# Politecnico di Torino

## Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile

Classe di laurea nº: LM-24 Ingegneria dei sistemi edilizi



## Tesi di Laurea Magistrale

# BIM per il Construction Management

## Modellazione parametrica e gestione dei dati con il BIM

### Il caso studio: Torre Regione Piemonte

### Relatori

Prof.ssa Anna Osello (DISEG), Prof. Fabio Manzone (DISEG).

### Correlatore

Ing. Matteo Del Giudice (DISEG)

**Candidato** Alessio Quattrocchi

# Abstract

La tesi svolta si pone come scopo quello di fornire strumenti e metodi per un corretto Construction Management in un momento storico dove la digitalizzazione dei processi e dei patrimoni sta cambiando la metodologia di lavoro. Partendo da un modello informativo, realizzato in un'ottica di gestione di file federati, si ha come obiettivo quello di definire metodologie di lavoro condivise e standardizzate. Lo studio proposto prevede la realizzazione di una parte del modello BIM impiantistico relativo ai sistemi di riscaldamento e raffrescamento della Torre Regione Piemonte. Successivamente vengono indagati i processi di interoperabilità tra software di Project Management e sviluppati algoritmi innovativi per il computo delle quantità e il Code Checking. Viene inoltre prodotta una simulazione multidimensionale relativa alla fase di costruzione dei suddetti impianti meccanici e analizzate le verifiche di Clash Detection e Workflow Clash Detection.

# Abstract 😹

The thesis is aimed to providing tools and methods for a correct Construction Management in a historical moment where the digitalisation of processes and assets is changing the working methodology. Starting from a Building Information Model, developed in federated files, the objective is to define shared and standardized working methodologies. The proposed study foresees the realization of a part of the BIM implant model related to the heating and cooling systems of the Torre Regione Piemonte. Subsequently, the interoperability processes between the Project Management software are investigated and the development of innovative algorithms for the calculation of quantities and the Code Checking are realized. A multidimensional simulation is also produced related to the construction phase of the aforementioned mechanical systems and the Clash Detection and Workflow Clash Detection tests are analyzed.

# Sommario

Ind	ice degli acronimi ed estensioni	1
Inti	roduzione	3
	Breve storia della rappresentazione grafica	3
	Modellazione digitale parametrica	6
	Interoperabilità	8
	Industry Foundation Classes	10
	Modello Federato	11
	MEP BIM	13
	Stato dell'arte del BIM e Construction Management	14
	Il caso studio: Torre Regione Piemonte	16
Me	todologia	21
	Creazione del file di modello	21
	Creazione delle viste di progetto	23
	Modellazione della parte idronica	26
	Modellazione della parte aerica	29
	Modellazione delle Macchine termiche	31
	Gestione del Browser di sistema	33
	Level Of Development UNI 11337:2017	35
	Codifica degli elementi	39
Construction Management		43
	Definizione delle attività	43
	Definizione delle aree di lavorazione	45
	Definizione del codice WBS	50
	Attribuzione codice WBS agli oggetti di modello	51
	Computo delle quantità mediante Dynamo Revit 2017	54

	Definizione delle durate temporali	. 63
	Definizione della programmazione temporale	. 67
	Esportazione file per simulazione 4D	. 71
	Simulazione 4D	75
	Script per code checking e code modify	. 77
	Hard Clash detection	. 79
	Workflow Clash Detection	. 85
Risı	ıltati	. 89
	Modello Parametrico	. 89
	Filtri di visualizzazione	. 90
	Script Dynamo	. 94
	Allegato Schede LOD	105
	Allegato Cronoprogramma delle lavorazioni	107
	Allegato Excel di controllo	109
Cor	nclusioni e Sviluppi futuri	111
Bib	liografia e Sitografia	113
Ind	ice delle immagini	115
Rin	graziamenti	119

# Indice degli acronimi ed estensioni

- 2D 2 Dimensioni
- 3D 3 Dimensioni
- 4D 4 Dimensioni
- A & C Architecture & Consultant
- ABC Association of Builders and Contractors
- AIA American Institute of Architects
- BIM Building Information Model/ling
- CAD Computer Aided Design
- CM Construction Management
- CSE Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione
- CSI Code Sequence Identification
- CSP Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione
- D.Lgs. Decreto Legislativo
- D.P.R. Decreto del Presidente della Repubblica
- DL Direttore Lavori
- DUVRI Documento Unico di Valutazione dei Rischi e Interferenze
- FIAT Fabbrica Italiana Automobili Torino
- HVAC Heating, Ventilation and Air Conditioning
- ID Identificativo
- IFC Industry Foundation Class
- IPMA International Project Management Institute
- ISO International Organization for Standardization
- LOD Level of Developement

