

UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

LAUREA MAGISTRALE in INGEGNERIA EDILE

Management e Sicurezza delle Costruzioni

**Metodologia per la redazione ed applicazione del
piano di manutenzione di opere pubbliche con
strumenti di gestione informativa digitale**

A methodology to develop and use the maintenance plan of public works
by means of digital building information management tools

Relatore:

Prof. Ing. Alessandro Carbonari

Tesi di Laurea di:

Di Blasio Alessio Clodoveo

Correlatrice:

Prof.ssa Ing. Alessandra Corneli

A.A. 2023/2024

INTRODUZIONE:	5
CAPITOLO 1: OBIETTIVO	8
1.1 Il Codice degli Appalti D.Lgs. 36/2023	8
1.2 Procedure di digitalizzazione degli appalti	11
1.2.1 I documenti di gestione dei modelli informativi negli appalti	11
1.2.2 Piano di manutenzione	15
1.2.3 Le piattaforme digitali	17
1.2.3.1 Le piattaforme digitali a supporto della manutenzione	17
CAPITOLO 2: METODOLOGIA	24
2.1 Il modello informativo BIM	24
2.1.1 Il BIM: cos'è?	24
2.1.2 Il BIM: Vantaggi e strumenti informativi	25
2.1.3 Il BIM: Quadro normativo di riferimento	27
2.2 Il formato IFC	29
2.2.1 Versioni dello schema IFC	31
2.2.2 (MVD) Definizione dei modelli di vista	34
2.3 La Metodologia di sviluppo dell'obiettivo della tesi	36
2.3.1 I Modelli prodotti ed elaborati	38
2.3.1.1 Modello degli arredi tecnici	48
2.3.1.2 Modello MEP: Unità Trattamento Aria	50
2.3.2 Esportazione IFC: confronto tra formati 2x3 e 4x3	54
2.3.2.1 Esportazione Modello Architettonico	54
2.3.2.2 Esportazione Modello MEP	63
CAPITOLO 3: SVILUPPO DEI MODELLI DEL CASO DI STUDIO	75
3.1 Ospedale di Pergola	75
3.2 La Modellazione architettonica	80
3.2.1 Esportazione di un File IFC da Revit	84
3.3 La Modellazione degli arredi tecnici	88
3.3.1 Esportazione di un File IFC da Revit	92
3.4 La Modellazione dell'impianto di trattamento aria	95
3.4.1 Esportazione di un File IFC da Revit	99
CAPITOLO 4: UTILIZZO DEI MODELLI	101

4.1 Piattaforma	101
4.2 Utilizzo della piattaforma in un intervento di manutenzione	107
4.2.1 Verifica fattibilità tecnica del primo approccio	108
4.2.2 Verifica fattibilità tecnica del secondo approccio	118
4.2.3 Verifica di fattibilità metodo di gestione con modelli federati	130
4.4 Sviluppi futuri della piattaforma.....	134
CAPITOLO 5: COMPATIBILITA' CON LO STANDARD COBIE.....	142
5.1 Cos'è il COBie	142
5.2 Compatibilità della modellazione con COBie	145
CAPITOLO 6: CONCLUSIONI.....	151
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	153

INTRODUZIONE:

Alla base di questo lavoro di tesi, è presente il “Nuovo Codice degli Appalti” D.Lgs 36/2023. Per comprendere quanto verrà dopo però, si descrive brevemente lo scenario introdotto dalla ISO 19650 che tratta precedentemente i concetti e i principi del “Nuovo Codice degli Appalti”.

La ISO 19650 (*Organizzazione delle informazioni sui lavori di costruzione – Gestione delle informazioni nell’uso del BIM*) è uno **standard internazionale** che per la regolazione della gestione delle informazioni durante l’intero ciclo di vita di un bene costruito utilizza il Building Information Modeling (BIM). [1]

Definisce quindi i processi collaborativi per la gestione efficace delle informazioni durante la fase di consegna e di esercizio dei beni.

Inizialmente è stata introdotta per **favorire un linguaggio comune basato sul BIM** e incoraggiarne l’implementazione nei processi.

Gli attori interessati sono quindi:

- quelli coinvolti nella fase di progettazione, costruzione e messa in esercizio della costruzione;
- quelli che si occupano della gestione e manutenzione degli edifici una volta ultimati.



Figura 1 - Attori interessati ISO 19650

La ISO 19650 si compone di 5 parti:

Parte 1

Descrive i concetti e i principi per la gestione delle informazioni in uno stadio di maturità denominato “Building Information Modelling (BIM)

Parte 2

Specifica i requisiti per la gestione delle informazioni, sotto forma di un processo gestionale, nel contesto della fase di consegna dei cespiti immobili e dello scambio di informazioni, quando si utilizza il BIM

Parte 3

Specifica i requisiti per la gestione delle informazioni, sotto forma di un processo gestionale, nel contesto della fase di gestione dei cespiti immobili e dello scambio di informazioni, quando si utilizza il BIM

Parte 4

Specifica il processo e i criteri decisionali dettagliati per l’esecuzione di uno scambio di informazioni, al fine di garantire la qualità prevista dal modello informativo di progetto o dal modello informativo di un cespite immobile

Parte 5

Riguarda l’organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all’edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il BIM.

In questo contesto il “Nuovo Codice Degli Appalti” mira alla completa digitalizzazione del ciclo di vita delle opere dedicando un’intera sezione all’argomento (articoli 19-36).

L’obiettivo della tesi è quello di simulare un appalto pubblico con ottica alla gestione del bene, analizzando nel dettaglio il percorso progettuale che dalla modellazione BIM, porta alla fase di manutenzione del costruito. Si cerca di capire quali requisiti informativi la stazione appaltante debba inserire nel Capitolato Informativo e la relativa fattibilità tecnico economica del progettista nel restituire quanto richiesto, ipotizzando procedure di modellazione mirate ad avere vantaggi sottoforma di risparmio economico e di tempo nella successiva fase di gestione dell’asset. La verifica della proposta di tesi sarà effettuata tramite l’utilizzo di formato standard IFC e la piattaforma WeBim.

Il processo del progetto di tesi mette inoltre in evidenza le potenzialità, i vantaggi e le possibili implementazioni, da un punto di vista dell’interoperabilità tra i software adottati. Parallelamente, lo

scopo è quello di intraprendere un percorso formativo mirato all'apprendimento del metodo di progettazione rappresentato dal BIM. Nello specifico la tesi è strutturata nei seguenti capitoli.

Il primo capitolo è inerente all'obiettivo della tesi, verrà esposta una sintesi sulla parte della digitalizzazione degli appalti del Nuovo Codice degli Appalti del D.Lgs. 36/2023, che è la base su cui è stato condotto l'intero lavoro. In particolare, in questo paragrafo si analizzano il Capitolato Informativo, Offerta di Gestione Informativa, Piano di Gestione Informativa e Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, con approfondimento sulle piattaforme digitali.

Nel secondo saranno presentati i modelli informativi BIM e IFC, cosa sono e come sono strutturati, ponendo attenzione sui principali vantaggi e svantaggi in termini di interoperabilità e condivisione tra i vari professionisti coinvolti nel processo di progettazione. Inoltre, sarà descritta la metodologia procedurale di svolgimento del lavoro, con particolare attenzione al confronto tra i formati IFC 2X3 e IFC 4X3.

Successivamente, nel terzo capitolo si presenta il caso studio ovvero l'ospedale SS Carlo e Donnino di Pergola, descrivendo la realizzazione dei modelli architettonico, degli arredi tecnici e impiantistico.

Nel quarto capitolo, viene poi descritta la piattaforma WeBim utilizzata per verificare l'obiettivo del lavoro, descrivendo i metodi di inserimento dei modelli e le query utilizzate, esponendone infine i limiti e le possibili implementazioni future.

Nel quinto capitolo sarà poi studiato quale corrispondenza si ha tra la modellazione ipotizzata con lo standard COBie, indicandone eventuali compatibilità o interferenze.

Le conclusioni ed i possibili sviluppi futuri della tesi di ricerca completano la tesi.

CAPITOLO 1: OBIETTIVO

1.1 Il Codice degli Appalti D.Lgs. 36/2023

Il Nuovo Codice Appalti (D.Lgs. 36/2023) definito più precisamente come “Codice dei Contratti Pubblici”, dal 1° aprile 2023, ha sostituito dopo 7 anni il D.Lgs. 50/2016. La novità più rilevante introdotta dal Nuovo Codice degli Appalti per questo lavoro di tesi (articoli 19 e 20 del Decreto sopra citato) è che le stazioni appaltanti devono assicurare la digitalizzazione delle costruzioni e del ciclo di vita dei contratti. [2]

A partire dal 1° gennaio 2024 tutti gli affidamenti (sia quelli sopra soglia che quelli sottosoglia) possono essere gestiti per mezzo di piattaforme di approvvigionamento digitale.

Per agevolare la digitalizzazione richiesta è realizzato un “Ecosistema nazionale di approvvigionamento digitale (e-procurement)” che si fonda sull’infrastruttura tecnologica della Piattaforma Digitale Nazionale Dati (PDND) per l’interoperabilità dei sistemi informativi e delle basi di dati e ha come fulcro la Banca dati nazionale dei contratti pubblici (BDNCP).

Gestita da ANAC, la Banca dati nazionale interagisce, da un lato, con le piattaforme di approvvigionamento digitale certificate utilizzate dalle stazioni appaltanti ed enti concedenti per gestire il ciclo di vita dei contratti, dall’altro con le banche dati statali che detengono le informazioni necessarie alle stazioni appaltanti e agli enti concedenti per gestire le varie fasi del ciclo di vita dei contratti pubblici. [3]

Ulteriori novità introdotte riguardano il RUP e la definizione dei livelli di progettazione previsti. Nel primo caso abbiamo una modifica nel nome della figura professionale da Responsabile Unico del Procedimento diventa Responsabile Unico del Progetto, nel secondo vediamo l’eliminazione del livello intermedio di progettazione, il “Progetto definitivo”.

Si riassumono le differenze principali tra i due decreti D.Lgs. 50/2016 e D.Lgs 36/2023 nella seguente tabella.

D.Lgs 50/2016	D.Lgs 36/2023
Sono previsti tre livelli di progettazione - Progetto di fattibilità tecnico-economica - Progetto definitivo - Progetto esecutivo	Sono previsti due livelli di progettazione - Progetto di fattibilità tecnico-economica - Non più previsto - Progetto esecutivo

Definizione R.U.P.: Responsabile Unico del Procedimento	Definizione R.U.P.: Responsabile Unico del Procedimento
Requisiti per essere incaricato come R.U.P.: figura tecnica all'intero dell'organico della stazione appaltante	Requisiti per essere incaricato come R.U.P.: può essere ricoperto anche da una figura non tecnica
Si pongono le basi per la digitalizzazione del progetto	Obbligo per la stazione appaltante di procedere con un approccio BIM-based, migrando verso piattaforme aperte interoperabili ed adottando metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni per la progettazione e la realizzazione delle opere con importo superiore a 1 milione di euro
Non è prevista la possibilità di appalto integrato	Appalto integrato sulla base del progetto di fattibilità tecnico-economica approvato

Di particolare rilevanza sono l'Allegato I.7 "Contenuti minimi del quadro esigenziale, del documento di fattibilità delle alternative progettuali, del documento di indirizzo della progettazione, del progetto di fattibilità tecnica ed economica e del progetto esecutivo" e l'Allegato I.9 "Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni". [4]

Descrivendoli nello specifico troviamo che l'**Allegato I.7** indica le informazioni di cui è composto il progetto definendo i contenuti e i requisiti dei due livelli di progettazione:

- Il *Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica* individua quello che esprime il rapporto migliore tra costi e benefici in relazione agli specifici requisiti da soddisfare e alle prestazioni da fornire. Inoltre, contiene i necessari richiami all'uso di metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni e sviluppa, tenendo in considerazione il quadro delle necessità, tutte le indagini e gli studi riguardanti le caratteristiche dimensionali, tipologiche, funzionali e tecnologiche dei lavori da realizzare.
- Il *Progetto Esecutivo*, coerentemente con il PFTE, sviluppa un livello di definizione degli elementi tale da individuarne compiutamente la funzione, i requisiti, la qualità e il prezzo di elenco. Utilizza metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni, sviluppando un livello di definizione degli oggetti rispondente a quanto indicato nel capitolato informativo a sostegno del progetto.

Inoltre, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare, il relativo costo compreso di coperture finanziarie e il cronoprogramma. Esso, in conclusione, deve definire completamente tutte le lavorazioni ed elementi in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo andando a descrivere ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico.

Stabilisce il quadro esigenziale delle necessità e il documento di indirizzo della progettazione (DIP) che le stazioni appaltanti e gli enti concedenti devono predisporre e inoltre indica i contenuti del “Piano di manutenzione dell’opera e delle sue parti” nelle varie fasi di progetto (oggetto del lavoro di tesi).

L’**Allegato I.9** invece definisce il quadro normativo-tecnico per l’adozione dei metodi e strumenti di gestione informativa digitale nel settore delle costruzioni pubbliche previsti dall’art. 43.

Nel Nuovo Codice degli Appalti, quindi bisogna prevedere la digitalizzazione dei documenti e a seconda del livello di dettaglio che si richiede, cambiare le informazioni da introdurre e di conseguenza le regole di modellazione.

Il “Piano di manutenzione dell’opera e delle sue parti” è descritto in base all’avanzamento del progetto negli articoli 6 e 19 della Sezione II e negli articoli 22 e 27 della Sezione III.

Gli step procedurali per definirlo possono essere riassunti come segue:

- *Progetto Fattibilità Tecnico Economica -> Requisiti Piano di manutenzione -> Realizzazione modello -> verifica reperimento informazioni utili -> aggiornamento dati*
- *Progetto Esecutivo -> si integrano i dati contenuti nel PFTE con quelli forniti da as built -> Realizzazione modello -> verifica reperimento informazioni utili -> aggiornamento dati*

Nel paragrafo successivo si vanno a descrivere le procedure per la digitalizzazione degli appalti, illustrando il Capitolato informativo, l’Offerta di Gestione Informativa (oGI), il Piano di Gestione Informativa (pGI) e descrivendo in particolar modo il Piano di manutenzione.

1.2 Procedure di digitalizzazione degli appalti

1.2.1 I documenti di gestione dei modelli informativi negli appalti.

Un appalto pubblico inizia con la fase d'indizione della gara, con cui vengono invitati i vari operatori economici. Durante lo svolgimento della gara, gli operatori economici visionano il Capitolato Informativo (CI), che è stato redatto dal committente, in maniera tale che il progettista invia un progetto che segue i requisiti informativi presenti nel CI. Successivamente, gli operatori economici inviano il progetto sotto forma di Offerta di Gestione Informativa (oGI). Ne segue una fase di verifica e validazione interna da parte dell'ente pubblico in cui si possono chiedere dei cambiamenti. Al termine della gara, l'operatore economico che soddisfa in maniera più completa i requisiti informativi del CI, sarà l'affidatario. Una volta fatta l'aggiudicazione dell'oGI e fatta l'accettazione dell'offerta da parte dell'operatore economico, si redige il Piano di Gestione Informativa (pGI) in cui sono presenti delle modifiche da porre rispetto l'oGI. Infine, si procede alla stipula del contratto di appalto, con in allegato il CI, dove l'operatore economico si assume la responsabilità della sua esecuzione. La struttura digitale di un bando pubblico è rappresentata in Figura 2.

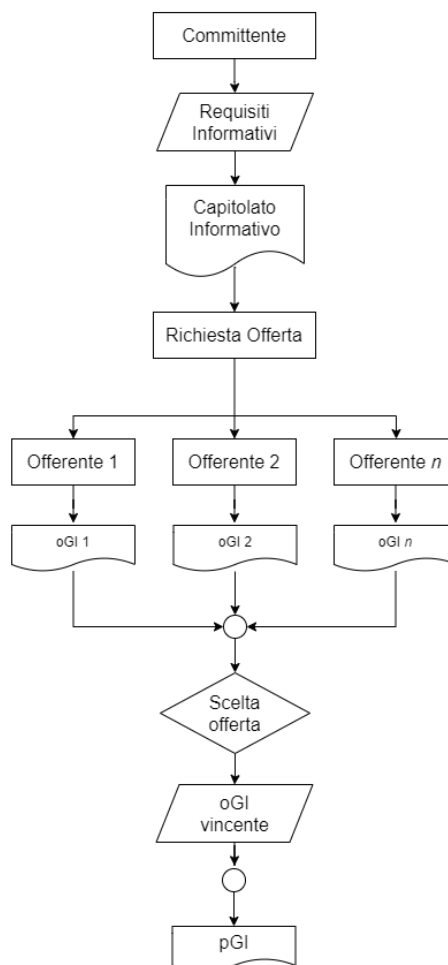


Figura 2 – Fasi Bando pubblico

L'ente pubblico deve aver chiare e ben delineate tutte le informazioni da inserire nel CI per far sì che le oGI prodotte successivamente siano il più complete possibile. In questo contesto si inserisce il lavoro di tesi prendendo in considerazione il Piano di manutenzione dell'opera che è uno dei documenti che deve obbligatoriamente essere prodotto in fase di offerta (paragrafo 1.2.2). Si va a descrivere un metodo procedurale che dimostra la gestione possibile della fase di manutenzione con le piattaforme digitali. Partendo però dalla creazione di modelli in risposta ai requisiti definiti nel CI dalla stazione appaltante, dimostrando la fattibilità tecnico economica di quest'ultimi lato progettista. Si vedrà in seguito della tesi, come le informazioni da estrapolare dal progetto, verranno scelte tramite un file chiamato Pset che verrà esportato in un file IFC, che successivamente saranno caricati, verificati e interrogati in piattaforma WeBim. (Capitolo 4).

Dopo aver compreso le procedure alla base della digitalizzazione degli appalti, si descrivono gli elaborati citati sopra.

Il Capitolato Informativo è un documento essenziale per qualsiasi stazione appaltante dove vengono descritti in dettaglio le specifiche tecniche e i requisiti informativi del progetto. [5]

Lo scopo del CI è quello di gestire il processo informativo attraverso l'utilizzo della metodologia BIM, definendo i requisiti informativi richiesti dalla Stazione Appaltante. Il capitolato informativo si articola in tre sezioni: una sezione generale, una sezione tecnica e una sezione gestionale. Tale documento rappresenta l'elemento indispensabile per la redazione dell'oGI (conosciuto anche come Pre-Contract BEP "BIM Execution Plan").

Il CI condivide i seguenti riferimenti normativi:

- D.Lgs. 36/2023 - Codice degli Appalti;
- UNI EN 17412-1:2020. Livello di Fabbisogno Informativo;
- UNI EN ISO 19650. Organizzazione e digitalizzazione delle informazioni relative all'edilizia e alle opere di ingegneria civile, incluso il (BIM)
- UNI EN ISO 16739:2016. Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management;
- Norma UNI 11337:2017. Edilizia e opere di Ingegneria Civile: Gestione digitale dei processi informativi.

L'Offerta di Gestione Informativa è il documento in cui ogni operatore economico e quindi potenziale affidatario, risponde ad ogni specifica sezione del CI, descrive come intende garantire il soddisfacimento dei requisiti minimi in esso contenuti durante le fasi di progettazione e realizzative. La norma non prevede uno schema-tipo per l'oGI, ma la struttura ricalca ed integra quella del CI. Il livello di approfondimento è basso (in seguito in caso di aggiudicazione verrà approfondito con la redazione del pGI) ed è fondamentale per la valutazione dei criteri inerenti alla metodologia BIM. Nello specifico dovrebbe essere suddiviso in quattro parti:

1. premesse;
2. riferimenti normativi;
3. sezione tecnica;
4. sezione gestionale.

Essendo che le prime due sezioni rimangono pressoché invariate, in quanto vengono riportate le premesse di progetto e l'inquadramento normativo, le porzioni più corpose del documento da implementare sono quindi la sezione tecnica e la sezione gestionale.

La sezione tecnica contiene:

- i formati dei file utilizzati per la fornitura e per lo scambio dei dati;
- la modalità di archiviazione dei dati (i *software* utilizzati devono basarsi su piattaforme interoperabili a mezzo di formati aperti non proprietari, ACDat);
- la tipologia di software in possesso da mettere a disposizione per l'esecuzione della prestazione richiesta;
- le competenze e le esperienze dell'aggiudicatario in ambito di gestione informativa BIM sono tali da soddisfare i requisiti minimi necessari per attuare la gestione digitale dei processi informativi del progetto.
- le caratteristiche tecniche e prestazionali dell'infrastruttura hardware e software;

La sezione gestionale contiene, invece, gli obiettivi informativi strategici e gli usi dei modelli e degli elaborati. Nello specifico si trova:

- gli elaborati grafici digitali allegati e la definizione degli elaborati informativi;
- la specificazione dei ruoli, delle responsabilità e delle autorità ai fini informativi;
- la specificazione della modalità di condivisione dei dati, dei modelli e degli elaborati.

- la definizione delle figure interessate allo specifico intervento all'interno della propria struttura aziendale, con adeguate competenza, preparazione ed esperienza in ambito di gestione informativa della progettazione BIM;
- gli obiettivi del modello in relazione alle fasi del processo;

Il Piano di Gestione Informativa è il documento redatto a cura dell'affidatario post aggiudicazione, avente valenza contrattuale, che consolida e rende esecutivo quanto proposto in fase di gara nel oGI.

1.2.2 Piano di manutenzione

Il **Piano di Manutenzione dell'opera e delle sue parti** come definito dal Decreto Legislativo del 31 marzo 2023, n. 36 – Codice dei contratti pubblici nell' Allegato I.7 all' art.27 è “il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi, l'attività di manutenzione dell'opera e delle sue parti, al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza e il valore economico”.

Il Piano è costituito dai seguenti elaborati operativi:[6]

- a. Il manuale d'uso: deve contenere le informazioni relative all'utilizzo corretto delle parti più significative del bene. Lo scopo è di evitare danni derivanti da un'utilizzazione impropria, far conoscere all'utente le operazioni atte alla conservazione del bene che non richiedono conoscenze specialistiche e far riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento. Esso contiene i seguenti dati:
 - la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
 - la rappresentazione grafica;
 - la descrizione;
 - le modalità di uso corretto.

- b. Il manuale di manutenzione: fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta esecuzione delle operazioni di manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio. Esso contiene le seguenti informazioni:
 - la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
 - la rappresentazione grafica;
 - la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
 - il livello minimo delle prestazioni;
 - le anomalie riscontrabili;
 - le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
 - le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

- c. Il programma di manutenzione: che al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni si articola in tre sottoprogrammi:

- Sottoprogramma delle prestazioni: prende in esame, per classi di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita. Per il progettista c'è dunque l'obbligo di individuare per ogni parte dell'opera e per ogni suo componente requisiti e relative prestazioni.
- Sottoprogramma dei controlli: definisce il programma delle verifiche al fine di rilevare il livello prestazionale del bene.
- Sottoprogramma degli interventi: definisce in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione da effettuare per la conservazione corretta del bene.

Il Decreto all'art. 27 comma 9 precisa "Nel caso si ricorra a metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni di cui all'articolo 43 del codice, il capitolato informativo e il piano di gestione informativa devono riportare la eventuale equivalenza tra i contenuti informativi presenti nel piano di manutenzione e quelli eventualmente presenti nei modelli informativi, oltre alla specifica relativa alle modalità di generazione da questi ultimi degli elaborati predetti, anche ai sensi del decreto del Ministro della transizione ecologica 23 giugno 2022, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana n. 183 del 6 agosto 2022".

1.2.3 Le piattaforme digitali

L'Allegato I.9, art.1, comma 5, dice che le stazioni appaltanti devono utilizzare piattaforme digitali interoperabili a mezzo di formati aperti e non proprietari. Prima di andare avanti è opportuno riprendere alcune definizioni contenute nella UNI 11337-1: [7]

- *Formato aperto*: formato di file basato su specifiche sintassi di dominio pubblico il cui utilizzo è aperto a tutti gli operatori senza specifiche condizioni d'uso.
- *Formato proprietario*: formato di file basato su specifiche sintassi di dominio non pubblico il cui utilizzo è limitato a specifiche condizioni d'uso stabilite dal proprietario del formato.

Gli obiettivi principali di questa regolazione sono che l'utilizzo di formati aperti garantisce l'accesso ai dati nel lungo periodo senza incertezza presente e futura riguardo ai diritti legali o le specifiche tecniche, poi che incoraggia la concorrenza invece di consentire a un solo produttore di mantenere il controllo su di un formato proprietario per inibire l'uso di prodotti concorrenti. Da questo contesto legislativo ne consegue quindi che le stazioni appaltanti devono assicurare la tracciabilità e la trasparenza delle attività svolte, l'accessibilità ai dati e alle informazioni nel tempo, rendere le piattaforme utilizzate accessibili. Nel lavoro descritto in questa tesi un esempio chiaro è la piattaforma WeBim che rispecchia tali requisiti.

1.2.3.1 Le piattaforme digitali a supporto della manutenzione

I vincoli imposti alla stazione appaltante, dall'Allegato I.9 del Codice, però non limitano l'operatore economico vincitore dell'offerta all'utilizzo di piattaforme proprietarie nello svolgimento delle lavorazioni di sua competenza. Esempio pratico può essere fatto pensando ad un intervento di manutenzione.

Programmare una manutenzione significa delineare le attività e le risorse necessarie per la corretta gestione di asset. Il piano di manutenzione può essere supportato da piattaforme informative gestionali.

Nel libro "BIM & DIGITALIZZAZIONE DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE" [8] partendo da un progetto pilota di "Digitalizzazione degli asset dell'edificio di Ex Fisica Tecnica dell'Università di Padova" gli autori, Carlo Zanchetta e Rossana Paparella si pongono l'obiettivo di trovare un modello innovativo ed integrato per la gestione del patrimonio immobiliare con particolare attenzione all'attività di manutenzione con lo scopo di creare uno strumento che permetta un aggiornamento della documentazione, di facile consultazione e di immediata estrazione dei dati richiesti. Sviluppano il lavoro per step, analizzano come prima cosa lo stato di fatto per acquisire i dati utili alla

realizzazione di un modello BIM dell'edificio e dei suoi asset, verificano l'interoperabilità tra il modello BIM e la piattaforma informativa gestionale presa in esame e producono un esempio di manutenzione programmata degli estintori gestito all'interno della piattaforma digitale. Per la realizzazione del modello è stato scelto il software Autodesk Revit mentre per la compilazione dei parametri necessari per la successiva esportazione è stato scelto lo standard COBie. Per poter utilizzare questo standard in Revit è necessario installare l'estensione chiamata "COBie Extension for Revit" che ha permesso la compilazione dei fogli di lavoro le cui informazioni possono essere considerate fondamentali per la fase di gestione, che sono i fogli *Floor*, *Space*, *Type* e *Component*. Questi fogli generalmente dovrebbero essere compilati inizialmente dal progettista e successivamente aggiornati con i dati as built dall'appaltatore della costruzione. L'estensione COBie per Revit, che una volta installata si trova nella scheda Moduli aggiuntivi di Revit, è organizzata in tre fasi: *Setup*, *Modify* ed *Export*, come mostrato nelle figure successive prese dal libro citato in precedenza.



Figura 3 - Interfaccia Modify dell'estensione COBie

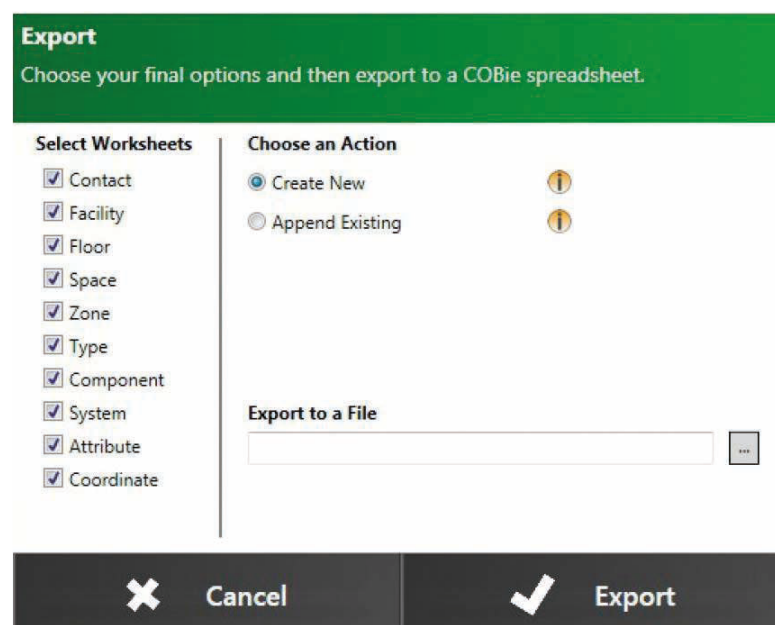


Figura 4 - Fogli di lavoro supportati da COBie Extension

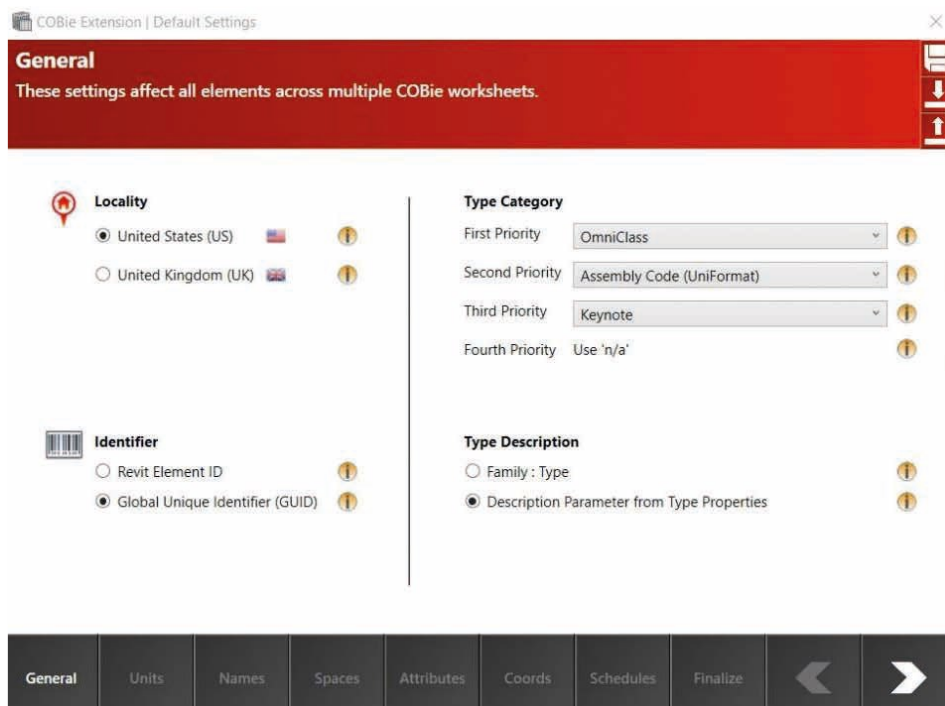


Figura 5 - Interfaccia delle impostazioni predefinite

Terminata la configurazione e salvate le impostazioni definite, queste vengono automaticamente applicate al modello. Avremo così dei dati aggiornati automaticamente dal sistema (*COBieCreatedBy*, *COBie.CreatedOn*, *COBie.Type.Name*, *COBie.Type.Category* e *COBie.TypeDescription*) altre invece che devono essere definite manualmente (*COBie.Space.Category*, *COBie.Space.Description*, *COBieSpace*) . Gli altri campi devono essere compilati dall'utente con le informazioni necessarie per il Facility Management ricavate dalla documentazione disponibile. Ovviamente non è obbligatorio che, per tutte le famiglie, vengano compilati tutti i campi a disposizione. Si passa ora a verificare l'interoperabilità tra i file IFC esportati e un software di Facility Management, allo scopo di attestare la possibilità di monitorare gli asset BIM all'interno del sistema di gestione. L'applicazione scelta per il test è openMAINT, un'applicazione per la gestione di asset mobili (impianti, elementi tecnici, arredamento, etc.) ed immobili e delle relative attività di manutenzione (programmate e a guasto), logistiche ed economiche e che aiuta a organizzare e mantenere aggiornati i dati relativi al patrimonio immobiliare, a supporto delle attività operative dell'ente gestore. Importante è introdurre il concetto di CMDB (Configuration Management database), un sistema di archiviazione e consultazione delle informazioni che descrivono e riguardano gli asset presenti in una organizzazione, che deve rappresentare costantemente lo stato di fatto e di conoscenza del patrimonio informatico e delle entità connesse.

In questo modo si ha sempre sotto controllo la situazione degli elementi informatici gestiti, conoscendone in ogni momento la composizione, la dislocazione e le relazioni funzionali. OpenMAINT è costituito da due moduli principali: il Modulo di Amministrazione, dedicato alla definizione iniziale e successive modifiche del modello dati del CMDB, alla definizione ed importazione di workflow e report, alla definizione di utenti e gruppi e ad altre funzioni di servizio (Figura 6); il Modulo di Gestione Dati, dedicato all'inserimento, aggiornamento e consultazione delle schede dati configurate nel sistema, alla esecuzione di workflow e report e ad altre funzioni di utilità. (Figura 7).

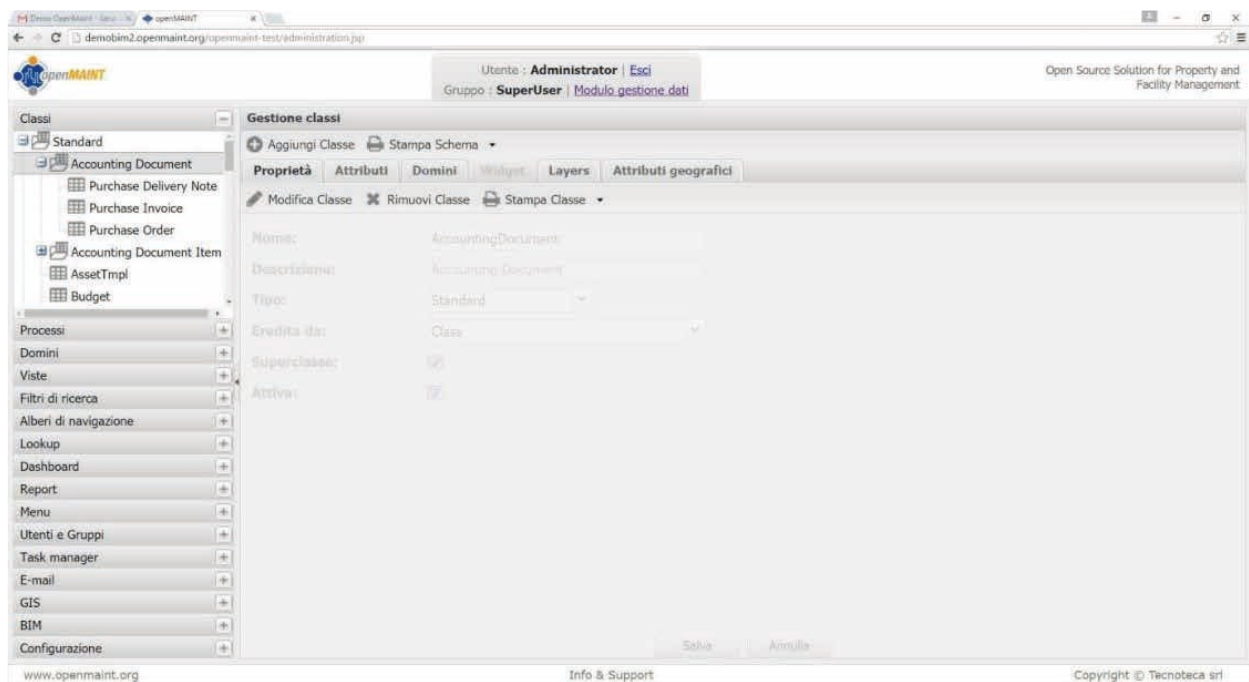


Figura 6 - openMAINT: interfaccia Modulo di Amministrazioni.

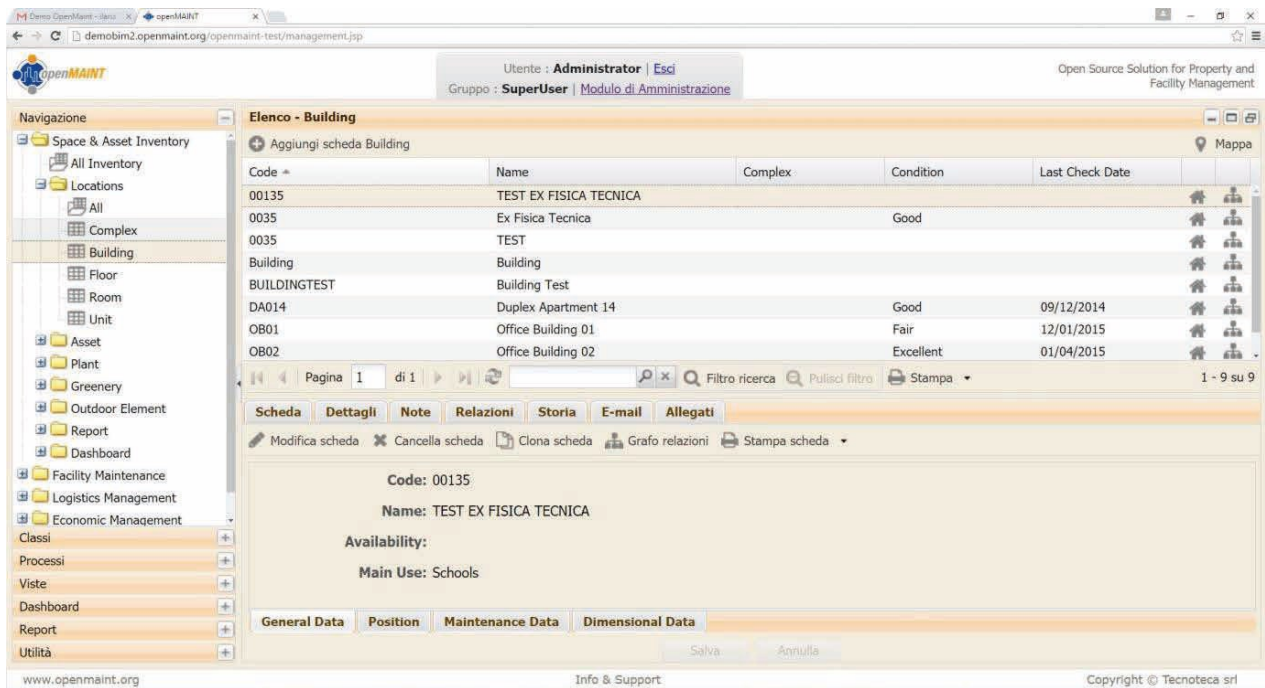


Figura 7 - openMAINT: interfaccia Modulo di Gestione Dati.

OpenMAINT è costituito poi dai seguenti moduli per la risoluzione delle normali esigenze di gestione del Property e del Facility Management:

- Space & Asset Inventory;
- Facility Maintenance;
- Gestione Logistica;
- Gestione Economica;
- Energy & Environment;
- GIS & BIM support.

Di rilievo per noi sono i primi due moduli; In Space & Asset Inventory vengono inventariate con grande dettaglio tutte le informazioni e i dati relativi allo stato dell'arte effettivamente esistente, il secondo invece consente di gestire le attività di manutenzione (programmata e a guasto). Per questo openMAINT utilizza come base il Manuale di Manutenzione che contiene le indicazioni necessarie per la corretta gestione di infrastrutture ed impianti. Inoltre, consente di programmare la manutenzione in modo personalizzato per ogni tipologia di organizzazione e differenziato per ogni tipologia di oggetto. Nel menu di navigazione di tale modulo sono presenti due cartelle, *Basic Archives* e *Maintenance Manual*, dalla quale si può accedere ad una serie di schede che vengono arricchite nel tempo e che contengono informazioni su:

- tipologia e frequenza delle attività;
- attrezzature richieste;

- ricambi necessari;
- possibili guasti e relative soluzioni;
- checklist diagnostiche.

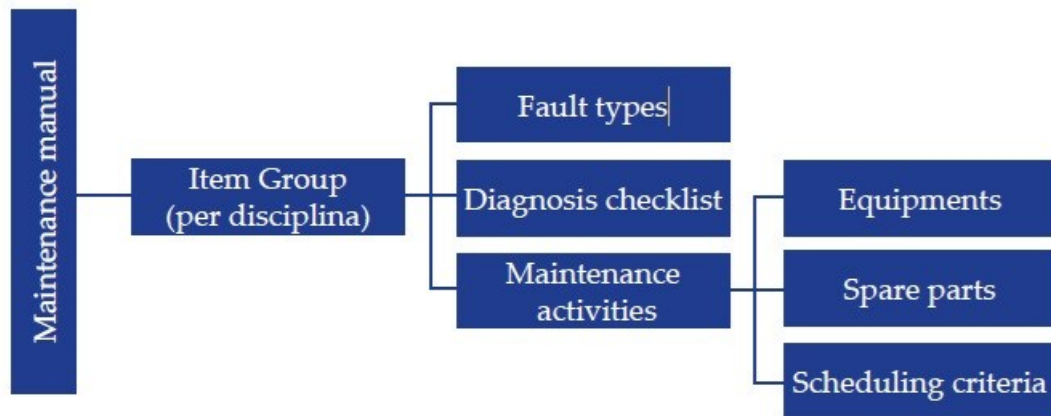


Figura 8 - Organizzazione dell'albero di navigazione del modulo Facility Maintenance.

Registrando queste informazioni openMAINT genera automaticamente il calendario delle attività di manutenzione programmata, produce gli ordini di lavoro, sia per le attività di manutenzione programmata che per quelle di manutenzione a guasto, li inoltra tramite workflow al personale competente e lo aiuta nella risoluzione di problemi. È possibile quindi, dalla cartella Maintenance Management, avviare una richiesta di manutenzione. Questa viene poi verificata da parte degli operatori del call center e inoltrata al fornitore competente (suggerito dal sistema sulla base della classificazione del problema e dei contratti). Una volta eseguito il lavoro viene poi registrato il rapporto dell'intervento.

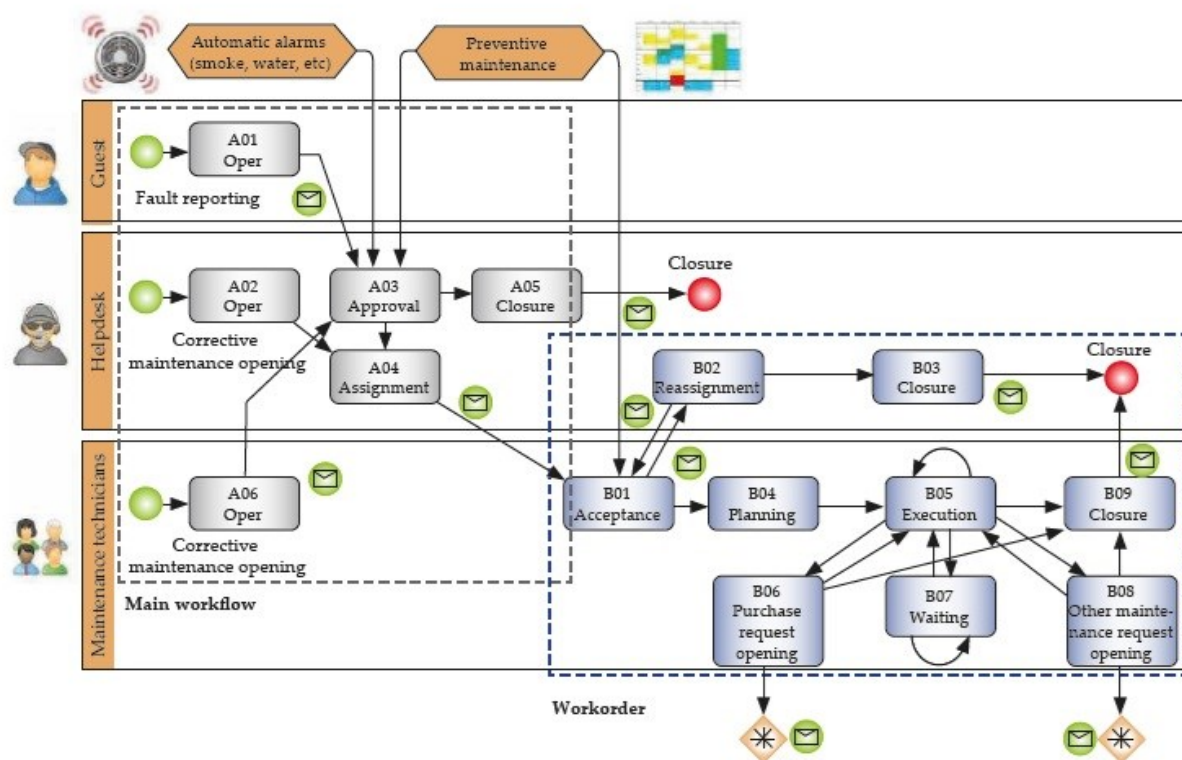


Figura 9 - Schema logico del processo di manutenzione gestito in openMAINT

CAPITOLO 2: METODOLOGIA

2.1 Il modello informativo BIM

2.1.1 Il BIM: cos'è?

Alla base della trasformazione digitale nel settore dell'Architecture Engineering Construction c'è il BIM, Building Information Modeling, un sistema informativo digitale che integra il modello 3D con i dati fisici, prestazionali e funzionali dell'edificio. Secondo il National Institute of Building Sciences (NIBS), il BIM è la "rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un oggetto".

Non si tratta solo di un nuovo formato di rappresentazione 3D o di un software, ma di una tecnologia che consente di creare un modello informativo, multidisciplinare e condiviso, contenente tutte le informazioni utili in ogni fase della progettazione, dall'architettura agli impianti, fino alla gestione e manutenzione. Il BIM rappresenta un modo innovativo di lavorare, che utilizza la tecnologia per facilitare la gestione del progetto, migliorare il controllo del processo di costruzione, la collaborazione e la comunicazione tra le parti e la gestione del rischio. Con il BIM, l'approccio diventa più dinamico e facilita la condivisione di conoscenze e dati, lo scambio di informazioni e la partecipazione di tutte le parti coinvolte nelle varie fasi. Possiamo quindi definirlo come un insieme di oggetti parametrici e condivisi che raccolgono e integrano le informazioni provenienti dai diversi attori coinvolti nella progettazione e costruzione di un edificio, favorendo l'interoperabilità e il controllo del progetto. Il risultato è una rappresentazione digitale e tridimensionale delle opere edili e dei relativi servizi, conosciuta in inglese come digital twin (gemello digitale). [9]

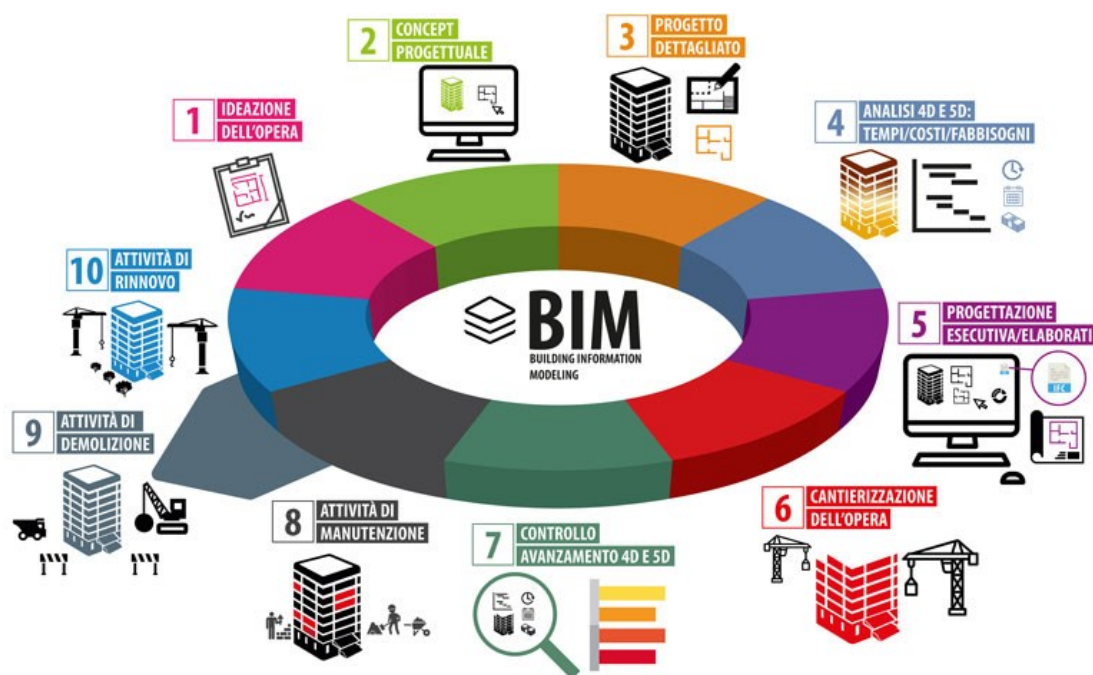


Figura 10 – Campi utilizzo BIM

2.1.2 Il BIM: Vantaggi e strumenti informativi

L'approccio BIM può portare numerosi vantaggi tra i quali:

- Collaborazione tra professionisti, è possibile gestire con un unico modello tutti i dati e le informazioni relative ai diversi aspetti del progetto.
- Controllo interferenze e riduzione errori, federando i diversi progetti nello stesso modello 3D è possibile evidenziare in modo chiaro eventuali errori progettuali ed interferenze.
- Ottimizzare tempi, costi e risorse.
- Assicura l'accesso a informazioni sempre aggiornate, a condizione che i diversi soggetti interessati al processo di progettazione utilizzino gli stessi strumenti software.

Altri sono descritti nella Figura 11.



Figura 11 – *Vantaggi del BIM*

Il progresso tecnologico raggiunto nel settore AEC è definito in base al grado di collaborazione e condivisione delle informazioni tra i diversi stakeholder coinvolti in un progetto. I quattro livelli di maturità del BIM servono proprio a descrivere il grado di collaborazione di un progetto. [10]

1. Livello 0 – Collaborazione bassa/CAD standardizzato: non comporta alcun livello di cooperazione, richiede l'organizzazione di un lavoro tradizionale intorno a un sistema standard in cui la produzione e la condivisione delle informazioni si opera in 2 dimensioni, su documenti cartacei non interoperabili.
2. Livello 1 – Collaborazione bassa/BIM Solitario: si usa il metodo di progettazione parametrica e gestione dei dati all'interno del proprio workflow, ma non si instaura nessun tipo di collaborazione e condivisione dati con gli altri professionisti. Si opera in 2/3 dimensioni con software CAD 3D con file digitali. In questo caso viene utilizzato un Common Data Environment (CDE), un archivio condiviso online in cui vengono raccolti, gestiti e organizzati tutti i dati necessari del progetto, che in Italia è stato definito (UNI 11337) come ACDat.
3. Livello 2 – Collaborazione completa/BIM collaborativo: presenta la collaborazione tra i soggetti coinvolti nella progettazione, poiché tutti utilizzano strumenti BIM e le informazioni sono condivise attraverso un formato file comune. Il lavoro collaborativo è al centro del livello due del BIM. Non richiede che tutti i componenti del team operino sugli stessi modelli CAD 3D. Ciò che è veramente importante, è che ogni software CAD utilizzato abbia la possibilità di esportare in tipi di file comuni (es. file IFC, un formato utilizzato per scambiare dati BIM) che contengano tutte le informazioni del progetto.
4. Livello 3 – Integrazione completa/BIM condiviso: il suo punto principale è il raggiungimento della piena integrazione (iBIM) delle informazioni in un ambiente basato su cloud. Il livello tre è l'obiettivo finale per il settore delle costruzioni, dove tutti i professionisti lavorano contemporaneamente allo stesso modello condiviso comune, permettendo una comunicazione continua ed istantanea, ricevendo aggiornamenti in tempo reale.

La piena espressione dei vantaggi BIM si avrebbe con il raggiungimento del livello di maturità 3 che però non è ancora raggiunto. Gli sforzi del settore AEC ad oggi vanno verso il soddisfacimento totale dei requisiti necessari al livello 2.

Per creare un modello BIM sono necessari tre diverse tipologie di software:

- **Bim authoring** per la creazione del modello 3D (architettura, strutture, MEP, ecc.);
- **Bim tools** per aggregare dati (tempi di costruzione, costi, performance energetiche, ecc.) al modello BIM;
- **Bim management systems** per organizzare processi e dati in un unico ambiente collaborativo in cloud dove architetti, ingegneri, geometri, costruttori, manutentori e proprietari possono lavorare insieme e collaborare in maniera efficace.

Autodesk Revit® e Autodesk Civil 3D sono i più importanti strumenti Autodesk per la creazione e la modifica dei dati BIM.

Gli strumenti di collaborazione per l'esame della qualità dei dati, come gli strumenti di interoperabilità di Revit, sono integrati nel software di creazione ed è possibile generare in qualsiasi momento rapporti relativi alla qualità definita dall'utente. Questo processo viene denominato BIM nativo. Per favorire la collaborazione integrata tra le piattaforme software, nel 1996 Autodesk ha riunito 12 aziende leader del settore per fondare l'IAI (Industry Alliance for Interoperability). [11] Il concetto principale sviluppato da questo consorzio era lo standard IFC (Industry Foundation Classes). Il formato IFC verrà descritto successivamente nel par. 2.2.

2.1.3 Il BIM: Quadro normativo di riferimento

L'Unione Europea, attraverso la Direttiva 2014/24/EU, incoraggia l'adozione del sistema BIM per migliorare l'efficacia e la trasparenza negli appalti pubblici. Le norme PAS 1192, inizialmente sviluppate dal British Standards Institution, sono state integrate nella ISO 19650 dal 2018.

La ISO 19650-1 definisce tre livelli di maturità del BIM:

- BIM STAGE 1: Utilizzo combinato di disegni 2D CAD e modelli 3D BIM conformi ai requisiti nazionali.
- BIM STAGE 2: Modelli informativi delle diverse discipline (strutturale, architettonico, impiantistico, ecc.), federati e conformi alle normative ISO 19650, per una gestione integrata del progetto.
- BIM STAGE 3: Database strutturati dei modelli informativi, facilmente interrogabili, per l'adozione dell'OPEN BIM e la gestione dell'Asset.

In Italia, il Decreto del Ministero delle Infrastrutture 560/2017 disciplina l'introduzione del BIM negli appalti pubblici tramite la norma UNI 11337-1, che prevede cinque livelli di maturità digitale (identificati in Figura 12):

L0 – non digitale;

L1 – base;

L2 – elementare;

L3 – avanzato;

L4 – ottimale.

Livello di Maturità (UNI 11337-1)	Livello 0	Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4
Esigenze individuate dalla norma	Trasferimento di contenuti informativi tramite elaborati informativi non digitali	Trasferimento di contenuti informativi attraverso elaborati informativi digitali e non	Trasferimento di contenuti informativi prevalentemente attraverso modelli informativi grafici, eventualmente accompagnati da elaborati informativi grafici digitali	Modelli informativi grafici ed elaborati comunicano attraverso schede informative digitali di prodotto e di processo	Trasferimento di contenuti informativi attraverso modelli informativi (virtualizzabili in senso grafico, documentale, multimediale)

Figura 12 - I livelli di maturità del BIM

In Figura 13 è presente un riassunto schematizzato dei livelli di maturità messi a confronto tra PAS 1992 – UNI 11337 – ISO 19650.

PAS 1192 TO ISO 19650		
PAS 1192 - UK	UNI 11337 - ITA	ISO 19650
Introduce 4 livelli di maturità • L0 – 2D CAD • L1 – 2D/3D CAD • L2 – 3D BIM • L3 – 3D BIM FM	Introduce 5 livelli di maturità - L0 – non digitale - L1 – base - L2 – elementare - L3 – avanzato - L4 – ottimale	Introduce 3 stadi di maturità • Stage 1 • Stage 2 • Stage 3

Figura 13 - I livelli di maturità del BIM dalle PAS alle ISO

Dal 2019, l'uso del BIM è obbligatorio per opere con un importo a base di gara pari o superiore a 100 milioni di euro. Questa soglia diminuirà progressivamente negli anni, raggiungendo 1 milione di euro entro il 2025.

- Per le opere di nuova costruzione e interventi su costruzioni esistenti di importo a base di gara uguale o superiore a 15 milioni dal 1° gennaio 2022;
- Per le opere di nuova costruzione e interventi su costruzioni esistenti di importo a base di gara pari o superiore a 5,35 milioni dal 1° gennaio 2023;
- Per le opere di nuova costruzione e interventi su costruzioni esistenti di importo a base di gara pari o superiore a 1 milione, dal 1° gennaio 2025.

2.2 Il formato IFC

Il modello di dati Industry Foundation Classes (IFC) è il formato base per lo scambio di informazioni e dati dell'edilizia e dell'industria delle costruzioni, nelle fasi che caratterizzano il ciclo di vita del progetto tramite workflow openBIM all'interno del team. [12]

IFC “è una descrizione digitale standardizzata dell'ambiente costruito, inclusi edifici e infrastrutture civili. È uno standard internazionale aperto concepito per essere utilizzato da qualsiasi fornitore e utilizzabile su una vasta gamma di dispositivi hardware, piattaforme software e interfacce per molti casi di utilizzo diversi” secondo BuildingSMART che sviluppa anche gli oggetti su cui è basato questo formato di file aperto e neutrale. (RIF)

Per uno scambio di dati corretto in un progetto BIM, è essenziale rispettare determinati requisiti che sono definiti all'interno del EIR tenendo presente che non è possibile creare un file IFC universale per tutti i casi di utilizzo, ma è necessario tener conto dei requisiti specifici.

Questo formato si sposa perfettamente per progetti basati sulla metodologia BIM (Figura 14)

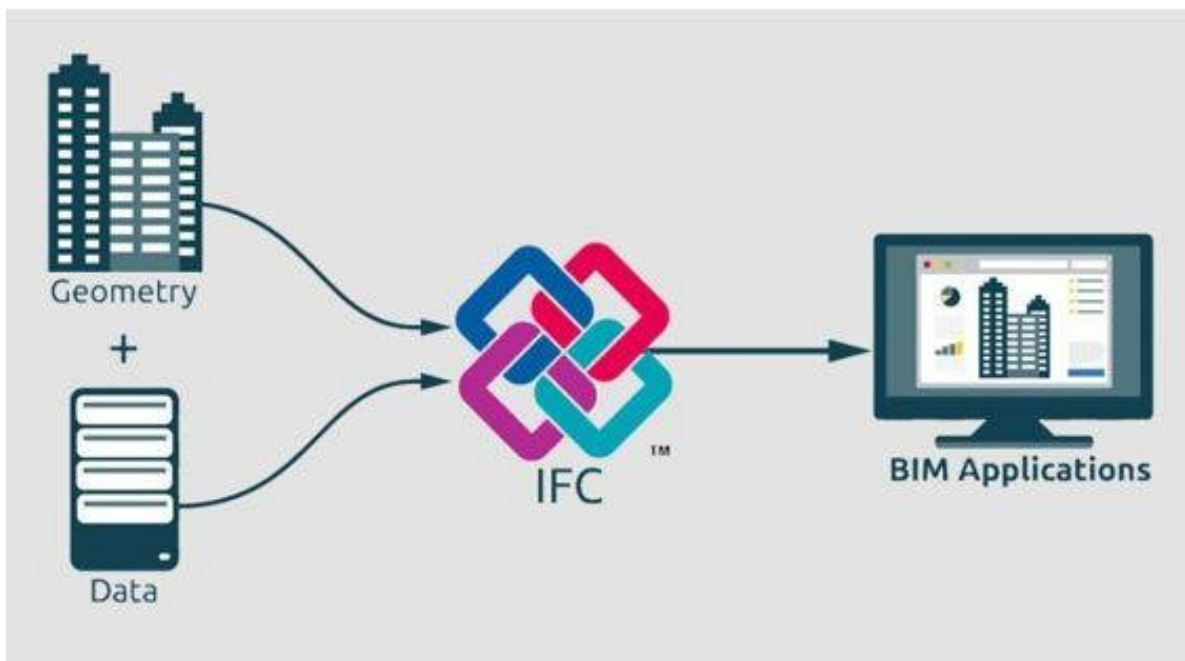


Figura 14- Immagine tratta da ibimi.it

La caratteristica principale del linguaggio IFC si trova nella sua capacità di standardizzare e codificare univocamente in maniera gerarchica le seguenti componenti di un modello BIM:

- caratteristiche e attributi, ad esempio le informazioni sui materiali e l'intero set di proprietà fisiche, chimiche e termiche, nonché le informazioni legate al colore.

