>):

- potenza complessiva (kW):

- portata aria (m<sup>3</sup>/h)

- anno di installazione:

- numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

#### ASCENSORI

Numero:

Ascensore i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria

Straordinaria

costo (€):

descrizione:

## **X. Apparecchiature elettriche**

### **MOTORI ELETTRICI**

Numero:

Motore i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria

Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **FORNI ELETTRICI**

Numero:

Forno i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria

Straordinaria

costo (€):

descrizione:

## FRIGORIFERI

Numero:

Frigorifero i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

## LAVATRICI

Numero:

Lavatrice i-esima:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

## LAVASTOVIGLIE

Numero:

Lavastoviglie i-esima:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

### **DISTRIBUTORI BIBITE E ALIMENTI**

Numero:

Distributore i-esimo:

Tipologia:

Potenza (kW):

Classe energetica (se conosciuta):

Anno di produzione:

Numero di ore/giorno di utilizzo:

Monitoraggio dei consumi:

No

Lettura puntuale

Lettura remota

Lettura remota e gestione impianto

### **XI – Impianti di gestione automatica/intelligente<sup>27</sup>**

Tipologia di servizio energetico gestito:

Riscaldamento

Condizionamento estivo

Acqua calda sanitaria

Ventilazione meccanica

Illuminazione

Tipologia di sistema BEMS presente:

Intelligenza distribuita

PLC

Misto

Tipologia Controllo:

Ambiente

Zona

Edificio

Sensoristica di campo:

Temperatura dell'aria

Umidità relative dell'aria

Illuminamento/luminanza

Presenza

Mezzo di trasmissione:

BUS

WIFI

Onde convogliate

Misto

Altro

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

---

<sup>27</sup> La descrizione deve essere fatta per ogni servizio energetico gestito

Ordinaria  Straordinaria  
 costo (€):  
 descrizione:

## **XII – Produzione da fonti rinnovabili**

Solare termico:

- Potenza termica (kW):  
 - Superficie netta ( m<sup>2</sup>):  
 -Tipo installazione:  Tetto piano  Falda  Esterno all'edificio  
 Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):  
 Orientamento: N S E O NE NO SE SO  
 Accumulo (litri):  
 Fluido di scambio:  Acqua  Glicole  Altro (specificare):  
 Impianto termico asservito:  Riscaldamento  ACS  Entrambi

Tecnologia:

Piano  
 Sottovuoto

Monitoraggio della produzione:

No  
 Lettura puntuale  
 Lettura remota  
 Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria  
 costo (€):  
 descrizione:

Impianto fotovoltaico<sup>28</sup>

- Potenza totale (kWp):  
 - Produzione totale (kWh/anno):  
 - Superficie netta ( m<sup>2</sup>):  
 -Tipo installazione:  Tetto piano  Falda  Esterno all'edificio  
 - Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):  
 Orientamento: N S E O NE NO SE SO

Tecnologia:

Silicio monocristallino  
 Silicio policristallino  
 Silicio amorfo.  
 Altro (specificare):

Monitoraggio della produzione/autoconsumo/esportazione:

No  
 Lettura puntuale  
 Lettura remota  
 Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria  
 costo (€):  
 descrizione:

<sup>28</sup> Nel caso di impianto realizzati da gruppi di collettori differenti per: esposizione, orientamento e materiali, le voci seguenti dovrebbero essere disaggregati per gruppi omogenei

Impianto eolico

- Potenza totale (kW):

- Produzione totale (kWh/anno):

Monitoraggio della produzione/autoconsumo/esportazione:

- No
- Lettura puntuale
- Lettura remota
- Lettura remota e gestione impianto

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Altro (specificare):

- Descrizione della tecnologia:

- Potenza (kW):

- Produzione (kWh/anno):

Interventi di manutenzione (negli ultimi tre anni):

Ordinaria  Straordinaria

costo (€):

descrizione:

Generatore termico<sup>29</sup>

Tipo (se più di una indicare per ognuna):

- Ha più di 15 anni di esercizio
- Due stelle \*\*
- Tre stelle \*\*\*
- Quattro stelle \*\*\*\*

Anno di installazione:

Rendimento di combustione (%):

Combustibile utilizzato:

Biomasse solide  Biomasse liquide

Biomasse gassose

Potenza [kWt]:

Interventi di manutenzione negli ultimi tre anni, descrizione e costo (€):

Pompa di calore<sup>30</sup>

Tipo (se più di una indicare per ognuna):  aria-aria  aria-acqua  geotermica

Vettore energetico:  energia elettrica  gas naturale

Anno di installazione:

COP: EER:

SCOP: SEER:

Superfici solarizzabili:

- Superfici disponibili per l'installazione di tecnologie di fonti rinnovabili:

- Sì
- No

- **Se sì**, indicare:

<sup>29</sup> Dato caricato automaticamente dalla scheda 6, in caso di utilizzo di biomassa quale combustibile

<sup>30</sup> Dato caricato automaticamente dalla scheda 6,

In copertura  m<sup>2</sup> (circa):  
 Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):  
 Orientamento: N S E O NE NO SE SO  
 Coefficiente di ombreggiamento:  
 Altezza edificio (m):  
 Altezza media edifici prospicienti (m):

In facciata  m<sup>2</sup> (circa):  
 Orientamento: N S E O NE NO SE SO  
 Coefficiente di ombreggiamento:  
 Altezza edifici prospicienti (m):  
 Altezza media facciata solarizzabile (m):

A terra  m<sup>2</sup> (circa):  
 Inclinazione rispetto all'orizzontale (°):  
 Orientamento: N S E O NE NO SE SO  
 Coefficiente di ombreggiamento:  
 Altezza edifici prospicienti (m):  
 Altezza eventuale impianto (m):

## Contesto urbano e territoriale

### Classificazione sismica

Zona sismica:  1  2  3

Valore dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico su suolo rigido (tipo A) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni,: 0. |\_\_|\_\_|\_\_| g, dedotto da

Allegato 1 all'Ordinanza n. 3274/2003 O

Delibera di Giunta Regionale

### Categoria di suolo di fondazione

Presenza di cavità: Si  No

Eventuali anomalie: Si  No

Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa: Si  No

Suscettibilità alla liquefazione Si  No

Solo in caso affermativo:

Profondità della falda da piano di campagna Zw |\_\_|\_\_|. |\_\_| m

Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna Zg |\_\_|\_\_|. |\_\_| m

Terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità: Si  No

Granulometria, densità e spessore delle sabbie:

	Spessore	sciolte	medie	Dense
sabbie fini	m  __ __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sabbie medie	m  __ __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sabbie grosse	m  __ __	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Metodologia per l'attribuzione della categoria di suolo di fondazione

- Sulla base di carte geologiche disponibili
- Sulla base di indagini esistenti
- Sulla base di prove in situ effettuate appositamente

Descrizione indagini effettuate o già disponibili

- Sondaggi geognostici a distruzione o a carotaggio continuo
- Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)
- Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)
- Prova sismica superficiale a rifrazione
- Analisi granulometrica
- Prove triassiali
- Prove di taglio diretto
- Altro |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|

Velocità media onde di taglio Vs30 |\_\_|\_\_|\_\_| m/s

Resistenza Penetrometrica media NSPT |\_\_|\_\_| colpi

Resistenza media alla punta qc |\_\_|\_\_| kPa

Coesione non drenata media cu |\_\_|\_\_|\_\_| kPa

Categoria di suolo di fondazione (par 3.1 Ord3274/03) |\_\_|\_\_| Valori di Norma

Fattore di amplificazione stratigrafico S |\_\_|. \_\_|\_\_|

Periodo T<sub>B</sub> dello spettro di risposta |\_\_|. \_\_|\_\_| sec

Periodo T<sub>C</sub> dello spettro di risposta |\_\_|. \_\_|\_\_| sec

Coefficiente di amplificazione topografica S<sub>T</sub> |\_\_|. \_\_|\_\_|

## **Livello conoscenza e di verifica sismica, modellazione strutturale**

### **Livello di Verifica**

- Livello 1
- Livello 2

### **Livello di conoscenza**

- LC1, Conoscenza Limitata (FC 1.35)
- LC2: Conoscenza Adeguata (FC 1.20)
- LC3: Conoscenza Accurata (FC 1.00)

Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)

- Disegni originali con rilievo visivo a campione
- Rilievo ex-novo completo

Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)

- Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ
- Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ
- Estese verifiche in-situ
- Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ
- Esaustive verifiche in-situ





SI  NO

Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità

SI  NO

Proprietà dei materiali (muratura)

Indagini in-situ,

Limitate

Estese

Esaustive

Edificio semplice

Rispondenza alla definizione ex-OPCM n. 3274/2003 all. 2 par. 11.5.10

SI  NO

**Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)**

Resistenza (N/mm²)	Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio barre	Acciaio profilati	Bulloni Chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
Compressione	_ _	_ _				_ _	_ _	_ _
Trazione	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _
Taglio	_ _	_ _				_ _	_ _	_ _

Modulo Elasticità (GPa)	Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio barre	Acciaio profilati	Bulloni Chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
Normale	_ _	_ _				_ _	_ _	_ _
Tangenziale	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _	_ _

**Metodo di analisi**

Analisi statica lineare

Analisi dinamica lineare

Analisi statica non lineare

Analisi dinamica non lineare

Fattore di struttura q = |\_|\_|, |\_|\_|\_|

**Modellazione della struttura**

Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale

Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi

Periodi fondamentali Direzione X |\_|\_|, |\_|\_|\_| sec Direzione Y |\_|\_|, |\_|\_|\_| sec

Masse partecipanti Direzione X |\_|\_|\_| % Direzione Y |\_|\_|\_| %

Rigidezza flessionale ed a taglio	Non fessurata	Fessurata	Con Riduzione del	Determinata dal legame costitutivo utilizzato
Elementi trave	_ _	_ _		
Elementi pilastro	_ _	_ _	_ _	_ _
Muratura	_ _	_ _		
Altro elemento  _ _ _ _				
Altro elemento  _ _ _ _				

**Risultati dell'analisi: livelli di accelerazione al suolo per diversi SL (g)**

Cemento Armato, acciaio

	Verifiche a Taglio	Verifiche dei nodi	Verifiche di deformazione o di resistenza a	Capacità limite fondazioni	Deformazione di Danno

			flessione o pressoflessione		
PGA <sub>CO</sub>	_ _	_ _	_ _	_ _	
PGA <sub>DS</sub>	_ _	_ _	_ _	_ _	
PGA <sub>DL</sub>			_ _		_ _

### Muratura

	Capacità Limite Fondazioni	Verifiche di deformazione nel piano o globali per analisi statica no lineare	Verifiche fuori dal piano	Verifiche di Resistenza nel piano	Deformazione di Danno
PGA <sub>CO</sub>					
PGA <sub>DS</sub>	_ _	_ _	_ _	_ _	
PGA <sub>DL</sub>				_ _	_ _

### Valori dell'accelerazione di riferimento al suolo

PGA<sub>rif,CO</sub>     |\_|.|\_|\_|\_|\_| g

PGA<sub>rif,DS</sub>     |\_|.|\_|\_|\_|\_| g

PGA<sub>rif,DL</sub>     |\_|.|\_|\_|\_|\_| g

### Indicatori di rischio

di collasso 1 ( $\alpha_{u1}$ ) |\_|.|\_|\_|\_|\_|

di collasso 2 ( $\alpha_{u1}$ ) |\_|.|\_|\_|\_|\_|

di inagibilità ( $\alpha_e$ ) |\_|.|\_|\_|\_|\_|

## Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento sismico

### Criticità che condizionano maggiormente la capacità

- fondazioni
- travi
- pilastri
- setti
- murature
- solai
- coperture
- scale
- altro \_\_\_\_\_

### Interventi migliorativi prevedibili

- interventi in fondazione
- aumento resist./dutt. sezioni
- nodi/collegamenti telai
- aumento resistenza muri
- tiranti, cordoli, catene
- solai o coperture
- eliminazione spinte
- altro \_\_\_\_\_
- altro \_\_\_\_\_

**Stima dell'estensione degli interventi in relazione alla volumetria totale della struttura**

- ☐ Codice intervento 1 |\_\_| percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento |\_\_|\_\_|%
- ☐ Codice intervento 2 |\_\_| percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento |\_\_|\_\_|%
- ☐ Codice intervento 3 |\_\_| percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento |\_\_|\_\_|%

Stima dell' incremento di capacità conseguibile con gli interventi

PGA1 |\_\_|.|\_\_|\_\_| g PGA2 |\_\_|.|\_\_|\_\_| g PGA3 |\_\_|.|\_\_|\_\_| g

approssimazione ± |\_\_|.|\_\_|\_\_|g approssimazione ± |\_\_|.|\_\_|\_\_|g approssimazione ± |\_\_|.|\_\_|\_\_|g

#### 4.7 Proposta di schema macrofunzionale PELL Edifici Scuole

Questa sezione è dedicata ad descrivere una prima proposta di schema macrofunzionale per lo sviluppo del PELL Edifici Scuole. Lo sviluppo si basa sull'esperienza pluriennale del PELL Illuminazione Pubblica, qui adattato alle specificità del settore edilizio. La proposta è comunque suscettibile di modifiche, in seguito ai futuri sviluppi metodologici e operativi, nonché a specifiche esigenze che emergeranno nel percorso di condivisione con i principali stakeholders.

##### 4.7.1 Finalità del prodotto: Piattaforma Software

L'obiettivo finale del progetto è sviluppare una rete territoriale ed una infrastruttura di raccordo per la raccolta, organizzazione, valutazione, gestione, validazione e controllo dei dati tecnologici, energetici e prestazionali di edifici scolastici pubblici attraverso:

- lo sviluppo di una piattaforma ICT basata su criteri di standard open ed interoperabilità ospitata su infrastruttura cloud per la raccolta, gestione e valutazione dei dati;
- sviluppo di una prima infrastruttura (prototipale) operante su diverse aree nazionali applicata agli edifici ed ai relativi servizi;
- sviluppo di metodi (standard, modelli, tool, disseminazione) ed iniziative per: la formazione remota, analisi di benchmarking, la elaborazione di modelli di calcolo a supporto della prestazione per i diversi servizi energetici (LENICALC, WINSHELTER), metodi semplificati per la predizione della prestazione energetica a partire da ipotesi di riqualificazione, la promozione dell'utilizzo dello strumento PELL all'interno di gare nazionali (Consip,) e locali, etc..

##### 4.7.2 Descrizione degli stakeholder ed utenti finali

ENEA è il fornitore del servizio che ha sviluppato e gestisce la piattaforma PELL.

Lo sviluppo del progetto si avvale del coinvolgimento di diversi operatori costituiti da diversi tavoli operativi, rappresentativi dei seguenti settori:

- Produttori di tecnologie;
- Fornitori e distributori energia;
- ESCo/gestori di servizi energetici (elettrici e termici);
- Certificatori;
- Progettisti, installatori;
- Mondo ambientalista e della sostenibilità;
- Mondo amministrativisti legali/economisti;
- Mondo bancario/finanziario;
- Ricerca e Università;
- Associazioni e Unioni di Comuni;
- Pubblica amministrazione e governance;
- Cittadini, associazioni di consumatori.

È necessario esplicitare i partner strategici allo sviluppo e verifica dell'idea progettuale e alla applicazione territoriale del PELL, ossia:

- CONSIP: condivide gli standard e verifica e promuove l'applicazione sul campo del PELL
- GESTORI (attraverso le associazioni di categoria pertinenti): condividono gli standard per la gestione degli impianti e contribuiscono alla individuazione dei servizi, dei kpi e contribuiscono all'avvio della gestione trasparente e monitorata degli impianti. In particolare creano sul loro server uno spazio dedicato alla raccolta dei dati "censimento" e di consumo dell'impianto affinché ENEA li possa recuperare, organizzare nell'ambito della piattaforma e esercitare l'attività di controllo e monitoraggio del funzionamento.
- ANCI e UPPI: verifica e promuove sul territorio l'utilizzo della scheda censimento e l'adesione al PELL.
- ACQUIRENTE UNICO: consente ad ENEA di verificare i dati di consumo dei POD mediante confronto con quelli pervenuti al SII (Sistema Informatico Integrato)

- Università.