- LOG Level of Graphic information
- LOI Level of Information
- MEP Mechanical Electrical and Plumbing
- MS-Microsoft
- OICE Organizzazioni di Ingegneria e Consulenza Economica
- PC Personal Computer
- PMI Project Management Institute
- RGB modello di colori basato su scale di colori di Rosso, Giallo, Blu
- TRP Torre Regione Piemonte
- UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- USB Universal Serial Bus
- UTA Unità di trattamento Aria
- WBS Work Breakdaown Sistem
- CSV Comma Separated Value
- .dwg Formato di progetto Autodesk Autocad
- .ifc Formato internazionale di trasferimento dati da database informativo
- .rvt Formato di progetto di modello Autodesk Revit
- .rfa Formato di progetto di famiglia Autodesk Revit
- .csv Formato universale di testo per esportazione database separato da punteggiatura
- .nfs Formato di progetto di Navisworks
- .nwc Formato di importazione file di modello su Navisworks
- .html Formato di esportazione visualizzabile su pagina web

# Introduzione

#### Breve storia della rappresentazione grafica

La rappresentazione grafica, intesa come prodotto della progettazione per la comunicazione visiva, ha avuto un ruolo centrale nella storia delle tecnologie sviluppate dall'uomo. Fin dall'avvento della scrittura, la grafica ha permesso all'uomo di annotare e rappresentare quantità o qualità di oggetti che naturalmente esistevano o erano prodotto della concezione umana. Le tecniche di grafica si specializzarono successivamente in ogni sua attuale forma, dalla prima tavoletta di argilla, alla pittura decorativa, alla progettazione grafica e all'attuale realtà virtuale. (Harari, Sapiens, Da animali a dei, 2014). Ogni era e ogni periodo storico ha contribuito ad ampliare la conoscenza di strumenti e metodi di rappresentazione grafica, andando a creare nuove figure professionali e metodologie di lavoro. Nel 1922 il tipografo e illustratore William Addison Dwiggins coniò il termine graphic design "progettazione grafica", dando così un nome a quella nobile arte differente dalle Belle Arti che si occupa di produrre elaborati grafici riguardanti la creazione di qualcosa che ancora non esisteva. (William Addinson Dwiggings, 2019).

Alcune tecniche di grafica per la rappresentazione tecnica di oggetti come le proiezioni ortogonali erano utilizzate dagli antichi egizi e sono state sviluppate successivamente da Vitruvio, il quale tra il I secolo A.C. e il I secolo D.C nel "De architettura" descrive gli edifici mediante rappresentazioni in pianta e di prospetto, chiamate da lui icnografie e ortografie. Gaspard Monge, matematico e disegnatore francese del XVIII secolo combinò insieme le rappresentazioni geometriche ottenute con proiezioni ortogonali su un triedro di piani permettendo ai progettisti dell'epoca di rappresentare un oggetto tridimensionale in uno spazio fittizio su carta. (Guarasci, 2019).

La rivoluzione industriale del XIX secolo creò un'esigenza di rappresentazione grafica che valorizzò sempre di più le tecniche di rappresentazione tridimensionale. I componenti meccanici e i manufatti producibili in serie richiedevano tecniche sempre più affidabili e veloci, ma soprattutto standardizzate. Passò molto tempo prima che queste tecniche si spostassero da un vettore materico quali le tavole di carta a uno elettronico come i file CAD. Il calcolatore elettronico, antenato dell'odierno computer, irruppe nel XX secolo rivoluzionando praticamente qualsiasi tecnologia con la quale veniva in contatto. Questi calcolatori come il TX-2 che si interfacciavano per la prima volta con nuovi hardware come le schede di memoria, le penne grafiche, i mouse e gli schermi, popolavano le università di tutto il mondo nutrendo i progetti e gli studi dei ricercatori dell'epoca. Nel 1955, presso il Lincoln Laboratory del Massachusetts Institute of Technology (MIT) venne sviluppato il primo sistema grafico che era in grado di raccogliere e rappresentare dati tramite lo schermo di un calcolatore. Nel 1963 durante il suo lavoro di dottorato presso lo stesso istituto, Ivan Sutherland sviluppò il sistema Sketchpad, il precursore del moderno CAD (Computer-Aided Drafting/Computer-Aided Design). Sketchpad era un'interfaccia grafica che mediante l'ausilio di una penna grafica era in grado di far disegnare direttamente sullo schermo. Per la prima volta concetti come la scala grafica o gli archivi cartacei venivano radicalmente modificati, infatti il programma permetteva di archiviare disegni e ingrandire e ridurre le immagini. (Pescatore, 2019).