- identità e semantica, ovvero il riconoscimento dell'oggetto in maniera meccanica tramite un identificativo univoco che ne riassume il nome, il tipo di oggetto e la sua funzione.
- relazioni in essere (in termini di posizionamento, collegamenti/conessioni ecc.):
 - tra i diversi oggetti che compongono il modello, come travi e pilastri in sistemi strutturali oppure muri e solai in sistemi architettonici.
 - tra i concetti astratti, come le attività di analisi attuabili attraverso il modello BIM (performance, costi, funzionamento impianti)
 - tra i processi (ad esempio attività manutentive oppure installazione dei componenti)
 - tra gli stakeholder che collaborano all'interno del progetto.

Prestando attenzione ad avere un “dizionario” per la traduzione degli aspetti sopra descritti, il risultato finale dell'IFC è quello di poter trasmettere (e archiviare) il modello informativo mantenendo intatte le logiche e le informazioni geometrico-documentali a esso connesse.

Le definizioni di IFC vengono regolarmente aggiornate e sviluppate da BuildingSMART International, è consigliabile quindi nella fase iniziale di un progetto definire anticipatamente quale versione utilizzare.

Nel paragrafo successivo, il 2.2.1 vengono identificate le versioni IFC attualmente disponibili, la più comunemente usata e quella presa in considerazione per il lavoro descritto in questa tesi.

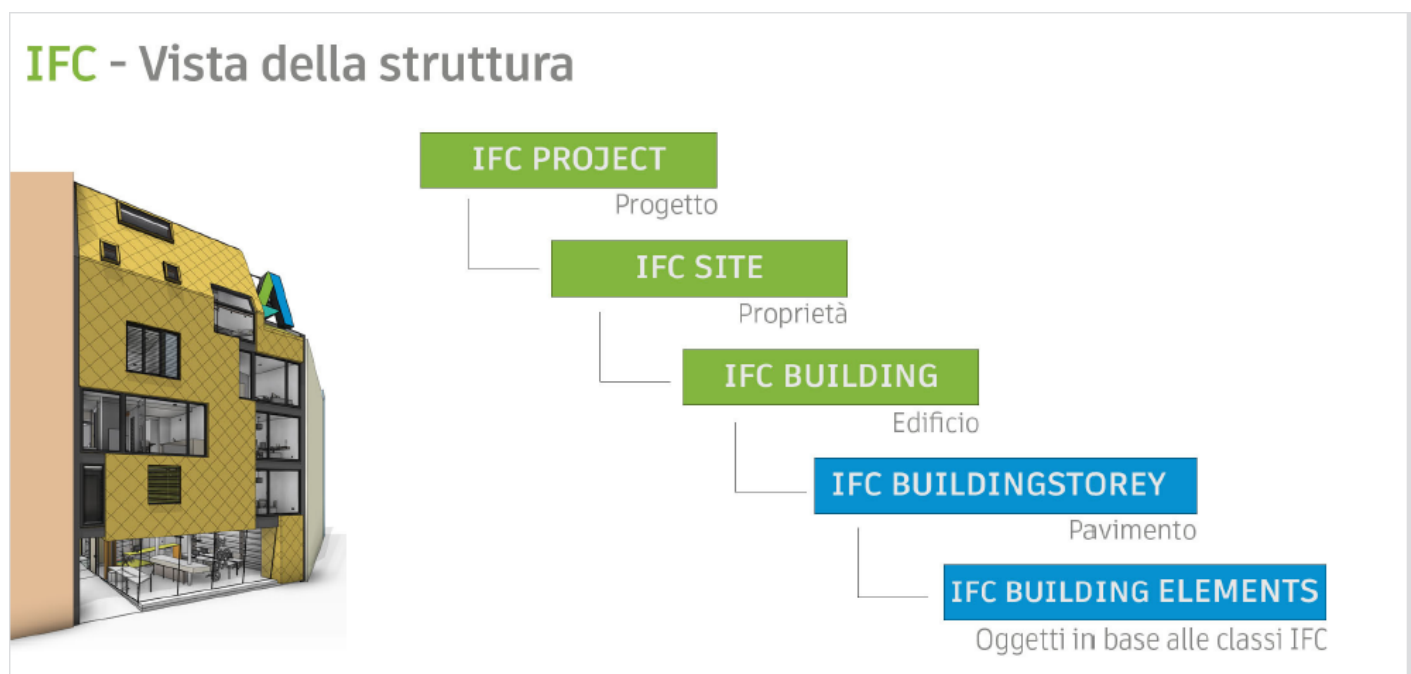


Figura 15- Struttura IFC

2.2.1 Versioni dello schema IFC

Lo schema dati IFC è rappresentato in formato alfanumerico e può essere memorizzato in diversi formati di file. Nel caso di formato IFC, attualmente sono in uso le seguenti versioni di schemi IFC [rif]: building smart tabella

- IFC 2×2, Si tratta di un formato ormai superato dalla maggioranza dei software presenti sul mercato ma in mancanza di un software che supporti le versioni più aggiornate può essere utilizzata questa versione.
- IFC 2×3, formato certificato e attualmente più diffuso in quanto maggiormente stabile e affidabile per le casistiche di utilizzo in attività di coordinazione.
- IFC 4, versione che possiede una migliore rappresentazione delle geometrie complesse. Essa include importanti miglioramenti dell'efficienza, maggiore coerenza dello schema, dimensioni di file notevolmente inferiori, definizioni estese per la creazione di elementi di servizio, modelli strutturali e di analisi, trasformazione del sistema di coordinate GIS, supporto dei modelli di gruppi di proprietà, riferimenti multilingue e integrazione con il dizionario dei dati BuildingSMART, miglioramenti generali della geometria (rastremazione nelle estrusioni, estrusioni arbitrarie, superfici non piane, etc.).
- IFC 4.3, ultima versione rilasciata aggiunge nuove famiglie specifiche nel campo edilizio, soprattutto nell'ambito del costruire orizzontale. Sarà quella utilizzata in questo lavoro.

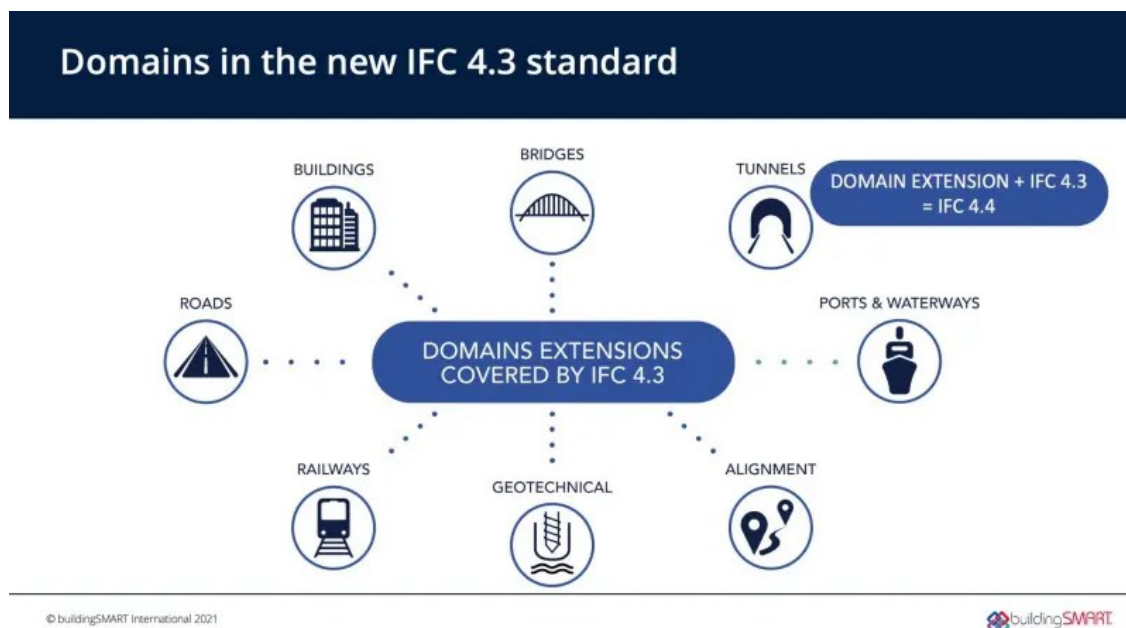


Figura 16 – Domini nel nuovo formato IFC 4x3

Le versioni sopra descritte sono frutto delle evoluzioni implementate nelle attività di ricerca e sviluppo nel corso degli anni (Figura 17).

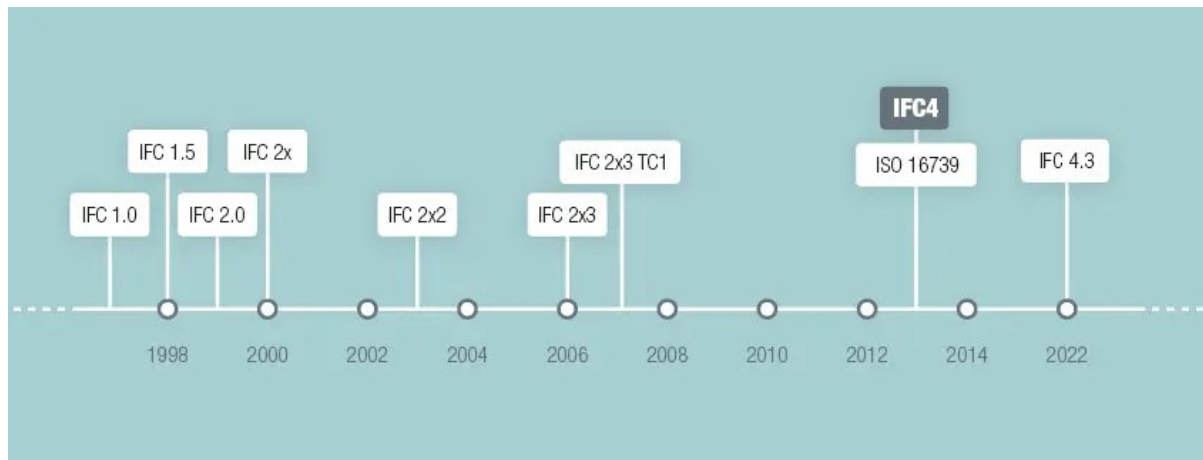


Figura 17 – Evoluzione versioni IFC

La corretta esportazione dei dati all'interno di un file IFC viene verificata da visualizzatori IFC. Per il lavoro di tesi si è utilizzato BIMvision: un visualizzatore IFC gratuito rilasciato da Datacomp società di sviluppo software polacca. Con esso si possono visualizzare modelli provenienti dai principali software BIM creati in formato IFC. Esso avrà un ruolo chiave nella tesi per la verifica delle informazioni esportate in file IFC dal modello Revit. Di seguito è mostrata l'interfaccia di BIMvision con evidenziati le voci "Gruppi" e "Proprietà" dalle quali verificare la correttezza del procedimento di esportazione (Figura 18)

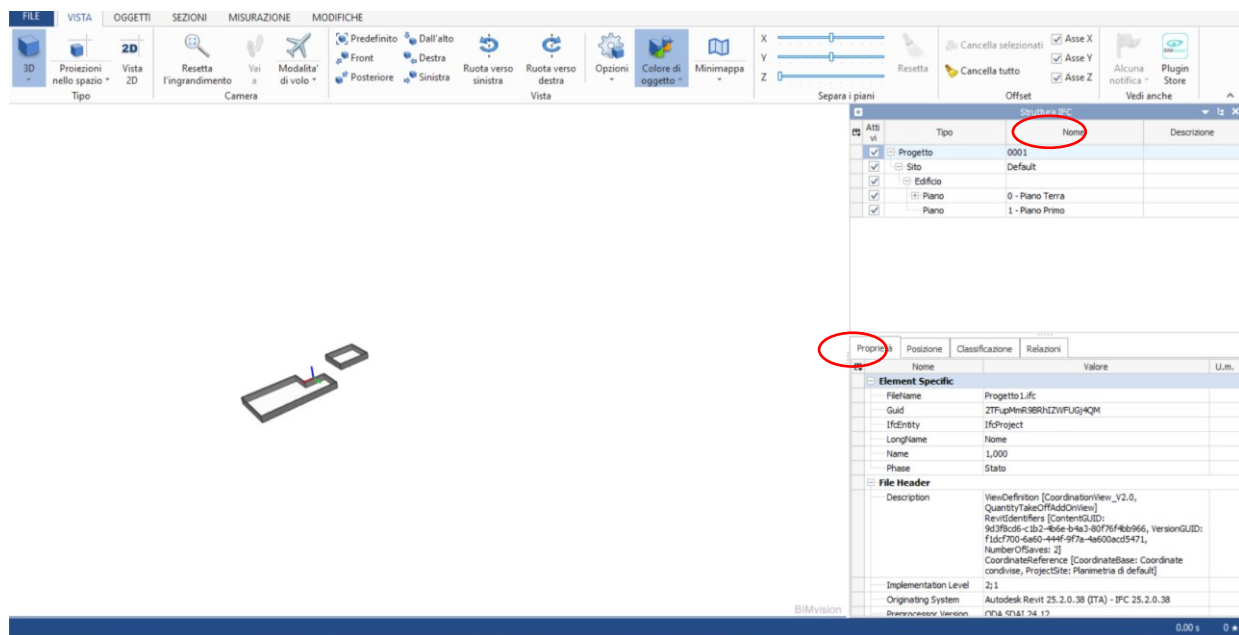


Figura 18 – Interfaccia BIMvision

Il limite nell'utilizzo dei formati IFC è riscontrato soprattutto al momento dell'import dei file: è stata riscontrata frequentemente la mancanza di completa sovrapposizione degli elementi alla lettura eseguita tramite un'altra tipologia di software. Considerando poi la continua implementazione del numero di oggetti e definizioni, a oggi non tutto ciò che è rappresentabile tramite i software di BIM Authoring è possibile poi rilevare in forma corretta all'export in IFC.

2.2.2 (MVD) Definizione dei modelli di vista

Uno dei concetti fondamentali relativi allo scambio di dati IFC sono le MVD. Si tratta di filtri dati che definiscono in modo accurato le informazioni grafiche e alfanumeriche da includere nello scambio di dati. Le MVD identificano quindi dei sottoinsiemi dello schema IFC che raggruppano determinate informazioni utili per specifici flussi di lavoro o usi.

Queste “viste filtrate” permettono di rendere più semplice il processo di scambio dati e di evitare la condivisione di nozioni inutili o ridondanti, seguendo procedure standardizzate. [13]

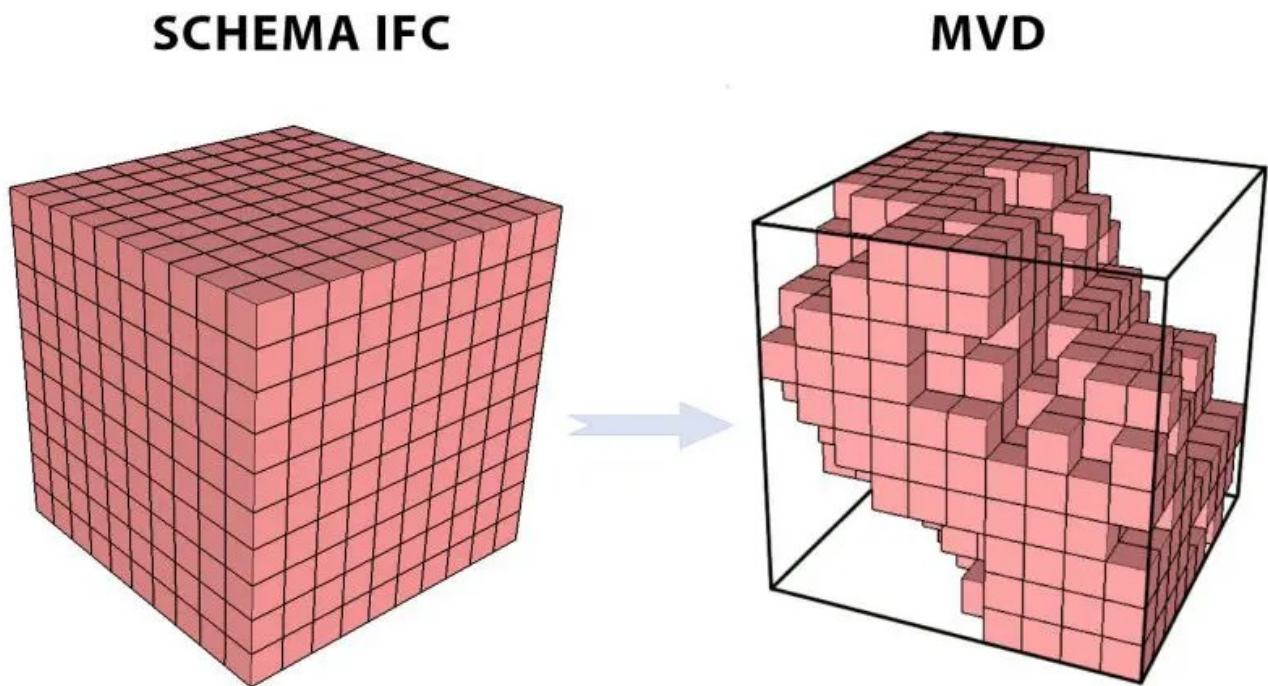


Figura 19 - Confronto tra lo schema IFC a sinistra e una MVD come sottoinsieme

La loro funzione ruota intorno ai dati e alle informazioni e alla necessità di scambiarle e trasferirle senza subire limitazioni e variazioni a seconda del software BIM che si utilizza. Scopo è quindi evitare la perdita di informazioni durante lo scambio tra software diversi. Per questo BuildingSMART International ha definito delle MVD certificate a seconda del formato scelto.

La tabella illustrata in figura 20 definisce tutte le MVD, il loro stato di pubblicazione e una breve descrizione.

IFC Schema	MVD Name	Status	Documentation	Summary
IFC4 ADD2 TC1	IFC4Precast	Final	Full documentation (zip)	Exchange of geometric information between CAD and MES systems for automated production of precast building components.
IFC4.2	Bridge Construction View	Draft	BRie 2017.10.24	Build and maintain bridges.
IFC4 ADD2 TC1	Reference View	Final	RV 1.2 HTML RV_1-2.mvdxml	Simplified geometric and relational representation of spatial and physical components to reference model information for design coordination between architectural, structural, and building services (MEP) domains
IFC4 ADD2 TC1	Design Transfer View	Draft	DTV 1.1	Advanced geometric and relational representation of spatial and physical components to enable the transfer of model information from one tool to another. Not a "round-trip" transfer, but a higher fidelity one-way transfer of data and responsibility.
IFC4 ADD2 TC1	Quantity Takeoff View	Draft	mvdXML	Estimate and track construction materials and costs.
IFC4 ADD2 TC1	Energy Analysis View	Draft	EV	Estimate and track energy usage and costs.
IFC4 ADD2 TC1	Product Library View	Draft	LV 0.1	Manufacturer product information and configurations.
IFC4	LandXML view		LandXML MVD 1.2	Basic buildingSMART MVD for LandXML v1.2.
IFC2x3 TC1	Coordination View	Final	CV 2.0	Spatial and physical components for design coordination between architectural, structural, and building services (MEP) domains
IFC2x3 TC1	Space Boundary Addon View	Final	SB 1.1	Identification and export of additional Space Boundaries (polygons which define the extents of a space's contact with directly adjacent surfaces [e.g. walls, floors, ceilings] and openings). Can be used for building energy analysis and quantity take-off.
IFC2x3 TC1	Basic FM Handover View	Final	Diagrams – Documentation	Handover of model information from planning and design applications to CAFM and CMMS applications, as well as the handover of model information from construction and commissioning software to CAFM and CMMS applications

Figura 20 - MVD certificate

Mentre IFC4 ha numerose nuove funzionalità rispetto ad IFC2x3, l'ambito di IFC4 Reference View è più ristretto rispetto ad IFC2x3 Coordination View ed è stato progettato per essere utilizzato come riferimento nel software BIM, oltre che naturalmente nei visualizzatori IFC e nel software di coordinamento. Importare una IFC4 Reference View in un editor BIM come Revit o usarla per altri casi di utilizzo, come la simulazione o l'analisi, in genere porta a risultati meno soddisfacenti.

2.3 La Metodologia di sviluppo dell'obiettivo della tesi

In questo paragrafo viene descritta la metodologia usata per il lavoro di tesi e poi applicata al caso studio (vedi Capitolo 3). Essendo quest'ultimo un Ospedale la modellazione viene indirizzata dalle prescrizioni contenute all'interno del DGR. Vengono di seguito tabellati i comandi utilizzati per la creazione dei modelli tramite il software Autodesk Revit.

N°	Comando	Descrizione procedimento
(1)	Locale	Architettura -> Su "Locali e Area" -> Selezionare "Locale"-> Posiziona locali automaticamente
(2)	Parametro condiviso	Gestisci -> Parametro di progetto -> Nuovo Parametro -> Cliccare "parametro condiviso" e poi "Seleziona" -> Su categoria "IFC Properties" scegliere il parametro desiderato -> OK -> Disciplina: Comune -> Tipo di dati: Testo -> Raggruppamento parametro: Parametri IFC -> Scegliere Categorie (Locali ed Informazioni sul progetto) -> OK
(3)	Importazione modello architettonico	Aprite Revit -> File -> Nuovo -> Modello architettonico -> Progetto -> Inserisci -> Collega Revit -> Si seleziona il progetto desiderato -> Sull'opzione Posizionamento selezionare "Automatico-Da origine interna a origine interna" -> Apri
(4)	Importazione modello architettonico	Aprite Revit -> File -> Nuovo -> Modello meccanico -> Progetto -> Inserisci -> Collega Revit -> Si seleziona il progetto desiderato -> Sull'opzione Posizionamento selezionare "Automatico-Da origine interna a origine interna" -> Apri
(5)	Visualizzazione nomi locali	Menù Proprietà -> Sostituzione visibilità -> Collegamenti Revit -> Spuntare "Sottostante e poi cliccare su "Vista host" -> Cliccare "Vista collegata" -> Applica -> OK -> Cliccare sulla pianta del modello -> Proprietà -> Modifica tipo -> Spuntare "Delimita locale"

(6)	Creazione vani	Analizza -> Vani e zone -> Cliccare “Vani” -> Posiziona vani automaticamente -> Analizza -> Denominazione vani -> Spuntare la voce “Nomi e numeri” -> OK
(7)	Creazione ARREDI	Architettura -> Su "Componente " -> Selezionare "Posiziona un componente"-> Posizionare
(8)	Creazione zona MEP	Analizza -> Vani e zone -> Cliccare “Zone” -> Selezionare “Aggiungi Vano” e scegliere vani della zona
(9)	Creazione circuito di mandata	Sistemi -> Attrezzatura meccanica -> Inserire “UTA” -> Livello 2 e aggiungere quota di 500
(10)	Immissione bocchettoni	Sistemi -> Bocchettone -> Inserire “M_Diffusore mandata, placca 600x600, connessione 300x300” -> Livello 2 sottrarre quota di 340
(11)	Creazione condotto	Sistemi -> Su Crea sistemi, selezionare “Condotto” -> Assegno il nome al circuito “Meccanico Aria di mandata 1” -> Connettore -> Tutte elementi connessi a UTA -> da 3D creo condotto
(12)	Visualizzazione Browser di Sistema	Vista -> Interfaccia utente -> Spuntare “Browser di sistema” -> Selezionare le voci “Sistemi” e “Meccanico”

2.3.1 I Modelli prodotti ed elaborati

Nel Piano di manutenzione, una delle prime informazioni che si deve trovare oltre all'identificazione univoca dell'opera è la sua collocazione spaziale. Si deve quindi avere spazi ben modellati e univocamente identificati. La modellazione degli spazi nel modello architettonico di partenza è stata eseguita secondo una logica descritta di seguito.

Partendo dal progetto “2023.ott_REVxRina_Pergola_Arch_ModCentrale_finale.rvt” e re-importato su un nuovo modello in Revit, si sono ricreate, tramite i comandi “Muro: Architettonico” (Figura 21) e “Pavimento: Architettonico” (Figura 22) le nuove piante comprendenti gli spazi dei locali.

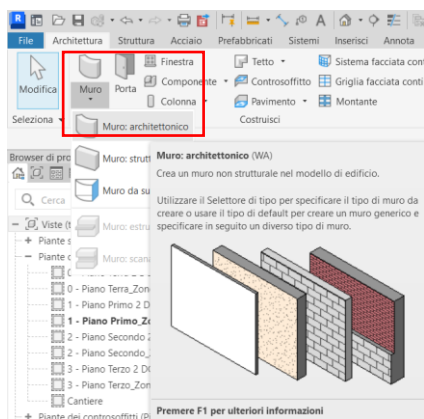


Figura 21 – Comando Muro

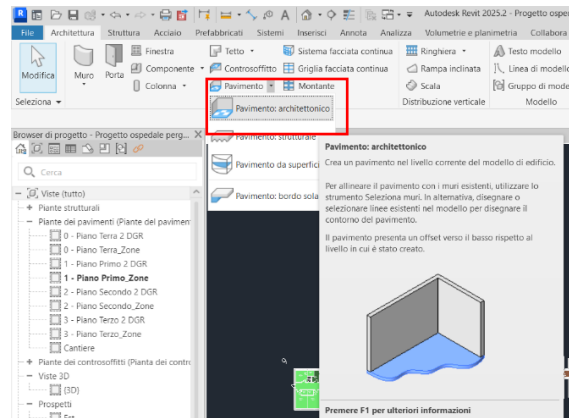


Figura 22 – Comando Pavimento

Viene diviso poi l'edificio in reparti, sotto reparti e locali come da requisiti del DGR e viene stabilita una codifica per nominarli. Importante è stato inserire i parametri, che facendo riferimento alle entità definite da BuildingSMART, permettono, quando vengono esportati, di trasferire con loro le informazioni acquisite su Revit e mantenere la gerarchia data anche sul formato IFC. Di seguito vengono illustrati i parametri di progetto impostati (Figura 23) e l'interfaccia di Revit che illustra il procedimento pratico per il loro inserimento. (Figura 24)

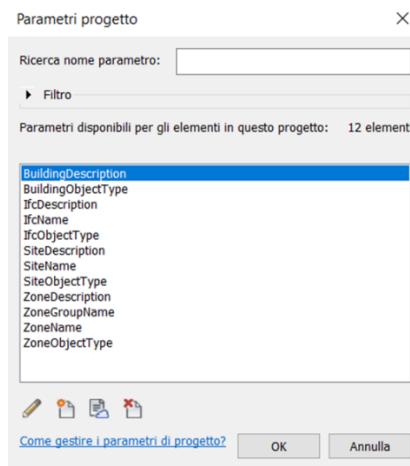


Figura 23 – Parametri Inseriti

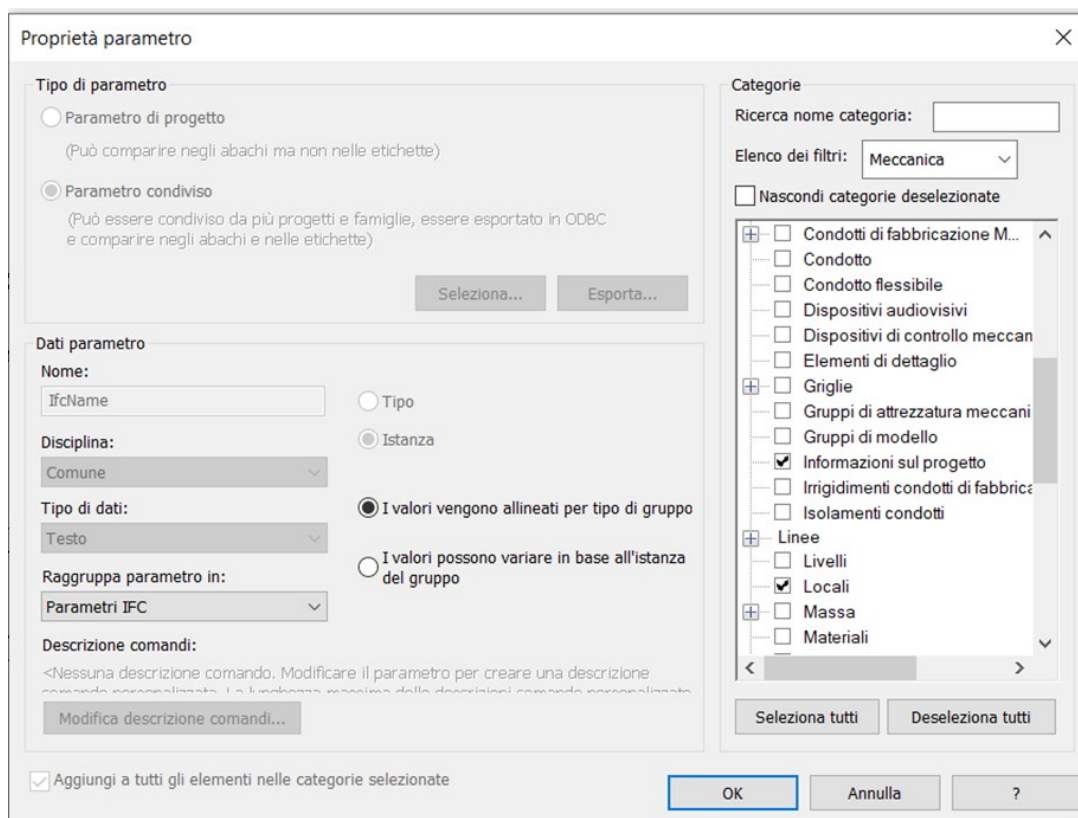


Figura 24 – Procedimento di inserimento dei parametri

Parlando di gerarchia bisogna fare un passo indietro e richiamare alcuni concetti per meglio chiarire [14].

Entità IFC

In un modello IFC, le informazioni di progetto rappresentate da un insieme di Entità IFC, come Tipo IFC, Attributo, Assegnazione, Prodotto Tipo. Ogni entità IFC include un numero di attributi fisso, più un numero qualsiasi di proprietà aggiuntive IFC.

Modello IFC

Un modello IFC è composto da entità IFC costruite in un ordine gerarchico. Ogni livello dell'edificio (IfcBuildingStorey) ha il suo piano corrispondente in Revit. Quindi, per impostazione predefinita, la gerarchia modello IFC li elenca sotto l'IfcBuildingStorey con lo stesso nome del piano ospite dell'elemento.

Elementi Spaziali IFC

Gli Elementi Spaziali IFC sono IfcProject, IfcSite, IfcBuilding, IfcBuildingStorey. Questi si trovano in cima alla Gerarchia del Gestore Progetto IFC.

Le prime tre entità sono rappresentate una sola volta per ogni file IFC.

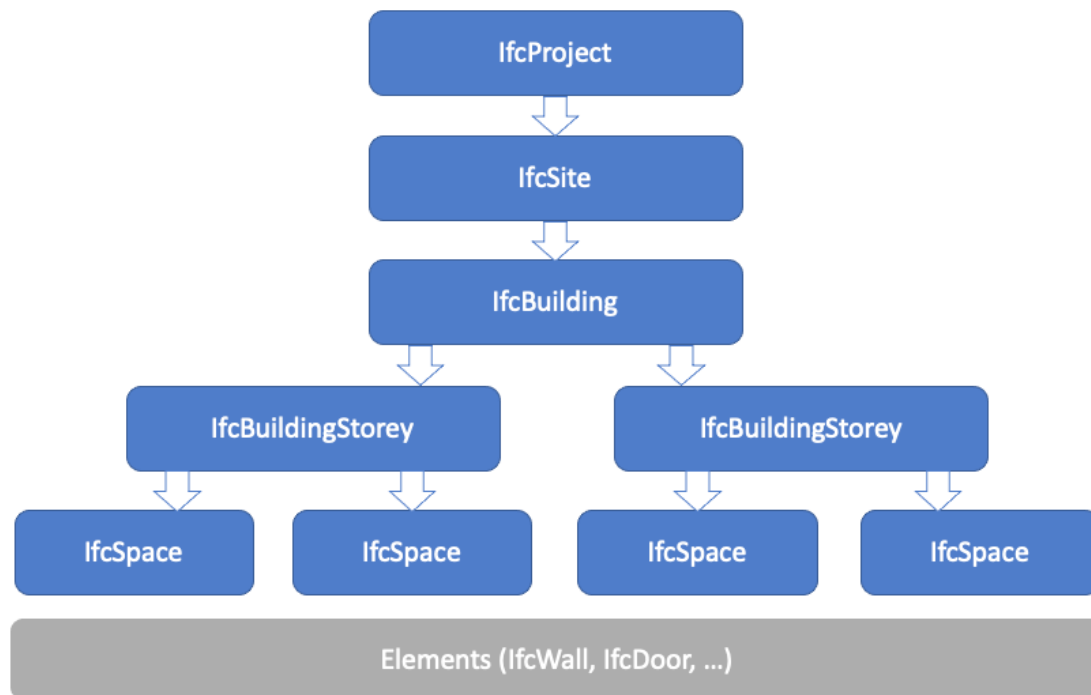


Figura 25 – Schema IFC

IfcProject

L'entità di primo livello è generalmente il contenitore principale della struttura ad albero dei visualizzatori IFC. Non sono definiti Pset e non è possibile associare Pset personalizzati in questo livello, ma il progetto include alcune proprietà quali *IfcDescription*, *IfcObjectType*, Stato del Progetto, Nome del Progetto e Numero del Progetto che possono essere compilate manualmente a seconda delle necessità del progetto.

IfcSite

Il secondo livello rappresenta il sito e posizione geografica del *IfcProject*. In uno scenario senza topografia è possibile aggiungere anche le proprietà principali alle Informazioni sul Progetto dal file dei parametri condivisi quali *SiteName*, *SiteDescription*, *SiteLandTutleNumber*, *SiteLongName* e *SiteObjectType*.

IfcBuilding

Il terzo contenitore è anche il primo contenitore spaziale, che rappresenta l'edificio ed è definito anche nelle informazioni sul progetto. È possibile aggiungere altre proprietà supportate dal file dei parametri condivisi cercando le proprietà quali BuildingDescription, BuildingLongName e BuildingObjectType che iniziano con "Building".

IfcBuildingStorey

Il quarto contenitore equivale ai piani effettivi dell'edificio e ospita gli elementi di costruzione, come muri o arredi. Dal momento che Revit spesso include molti livelli di riferimento che non rappresentano la struttura dell'edificio, nelle proprietà di ciascun livello è presente l'opzione "Piano Edificio", che definisce se il livello verrà esportato o meno. Se questa opzione è attivata, il livello verrà esportato in IFC. In caso contrario, verrà ignorato. Gli elementi che in Revit sono assegnati ad un piano che non corrisponde ad un piano dell'edificio vengono assegnati automaticamente al piano immediatamente inferiore. Se non esiste un piano immediatamente inferiore, vengono assegnati al piano immediatamente superiore. Ogni progetto deve avere almeno un Piano Edificio.

Tipo IFC

Tipo IFC è un tipo di entità IFC che raggruppa gli elementi del modello IFC in una struttura gerarchica, rappresentata dalla struttura ad albero nel progetto IFC. Quando un modello viene esportato in formato IFC, a ciascuno dei suoi elementi ed entità viene assegnato un Tipo IFC.

Tipo di prodotto IFC

Un Tipo di prodotto IFC definisce un particolare stile/tipo di altre entità correlandosi con esse tramite Attributi e Proprietà IFC comuni.

Contenitore IFC

Il contenitore IFC (oggetto che mette in relazione gli IfcRelAggregates) è un'entità IFC che non ha una sua geometria dei corpi, che contengono tutti i dati relativi alla geometria e alla struttura.

Attributi IFC

Gli Attributi IFC sono i principali identificatori delle Entità IFC. I nomi degli Attributi IFC sono fissi, essendo stati definiti da BuildingSMART nel contesto del codice standard IFC. La maggior parte di questi nomi di Attributo IFC sono derivati dal progetto.

- GlobalId: Identificatore Globale Univoco nel modello IFC
- Nome: il suo valore 'predefinito di fabbrica', (Name)
- Descrizione: un testo descrittivo opzionale. (Description)
- Tipo oggetto: un testo opzionale per la definizione del sottotipo di un elemento o per aggiungere ad esso informazioni sul tipo. (ObjectType)

Alcuni attributi sono stati già elencati nei IfcProject, IfcSite e IfcBuilding, altri si vedranno poi negli spazi e zone.

Assegnazioni IFC

Le Assegnazioni IFC (IfcRelAssigns) definiscono la relazione tra gli elementi del progetto. Ciascun tipo di assegnazione può avere un suo proprio Attributo IFC. I principali tipi di assegnazione dello standard IFC sono i seguenti:

- Gruppo IFC (IfcGroup): usare questo per raggruppare assieme tutti gli elementi del progetto (elemento edilizio, piano ecc.). Il raggruppamento per gerarchia multilivello è disponibile per le assegnazioni IfcGroup.
- Zona IFC (IfcZone): usare questo per raggruppare gli elementi IfcSpace. Il raggruppamento per gerarchia multilivello è disponibile anche per le assegnazioni IfcZone.
- Sistema IFC (IfcSystem): usare questo per raggruppare qualsiasi elemento del progetto (specialmente gli elementi MEP) in un sistema gerarchico, usando i sistemi definiti del Modellatore MEP.

IfcSpace

Un IfcSpace (spazio) rappresenta un'area (locale) o un volume (vano) delimitato effettivamente o teoricamente. Gli spazi fanno parte degli Elementi spaziali e forniscono determinate funzioni all'interno di un edificio. Uno spazio è associato ad un piano dell'edifici, ma può estendersi su più spazi collegati. Per gli spazi vengono utilizzati gli attributi IfcName (Nome), IfcDescription (Descrizione) e IfcObjectType (Tipo di oggetto), dove:

- IfcName contiene il nome univoco dello spazio del piano.

- IfcDescription contiene qualsiasi campo informativo aggiuntivo specificato dall'utente.
- ObjectType contiene il tipo di spazio, ovvero solitamente la categoria funzionale dello spazio.

IfcZone

Un IfcZone (zona) è un gruppo di IfcSpace o altre zone per definire un'area di un edificio. Questi spazi possono essere adiacenti o meno. Una zona non ha una propria rappresentazione della forma. Gli IfcSpace sono raggruppati in una IfcZone utilizzando la relazione oggettivata IfcRelAssignsToGroup come specificato nel tipo IfcGroup. Per le zone vengono utilizzati gli attributi ZoneName (Nome zona), ZoneLongName (Nome lungo zona), ZoneDescription (Descrizione zona) e ZoneObjectType (Tipo di oggetto zona), dove:

- ZoneName contiene il nome univoco della zona del piano.
- ZoneLongName contiene il nome quando è presente un codice per ZoneName.
- ZoneDescription contiene qualsiasi campo informativo aggiuntivo specificato dall'utente.
- ZoneObjectType contiene il tipo di zona, ovvero solitamente la sua categoria funzionale.

IfcGroup

L'IfcGroup (gruppo) è una generalizzazione di qualsiasi gruppo arbitrario. Un gruppo è una raccolta logica di oggetti. Pertanto, un gruppo è un'aggregazione sotto alcuni aspetti di raggruppamento non geometrici/topologici. Esso viene considerato come un raggruppamento di IfcZone. Per il gruppo di zone viene utilizzato l'attributo ZoneGroupName che indica il nome al gruppo.

In Figura 26 è indicata la gerarchia fornita da BuildingSMART per le tre entità utilizzate per questo lavoro di tesi, dove all'interno degli IfcZone sono presenti gli IfcSpace.[15]

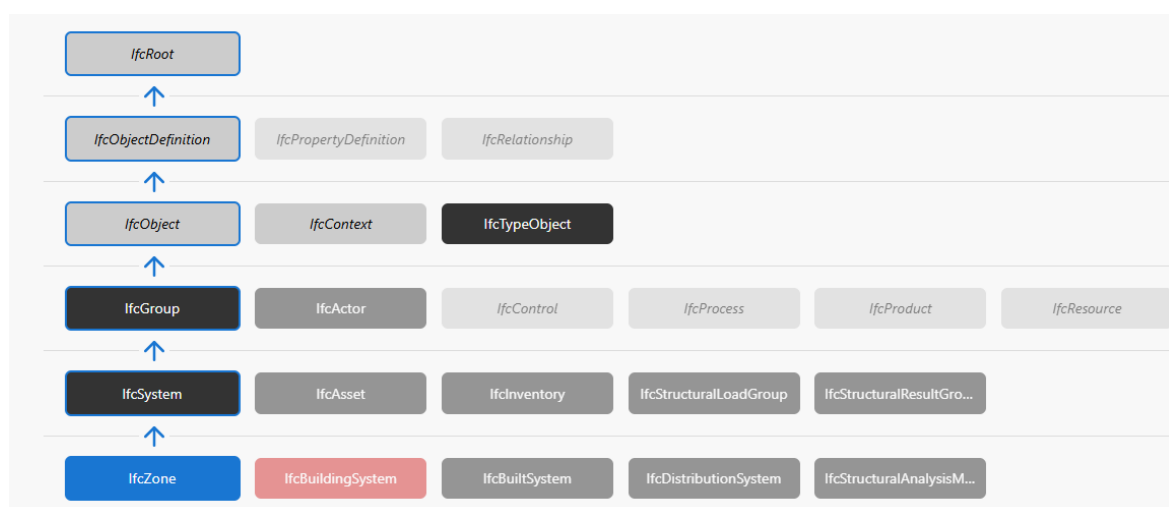


Figura 26– Gerarchia da BUILDINGSMART

Prima di passare avanti bisogna fare una considerazione, non sempre nei progetti, le parti dell'opera sono comprese nell'opera stessa, a volte, soprattutto nei grandi appalti, troviamo più edifici oggetto di intervento o semplicemente centrali termiche esterne, zone adibite a parcheggi con impianti, isole ecologiche e altro. Bisogna quindi modellare anche il contesto in cui ci troviamo ad operare per dare un maggiore ordine e completezza al tutto.

Come ultimo step della modellazione architettonica si va quindi a creare delle “Masse locale” per ogni zona esterna di nostro interesse.

Di seguito si riportano i passaggi per l'inserimento di “Masse Locale”:

1. Sezione “Volumetrie e planimetrie” -> “Massa Locale” -> Inserire il nome e posizionare nello spazio.

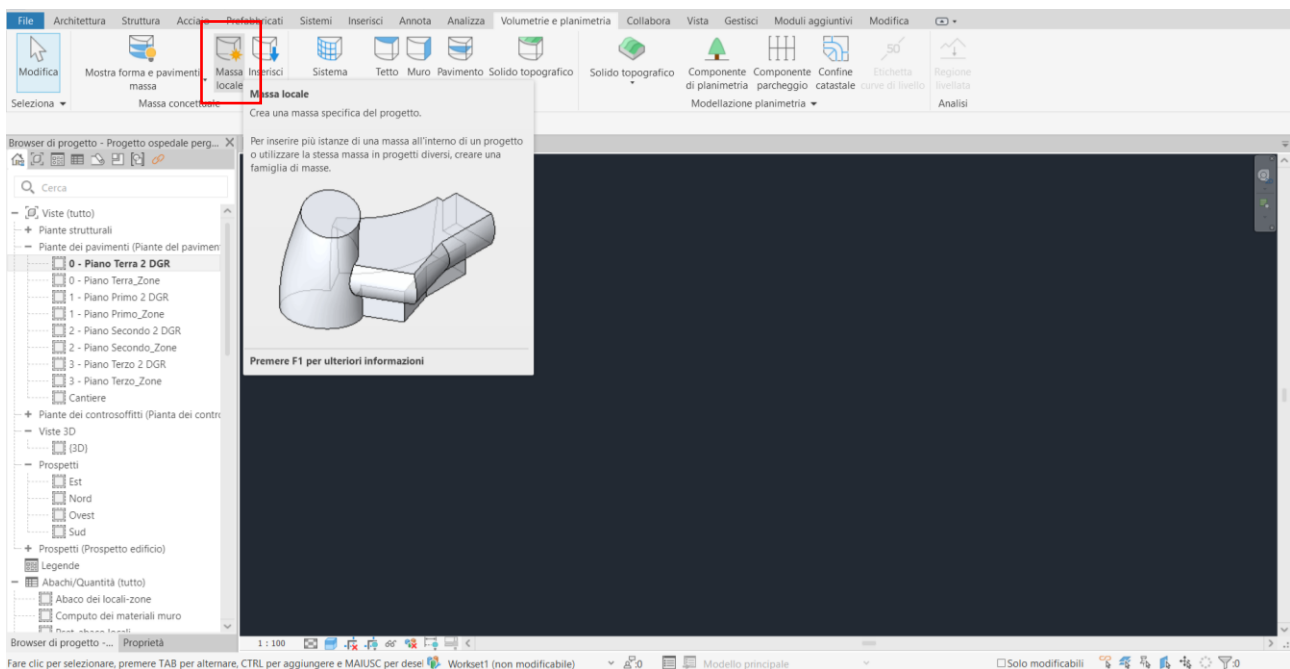


Figura 27 – Step 1

2. Si modifica la geometria desiderata cliccando sulla Massa, e andando su “Modifica dinamica” -> “Crea Solido”.

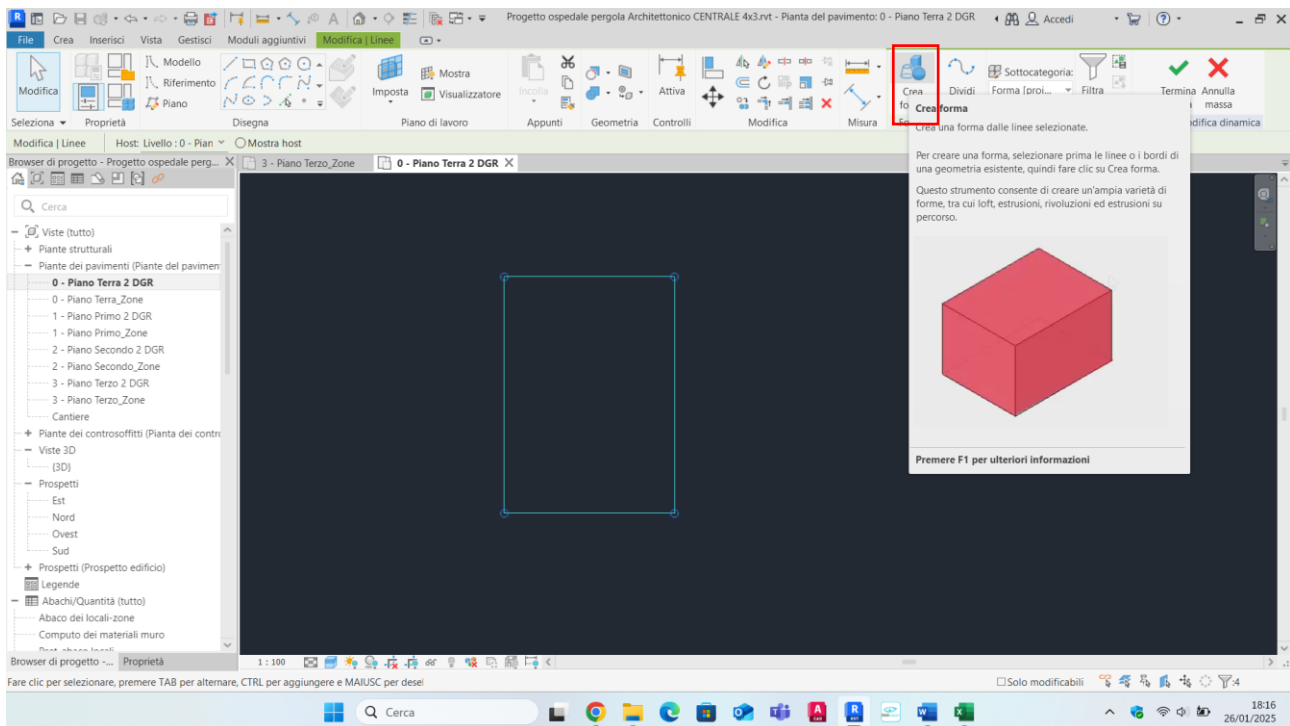


Figura 28 – Step 2

3. Su Proprietà Massa, su Pavimenti di massa andare a indicare il livello sul quale desideriamo inserirla.

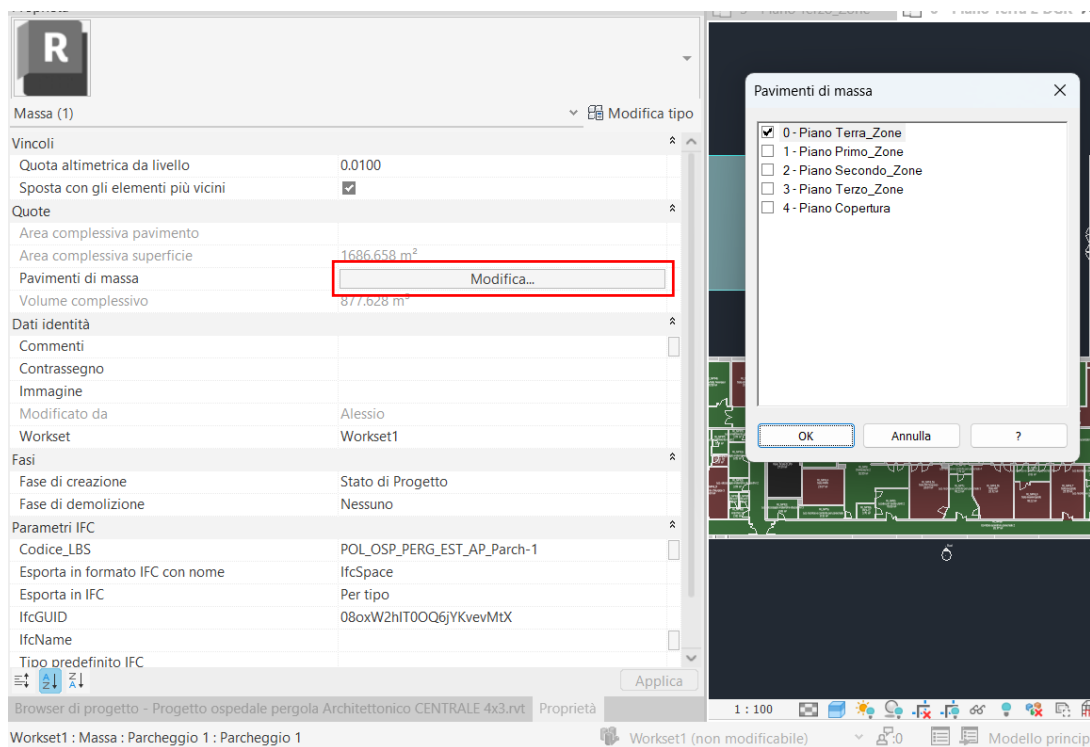


Figura 29 – Step 3

Si sono create così le Masse che identificano le componenti esterne dell'opera alle quali possiamo associare qualsiasi parametro desiderato con il procedimento visto all'inizio del paragrafo.

Importante è ora però un ultimo passaggio, così modellata la massa non verrà esportata in formato IFC a meno che dalle proprietà non si vada ad impostare l'esportazione, forzando la procedura. I passaggi sono i seguenti:

- Aprire “Proprietà Famiglia”
- Cliccare sui tre puntini vicino a “Esporta in formato IFC con nome”
- Impostare l'entità scelta cercando in elenco e scegliendo versione IFC desiderata (Figura 30)

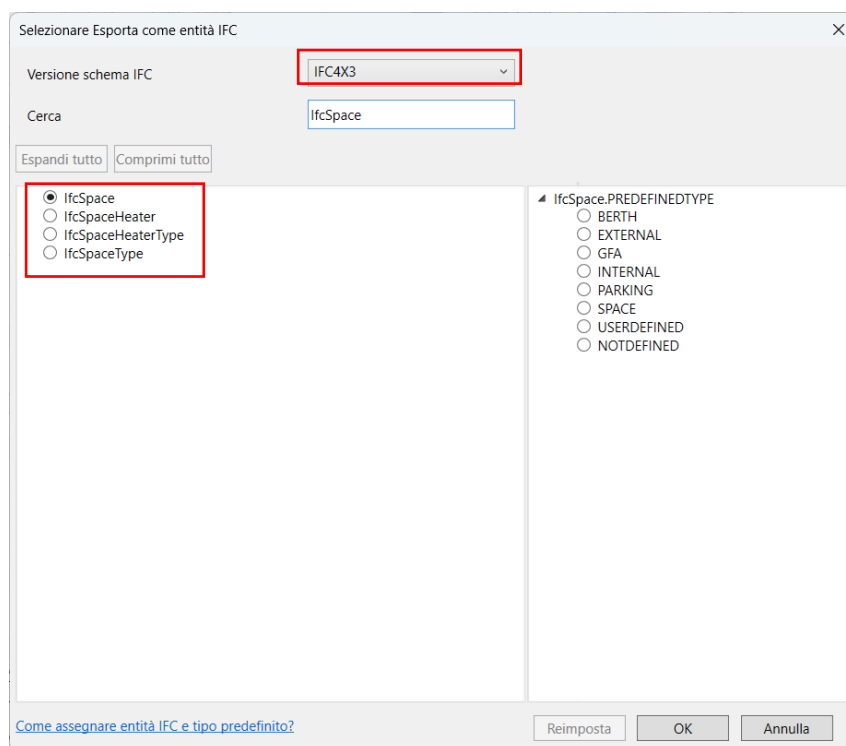


Figura 30 – Step di esportazione della massa

Il risultato di quanto descritto è illustrato nella Figura del capitolo 3.

Modellato correttamente bisogna ora identificare in maniera univoca gli spazi. Si va ad associare un ulteriore parametro chiamato Codice_LBS. Questo parametro consiste in un codice alfanumerico derivante dalla gerarchia spaziale modellata in precedenza e illustrata in Figura 31.

COMPLESSO	ORGANISMO EDILIZIO/INFRASTRUTTURALE	AREA / SERVIZI / COLLEGAMENTI (piano)	UNITA' OPERATIVA / ZONA (ZoneGroupName)	SOTTO-REPARTO / SOTTO-ZONA (ZoneLongName)	NOME DEL LOCALE (Space)	CODICE LBS
-----------	--	---	--	--	----------------------------	------------

Figura 31 – Gerarchia dei locali

Segue un esempio esemplificativo per spiegare il ragionamento dietro alla scrittura.

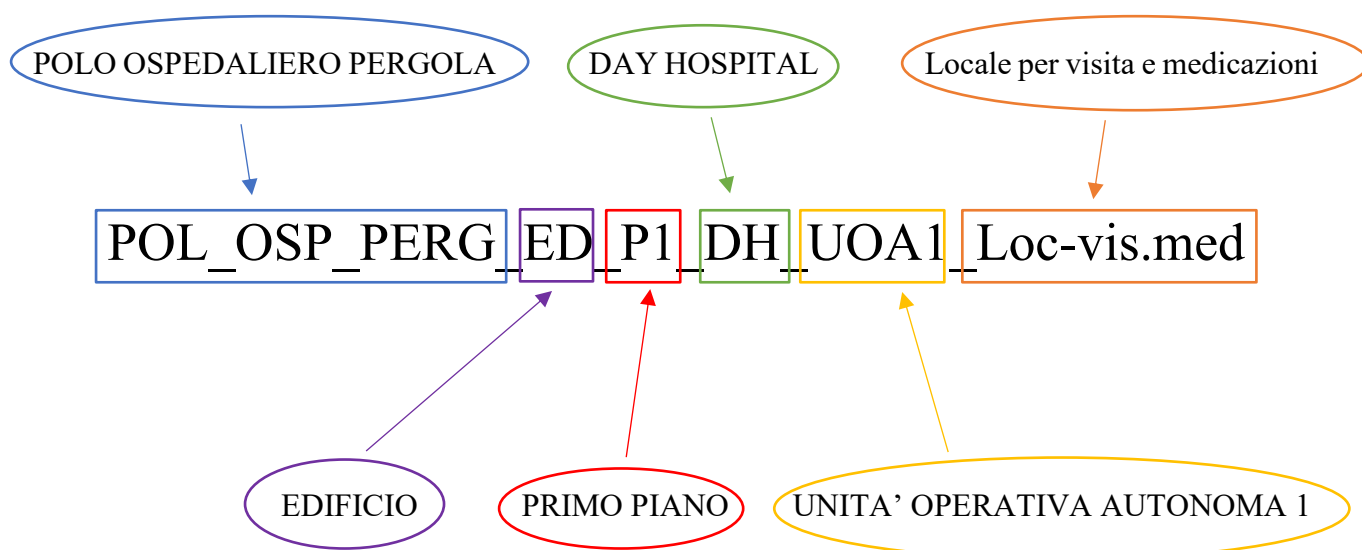
Prendiamo il locale da noi nominato “Locale per visita e medicazione” posizionato al primo piano del nostro caso studio. Le informazioni utili:

1. Complesso: POLO OSPEDALIERO DI PERGOLA
2. Organismo edilizio: EDIFICIO
3. Area: PRIMO PIANO
4. Zona: DAY HOSPITAL
5. Sotto-Zona: UNITA' OPERATIVA AUTONOMA 1
6. Nome locale: LOCALE PER VISITA E MEDICAZIONE

Si prenderanno per i punti 1 e 6 le prime lettere di ogni parola contenuta così da avere approccio più intuitivo, diretto e completo dell'identificazione, mentre per i punti 2,3,4 e 5 solo le lettere iniziali.

Il codice LBS del locale sarà: **POL_OSP_PERG_ED_P1_DH_UOA1_Loc-vis-med**

Graficamente è spiegato come l'informazione influenzi il codice.



2.3.1.1 Il modello degli arredi tecnici

Tramite il procedimento schematizzato nei comandi (3) e (5) della tabella nel paragrafo 2.3, viene collegato il modello architettonico con codice LBS ad un nuovo modello.