#### 4.7.3 Tipologia del cliente/utente finale

Al PELL Edifici Scolastici, possono accedere 2 categorie di Utenti:

- Utente Non Registrato = USER NR
- Utente Registrato = USER UR

##### **Utente Non Registrato = USER NR**

È l'utente che non ha effettuato la registrazione alla piattaforma PELL e accede al sito per usufruire dei Servizi pubblicamente disponibili. L'accesso alla piattaforma per l'User NR non è subordinato al rilascio di alcun dato. L'utente non registrato NR si collega al portale, visualizza la spiegazione del PELL e naviga tra le pagine disponibili.

Del suo passaggio non resta traccia.

##### **Utente Registrato = USER UR**

Appartengono a questa categoria:

- PPAA
- Gestore impianti termici e/o elettrici
- Autorità scolastica
- Sviluppatore

Poiché gli edifici scolastici pubblici possono essere di competenza/proprietà di diversi soggetti (PPAA , Provincia, Area Metropolitana, Regioni), con il termine Responsabile PPAA si indica da questo momento qualsiasi istituzione responsabile di un dato edificio

Il PPAA e/o il Gestore e/o l'Autorità Scolastica hanno la prerogativa di utilizzare la piattaforma per il caricamento dei dati (anagrafica comunale e/o schede censimento) in forma totale con l'idea da subito e/o un domani di allacciare gli impianti al PELL per il monitoraggio dinamico. Tali utenti potranno ovviamente usufruire dei servizi messi a disposizione dal PELL.

Lo figura professionale dello Sviluppatore nasce contestualmente allo sviluppo del PELL Illuminazione Pubblica, con lo scopo di individuare figure con skill professionale tale da consentire lo sviluppo e la gestione di tutto il processo legato alla realizzazione di schede censimento. Nello specifico, la figura si estende anche al PELL Edifici Scolastici, con medesima procedura, ossia l'utente si registra per poter effettuare il test che gli consentirà di produrre schede censimento corrette e/o file JSON corretti e quindi essere inserito nella lista degli operatori in grado di compilare i formati di scambio dato con il PELL. A questa tipologia di utente non sarà consentito l'accesso a nessun impianto dei comuni aderenti al PELL.

La Figura 59 riporta lo schema macrofunzionale del PELL Edifici Scolastici, che ricalca in concezione e struttura quello del PELL Illuminazione Pubblica.

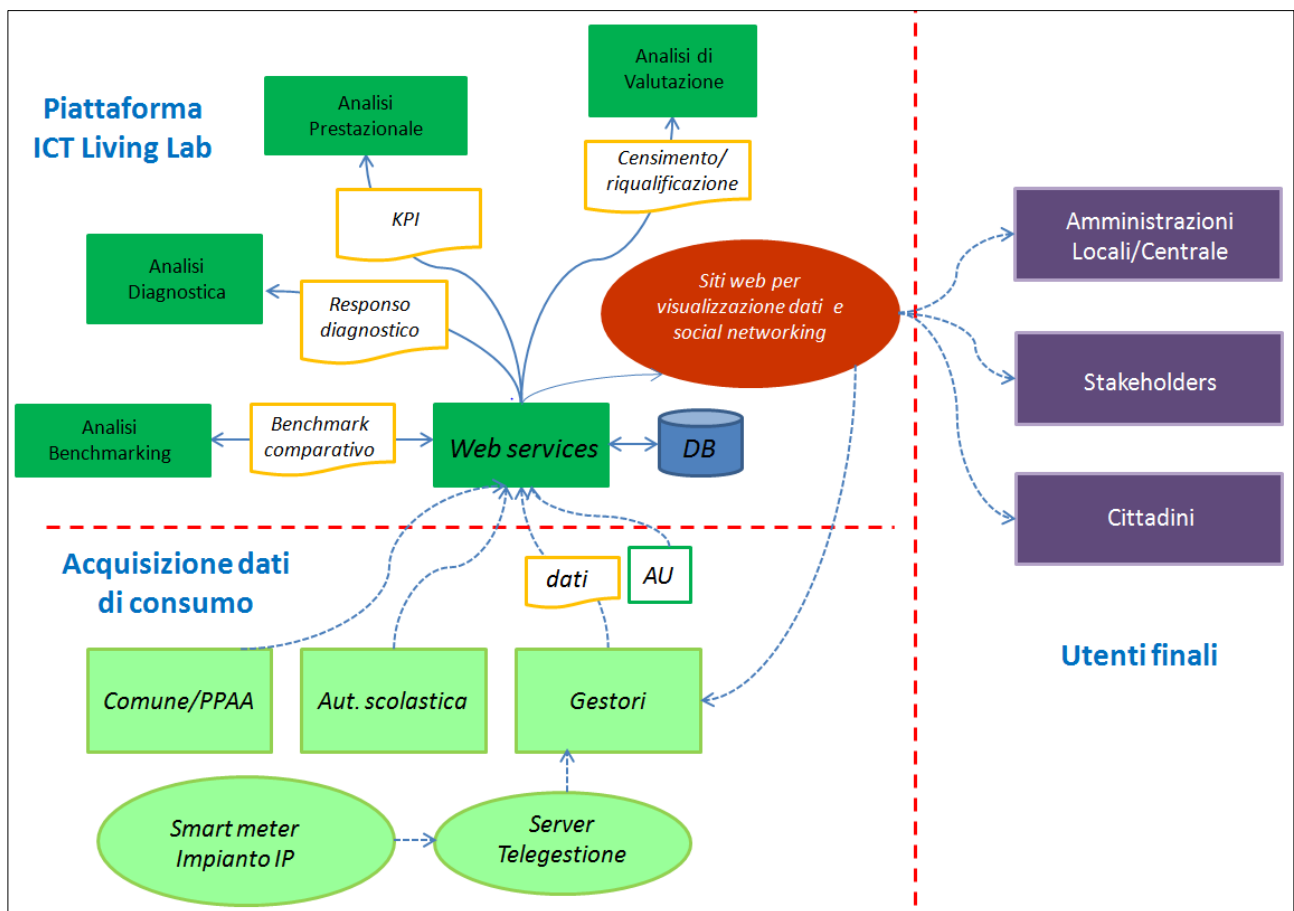


Figura 59: Schema macrofunzionale PELL Edifici Scolastici

#### 4.7.4 Descrizione dei servizi offerti

La piattaforma PELL offre un insieme di Servizi agli utenti attraverso un'apposita interfaccia web. I servizi sono il frutto dell'elaborazione di tutte le informazioni caricate sulla piattaforma, per tale ragione, quanti più dati vengono caricati per un dato edificio tanto maggiori e approfonditi saranno i servizi erogati. I servizi offerti dalla Piattaforma variano a seconda della:

- modalità di registrazione vale a dire la scelta, da parte del navigatore, della tipologia di utente che vuole assumere: Non registrato - Registrato
- quantità e tipologia dei dati caricati per l'utente Registrato

La registrazione degli utenti, che consentirà loro di accedere al PELL, prevede la compilazione di appositi form (Registrazione PPAA, Registrazione Gestore, Registrazione Autorità Scolastica, Registrazione Sviluppatore) dove inserire dati specifici a seconda del tipo di utente. Essendo la scheda censimento completata nell'annualità corrente, i form di registrazione saranno definiti, così come l'interfaccia front-end nella prossima annualità.

È importante notare che all'utente non registrato non è richiesto alcun tipo di rilascio dati. L'utente non registrato è solo fruitore di servizi e non lascia traccia del suo "passaggio". Da utente non registrato può passare a Utente registrato solo se appartiene alle categorie sopra specificate. Al momento per i cittadini non è prevista alcuna modalità di registrazione.

#### Servizi per utente non registrato

I servizi per l'utente non registrato si dividono in 3 categorie

**NR1.** info sul progetto PELL

**NR2.** visualizzazione informazioni aggregate a livello territoriale (benchmarking livelli nazionale/regionale/provinciale/comunale)

### **NR3.** registrazione al PELL (form di registrazione)

Nel dettaglio, per quanto attiene a **NR1.** info sul progetto PELL, sarà presente un link a pagina web esplicativa dedicata alle informazioni sul progetto PELL (descrizione/documentazione).