Figura 1 – Ivan Shuterland su sitema Sketchpad (Fonte: <u>https://history-computer.com/</u>)

Il CAD rivoluzionò il mondo della progettazione, infatti con i nuovi strumenti elettronici e le metodologie di lavoro sviluppate a seguito della sua scoperta gli errori erano meno frequenti nei progetti e il tempo richiesto per redarli minore. Questa tecnologia era così funzionale e adattiva alle esigenze di un mondo post-industriale che invase in poco tempo i campi di meccanica, elettrotecnica e elettronica, arredamento e solo più tardi quello dell'architettura e ingegneria Civile. Il disegno tecnico assistito dall'elaboratore fu dapprima utilizzato da aziende aerospaziali e aziende automobilistiche, il cui mercato richiedeva precisione nella progettazione e realizzazione dei componenti meccanici e elettronici. Il mondo dell'edilizia rimase all'oscuro di questo cambiamento fino a quando la software house Autodesk rilasciò AutoCAD, il primo software CAD di progettazione 2D che poteva essere utilizzato su PC invece che su mainframe o minicomputer. Successivamente la stessa casa produttrice riuscì ad abbassare il costo di simili programmi, consentendo progressivamente a tutti i professionisti di progettazione di avvalersi di questo peculiare strumento. Il CAD 2D era sicuramente una rivoluzione rispetto al vecchio tecnigrafo, ma ancora uno strumento limitante per alcuni architetti del '900 come Frank Gehry o Rudolf Steiner, per i quali la forma era lo strumento fondamentale per concatenare razionalmente le decisioni progettuali. Architetti come ricercavano una migliore qualità del dettaglio e della restituzione delle geometrie, le software house si impegnarono a ricevere il messaggio di questi artisti sviluppando tecnologie di modellazione tridimensionale e di renderizzazione. (Autodesk, 2019).



Figura 2 - Modello 3D banca di Berlino di Frank Gehry (Fonte: <u>https://free3d.com/</u>)

Nel 1994 Autodesk rese il software AutoCAD compatibile con i modelli 3D. A onor del vero, la rappresentazione tridimensionale di grandi opere architettoniche veniva già operata dal primo Rinascimento mediante modelli materici tridimensionali in scala. È famoso ad esempio quello di Antonio da Sangallo il giovane, pensato per mostrare alla committenza la sua idea progettuale per la basilica di San Pietro a Roma o quello che rappresenta la cupola di San Pietro di Buonarroti. Questi modelli materici o plastici, se consideriamo la moderna accezione del termine, nel Rinascimento servivano a una varietà di scopi: alcuni erano destinati ai clienti per ottenerne l'approvazione, altri venivano realizzati per interfacciarsi con le manovalanze, altri ancora erano pensati per gare tra artisti. Solitamente i modelli erano molto grandi e realizzati in legno o cera e servivano soprattutto all'attività di progettazione dell'artista, che riusciva a sondare le alternative compositive, di processo costruttivo e di organizzazione del cantiere. (Saggio, 1994).