Figura 32- Collegamento file Revit

Dopo aver scelto il file si avrà una base per la modellazione futura. Quanto detto è rappresentato in Figura ... Dopo aver creato i “Vani”, comando (6), e associato ad ognuno di essi una nuova etichetta si passa all’inserimento della famiglia di arredo tecnico scelta “Medical_All_ARJO_ENTERPRISE-8000_Patient_Bed_Citadel”. Importante è ora lavorare con la proprietà “Punto di calcolo locali” (rif) secondo questo schema: [16]

- *Aprire la famiglia arredo tecnico.*
- *Cliccare “Modifica famiglia”*
- *Rendere visibile il punto di calcolo locali spuntando la proprietà stessa.*
- *Spostare il punto di calcolo.*
- *Salvare le modifiche nella famiglia*
- *Ricaricare la famiglia nel progetto*

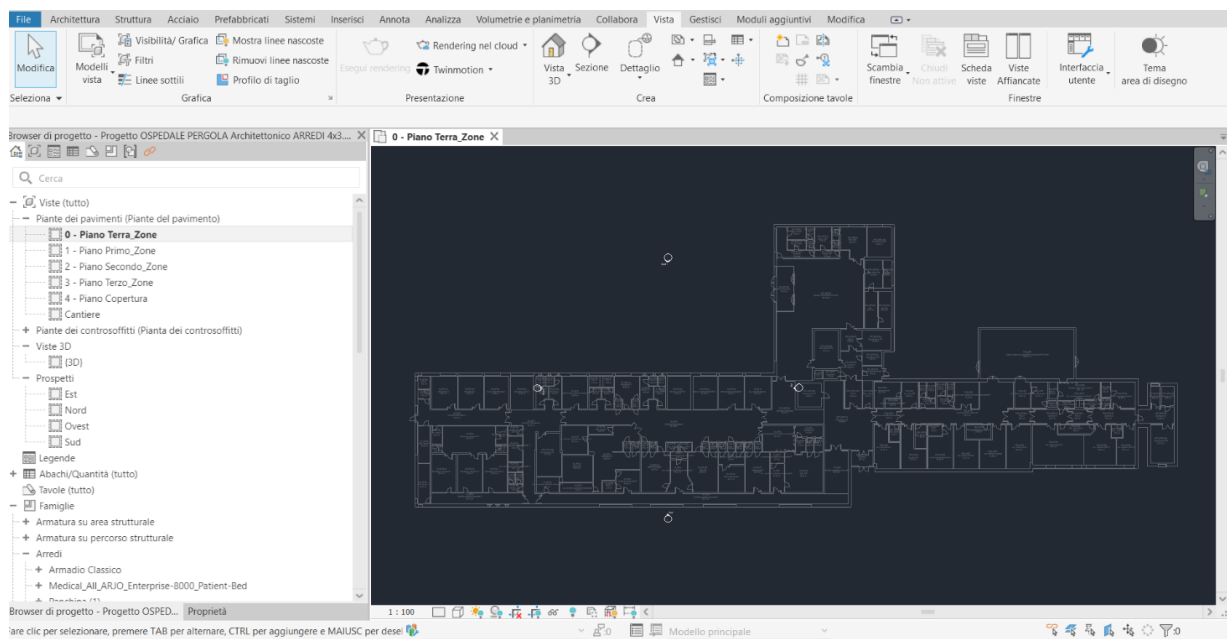


Figura 33 - modello con collegamento

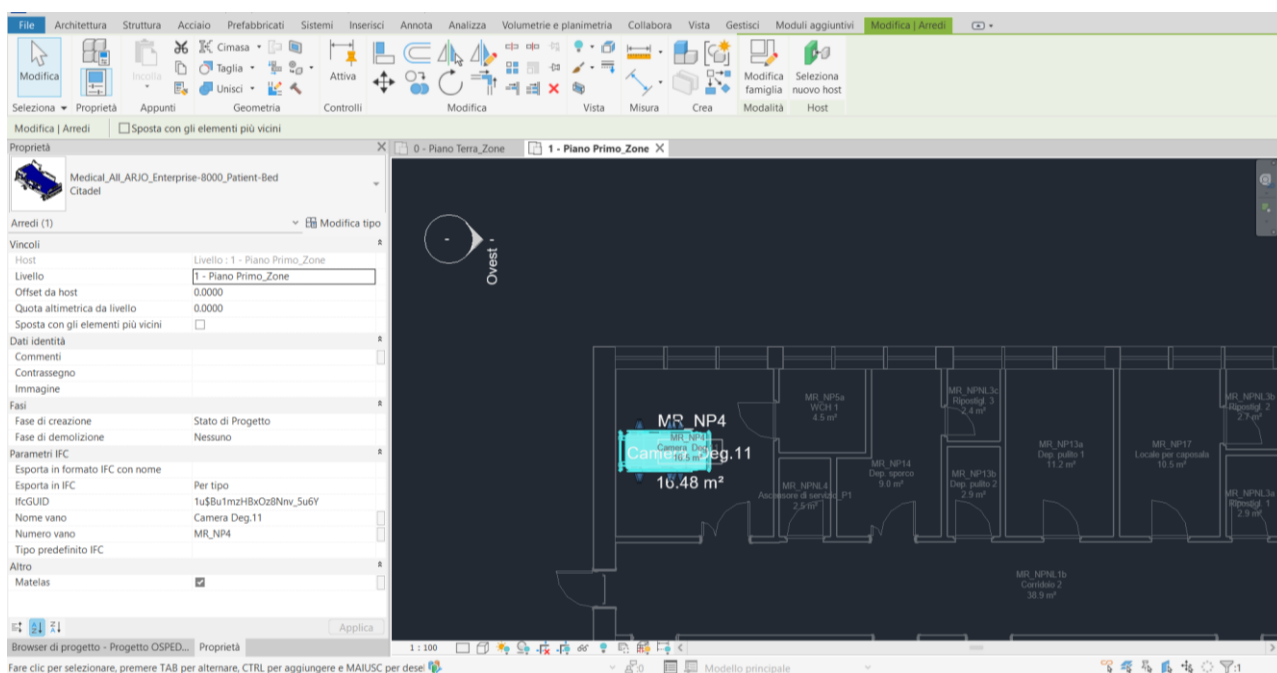


Figura 34 - Famiglia dell' arredo tecnico scelta

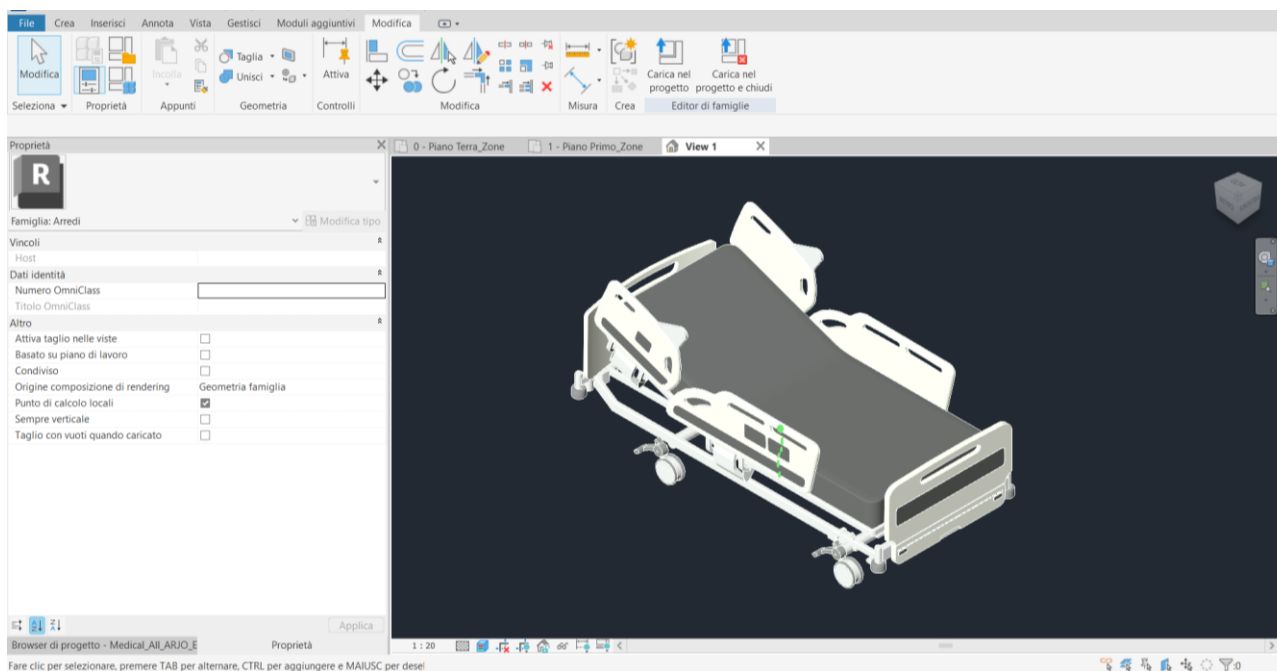


Figura 35 - Punto di calcolo locali

Ulteriore step di connessione tra ambiente e elemento è stato quello di associare i parametri “Codice_LBS”, “Nome vano” e “Numero vano” alla famiglia.

2.3.1.2 Modello MEP: Unità Trattamento Aria

Dal punto di vista impiantistico, il DGR prevede dei requisiti minimi impiantistici che seguono delle prescrizioni precise in base all'impianto. Ad esempio, per il sistema di ventilazione meccanica preso in esame nel caso di studio, occorre valutare quattro parametri che sono: temperatura interna estiva, temperatura interna invernale, umidità relativa e cambiamenti d'aria all'ora (vedi par. 3.4).

I vani sono simili ai locali ma utilizzati per le analisi dei volumi e dei carichi di riscaldamento e raffreddamento nelle discipline MEP in quanto contengono i parametri che mantengono informazioni sulle aree in cui sono stati posizionati. A livello di entità e gerarchia il vano si comporta come uno IfcSpace. Per introdurre i vani e nominarli automaticamente occorre prendere il modello architettonico e importarlo su un modello impiantistico in Revit MEP. Si seguono quindi in successione le istruzioni dei comandi (4), (5) e (6) della tabella nel paragrafo 2.3. Il raggruppamento degli spazi MEP con zone HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) creerà un IfcZone nell'IFC esportato. È inoltre possibile esportare i parametri di queste zone HVAC nell'insieme di proprietà PSet_ZoneCommon o in qualsiasi altro nuovo insieme di proprietà. Realizzati i vani, si passa alla creazione di zone HVAC tramite il comando (8), Figura 36.

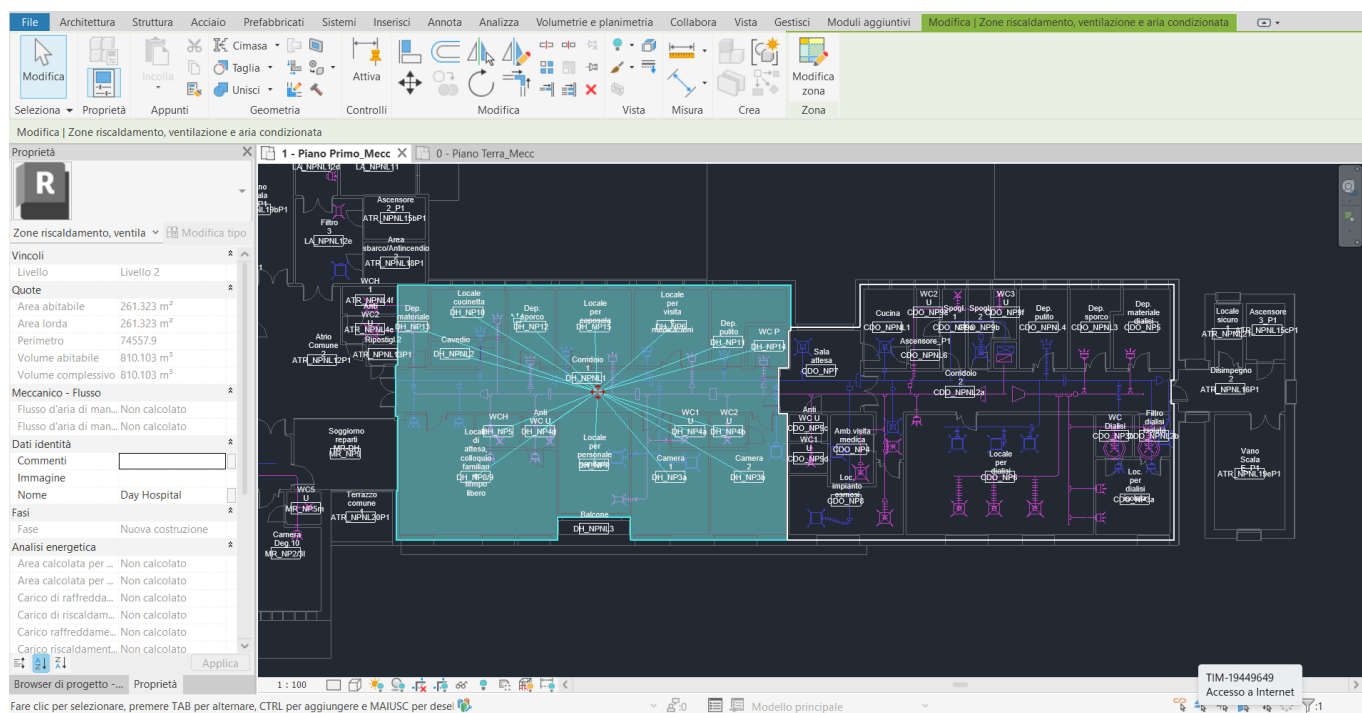


Figura 36 – Creazione della Zona MEP

Si passi ora alla modellazione del sistema HVAC tramite l'UTA (IfcSystem), i relativi terminali (IfcAirTerminal) e i condotti (IfcDuctSegment).

Per la modellazione del sistema HVAC, si realizza un sistema meccanico UTA (Unità di Trattamento dell'Aria) che è una sezione specifica del sistema HVAC avente lo scopo di garantire una determinata qualità dell'aria all'interno degli edifici favorendo l'ingresso di un flusso d'aria esterno privo di eventuali elementi inquinanti quali polveri e pollini, così da regolare la temperatura, l'umidità e la qualità dell'aria all'interno degli edifici, che non sono altro che i parametri richiesti dal DGR nei requisiti minimi impiantistici generali per quanto riguarda l'impianto di condizionamento ambientale. L'UTA è composta da due circuiti: quello di Mandata e quello di Ritorno (o Aspirazione).

Per realizzare un circuito di mandata si seguono i passaggi del comando (9). Così facendo si è introdotto l'unità alimentata da ventilatore parallelo, poi si introducono i bocchettoni nei vani tramite il comando (10). Posizionati i bocchettoni desiderati, selezionare i bocchettoni e poi con il comando (11) si crea il sistema condotto. Ci sono due modi per creare il condotto: o tramite "Disegna condotto" / "disegna condotto flessibile" (per muoversi su diversi livelli) oppure selezionando i bocchettoni è possibile selezionare "Genera Layout", e scegliendo tra le opzioni "Rete, Intersezione e Perimetro", scegliere la soluzione migliore del condotto, dove in blu è la linea principale e in verde la linea secondaria.

La correttezza della modellazione si può avere in maniera diretta ma usando due "metodi di verifica":

- Restituzione grafica su interfaccia Revit; nella Figura 37, si nota come il nostro impianto sia caratterizzato da tre colori: rosa, blu e bianco. Il colore rosa viene associato ad un condotto, o ad elementi, correttamente collegati ad un sistema di ritorno. Il colore blu viene associato ad un condotto, o ad elementi, correttamente collegati ad un sistema di mandata mentre il colore bianco indica che quel particolare elemento è stato modellato male, è "Non definito" e quindi bisogna intervenire per correggerlo.

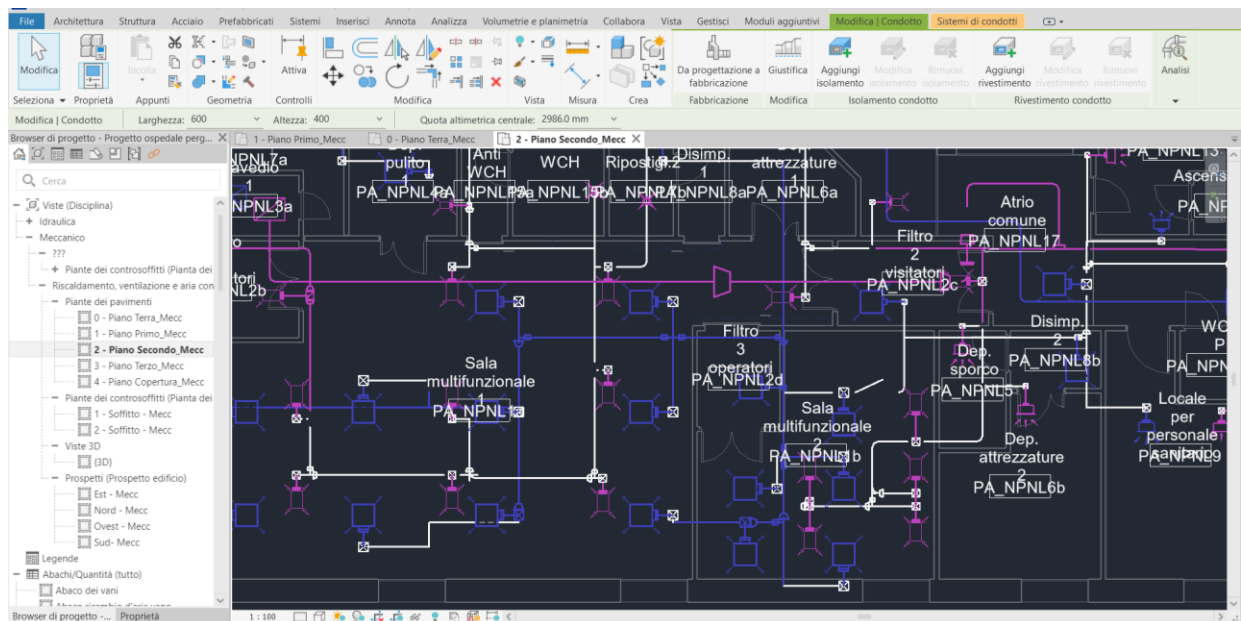


Figura 37 – Creazione degli impianti

- Interrogazione “Browser di sistema”; si aprirà un menù a tendina nel quale saranno indicati tutti i componenti impiantistici del file di lavoro, divisi in “Assegnati” e “Non assegnati”. Facile sarà quindi intervenire selezionare quelli erroneamente modellati. (Figura 38)

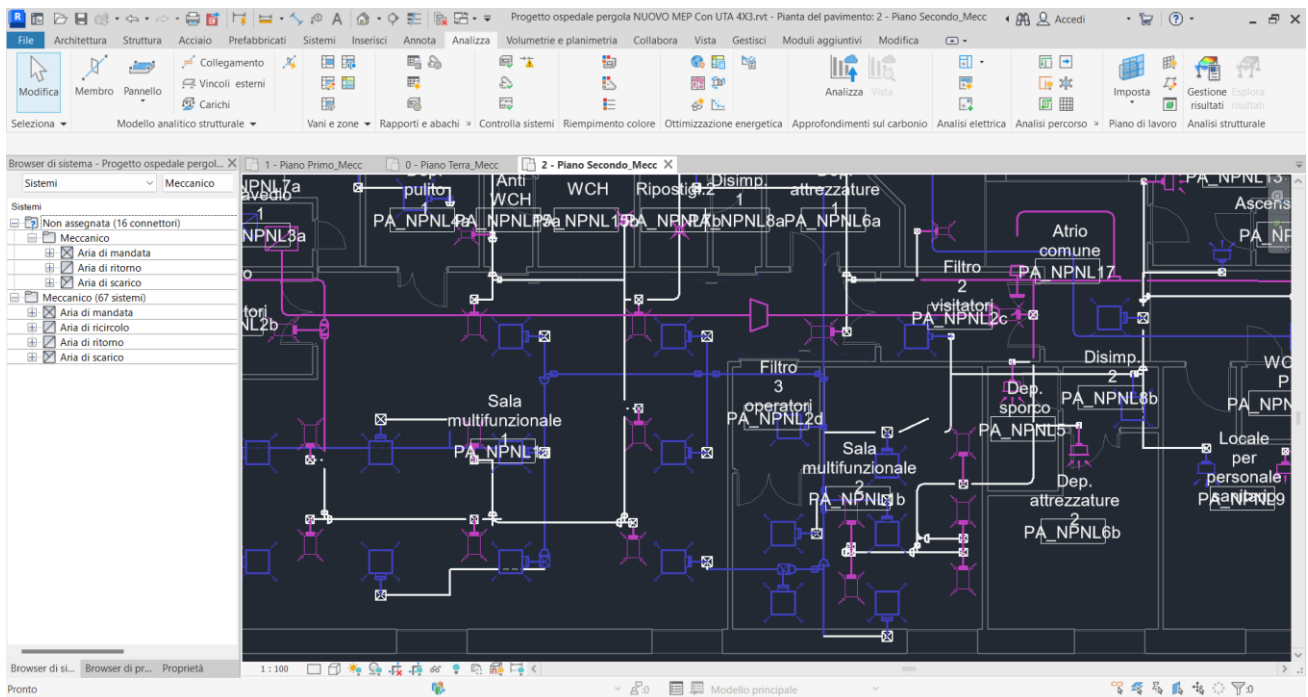


Figura 38 – Visualizzazione del “Browser di sistema”

Fatto questo, si eseguono gli stessi passaggi per creare il circuito di Ritorno, con qualche variazione. Bisogna inserire famiglie differenti e impostare un nuovo circuito di ritorno. Il risultato corretto sarà rappresentato in Figura nel paragrafo 3.4.

I condotti sono collegati ad un'UTA, posta in copertura dell'ospedale nell'ala est. I comandi utilizzati sono gli stessi descritti in precedenza solo che stavolta si è lavorato sull'asse verticale, dovendo collegare più livelli. Figura 39.

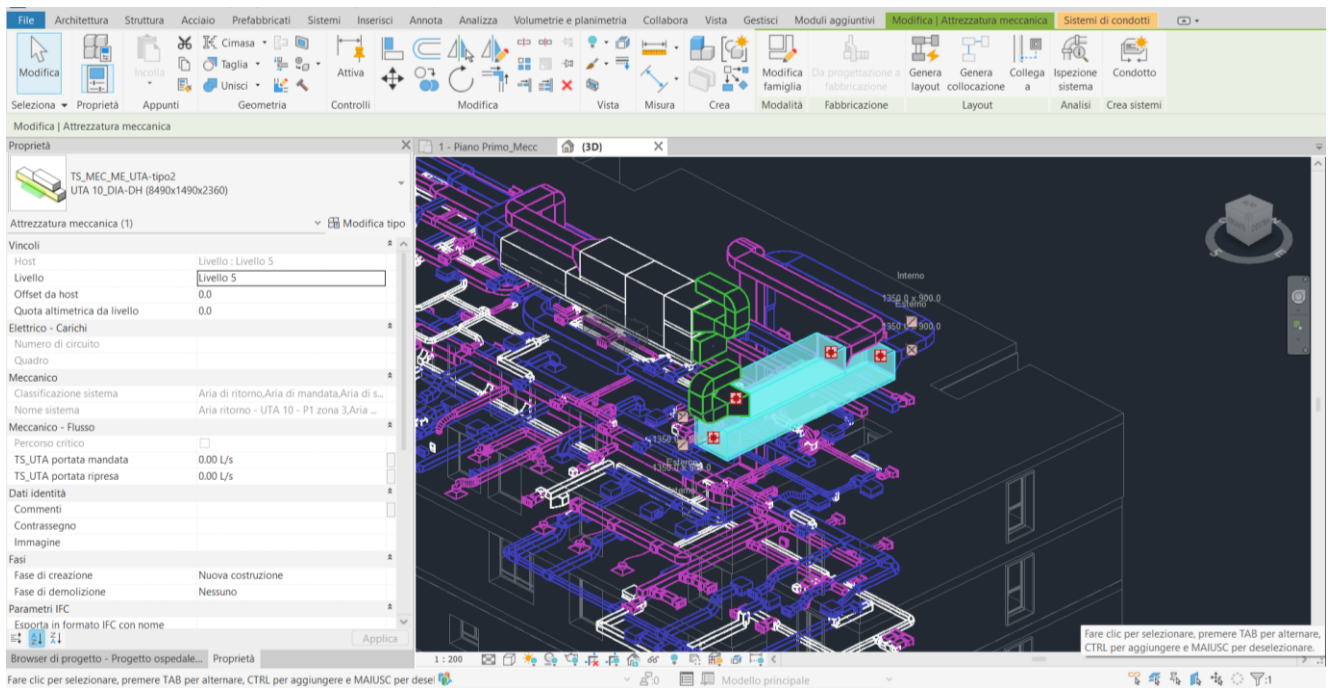


Figura 39 – Visualizzazione dell' UTA collegata

“Disegnati” i circuiti si va a inserire i parametri di nostro interesse, seguendo le istruzioni del comando (2). Ultimato questo step si avrà un file completo pronto per l'esportazione descritta nel seguente paragrafo 2.3.2.

2.3.2 Esportazione IFC: confronto tra formati 2x3 e 4x3

Si esporta ora nel formato IFC. Per il modello architettonico e il modello MEP sono riportate le modalità di esportazione nei formati 2x3 e 4x3. Questo procedimento intermedio è stato fatto per scegliere il formato più idoneo da utilizzare nel lavoro di tesi confrontando direttamente i risultati ottenuti. I file sui quali sono state fatte le analisi sono “Progetto ospedale pergola NUOVO.rvt” e “Progetto ospedale pergola NUOVO MEP.rvt”.

2.3.2.1 Esportazione Modello Architettonico

per l’esportazione possono essere utilizzati due metodi:

- Esportazione abachi come gruppi di proprietà
- Esportazione gruppi di proprietà definiti dall’utente

In questo caso studio l’esportazione avverrà secondo il metodo b. perché l’utilizzo di un Pset personalizzato permette la lettura del file IFC anche da chi usufruisce di software diversi da Revit.

Esportazione IFC 2X3

Procedura di esportazione e creazione Pset.

Il Pset personalizzato sarà un file con estensione txt, creato e illustrato in Figura 40.

```
#
PropertySet:    Pset_ospedale    I    IfcSpace,IfcZone
    IfcName      Testo
    IfcDescription Testo
    IfcObjectType Testo
    ZoneName     Testo
    ZoneLongName Testo
    ZoneDescription Testo
    ZoneObjectType Testo|
    ZoneGroupName Testo
    Numero       Testo
```

Figura 40 – Pset personalizzato per esportazione IFC 2x3

Come primo passo nel procedimento bisogna selezionare il Progetto da esportare e selezionare la versione IFC scelta (Figura 41).

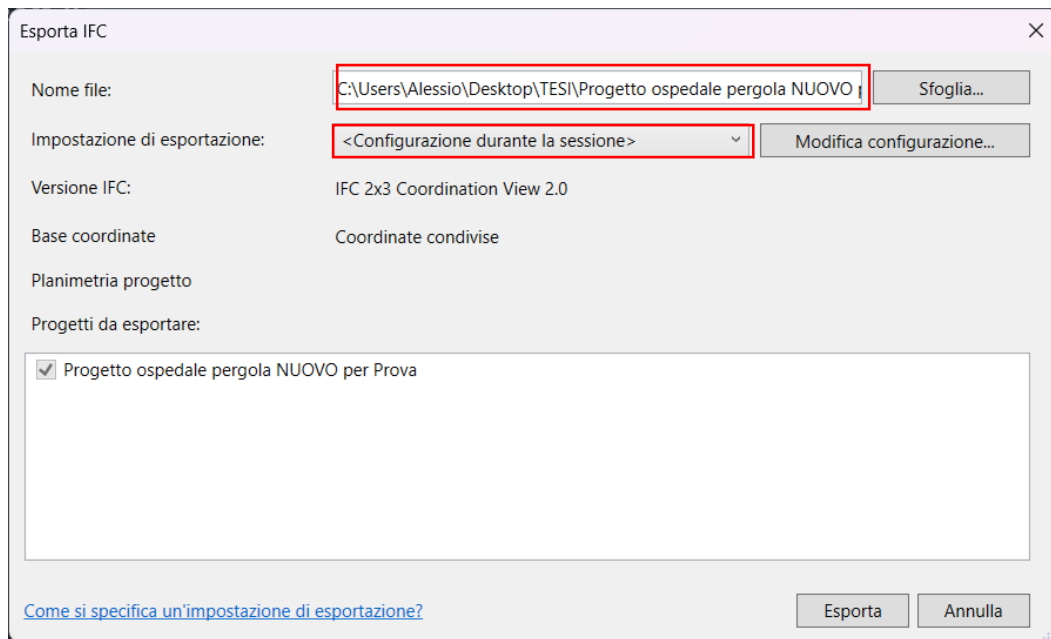


Figura 41 – Scelta del progetto e Versione IFC

Selezionando ora il tasto “Modifica configurazione” e andando sulla sezione “Gruppi di proprietà” si andranno a scegliere le informazioni da esportare e si andrà ad inserire il Pset personalizzato precedentemente creato (Figura 42).

Siamo pronti per esportare il file IFC come desiderato.

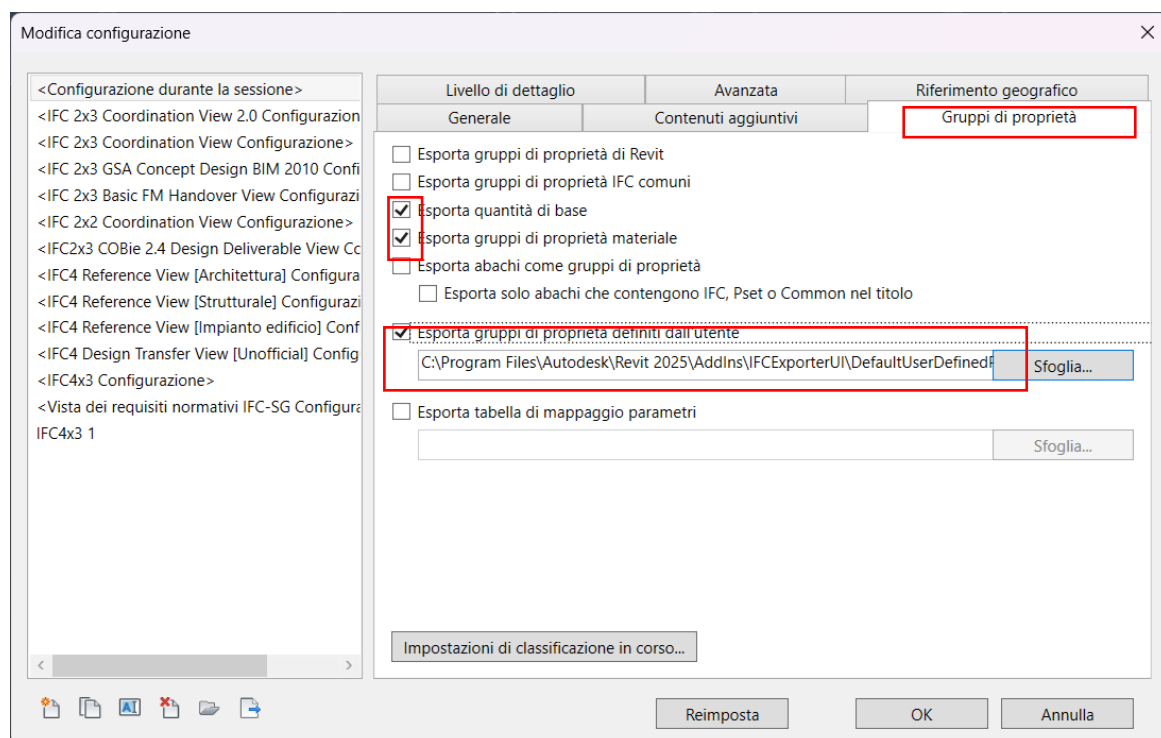


Figura 42 – Gruppi di proprietà e Pset personalizzato

Visualizzazione con modello OpenBim: BIMVISION

Aperto il file IFC sul visualizzatore BIMvision, si può osservare la gerarchia a tre livelli che si è creata per ogni piano dell'ospedale di Pergola:

IfcGroup (reparto) -> Zona (Sotto-reparto) -> Spazio (Locale)

Si può inoltre osservare come, oltre la gerarchia, anche i parametri assegnati ai locali su Revit, come il nome e il numero, sono rimasti invariati. Infatti, dopo aver selezionato un locale all'interno del modello, le informazioni appaiono sotto la voce "Proprietà – Pset_ospedale". Ciò dimostra che il file IFC permette un'esportazione completa senza perdite o variazioni di informazioni rispetto il modello architettonico, verificando quindi la corretta esportazione (Figura 43).

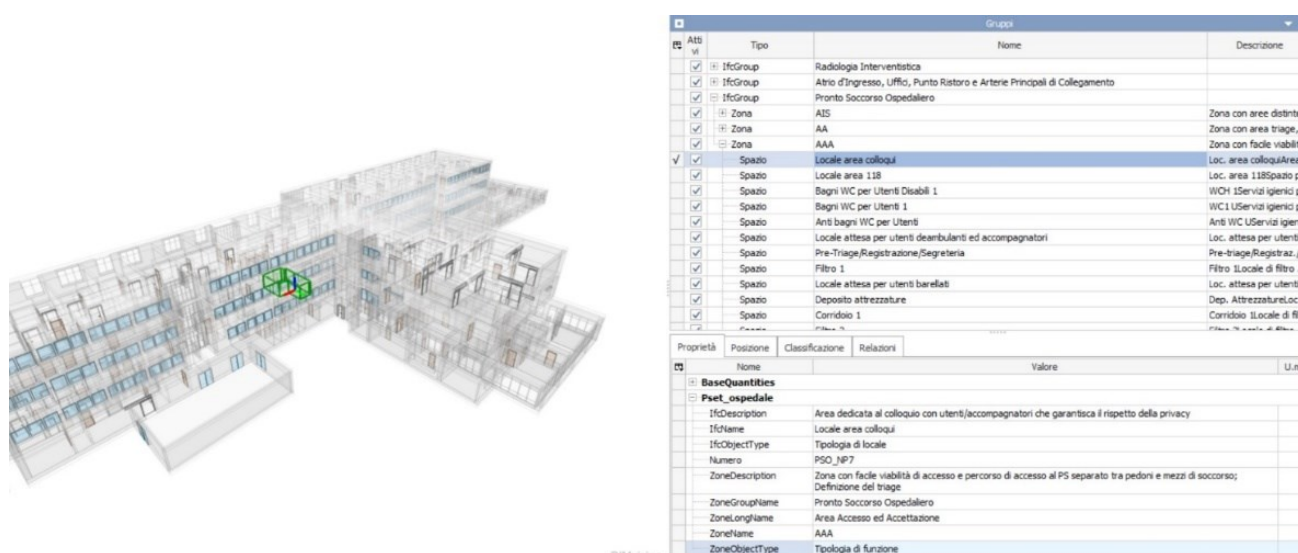


Figura 43 – Visualizzazione della gerarchia del primo piano.

ESPORTAZIONE IFC 4X3

Procedura di esportazione e creazione Pset.

Anche in questo caso per l'esportazione si è scelto il metodo b. presentato in precedenza ma durante il procedimento si sono resi necessari degli accorgimenti da fare:

Se si sceglie di esportare con Versione IFC 4x3 con Pset personalizzato dall'utente, bisogna prima duplicare l'impostazione integrata 4x3 disponibile e poi modificare le modalità di esportazione come descritto nella guida Autodesk e illustrato in Figura 44. [17]

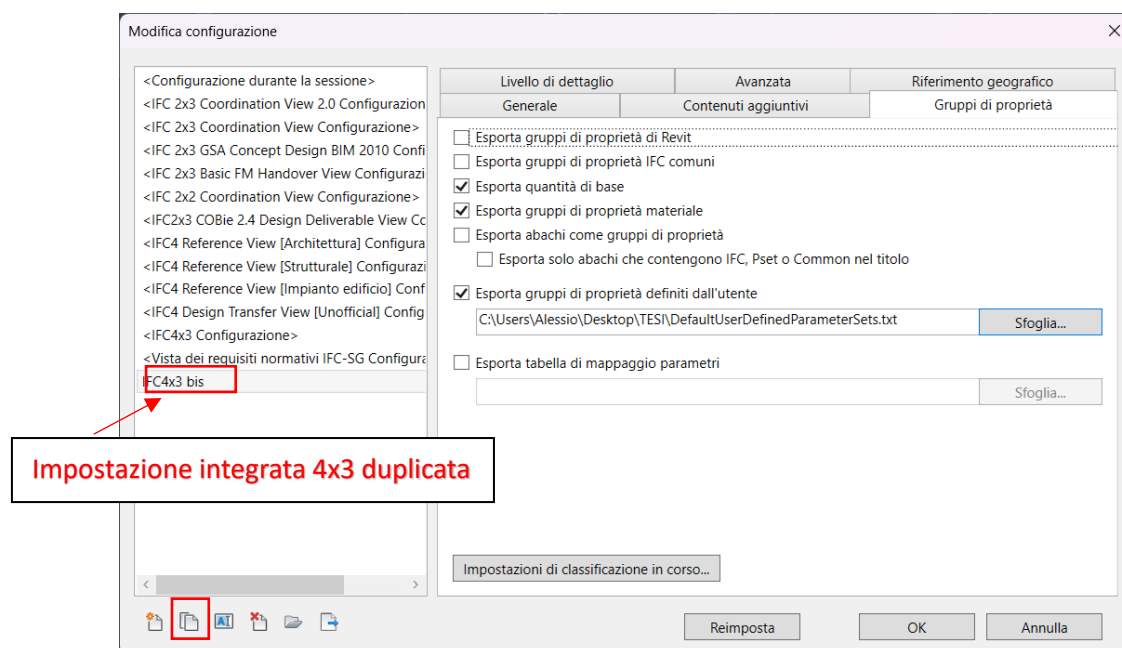


Figura 44 – Duplicazione Impostazione IFC 4x3 per esportare con Pset personalizzato

Nell'esportazione IFC2x3, una vista aggiuntiva Base Quantities è inclusa nel modello IFC esportato se si seleziona la casella “Esporta quantità di base” nella finestra di dialogo “Modalità di Configurazione”. Nell’ IFC 4x3 invece anche se si seleziona la casella, l’esportazione di questi dati non è automatica. Per verificare quanto detto si sono aperti i due file IFC con Sublime Text così da mettere in risalto le differenze riscontrate:


```
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help
<< Prova esportazione 2x3 ESATTA .ifc x
3702 #3694=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3693,$,$);
3703 #3695=IFCETRUEDEAREASOLID(#3692,#3694,#9,2.4384000000000001);
3704 #3696=IFCSHAPEPRESENTATION(#24,'Body','SweptSolid',(#3695));
3705 #3697=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#3696));
3706 #3698=IFCSpace('2gc8KqKbl80P$mtInEUdl',#18,'loCALE-area-colloqui','Area dedicata al colloquio con utenti/accompagnatori che garantisce il rispetto della
privacy','Tipologia di locale',#3680,#3697,'Loc. area colloqui',.ELEMENT,.INTERNAL,$);
3707 #3699=IFCSpaceType('2gc8KqKbl80P$mrInEUdl',#18,'loCALE area colloqui','Area dedicata al colloquio con utenti/accompagnatori che garantisce il rispetto
della privacy',$,$,$,'139428',$,.NOTDEFINED,$);
3708 #3700=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcName',$,IFCTEXT('loCALE area colloqui'),$);
3709 #3701=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcDescription',$,IFCTEXT('Area dedicata al colloquio con utenti/accompagnatori che garantisce il rispetto della
privacy'),$);
3710 #3702=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcObjectType',$,IFCTEXT('Tipologia di locale'),$);
3711 #3703=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneName',$,IFCTEXT('AAA'),$);
3712 #3704=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneLongName',$,IFCTEXT('Area Accesso ed Accettazione'),$);
3713 #3705=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneDescription',$,IFCTEXT('Zona con facile viabilit  di accesso e percorso di accesso al PS separato tra pedoni e
mezzi di soccorso; Definizione del triage'),$);
3714 #3706=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneObjectType',$,IFCTEXT('Tipologia di funzione'),$);
3715 #3707=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneGroupName',$,IFCTEXT('Pronto Soccorso Ospedaliero'),$);
3716 #3708=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Numero',$,IFCTEXT('PSO NP7'),$);
3717 #3709=IFCPROPERTYSET('3mqmtpYezuNlryVhiScKg$',$,18,'Pset ospedale','',(#3700,#3701,#3702,#3703,#3704,#3705,#3706,#3707,#3708));
3718 #3710=IFCREDEFINESBYPROPERTIES('0gaUe21097D_xlMzxrFahm',#18,$,$,(#3698),#3709);
3719 #3711=IFCQUANTITYAREA('GrossFloorArea',$,$,23.924368561884286);
3720 #3712=IFCQUANTITYAREA('NetFloorArea',$,$,23.924368561884286);
3721 #3713=IFCQUANTITYAREA('GrossCeilingArea',$,$,23.924368561884286);
3722 #3714=IFCQUANTITYLENGTH('Height',$,$,2.4384000000000001);
3723 #3715=IFCQUANTITYVOLUME('GrossVolume',$,$,58.337180301298645);
3724 #3716=IFCELEMENTQUANTITY('0bMhVNIhCXI9hcZcBhIP',#18,'BaseQuantities',$,$,(#3711,#3712,#3713,#3714,#3715));
3725 #3717=IFCREDEFINESBYPROPERTIES('26Q7w0lgIfTQmPiupw4',#18,$,$,(#3698),#3716);
3726 #3718=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
3727 #3719=IFCLOCALPLACEMENT(#34,#3718);
3728 #3720=IFCARTESIANPOINT((-0.23301235275935284,-0.35279998200460272));
3729 #3721=IFCAXIS2PLACEMENT2D(#3720,#11);
3730 #3722=IFCRECTANGLEPROFILLEDEF(.AREA,$,$,#3721,2.4301235275935178,3.5279998200460172);
3731 #3723=IFCARTESIANPOINT((31.622307221296314,-11.504805063189277,0.));
3732 #3724=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3723,#9,#8);
3733 #3725=IFCETRUEDEAREASOLID(#3722,#3724,#9,2.4384000000000001);
3734 #3726=IFCSHAPEPRESENTATION(#24,'Body','SweptSolid',(#3725));
```

Figura 45 – Vista Sublime Text IFC 2x3

```
File Edit Selection Find View Goto Tools Project Preferences Help
<< esportazione 4x3 senza base quantities.ifc x
2929 #2921=IFCARBITRARYCLOSEDPROFILLEDEF(.AREA,$,$,#2920);
2930 #2922=IFCARTESIANPOINT((34.609864670530712,-9.535684645332406,0.));
2931 #2923=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#2922,$,$);
2932 #2924=IFCETRUEDEAREASOLID(#2921,#2923,#9,2.4384000000000001);
2933 #2925=IFCSHAPEPRESENTATION(#24,'Body','SweptSolid',(#2924));
2934 #2926=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#2925));
2935 #2927=IFCSpace('2gc8KqKbl80P$mtInEUdl',#18,'loCALE-area-colloqui','Area dedicata al colloquio con utenti/accompagnatori che garantisce il rispetto della
privacy','Tipologia di locale',#2909,#2926,'Loc. area colloqui',.ELEMENT,.NOTDEFINED,$);
2936 #2928=IFCSpaceType('2gc8KqKbl80P$mrInEUdl',#18,'loCALE area colloqui','Area dedicata al colloquio con utenti/accompagnatori che garantisce il rispetto
della privacy',$,$,$,'139428',$,.NOTDEFINED,$);
2937 #2929=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcName',$,IFCTEXT('loCALE area colloqui'),$);
2938 #2930=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcDescription',$,IFCTEXT('Area dedicata al colloquio con utenti/accompagnatori che garantisce il rispetto della
privacy'),$);
2939 #2931=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcObjectType',$,IFCTEXT('Tipologia di locale'),$);
2940 #2932=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneName',$,IFCTEXT('AAA'),$);
2941 #2933=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneLongName',$,IFCTEXT('Area Accesso ed Accettazione'),$);
2942 #2934=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneDescription',$,IFCTEXT('Zona con facile viabilit  di accesso e percorso di accesso al PS separato tra pedoni e
mezzi di soccorso; Definizione del triage'),$);
2943 #2935=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneObjectType',$,IFCTEXT('Tipologia di funzione'),$);
2944 #2936=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('ZoneGroupName',$,IFCTEXT('Pronto Soccorso Ospedaliero'),$);
2945 #2937=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Numero',$,IFCTEXT('PSO NP7'),$);
2946 #2938=IFCPROPERTYSET('3mqmtpYezuNlryVhiScKg$',$,18,'Pset ospedale','',(#2929,#2930,#2931,#2932,#2933,#2934,#2935,#2936,#2937));
2947 #2939=IFCREDEFINESBYPROPERTIES('0gaUe21097D_xlMzxrFahm',#18,$,$,(#2927),#2938);
2948 #2940=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
2949 #2941=IFCLOCALPLACEMENT(#34,#2940);
2950 #2942=IFCARTESIANPOINT((-0.23301235275935284,-0.35279998200460272));
2951 #2943=IFCAXIS2PLACEMENT2D(#2942,#11);
2952 #2944=IFCRECTANGLEPROFILLEDEF(.AREA,$,$,#2943,2.4301235275935178,3.5279998200460172);
2953 #2945=IFCARTESIANPOINT((31.622307221296314,-11.504805063189277,0.));
2954 #2946=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#2945,#9,#8);
2955 #2947=IFCETRUEDEAREASOLID(#2944,#2946,#9,2.4384000000000001);
2956 #2948=IFCSHAPEPRESENTATION(#24,'Body','SweptSolid',(#2947));
2957 #2949=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#2948));
2958 #2950=IFCSpace('2gc8KqKbl80P$mtInEUdl',#18,'Ripostiglio 1','loCALE adibito al deposito di attrezzi e materiale','Tipologia di
locale',#2941,#2949,'Ripostiglio 1',.ELEMENT,.NOTDEFINED,$);
2959 #2951=IFCSpaceType('2gc8KqKbl80P$mrInEUdl',#18,'Ripostiglio 1','loCALE adibito al deposito di attrezzi e materiale',$,$,$,'139430',$,.NOTDEFINED,$);
2960 #2952=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('IfcName',$,IFCTEXT('Ripostiglio 1'),$);
```

Figura 46 – Vista Sublime Text IFC 4x3

Si crea quindi un Pset che contenga questi dati cos  come illustrato in Figura 47.

```
#
PropertySet:  Pset_BaseQuantities  I      IfcSpace,IfcElementQuantity
    Area      Testo
    Volume    Testo
    Altezza non delimitata  Testo
    Perimetro  Testo
PropertySet:  Pset_ospedale  I      IfcSpace,IfcZone
    IfcName    Testo
    IfcDescription  Testo
    IfcObjectType  Testo
    ZoneName    Testo
    ZoneLongName  Testo
    ZoneDescription  Testo
    ZoneObjectType  Testo
    ZoneGroupName  Testo
    Numero      Testo
```

Figura 47 – Pset personalizzato per esportazione 4x3

Fatti questi accorgimenti possiamo procedere all'esportazione con il seguente procedimento:

- Selezionare file di Progetto e Versione IFC 4x3 bis (Figura 48)
- Nella finestra “Modalità di Configurazione” selezionare i gruppi di proprietà scelti per l'esportazione (Figura 49).
- Inserire il file txt, contenente il Pset personalizzato (Figura 49).

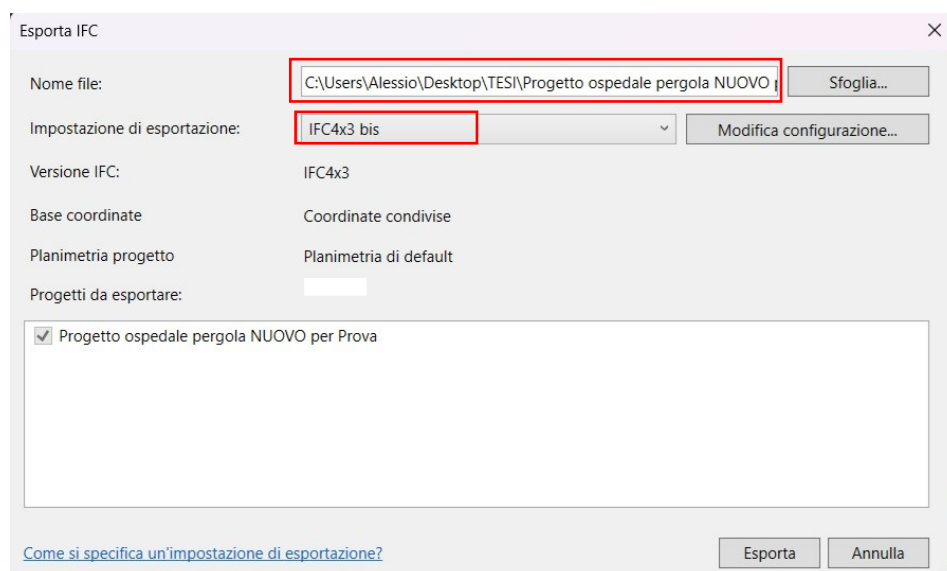


Figura 48 – Scelta del progetto e Versione IFC 4x3

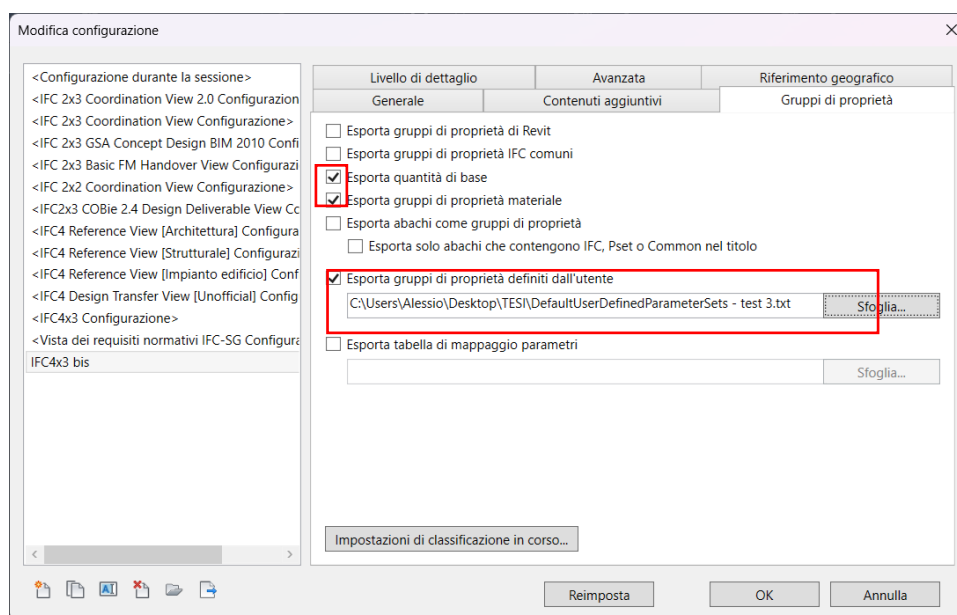


Figura 49 – Scelta dei gruppi di proprietà e caricamento del Pset.

Visualizzazione con applicazione OpenBim: BIMVISION

Aperto il file IFC sul visualizzatore BIMvision, si può osservare anche questa volta la gerarchia a tre livelli che si è creata per ogni piano dell'ospedale di Pergola:

IfcGroup (reparto) -> Zona (Sotto-reparto) -> Spazio (Locale)

Si può inoltre osservare come, oltre la gerarchia, anche i parametri assegnati ai locali su Revit, come il nome e il numero, sono rimasti invariati. Selezionando un locale all'interno del modello, le informazioni appaiono sotto la voce "Proprietà – Pset_ospedale e Pset_BaseQuantities". Ciò dimostra che il file IFC permette un'esportazione completa senza perdite o variazioni di informazioni rispetto il modello architettonico, verificando quindi la corretta esportazione (Figura 50).

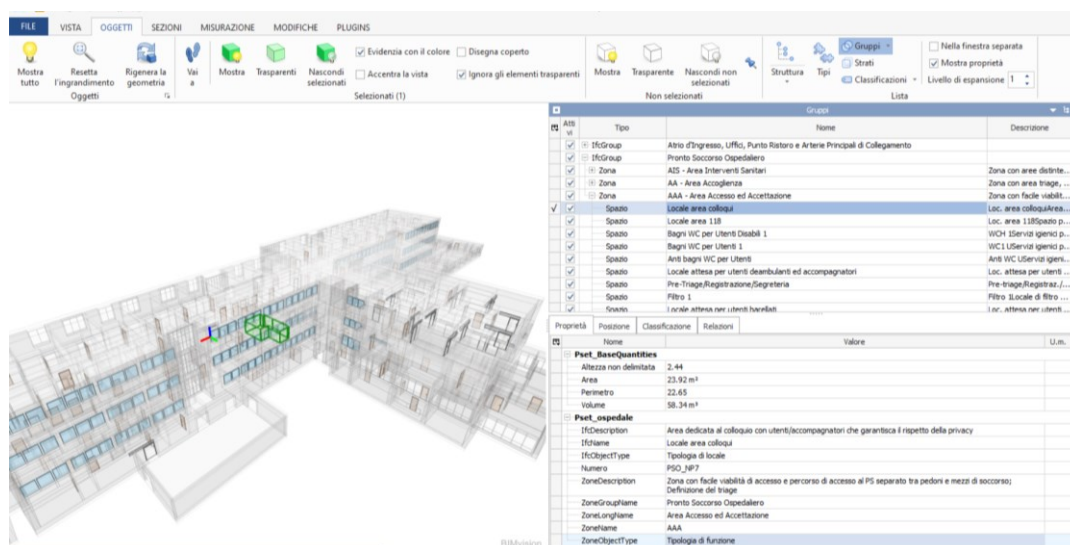


Figura 50 – Visualizzazione della gerarchia del piano terra su Bimvision.

Importazione e reperimento dati su piattaforma collaborativa.

Una volta esportati i file IFC con i Pset definiti dall'utente, si passa alla verifica del modello architettonico nella piattaforma WeBim. Il concetto alla base della validazione è verificare che dentro una zona ci siano tutti gli spazi richiesti. Si valuta ogni reparto, che al suo interno ha delle zone che a loro volta hanno degli spazi. La verifica è positiva se gli spazi e zone messi a confronto con quelli in piattaforma, si trovano tutti. Altrimenti, in caso di verifica negativa, capire quale spazio o zona è assente.

Dopo aver caricato il file in piattaforma lo si seleziona e lo si apre (Figura 51).

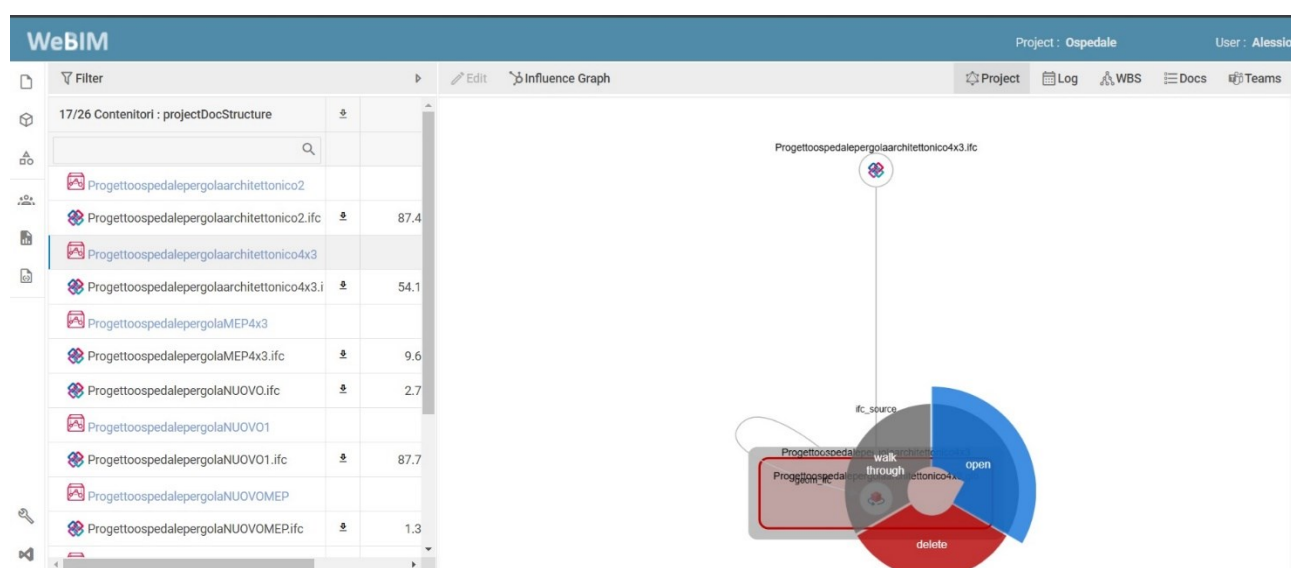


Figura 51 - Apertura del file IFC del progetto architettonico sulla piattaforma WeBim

All'apertura del file avremo la seguente visuale (Figura 52).



Figura 52 - Progetto architettonico sulla piattaforma WeBim.

Si passa ora alla verifica della presenza degli spazi, interrogando il progetto. Si eseguono i seguenti passaggi:

Query -> Category -> Extract Entity Type -> Sul comando “entity types” digitare: ["IfcSpace"] -> Tornare su “Query” e mandare in “Run”

Questo procedimento è delineato in Figura 53.



Figura 53 – Controllo degli spazi tramite query.

Tramite questa query si riesce ad avere un elenco di tutti gli spazi presenti nel progetto (numero evidenziato in giallo) e quindi si verifica che il numero degli spazi visualizzati in WeBim è uguale al numero degli spazi visualizzato in BIMVision. Uguale controllo è possibile farlo per le zone, introducendo su “entity types” il parametro: [“IfcZone”].

2.3.2.2 Esportazione Modello MEP

Per verificare i requisiti impiantistici durante le esportazioni IFC, il modello architettonico dell’ospedale di Pergola è stato collegato ad un progetto MEP. Il progetto MEP permette la creazione di un modello impiantistico in 3D e in questo caso andiamo a considerare il sistema HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning).

Esportazione IFC 2X3

Procedura di esportazione e creazione Pset.

Il Pset personalizzato sarà un file con estensione txt, creato e illustrato in Figura 54.

```
#
PropertySet:  Pset_MEPospedale      I      IfcSpace,IfcZone,IfcSystem,IfcFlowTerminal,IfcAirTerminal
Nome          Testo      Numero
Numero        Testo      Nome
Zona          Testo
Tipo di vano  Testo
Volume        Testo
Nome vano     Testo
Numero vano   Testo
Nome sistema  Testo
Cambiamenti d'aria all'ora      Testo
UmiditàRelativa      Testo
TemperaturaInternaINV  Testo
TemperaturaInternaEST  Testo
```

Figura 54 – Pset del progetto MEP.