Per quanto attiene a **NR2.** visualizzazione informazioni aggregate (con allegata funzione di benchmarking), sarà possibile visualizzare dati aggregati relativi ai Comuni ed agli edifici caricati sul PELL. La visualizzazione delle informazioni per default offre una panoramica istantanea di tutte le informazioni presenti. La visualizzazione può essere, quindi opportunamente filtrata, in funzione di una serie di parametri, in particolare:

- Periodo: anno, mese, settimana, giorno;
- Scala: PPAA , provincia, regione, nazione;
- Tipo di gestione (consip, ....);
- Tipo di edificio.
- Destinazione d'uso edificio;
- Tipo di servizio energetico;
- Monitoraggio continuo PELL (si/no);
- Gestore (lista);
- .....

Le Informazioni possono essere di tipo:

- Numerico o testuale:
  - \_ Numero dei POD oppure codice contratto/utenza dell'edificio;
  - \_ Consumo annuale complessivo;
  - \_ Gestore/i;
  - \_ Percentuale di proprietà della PA (comunale provinciale ecc.).
- Rappresentazione grafica GIS:
  - \_ Posizionamento dei POD e/o dei Q.E. o contatori ;
  - \_ Posizionamento dell'edificio.
- Grafica time history con KPI di consumo energetico (per servizio disaggregato, quando disponibile), etc..
- Grafica plot a due dimensioni con KPI (elaborazione delle informazioni derivate da questi)
- Tool di analisi tecnico economica: ad esempio l'utente stima dei costi di riqualificazione rispetto all'edificio che vuole valutare, effettua una simulazione tecnica ed economica per determinare il costo complessivo dell'investimento ed identifica la tipologia di bando e di rientro temporale economico.

Esempi di visualizzazioni:

- 1) città: visualizzazione della mappa GIS dei Comuni in gestione Consip;
- 2) regione: visualizzazione del numero dei comuni proprietari al 100% degli edifici;
- 3) consumo annuale di una regione e dei suoi comuni;
- 4) numero POD presenti nella regione e numero degli edifici;
- 5) valore numerico di un KPI (es: consumo energetico per riscaldamento) su mappa GIS dei Comuni della regione;
- 6) Visualizzazione grafica dei KPI di Consumo dei Comuni della regione (grafico 2D o istogramma).
- 7) etc..

### **NR3. registrazione al PELL (form di registrazione)**

L'utente NR che nel corso dell'utilizzo della piattaforma decidesse di registrarsi potrà passare direttamente alla registrazione mediante la compilazione di un apposito form di adesione, assumendo dunque la qualifica



di Utente Registrato PPAA, Gestore, Autorità Scolastica o Sviluppatore. Il form di adesione (“Anagrafica”) dipenderà dal tipo di utente.

Per quanto riguarda l’utente “PPAA”, vengono inseriti dati relativi alla pubblica amministrazione di riferimento, al referente stesso ed alle persone autorizzate al trattamento dei dati. Al momento della ricezione del form, ENEA provvederà ad attivare l’accesso all’inserimento dei dati. Il referente comunale è l’unica persona che può modificare i dati anagrafici della pubblica amministrazione e le relative autorizzazioni. Le persone autorizzate potranno accedere ai dati con possibilità di modifica secondo quanto specificato dal referente comunale.

Per quanto riguarda l’utente “Gestore”, vengono richieste alcune informazioni relative al Gestore e poi si richiede la lista degli edifici, ovunque localizzati sul territorio nazionale, per i quali si richiede la registrazione. Tale lista potrà essere in seguito completata o modificata.

Per quanto riguarda l’utente “Autorità Scolastica”, vengono richieste alcune informazioni relative al Autorità Scolastica e poi chiede se l’edificio, o la lista degli edifici nel caso di plessi con più sedi per il quale si richiede la registrazione. Tale lista potrà essere in seguito completata o modificata.

### **Servizi per utente registrato**

I servizi per l’utente registrato si dividono in 5 categorie

**R1.** gestione schede censimento (download/ upload visualizzazione/cancellazione)

**R2.** visualizzazione kpi

**R3.** allacciamento al monitoraggio real time impianto al pell (procedura autorizzativa)

**R4.** visualizzazione diagnostica

**R5.** simulazione/validazione ipotesi progettuali di intervento (download/analisi schede, scenari tecnico-economici)

#### **R1. gestione schede censimento**

Per accedere ai servizi PELL occorre inserire dei dati relativi all’edificio scolastico pubblico. I dati vengono inseriti per punto di accesso; nel caso elettrico può essere un “POD”, dove ad ogni POD corrisponde almeno un quadro elettrico (è anche possibile che il POD coincida con il QE), per utenze termiche può essere il codice identificativo contatore/utenza. La piattaforma consente il caricamento di una scheda censimento per ogni POD e/o contatore oppure l’inserimento di tutto l’impianto (con n POD/contatore).

La scheda censimento può essere caricata sia da PPAA che dal Gestore. Inserita la scheda l’Autorità Scolastica potrà inserire i dati di competenza.

La procedura consente il caricamento delle schede censimento nel formato XML, alternativamente la scheda censimento potrà essere caricata manualmente attraverso interfaccia web opportunamente predisposta per l’inserimento di tutti i campi previsti dalla scheda.

#### **R2. visualizzazione kpi**

L’utente registrato può visualizzare, a livello di singolo punto di accesso i dati inseriti, limitatamente agli impianti, quali:

- Periodo: anno, mese, settimana, giorno;
- Scala: PPAA, provincia, regione, nazione;
- Tipo di gestione (consip, ....);
- Tipo di edificio.
- Monitoraggio continuo PELL (si/no);

Informazioni numeriche o testuali

- Info punto di accesso (solo su pod singolo)
- Numero dei punto di accesso,
- Consumo annuale complessivo e, se disponibile, per singolo servizio energetico
- Scadenza contrattuale

- Gestore/i
- Percentuale di proprietà comunale

Rappresentazione grafica GIS:

- Posizionamento dei POD e/o dei Q.E. o contatori ;
- Posizionamento dell'edificio.

Informazione grafica time history (solo per pod "monitorati RT")

Solo su punto di accesso monitorato real time

- KPI di consumo energetico (solo sui pod monitorati real time)
- Indicatori di prestazione
- Grafica plot a due dimensioni con KPI (Indicatori di prestazione)
- etc..

### **R3. Allacciamento al monitoraggio real time impianto al PELL**

Un utente "PPAA " e/o "Gestore" che vuole allacciare un edificio di sua competenza o di quello da lui gestito al PELL dovrà compilare il form (ancora da definire correttamente).

Bozza di Procedura:

- L'utente deve inviare ad ENEA una richiesta di allacciamento dove saranno indicati i riferimenti ai pod/QE- contatori ed il periodo a partire dal quale allacciare l'impianto al PELL.
- ENEA esamina la richiesta, contatterà il responsabile indicato da PPAA e/o dal Gestore per la gestione dell'allacciamento
- Per l'allacciamento di un punto di accesso sono necessarie alcune specifiche tra cui:
  - sull'impianto/i dell'edificio deve essere presente uno smart meter, per servizio, i cui dati devono essere registrati nel server del gestore
  - Il Gestore/PPAA dovrà seguire la procedure definita per l'invio dei dati al PELL.

### **R4. Visualizzazione diagnostica (servizio solo per gli utenti "PPAA" e punti di accesso monitorati RT)**

L'utente registrato PPAA /Gestore potrà disporre di una visualizzazione diagnostica solo per i punti di accesso monitorati real time e in particolare nella forma di:

- Visualizzazione grafico statistico di eventi diagnostici (istogramma con legenda tipo di eventi)
- Time history su un tipo specifico di evento
- Sarà definita nel corso del triennio

### **R5. Tool semplificato di stima tecnico/economica per azioni di recupero energetico**

Gli utenti Registrati PPAA /Gestore possono usufruire di un tool semplificato per il recupero energetico dell'edificio, relativo ad alcuni servizi energetici (nello specifico riscaldamento (incluso involucro e impianti), acqua calda sanitaria, illuminazione indoor). La condizione fondamentale per poter effettuare le simulazioni è avere una scheda censimento "stato di fatto" completa e caricata sul PELL a partire dalla quale effettuare le variazioni per simulare le ipotesi di riqualificazione energetica.