#### Modellazione digitale parametrica

Il termine modello arriva dal passato come abbiamo visto nel capitolo precedente, ma ha assunto via via un significato sempre differente. Un significato attuale della parola modello può essere trovato nella definizione fornita da Treccani: "Il termine viene riferito a un'ampia classe di ipotesi e costruzioni complesse e articolate, ideali, virtuali o rappresentate materialmente, di origine anche intuitiva e creativa, proprie di una determinata scienza o specializzazione ma tali da poter essere estese ad altri campi, con cui viene rappresentato tutto o in parte l'oggetto di una ricerca che si propone di organizzare dati e conoscenze, ma anche di sperimentare ulteriormente, per poi interpretare, spiegare, generalizzare, confrontare ed esemplificare didatticamente." (Treccani, 2019). Il modello ad oggi, nella sua definizione scientifica non rappresenta più un semplice mock-up dell'oggetto reale o una riproduzione in scala, ma si presenta come una raccolta di informazioni interconnesse fra loro che rappresentano in pieno la struttura e il comportamento di un dato oggetto o fenomeno fisico. Si pensi ad esempio ai modelli strutturali o ai modelli economici come schemi teorici per rappresentare gli elementi fondamentali di uno o più fenomeni. Grazie al calcolatore è possibile realizzare tali modelli elettronici, i quali comprendono dati e parametri appartenenti a discipline diverse, ma interagenti tra di loro. Un architetto o ingegnere moderno con uno

strumento BIM può facilmente simulare le fasi di cantiere, assicurarsi dei costi di costruzione, esplorare l'oggetto tridimensionalmente sotto luci e ombre simulate e anche dimensionare impianti di riscaldamento o illuminazione. Ma il modello non si ferma alla mera analisi, infatti attualmente i software BIM consentono di modificare i dati e le relazioni dei singoli oggetti, trasformandosi cosi in veri e propri strumenti di progettazione. (ACCA, 2018). Cambiando l'aggetto di un tetto in un modello elettronico parametrico si verifica una modifica istantanea sul costo, sui valori termici, sull'illuminamento naturale interno, sui tempi di realizzazione e su altri oggetti a questo connessi. I risultati possono essere verificati più e più volte attribuendo valori specifici alle incognite, simulando così diverse scelte progettuali. Inoltre, il modello BIM può essere utilizzato per interfacciare il professionista con la committenza, in modo da migliorarne la comunicazione e il dialogo con quest'ultima. Per il lavoro non solo degli architetti, ma di ogni professionista dell'edificio, la modellazione digitale parametrica risulta essere la scoperta più innovativa dopo la conquista scientifica della prospettiva avvenuta con Brunelleschi. Occorre tuttavia fare una disambiguazione sul termine parametrico. La modellazione parametrica può essere letta in due istanze, la prima è una modellazione geometrica che lega le sue forme a specifiche funzioni matematiche o correlazioni più o meno lineari con parametri scelti dall'utente.



Figura 3 - Vanke Pavillion EXPO 2015 (Fonte: https://www.archdaily.com/)

È il caso ad esempio di alcune forme di oggetti di design o di facciate continue, dove il contributo del calcolatore traspare e anzi si impone sulla scena architettonica. Si pensi ad esempio alle forme di alcuni dei padiglioni espositivi di EXPO 2015, come il padiglione Vanke o quello dell'Azerbaijan.

Le forme sinuose e il perfetto accordo tra elementi compositivi dalle geometrie uniche è reso possibile da regole matematiche che ciascuno di questi oggetti segue. Il semplice disegno delle singole parti non avrebbe mai permesso di realizzare forme simili, in questo senso gli strumenti stanno modificando le architetture e non il contrario. Nella sua accezione più tecnica il secondo significato di modellazione parametrica intende l'attribuzione di parametri alfanumerici o di tipo "flag" e delle relazioni tra di loro. Questi parametri possono essere usati per legare tra di loro gli oggetti con delle relazioni, non solo geometriche ma di ogni genere. Le potenzialità della metodologia sono praticamente infinite come ho esposto nel capitolo precedente. I parametri vengono usati come veicolo di informazioni o relazioni.

È incredibile notare come il superamento di una tecnologia sia sempre più veloce, così veloce che di fatto la tecnologia CAD che ha rivoluzionato il mondo della progettazione non appena 50 anni fa stia già scomparendo sotto la pressione incessante della nuova tecnologia BIM.