Osservando il Pset, si può notare come vengono esportati oltre i nomi e numeri dei vani e dei bocchettoni, i parametri di ventilazione meccanica richiesti come requisiti. Inoltre, si può osservare come i parametri “Nome” e “Numero” abbiano, dopo il Tipo di dato “Testo”, il campo facoltativo di proprietà IFC diverso. Questo perché durante l’esportazione del file IFC su BIMvision si è riscontrato un problema di scambio di informazioni, ossia di default sotto la voce Nome sono presenti i numeri dei vani e sotto la voce Numero sono presenti i nomi dei vani. Per risolvere la questione, si sono andati ad invertire i valori presenti sotto le colonne Nome e Numero sull’abaco di Revit, poi nel file

.txt di esportazione si è obbligato il Pset ad esportare le proprietà invertendole utilizzando appunto il camp facoltativo. Come primo passo nel procedimento bisogna selezionare il Progetto da esportare e selezionare la versione IFC scelta (Figura 55).

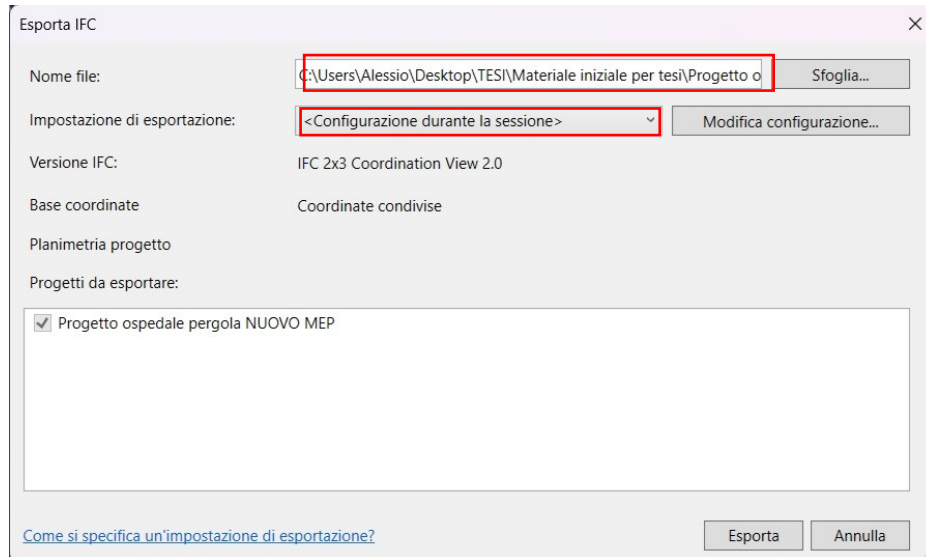


Figura 55 – Esportazione con scelta Versione IFC.

Selezionando ora il tasto “Modifica configurazione” e andando sulla sezione “Gruppi di proprietà” si andranno a scegliere le informazioni da esportare e si andrà ad inserire il Pset personalizzato precedentemente creato (Figura 56).

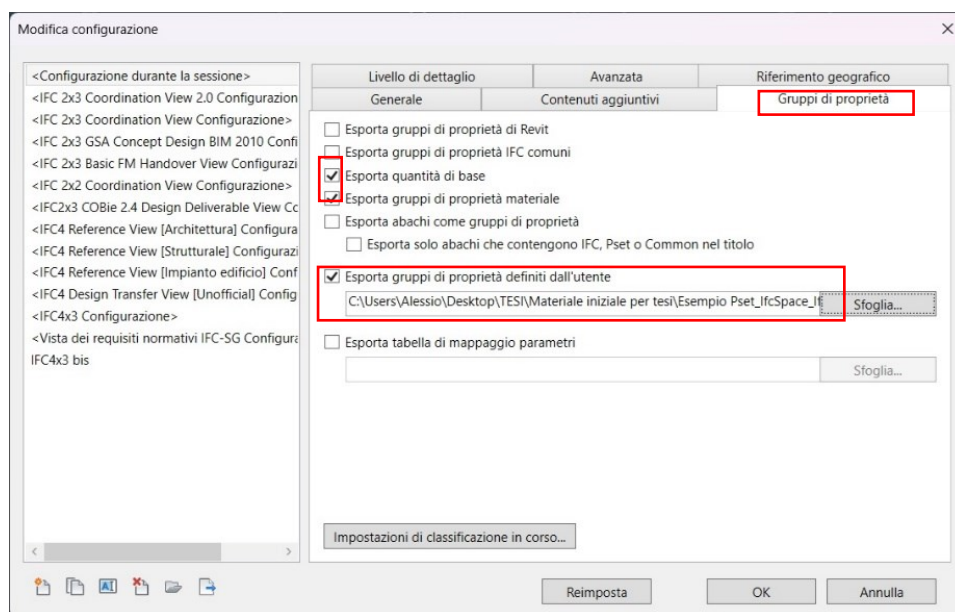
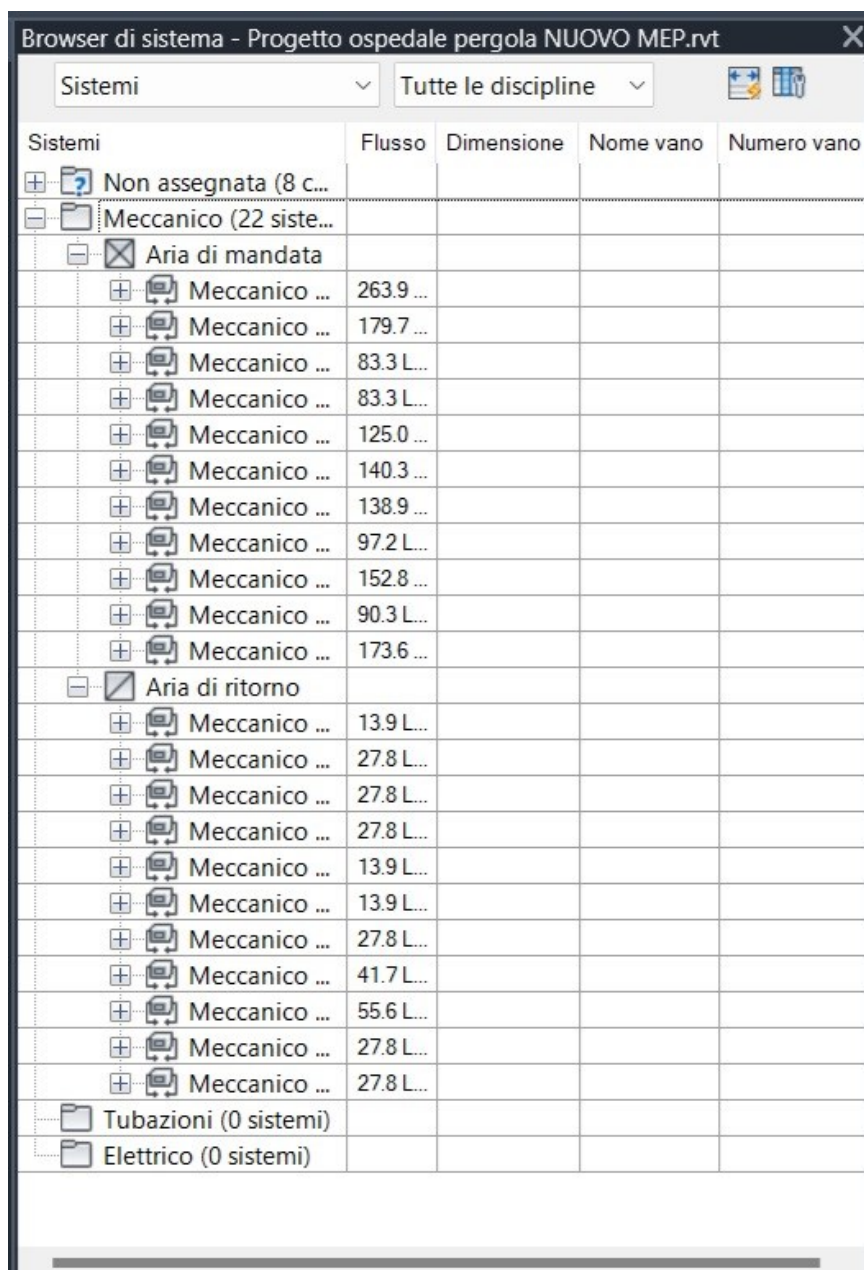


Figura 56 – Esportazione con Pset scelto dall'utente.

Siamo pronti per esportare il file IFC come desiderato.

Visualizzazione con modello OpenBim: BIMVISION.

Aperto il file IFC esportato sul visualizzatore BIMvision, si può osservare, sotto la voce “Sistemi” il risultato del “Browser di sistema”. L’esportazione non mantiene la gerarchia tra circuiti di mandata e ritorno presente su Revit, ma suddivide i circuiti in base al posizionamento nei piani, così come mostrato nella Figura 57 e nella Figura 58.



Sistemi	Flusso	Dimensione	Nome vano	Numero vano
Non assegnata (8 c...)				
Meccanico (22 siste...)				
Aria di mandata				
Meccanico ...	263.9 ...			
Meccanico ...	179.7 ...			
Meccanico ...	83.3 L...			
Meccanico ...	83.3 L...			
Meccanico ...	125.0 ...			
Meccanico ...	140.3 ...			
Meccanico ...	138.9 ...			
Meccanico ...	97.2 L...			
Meccanico ...	152.8 ...			
Meccanico ...	90.3 L...			
Meccanico ...	173.6 ...			
Aria di ritorno				
Meccanico ...	13.9 L...			
Meccanico ...	27.8 L...			
Meccanico ...	27.8 L...			
Meccanico ...	27.8 L...			
Meccanico ...	13.9 L...			
Meccanico ...	13.9 L...			
Meccanico ...	27.8 L...			
Meccanico ...	41.7 L...			
Meccanico ...	55.6 L...			
Meccanico ...	27.8 L...			
Meccanico ...	27.8 L...			
Tubazioni (0 sistemi)				
Elettrico (0 sistemi)				

Figura 57 – Browser di sistema Revit con gerarchia circuiti.

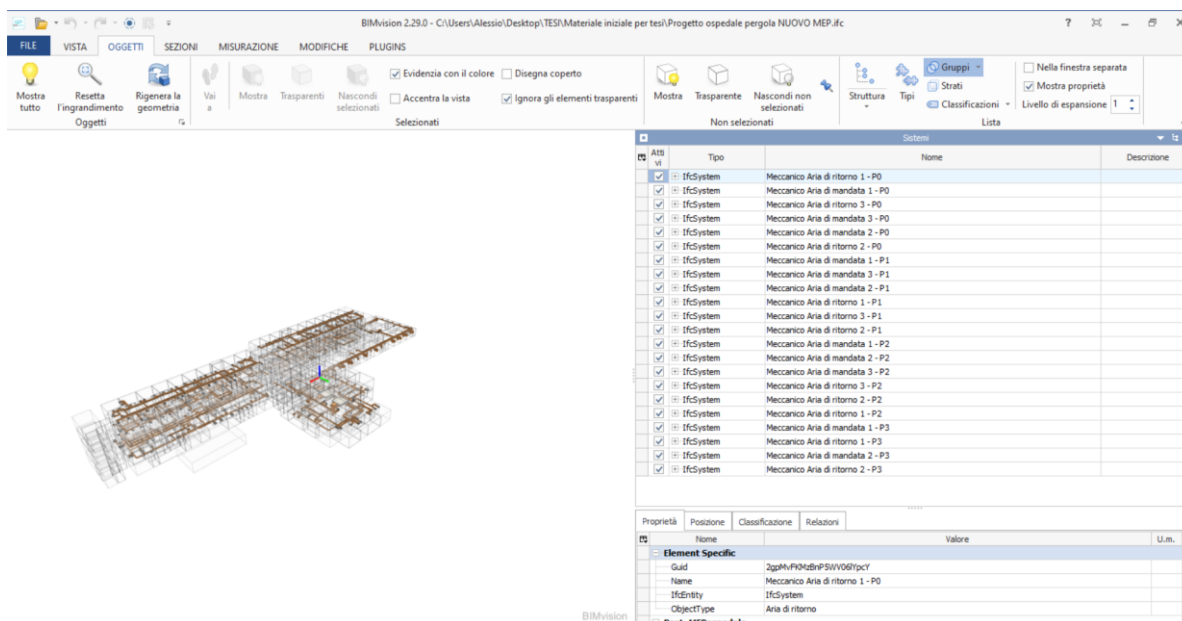


Figura 58 – Visualizzazione del Browser di sistema su BIMvision.

Selezionando un FlowTerminal o un vano, si può invece osservare come BIMvision fornisce una corretta visualizzazione dei parametri esportati dal Pset, come nome/numero vano o i parametri per la verifica. Questo dimostra che il file IFC permette un'esportazione completa senza perdite o variazioni di informazioni rispetto al modello impiantistico.

Nelle Figure 59 è riportato un esempio di vano e FlowTerminal presente nei vari piani con le relative informazioni esportate dal Pset e consultabili sotto la voce "Proprietà - Pset_ospedaleMEP".

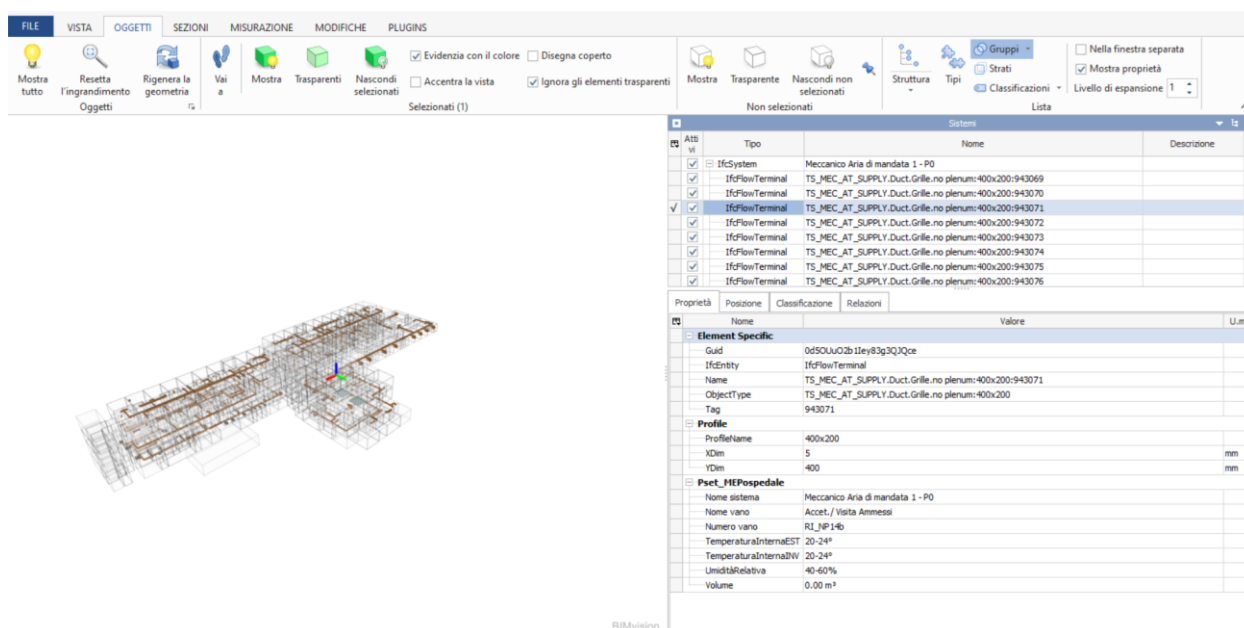


Figura 59 – Visualizzazione della gerarchia del Browser di sistema del piano terra nel modello impiantistico

ESPORTAZIONE IFC 4X3

Procedura di esportazione e creazione Pset.

Come succede per l'esportazione del modello architettonico anche in questo caso si è scelto il metodo b. presentato in precedenza ma durante il procedimento si sono resi necessari degli accorgimenti da fare:

Se si sceglie di esportare con Versione IFC 4x3 con Pset personalizzato dall'utente, bisogna prima duplicare l'impostazione integrata 4x3 disponibile e poi modificare le modalità di esportazione illustrato in Figura 60.

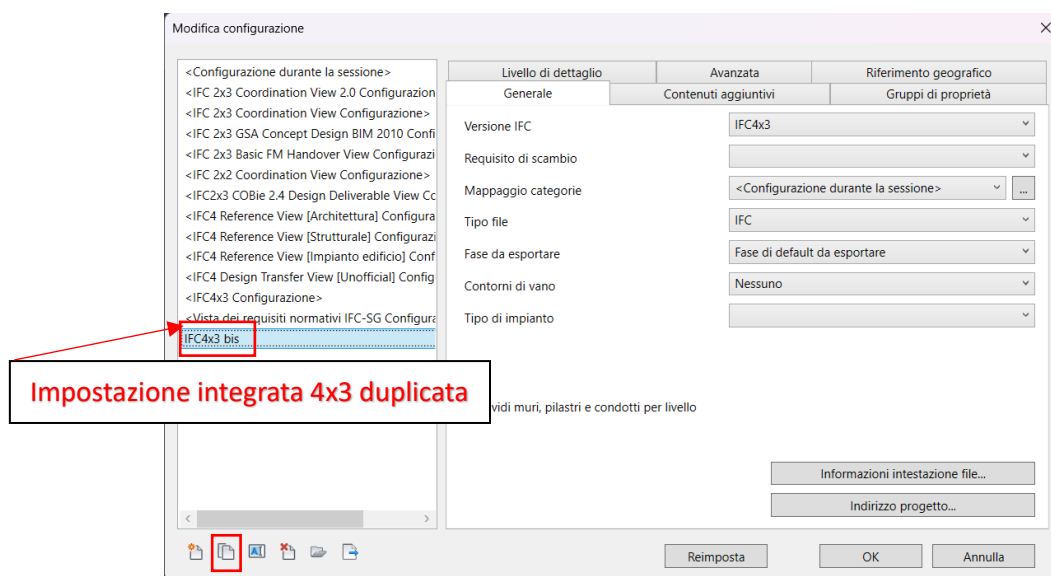


Figura 60 - Duplicazione Impostazione IFC 4x3 per esportare con Pset personalizzato.

Nell'esportazione IFC2x3, una vista aggiuntiva Base Quantities è inclusa nel modello IFC esportato se si seleziona la casella "Esporta quantità di base" nella finestra di dialogo "Modalità di Configurazione". Nell' IFC 4x3 invece anche se si seleziona la casella, l'esportazione di questi dati non è automatica. Per verificare quanto detto si sono aperti i due file IFC con Sublime Text così da mettere in risalto le differenze riscontrate:

```

Progetto ospedale pergola NUOVO MEP.ifc
142 #134=IFCCARTESIANPOINT((-374.92095301680928,386.65805929441012));
143 #135=IFCAXIS2PLACEMENT2D(#134,#11);
144 #136=IFCRECTANGLEPROFILDEF(.AREA,$,$,#135,1749.6311140784476,14726.808284859053);
145 #137=IFCARTESIANPOINT((-29992.439625388939,-17644.559079989402,0.));
146 #138=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#137,#9,#7);
147 #139=IFCEXTRUDEDAREASOLID(#136,#138,#9,3099.9999999999995);
148 #140=IFCSHAPEREPRESENTATION(#101,'Body','SweptSolid',(#139));
149 #141=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#140));
150 #142=IFCSPACE('0ukBy 1zH0MRUVUyMpzzm',#18,'Corridoio-operativo-personale 1',$,$,#133,#141,'RI NP9c',.ELEMENT.,.INTERNAL.,$);
151 #143=IFCSPACE('0ukBy 1zH0MRUVUyMpzzm',#18,'RI NP9c Corridoio operativo personale 1:927723',$,$,$,$,'927723',$,.NOTDEFINED.);
152 #144=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Nome',$,IFCTEXT('Corridoio operativo personale 1'),$);
153 #145=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Numero',$,IFCTEXT('RI NP9c'),$);
154 #146=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Zona',$,IFCTEXT('Default'),$);
155 #147=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Tipo di vano',$,IFCTEXT('Ospedale/radiologia: ospedale/struttura sanitaria'),$);
156 #148=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Volume',$,IFCTEXT('79.88 m(X\B3'),$);
157 #149=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Cambiamenti d'aria all'ora',$,IFCTEXT('2'),$);
158 #150=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Umidit(X\E0Relativa',$,IFCTEXT('40-60%'),$);
159 #151=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('TemperaturaInternaINV',$,IFCTEXT('20-24(X\B0'),$);
160 #152=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('TemperaturaInternaEST',$,IFCTEXT('20-24(X\B0'),$);
161 #153=IFCPROPERTYSET('1GBPdFxrU5yPiYRVceyZfS',#18,'Pset_MEPospedale','',(#144,#145,#146,#147,#148,#149,#150,#151,#152));
162 #154=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3HBkzCDNLgprwpg8lyvI',#18,$,$,(#142),#153);
163 #155=IFCQUANTITYAREA('GrossFloorArea','',$,25.766481986257645);
164 #156=IFCQUANTITYAREA('NetFloorArea','',$,25.766481986257645);
165 #157=IFCQUANTITYAREA('GrossCeilingArea','',$,25.766481986257645);
166 #158=IFCQUANTITYLENGTH('Height','',$,4000.0000000000005);
167 #159=IFCQUANTITYVOLUME('GrossVolume','',$,79.876094157398711);
168 #160=IFCELEMENTQUANTITY('047GfrSa9L0N1081XRYeW',#18,'BaseQuantities',$,$,(#155,#156,#157,#158,#159));
169 #161=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3iIey4u8F6buh1RQs1Mtq',#18,$,$,(#142),#160);
170 #162=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
171 #163=IFCLOCALPLACEMENT(#111,#162);
172 #164=IFCCARTESIANPOINT((-39862.499277698007,-18894.295590045404,0.));
173 #165=IFCCARTESIANPOINT((-39862.499277698,-12458.376381799808,0.));
174 #166=IFCCARTESIANPOINT((-37882.501827112872,-12458.376381799815,0.));
175 #167=IFCCARTESIANPOINT((-37882.501827112879,-17074.664475966965,0.));
176 #168=IFCCARTESIANPOINT((-37882.501827112887,-18894.295590045411,0.));

```

Figura 61 – Esportazione IFC 2x3

```

MEP.ifc.4x3.ifc
70 #62=IFCEXTRUDEDAREASOLID(#59,#61,#9,3099.9999999999995);
71 #63=IFCSIUNIT(*,.PLANEANGLEUNIT.,$,$.RADIAN.);
72 #64=IFCDIMENSIONALEXPONENTS(0,0,0,0,0,0,0);
73 #65=IFCMEASUREWITHUNIT(IFCPLANEANGLEMEASURE(0.017453292519943278),#63);
74 #66=IFCCONVERSIONBASEDUNIT(#64,.PLANEANGLEUNIT.,'DEGREE',#65);
75 #67=IFCSIUNIT(*,.AREAUNIT.,$,$.SQUARE_METRE.);
76 #68=IFCSHAPEREPRESENTATION(#24,'Body','SweptSolid',(#62));
77 #69=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#68));
78 #70=IFCSPACE('0ukBy 1zH0MRUVUyMpzzm',#18,'Corridoio-operativo-personale 1',$,$,#56,#69,'RI NP9c',.ELEMENT.,.NOTDEFINED.);
79 #71=IFCSPACE('0ukBy 1zH0MRUVUyMpzzm',#18,'RI NP9c Corridoio operativo personale 1:927723',$,$,$,$,'927723',$,.NOTDEFINED.);
80 #72=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Nome',$,IFCTEXT('Corridoio operativo personale 1'),$);
81 #73=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Numero',$,IFCTEXT('RI NP9c'),$);
82 #74=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Zona',$,IFCTEXT('Default'),$);
83 #75=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Tipo di vano',$,IFCTEXT('Ospedale/radiologia: ospedale/struttura sanitaria'),$);
84 #76=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Volume',$,IFCTEXT('79.88 m(X\B3'),$);
85 #77=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Cambiamenti d'aria all'ora',$,IFCTEXT('2'),$);
86 #78=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Umidit(X\E0Relativa',$,IFCTEXT('40-60%'),$);
87 #79=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('TemperaturaInternaINV',$,IFCTEXT('20-24(X\B0'),$);
88 #80=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('TemperaturaInternaEST',$,IFCTEXT('20-24(X\B0'),$);
89 #81=IFCPROPERTYSET('1GBPdFxrU5yPiYRVceyZfS',#18,'Pset_MEPospedale','',(#72,#73,#74,#75,#76,#77,#78,#79,#80));
90 #82=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('3HBkzCDNLgprwpg8lyvI',#18,$,$,(#70),#81);
91 #83=IFCAXIS2PLACEMENT3D(#3,$,$);
92 #84=IFCLOCALPLACEMENT(#34,#83);
93 #85=IFCCARTESIANPOINT((-39862.499277698007,-18894.295590045404,0.));
94 #86=IFCCARTESIANPOINT((-39862.499277698,-12458.376381799808,0.));
95 #87=IFCCARTESIANPOINT((-37882.501827112872,-12458.376381799815,0.));
96 #88=IFCCARTESIANPOINT((-37882.501827112879,-17074.664475966965,0.));
97 #89=IFCCARTESIANPOINT((-37882.501827112887,-18894.295590045411,0.));
98 #90=IFCPOLYLOOP((#85,#86,#87,#88,#89));
99 #91=IFCFACEOUTERBOUND(#90,.T.);
100 #92=IFCFACE((#91));
101 #93=IFCCARTESIANPOINT((-39862.499277698007,-18894.295590045404,3100.));

```

Figura 62 – Esportazione IFC 4x3

Si crea quindi un Pset che contenga questi dati così come illustrato in Figura 63.


```

PropertySet:  Pset_MEPospedale      I      IfcSpace,IfcZone,IfcSystem,IfcFlowTerminal,IfcAirTerminal
Nome          Testo      Numero
Numero        Testo      Nome
Zona          Testo
Tipo di vano  Testo
Volume        Testo
Nome vano     Testo
Numero vano   Testo
Nome sistema  Testo
Cambiamenti d'aria all'ora      Testo
UmiditàRelativa      Testo
TemperaturaInternaINV      Testo
TemperaturaInternaEST      Testo
PropertySet:  Pset_Quantities      I      IfcSpace,IfcElementQuantity
Area          Testo
Volume        Testo
Altezza non delimitata      Testo
Perimetro     Testo

```

Figura 63 – Pset personalizzato per esportazione IFC 4x3

Fatti questi accorgimenti possiamo procedere all'esportazione con il seguente procedimento:

- Selezionare file di Progetto e Versione IFC 4x3 bis (Figura 64)
- Nella finestra “Modalità di Configurazione” selezionare i gruppi di proprietà scelti per l'esportazione (Figura 65).
- Inserire il file txt, contenente il Pset personalizzato (Figura 63).

Figura 64 – Scelta progetto e Versione IFC 4x3

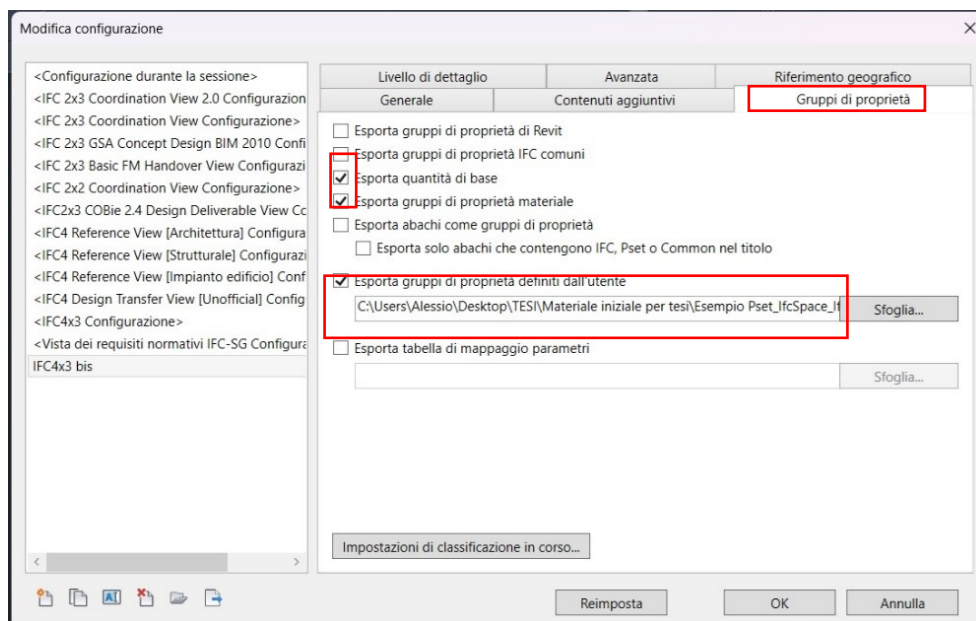


Figura 65 – Inserimento del Pset definito dall'utente.

Visualizzazione con applicazione OpenBim: BIMVISION

Aperto il file IFC esportato sul visualizzatore BIMvision (come nel caso del IFC 2x3), si può osservare, sotto la voce “Sistemi” il risultato del “Browser di sistema”. L’esportazione non mantiene la gerarchia tra circuiti di mandata e ritorno presente su Revit, ma suddivide i circuiti in base al posizionamento nei piani, così come mostrato nella Figura 66.

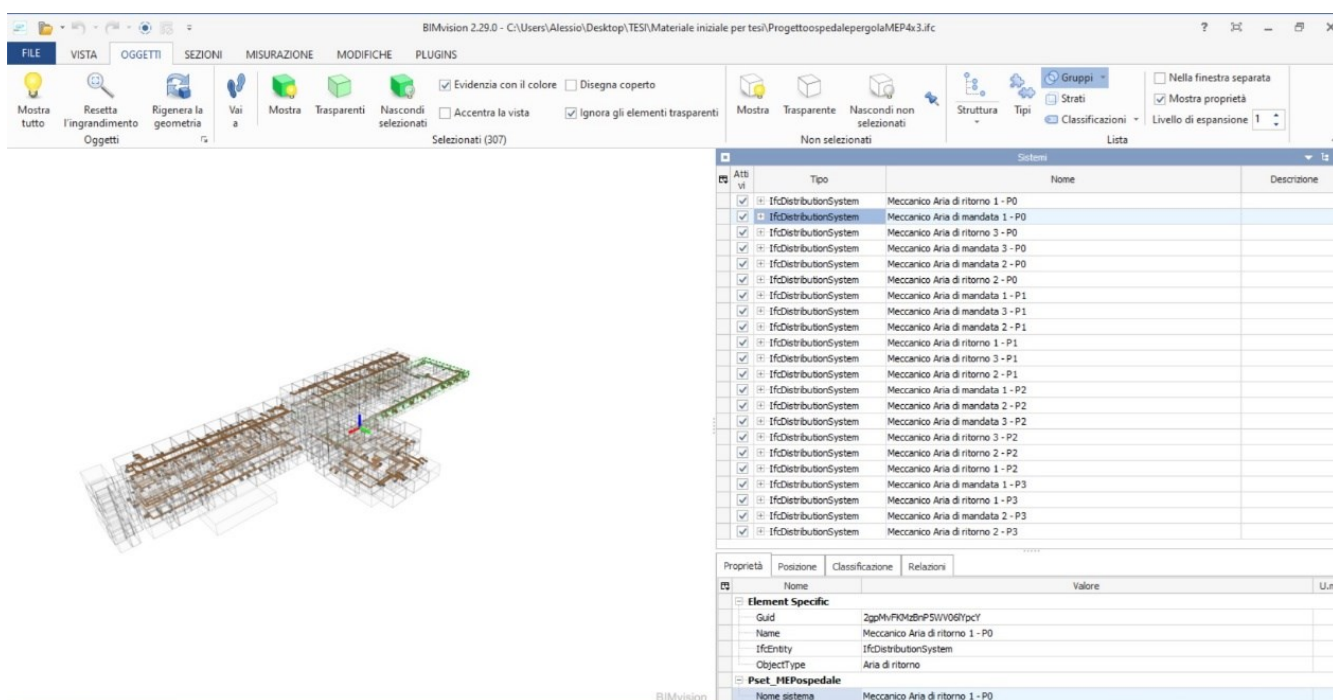


Figura 66 – Visuale della gerarchia su BimVision.

Un appunto da fare è che gli elementi impiantistici esportati, nello specifico i terminali, sono stati classificati come IfcAirTerminal (entità introdotta con la versione IFC4) e non più come IfcFlowTerminal come visto per l'esportazione IFC 2x3.

Selezionando un AirTerminal o un vano, si può invece osservare come BIMvision fornisce una corretta visualizzazione dei parametri esportati dal Pset, come nome/numero vano o i parametri per la verifica. Questo dimostra che il file IFC 4x3 permette un'esportazione completa senza perdite o variazioni di informazioni rispetto al modello impiantistico.

Nelle Figure 67 è riportato un esempio di vano e AirTerminal presente nei vari piani con le relative informazioni esportate dal Pset e consultabili sotto la voce "Proprietà - Pset_ospedaleMEP", mentre nella Figura 68 si evidenzia il Pset_Quantities per le caratteristiche geometriche dei vani.

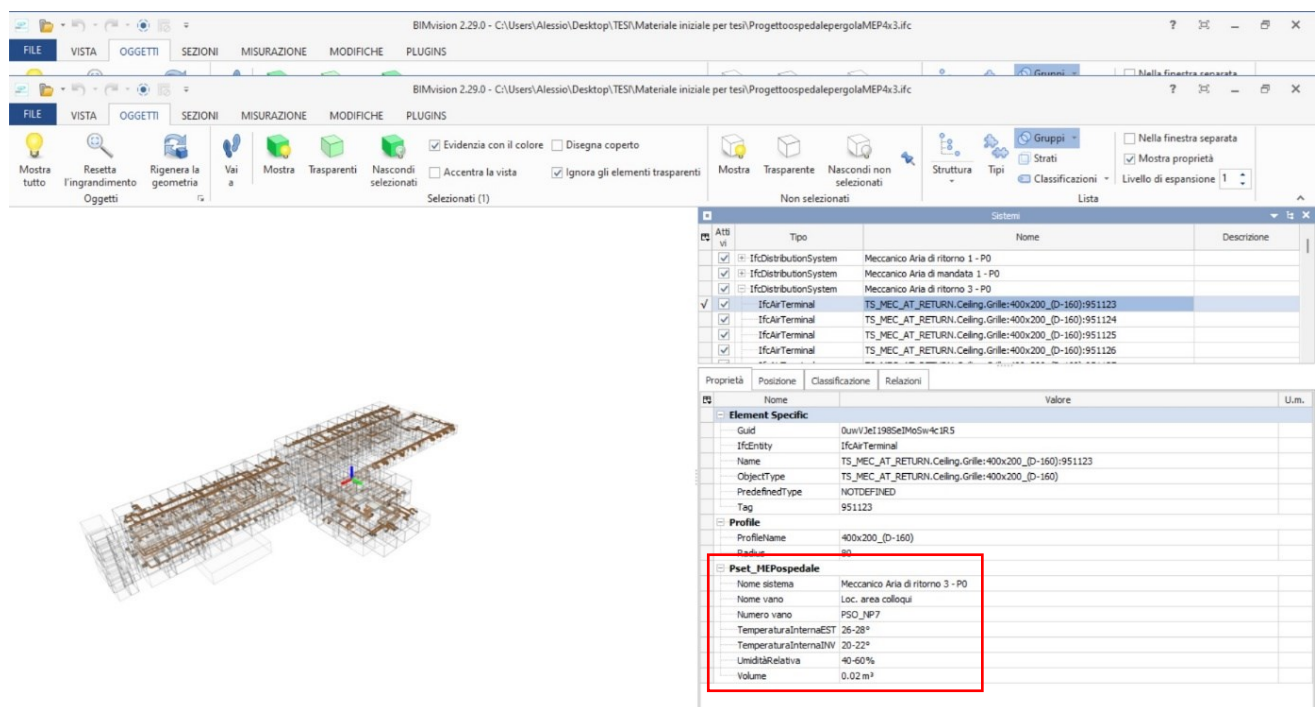


Figura 67 – Pset del modello MEP

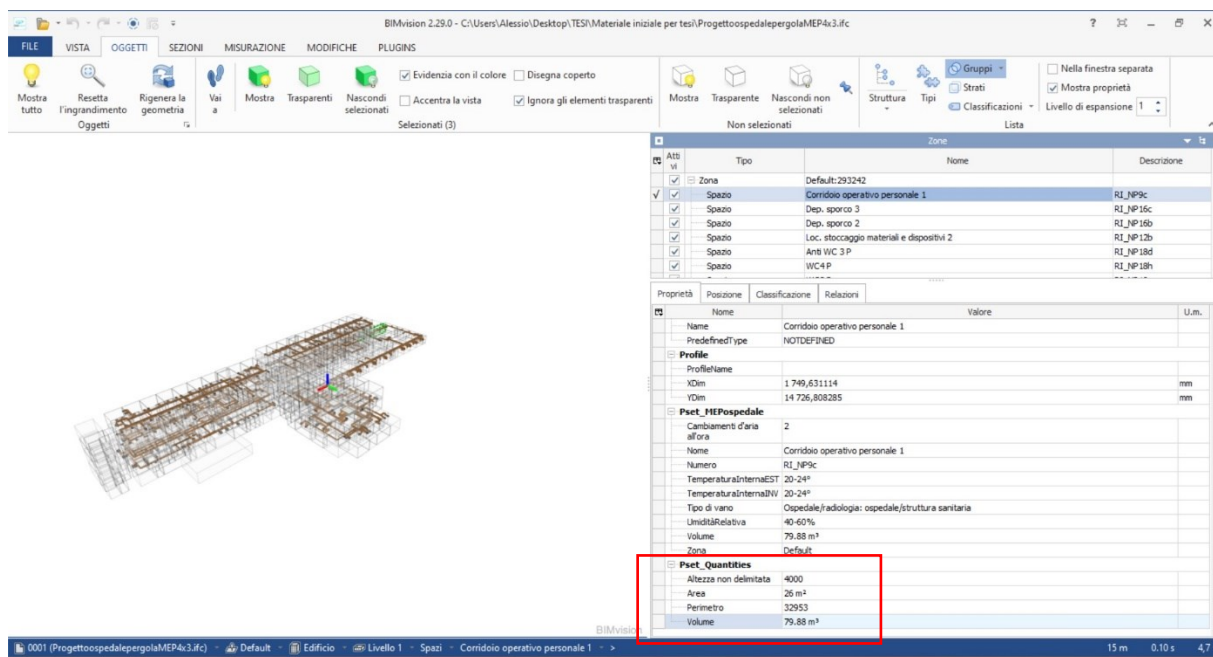


Figura 68 – Pset Quantities

Importazione e reperimento dati su piattaforma collaborativa.

La verifica per gli impianti HVAC è diversa rispetto a quella del modello architettonico vista precedentemente dove basta verificare la presenza. In questo caso è richiesto che i parametri di Temperatura Interna, Umidità relativa e ricambi d'aria all'ora siano all'interno di contenitori informatici. Quindi, una volta esportati i file IFC con i parametri richiesti, si passa alla verifica del modello impiantistico nella piattaforma WeBim. Il concetto alla base della validazione è verificare che dentro i parametri all'interno dei vani ci sia quanto impostato in Revit.

Dopo aver caricato il file IFC nella piattaforma, lo si seleziona e lo si apre come in Figura 69.

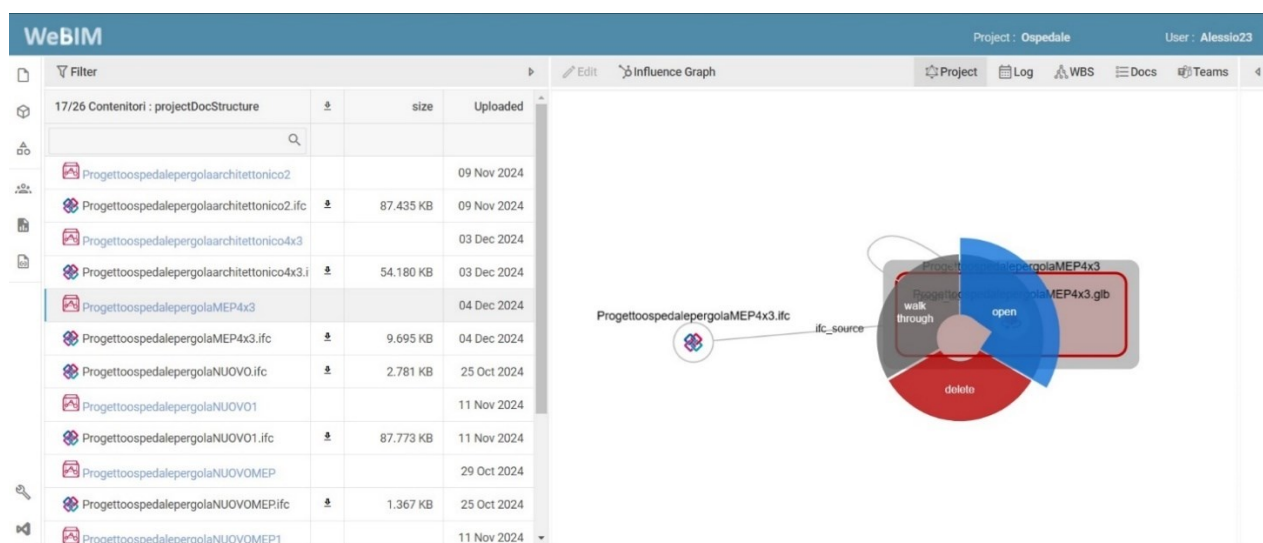


Figura 69 – Apertura file IFC 4x3 del progetto MEP in WeBim

All'apertura il file si presenta così (Figura 70)

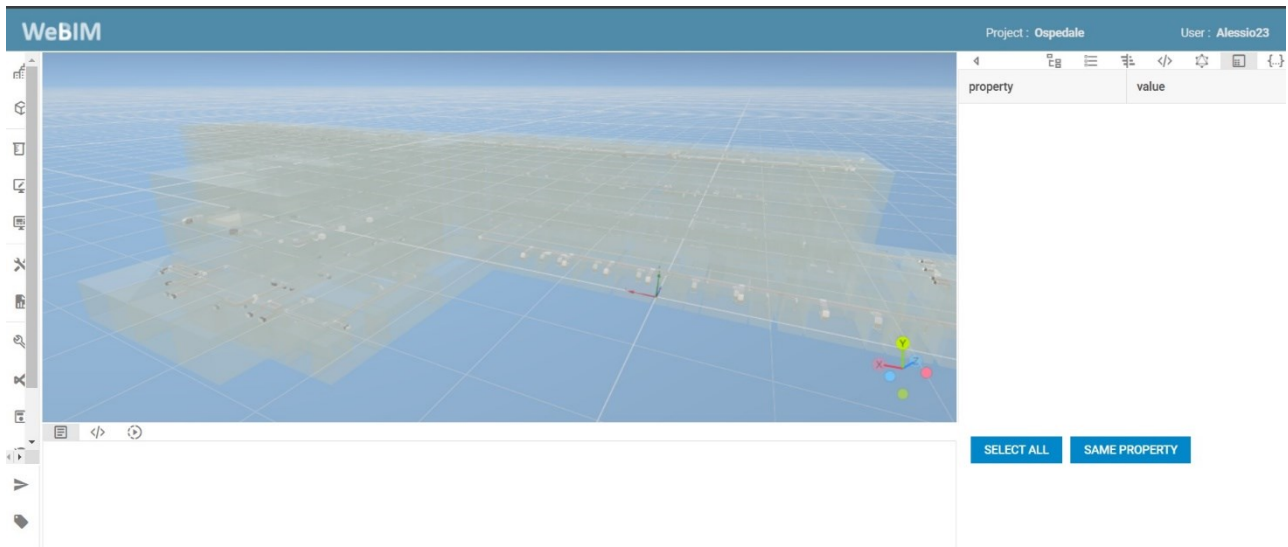


Figura 70 –Visuale del progetto MEP in WeBim con selezione vani e impianti.

Si passa ora alla verifica della presenza dei vani ed impianti, interrogando il progetto. Si eseguono i seguenti passaggi:

*Query -> Category -> Extract Entity Type -> Sul comando “entity types” digitare:
["IfcAirTerminal"] -> Tornare su “Query” e mandare in “Run”*

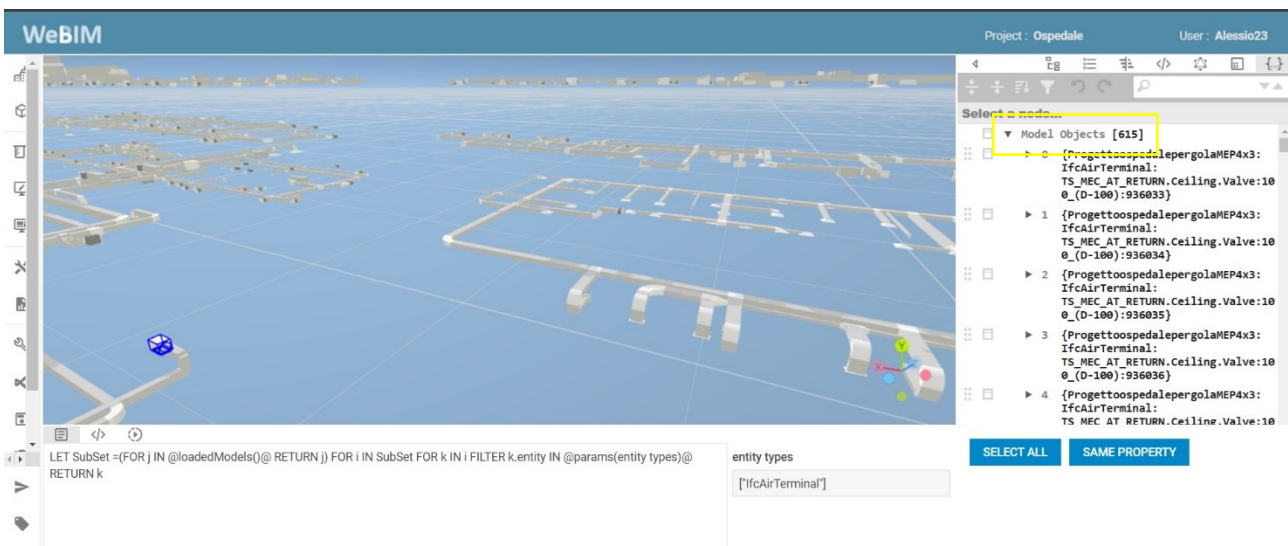


Figura 71- Controllo degli impianti tramite query.

Considerando il risultato della query (valore evidenziato in giallo) si verifica che il numero degli AirTerminal visualizzati in WeBim è uguale a quello visualizzato in BIMVision.

La piattaforma facilita il collegamento delle informazioni sulle prestazioni alla stanza. Mettendoci dalla parte di un addetto alla manutenzione bisogna verificare il buon funzionamento dell'impianto misurando le prestazioni nell'ambiente di riferimento, si va quindi ad interrogare tramite il comando Query "Extract Elements by PropertySet Value" su Category, selezionare il AirTerminal desiderato, e andando sul comando evidenziato in giallo nelle Figure 72, sotto la voce "Properties", è possibile controllare i parametri collegati alla stanza oggetto di interesse.

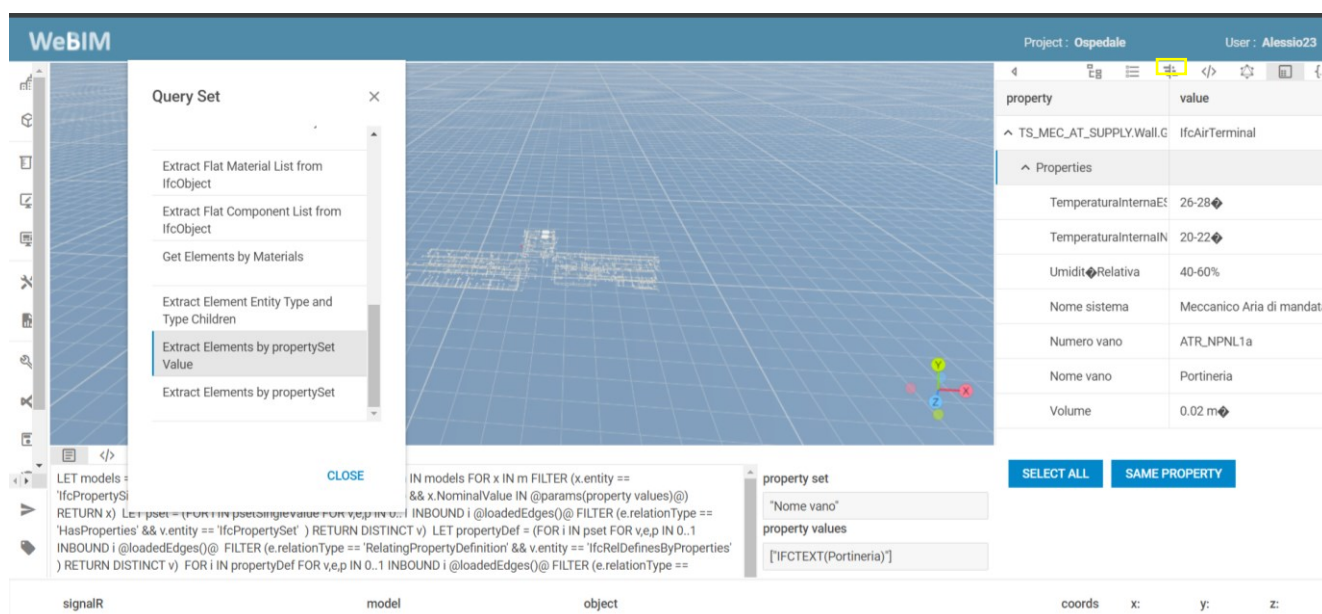


Figura 72 – controllo dei parametri desiderati

Nel procedimento appena descritto per completezza della verifica finale si è utilizzata la piattaforma WeBim che verrà descritta nel paragrafo 4.1. La conclusione importante è che l'esportazione in IFC 4x3 rispetto che quella in 2x3 (maggiormente utilizzata ad oggi) non presenta differenze in negativo ma anzi apporta dei vantaggi in quanto la versione IFC 4x3 permette di digitalizzare con maggiore accuratezza gli elementi grazie all'introduzione di famiglie più specifiche.

CAPITOLO 3: SVILUPPO DEI MODELLI DEL CASO DI STUDIO

3.1 Ospedale di Pergola

Il caso di studio preso in esame è quello dello Stabilimento Ospedaliero San Donnino e San Carlo di Pergola (Figura 73). L'ospedale è situato in Via Giuseppe di Vittorio, 2, 61045 - Pergola (PU).



Figura 73 – Ospedale San Carlo e San Donnino di Pergola

Nel modello architettonico di partenza (risultato illustrato in Figura 74) Si è identificate lo spazio con una “Etichetta Locale” avente come informazioni il Numero, il Nome e l’Area, così come in Figura 75 [18]

XXX_NPNLX
Locale x
126,4 m²

Figura 74 - Etichetta Locale

Mentre l'Area e il Nome sono definiti in base al progetto, per il Numero si è andati a definire una classificazione tramite la seguente legenda:

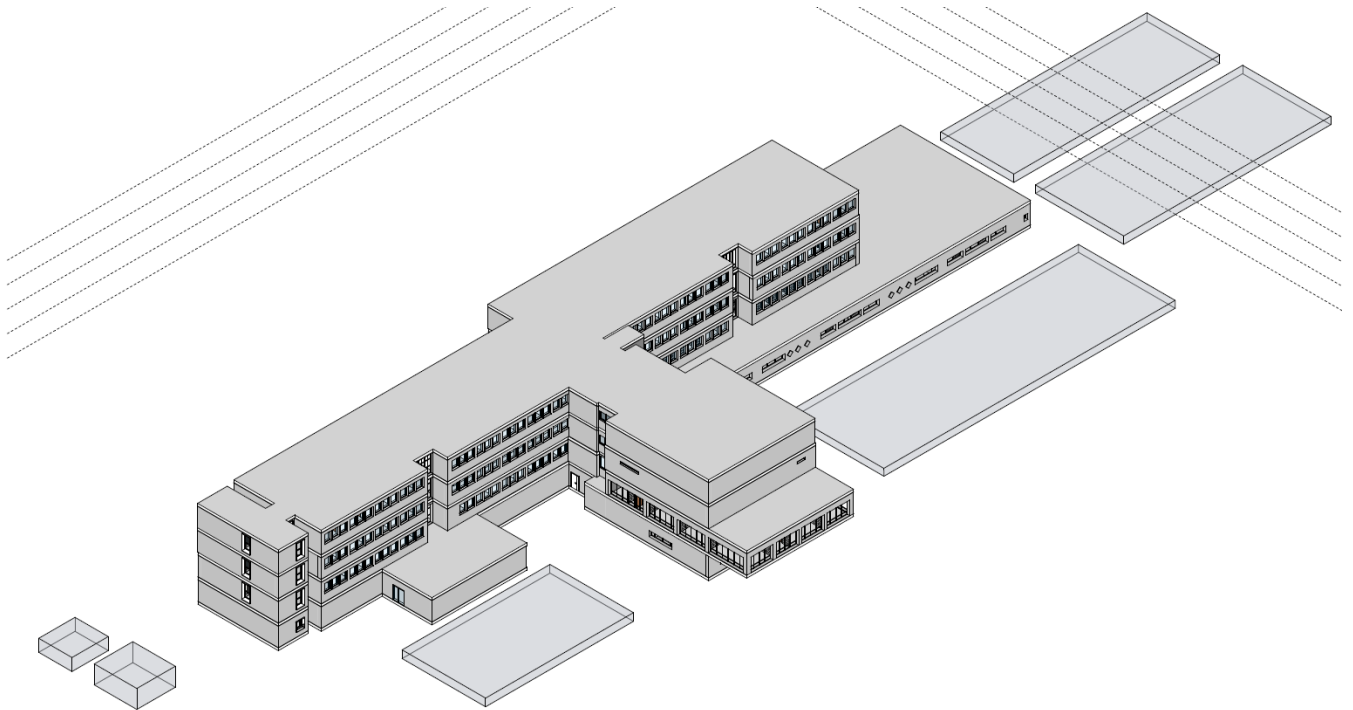


Figura 75 – Modello 3D del caso studio

- XXX_ = La prima parte del Numero definisce a quale reparto appartiene il locale. Le lettere presenti non sono altro che un'abbreviazione del reparto.
Es. *Pronto Soccorso Ospedaliero* = PSO_
- NP = È il codice identificativo Numero Progressivo dato dal DGR con il quale va a definire i requisiti minimi strutturali che devono essere presenti e che corrisponde quindi ad ogni locale.
Es. *La camera calda del Pronto Soccorso ha un codice NP = 4 sul DGR 1468:*

4	una camera calda (area coperta e riscaldata di accesso diretto per i mezzi)
---	---

Quindi si avrà: PSO_NP4.

- NL = È il codice identificativo di Nuovo Locale, è aggiunto nei locali presenti nel reparto ma che non sono presenti nel DGR, che sono dati quindi da supposizioni.

Es. *Ascensore nel Pronto Soccorso non è richiesto come requisito minimo strutturale dal DGR 1468, quindi il suo Numero è: PSO_NPNLx, dove x è un numero di locale in ordine crescente da 1 a n.*

La struttura organizzativa dell'ospedale è stata realizzata seguendo la lista gerarchica a cascata di BuildingSMART, andando a creare quindi una relazione tra le entità e gli elementi architettonici (la tabella seguente definisce tali relazioni)

Sono stati poi aggiunti i seguenti parametri condivisi IFC per andare a definire gli IfcSpace, IfcGroup, IfcZone del progetto:

- Per lo spazio del locale: IfcName, IfcDescription, IfcObjectType, Numero.
- Per una zona data da un insieme di locali: ZoneName, ZoneLongName, ZoneDescription, ZoneObjectType.
- Per un reparto dato da varie zone: ZoneGroupName

Tabella – Relazione tra entità ed elementi architettonici

IfcSite	IfcBuilding	IfcGroup	IfcZone	IfcSpace		
Complesso	Struttura	Reparto	Sotto-reparto	n°	Nome Locale	n°
Presidio Ospedaliero	Edificio Ospedale SS Carlo e Donnino	Pronto Soccorso Ospedaliero	Area Accesso	1	Camera calda	PSO_NP4
			Ed		Locale area 118	PSO_NP9
			Accettazione		Filtro 1	PSO_NPNL1a
			Area Accoglienza	2	...	...
					...	...
			Area Interventi Sanitari	3	...	...
					...	...
		...	...	...		
		...	...	...		
	Edificio XX	...	...	...		

In Figura 76 si mostra l'interfaccia di Revit una volta completato il procedimento appena descritto con evidenziate le informazioni inserite e l'etichetta identificativa.

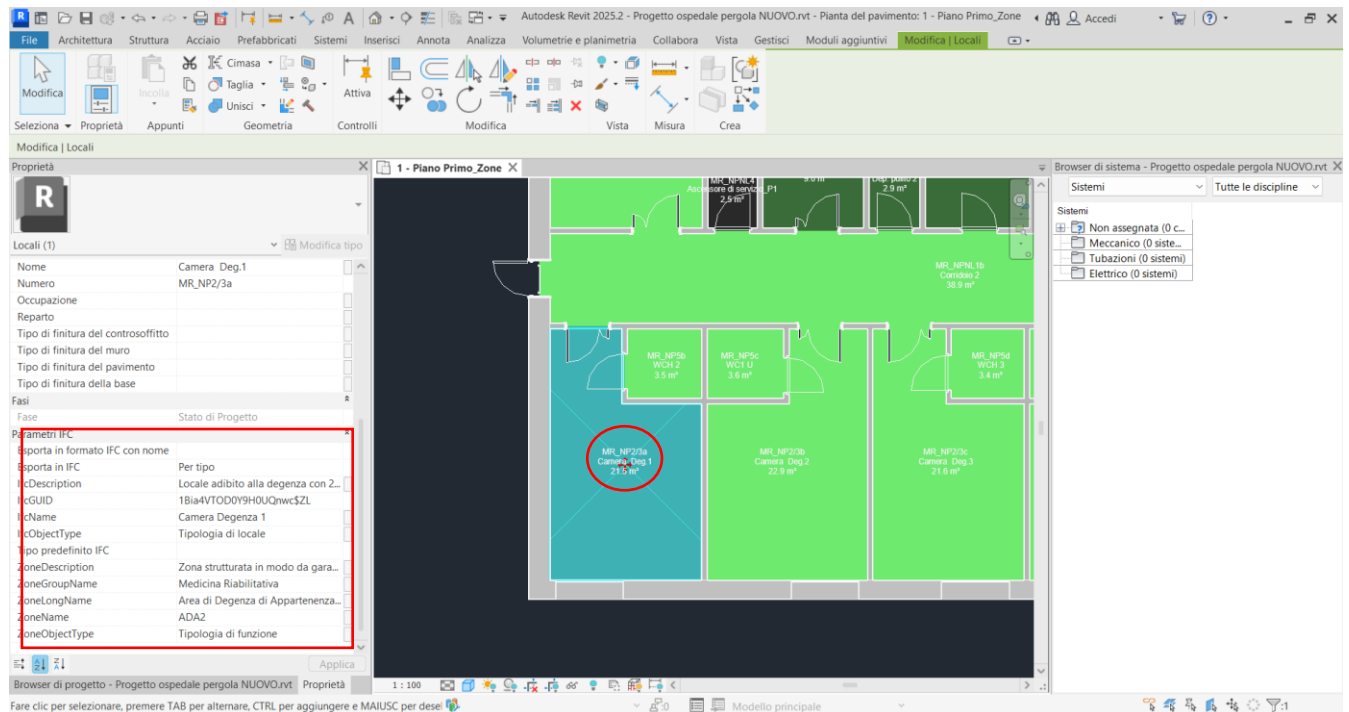


Figura 76 - Interfaccia di Revit

Ultimo passo del modello architettonico, si vanno a definire le Informazioni sul Progetto delle prime tre entità (IfcProject, IfcSite e IfcBuilding) che sono rappresentate una sola volta per ogni file IFC. Essendo entità astratte e non fisicamente associabili ad un parametro, saranno esportate insieme al progetto senza nominarle nel Pset personalizzato. Selezionando il comando “Informazioni sul Progetto”, è possibile compilare i valori dei campi richiesti, così come esplicito nella Figura 77.