#### 4.7.5 Casi d'uso: Descrizione e fruibilità dei servizi

Di seguito si riportano una bozza semplificata ed ancora in corso di completamento dei casi d'uso, riferiti ai vari servizi che potrebbero essere offerti dalla piattaforma PELL Edifici Scuole.

ID	Caso d'uso
NR1	<b>Info sul progetto PELL</b>
<b>Obiettivo</b>	
Questo Servizio permette di comprendere cosa è, a che cosa serve e come funziona il PELL	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
Link a pagina web esplicativa. Pagina del portale dedicata alle informazioni sul progetto PELL (descrizione/documentazione)	
<b>Requisiti</b>	
Accessibile a tutti	
<b>Produttore del Servizio</b>	
ENEA	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
ENEA	
<b>Dati input e Output</b>	
Testi, immagini, grafici, tabelle (materiale descrittivo e documentale). Output = informazione	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
a richiesta	

ID	Caso d'uso
R1	<b>gestione schede censimento</b>
<b>Obiettivo</b>	
Permette di visualizzare le linee guida per la gestione della scheda, scaricare la scheda censimento, riempire la scheda sulla piattaforma, caricarla sul PeLL, visualizzarla estrarla e cancellarla	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
Consente all'utente usufruire del modello di scheda censimento, di caricare i dati sulla piattaforma, di controllare la correttezza del procedimento, eventualmente di utilizzare la scheda per bandi di gara, di fornire dati di riferimento per ipotesi di progetto.	
<b>Requisiti</b>	
Accessibile a Comuni, Autorità Scolastica e/o Gestori Per i requisiti vedi tipologia di registrazione	
<b>Produttore del Servizio</b>	
ENEA	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
utilizzatori	
<b>Dati input e Output</b>	
Scheda censimento	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
sempre	

ID	Caso d'uso
R2	<b>visualizzazione kpi</b>
<b>Obiettivo</b>	
<p>Valutare sinteticamente e in forma standardizzata il funzionamento e/o lo stato del sistema edificio-impianto.</p> <p>Promuovere l'utilizzo del Pell per una valutazione del sistema edificio-impianto in generale e/o in funzione di un progetto di riqualificazione e/o in funzione di un controllo/confronto dei risultati acquisiti a seguito della riqualificazione</p>	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
<p>Permette di ottenere una valutazione sintetica, sotto forma d'indicatore, in merito allo stato dell'arte impianto e/o prestazioni</p>	
<b>Requisiti</b>	
<p>Accessibile a Gestori e/o Comuni e/o Utilizzatori (dati aggregati)</p>	
<b>Produttore del Servizio</b>	
<p>ENEA</p>	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
<p>Gestori Comuni Utilizzatori</p>	
<b>Dati input e Output</b>	
<p>Filtri di ricerca fino al livello di punti di accesso - KPI</p>	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
<p>sempre</p>	

ID	Caso d'uso
R3	<b>Allacciamento al monitoraggio real time impianto al PELL (procedura autorizzativa)</b>
<b>Obiettivo</b>	
<p>Permette di avere un monitoraggio sui consumi dei punti di accesso allacciati e un alert su eventuali squilibri prestazionali e/o malfunzionamenti. Consente di verificare la gestione da parte del gestore e i consumi dichiarati. Consente un più approfondito benchmarking. A livello di governance consente di monitorare i consumi di un servizio pubblico in forma standardizzata e super partes.</p>	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
<p>Consente all'utente di collegare il rilevamento dei consumi elettrici di un punto di allaccio alla piattaforma PELL e quindi tenere sotto controllo e registrazioni le prestazioni energetiche dei vari servizi impiantistici monitorari ed usufruire di servizi ulteriori in termini di KPI.</p>	
<b>Requisiti</b>	
<p>Accessibile a Gestori e Comuni</p>	
<b>Produttore del Servizio</b>	
<p>ENEA</p>	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
<p>Gestori Comuni</p>	
<b>Dati input e Output</b>	
<p>Da definire</p>	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
<p>Da definire</p>	

ID	Caso d'uso
R4	Visualizzazione diagnostica
<b>Obiettivo</b>	
Permette al PPAA /Gestore di essere allertati in merito a delle anomalie di funzionamento dell'impianto, ossia importanti scostamenti dalla media degli indicatori o loro variazioni repentine	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
<p>Consente all'utente di disporre di una visualizzazione diagnostica solo per i punti di allaccio real time e in particolare nella forma di:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualizzazione grafico statistico di eventi diagnostici (istogramma con legenda tipo di eventi)</li> <li>• Time history su un tipo specifico di evento</li> </ul>	
<b>Requisiti</b>	
Accessibile a Gestori e Comuni	
<b>Produttore del Servizio</b>	
ENEA	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
Gestore, PPAA	
<b>Dati input e Output</b>	
Dati di consumo provenienti dai punti di allaccio tramite web service, alert su anomalie in forma grafica	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
In occasione di anomalie e sempre per visualizzazione grafico statistica	

ID	Caso d'uso
NR4	registrazione al PELL
<b>Obiettivo</b>	
permette di accedere e navigare sul PELL da utente registrato usufruendo di servizi aggiuntivi	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
Consente all'utente non registrato di registrarsi, a seguito della compilazione di un form e/o rilascio di documentazione formale, potendo così disporre di servizi aggiuntivi	
<b>Requisiti</b>	
Accessibile a interessati al settore in qualità di operatori diretti e/o indiretti Per i requisiti vedi tipologia di registrazione	
<b>Produttore del Servizio</b>	
ENEA	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
ENEA	
<b>Dati input e Output</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PPAA</li> <li>• Gestore</li> <li>• Autorità Scolastica</li> <li>• Sviluppatore</li> </ul>	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
sempre	

<b>ID</b>	<b>Caso d'uso</b>
R5	<b>Analisi semplificata di ipotesi di riqualificazione</b>
<b>Obiettivo</b>	
Permettere, in particolare all'Utente PPAA o Gestore, di stimare ipotesi progettuali di riqualificazione per uno o più usi energetici (anche su dati fittizi) e, a riqualificazione (simulata e/o reale) realizzata, di verificare e controllare risultati conseguiti.	
<b>Descrizione (max 10 righe)</b>	
Consente all'utente utilizzatore (professionista o del settore) di: - simulare altre ipotesi di impianti oggetto di riqualificazione partendo dalla scheda "stato di fatto" caricata sul PELL.	
<b>Requisiti</b>	
Accessibile a PPAA e Gestore	
<b>Produttore del Servizio</b>	
ENEA	
<b>Stakeholder coinvolti</b>	
PPAA /Gestore	
<b>Dati input e Output</b>	
Dati stato impianto reali o ipotetici (da progetto di riqualificazione).	
<b>Frequenza temporale del servizio</b>	
A richiesta	

#### 4.8 PdR UNI e sviluppo delle Dynamic-link library del Tool LENICALC V.3

Nello scorso triennio (PAR2015-2017) (Report RdS/PAR2017/053) è stato completato il software LENICALC v.3 per il calcolo delle prestazioni energetiche di sistemi di illuminazione di edifici secondo il metodo 1 della norma EN15193-1:2017 (Comprehensive Method), la cui distribuzione al pubblico tramite la piattaforma PELL Edifici (Figura 60) avverrà nel mese di febbraio del 2020, in concomitanza con la distribuzione della prassi di Riferimento UNI (PdR) che è andata in inchiesta Pubblica il 10 dicembre 2019.

La distribuzione del tool LENICALC avverrà tramite la piattaforma PELL, sezione PELL Edifici (<https://www.pell.enea.it/edifici>) in una pagina dedicata al download del tool che è stata predisposta (Figura 61).