### Interoperabilità

Con interoperabilità si intende la capacità di condividere e scambiare accuratamente e senza perdita di dati le informazioni di oggetti e processi tra gli attori facenti parte di un sistema organizzato con procedure unificanti. Il concetto di interoperabilità si estende e anzi deriva da altri settori diversi da quelli dell'edilizia. Il settore delle telecomunicazioni o dei trasporti ferroviari e aerei è fondato sulla capacità di due o più oggetti, sistemi o mezzi di scambiare informazioni tra loro e di essere poi in grado di utilizzarli. Con l'arrivo dei sistemi informatici nei vari settori produttivi e gestionali anche l'industria è rimasta cambiata dall'interoperabilità, tanto che si parla di una nuova rivoluzione industriale. (Wikipedia, 2019). L'industria 4.0, dove ogni macchina automatizzata comunica con le altre e con il sistema di controllo generale e dove la gestione del processo è affidata a algoritmi programmati, è figlia dell'interoperabilità. Lo sviluppo

domotico degli ultimi dieci anni discende anche esso dalla capacità dei vari elettrodomestici e componenti edilizi di poter scambiare informazioni e di poter essere controllati a distanza, grazie a un'unificazione del sistema di scambio delle informazioni. Nel campo dei software il concetto era già applicato da anni, ma solo dopo l'avvento del BIM è entrato a far parte del mondo dell'edilizia e delle costruzioni. Prima dei software BIM l'interoperabilità tra le informazioni legate alla progettazione o costruzione era regolata dal professionista, non c'era infatti scambio diretto ad esempio tra un software CAD e un gestionale di dati come Excel o Access.



Figura 4 - Interoperabilità tradizionale e Interoperabilità BIM (Fonte: <u>http://biblus.acca.it/</u>)

La redazione di un documento come il computo metrico estimativo veniva eseguita con molto lavoro meccanico e richiedeva un tempo notevole, per questo motivo si utilizzavano procedure semplificate rischiando di adottare un margine troppo elevato di precisione o di compiere errori grossolani. I dati che servono per redarlo infatti coinvolgono informazioni geometriche, di costo e quantità che prima dell'avvento del BIM erano dispersi. Ad oggi i software che contengono queste ed altre informazioni di progetto permettono uno scambio agevole e procedure di redazione più veloci ed accurate. L'interoperabilità però ha dei limiti, alcuni sono dovuti al sistema di unificazione a volte imperfetto, altri ai software utilizzati.

### Industry Foundation Classes

Per valutare e certificare l'interoperabilità tra due software è nata la IFC (Industry Foundation Classes). L'IFC dunque è un particolare formato di dati che consente l'interscambio di un modello informativo senza perdita o distorsione di dati o informazioni. Si tratta di un formato file aperto, neutrale, non controllato da singoli produttori software, nato per facilitare l'interoperabilità tra i vari operatori.



Figura 5 - Processo di interoperabilità IFC (Immagine elaborata)

L'iniziativa nasce da un consorzio aziendale composto dalle maggiori software house operanti nel campo del Building Infomation Modelling nel 1994. Le dodici società statunitensi facenti parte del progetto iniziale investirono nella realizzazione di un apposito codice informatico in grado di supportare lo sviluppo di applicazioni integrate e fondarono la "International Alliance for Interoperability", divenuta poi nel 1997 "International Alliance for Interoperability". Da questo momento la nuova alleanza fu ricostituita come organizzazione no profit e aprì l'adesione a tutte le parti interessate con l'obbiettivo di sviluppare e promuovere lo sviluppo del formato di interscambio IFC. Questo codice è stato progettato per elaborare tutte le informazioni dell'edificio, attraverso l'intero suo ciclo di vita, dall'analisi di fattibilità fino alla sua realizzazione e manutenzione, passando per le varie fasi di progettazione e pianificazione. (BibLus, 2019).

### Modello Federato

Una delle criticità riscontrate nell'utilizzo della metodologia BIM attraverso le applicazioni dedicate è il limite di gestione dei file quando questi superano un certo peso. In informatica si parla di peso del file per intendere quanto spazio virtuale quantificato in Byte occupa un certo documento. I programmi per la lettura di tali documenti risultano vincolati dalla potenza di calcolo della macchina calcolatrice (computer) sulla quale stanno lavorando, ma anche dalle potenzialità di gestione dati del software stesso. Nel caso del modello della Torre Regione Piemonte la complessità dell'opera non consentiva di inserire tutte le informazioni in un file modello unico, il che ha portato a sviluppare un modello organizzato in un sistema di gestione di meta-database, che mappa trasparentemente sistemi di basi di dati autonomi multipli in una singola base di dati federata detta modello di coordinamento. Il modello viene cioè spacchettato in più documenti in base a una logica tagliata sui model use e sulla complessità dell'opera, questi documenti evolvono nel tempo e si interfacciano con gli altri facenti parte del progetto ma non c'è integrazione di dati effettiva tra le varie basi di dati come risultato della federazione di dati.