Informazioni progetto



Famiglia: Famiglia di sistema: Informazioni sul progetto

Carica...

Tipo:

Modifica tipo...

Parametri istanza: controllano le istanze selezionate o quelle da creare

Parametro	Valore
Dati identità	
Nome organizzazione	
Descrizione organizzazione	
Nome edificio	Ospedale SS Carlo e Donnino
Autore	
Parametri IFC	
IfcSite GUID	
IfcBuilding GUID	
IfcProject GUID	
BuildingDescription	Edificio complesso
BuildingLongName	Osp. SS Carlo e Donnino
BuildingObjectType	Tipologia di edificio
IfcDescription	Esempio piano terra ospedale pergola
IfcName	
IfcObjectType	
SiteDescription	Riqualificazione del complesso ospedaliero di Pergola
SiteLandTitleNumber	2024
SiteLongName	Riqu. Pres. Osp.
SiteName	Riqualificazione Presidio Ospedaliero
SiteObjectType	Tipologia di sito
Analisi percorso	
Impostazioni analisi percorso	Modifica...
Altro	
Data di consegna del progetto	Data
Stato del progetto	Stato di fatto
Nome del cliente	
Indirizzo del progetto	
Nome del progetto	Ospedale Pergola
Numero del progetto	1_OSP_PER

Figura 77 – Informazioni di Progetto

3.2 La Modellazione architettonica

Prima di identificare i locali si passa ad inserire nel progetto anche spazi esterne all'ospedale. Il piano di manutenzione è un elaborato che comprende ogni elemento dell'opera, si deve quindi considerare anche le parti esterne all'edificio che comprendono elementi soggetti a manutenzione nel tempo. Vengono presi in esame i parcheggi, che sono dotati di impianti di illuminazione e la zona adibita ad isola ecologica. Seguendo i passaggi descritti nel paragrafo 2.3.1 si vanno a creare delle masse, alle quali si associano gli stessi parametri visti in precedenza per i locali e vani, che saranno nominate

- Parcheggio 1
- Parcheggio 2
- Parcheggio 3
- Parcheggio 4
- Area Rifiuti Solidi Urbani
- Area Rifiuti Solidi Speciali

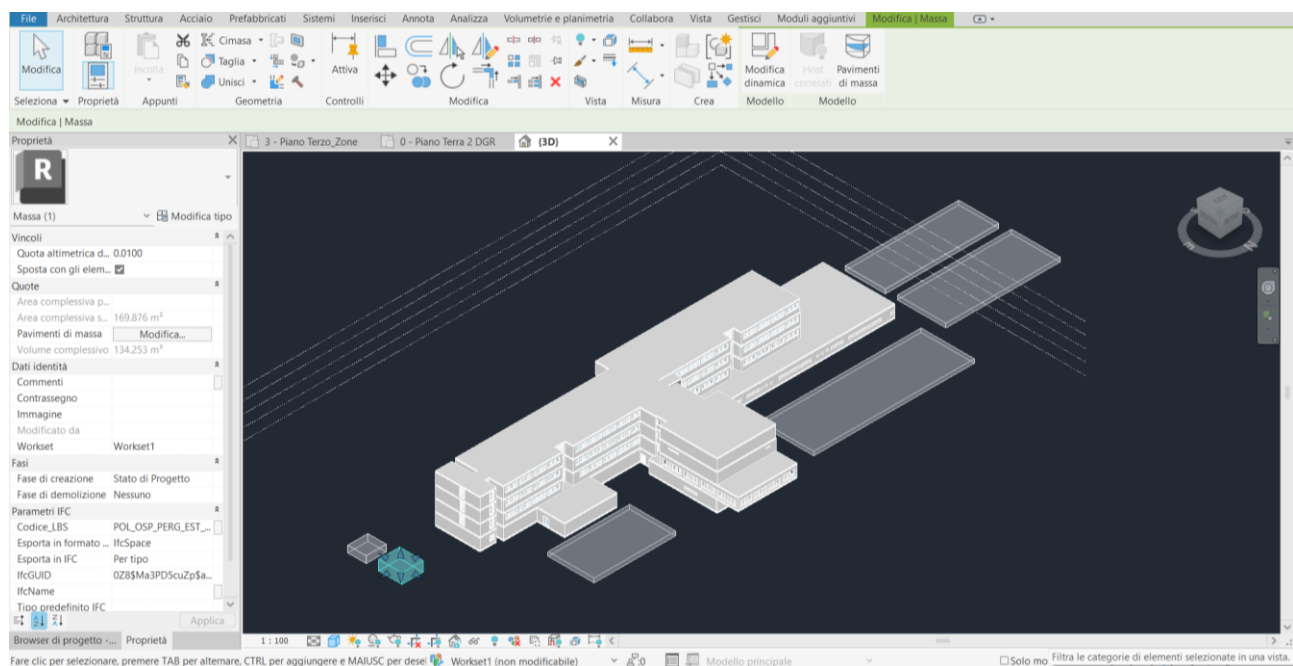


Figura 78 – Interfaccia di Revit con identificate le masse.

Modellato in maniera corretta si è passato ora a identificare i locali. Per farlo è stato associato ad ognuno di essi un codice alfanumerico inserendo un ulteriore parametro condiviso chiamato Codice_LBS. Di seguito sono inserite, al fine di mostrare la complessità del file prodotto, figure che compongono la tabella totale contenenti tutti i Codici_LBS creati associati ai locali mentre nelle Figure 79 e 80 uno stralcio di quest'ultimo.

Zona di attesa e diagnostica

Polo Ospedaliero Pergola

[illegible]

POL OSP PERG ED P2 PA UOA3 Bagn-WC-Pers-4

Primo terra

[illegible]

Unità Operativa Autonoma 3

POL OSP PERG EST IS Ar-rif-sol-spec

[illegible]

Figura 79 – Codice LBS per spazi interni all’ospedale

				Corridoio 1	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_ADA4_Corr-1
				Corridoio 2	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_ADA4_Corr-2
				Atrio comune	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_ADA4_Atr-comm
				Locale per visita e medicazioni	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-vis-med
				Locale per personale sanitario	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-pers-san
				Locale di attesa visitatori e comunicazione parenti	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-att-vis-com
				Cucina/ area relax	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Cuc/ar-rel
				Locale deposito pulito 1	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-dep-pul-1
				Locale deposito pulito 2	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-dep-pul-2
				Locale deposito sporco	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-dep-spor
				Locale deposito materiale	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-dep-mat
				Locale per caposala	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Loc-capos
				Ripostiglio 1	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Rip-1
				Ripostiglio 2	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Rip-2
				Ripostiglio 3	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Rip-3
				Cavedio 1	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Cav-1
				Balcone	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Balc
				Ascensore di servizio_P3	POL_OSP_PERG_ED_P3_MI_AMI_Asc-serv-P3
				Parcheggio 1	POL_OSP_PERG_EST_AP_Parch-1
				Parcheggio 2	POL_OSP_PERG_EST_AP_Parch-2
				Parcheggio 3	POL_OSP_PERG_EST_AP_Parch-3
				Parcheggio 4	POL_OSP_PERG_EST_AP_Parch-4
				Area rifiuti solidi urbani	POL_OSP_PERG_EST_IS_Ar-rif-sol-urb
				Area rifiuti solidi speciali	POL_OSP_PERG_EST_IS_Ar-rif-sol-spec
				Nome del locale ...	
				...	
				Nome del locale ...	
				...	

Figura 80 – Codice LBS per spazi esterni all’ospedale

Nella Figura 81 e nella Figura 82 si mostrano i risultati finali dell'inserimento e come il parametro sia visibile.

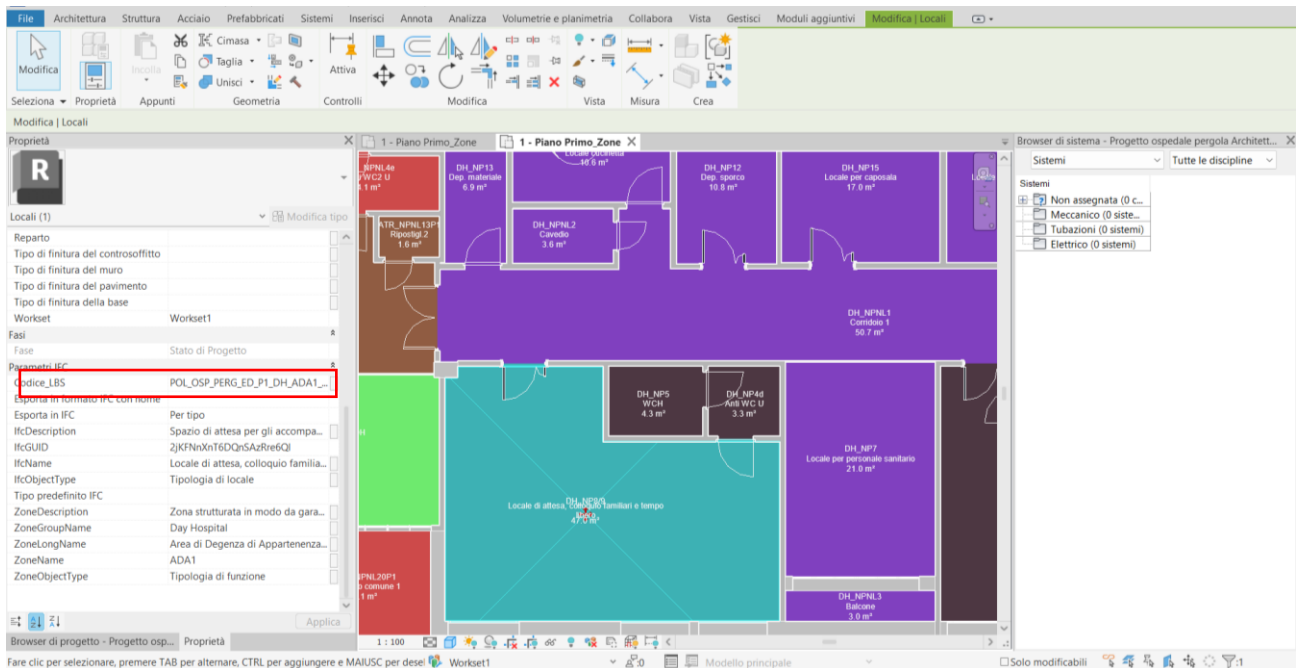


Figura 81 – Codice_LBS nell'interfaccia Revit

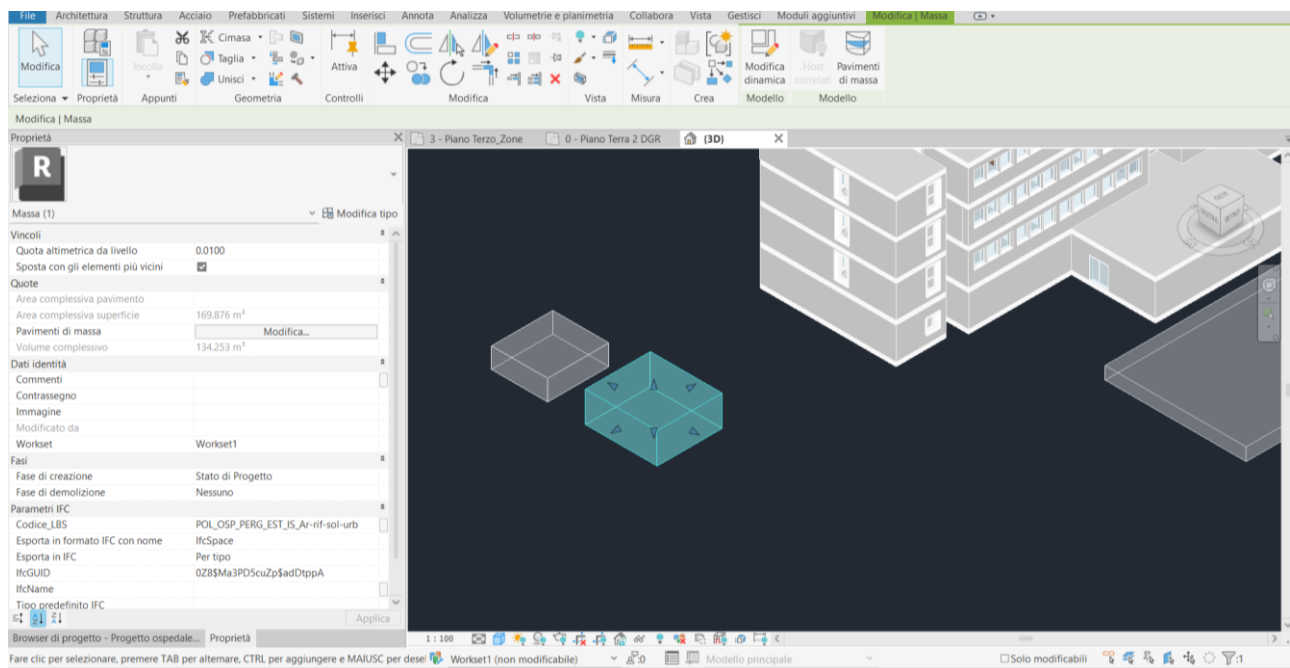


Figura 82 – Codice_LBS nell'interfaccia Revit

3.2.1 Esportazione di un File IFC da Revit.

Si va ora ad esportare in formato IFC 4x3. La scelta della versione e le modalità sono descritte nello specifico nel paragrafo 2.3.2. Esportando con “gruppi di proprietà definiti dall’utente” si è andato a creare il Pset personalizzato, un file .txt descritto in Figura 83.

PropertySet:	Pset_ospedale	I	IfcSpace.IfzZone
IfcName	Testo		
IfcDescription	Testo		
IfcObjectType	Testo		
ZoneName	Testo		
ZoneLongName	Testo		
ZoneDescription	Testo		
ZoneObjectType	Testo		
ZoneGroupName	Testo		
Numero	Testo		
Nome vano	Testo		
Numero vano	Testo		
Codice LBS	Testo		
PropertySet:	Pset_BaseQuantities	I	IfcSpace.IfzElementQuantity
Area	Testo		
Volume	Testo		
Altezza non delimitata	Testo		
Perimetro	Testo		

Figura 83 – Pset per IFC 4X3

Dopo aver selezionato il progetto da esportare, si seleziona “Modifica di Configurazione”, la versione IFC 4x3 (Figura 84) e si spuntano i gruppi di proprietà da esportare (Figura 85) e dopo aver scelto il nome del file IFC, si clicca “Esporta”.

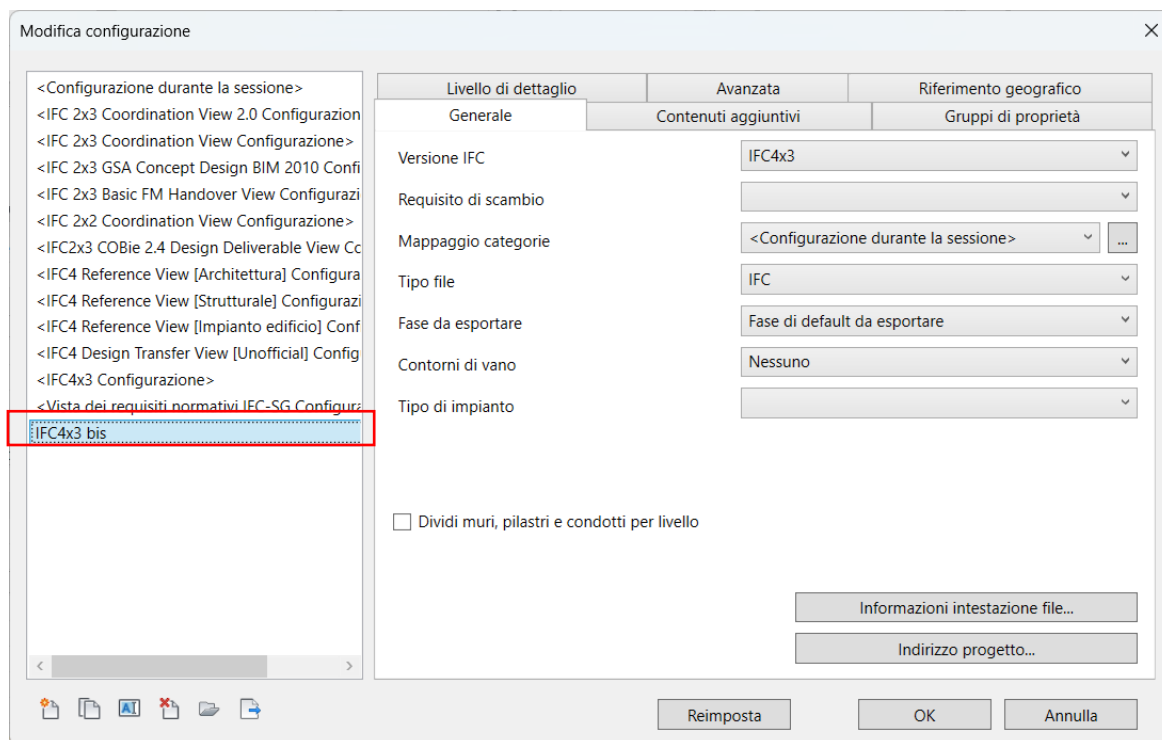


Figura 84 – selezione IFC 4X3

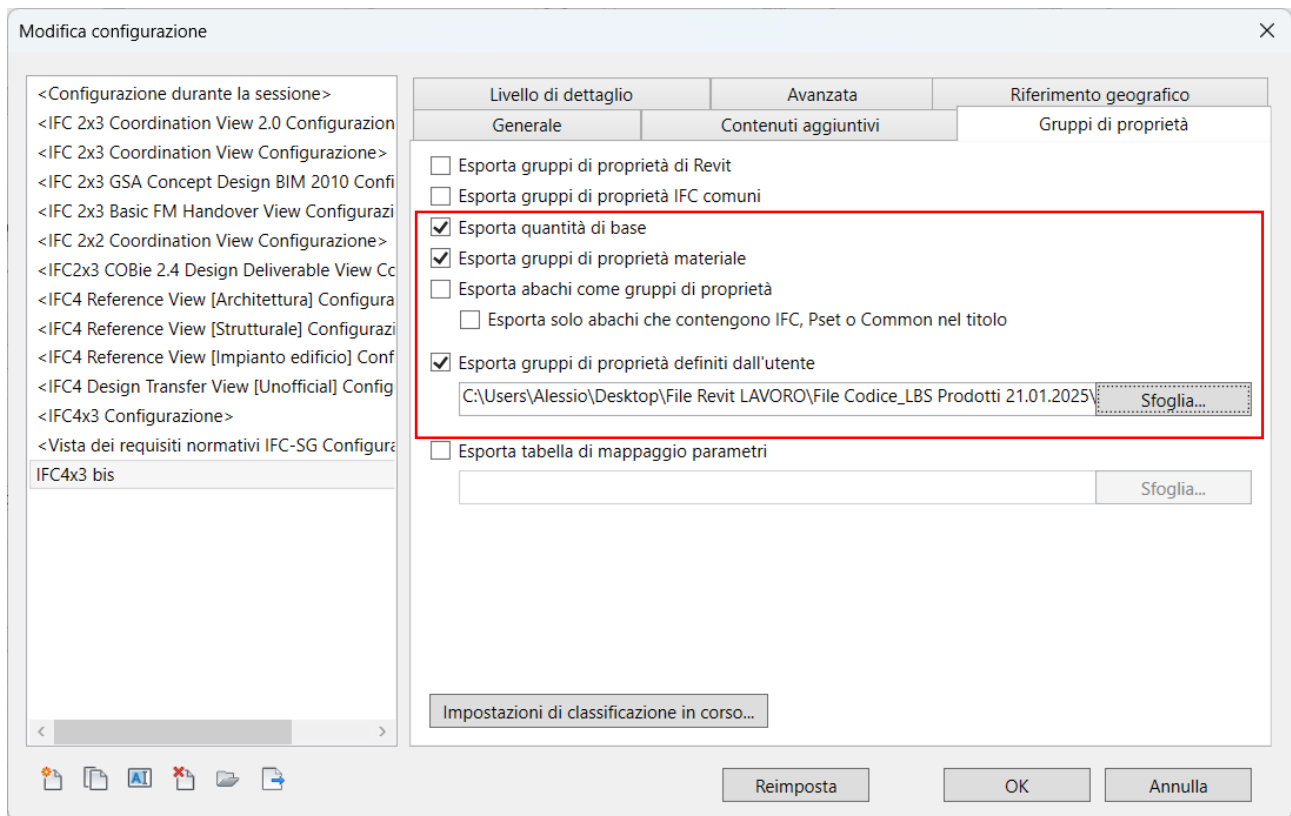


Figura 85 – Inserimento Pset

Aperto il file IFC esportato sul visualizzatore BIMvision, si può osservare il risultato della gerarchia a tre livelli, schematizzata come nella relazione (1), che si è creata per ogni piano dell'ospedale di Pergola. (Figura 86).

IfcGroup (reparto) -> Zona (Sotto-reparto) -> Spazio (Locale) (1)

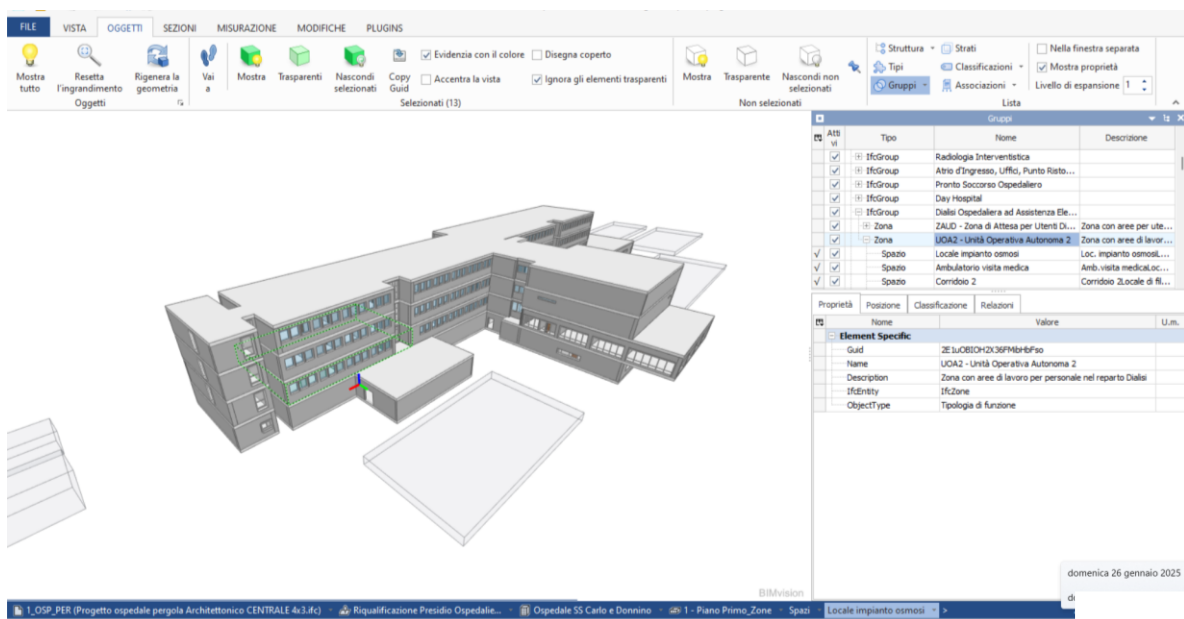


Figura 86 – Gerarchia impostata

Si può inoltre osservare come, oltre la gerarchia, anche i parametri assegnati ai locali su Revit, come il nome, il numero e codice_LBS sono rimasti invariati. Infatti, dopo aver selezionato un locale all'interno del modello, le informazioni appaiono sotto la voce "Proprietà – Pset_ospedale". Ciò dimostra che il file IFC 4x3 permette un'esportazione completa senza perdite o variazioni di informazioni rispetto il modello architettonico, verificando quindi la corretta esportazione. Figura 87.

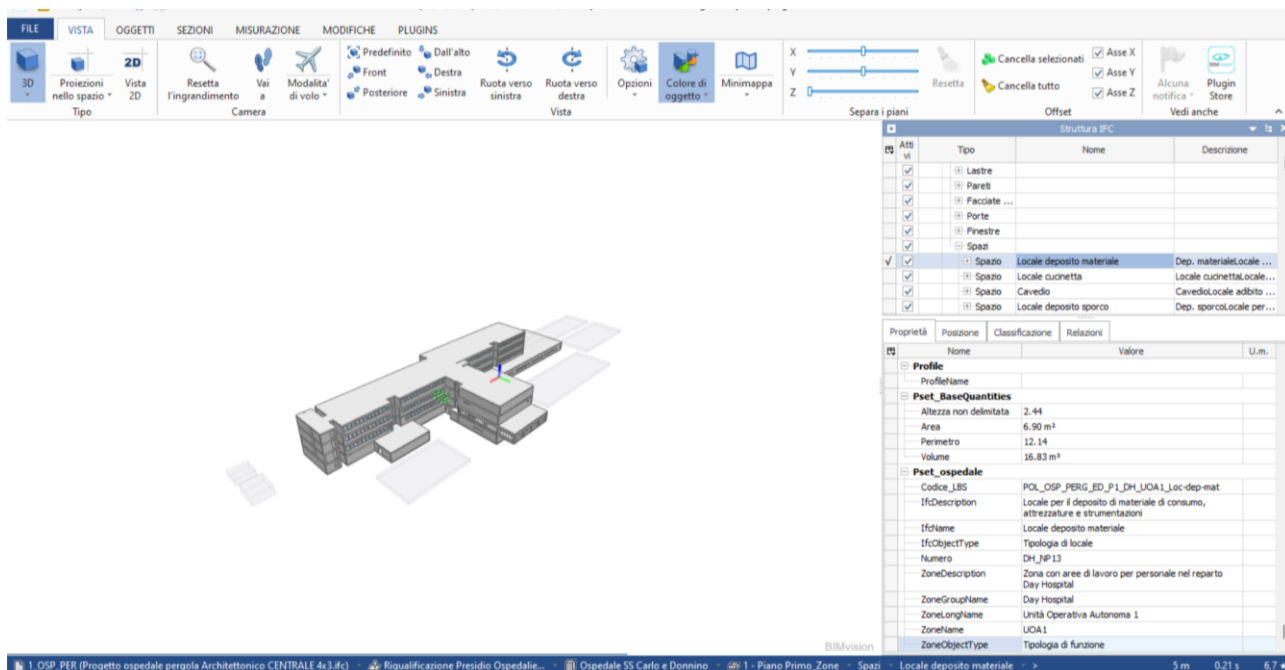


Figura 87 – Verifica della corretta modellazione ed esportazione

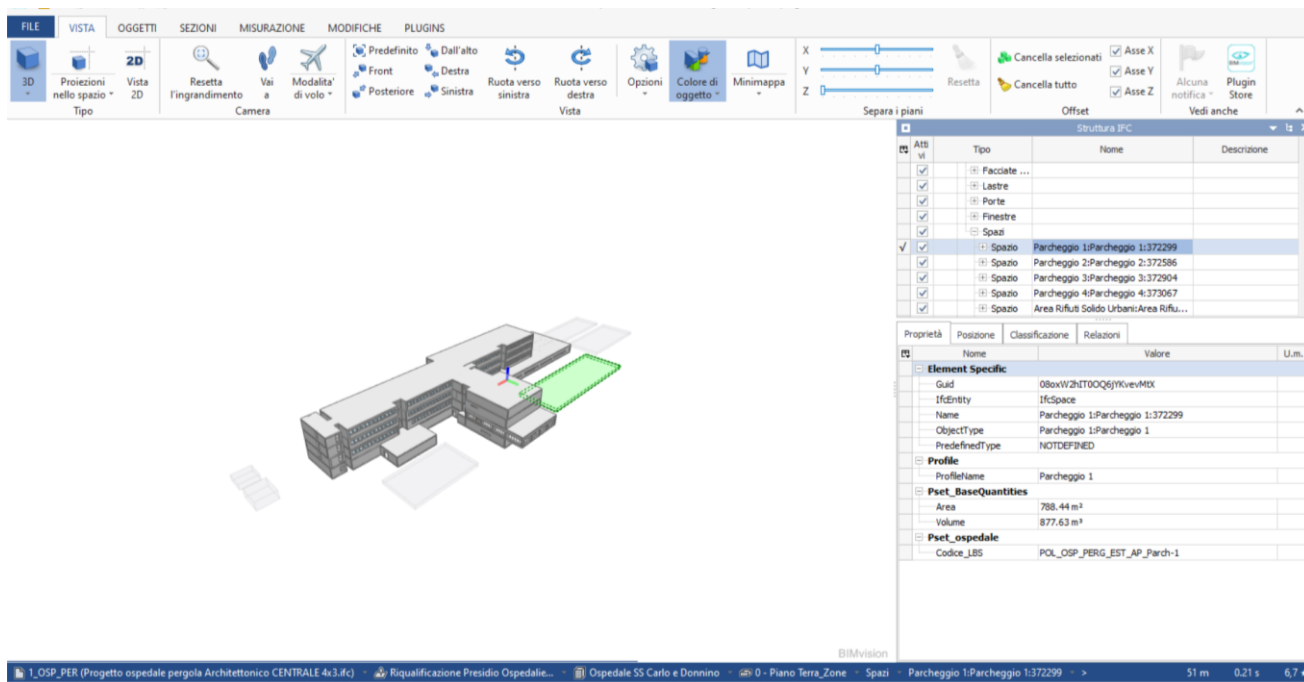


Figura 88 – Verifica della corretta modellazione ed esportazione

Dopo aver verificato la corretta gerarchia e visualizzazione di locali e rispettivi parametri, si va a utilizzare quanto prodotto come base per la creazione di due successivi modelli: quello degli arredi tecnici e quello dell'unità di trattamento aria.

3.3 La Modellazione degli arredi tecnici

Il file prodotto nel paragrafo precedente e da qui in avanti chiamato “Progetto ospedale Pergola Architettonico CENTRALE con LBS.rvt” viene collegato all’interno di un altro file architettonico per la realizzazione di un modello degli arredi tecnici. Questo step è stato necessario per capire come collegare il singolo elemento allo spazio che lo contiene e se la logica usata valesse anche nel paragrafo 3.4.1 per le modellazioni impiantistiche. In particolar modo partendo dal DGR si è studiato i requisiti minimi tecnologici contenuti per il reparto ADEG -Area di Degenza Generale dell’intero ospedale. (Figura 89)

REQUISITI MINIMI TECNOLOGICI		
N.P.	REQUISITO	RISPOSTA
	Sono presenti in relazione alla tipologia ed al volume dell'attività svolta:	
34	letti articolati elettrici ad altezza variabile, dotati di sponde bilaterali	check list verifica visiva
35	materassi antidecubito ad alta e media protezione, di vario tipo a seconda delle esigenze specifiche, provvisti di specifica procedura per la sanificazione	check list verifica visiva
36	carrello per la gestione della terapia	check list verifica visiva
37	carrello per la gestione delle medicazioni con eventuale strumentario chirurgico	check list verifica visiva
38	elettrocardiografo a 12 derivazioni	check list verifica visiva
39	Pulsossimetro	check list verifica visiva

Figura 89 – DGR stralcio

Collegato quindi, si è fatto un ulteriore passaggio di verifica all’interno di questa modellazione. Nel primo piano dell’ospedale sono stati creati dei “Vani” mentre nel secondo piano sono stati creati dei “Locali”. Questo per capire se ci potessero essere delle differenze o vantaggi nella modellazione degli uni o degli altri.

Il procedimento utilizzato per i “Vani” (descritto nel paragrafo 2.3.1.1) si può schematizzare così:

- *Analizza ->Vani->Posiziona vani automaticamente*
- *Analizza ->Denominazione vani-> “OK”*
- *Analizza ->Etichetta vano -> Collocare tutte le etichette andando sopra al vano con il puntatore e cliccando il tasto sinistro.*

I valori dell'etichetta verranno automaticamente generati una volta che si passa sopra la superficie del vano.

Per i “Locali” invece si è seguito l'iter seguente:

- *Architettura -> Locale -> Posiziona locali automaticamente*
- *Architettura ->Assegna etichetta al locale -> selezionare ogni singolo vano e poi andare manualmente a modificare le etichette dei locali come si desidera poiché vengono inserite con valori standard indipendenti dal progetto.*

Questo breve confronto ha fatto ricadere la scelta di continuare la modellazione del terzo piano con l'elemento “Vano” poiché la modellazione è più diretta.

La modellazione ora continua con l'inserimento di una famiglia che rispondesse ai requisiti del DGR. La famiglia scelta è “Medical_All_ARJO_ENTERPRISE-8000_Patient_Bed_Citadel”. Di seguito sono riportate i reparti ADEG dell'Ospedale di Pergola successivi all'inserimento.

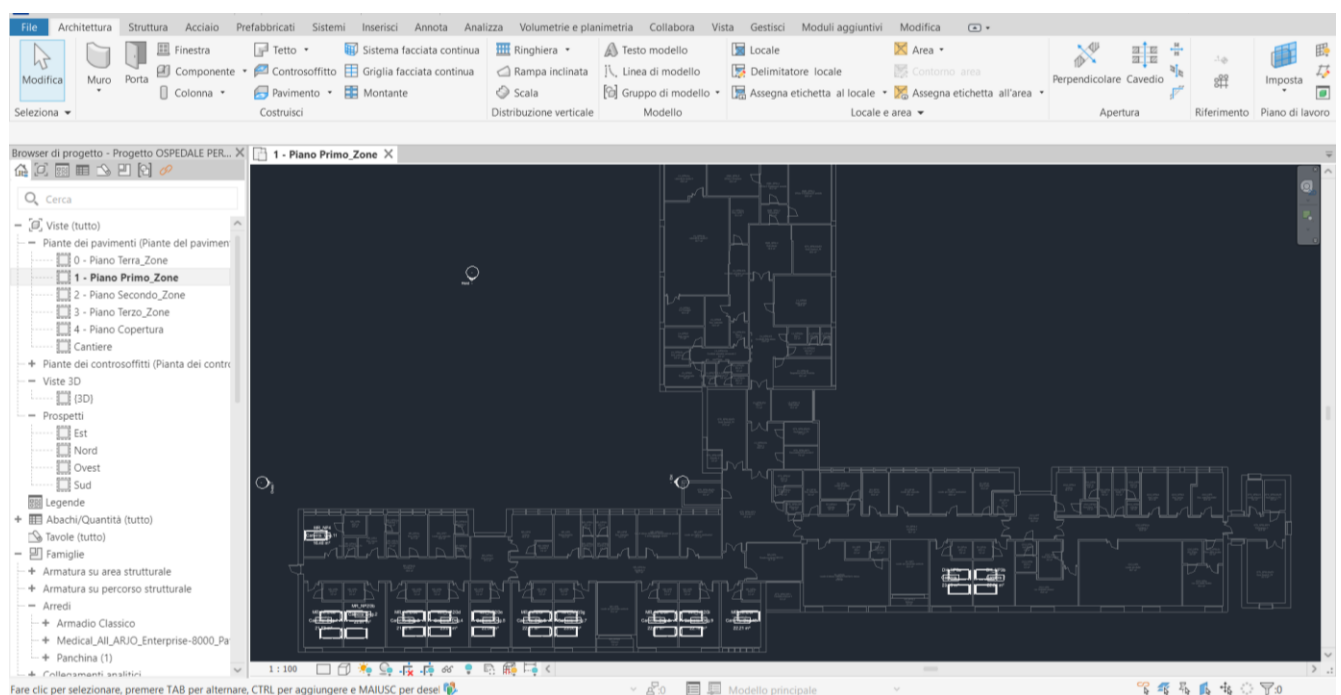


Figura 90 – Pianta Piano Primo ADEG – Arredi tecnici

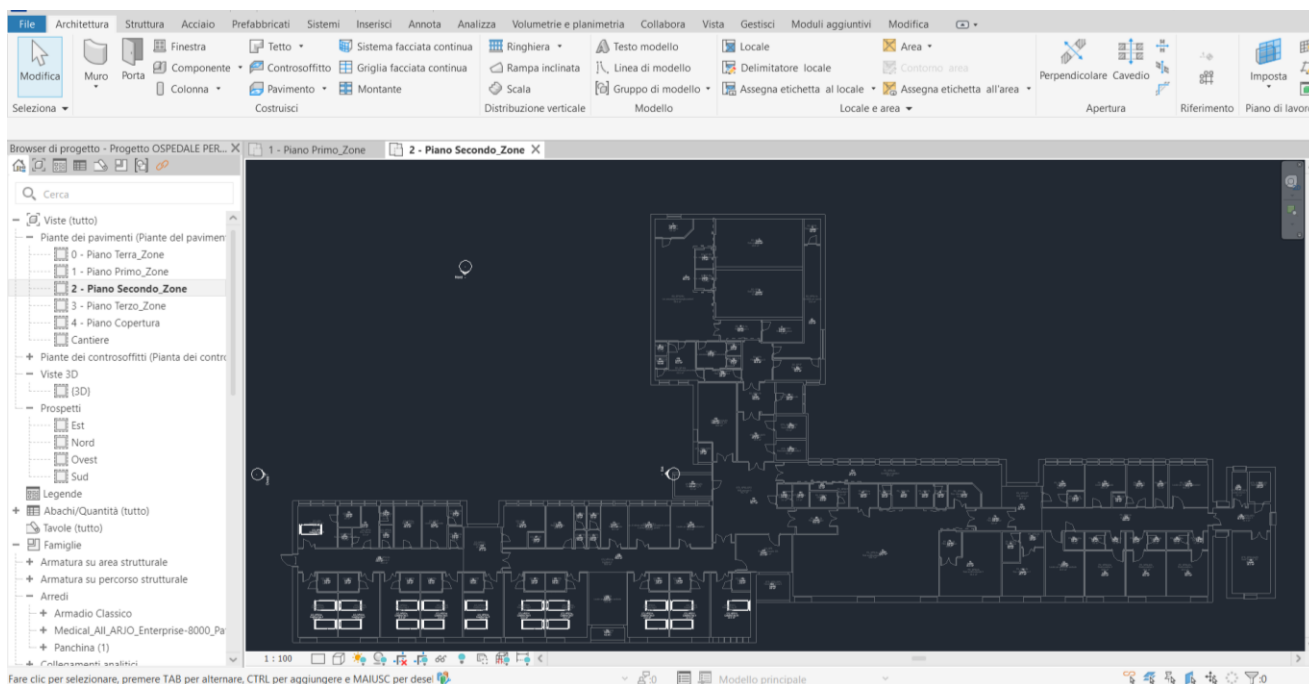


Figura 93 – Pianta Piano Secondo ADEG – Arredi tecnici

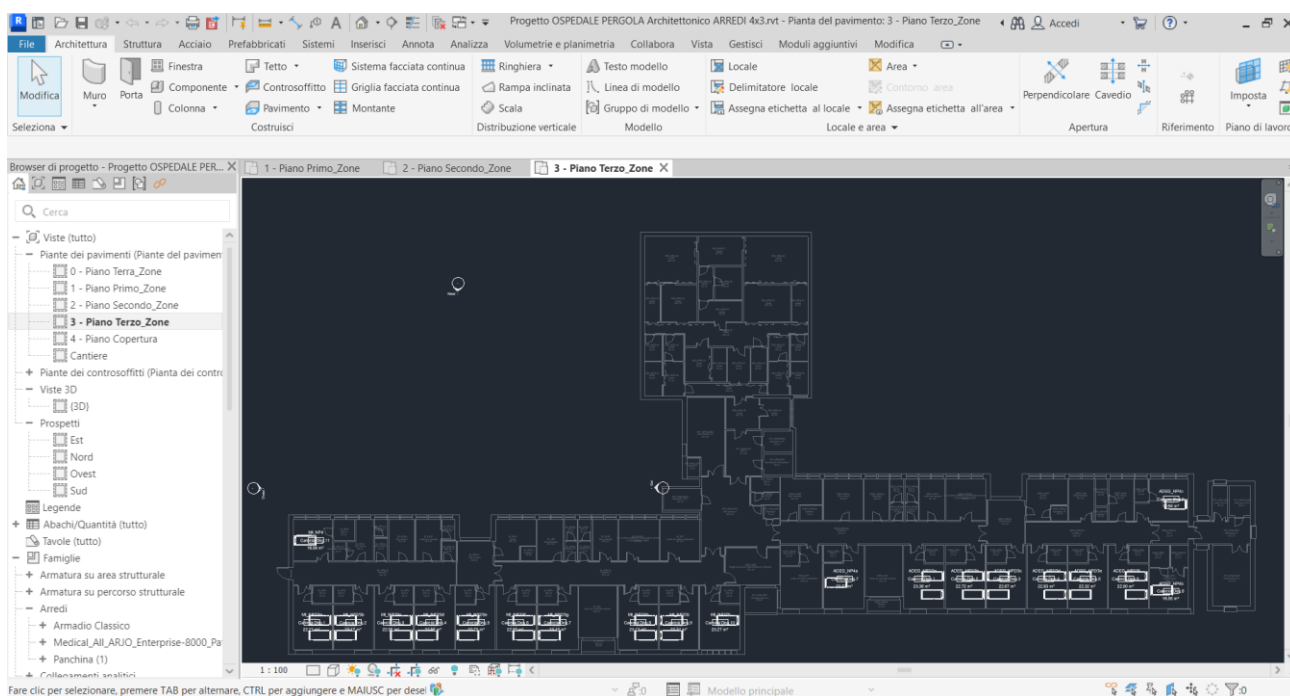


Figura 92 – Pianta Piano Terzo ADEG – Arredi tecnici

Ultimo passaggio è stato quello di associare i parametri scelti, utili a creare la connessione tra arredo tecnico e ambiente “contenitore”. Il procedimento segue il comando (2) della tabella nel paragrafo 2.3 e di seguito è visualizzato il risultato.

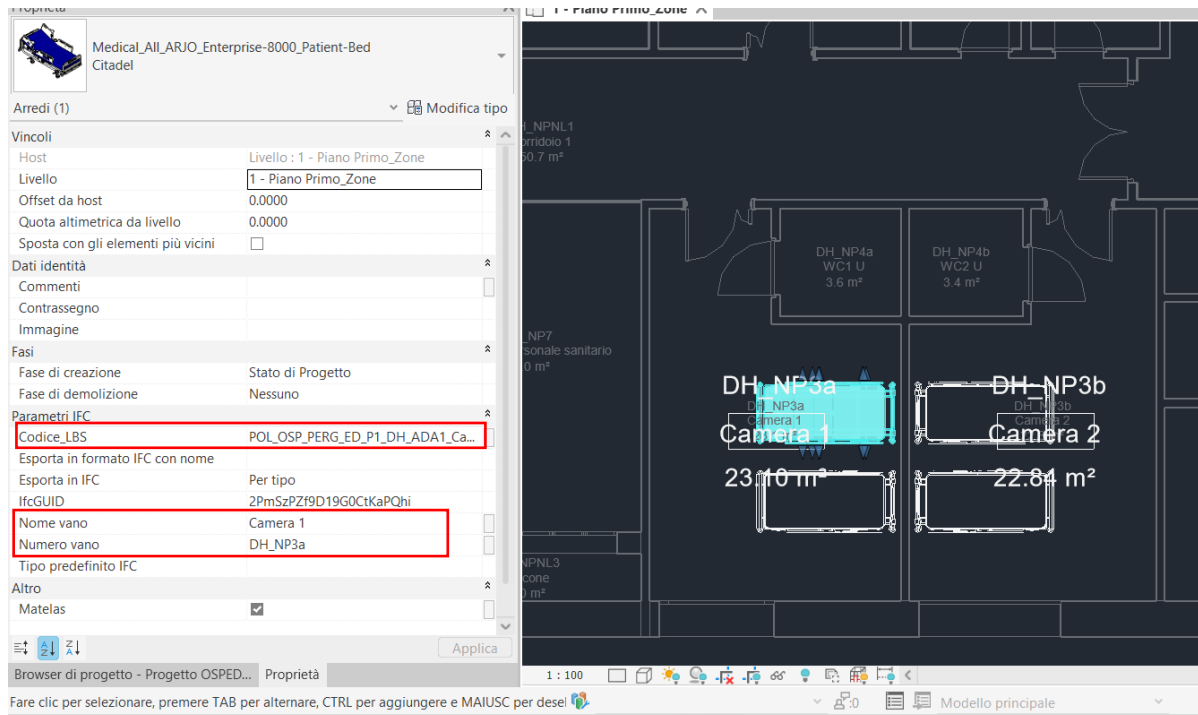


Figura 93 – Famiglia degli arredi con i parametri

3.3.1 Esportazione di un File IFC da Revit

L'esportazione è avvenuta sempre secondo "gruppi di proprietà definiti dall'utente" e con la creazione di un Pset personalizzato. Dalla Figura 94 si nota che nella riga delle entità è stato aggiunto "IfcMedicalDevice". Questa specifica è resa possibile dalla versione scelta IFC 4x3 che aggiunge specifiche famiglie.

PropertySet:	Pset_ospedale	I	IfcSpace,IfcZone,IfcMedicalDevice
IfcName	Testo		
IfcDescription	Testo		
IfcObjectType	Testo		
ZoneName	Testo		
ZoneLongName	Testo		
ZoneDescription	Testo		
ZoneObjectType	Testo		
ZoneGroupName	Testo		
Numero	Testo		
Nome vano	Testo		
Numero vano	Testo		
Codice_LBS	Testo		
PropertySet:	Pset_BaseQuantities	I	IfcSpace,IfcElementQuantity
Area	Testo		
Volume	Testo		
Altezza non delimitata	Testo		
Perimetro	Testo		

Figura 94 – Pset creato

Per far sì però che la famiglia sia esportata correttamente sotto questa entità, in fase di esportazione dobbiamo andarlo ad impostare manualmente nel modo descritto:

- Dopo aver selezionato il file da esportare e aver indicato la versione IFC scelta si va ad intervenire direttamente sul mappaggio delle categorie cliccando i tre puntini evidenziati in Figura 95.

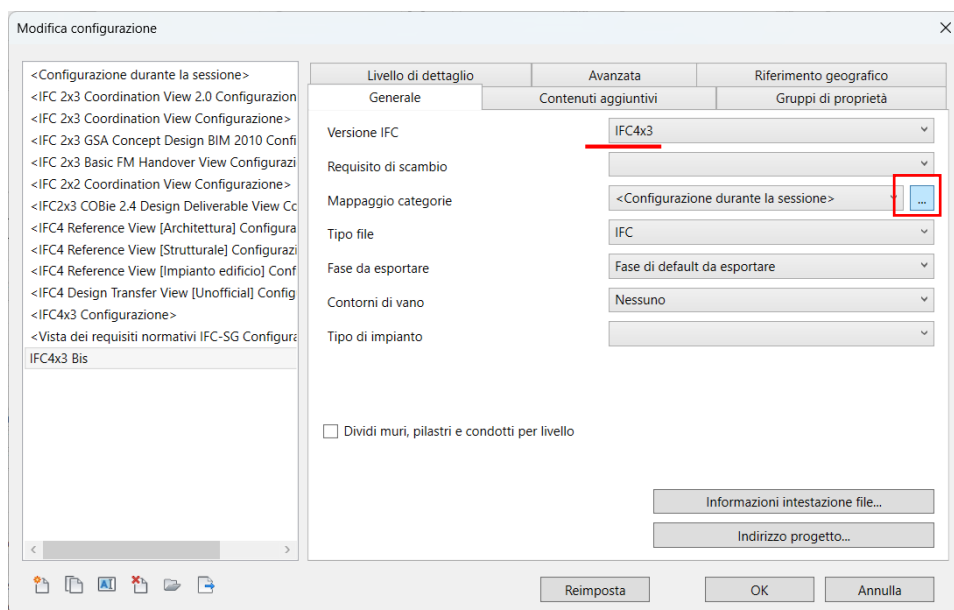


Figura 95 – Procedimento per esportazione definita dall'utente

- Nella schermata successiva andiamo a selezionare la categoria Revit di nostro interesse (Figura 96)

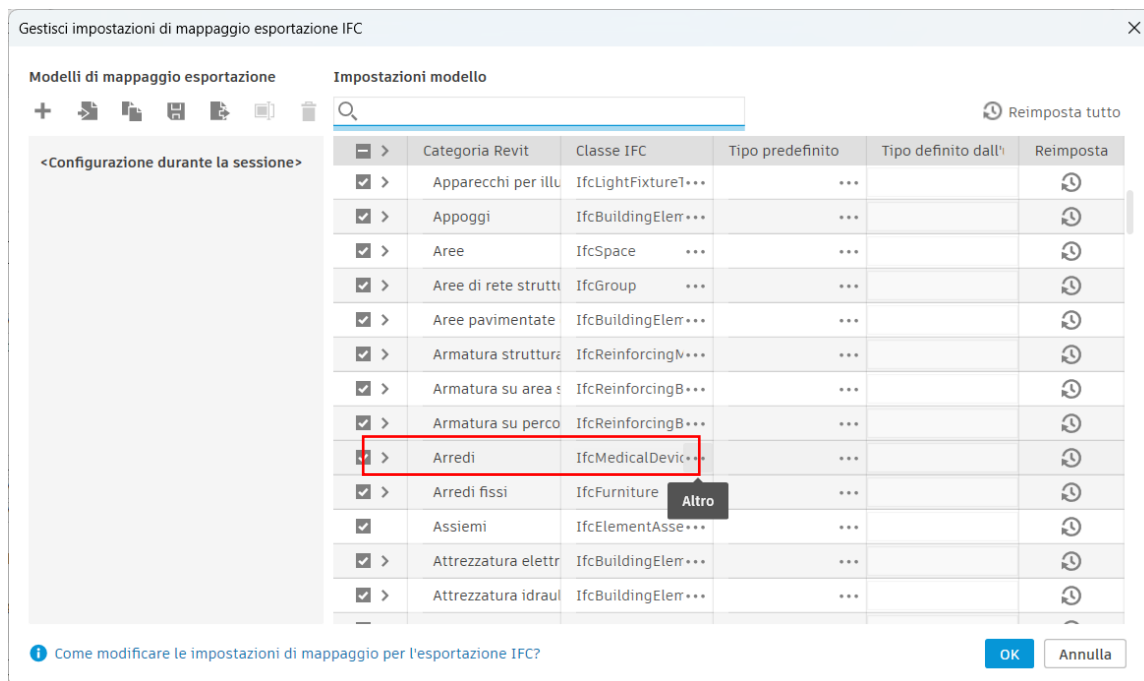


Figura 96 – Ifc scelto

- Infine, si seleziona il file IFC 4X3 la famiglia desiderata IfcMedicalDevice.

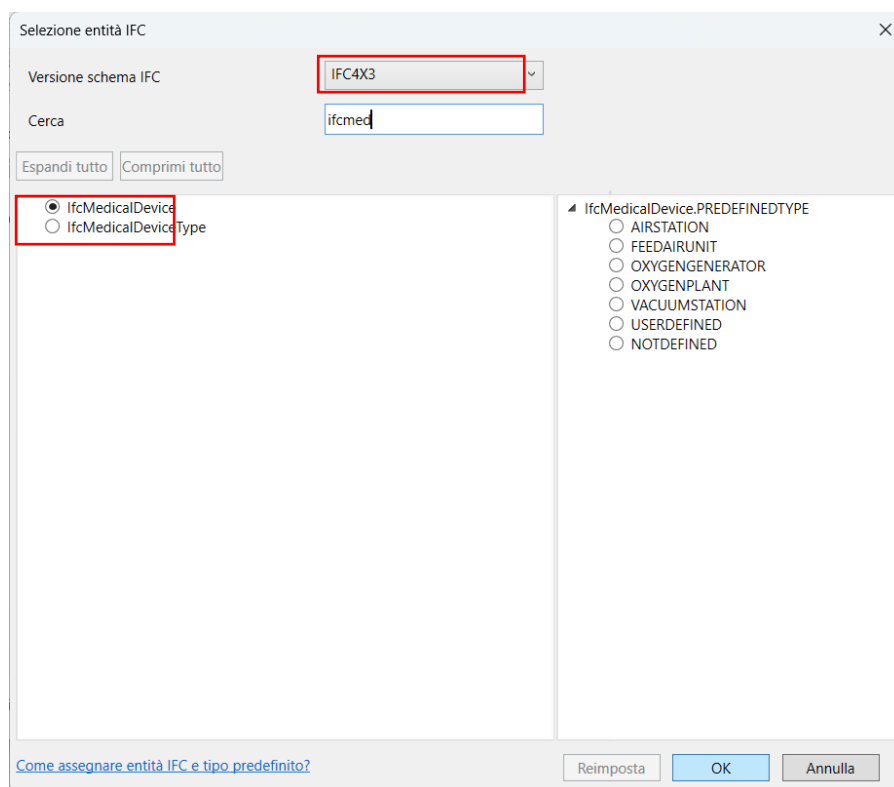


Figura 97 – Settaggio della scelta dell'entità

Il file esportato viene successivamente aperto su BIMvision. Qui si ha prova della corretta modellazione svolta per il collegamento degli arredi all'ambiente. Nella Figura 98 è evidenziata la gerarchia IfcSpace -> IfcMedicalDevice voluta e l'esportazione corretta dei parametri scelti.

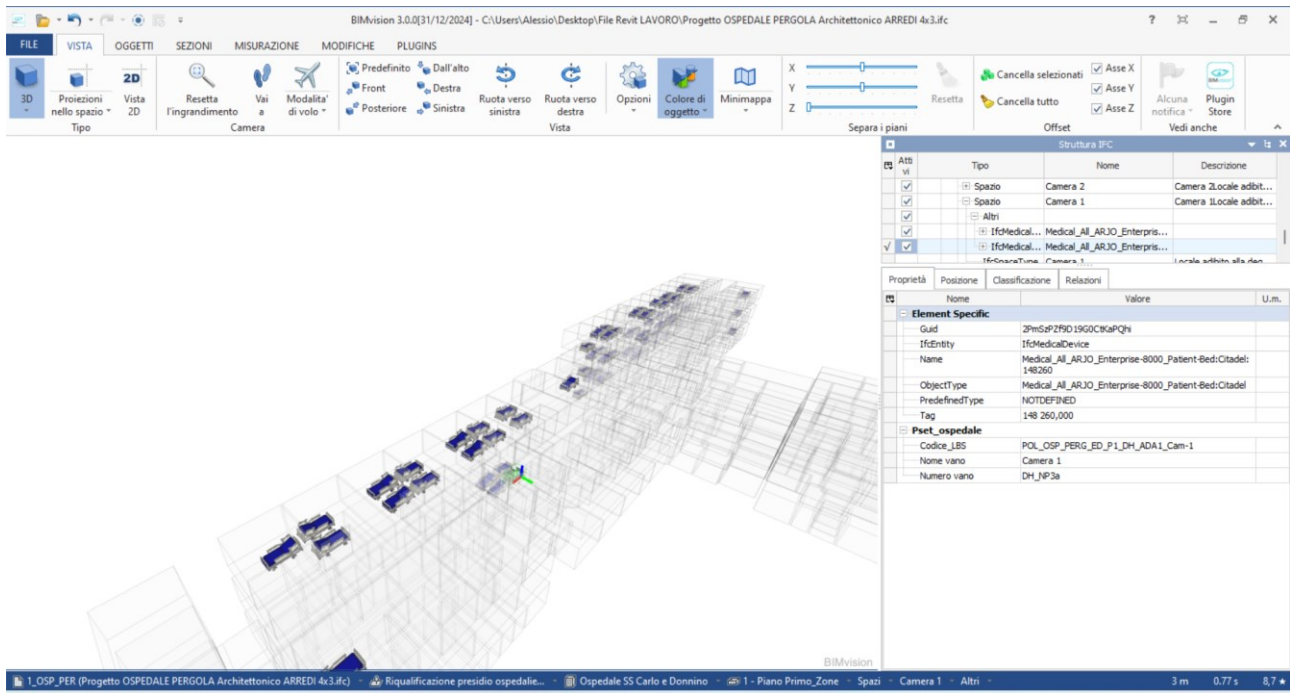


Figura 98 – Visualizzazione su BIMvision

3.4 La Modellazione dell'impianto di trattamento aria

Il DGR impone dei requisiti minimi impiantistici generali quindi il modello architettonico dell'ospedale di Pergola creato è stato collegato un progetto MEP. Il progetto MEP permette la creazione di un modello impiantistico in 3D. Per questo caso di studio, tra i vari sistemi (elettrico, idraulico, meccanico, etc.), è stato scelto quello meccanico, in particolare il sistema HVAC. Il sistema HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) è un sistema complesso impiegato per fornire il riscaldamento, il raffreddamento, la ventilazione e l'aria condizionata a edifici di diverse dimensioni e tipologia (in questo caso edifici complessi – ospedali), garantendo il benessere dell'ambiente. Sono state quindi tabellati i requisiti di ogni zona dell'ospedale da DGR e aggiunti al modello impiantistico i seguenti parametri di progetto: UmiditàRelativa, TemperaturaInternaINV, TemperaturaInternaEST. Codice_LBS, attribuiti alle categorie di vani e bocchettoni. (Figura 100 e 101)

<i>Reparti</i>	<i>Parametri HVAC da DGR</i>			
	T°int Estate [°C]	T°int Inverno [°C]	Umidità Relativa [%]	Ricambi d'aria all'ora [v/h]
<i>ATR</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>PSO</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>RI</i>	20-24	20-24	40-60	15 - Sala operatoria 6 - Sala preparazione 2 - Altro
<i>AMM</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>CDO</i>	20-26	20-26	40-60	2
<i>DH</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>DOAE</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>LA</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>MR</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>BO</i>	20-24	20-24	40-60	15 - Sala operatoria 6 - Sala preparazione 2 - Altro
<i>CG</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>PA</i>	26-28	20-22	40-60	2
<i>ADEG</i>	26-28	20-22	40-60	2

	ossigeno, vuoto, per posto letto)	
26	impianto di condizionamento ambientale che assicuri nei locali di attività: - una temperatura interna dell'aria compresa tra 20 – 22 °C nel periodo invernale - una temperatura interna dell'aria compresa tra 26-28 °C nel periodo estivo - una umidità relativa compresa tra 40-60% - un ricambio aria/ora (aria esterna senza ricircolo) di 2 v/h <i>Nota: per le strutture già in esercizio presenza di un cropprogramma di adeguamento che si sviluppa in un arco temporale di 10 anni</i>	certificazione impianti a firma di tecnico abilitato o dichiarazione di rispondenza (DiRi) e valutazione visiva

Figura 99 – Requisiti minimi del DGR zona Day Hospital

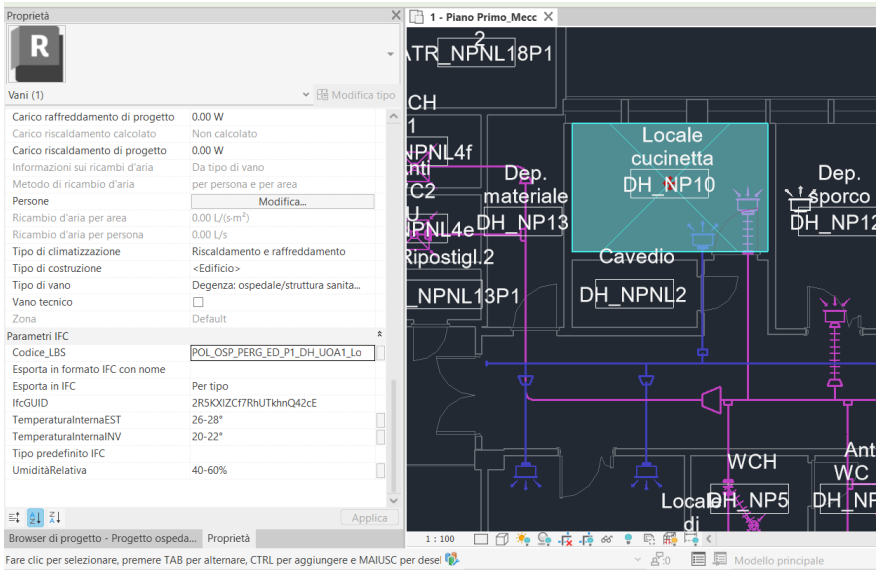


Figura 100 – Parametri del vano

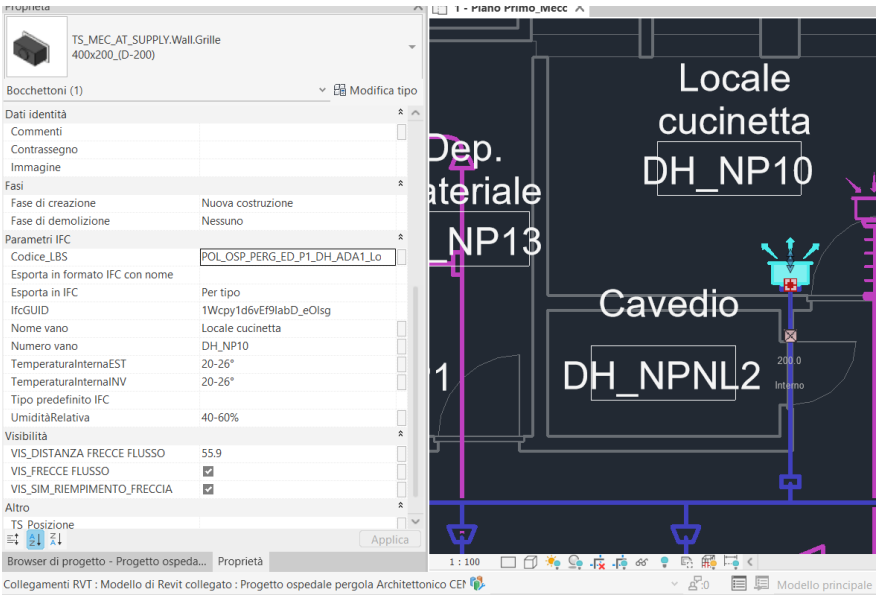


Figura 99 – Parametri del bocchettone

Vengono considerate la zona Day Hospital e la zona Dialisi Ospedaliera ad Assistenza Elevata collocata al primo piano ala est dell'ospedale. Le due zone sono servite dalla stessa Unità di Trattamento Aria collocata sulla copertura dell'edificio. Partendo dal progetto impiantistico esistente “PER_ZZ_MEC_CA_PD_V00”, usato per il corretto posizionamento dei condotti e impianti, si va a disegnare il sistema di ventilazione meccanica, andando a collegare ogni AirTerminal con l'UTA di riferimento tramite dei circuiti di mandata e di ritorno.