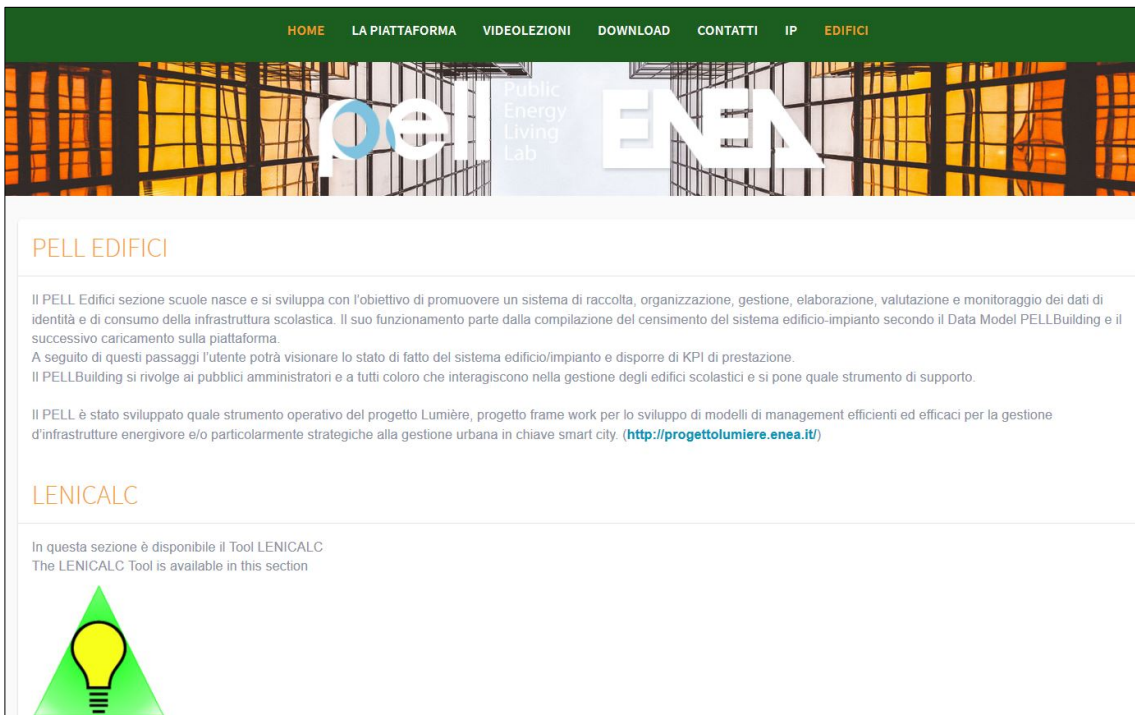


Figura 60: Sezione Pell Edifici

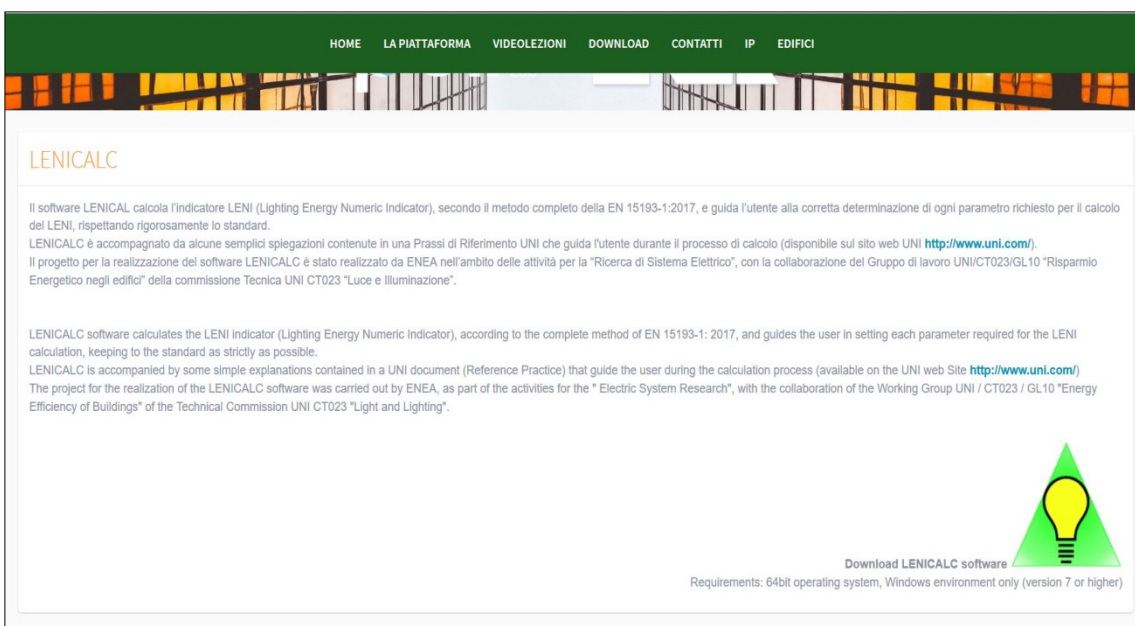


Figura 61: Sezione dedicata al download LENICALC



Entrambi i prodotti (LENICALC e PdR UNI) sono il frutto della collaborazione del gruppo di lavoro congiunto ENEA – UNI/CT023/GL10, e sono stati realizzati nell’ambito della attività della ricerca di Sistema Elettrico. In particolare, in questa annualità sono state svolte le seguenti attività:

- 1) **PdR UNI:** dal titolo in italiano *“Linee guida per il calcolo computerizzato per la determinazione del LENI secondo il metodo di calcolo completo della norma UNI EN 15193-1:2017”* ed inglese *“Guidelines for the computerised calculation LENI according to method 2 (complete calculation) of the UNI EN 15193-1:2017 standard”*. Il testo della PdR UNI è stato completato al termine del PAR 2018 ed in questa annualità è stato aggiornato, sono state predisposte le figure ed i grafici propedeutici alla comprensione del testo oltre alla predisposizione finale del documento per l’inchiesta pubblica (Figura 62);
- 2) **Sviluppo delle Dynamic-link Library (DLL)** del software LENICALC v.3 exe e sviluppo delle specifiche delle variabili dei dati input/output e nella predisposizione del formato XML che saranno propedeutiche alla successiva implementazione di LENICALC v.3 sul portale WEB della piattaforma PELL sezioni edifici.



Figura 62: Inchiesta Pubblica della PdR UNI

In particolare, le specifiche tecniche sviluppate, prevedono:



- l'implementazione WEB di LENICALC Web, per cui partendo da un XML di progetto, che come prevede LENICALC può essere un edificio o una stanza, la DLL consente di effettuare i calcoli e pervenire agli output di LENI previsti (es. LENI, LENISub per piano, LENISub per stanza, Energia specifica mensile).
- che la DLL consente la funzione di restituire un ramo XML che rappresenti un piano nell'edificio (dato un DXF in scala 1m = 1 unità, con polilinea su piani con nomi speciali)
- che la DLL è stata sviluppata in Windows a 64 bit.
- che le funzioni della DLL accettano gli input attraverso una stringa di comando, quale un XML o DXF, e l'output (anch'esso specificato nel comando) sarà un XML. Pertanto, dato un file (XML o DXF) di ingresso la DLL restituisce un file in formato XML.
- che la WEB application sviluppata, specifica esattamente quale file deve essere usato come dato di input e dove va inserito il file di output generato.
- che Il formato dell'XML per il progetto è già stato definito nella versione LENICALC.exe, mentre per l'XML degli output segue il file di risultati XML per il LENI.

#### 4.8.1 LENICALC Application Programmer's Interface (API)

Per l'utilizzo delle DLL implementate, di seguito vengono fornite le API (Application Programming Interface) per mettere a disposizione tutti i comandi che sono presenti nella versione di LENICALC v.3.exe, e descrivere come utilizzare la DLL/Exe.