La federazione dei dati consente di avere corrispondenza univoca tra un file e l'altro e tutti i file possono essere poi raccolti in un file di coordinamento dove gli oggetti vengono resi non modificabili ma solamente interrogabili, per avere una visione completa dell'intero progetto. All'interno del caso studio dedicato all'edificio Torre il progetto è stato suddiviso principalmente per discipline ingegneristiche, andando a separare ad esempio il modello architettonico da quello strutturale e da quello impiantistico. Ulteriori suddivisioni sono poi state eseguite in base alla dimensione che il singolo file andava a prendere aggiungendo informazioni. La guida Revit nella versione 2017 non definisce nessun limite per la grandezza o peso del file in utilizzo, asserendo che le prestazioni del modello dipendono da numerosi altri parametri. (Simone Pozzoli, 2017). Di norma è buona pratica per un modello federato rimanere sotto i 250 MB di peso per singolo file per un'agevole gestione dei dati. Il lavoro di ricerca si è concentrato su un pacchetto di 10 piani facenti parte della più grande area degli impianti meccanici. L'impianto HVAC infatti possiede una tale complessità che il limite dei 250 MB rischia di essere superato anche con questa suddivisione e se il livello di dettaglio dovesse aumentare ancora ci si vedrebbe costretti a suddividere i file relativi a 10 piani in pacchetti di dimensione minore.



Figura 6 - Logica di federazione dei dati (Fonte: <u>https://www.bimthinkspace.com/</u>)

Il modello di TRP è un modello integrato, questo vuol dire che i dati sono completamente contenuti all'interno del file di una specifica disciplina e che poi i vari meta-modelli vengono integrati tra loro. A differenza di un modello referenziato, dove alcuni dati vengono salvati con riferimenti all'interno di database separati, il modello integrato se integrato possiede l'abilità di condividere informazioni tra i differenti settori industriali usando un modello comune. L'aspetto più importante riguardo al modello integrato, è che esso colloca in uno stesso ambiente le informazioni interdisciplinari, permettendo un'interazione completa in un unico quadro computazionale. Questo permette agli ingegneri, agli architetti, al Construction Manager di interfacciarsi con un modello unico e verificare le interferenze e interazioni tra le professionalità di ciascuno e come queste si realizzano nel progetto.

### MEP BIM

Una delle sfide che l'industria del BIM sta affrontando proprio in questo momento è di creare software dedicati alla modellazione di elementi complessi come quelli impiantistici. In gergo comune questa specifica area dell'ingegneria edile e della modellazione parametrica viene chiamata MEP. L'acronimo sta ad indicare Mechanical Electrics Plumbing e racchiude al suo interno tutti i componenti impiantistici delle suddette discipline di competenza. Gli oggetti modellati all'interno di queste categorie sono sensibilmente diversi dai classici componenti architettonici o strutturali. Infatti, questi elementi sono spesso instradamenti tridimensionali di tubazioni o canali che possono facilmente generare collisioni tra loro. Sono difatti frequenti le varianti in corso d'opera per l'eventuale impossibilità di montaggio di un impianto a causa della mancanza del necessario spazio di installazione. (Lennart Andersson, 2016). Il vantaggio della modellazione BIM è in parte anche questo, infatti una volta modellati nello spazio 3D del modello i tubi o i canali possono subire una verifica di "Clash detection", ovvero una verifica di intersezione tra due o più elementi del modello. Questa operazione garantisce di non dover ricorrere a varianti onerose in cantiere, ma di spostare la verifica visuale dello spazio necessario al montaggio alla fase di progettazione. Gli elementi MEP con un elevato LOD contengono al loro interno informazioni necessarie al dimensionamento degli impianti. Queste informazioni, grazie agli strumenti BIM consentono di dimensionare automaticamente gli elementi di connessione tra sorgenti e terminali e di verificare le condizioni di flusso del fluido vettore posto all'interno dell'impianto, evidenziando così zone critiche dove dover intervenire. Le informazioni alfanumeriche sono spesso inserite dal professionista, ma ultimamente molte case produttrici di parti impiantistiche dedicano tempo e risorse alla redazione di famiglie specifiche con all'interno già contenuti i parametri meccanici di funzionamento. Grazie a questa rivoluzione digitale delle case produttrici il professionista non deve fare altro che inserire all'interno del suo modello l'oggetto virtuale fornito insieme alla parte di impianto senza dover spendere tempo a crearlo. L'oggetto in questione "lavorerà" nel modello secondo le specifiche tecniche della casa produttrice consentendo un agevole dimensionamento e manutenzione. (Lennart Andersson, 2016).