Bisogna osservare la gerarchia del sistema meccanico UTA. Per questo si è introdotto il “Browser di sistema”, che ordina ed elenca gerarchicamente tutti i circuiti meccanici presenti nel progetto. È importante il “Browser di sistema” per avere poi una relazione tra vano ed impianto, ossia tra ambiente e terminale, così collegare le informazioni e i parametri assegnati che verranno poi esportati. Dalle Figure 102 e 103 che seguono, si vede la corretta modellazione dei circuiti di mandata e ritorno, con evidenziati tutti gli elementi che ne fanno parte.

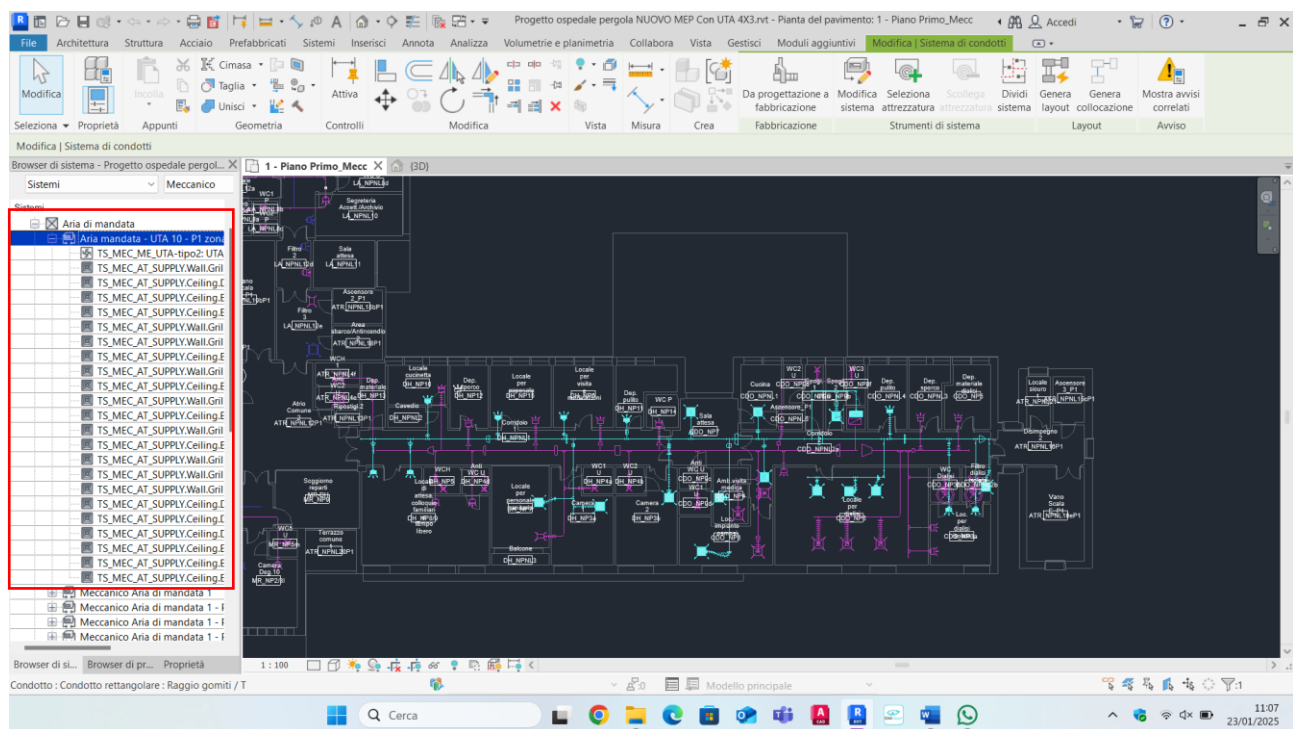


Figura 103 – Modellazione dell'impianto di mandata corretta

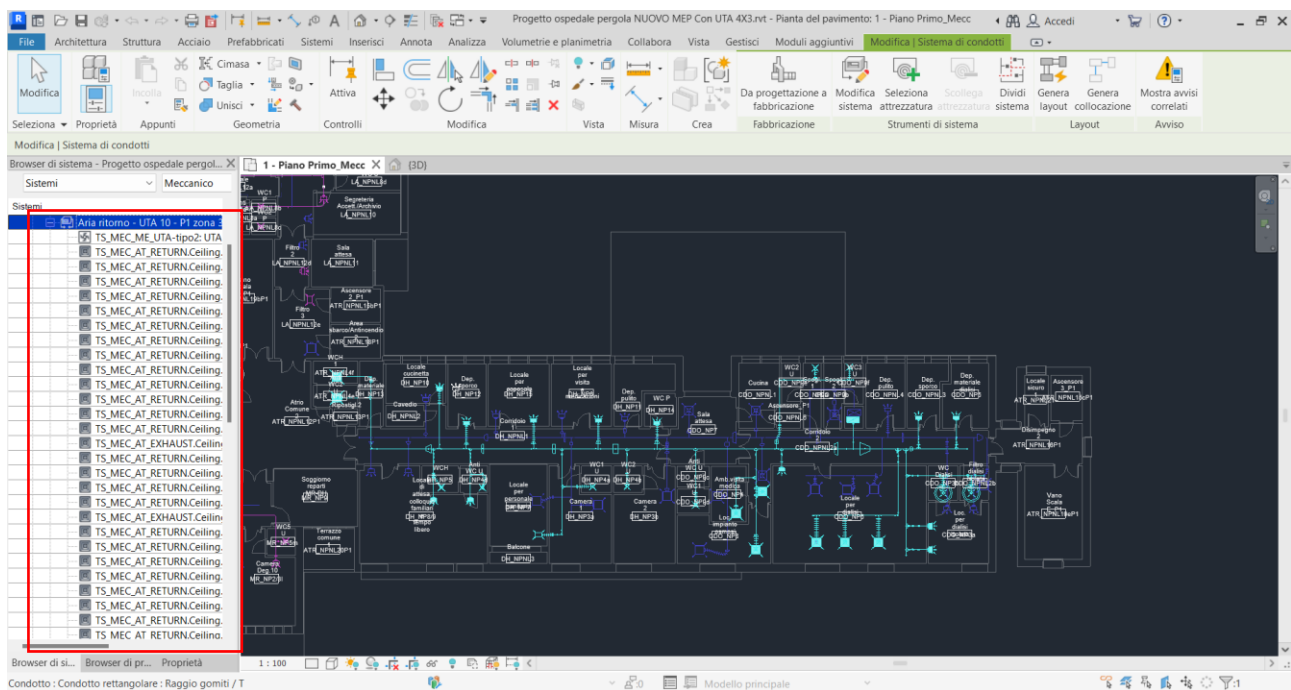


Figura 104 – Modellazione dell'impianto di ritorno corretta

3.4.1 Esportazione di un File IFC da Revit

Si va quindi ad esportare sempre secondo “gruppi di proprietà definiti dall’utente” e con la creazione di un Pset personalizzato. Dalla Figura 105 si nota che nella riga delle entità è stato aggiunto “IfcDuctSegment”. I terminali creati verranno esportati sotto la famiglia “IfcAirTerminal” mentre le connessioni sotto la famiglia “IfcDuctSegment”. Questa specifica si è resa necessari per far sì che durante l’esportazione anche le caratteristiche modellate sui circuiti siano mantenute e trasferite.

PropertySet:	Pset_MEPospedale	I	IfcSpace,IfcZone,IfcSystem,IfcFlowTerminal,IfcAirTerminal,IfcDuctSegment
Nome	Testo	Numero	
Numero	Testo	Nome	
Zona	Testo		
Tipo di vano	Testo		
Volume	Testo		
Nome vano	Testo		
Numero vano	Testo		
Nome sistema	Testo		
Cambiamenti d'aria all'ora		Testo	
UmiditàRelativa		Testo	
TemperaturaInternaINV	Testo		
TemperaturaInternaESI	Testo		
Codice_LBS	Testo		
PropertySet:	Pset_Quantities	I	IfcSpace,IfcElementQuantity
Area	Testo		
Volume	Testo		
Altezza non delimitata	Testo		
Perimetro	Testo		

Figura 105 – Pset creato

Aperto il file IFC sul visualizzatore BIMvision, si può osservare, sotto la voce “Sistemi” il risultato del “Browser di sistema”. L’esportazione non mantiene la gerarchia tra circuiti di mandata e ritorno presente su Revit, ma suddivide i circuiti in base al posizionamento nei piani, così come mostrato.

Sistemi			
Attivi	Tipo	Nome	Descrizione
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 1 - P0	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 1 - P0	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 3 - P0	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 3 - P0	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 2 - P0	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 2 - P0	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 1 - P1	
☒	IfcDistributionSy...	Aria mandata - UTA 10 - P1 zona 3	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 2 - P1	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 1 - P1	
☒	IfcDistributionSy...	Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 2 - P1	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 1 - P2	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 2 - P2	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 3 - P2	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 3 - P2	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 2 - P2	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 1 - P2	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 1 - P3	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 1 - P3	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di mandata 2 - P3	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 2 - P3	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 12	
☒	IfcDistributionSy...	Meccanico Aria di ritorno 3 - P1	
☒	IfcDistributionSv...	Meccanico Aria di mandata 2	

Figura 106 – Gerarchia su BIMvision

Si mantiene invece il collegamento tra UTA e terminali e selezionando un AirTerminal o un vano, si può osservare come BIMvision fornisce una corretta visualizzazione dei parametri esportati dal Pset, Questo verifica che il file IFC 4X3 permette un'esportazione completa senza perdite o variazioni di informazioni rispetto al modello impiantistico.

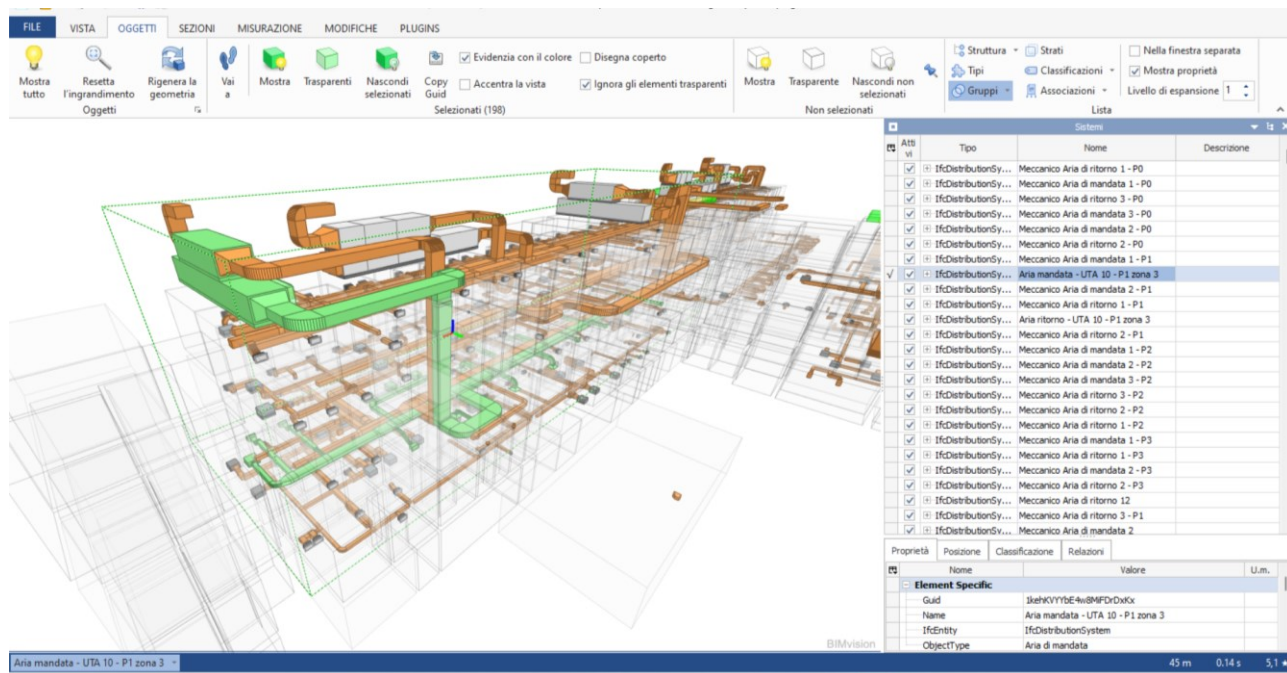


Figura 107 – Modellazione dell'impianto impianto

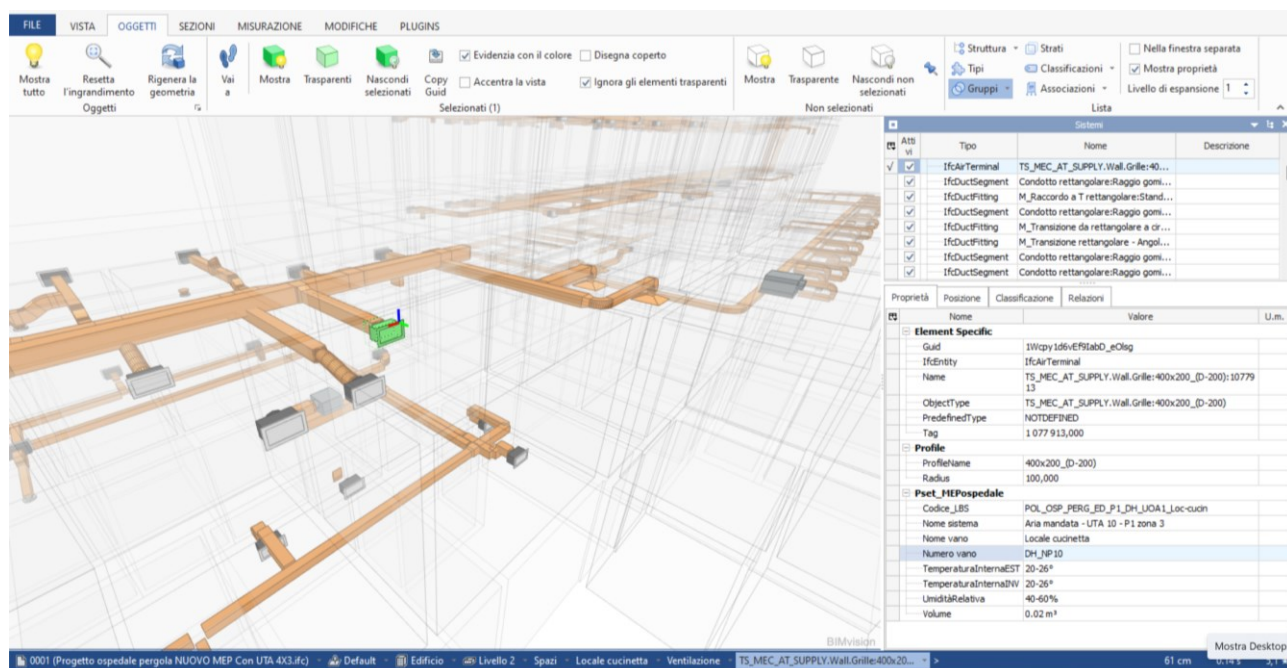


Figura 108 – Modellazione del componente

CAPITOLO 4: UTILIZZO DEI MODELLI

4.1 Piattaforma

La piattaforma WeBim è lo strumento che interroga il progetto e supporta l'ente pubblico a verificare la correttezza delle oGI pervenute in ambiente OpenBIM durante l'appalto pubblico.

La piattaforma è sviluppata come un sistema integrato informativo digitale per supportare l'intero ciclo di vita dei contratti e per concorrere al raggiungimento di una maggiore efficienza dei processi. Lo scopo è quindi quello di gestire dati relativi a programmazione di lavori, opere, servizi, nonché alle procedure di affidamento e di realizzazione di contratti pubblici e ai processi di gestione e manutenzione. La piattaforma è progettata per fornire la tracciabilità e la trasparenza delle attività svolte, l'accessibilità ai dati e alle informazioni, la verifica automatizzata dei modelli di dati, il supporto ai processi decisionali.

L'architettura generale configura un sistema integrato capace di supportare i procedimenti tecnico-amministrativi dalla fase dell'affidamento dei contratti pubblici di lavori e servizi, alla loro esecuzione fino alla manutenzione e alla gestione dell'intero ciclo di vita dell'immobile.

Ora si descrivono i principali componenti dall'interfaccia per la gestione dei modelli, passando al grafo (LPG) per l'analisi delle relazioni, e concludendo con la natura delle Query che abilitano la ricerca dentro il grafo.

Aperto un progetto in piattaforma si nota come l'interfaccia sia composta a sinistra da una lista di impostazioni e comandi come Objects, Models, Query e altri., in basso lo spazio di lettura della Query e a destra si ha un riquadro dedicato ai risultati della ricerca sotto varie forme come ad elenco, a grafo.

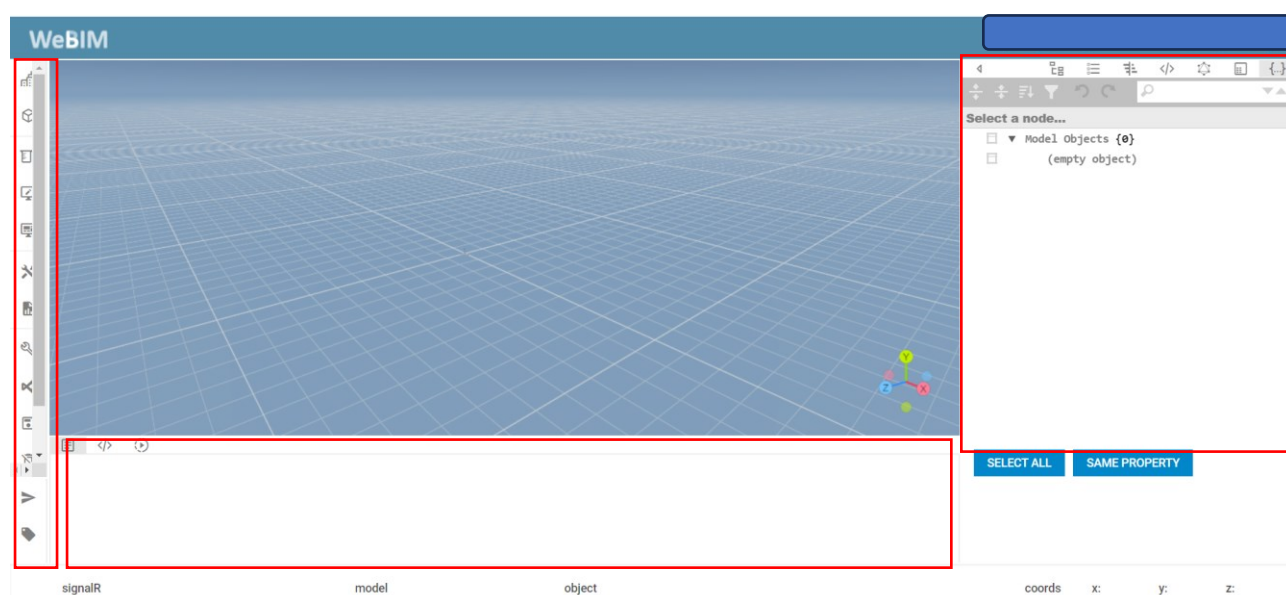


Figura 109 – Interfaccia piattaforma WeBim

Le funzioni utilizzate della piattaforma sono: federazione multiformato/ multidominio e model checking multiformato/multidominio.

Federazione Multiformato/Multidominio

La piattaforma rende possibile l'integrazione di modelli di dati eterogenei in federazioni multiformato e multidominio tramite l'utilizzo di link semantici. Una federazione può essere costituita da due o più modelli di dati estratti dalle tipologie di documenti. Nel caso della federazione multiformato si fa riferimento a diverse tipologie di modelli di dati che riportano lo stesso dato (ad es. caratteristiche geometriche e dimensionali). Quando si trattano federazioni multidominio i documenti dai cui i modelli di dati derivano fanno riferimento ad aspetti diversi dello stesso oggetto.

I modelli di dati integrati in una federazione sono visualizzati in un'unica scena, con la possibilità di registrare (allineare in termini di posa o di collegamento semantico, vedi tool di navigazione di dati integrati) i modelli di dati tra loro.

Interessante è sottolineare che la funzione di federazione consente di combinare anche solo specifiche parti di modelli per incrementare il livello informativo delle stesse.

Model Checking Multiformato/Multidominio

Le procedure di Model Checking multiformato e multidominio sono processi di verifica della consistenza dei contenuti tra differenti modelli di dati integrati in una federazione. Esse consistono in verifiche sia visive che numeriche.

Si elencano alcune funzioni supportate dalla piattaforma:

- Computi – Modelli IFC, controllo visivo e verifiche numeriche per la valutazione della coerenza tra le quantità espresse nei documenti contabili per ogni singola lavorazione e le relative quantità presenti nei modelli IFC per gli oggetti corrispondenti.
- Gantt – Modello IFC, controllo visivo e verifiche numeriche per la valutazione della coerenza secondo due diversi criteri: 1. tra le lavorazioni e le tempistiche espresse nel programma dei lavori 2. tra gli oggetti e relative quantità presenti nei modelli IFC.
- Capitolati informativi – Modelli IFC, vedere model checking con IDS.
- Stato di fatto – Modelli IFC, controllo visivo per la valutazione della coerenza tra lo stato di fatto e quanto modellato in IFC tramite sovrapposizione di immagini.
- Cad – Modelli IFC, controllo visivo per la valutazione della coerenza tra quanto presente nei disegni CAD e i modelli IFC.

- Stato di fatto – Modelli IFC, controllo visivo per la valutazione della coerenza tra lo stato di fatto e quanto modellato in IFC tramite sovrapposizione di immagini.

Per interrogare modello si utilizzano degli strumenti chiamati “tools”, che sono uno degli strumenti di interazione con i modelli di dati. Possono essere sintetizzati in:

1. Tool di navigazione di dati integrati

Lo strumento di navigazione di dati integrati permette l'interazione diretta con il grafo che costituisce la federazione di modelli per la visualizzazione delle entità presenti nei modelli e delle connessioni tra le stesse.

2. Tool di interrogazione

La validazione dei modelli IFC rispetto ai Requisiti di Scambio Informativo (EIR) richiesti dal Capitolato Informativo in una specifica fase del progetto è eseguita tramite l'utilizzo dello standard Building Smart Information Delivery Specification (IDS). Un IDS è un documento interpretabile dal computer con uno schema di file XML, fornito dal cliente, che definisce i requisiti di scambio del modello e quindi come gli oggetti, le classificazioni, i materiali, le proprietà e i valori devono essere consegnati e scambiati. La convalida del modello IFC rispetto all'IDS può essere svolta sia dal modellatore, sia dal cliente, sia da validatori tramite procedure di verifica automatica.

3. Tool di collaborazione

4. Tool di registrazione

L'interrogazione dei modelli di dati presenti in piattaforma può riguardare sia singoli che multipli modelli di dati, anche di diversa natura e dunque eterogenei tra loro.

L'interrogazione dei modelli ha scopi definiti:

- 1.** Interrogazione dei dati geometrici
- 2.** Model Checking:
 - a. Verifiche normative e delle performance
 - b. Verifiche coerenza informativa
 - c. Verifiche di completezza informativa

4.1.1 Il database grafico basato su LPG (Labeled Property Graph)

Il Grafico delle Proprietà è un grafo diretto, in cui gli elementi del grafo sono etichettati e contengono attributi interni. Questo tipo di grafo consente di memorizzare le informazioni all'interno di nodi e bordi come attributi (proprietà). Questa funzionalità del LPG rende il grafo, un modello popolare tra i database grafici. Inoltre, gli attributi memorizzati all'interno dei nodi e dei bordi forniscono ulteriori informazioni che possono essere utilizzati per facilitare la ricerca delle informazioni. Nel complesso, il LPG è il tipo di grafo comunemente usato per supportare l'archiviazione compatta dei dati e interrogare efficientemente le informazioni basata su grafi.

LPG è originariamente adottato per archiviazione dei dati e query basate sulla teoria dei grafi. All'interno di un impianto LPG il database dei grafi è un grafo integrale (nodi e spigoli). [19]

I dati IFC non possono essere efficacemente accessibili e interrogati da applicazioni esterne ad AEC, il che è un problema di interoperabilità. La tecnologia del database può aiutare a risolvere questo problema fornendo informazioni facili accessibili tramite API di database comuni e query di informazioni efficaci utilizzando linguaggi di query avanzati. Tuttavia, attualmente non è disponibile alcun metodo per convertire completamente i dati IFC in LPG. Ciò ha stimolato a sviluppare un metodo automatico per convertire completamente i dati IFC in LPG, rappresentato in figura 110.

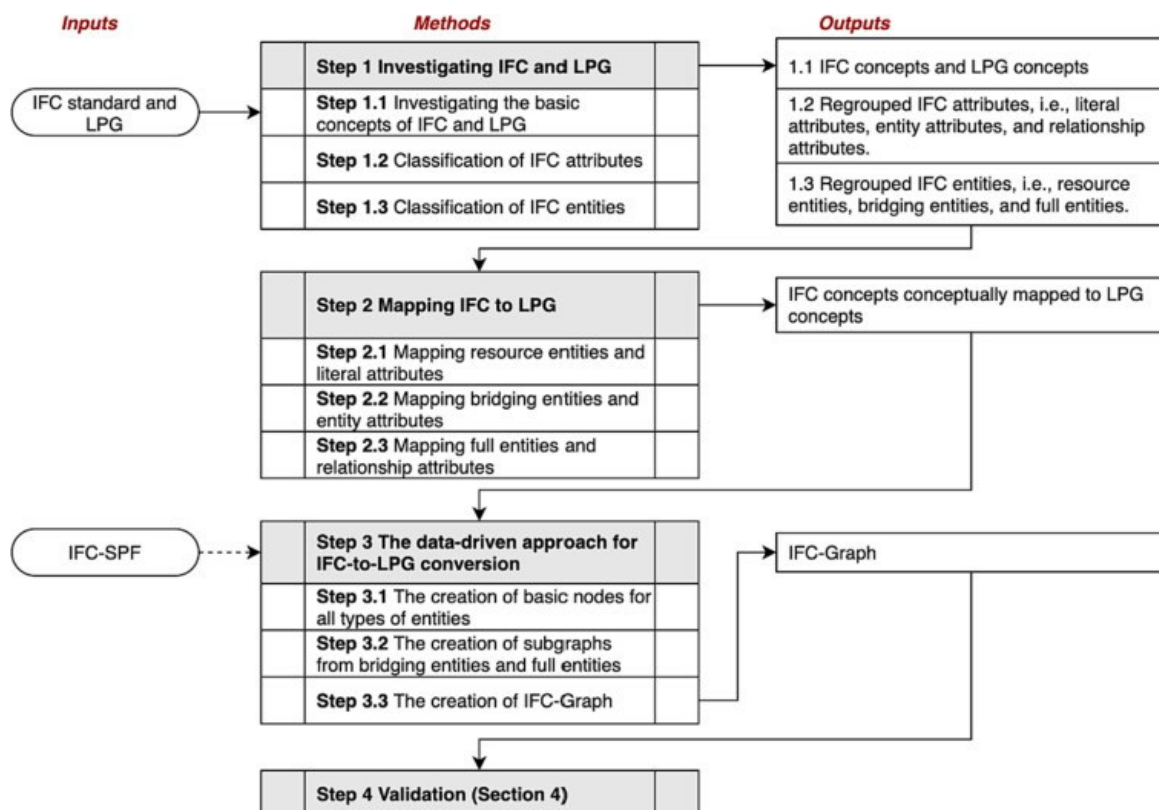


Figura 110 – Modello proposto

In IFC, un attributo è “l’unità di informazione all’interno di un’entità, definito da un particolare tipo o riferimento a una particolare entità”. Ci sono tre tipi di attributi originariamente definiti in IFC che sono: attributi diretti, attributi inversi e attributi derivati. Questa classificazione di attributi non è utile per l'approccio basato sul modello; quindi, gli attributi vengono riclassificati in tre gruppi in base al tipo di dati e si dividono in:

- 1) attributi letterali,
- 2) attributi di entità
- 3) relazione attributi.

Gli attributi letterali sono mappati sulle proprietà dei nodi, per lo scopo di ridurre la dimensione del grafico, che è vitale per il futuro basato su grafici interrogazione di informazioni. Il risultato di questa mappatura sono solo i nodi con proprietà.

Oltre agli attributi letterali, le entità ponte hanno un'entità aggiuntiva. Gli attributi dell'entità vengono mappati alle relazioni nel grafico. Per una struttura di accoppiamento formata da entità ponte e dalle loro entità di riferimento, l'entità ponte iniziale è denominata entità primaria, mentre tali entità a cui si fa riferimento sono indicate come sottoentità. Il corrispondente dei nodi creati per loro sono quindi nodi primari e sottonodi, rispettivamente. Dopo la mappatura, le relazioni tra i nodi primari e sottonodi sono dirette dai nodi primari al sottonodo. L'esito è di una mappatura con un semplice grafo composto dal nodo primario e dai sottonodi, così come le relazioni tra loro.

Le entità complete hanno inoltre attributi di relazione rispetto al bridging entità. Gli attributi di relazione vengono mappati alle relazioni nel grafico con i loro nomi che sono i tipi di relazioni. Il risultato di questo anche la mappatura è un sottografo. Dopo la mappatura, le entità IFC, indipendentemente dalla loro tipologia, risultano nello stesso tipo di nodo, cioè il nodo base che ha solo proprietà, ma con diversi tipi di relazioni. Le entità della risorsa portano ai nodi di base solo con relazioni entranti, facendo da ponte tra entità ed entità piene risultato in nodi di base con relazioni sia in entrata che in uscita. La differenza tra entità ponte ed entità complete in termini di relazione è che le entità ponte non possono essere direttamente collegate ad altre entità ponte, mentre le entità complete possono essere direttamente collegate a qualsiasi tipo di entità.

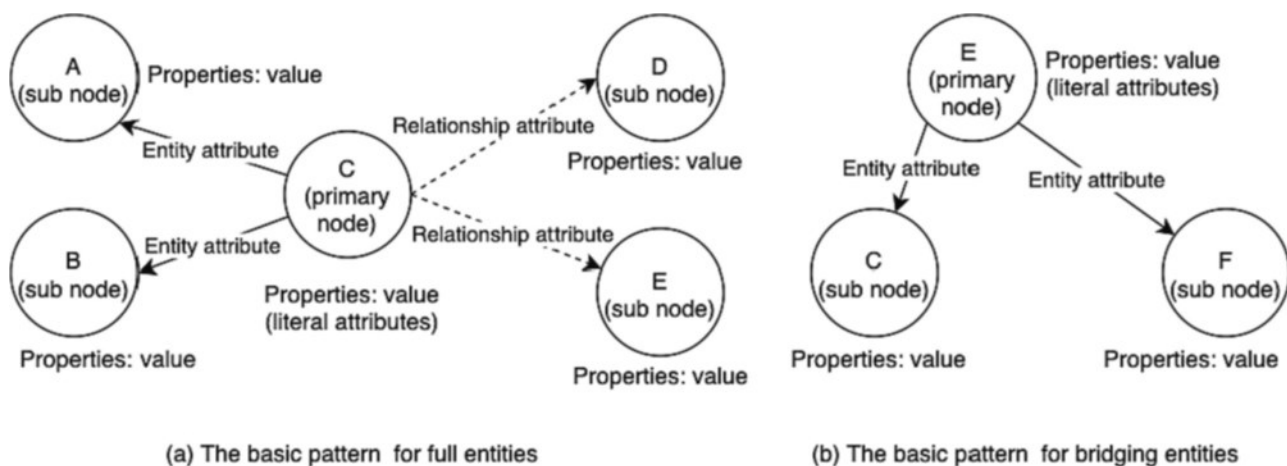


Figura 111 - Grafo

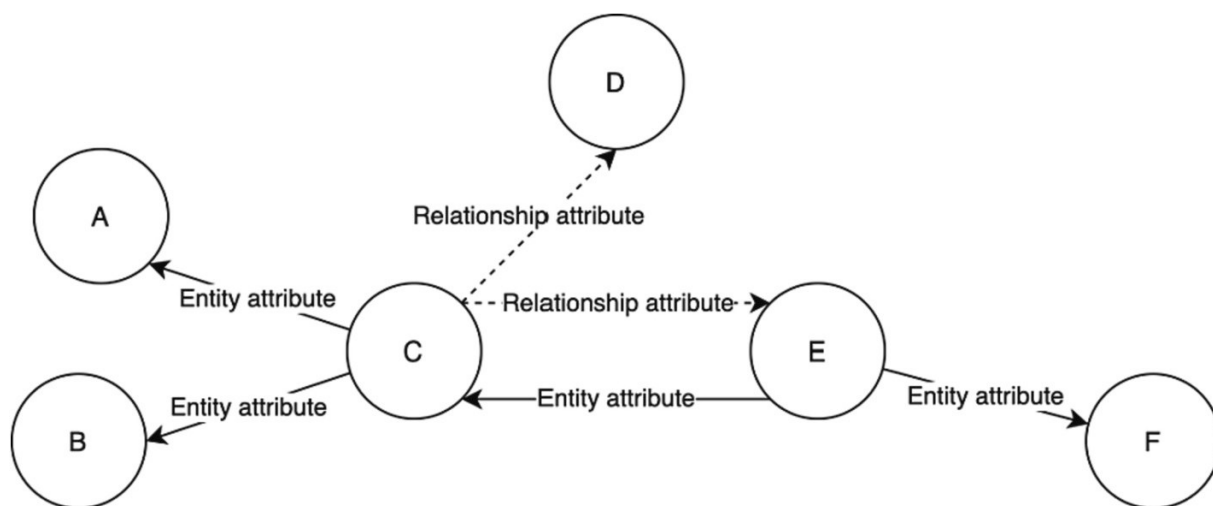


Figura 112 – Grafo

4.2 Utilizzo della piattaforma in un intervento di manutenzione

Essendo il caso studio un ospedale, quando si pensa ad un intervento di manutenzione si vanno a intrecciare nello specifico due approcci: il primo vede il reperimento di tutte le informazioni da riferire poi alla squadra che andrà operativamente ad intervenire, il secondo è di carattere organizzativo in quanto le attività collegate allo spazio interessato dall'intervento di manutenzione saranno inutilizzabili per il tempo di quest'ultima. Ne deriva quindi una riorganizzazione delle attività svolte di notevole impatto. Questi due approcci uniti e schematizzati nell'immagine seguente rappresentano il metodo di gestione completo di un intervento di manutenzione.

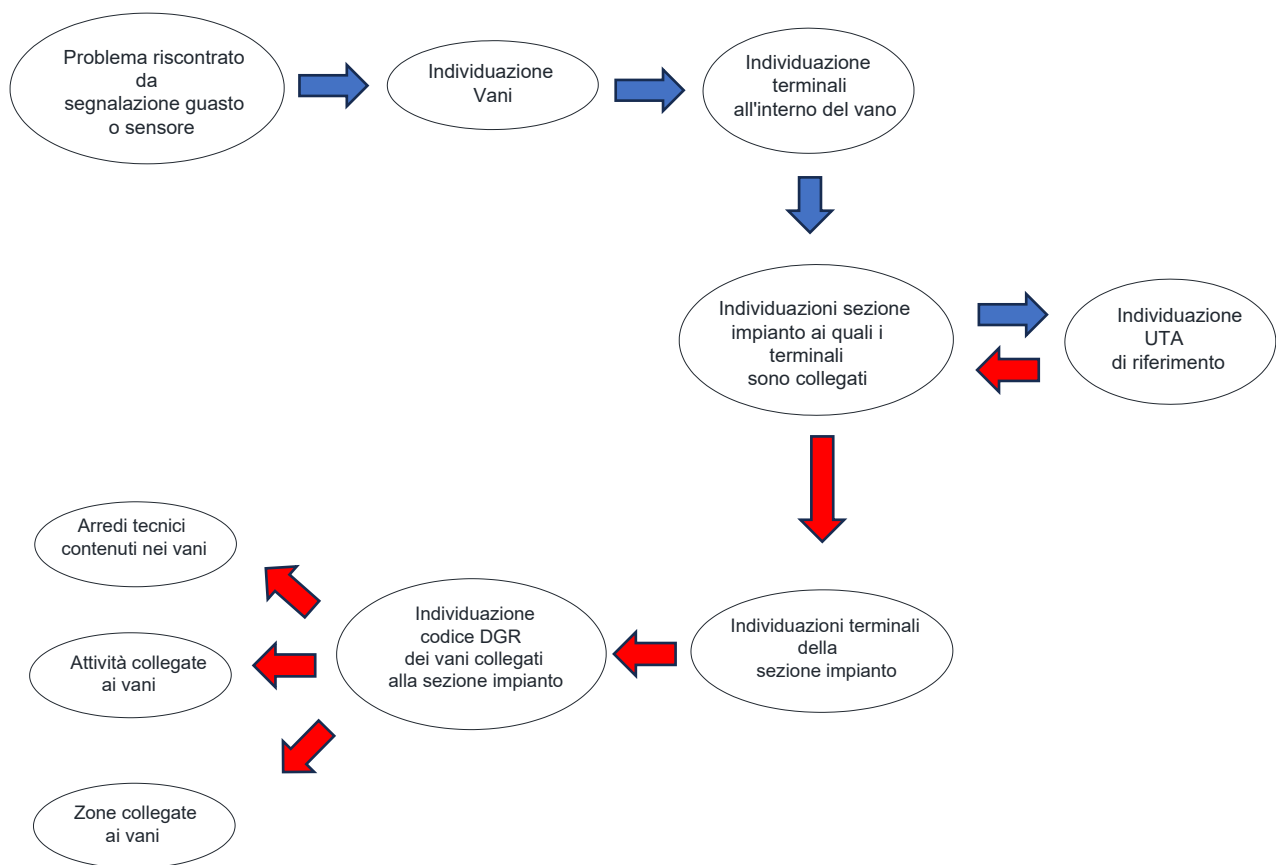


Figura 114 – Metodo di gestione intervento di manutenzione

Si descrive ora in modo pratico come la piattaforma possa essere utilizzata nello svolgimento del metodo di gestione sopra citato. Come situazione esempio viene presa una rilevazione del sensore che registra la temperatura interna invernale del “Camera 2” inferiore rispetto ai requisiti minimi imposti dal DGR.

4.2.1 Verifica fattibilità tecnica del primo approccio

Primo passo operativo è quello di inquadrare e individuare il vano dal quale arriva la segnalazione. Facciamo questo inserendo nella piattaforma il file IFC inerente all'impianto di HVAC responsabile della regolazione del parametro che risulta insufficiente. In primo luogo viene inserito e aperto il file IFC Impiantistico sulla piattaforma come illustrato in Figura 115.

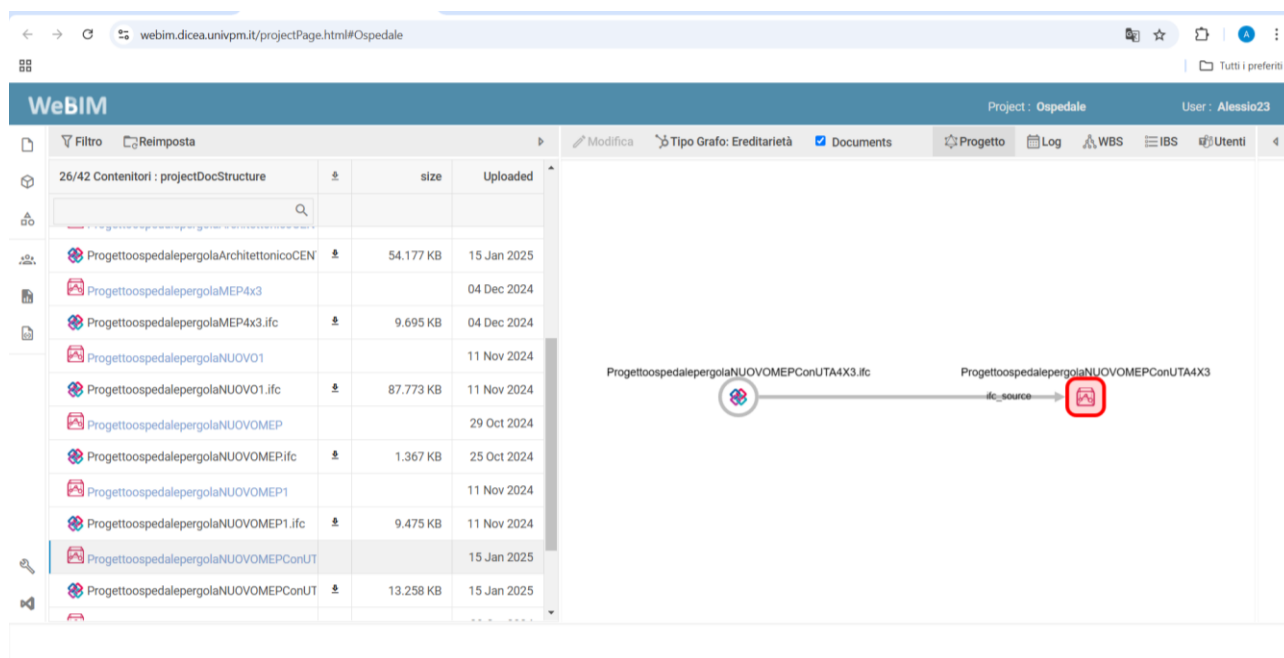


Figura 115 – Apertura del file ifc del progetto impiantistico sulla piattaforma WeBim

Occorre poi settare due impostazioni:

- Cliccare la prima icona che troviamo nel menù a sinistra nominata “Models” e andare su “Model Settings”. Spuntare l’opzione “show spaces” e lasciare le voci già selezionate tra cui la voce “show building elements”. Questo permette di visualizzare nel progetto i vani contemporaneamente gli impianti, così da avere anche un riscontro visivi diretto del risultato della query. La Figura 116 da un riscontro visivo di quanto detto.

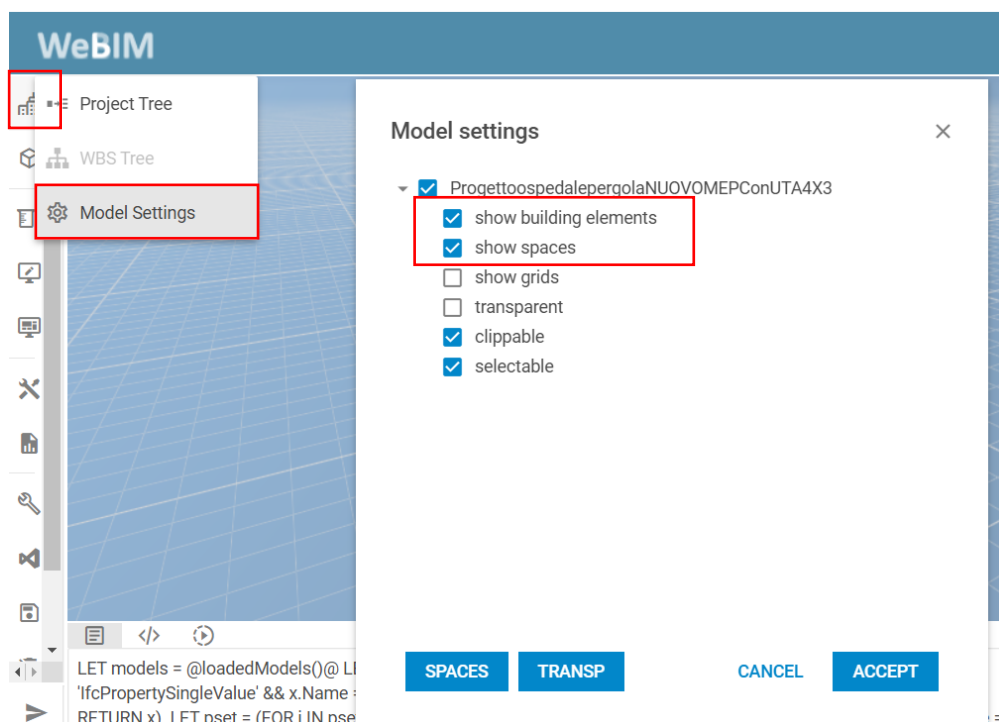


Figura 116 – Settaggio delle impostazioni nella vista del modello

- Cliccare ora l'icona, sempre del menù di sinistra, nominata "Settings" e deselezionare l'opzione "Group selection" questo ci permetterà di selezionare tutti i risultati delle query liberamente. La Figura 117 viene inserita per riscontro visivo.

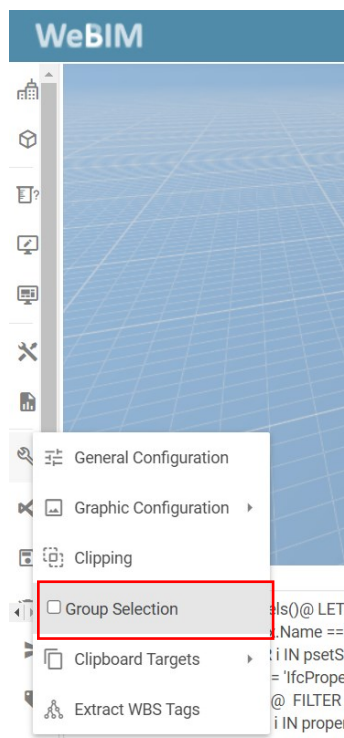


Figura 117 – Settaggio delle impostazioni

Il risultato che ne viene fuori è rappresentato in Figura 118

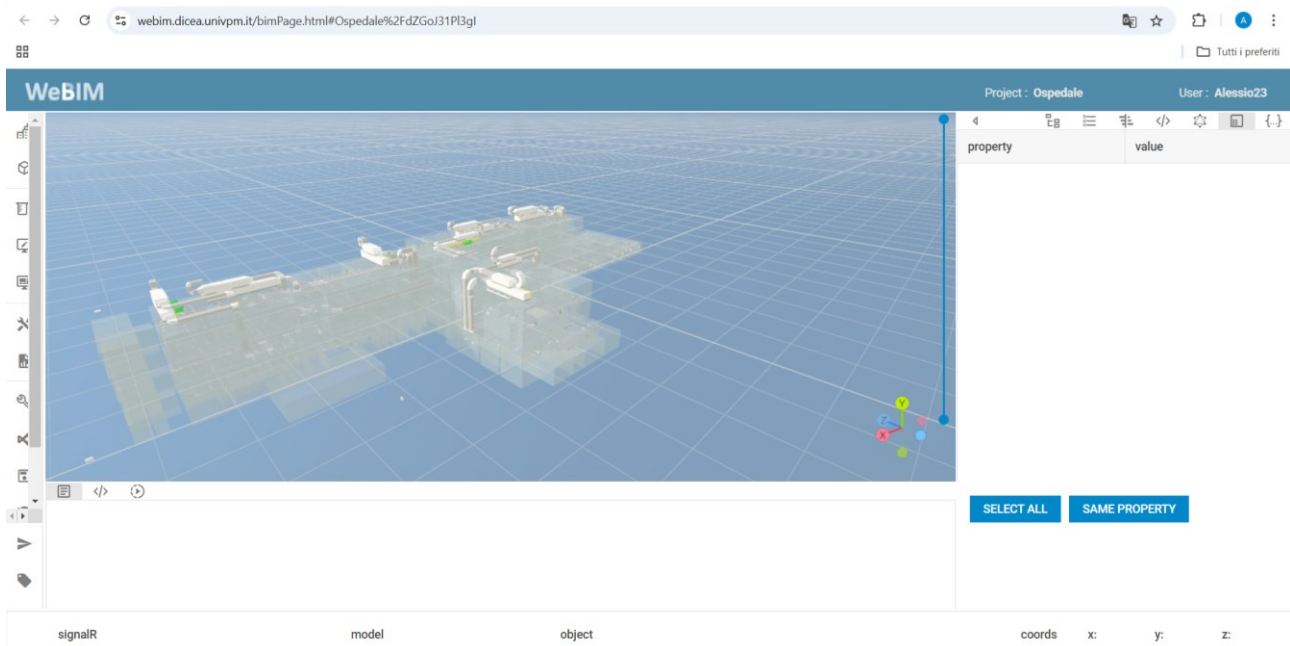


Figura 118 – Visualizzazione di vani ed impianti sulla piattaforma

Si va ora a identificare il vano cercando tramite la query “Extract Elements by propertySet Value”.
I passaggi sono descritti successivamente:

*Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value -> Sul comando “property set”
digitare: ["Nome"] -> Sul comando “property values” digitare: ["IFCTEXT (Camera 2)"] ->
Tornare su “Query” e mandare in “Run”*

Si trova così il vano di interesse con tutte le informazioni modellate su Revit. Figura 119.

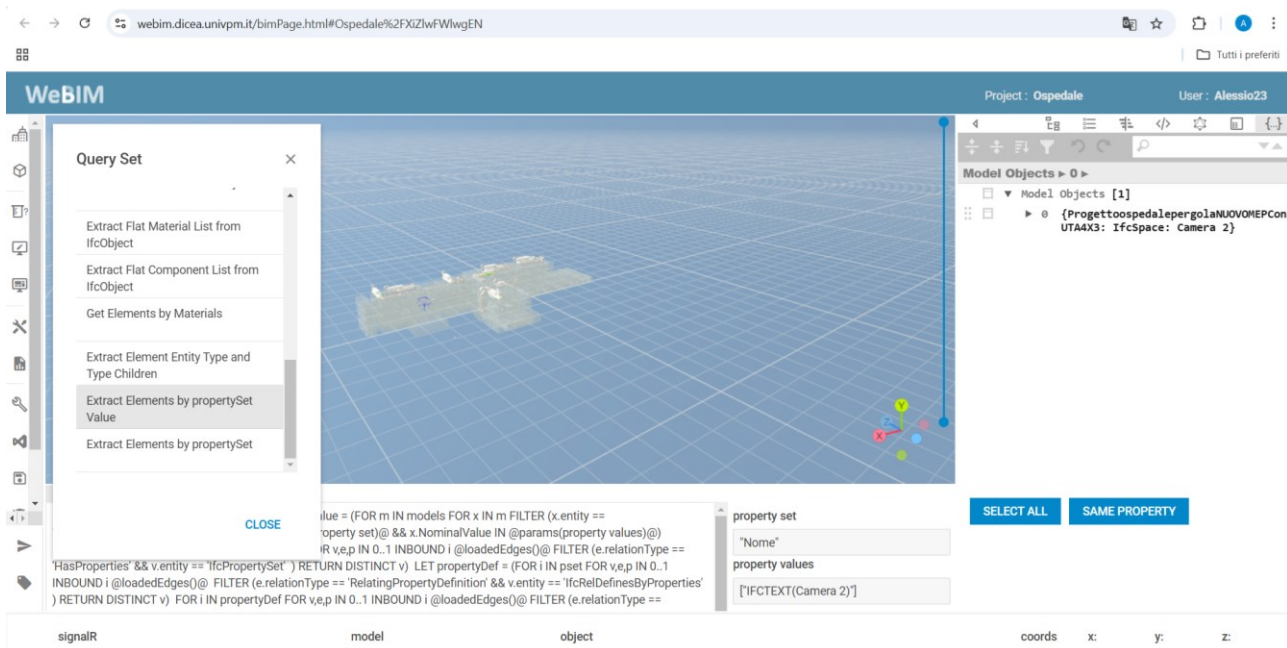


Figura 119 - Visualizzazione del vano ricercato

Bisogna ora trovare i terminali del sistema che sono installati all'interno del vano oggetto di ricerca. Si percorrono due vie, la prima in maniera diretta dal risultato appena ottenuto. Si seleziona l'elemento cliccando il quadratino a sinistra e successivamente nell'elenco si seleziona "select". Si va ora sull'icona in alto a destra, evidenziata in giallo in figura, così da avere l'elenco delle caratteristiche del vano. Aprendo l'elenco "Contents" si avranno tutti i componenti dell'impianto associati a quel vano.

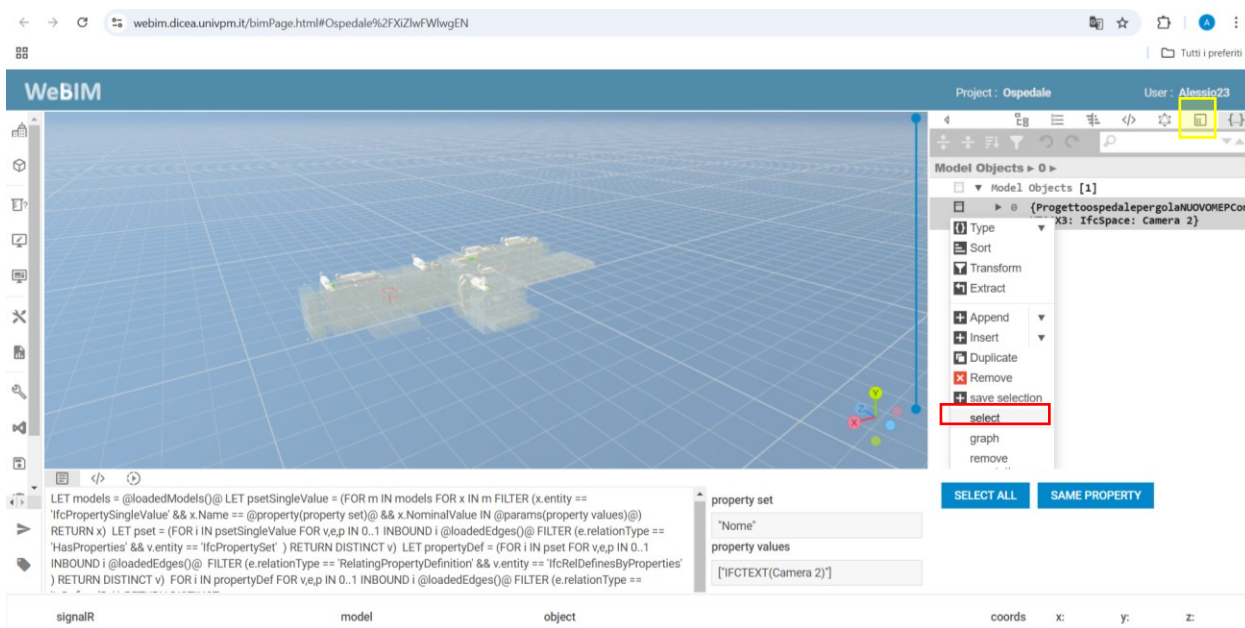


Figura 120 - Visualizzazione dei componenti nel vano

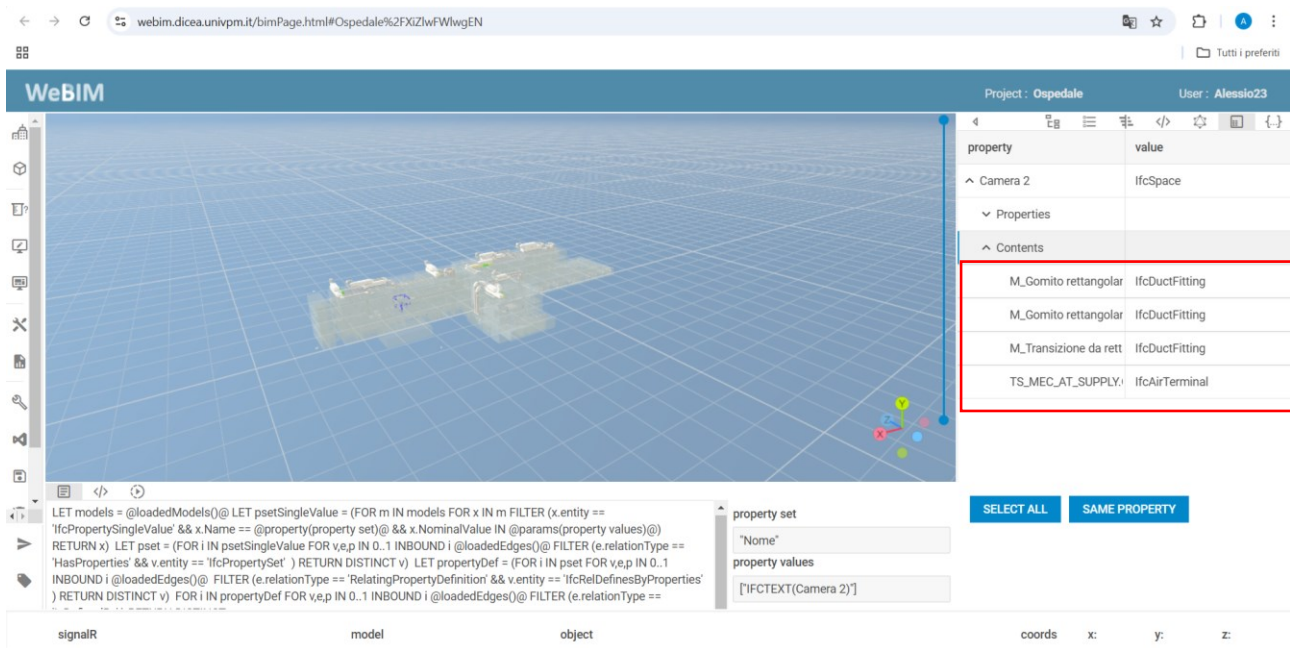


Figura 121 - Visualizzazione dei componenti nel vano

Il secondo modo è legato alla funzionalità Grafo della piattaforma. Selezionando questa volta “Graph” dopo aver selezionato l’elemento e andando sull’icona evidenziata in Figura 122.