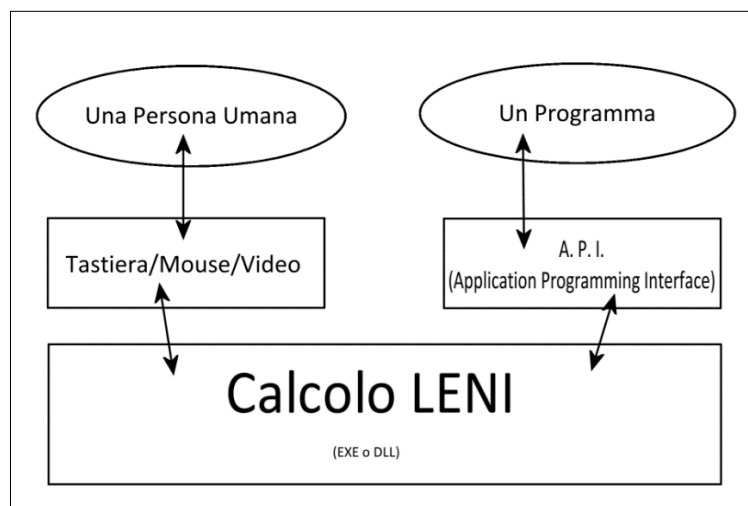


Figura 63: Schema logico dell'API

#### LENICALC Application Programmer's Interface (API)

- 1) Inizialmente facciamo una versione LENICALC.EXE che legge il "command line".
- 2) Se c'è un "command line" non fa vedere l'interfaccia utente ma esegue soltanto il comando richiesto, passando i dati al LeniDLL.DLL

LENICALC.EXE restituisce 0 se non ci sono errori, o restituisce un intero non-zero (un *error code*) se c'è stato un problema. L'*error code* aiuta a capire che cosa non va.

**Codici di errore** sono contenuti in CmdLineProcessing.h.

Di seguito una parte del file:

```
#define LC_CMD_LINE_OK 0
#define LC_BAD_CMD_LINE 1
#define LC_BAD_NUMBER_OF_PARAMS 2
#define LC_BAD_PROJECT_DIR 3
#define LC_DIR_EXISTS 4
```

```
#define LC_MKDIR_ERR 5
#define LC_BAD_PARAMETERS 6
#define LC_UNRECOGNISED_CMD 7
```

Di seguito un esempio di un “command line”:

```
LENICALC.EXE create_project "D:\TEST" "Educational buildings" 0.8 45.7 9.19 2050 0 0.39
```

Creare un progetto **nuovo** LeniXml nuovo vuoto così: “D:\TEST\TEST.LeniXml”

Se il progetto esiste **LC\_DIR\_EXISTS** viene restituito.

Se il progetto nuovo viene creato nel modo giusto **LC\_CMD\_LINE\_OK** viene restituito.

I parametri sono, in ordine:

- “create\_progetto”, il command stesso
- Cartella del progetto da creare
- Maintenance Factor di default
- Latitudine
- Longitudine
- Anno in cui verrà creato
- Anno in cui è stato creato
- HdirHglob

```
LENICALC.EXE set_proj_props "D:\TEMP\PROJ_PROPS.XML" "Educational buildings" 0.8 45.7 9.19
2050 0 0.39
```

Vedere “create project” per i parametri.

```
LENICALC.EXE add_dxf "C:\LENIDATA\PIPP0" "D:\DXFS\PIPP0_FLOOR1.DXF"
```

Aggiunge un DXF come un piano a “C:\LENIDATA\PIPP0\PIPP0.LeniXml”

Il nome del piano=il nome del DXF, in questo caso PIPPO\_FLOOR1

```
LENICALC.EXE set_room_props "C:\LENIDATA\PIPP0" "C:\TEMP\room_props.xml" "piano1" ...
```

E si procede in questo modo per la creazione del progetto e la caratterizzazione dei parametri come previsto in LENICALC v.3.exe.

Mentre è possibile mandare comandi individuali al DLL/EXE, è anche possibile mandare il file XML del progetto (che contiene tutti le variabili necessari ad effettuare il calcolo LENI) che consentono al DLL/EXE di creare, immediatamente, il file relativo ai risultati.

Esempi di input XML per test sono facilmente creati usando LENICALC.EXE, cioè creando il progetto manualmente, e salvando il progetto. Così un XML viene creato e può essere usato come input per il DLL/EXE. Ovviamente in realtà sarà il WEB APP che crea il XML di input, ma i progetti creati con LENICALC.EXE sono utili come esempi per i programmatori WEB.

Anche l’XML di output può essere creato manualmente con LENICALC.EXE usando il XML destinato al PEL. In questo caso è utile per i programmatori WEB perché loro dovrebbero mostrare i risultati nel XML di output in una pagina WEB.

Nella figura che segue è riassunto il processo :

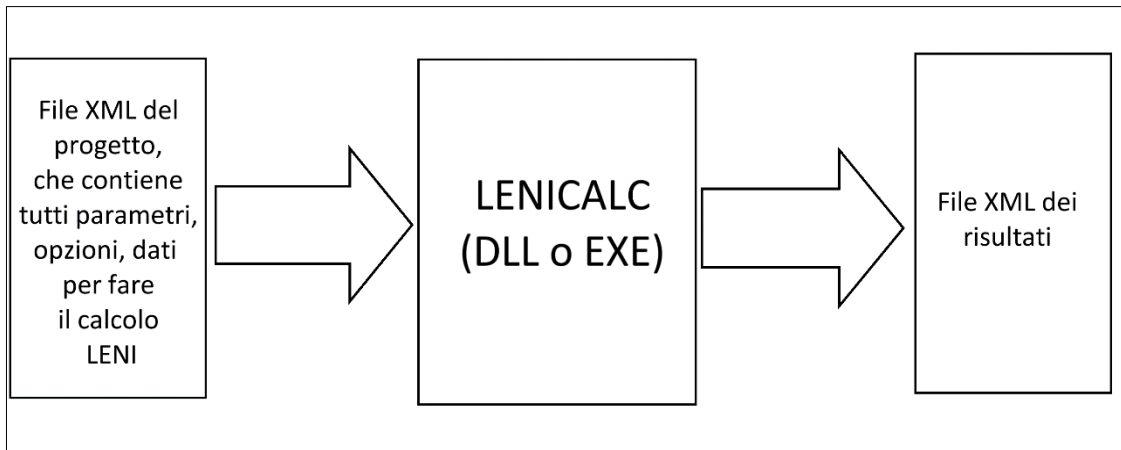


Figura 64: Flusso logico delle informazioni e dei calcolo

#### 4.8.2 Help di LENICALC

Nel tool LENICALC v.3.exe è stata realizzata la sezione help che è stata esportata per poter essere predisposta per la versione web di LENICALC, che in attesa di essere implementata nella piattaforma PELL è disponibile al link: <http://www.ransensoftware.com/lenicalc/>.

La struttura dell'Help è riportata nella Figura 65.

ENEA LENICALC Help File	
Contents	<a href="#">Index</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Overview of a LENICALC project</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Projects and Project Properties</a>
	<a href="#">Tutorials</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Room And Zone Creation and Deletion</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Floor Creation and Deletion</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">How to insert luminaires into a LENI Zone</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Rooms, Zones and Control Techniques</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Adding a simple floor to a project</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">How to add luminaires to the luminaire catalog</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Add a single identical zone to a room</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Windows: How to add, change, and remove them</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Multiple identical floors</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Zoom and Pan</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Snap and Grid functions</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Annual LENI calculation</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">LENISub of a room in the program</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">LENISub of a floor</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Dxf file scale and layers for automatic room zone and window import</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Roof Lights in the program</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Luminaire Database</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Context menu</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Dxf open error</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Printing the project</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Properties of a Zone</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Folders</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Atriums and Windows</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">XML summary files</a>
<a href="#">?</a>	<a href="#">Log Files</a>
© 2019 Owen F Ransen and others	

Figura 65: Struttura dell'HELP di LENICALC

## 5 Conclusioni

Al termine dell'annualità sono stati raggiunti gli obiettivi ed i risultati attesi per ciascuna attività svolta.