Tra i software sviluppati per sopperire a esigenze di modellazione MEP uno dei più validi è sicuramente Autodesk Revit. Infatti, questo software viene spesso utilizzato per la sola modellazione MEP all'interno di progetti che magari utilizzano altri software per la modellazione di strutture o elementi architettonici. Revit fornisce infatti numerosi strumenti di modellazione dedicati al campo MEP come la ricerca di soluzioni di instradamento automatico o la notifica di sezioni disconnesse dell'impianto. Il vantaggio di utilizzare famiglie di sistema inoltre snellisce le tempistiche di modellazione, infatti raccordi e derivazioni vengono inserite automaticamente dal software in base a impostazioni specifiche della famiglia di sistema. La gamma di famiglie di sistema copre a pieno le esigenze specifiche del progetto oggetto del presente caso studio, questo fornisce il vantaggio di contenere le dimensioni del file. Infatti, le famiglie di sistema rispetto a quelle caricabili pesano considerevolmente di meno.

#### Stato dell'arte del BIM e Construction Management

Negli ultimi anni sono state dimostrate attraverso sperimentazioni di ricerca le potenzialità che la metodologia BIM offre al mondo del Construction Management. Il livello di utilizzo di tale metodologia e delle annesse tecnologie è molto variabile tra i vari paesi membri dell'Unione Europea e ancora più differente se si considera lo stato dell'arte riferito a realtà internazionali extraeuropee. Al momento attuale i leader mondiali in questo ambito risultano essere paesi come la Danimarca, la Finlandia, il Regno Unito, Singapore e gli Stati Uniti. Questi paesi hanno saputo supportare il passaggio metodologico da CAD a BIM con una serie di iniziative e finanziamenti volti proprio allo sviluppo dell'industria delle costruzioni. Riferendosi a un paese europeo come la Finlandia, il BIM può già considerarsi realtà operativa. La fase sperimentale, iniziata nel 2001 per conto del Senate Property, risulta ampiamente conclusa e superata. Già dal 2007 l'ente governativo finlandese prevedeva l'utilizzo e lo studio di modelli BIM uniformati agli standard internazionali IFC, anche per lavori ordinari. Lo sviluppo e l'adozione di queste metodologie può avvenire solamente in quei paesi, come il Regno Unito, dove finanziamenti pubblici e la creazione di Standard nazionali e normative

spingono il mercato in una certa direzione. Dal 2016 il Paese anglosassone impone l'obbligo di utilizzo del BIM per la partecipazione agli appalti pubblici e promuove una digitalizzazione di tutti i dati del progetto e delle fasi di creazione e successiva gestione dell'opera. Per quello che concerne il nostro paese, si può notare un ritardo rispetto agli altri paesi europei di circa 5 anni, legato principalmente ad una assente spinta istituzionale. (Santise, 2017).



Figura 7 - Maturità BIM dei paesi europei (Fonte: <u>https://www.inconcreto.net/</u>)

Pur manifestando un evidente ritardo, anche il nostro mercato sta volgendo il suo sguardo sulle metodologie di digitalizzazione del processo edilizio. Il "Rapporto sulle gare BIM 2018 per opere pubbliche" di OICE evidenzia come due anni fa i progetti di appalti pubblici redatti in BIM fossero solo 86 mentre nel 2018 questo numero si è alzato fino a 268. Ma l'evoluzione quantitativa è accompagnata da una evoluzione in termini di qualità del progetto, soprattutto in ambito di capitolato informativo. Dal 2018 le norme ISO 19650 e UNI 1337 forniscono linee guida più precise, adatte a definire contenuti e standard di progetto per modelli BIM. Quella che era solamente una digitalizzazione del prodotto edificio si sta lentamente trasformando in digitalizzazione del processo. Grazie allo sviluppo di software adatti alla gestione della fase di costruzione il BIM oggi mira a spostare la fase di controllo del processo dal cantiere allo

studio di progettazione. Vengono cioè prodotte e studiate simulazioni 4D che consentono di prevedere entità e criticità del processo preventivamente rispetto alla fase di costruzione. (OICE, 2019).