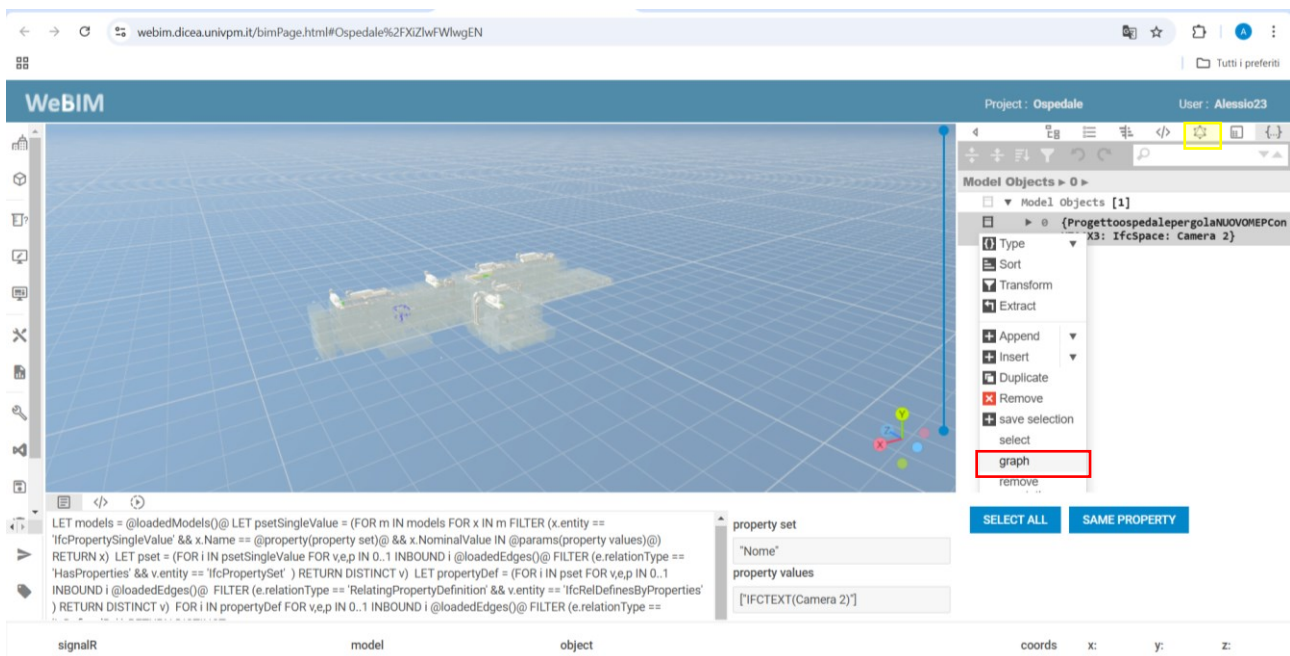


Figura 122 - Impostazioni per funzionalità grafo

Si avrà la seguente visualizzazione:

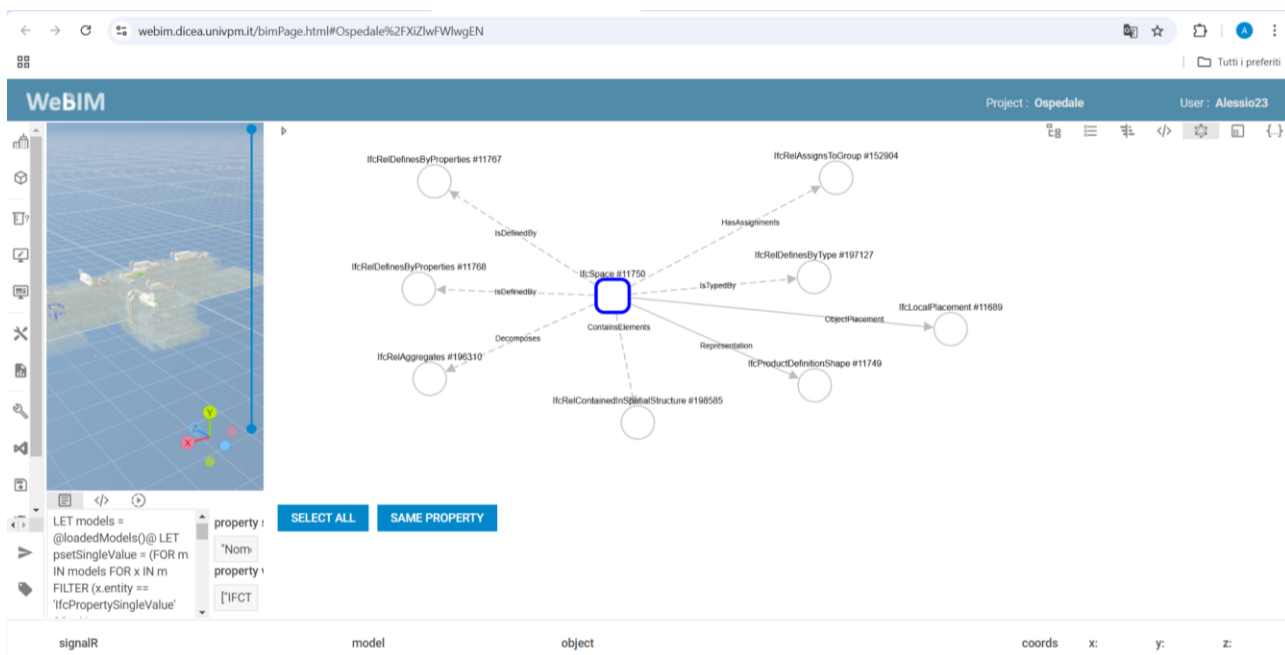


Figura 123 - Visualizzazione con funzionalità grafo

Si avrà così una visualizzazione diretta di tutti i collegamenti che il vano ha, ogni collegamento è identificato da un nodo.

Il nodo di interesse per questa interrogazione è “IfcRelContainedInSpatialStructure” che contiene i collegamenti tra il vano e gli elementi contenuti al proprio interno. Figura 124.

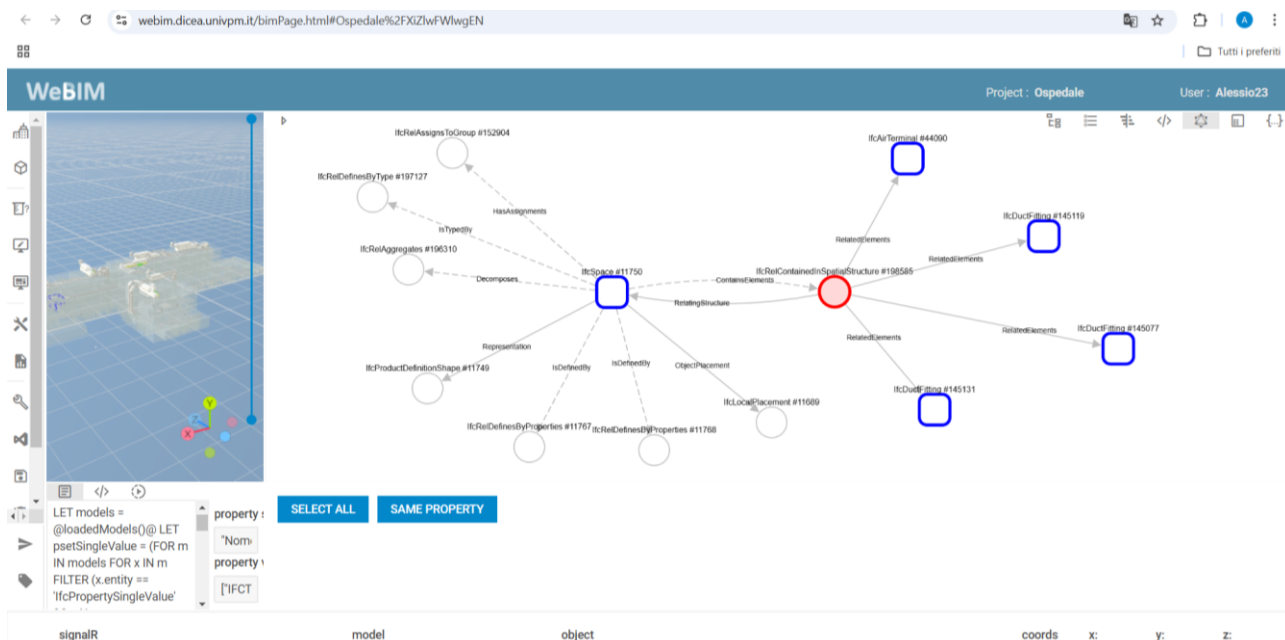


Figura 124 - Visualizzazione con funzionalità grafo dei componenti

Si completa anche il secondo passo, quello di identificare i terminali nel vano.

Conoscendo il nome del terminale, si passa ora tramite la query “Extract Elements by propertySet Value” all’identificazione del componente nella piattaforma.

Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value -> Sul comando “property set” digitare: ["Nome terminale"] -> Sul comando “property values” digitare: ["IFCTEXT (TS_MEC_AT_SUPPLY.Ceiling.ElicoidalDiffuser 16 feritoie_(D-200))"] -> Tornare su “Query” e mandare in “Run”

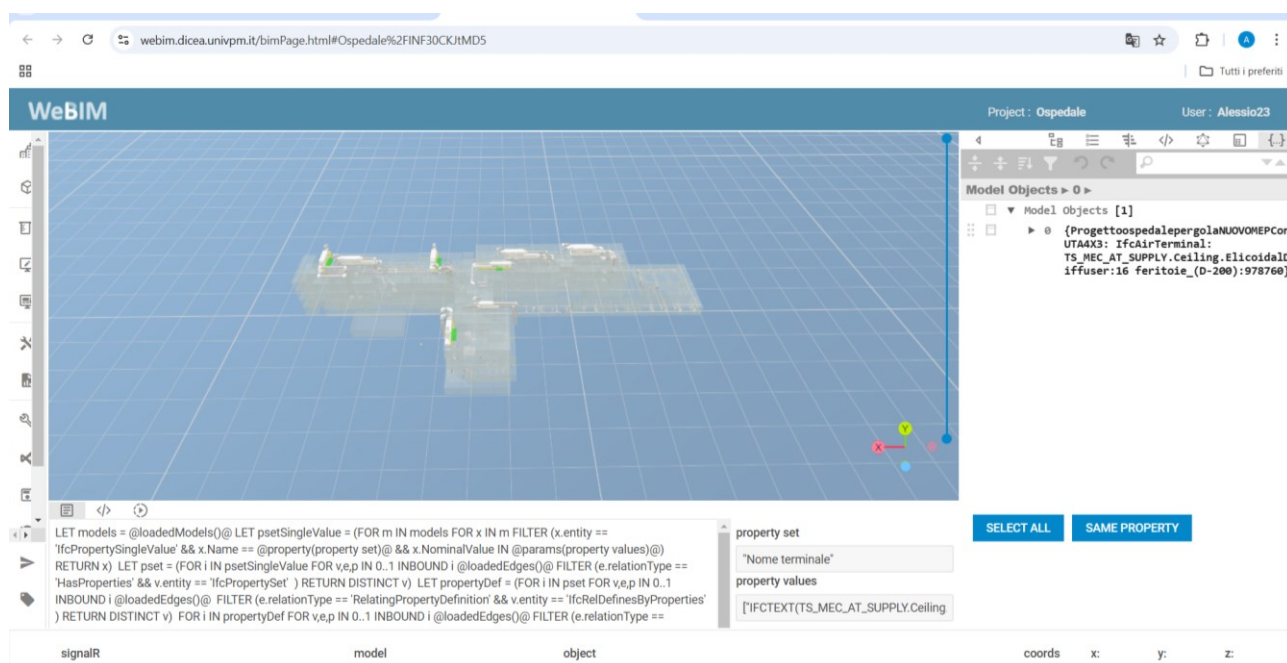


Figura 125 - Identificazione del terminale

Per trovare ora la sezione di impianto alla quale il terminale è associato si hanno due vie, già elencate in precedenza:

- La prima in maniera diretta selezionando l’elemento, cliccando il quadratino a sinistra e successivamente selezionando nell’elenco l’opzione “select”. Si va poi sull’icona in alto a destra, evidenziata in giallo in figura, e così si ha tra le proprietà il nome del sistema al quale è associato. Le figure 126 e 127 rendono graficamente quanto appena esposto.

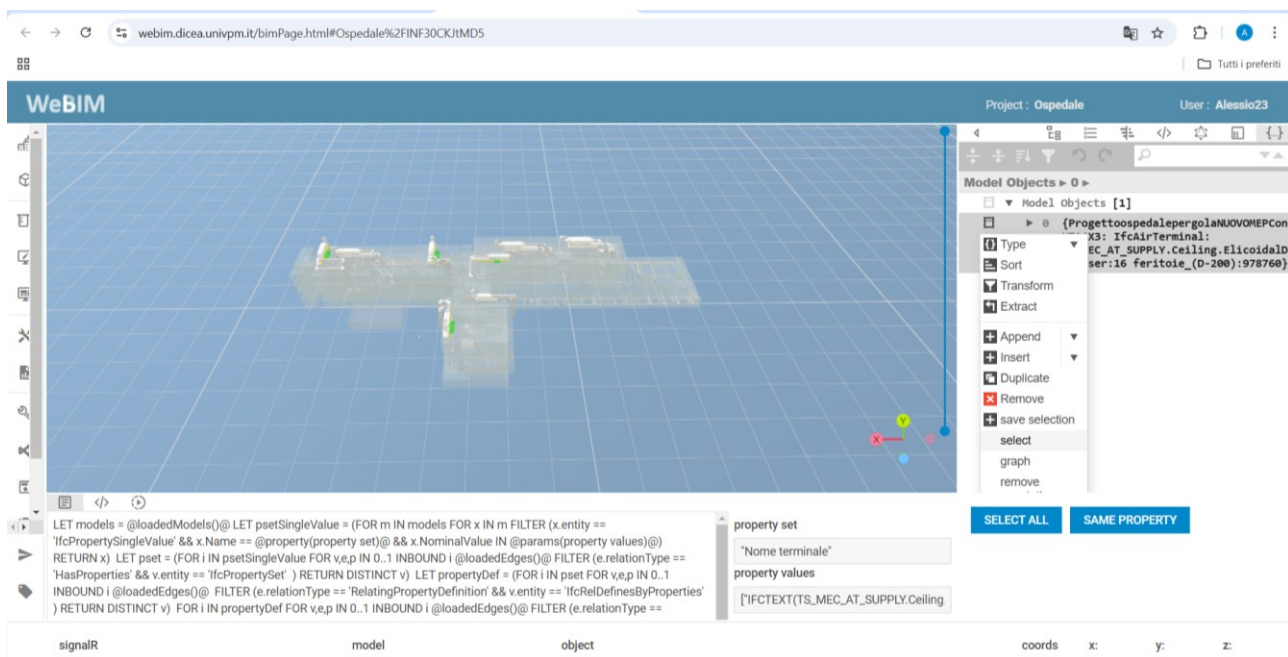


Figura 126 - Apertura proprietà terminale

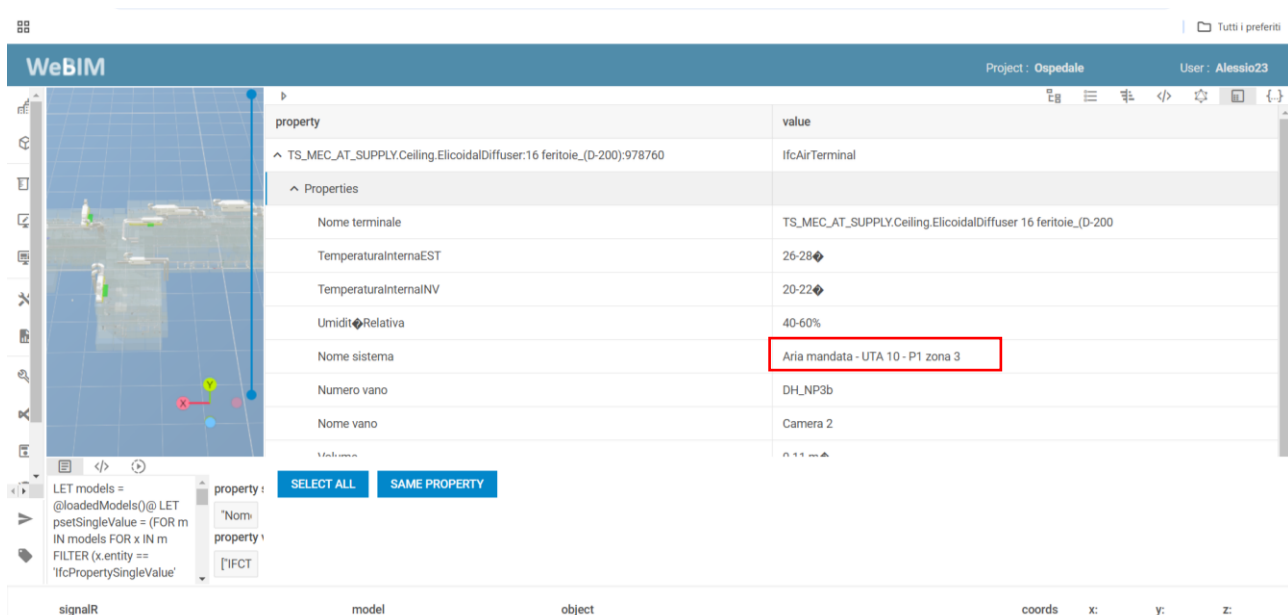


Figura 127 - Sistema associato al terminale

- Il secondo modo per trovare questa associazione è usando la funzione Grafo della piattaforma, Si seleziona “Graph” e si va sull'icona selezionata, come in Figura 128.

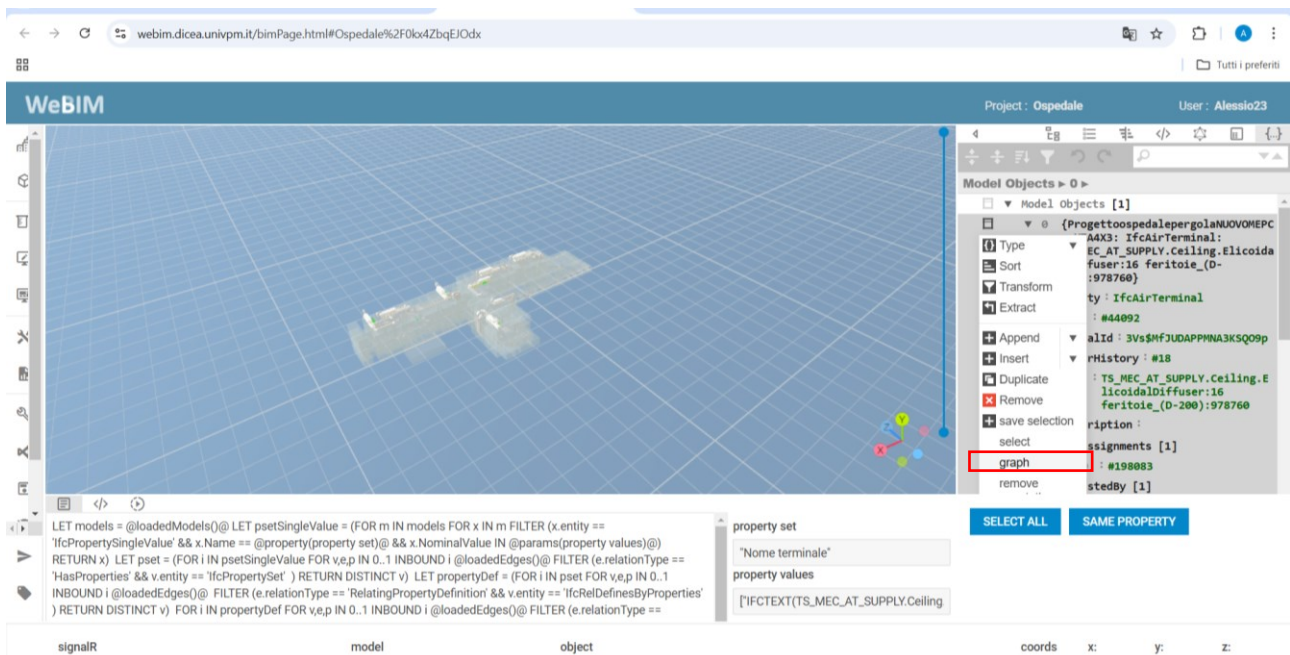


Figura 128 - Funzione grafo

Bisogna ora interagire con i nodi del diagramma grafo che avremo come risultato. Per la verifica richiesta si asconde il nodo “IfcRelDefinesByProperties” così da avere tutte le proprietà modellate su Revit e associate all’entità oggetto di query.

Il volare richiesto è l “IfcPropertySetValue #44100” che collega il terminale al Sistema “Aria mandata – UTA 10 – P1 zona 3”

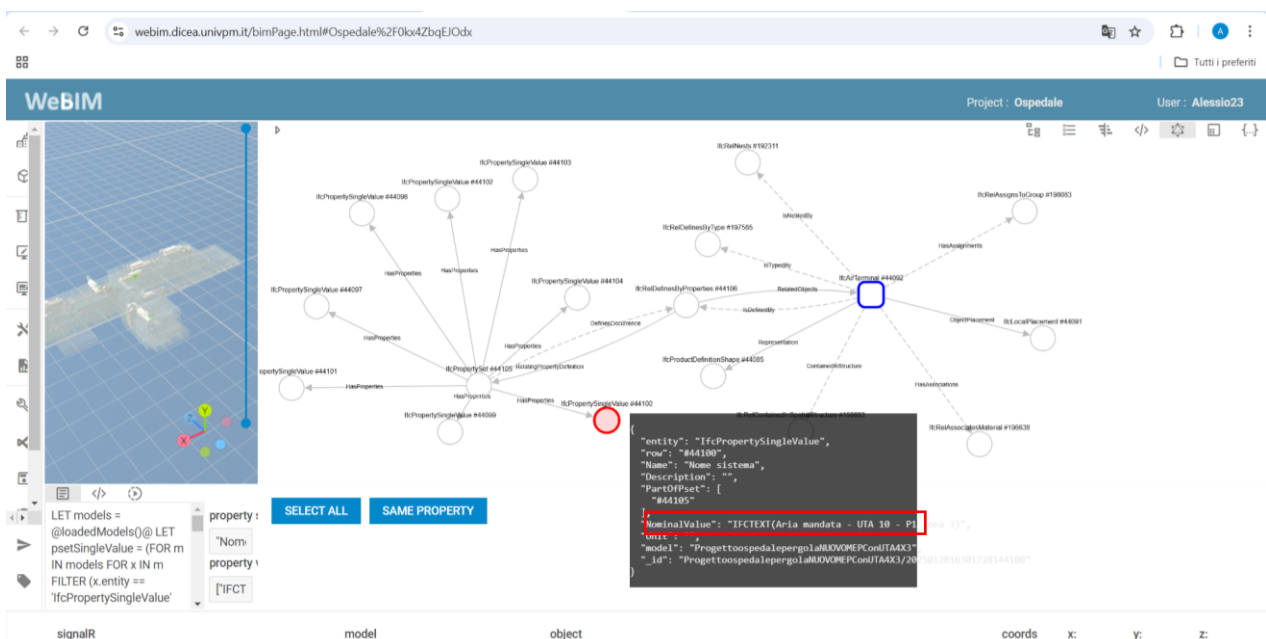


Figura 129 - Sistema associato al terminale

Ultimo step sarebbe quello di associare l'UTA alla sezione dell'impianto trovata. In questo caso, grazie alla modellazione proposta in precedenza si era generato un nome del sistema che comprendesse:

- “Tipologia del sistema” se si ha aria di mandata o aria di ritorno
- UTA di esercizio per questo sistema
- Piano del sistema con dettaglio sulla zona

quindi in maniera intuitiva si capisce che l'UTA che si cerca in questa verifica è la n. 10.

Se si volesse andare a cercare comunque tramite query si seguirebbero i seguenti passaggi:

Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value ->

Sul comando “property set” digitare: ["Nome sistema"] ->

Sul comando “property values” digitare: ["IFCTEXT (Aria mandata – UTA 10- P1 zona 3)"] ->

Tornare su “Query” e mandare in “Run”

Si avrebbe così l'elenco di tutti i componenti del sistema compresa l'UTA. Per avere un rapido riscontro visivo, cliccando il comando “Select All” si andrebbe a selezionare graficamente tutti il sistema cercato. Figura 130.

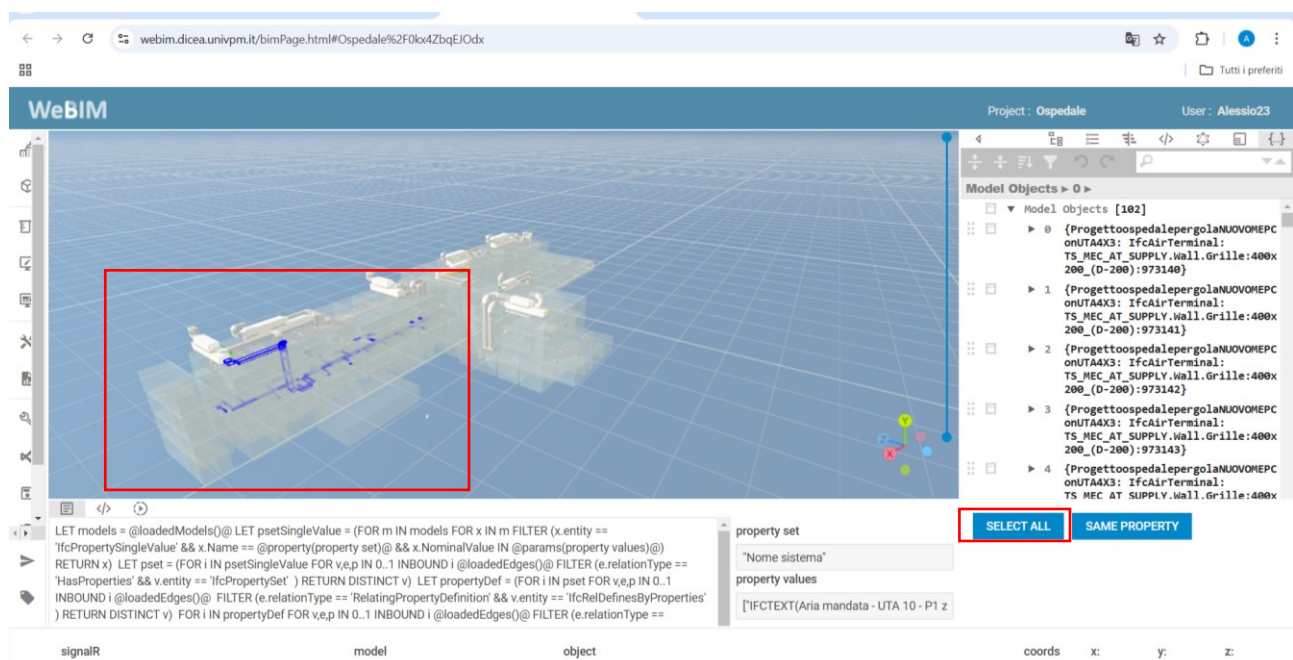


Figura 130 - Sistema cercato ed evidenziato graficamente

4.2.2 Verifica fattibilità tecnica del secondo approccio

L'obiettivo a questo punto è quello di voler trovare tutti i vani interessati dall'intervento di manutenzione dell'UTA 10 e verificare se al loro interno sono presenti arredi o attrezzatura tecnica. Come si è detto, durante un intervento di manutenzione i locali interessati non possono essere utilizzati, queste informazioni quindi andranno fornite in anticipo al Direttore Sanitario dell'ospedale per riprogrammare l'attività svolta in quelle stanze. Si capisce subito quindi quanto siano importanti questi dati e quanto sia importante a sua volta reperirli con facilità e velocità. Si sviluppano ora gli step procedurali con l'ausilio della piattaforma per questo secondo approccio.

Partendo dal file IFC MEP in WeBim con la prima query si vanno a trovare tutti i componenti del sistema oggetto di intervento.

Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value ->

Sul comando "property set" digitare: ["Nome sistema"] ->

Sul comando "property values" digitare: ["IFCTEXT (Aria mandata – UTA 10- P1 zona 3)"] ->

Tornare su "Query" e mandare in "Run"

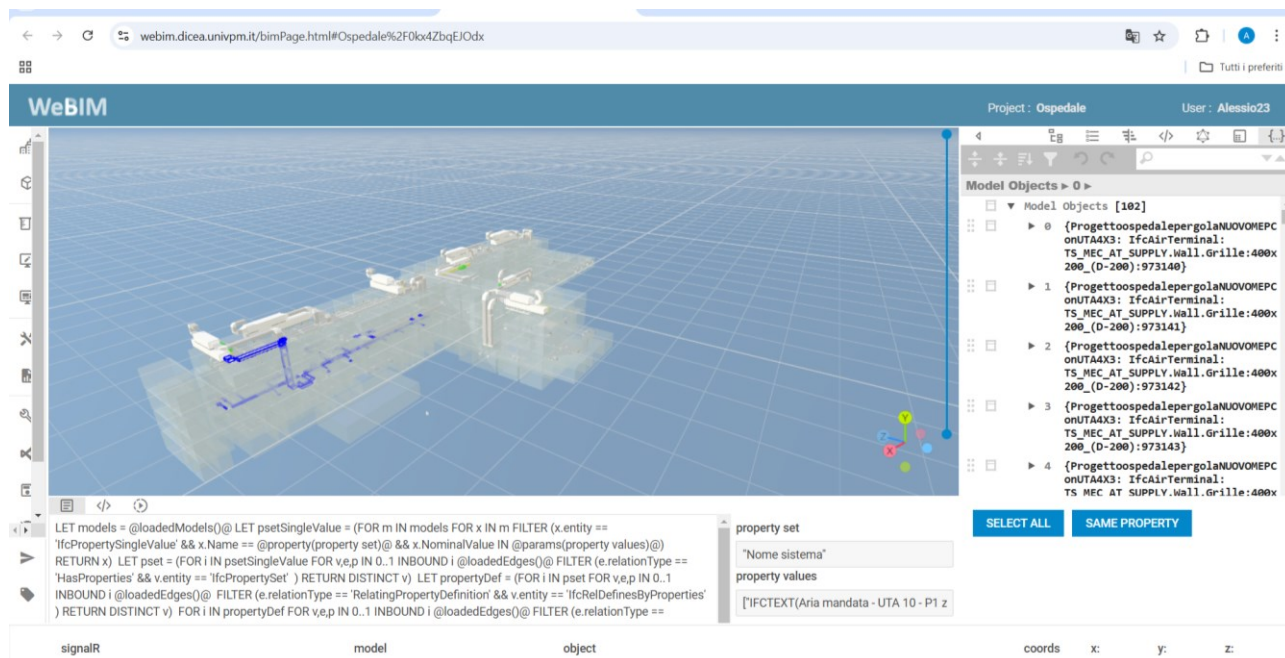


Figura 131 - Sistema Aria mandata – UTA 10 – P1 zona 3

Trovati tutti i componenti, tramite l'impostazione filtro nell'elenco si vanno a creare un elenco di soli terminali. Necessario fare questo perché nell'elenco della figura 131 sono compresi anche i condotti

che però sono anche loro contenuti negli ambienti che andremo a trovare. In figura 132 viene descritta la procedura per impostare il filtro.

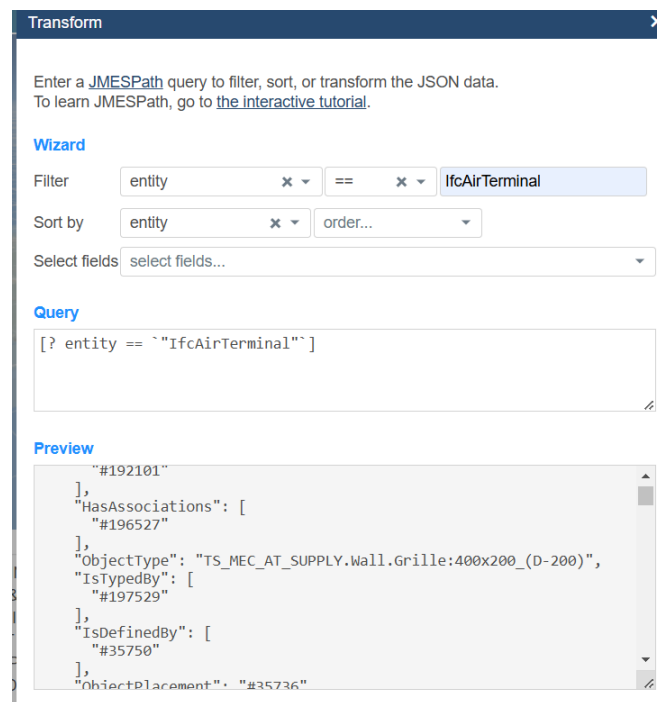


Figura 132 – Impostazione del filtro per elenco AirTerminal



Figura 133 - Elenco AirTerminal del Sistema

Apprendo ora casualmente tre componenti estratti da questo elenco è interessante capire in quale nodo sia la relazione che lega il componente al sistema. Il nodo è “IfcRelDefinesByProperties” e aprendolo tutti i componenti sono collegati a “Aria mandata – UTA 10 – P1 zona 3”

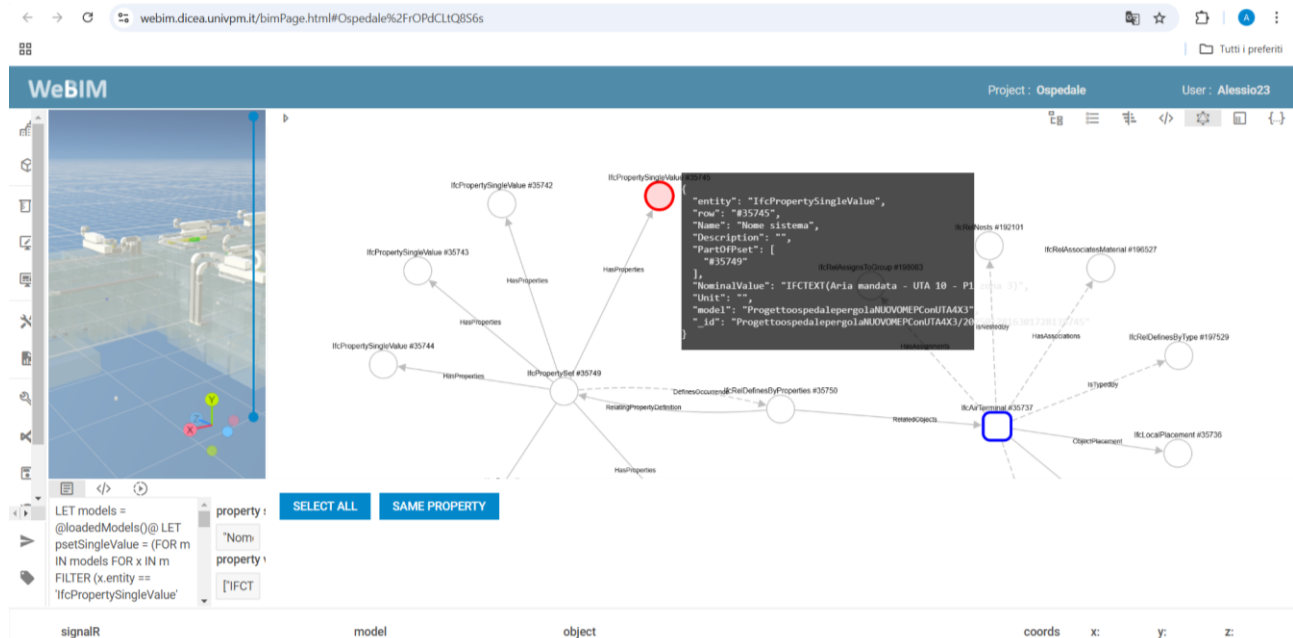


Figura 134 - AirTerminal #35737

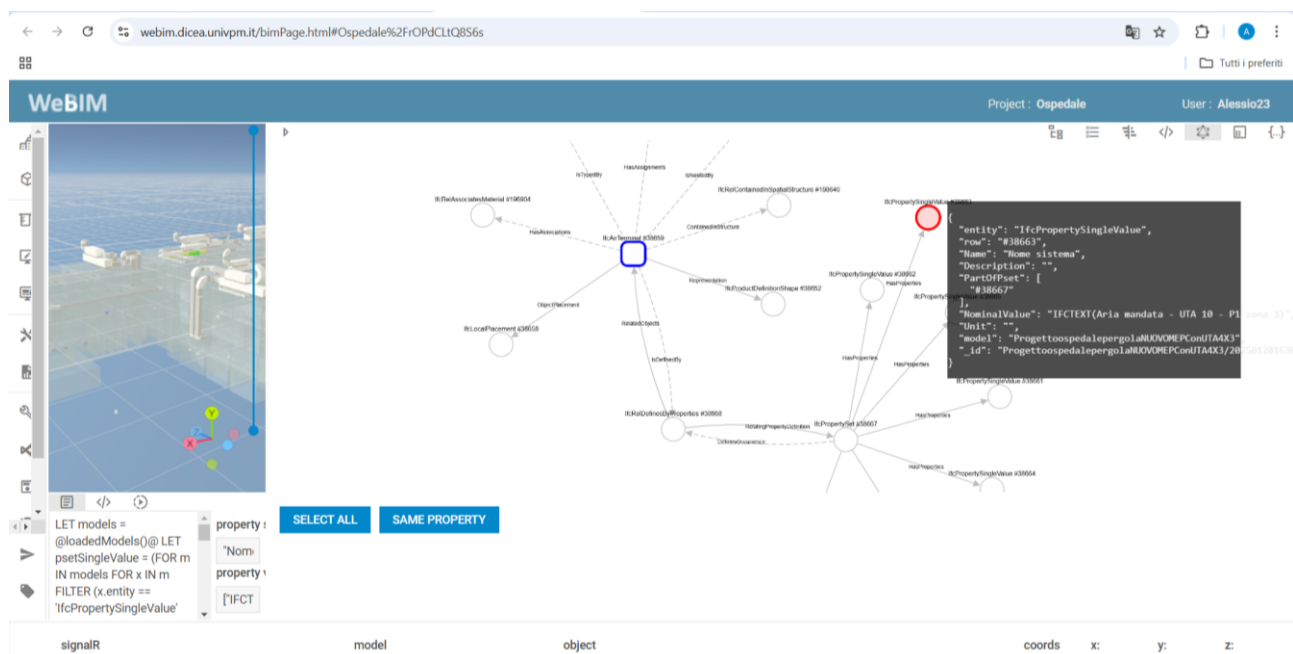


Figura 135 - AirTerminal #38659

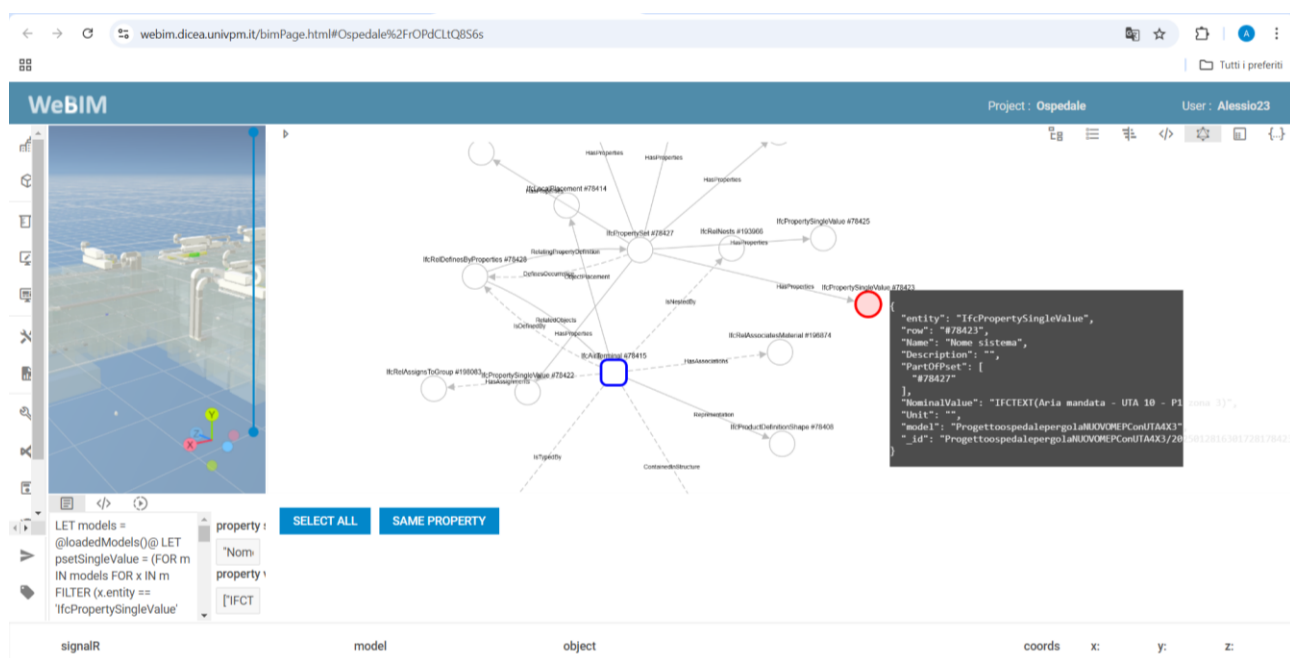


Figura 136 - AirTerminal #78451

Il passo successivo è ora capire in quali vani sono contenuti i terminali.

Per identificare il vano andiamo a cercare il codice derivante dal DGR. Prima di andare avanti bisogna fare un piccolo appunto. Nonostante nel paragrafo 3.2 sia stato ipotizzato un metodo univoco per l'identificazione dei locali per questa dimostrazione, trattandosi di un ospedale, si è scelto di utilizzare i codici forniti dalla Regione per evitare di creare ulteriore confusione. Nulla toglie però che il Codice_LBS sia un'ipotesi valida per l'identificazione degli spazi in qualsiasi progetto.

Ora tramite la funzione Grafo si va a capire la relazione tra terminale e vano. Il nodo da espandere è "IfcRelContainedInSpatialStructure". La Figura 137 evidenzia la relazione descritta.

Selezionandolo poi si trovano una serie di informazioni, tra cui l'identificativo oggetto di questo step.

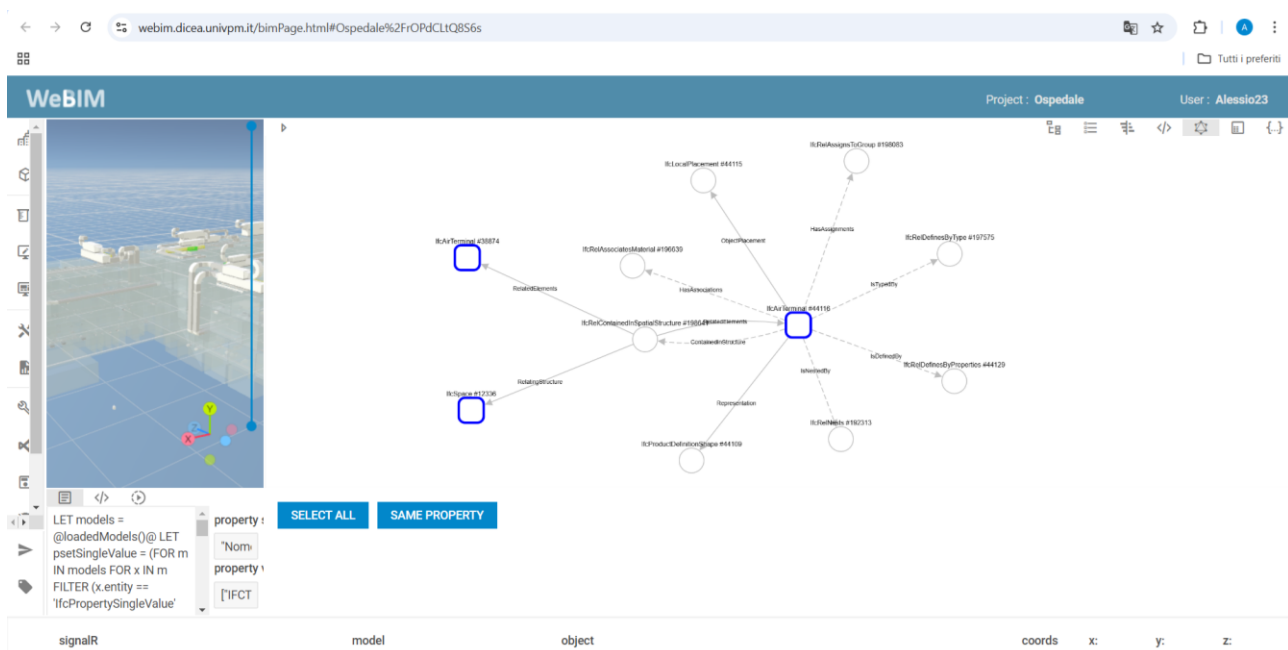


Figura 137 - Relazione Vano-terminale

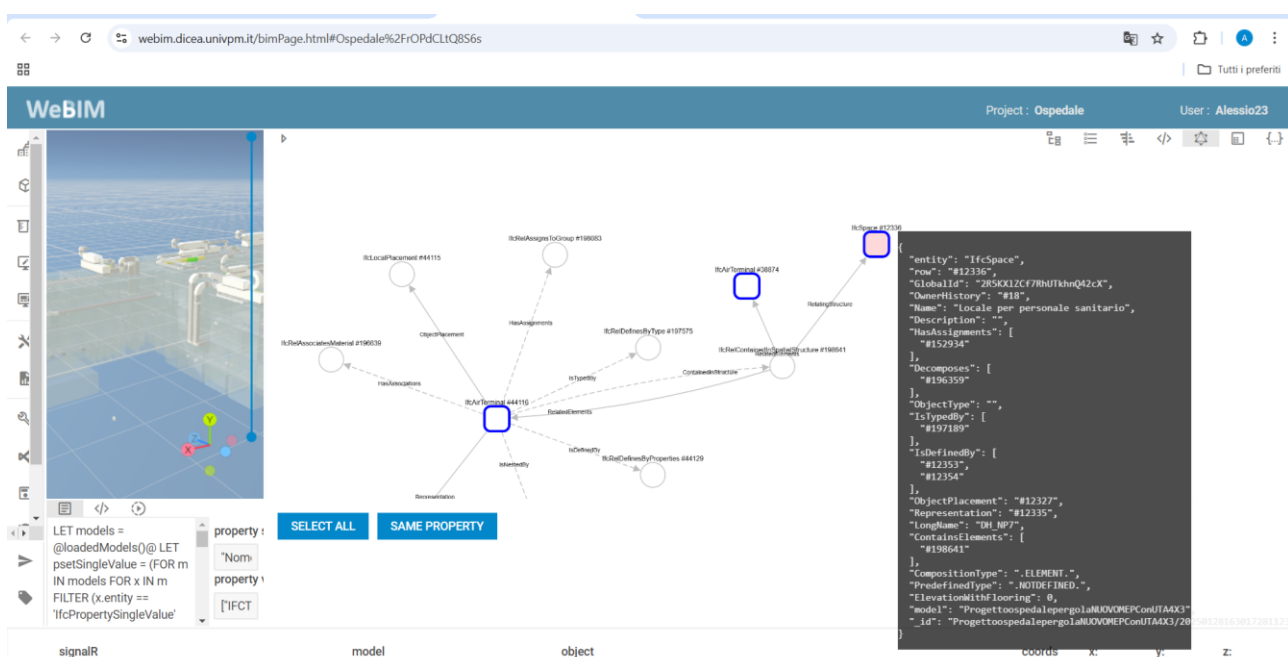


Figura 138 - Reperimento dell'identificativo del vano

Ripetendo ora il passaggio per ognuno dei componenti trovati si identificano tutti i vani che saranno interessati dall'intervento di manutenzione. I risultati sono tabellati di seguito.

CODICE DGR	NOME LOCALE
CDO_NP3a	Locale per dialisi isolata
CDO_NP3b	Bagni WC per dialisi
CDO_NP4	Ambulatorio visita medica
CDO_NP5	Locale deposito materiale dialisi
CDO_NP6	Locale per dialisi
CDO_NP7	Sala attesa
CDO_NP8	Locale impianto osmosi
CDO_NP9a	Spogliatoio 1
CDO_NP9b	Spogliatoio 2
CDO_NP9d	Bagni WC per Utenti 1
CDO_NP9e	Bagni WC per Utenti 2
CDO_NPNL1	Cucina/ area relax
CDO_NPNL2a	Corridoio 2
CDO_NPNL2b	Filtro dialisi isolata
CDO_NPNL3	Locale deposito sporco
CDO_NPNL4	Locale deposito pulito
DH_NP3a	Camera 1
DH_NP3b	Camera 2
DH_NP4a	Bagni WC per Utenti 1
DH_NP4d	Anti bagni WC per Utenti
DH_NP5	Bagni WC per Utenti Disabili
DH_NP6	Locale per visita e medicazioni
DH_NP7	Locale per personale sanitario
DH_NP8/9	Locale di attesa, colloquio familiari e tempo libero
DH_NP10	Locale cucinetta
DH_NP11	Locale deposito pulito
DH_NP12	Locale deposito sporco
DH_NP13	Locale deposito materiale
DH_NP14	Bagni WC per Personale
DH_NP15	Locale per caposala
DH_NPNL1	Corridoio 1

Si è così arrivati a conoscere il nome di ogni vano interessato e il codice identificativo. Per la successiva verifica si usa il file IFC architettonico e si va a studiare la relazione tra vano e zona. Una volta aperto e settato le impostazioni come per il file MEP l'interfaccia sarà la seguente.

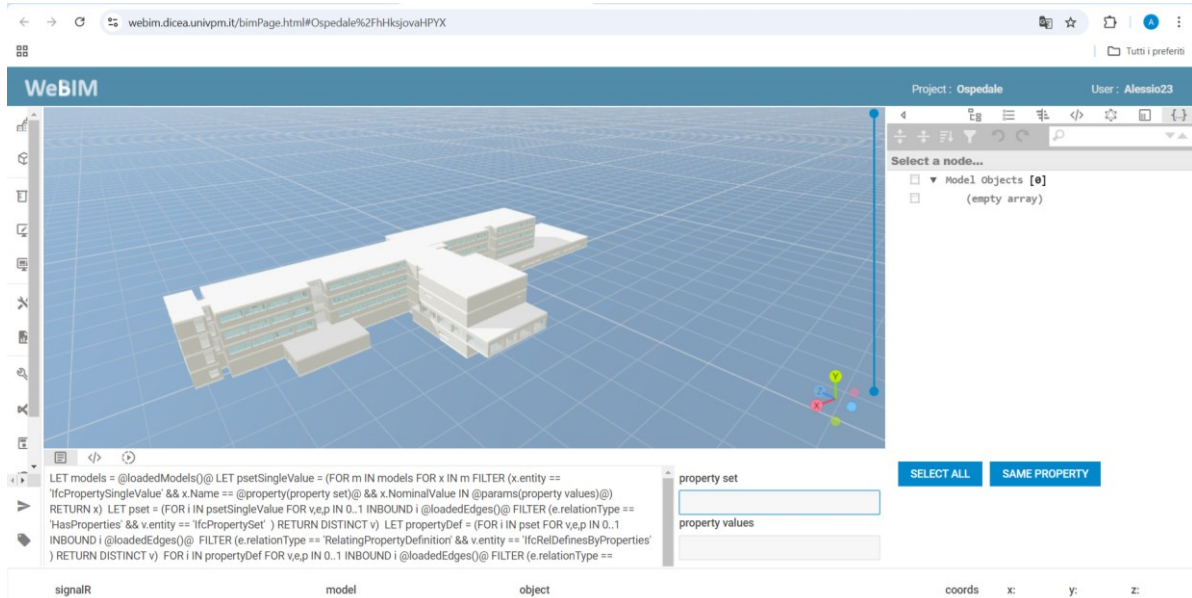


Figura 139 – Visuale del modello architettonico.

Partendo ora dalla Query descritta si va a identificare nella piattaforma il vano.

Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value -> Sul comando “property set” digitare: [“Numero”] -> Sul comando “property values” digitare: [“IFCTEXT (DH_NP3b)”] -> Tornare su “Query” e mandare in “Run”

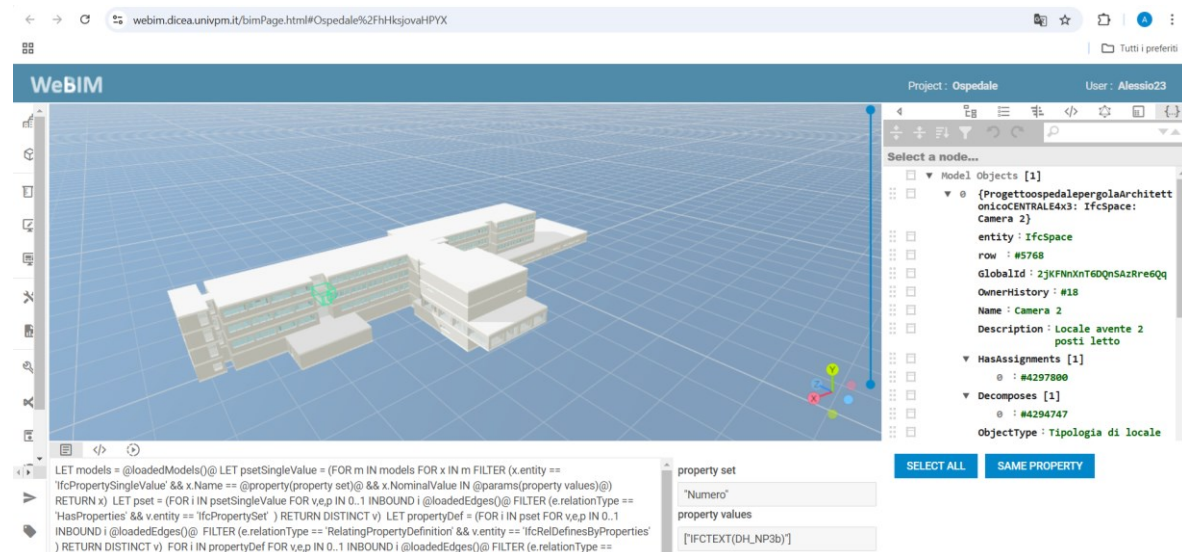


Figura 140 - Visuale del vano ricercato

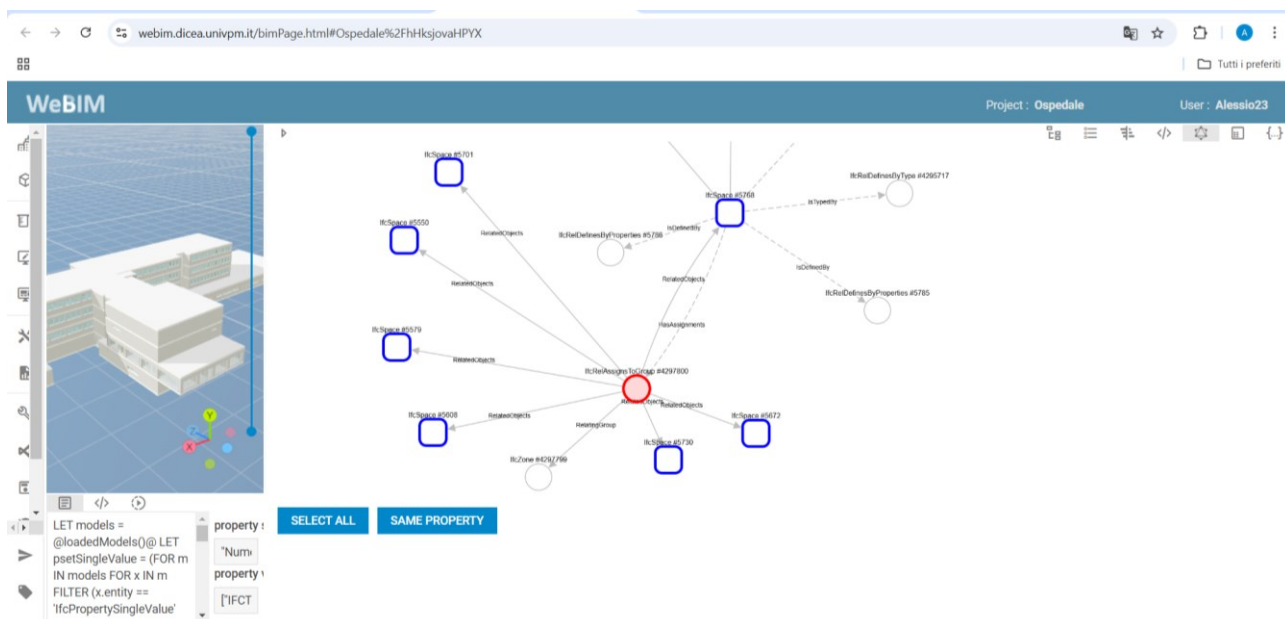


Figura 141 - Funzione Grafo per il legame Vano-zona

Sfruttando ora la funzione Grafo si va a trovare la relazione tra vano e zona. Si va ad espandere il nodo “IfcRelAssignsToGroup” e la relazione che ne esce fuori è stata tabellata di seguito.