In particolare:

- **la piattaforma PELL IP**, è stata avviata all'uso, da parte dei Gestori, per quanto concerne la parte statica di caricamento delle schede censimento degli impianti di illuminazione pubblica. Non sono ancora state caricate delle schede, sottomesse in via definitiva, in quanto il contratto CONSIP prevede che la sottomissione delle schede per il primo lotto, debba avvenire ad inizio anno 2020, ma sono state fatte le prove di produzione delle schede da parte dei Gestori coinvolti, con l'obiettivo di ottimizzare il trasferimento delle informazioni, dai loro sistemi di gestione e DB, per la compilazione delle schede censimento PELL IP. Questa attività ha richiesto un grosso lavoro di supporto ed assistenza per la comprensione e la produzione delle schede. Sono stati altresì prodotti tutti i servizi utili all'avvio del PELL, quali la sezione di registrazione, il ticketing, le FAQ, la sezione Download con i vari documenti di supporto, etc...;
- **la piattaforma Urban Big Data**, sono stati istanziati i server virtuali dove sono poi stati installati ed opportunamente configurati tutti i componenti ritenuti necessari ed elencati nel report. Sono stati messi a punto script per il controllo del corretto funzionamento dei vari componenti e per il monitoraggio delle attività svolte sulla piattaforma. È stato inoltre identificata la modalità di interfacciamento per lo scambio dati ed installato e configurato il broker MQTT, è stato installato il software Mosquitto ed è stata anche attuata una customizzazione dell'installazione per migliorare la fruibilità e la scalabilità del tool, integrandolo con un plugin open source. Il broker è stato inoltre messo in sicurezza configurando opportuni certificati TLS, garantendo così l'autenticità del server con cui i client comunicano e la comunicazione cifrata e sicura. Inoltre è stato messo a punto il PELL Bridge, che fa da orchestratore tra la piattaforma UBD ed il broker, garantendo anche le azioni necessarie per garantire che il processo sia andato a buon fine e garantire un feedback agli utenti coinvolti. Infine sono stati fatti i primi test di interfacciamento con il broker, che hanno avuto esito positivo. Sono state quindi definite le modalità di invio dei dati dinamici (grandezze elettriche e consumi energetici) da parte dei Gestori alla Piattaforma PELL IP;
- la nuova applicazione del **PELL agli Edifici Scuole**, è stata sviluppata la scheda censimento PELL, in parte frutto del confronto con gli stakeholder per la condivisione e le integrazioni della scheda stessa. La scheda è costituita da informazioni che sono riconducibili a due macro sezioni, la prima relativa al **Sistema Edificio-Impianto** che è stata prodotta in una versione definitiva, tenendo conto, naturalmente, anche delle esperienze, della precedente annualità, in riferimento all'applicazione della scheda su di un campione rappresentativo, di edifici scolastici. La seconda, relativa ad una Sezione dedicata alla **Vulnerabilità sismica**, argomento di indagine ritenuto importante tassello del PELL che va ad arricchire la scheda stessa, che sarà propedeutica per effettuare delle valutazioni utili ad avere una chiara idea su quali strumenti installare (e sulla modalità di installazione, acquisizione e processing dei dati) al fine di far confluire nel PELL dati dinamici relativi allo stato di salute dell'edificio e al suo comportamento sismico (risposta dinamica) in caso di terremoto;
- per il **PELL Edifici Scuole**, sono stati definiti una serie di Indicatori di Prestazione (KPI) che riguardano l'involucro edilizio, gli usi termici, quelli per usi elettrici, per la produzione di acqua calda sanitaria. Sono stati previsti, anche, i criteri per una normalizzazione di questi indicatori. Questo approccio potrà consentire una comparazione tra le diverse prestazioni degli edifici scolastici e una conseguente valutazione della loro efficienza e delle priorità da prevedere per interventi di miglioramento delle prestazioni;
- è stata impostata una bozza dell'architettura macro funzionale della piattaforma **PELL Edifici Scuole**;
- è stata fatta l'inchiesta pubblica UNI della PdR UNI di supporto al software LENCIALC v.3 per il quale sono state sviluppate le DLL in prospettiva alla sua implementazione della Piattaforma **PELL Edifici** in qualità di servizio/tool messo a disposizione degli utenti della Piattaforma
- Infine, è proseguita la partecipazione di ENEA ai gruppi di lavoro degli organismi di standardizzazione nazionale (UNI, Commissione Tecnica 023 "Luce e illuminazione"), internazionali (CIE) e i lavori, come

parte della delegazione italiana, alle attività a livello di Commissione Europea per le Direttive e i Regolamenti Ecodesign ed Etichettatura Energetica. All'interno di ciascun gruppo l'ENEA ha dato il proprio contributo a proposte, revisioni e stesura di norme e raccomandazioni tecniche nei relativi campi di competenza, nel settore illuminotecnico.

I principali output che sono stati prodotti, al termine di questa annualità sono stati: l'avvio del PELL IP all'utilizzo da parte dei Gestori nell'ambito del Bando Consip Luce 4 e la scheda Censimento PELL Edifici Scuole.

## 6 Riferimenti bibliografici

1. Bernal D., (2003). "Experimental phase 2 of the structural health monitoring benchmark problem" in In Proc. ASCE Engineering Mechanics Conference.
2. Sharman R., (2007). "Self-healing systems - survey and synthesis" in Decision Support System, Buffalo.
3. Rytter A., (Vibrational Based Inspection of Civil Engineering Structures, Department of Building Technology and Structural Engineering, University of Aalborg,
4. Catbas F.N., Zaurin R., Gul M., et al. (2012) Sensor networks, computer imaging, and unit influence lines for structural health monitoring: case study for bridge load rating. *Journal of Bridge Engineering* 17(4): 662–670.
5. Di Pietro, A., Lavallo, L., La Porta, L., Pollino, M., Tofani, A., Rosato, V., (2016). Design of DSS for Supporting Preparedness to and Management of Anomalous Situations in Complex Scenarios. In: Setola, R., Rosato, V., Kyriakides, E., and Rome, E. (eds.) *Managing the Complexity of Critical Infrastructures: A Modelling and Simulation Approach*. pp. 195–232. Springer International Publishing, Cham.
6. Bindi, D., Pacor, F., Luzi, L., Puglia, R., Massa, M., Ameri, G., Paolucci, R (2011). Ground motion prediction equations derived from the Italian strong motion database. *Bull Earthquake Eng* (2011) 9:1899–1920 DOI 10.1007/s10518-011-9313-z.
7. Giovinazzi, S., Pollino, M., Ciarallo, F., Rosato, V., Luigi La Porta, L., Di Pietro., A., Clemente, P., Buffarini, G., (2019). Un sistema di supporto alle decisioni per la gestione delle reti autostradali in caso di evento sismico. ANIDIS XVIII, Ascoli Piceno, Settembre 2019.
8. Giovinazzi, S., Pollino, M., Kongar, I., Rossetto, T., Caiaffa, E., Di Pietro, A., La Porta, L., Rosato, V., Tofani, A., (2017a). Towards a Decision Support Tool for Assessing, Managing and Mitigating Seismic Risk of Electric Power Networks. In: *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2017. Lecture Notes in Computer Science, Part III, LNCS 10406*, pp. 399–414. Springer International Publishing.
9. Lagomarsino, S., Giovinazzi, S., (2016). Macroseismic and mechanical models for the vulnerability and damage assessment of current buildings. *Bull. Earthq. Eng.* 4, 415-443.
10. Matassoni, L., Fiaschi, A., Giovinazzi, S., Pollino, M., La Porta, L., Rosato, V., (2017). A geospatial decision support tool for seismic risk management: Florence (Italy) case study. In: *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2017. Lecture Notes in Computer Science. Part II, LNCS 10405*, pp. 278–293, Springer International Publishing.
11. D'Agostino, G., Di Pietro, A., Giovinazzi, S., La Porta, L., Pollino, M., Rosato, V., Tofani, A., (2019). Earthquake Simulation on Urban Areas: Improving Contingency Plans by Damage Assessment. In: Luijff E., Žutautaitė I., Hämmerli B. (eds) *Critical Information Infrastructures Security. CRITIS 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 11260, 72-83*. Springer, Cham
12. D'Alessandro, A., Costanzo, A., Ladina, C., Buongiorno, F., Cattaneo, M., Falcone, S., La Piana, C., Marzorati, S., Scudero, S., Vitale, G., Stramondo S., and Doglioni C.. Urban Seismic Networks, Structural Health and Cultural Heritage Monitoring: The National Earthquakes Observatory (INGV, Italy) Experience. *Front. Built Environ.*, 05 November 2019 <https://doi.org/10.3389/fbuil.2019.00127>
13. Dolce, M., Nicoletti, M., De Sortis, A., Marchesini, S., Spina, D., and Talanas, F. (2017). Osservatorio sismico delle strutture: the Italian structural seismic monitoring network. *Bull. Earthq. Eng.* 15, 621–641. doi: 10.1007/s10518-015-9738-x