Space (Locali)	↔	Zone (Sotto-reparti)
IfcSpace #5768 = DH_NP3b	IfcRelAssignstoGroup #4297800	IfcZone #4297799 = Area di Degenza di Appartenenza 1

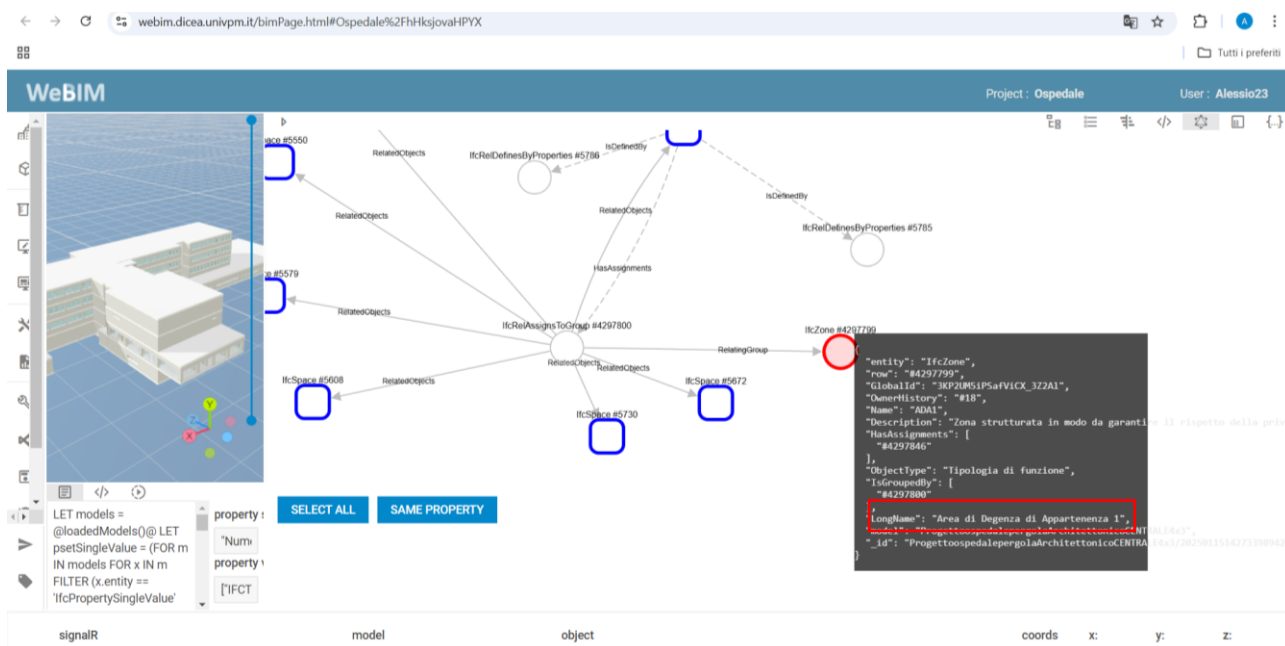


Figura 142 – Identificazione della zona

Reiterando ora il procedimento per ogni vano trovato si riesce a implementare la tabella elaborata in precedenza con una colonna che identifica il nome della zona. Si può notare che molti vani sono associati alla stessa zona, si è preferito reiterare lo stesso il procedimento per ogni elemento per avere una ulteriore conferma. Come si può notare dalla figura precedente però il nodo IfcRelAssignsToGroup” oltre alla zona identificava anche i vani che avevano lo stesso collegamento di quello in esame.

CODICE DGR	NOME VANO	NOME ZONA
CDO_NP3a	Locale per dialisi isolata	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NP3b	Bagni WC per dialisi	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NP4	Ambulatorio visita medica	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NP5	Locale deposito materiale dialisi	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NP6	Locale per dialisi	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NP7	Sala attesa	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NP8	Locale impianto osmosi	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NP9a	Spogliatoio 1	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NP9b	Spogliatoio 2	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NP9c	Anti bagni WC per Utenti	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NP9d	Bagni WC per Utenti 1	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NP9e	Bagni WC per Utenti 2	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NP9f	Bagni WC per Utenti 3	Zona di Attesa per Utenti Dialisi
CDO_NPNL1	Cucina/ area relax	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NPNL2a	Corridoio 2	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NPNL2b	Filtro dialisi isolata	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NPNL3	Locale deposito sporco	Unità Operativa Autonoma 2
CDO_NPNL4	Locale deposito pulito	Unità Operativa Autonoma 2
DH_NP3a	Camera 1	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP3b	Camera 2	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP4a	Bagni WC per Utenti 1	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP4b	Bagni WC per Utenti 2	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP4d	Anti bagni WC per Utenti	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP5	Bagni WC per Utenti Disabili	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP6	Locale per visita e medicazioni	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP7	Locale per personale sanitario	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP8/9	Locale di attesa, colloquio familiari e tempo libero	Area di Degenza di Appartenenza 1
DH_NP10	Locale cucinetta	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP11	Locale deposito pulito	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP12	Locale deposito sporco	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP13	Locale deposito materiale	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP14	Bagni WC per Personale	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NP15	Locale per caposala	Unità Operativa Autonoma 1
DH_NPNL1	Corridoio 1	Unità Operativa Autonoma 1

Ultimo step del metodo dell'intervento di manutenzione ipotizzato è capire se all'interno delle zone servite da quell'impianto e di conseguenza nei singoli vani abbiamo la presenza di arredi tecnici. Questo passo finale si fa sul modello degli arredi tecnici, ultimo modello prodotto e anch'esso caricato. Una volta caricato e aperto, dopo aver settato le impostazioni che brevemente schematizziamo di seguito, avremo quanto illustrato nella Figura 143.

- Models -> model settings -> selezionare "Show Spaces" e "show buildings elements"
- Setting -> deselectare "Group selection"

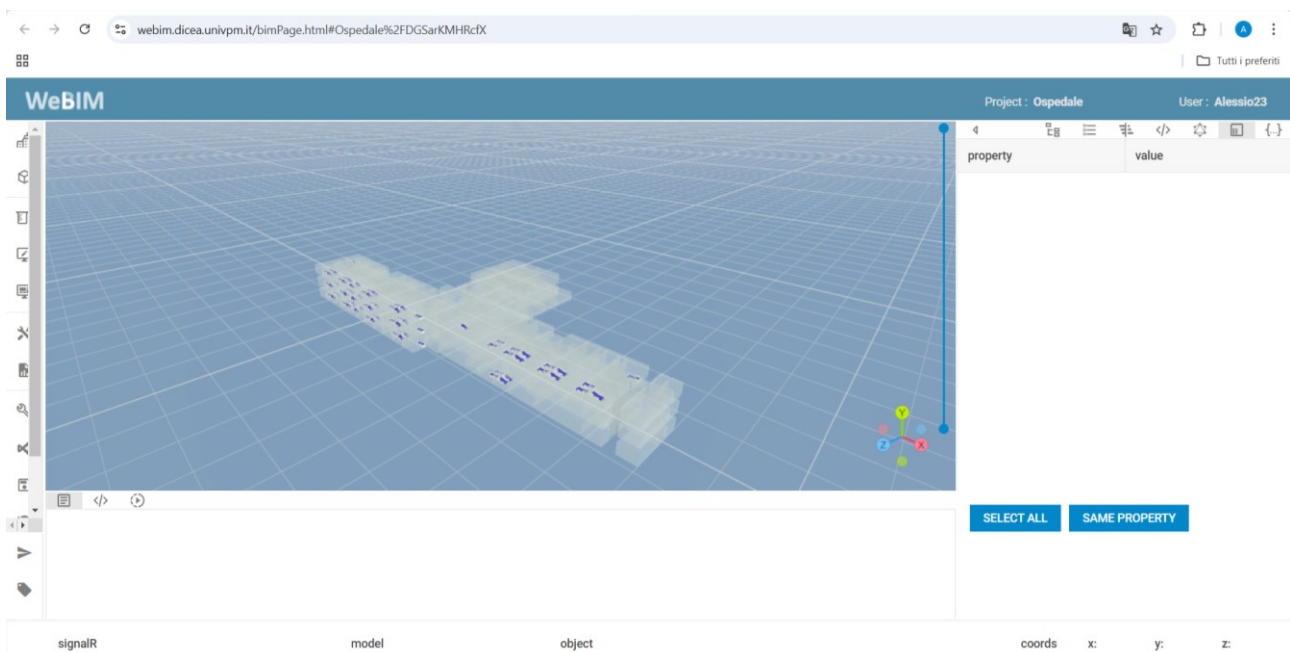


Figura 143 - Modello degli arredi tecnici

Tramite la query "Extract Elements by propertySet Value" si va quindi a interrogare la piattaforma ricercando ad uno ad uno i vani. Figura 144.

*Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value -> Sul comando "property set" digitare:
["Numero"] -> Sul comando "property values" digitare: ["IFCTEXT (DH_NP3b)"] ->
Tornare su "Query" e mandare in "Run"*

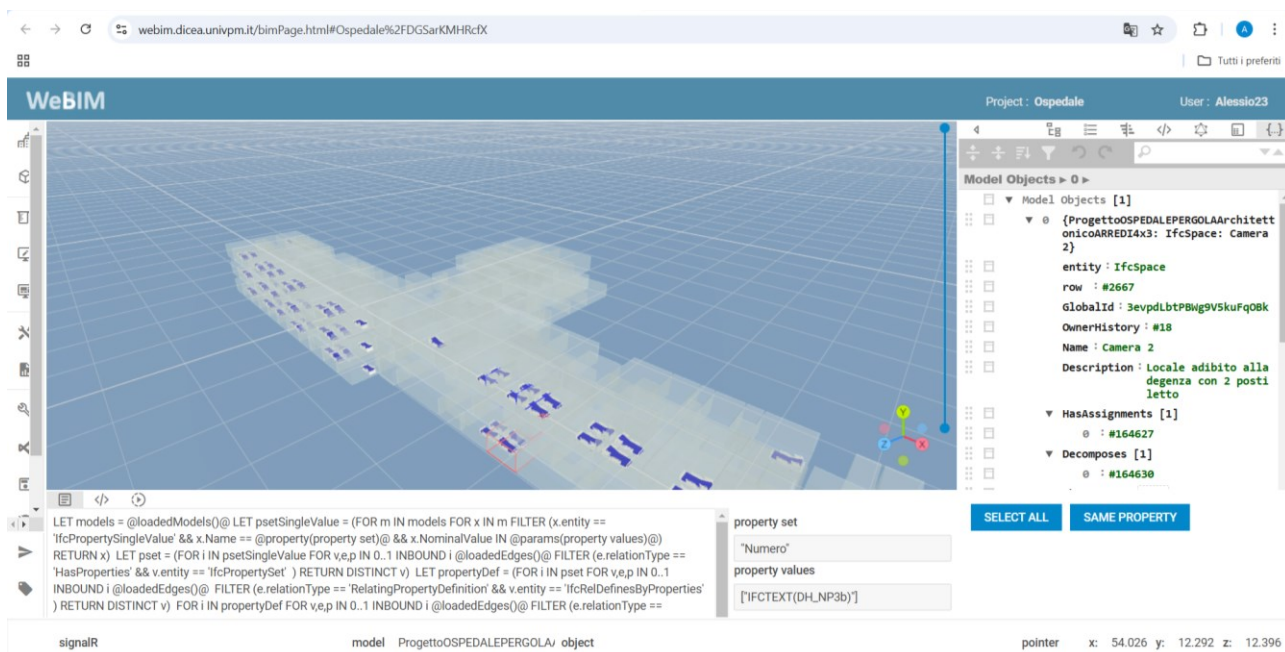


Figura 144 - Interrogazione by propertySet

Selezionando e aprendo l'elenco delle proprietà, procedimento svolto per i modelli precedenti, si può avere chiarezza su cosa è contenuto all'interno di quello spazio. Procedimento nelle Figure 145 e 146.

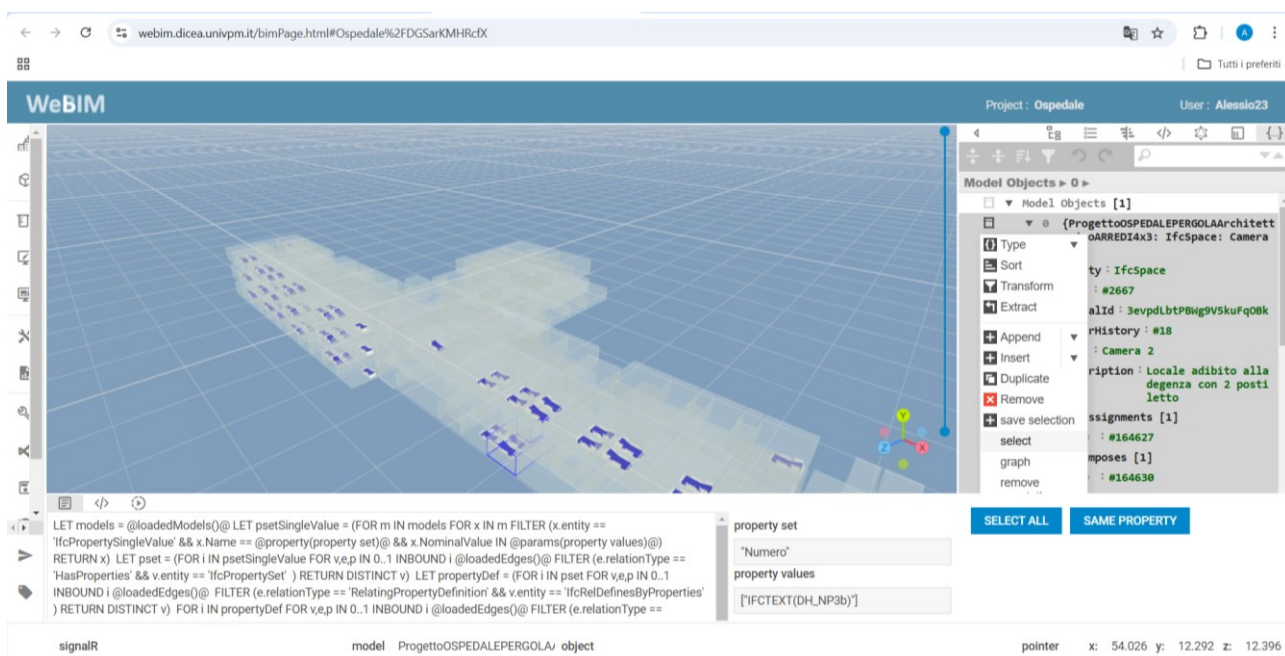


Figura 145 – Reperimento delle proprietà

4.2.3 Verifica di fattibilità metodo di gestione con modelli federati

La metodologia esposta nel paragrafo 4.2.1 e 4.2.2 ha visto l'utilizzo dei modelli nella piattaforma in maniera indipendente, in ogni step è stato precisato con quale modello (MEP, Architettonico o degli Arredi tecnici) si è eseguita la verifica. Una funzione di WeBim però è la federazione dei modelli (paragrafo 4.1).

Andando ad aprire il modello federato abbiamo quanto illustrato nelle Figure 148 e 149.

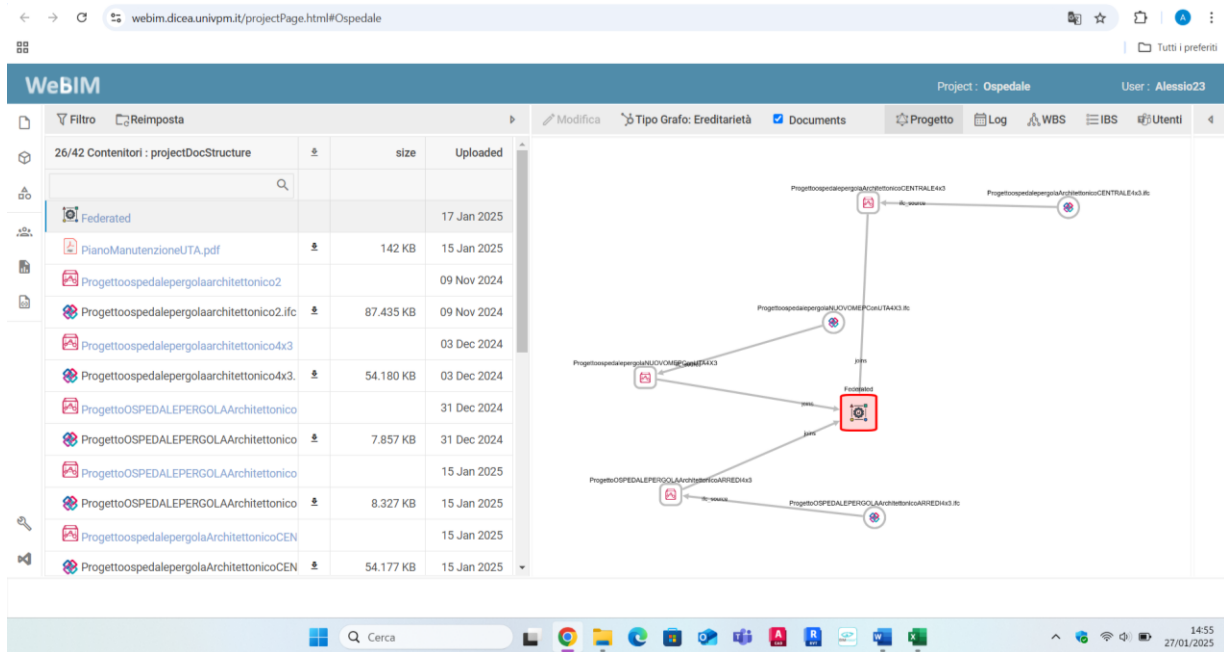


Figura 148 – Visualizzazione del modello federato



Figura 149 – Visuale 3D del modello federato

Interessante è studiare il risultato della query “Extract Elements by propertySet Value” con il codice codice “DH_NP3b” usato come partenza nella procedura precedente.

Query -> Category -> Extract Elements by propertySet Value -> Sul comando “property set” digitare: [“Numero”] -> Sul comando “property values” digitare: [“IFCTEXT(DH_NP3b)”] -> Tornare su “Query” e mandare in “Run”

La prima cosa che si nota dalla query è che la piattaforma trova tre vani con lo stesso codice, uno per ogni modello federato. Da qui si può quindi andare a gestire le interrogazioni su entrambi i modelli senza dover aprire ogni volta un file differente. Figura 150.

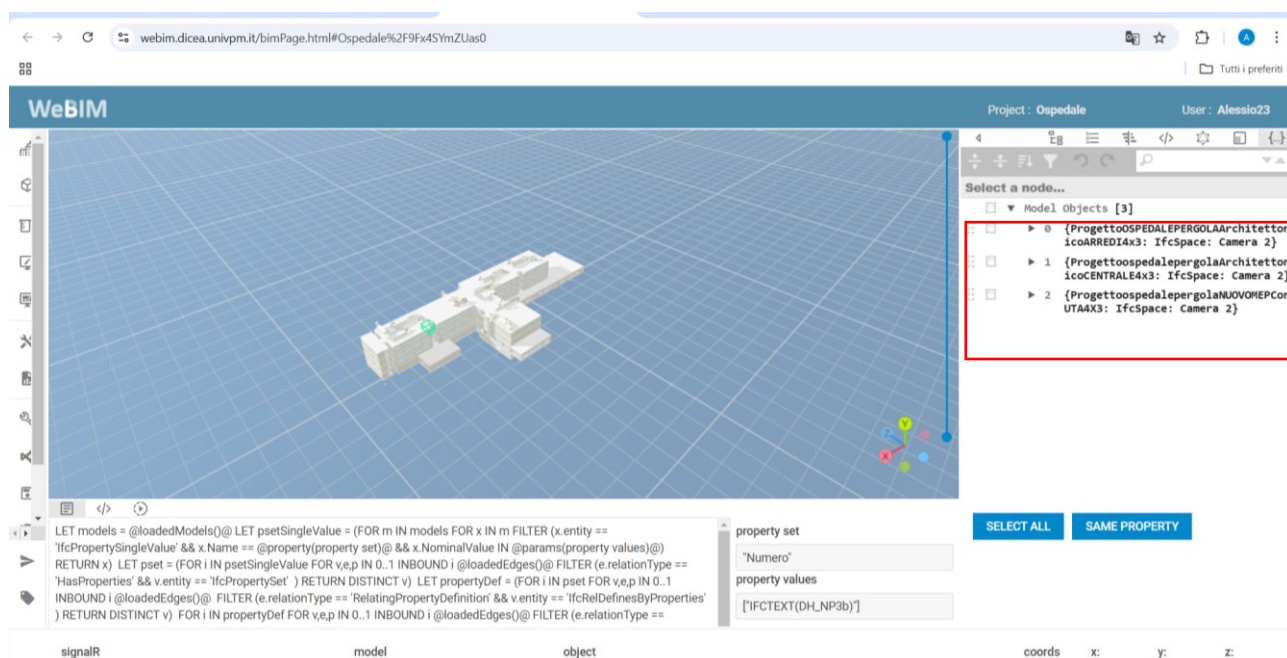


Figura 150 - Extract Element by propertySet Value nel modello federato

Quello che si visualizza usando la funzione grafo e selezionando uno alla volta i vani trovati è documentato nelle figure allegate di seguito. Ne viene fuori che il modello federato può essere di grande vantaggio per una più rapida ricerca dei dati. Ritornando all’esempio di metodologia proposto infatti, la verifica di fattibilità del secondo approccio riguardava il reperimento delle informazioni:

- Arredi tecnici contenuti nello spazio vano (Modello arredi tecnici)
- Attività legate allo spazio vano (Modello architettonico)

Era quindi richiesta l'interrogazione di modelli differenti, cose che qui non è più necessaria.

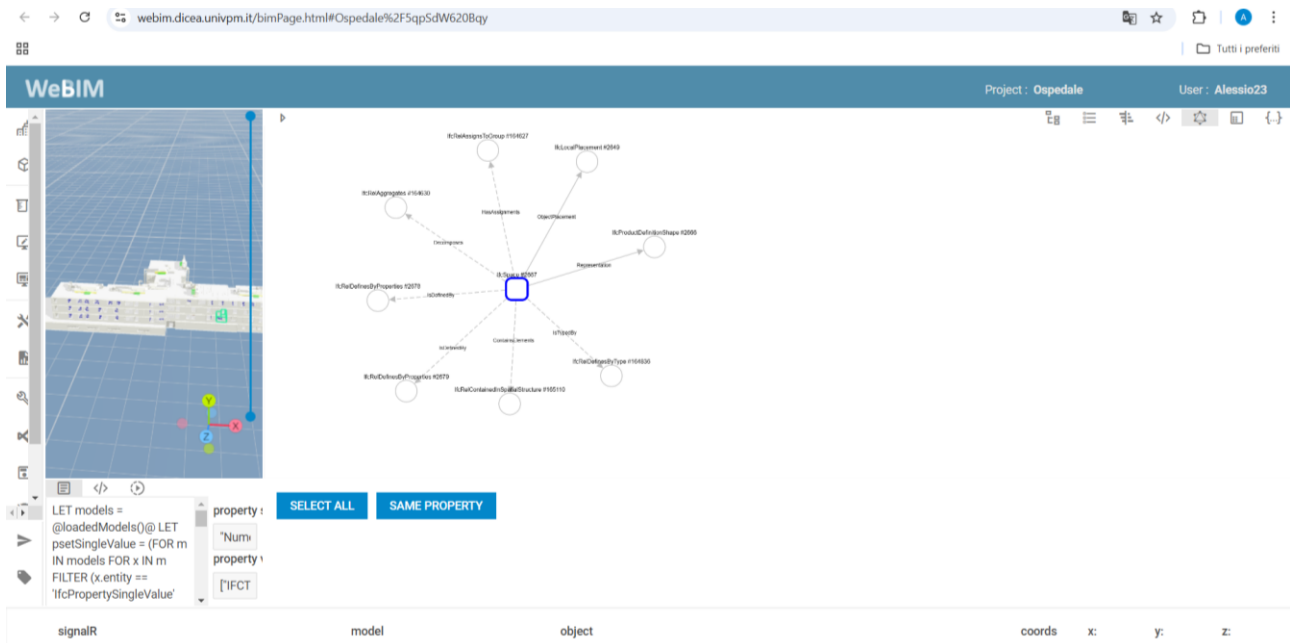


Figura 151 - Funzione grafo del modello degli arredi tecnici

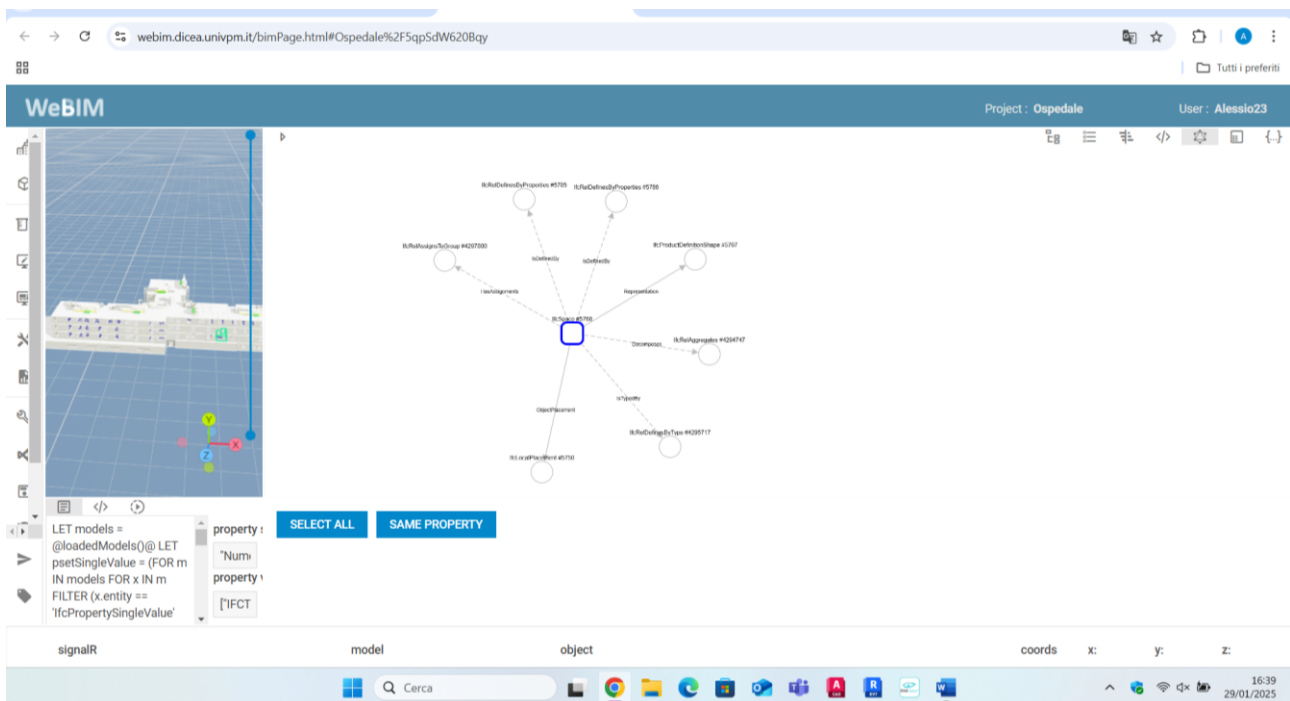


Figura 152 - Funzione grafo del modello architettonico

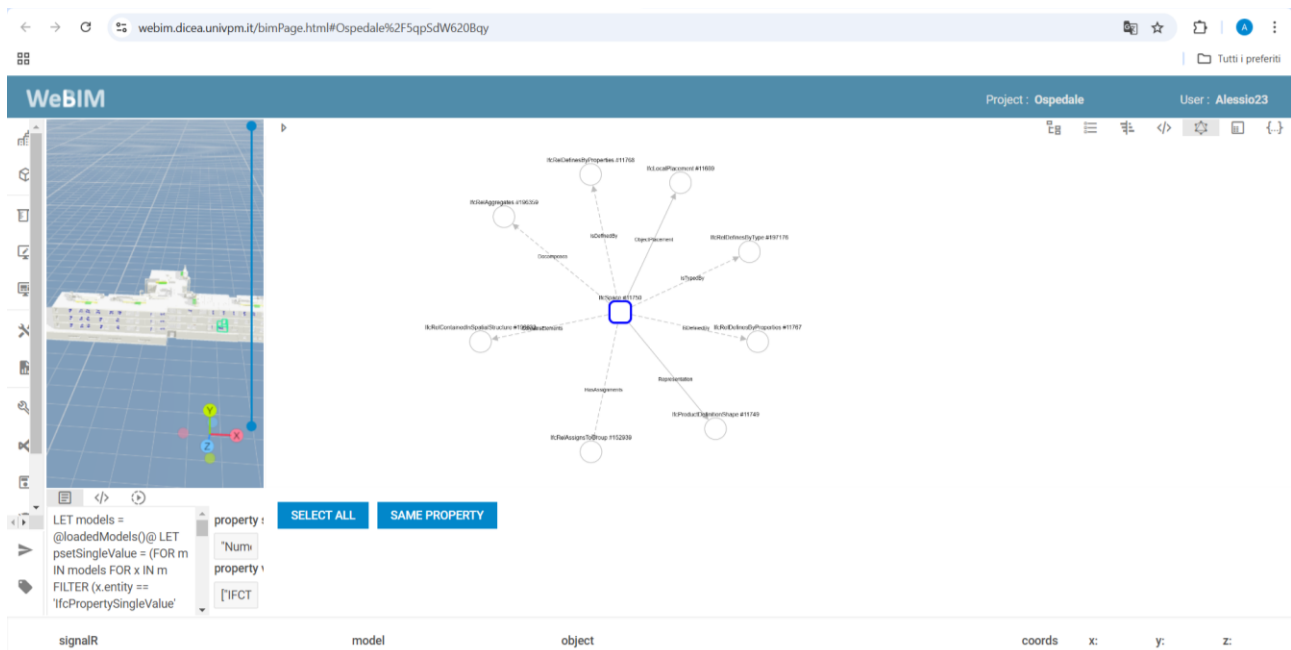


Figura 153 – Funzione grafo del modello Impiantistico

4.4 Sviluppi futuri della piattaforma

Si è descritto in maniera completa la possibile cooperazione tra l'attività di manutenzione e l'utilizzo della piattaforma digitale WeBim.

Il piano di manutenzione che l'operatore economico deve necessariamente produrre, come descritto nel paragrafo 1.2.3.1, è composto però da elaborati, le cui informazioni non sono totalmente modellabili all'interno del file Revit. Si pensi, ad esempio, alle schede tecniche, ai manuali d'uso e al programma delle manutenzioni dell'impianto HVAC in senso di sistema e quelle dei singoli componenti, con relative schede grafiche. In esse sono contenuti parametri come: "Nome prodotto", "Codice prodotto", "Nome produttore", "Anno di installazione", "Parametri prestazionali" che si riescono benissimo ad associare al modello Revit. Altre informazioni come la programmazione temporale delle manutenzioni ordinarie, le modalità di svolgimento delle manutenzioni con avvertenze e le avvertenze da rispettare, le istruzioni per la prima accensione, le possibili cause di malfunzionamento, sono difficilmente inseribili nel modello sotto forma di dato.

Di seguito vengono mostrati degli esempi di schede tecniche e programma delle manutenzioni, con evidenziato in rosso i parametri modellabili e in blu gli altri.

Tabella – Interventi di manutenzione UTA

INTERVENTI DI MANUTENZIONE UTA		
FREQUENZA	DESCRIZIONI	SPECIFICHE
6 – 12 mesi	Pulizia del serbatoio Rimozione di depositi calcarei all'interno del serbatoio	Pulire il serbatoio di condensa delle acque con appositi prodotti anticalcare per evitare il formarsi di residui calcarei secondo le prescrizioni del produttore
6 – 12 mesi	Pulizia delle pale Rimozione di depositi di polvere	Pulire le pale del motoventilconvettore e verificare l'equilibratura delle eliche, dei giochi e degli allineamenti.
6 – 12 mesi	Controllo ordinario Attività di controllo e verifica del corretto funzionamento dei componenti costituenti il macchinario	Per il corretto funzionamento dell'elemento verificare lo stato delle canalizzazioni, dei coibenti e delle valvole. Verificare lo stato delle batterie ed eventualmente raddrizzare le alette. Controllare la tensione delle cinghie, il

		serraggio dei fissaggi e delle griglie di protezione e verificare lo stato dei cavi elettrici. Tutte queste operazioni vengono svolte da manodopera specializzata.
1-2 anni	Rifacimento della tenuta Ricostruzione dello strato di tenuta in seguito a perdita di acqua dalle batterie	Intervenire ricostruendola tenuta se esistono delle fughe nelle batterie. Queste operazioni vengono svolte da manodopera specializzata.
15 - 20 anni	Sostituzione Sostituzione dell'unità di trattamento aria o di singoli componenti guastatisi.	Procedere al riparo o alla sostituzione in caso di rottura o guasto dei singoli componenti costituenti il macchinario. Se il guasto riguarda più componenti e la riparazione dei singoli elementi non è conveniente economicamente, procedere alla sostituzione dell'intera unità di trattamento aria.
15 giorni	Pulizia filtro dell'aria Rimozione e pulizia bisettimanale del filtro	La pulizia può essere effettuata mediante sbattimento del materassan, lavandolo con un getto d'acqua e detersivo, oppure con un getto d'aria compressa. IMPORTANTE: per pulire il filtro, i getti di aria o acqua devono essere rivolti in senso contrario a quello normale di aspirazione dell'aria e non devono essere troppo violenti da danneggiare la massa filtrante. Se i filtri vengono puliti con acqua, prima del loro utilizzo lasciarli asciugare con cura per non compromettere l'efficienza del sistema
1 mese	Controllo dello scarico Rimozione delle ostruzioni formatesi durante il funzionamento	Durante la stagione estiva controllare che lo scarico condensa non sia ostruito e che la bacinella sia pulita da polvere od altro. Eventuale sporcizia potrebbe otturare lo scarico provocando tracimazioni dell'acqua di condensa

1 mese	Pulizia della batteria Attività di manutenzione e pulizia della batteria dell'acqua	La batteria di scambio termico deve essere mantenuta in perfetto stato per garantire le caratteristiche tecniche di progetto. Controllare periodicamente che la parete alettata non presenti ostruzioni al passaggio dell'aria: se necessario pulirla avendo cura di non danneggiare le alette di alluminio. Per la pulizia usare uno scopino o meglio un aspirapolvere. Nel caso di installazione in zone con climi particolarmente freddi, svuotare l'impianto dell'acqua in previsione di lunghi periodi di fermata dell'impianto.
--------	---	--

Unità trattamento aria UTA 10

Classi unità tecnologica	Impianto di climatizzazione
Unità tecnologica	Immissione ed espulsione aria
Classe di elementi tecnici	Centrale trattamento aria UTA 10

Scheda tecnica

Descrizione	Unità trattamento aria 10- TRIBUNE
Modello prodotto	010
Serie Prodotto	09
Matricola prodotto	103
Anno di realizzazione	2009

Caratteristiche tecniche:

Portata d'aria di mandata	44.700/H
Prevalenza Utile	PA 350
Portata d'aria di ritorno	44.700/H
Prevalenza Utile	PA 350

Caratteristiche fisiche:

Profondità	3600 mm
Lunghezza	9860 mm
Altezza	1920 mm

Caratteristiche costruttive:

Telaio portante con profili estrusi in alluminio di spessore 50 mm con isolamento di poliuretano iniettato verniciato su entrambi i lati

Componenti:

Sezioni aspiranti con filtro G4

Batteria R1 di recupero P40.16AR.7R.40T 3100 A 2,5PA CU/ALUVER

Ventilatore di ripresa pale rovesce Comefri VTZ 900

Motore 4 poli 15 KW Camera di miscela Filtro G4

Batteria R2 di recupero P40.16AC.7R.40T 3100 A 2,5PA CU/ALUVER

Batteria fredda P40.16AR.6R.40T 3075 A 3,0PA CU/ALUVER

Separatore di gocce Batteria postriscaldamento P40.16AC.3R.52T 3075 A 3,0PA CU/ALUVER

Ventilatore di mandata pale rovesce Comefri WTZ 900 Motore 4 poli 18 KW

Risorse per l'utilizzo

Livello minimo delle prestazioni

temperatura interna dell'aria compresa
tra 20 – 22 °C nel periodo invernale.
una temperatura interna dell'aria compresa
tra 26-28 °C nel periodo estivo.
una umidità relativa compresa tra 40-60%.
un ricambio aria/ora
(aria esterna senza ricircolo) di 2 v/h.

Modalità d'uso corretto

Istruzioni per l'uso

Riferimento libretto di istruzioni fornito
dalla ditta NOVA IMPIANTI S.a.s. con questo piano

Ispezionabilità

E' consentita solo al personale autorizzato ed
appositamente istruito e formato. N.B: è
indispensabile per motivi di sicurezza aprire i
portelli delle unità ventilanti solo dopo aver
arrestato i motori servendosi dei comandi a
quadro o dei sezionatori a bordo macchina.

Prescrizioni ambientali

L'unità è progettata per lavorare entro un range di
valori tale da non danneggiare le parti più delicate
(umidificatore e batterie di riscaldamento e/o
raffreddamento). La macchina è provvista di
protezione antigelo.

Istruzioni per dismissione e smaltimento

Riferimento libretto di istruzioni fornito
dalla ditta NOVA IMPIANTI S.a.s. con questo piano

Anomalie

Segni più frequenti di anomalia

Motore fuori assorbimento, rumorosità eccessiva,
trascinamento d'acqua, usura eccessiva delle
cinghie, mancato raggiungimento delle
temperature volute, occlusione filtri.

CONDOTTO FLESSIBILE IN PVC ISOLATO

Classi unità tecnologica	Impianto di climatizzazione
Unità tecnologica	Immissione ed espulsione aria
Classe di elementi tecnici	Centrale trattamento aria UTA 10

Scheda tecnica

Descrizione	CONDOTTO FLESSIBILE IN PVC ISOLATO
Codice prodotto	AF 645
Anno di realizzazione	2009
Temperatura di esercizio:	-20° C +70° C
Materiale condotto interno:	PVC
Spessore condotto interno:	120 micron
Materiale isolamento:	Poliestere verde
Densità isolamento:	200 g/m ²
Spessore materiale isolante:	25 mm
Conducibilità termica isolamento (λ):	(Watt/(m ² *K) *0,050
Resistenza termica isolamento (R):	m ² K/Watt *0,58
Materiale manica anticondensa:	Polietilene
Spessore manica anticondensa:	80 micron
Peso totale (escluso filo armonico):	442 g/m ²
Diametri disponibili:	80 > 610 mm
Passo spirale filo armonico:	38 / 47 mm
Raggio minimo di curvatura:	0,6 x Ø
Velocità massima aria:	25 m/s
Pressione massima di esercizio:	2000 Pa
Colore:	nero

Risorse per l'utilizzo

Livello minimo delle prestazioni
del sistema

temperatura interna dell'aria compresa
tra 20 – 22 °C nel periodo invernale.
una temperatura interna dell'aria compresa
tra 26-28 °C nel periodo estivo.
una umidità relativa compresa tra 40-60%.
un ricambio aria/ora
(aria esterna senza ricircolo) di 2 v/h.

Modalità d'uso corretto

Istruzioni per le connessioni

la connessione con i condotti rigidi e le
bocchette di mandata e ritorno devono essere fatte da
personale specializzato e a regola d'arte
per evitare perdite e evitare la creazione di

Ispezionabilità

È consentita solo al personale autorizzato ed
appositamente istruito e formato.

Prescrizioni ambientali

L'elemento è progettato per lavorare entro un range di
valori tale da non danneggiare le parti più delicate

Istruzioni per dismissione e smaltimento

Secondo norme di legge

Referente tecnico da interpellare

NOVAIMPIANTI S.a.s.

Anomalie

Segni più frequenti di anomalia

rumorosità eccessiva,
usura eccessiva delle
connessioni, mancato raggiungimento delle

temperature volute, occlusione

La piattaforma cerca di risolvere questo aspetto facendo caricare oltre che file IFC anche file di diverso formato, come PDF.

In figura 154 è mostrato graficamente un file in formato PDF caricato.

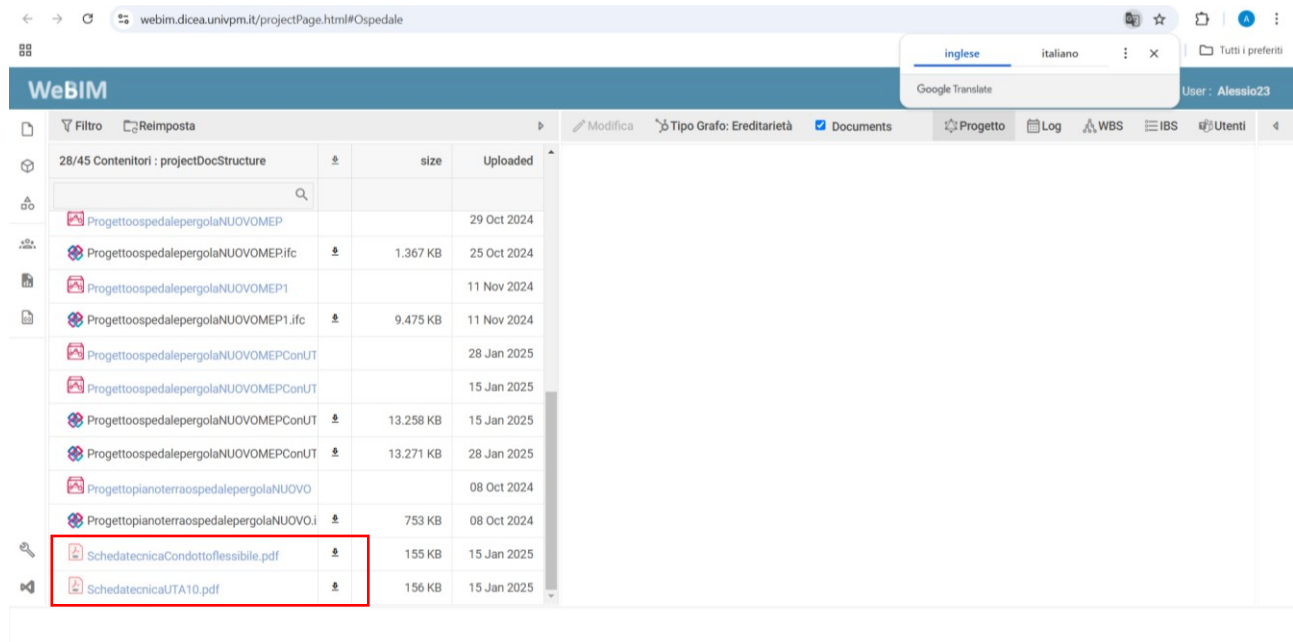


Figura 154 – Schede tecniche caricate in WeBim

Uno sviluppo futuro sarà quello di capire come collegare file di diverso formato ai componenti di un progetto in maniera ideale ed efficace, cosa che al momento manca.

CAPITOLO 5: COMPATIBILITA' CON LO STANDARD COBIE

5.1 Cos'è il COBie

La specifica Construction to Operations Building information exchange (COBie) fornisce un'organizzazione standard dei dati utilizzati per gestire e mantenere la struttura nel tempo. Si tratta quindi di un set digitale che contiene tutte le informazioni acquisite durante la progettazione e costruzione dell'opera. Il COBie quindi è uno standard internazionale che garantisce che le informazioni necessarie per gestire il manufatto durante il suo intero ciclo di vita siano: complete, interoperabili e utilizzabili. È anche definibile come un IFC Model View Definition (MVD) approvato da buildingSMART International. La struttura generale di un file COBie è schematizzata in Figura 155. Lo schema prevede tre tipologie di informazioni. La prima tipologia di dati è quella creata in fase di design (riquadro arancione), la seconda nella fase realizzativa (riquadro verde), mentre il terzo insieme di dati è creato a supporto dei precedenti insiemi [20] [21]



Figura 155 - Struttura dati COBie

I file COBie sono prodotti in formato XML, cioè un semplice formato tabellare editabile tramite Microsoft Excel. Lo schema dati è strutturato come un database relazionale composto da 19 tabelle dati ognuna delle quali ha uno scopo ed è organizzata secondo una gerarchia.

GENERAL INFORMATION	SPACE INFORMATION	PRODUCT INFORMATION	OPERATIONAL INFORMATION	SUPPLEMENTARY INFORMATION
Company	Level	Type	Instruction	Resource
Facility	SpaceType	Component	Job	Document
	Space	System	Event	PickList
	Zone	Attribute	Package	
	Coordinate		Risk	

Figura 156 - Tabelle dati COBie

I campi dati contenuti all’interno di ogni tabella sono predefiniti come parte dello standard COBie stesso. Di seguito sono riportate delle immagini che descrivono alcuni campi dati: Space, Zone, Component, System.

Table 6: Space

DESCRIPTION	Spaces represent the breakdown of Levels into rooms/areas, and which have common functional purpose to a user.	
STATUS	Required	
DATA FIELDS	Name	ExtSystem
	Description	ExtObject
	RoomTag	ExtIdentifier
	SpaceType.Name	GrossArea
	Level.Name	NetArea
	PartOf	UsableHeight

Figura 157 -Campo dati entità “Space”.

Table 7: Zone

DESCRIPTION	Zones represent a grouping of Spaces combined for a common purpose.	
STATUS	Required only if specified in the contract.	
DATA FIELDS	Name	PartOf
	Description	ExtSystem
	Category	ExtObject
	Space.Name	ExtIdentifier

Figura 158 -Campo dati entità “Zone”.

Table 9: Component

DESCRIPTION	The individual instances of the products and equipment define in the Type data table.	
STATUS	Required	
DATA FIELDS	Name	Space.Name
	Description	Space.SecondaryName
	SerialNumber	ExtSystem
	TagNumber	ExtObject
	BarCode	ExtIdentifier
	AssetIdentifier	InstallationDate
	Type.Name	WarrantyStartDate

Figura159 -Campo dati entità “Component”.

Table 10: System

DESCRIPTION	Systems represent groupings of Components that provide some common function.	
STATUS	Required only if specified in the contract.	
DATA FIELDS	Name	ExtSystem
	Description	ExtObject
	Category	ExtIdentifier
	PartOf	Component.Name

Figura 160 -Campo dati entità “System”.

5.2 Compatibilità della modellazione con COBie

Le procedure di modellazione seguite in questo lavoro di tesi non sono state pensate considerando questo standard. Interessante quindi è capire se la strutturazione del dato che è stata data soddisfa quanto sarebbe richiesto dallo standard COBie.

Prima di procedere però bisogna precisare che per estrapolare questo standard nel formato XML si possono utilizzare due metodologie:

- Estrapolare direttamente dal software BIM con l’ausilio di Tools specifici.
- Estrapolare tramite applicazioni esterne open- source utilizzando il modello esportato IFC

Per la verifica viene utilizzato il secondo metodo, nello specifico si usa un Plugin gratuito del visualizzatore BIMvision, chiamato “Demo COBie”.

Si estrapolano i dati dal file IFC prodotto per l’impianto HVAC.

Come descritto in precedenza il risultato è un file Excel con diciannove tabelle, una per ogni campo dato standardizzato. Andando a prendere in considerazione gli ambienti modellati al primo piano ala est dell’ospedale, si tabellano i dati inseriti in Revit MEP e i dati inseriti automaticamente nell’extrapolazione nel file excel.

<i>Entità</i>	Modellazione Revit		EXCEL COBie	
<i>Space:</i> <i>Locale Cucinetta</i>	Parametro	Testo	Colonna	Testo
	IfcName	Locale Cucinetta	Nome	Portineria
	Numero	DH_NP10	/	/
	IfcBuildingStorey	Livello 1	FloorName	Livello 1

***Zone: Unità Operativa
Autonoma 1***

/	/	CreatedOn	2025-01-15
/	/	ExtSystem	AutodeskRevit
/		ExtObject	IfcSpace
/		ExtIdentifier	
ZoneName	Unità Operativa Autonoma 1	Nome	Unità Operativa Autonoma 1
Numero	UOA1	/	/
/	/	SpaceName	In questa colonna sono stati inseriti automaticamente tutti gli IfcSpace compresi nell’IfcZone
/	/	CreatedOn	2025-01-15
/	/	ExtSystem	AutodeskRevit
/	/	ExtObject	IfcSpace
/	/	ExtIdentifier	/

Component:

Nome Famiglia	TS_MEC_DA _HepaFilter:H epa Filter	Nome	TS_MEC_DA _HepaFilter:H epa Filter:980064
/	/	TypeName	TS_MEC_DA _HepaFilter:H epa Filter:980064
/	/	Description	TS_MEC_DA _HepaFilter:H epa Filter:980064
/	/	CreatedOn	2025-01-25
/	/	ExtSystem	AutodeskRevit
/	/	ExtObject	IfcBuildingSto rey
/	/	ExtIdentifier	/

System:

Nome	Aria ritorno – UTA 10 – P1 zona 3	Nome	Aria ritorno – UTA 10 – P1 zona 3
/	/	ComponentNames	In questa colonna sono stati inseriti automaticamen te tutti gli elementi compresi nel sistema

/	/	Category	Aria di ritorno
/	/	CreatedOn	2025-01-25
/	/	ExtSystem	AutodeskRevit
/	/	ExtObject	IfcAirTerminal

Nella parte della tabella inerente allo standard COBie sono state inserite solamente le colonne che, durante l'estrapolazione dei dati, sono state automaticamente completate. Come si può notare dalle figure, allegate successivamente, alcune colonne mostrano nelle proprie celle la dicitura "n/a", questo sta ad indicare che non sono stati trovati i dati da inserire automaticamente.

Cosa però di interesse e di positivo riscontro è che lì dove le tabelle sono complete, i dati che sono stati inseriti sono corretti ovvero rispecchiano il parametro corretto modellato in Revit.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	FloorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	UsableHeight	GrossArea	NetArea							
1																				
2	Locale per visita e medicazioni	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
3	Locale per personale sanitario	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
4	Locale cucinetta	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
5	Locale deposito pulito	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
6	Locale deposito sporco	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
7	Locale deposito materiale	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
8	Bagni WC per Personale	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
9	Locale per caposala	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
10	Corridoio 1	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
11	Cavedio	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
12	Balcone	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
13	Camera 1	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
14	Camera 2	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
15	Bagni WC per Utenti 1	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
16	Bagni WC per Utenti 2	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
17	Anti bagni WC per Utenti	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
18	Bagni WC per Utenti Disabili	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
19	Locale di attesa, colloquio familiari e tempo	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
20	Locale per dialisi isolata	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
21	Bagni WC per dialisi	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							
22	Ambulatorio visita medica	n/a	2025-01-25T1	n/a	Livello 1	n/a	Autodesk IfcSpace	OukBy_12h	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a							

Figura 161 - Foglio COBie - Space.

	Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	SpaceNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description
2	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Locale per dialisi isolata	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
3	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Bagni WC per dialisi	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
4	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Ambulatorio visita medica	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
5	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Locale deposito materiale dialisi	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
6	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Locale per dialisi	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
7	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Locale impianto osmosi	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
8	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Cucina/ area relax	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
9	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Corridoio 2	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
10	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Filtro dialisi isolata	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
11	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Locale deposito sporco	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
12	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Locale deposito pulito	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
13	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Cavedio	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
14	Unità Operativa Autonomia 2	n/a	2025-01-21	n/a	Ascensore_P1	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
15	Unità Operativa Autonomia 1	n/a	2025-01-21	n/a	Locale per visita e medicazione	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
16	Unità Operativa Autonomia 1	n/a	2025-01-21	n/a	Locale per personale sanitario	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
17	Unità Operativa Autonomia 1	n/a	2025-01-21	n/a	Locale cucinetta	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
18	Unità Operativa Autonomia 1	n/a	2025-01-21	n/a	Locale deposito pulito	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	
19	Unità Operativa Autonomia 1	n/a	2025-01-21	n/a	Locale deposito sporco	Autodesk IfcSpace	0L6Ksk7i	n/a	

Figura 162 -Foglio COBie - Zone.

	Name	CreatedBy	CreatedOn	TypeName	Space	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	SerialNumber	InstallationDate	WarrantyStartDate	TagNumber	BarCode	AssetIdentifier
2	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
5	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
6	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
8	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
9	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
10	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
12	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
13	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
14	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
15	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
16	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
17	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
18	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
19	TS_MEC_DA_HepaFilter:Hepa Filter:980064	n/a	2025-01-21	TS_MEC	n/a	TS_MEC	Autodesk IfcBuilding	1V3JM0ze	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Figura 163 - Foglio COBie - Component.

Salvataggio automatico Progetto ospedale pergola NUOVO MEP Con UTA 4X3_COBie...

Cerca

File Home Inserisci Layout di pagina Formule Dati Revisione Visualizza Automatizza Guida

Commenti Condividi

Incolla Appunti

Carattere

Allineamento

Generale

Formattazione condizionale

Formatta come tabella

Stili cella

Inserisci

Elimina

Formato

Ordina e filtra

Trova e seleziona

Modifica

Riservatezza

Add-ins

Componenti aggiuntivi

Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	ComponentNames	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	Description
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-160):973216	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-160):973217	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Valve:200_(D-125):973257	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.PlenumGrille:400x200_(D-200):973496	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-200):973583	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-200):973626	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-200):973627	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-250):973708	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_EXHAUST.Ceiling.Valve:160_(D-160):974223	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_EXHAUST.Ceiling.Valve:160_(D-160):974224	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Grille:400x200_(D-125):978624	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(200x200):978641	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(200x200):978642	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(200x200):978643	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(150x150):978718	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(150x150):978719	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(150x150):978722	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a
Aria ritorno - UTA 10 - P1 zona 3	n/a	2025-01-21	Aria di ritorno	TS_MEC_AT_RETURN.Ceiling.Diffuser:600x600_(150x150):978723	Autodesk	HfcAirTerm	2gpMvFKM	n/a

Instruction Contact Facility Floor Space Zone Type Component System Assembly

Pronto Accessibilità: verifica

sabato 25 gennaio 2025
sab 18:13 (Ora locale)

Figura 164 -Foglio COBie - System.

CAPITOLO 6: CONCLUSIONI

Lo scopo di questa tesi è stata la simulazione della metodologia di un intervento di manutenzione gestito con piattaforme digitali analizzando un ospedale come caso di studio. In partenza si è descritto come l'obiettivo del BIM (D.Lgs. 36/2023) sia di utilizzare un modello informativo richiesto dal committente per avere una migliore gestione tecnica ed economica dell'opera.

Tramite una metodologia e vari aspetti, si è posto il punto di vista sia dalla parte dell'operatore economico, per delineare delle linee di restituzione dei documenti richiesti nel Capitolato Informativo dal committente sia dalla parte del manutentore per l'utilizzo di piattaforme nello svolgimento del proprio lavoro. Il lavoro progettuale è sostenuto da elaborati che producono modelli digitali da interrogare in piattaforma.

In particolare, dalla parte dell'operatore si è studiata, partendo da un modello architettonico, uno degli arredi tecnici ed uno impiantistico, l'importanza del formato IFC, che permette l'esportazione dei parametri richiesti su BIMvision riconoscendo e mantenendo la gerarchia di BuildingSMART; In particolare è stato effettuato un confronto preliminare sui due formati di maggiore rilievo, IFC 2x3 (il più utilizzato ad oggi) e l'IFC 4X3 (l'ultima versione licenziata) per scegliere quello più completo per il lavoro di tesi. Dalla parte del manutentore, invece, si è analizzata una piattaforma che permette tramite l'utilizzo di query e grafi, di ricavare informazioni raggruppate, supportando così la fase di manutenzione dell'opera.

Questo lavoro di ricerca dimostra come sia possibile la cooperazione tra piano di manutenzione e piattaforme digitali, passando per alcuni step di modellazione. Per fare questo modello informativo si sono adoperate tecnologie e metodologie flessibili, ad esempio da un modello BIM, che funge da contenitore di informazioni, vengono estratte in un formato uniformemente accettato e aperto, chiamato IFC, tutte le informazioni necessarie per l'interrogazione del modello. Inoltre, l'esportazione in formato IFC 4X3 è stata fatta tramite un file .txt che è utilizzabile da qualunque operatore economico che impieghi ogni tipo di software. Lo studio di strumenti quali grafi e query usati dalla piattaforma, hanno dimostrato come sia possibile trovare un valore rispetto ad un parametro o entità richiesta, tramite una relazione, ovunque essa sia, se presente è possibile trovarla. Uno sviluppo futuro, come già detto, potrebbe essere quello di trovare una modalità di collegamento efficace tra file di formato differente all'interno della piattaforma WeBim.

Un'altra possibilità potrebbe essere continuare la modellazione del modello impiantistico e del modello degli arredi tecnici, così come ipotizzato, per delineare maggiormente la correttezza procedurale o trovare incompatibilità.

In conclusione, l'approccio e la tecnologia usati rappresentano due importanti valori per lo studio e lo sviluppo di procedure per la cooperazione tra elaborati e piattaforme digitali. Le innumerevoli applicazioni e gli inconfutabili benefit spingono la ricerca sempre verso nuovi orizzonti e questo lavoro mira in quella direzione.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] <https://biblus.acca.it/iso-19650/>
- [2] <https://biblus.acca.it/nuovo-codice-appalti-2023/>
- [3] <https://biblus.acca.it/digitalizzazione-nuovo-codice-appalti-cosa-cambia-dal-1-gennaio-2024/> [4] https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2023_0036.htm
- [5] <https://www.ingenio-web.it/articoli/capitolato-informativo-standard-bim-per-appalti-le-linee-guida-e-i-relativi-allegati/>
- [6] https://www.codiceappalti.it/DPR_207_2010/Art_38_Piano_di_manutenzione_dell'opera_e_delle_sue_parti/976
- [7] https://www.bosettiegatti.eu/info/norme/statali/2023_0036.htm
- [8] *["BIM & DIGITALIZZAZIONE DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE" libro di Paparella e Zanchetta](#)*
- [9] *["Building Information Modeling", su bim.acca.it](#)*
- [10] <https://biblus.acca.it/livelli-di-maturita-bim/>
- [11] <https://en.wikipedia.org/wiki/BuildingSMART>
- [12] <https://technical.BuildingSMART.org/standards/ifc/>
- [13] <https://biblus.acca.it/ifc-file-tutto-quello-che-devi-sapere/>
- [14] https://help.graphisoft.com/AC/22/ITA/_AC22_Help/115_IFC/115_IFC-47.htm
- [15] <https://ifc43-docs.standards.buildingsmart.org/>
- [16] <https://help.autodesk.com/view/RVT/2022/ITA/?guid=GUID-FAA0F968-7290-4FEB-AAD6-9308369C1CEF>
- [17] <https://help.autodesk.com/view/RVT/2025/ITA/?guid=GUID-14037C31-EBAD-41A8-9099-E6DD65BB626E>
- [18] *[Tesi – "Procedure per il controllo dei requisiti informativi di progetti di opere pubbliche tramite strumenti di gestione basati sul BIM" - di Filippo Meloni](#)*
- [19] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580523000389#s0090>
- [20] <https://www.nibs.org/nbims/v3/cobie>
- [21] <https://biblus.acca.it/cobie-interoperabilita-bim-facility-management/>