Per poter avvalersi di tale metodologia lo sforzo richiesto non è banale, infatti ogni elemento che si vuole visualizzare come attore del processo va modellato e definito anche nella sua natura temporale. I software odierni consentono di materializzare all'interno dello spazio virtuale opere provvisionali, mezzi d'opera e fasi lavorative, fornendo una granularità del processo fin troppo specifica. Una ricerca condotta dal PMI (Project Management Institute) rivela come il mercato globale del BIM è destinato a crescere di circa il 22 % per il 2022, andando a inglobare alcune aree come quella del Project Management che al giorno d'oggi prevedono una formazione e un'esecuzione più tradizionale. Per questo motivo la formazione di istituzioni come PMI o IPMA (International Project Management Association) è sempre più orientata a fornire strumenti per una corretta comprensione e utilizzo delle nuove tecnologie BIM.

#### Il caso studio: Torre Regione Piemonte

L'attuale tesi si inserisce nell'ambito di un progetto di ricerca avviato tra il Politecnico di Torino e la Regione Piemonte. Al progetto partecipano numerosi studenti e ricercatori che sinergicamente tramite il loro lavoro stanno cercando di sviluppare un modello unico per l'intera zona di sviluppo urbano. Il presente caso studio fa riferimento al progetto di riqualificazione urbanistica e dell'inserimento di un grattacielo adibito a uffici pubblici nell'area ex. FIAT Avio denominato "Palazzo Unico della Regione Piemonte". Il progetto costituisce un intervento di grande rilevanza in termini di dimensioni, progettazione, esecuzione e gestione delle interferenze. Il Palazzo Unico della Regione Piemonte è ubicato nell'attuale zona Millefonti, zona Sud-Est della Città Metropolitana di Torino e si vede suddiviso in quattro lotti di costruzione adiacenti. La Torre, il Centro Servizi, gli spazi di servizio annessi e il sistema di parcheggi interrati. In particolare, la tesi si sviluppa intorno all'edificio centrale che ospiterà gli uffici della direzione regionale ora sparsi in più di 27 sedi sul territorio. La Torre è il fulcro dell'intero complesso e si sviluppa su 204 m di altezza di cui 184 fuori terra più una veletta di 20 m di altezza posta in sommità. Il presente grattacielo è il terzo per altezza in Italia dopo la torre Unicredit di Milano di 231 m e la torre Isozaki di attuale proprietà di Allianz di 209,2 m. L'edificio ha dimensioni in pianta di 45m per 45m e un interpiano costante fissato a 4,27 m, tranne per i primi livelli dove l'interpiano risulta essere di 8,54 m. L'edificio a sviluppo verticale prevede 42 piani di cui due interrati; 41 livelli saranno destinati ad uso ufficio mentre l'ultimo livello ospiterà un bosco pensile accessibile al pubblico. Attorno alla base dell'edificio è presente una corte interrata dell'altezza di due piani, l'ingresso all'edificio è garantito da una passerella che attraversa la corte interrata.



Figura 8 - Masterplan di prospetto Torre Regione Piemonte (Fonte: <u>http://www.toguardainalto.org/</u>)

La struttura è in calcestruzzo armato, costituita da un nucleo rigido attorno al quale si sviluppano le piante differenti per livello. Infatti, la torre presenta degli aggetti orizzontali sul lato rivolto verso Via Nizza denominati satelliti. I satelliti si trovano all'esterno della struttura perimetrale di pilastri strutturali e all'interno della zona denominata "grande vuoto". Per la restante parte dell'edificio le piante si estendono su tutta la superficie delimitata dalle facciate vetrate. Il prospetto dell'edificio è costituito da una vetratura continua e da una doppia vetratura nella zona del grande vuoto. È prevista l'istallazione di circa 1000 metri quadrati di pannelli fotovoltaici integrati nelle vetrature, allo scopo di garantire il più possibile l'autosufficienza energetica. Il sistema di fondazione è costituito da una platea di impronta 55m x 55m di spessore costante pari a 4 m. assieme alla torre sono stati previsti due centri per la fornitura di servizi

subordinati al suo funzionamento ovvero il Centro servizi e il parcheggio interrato. Il Centro servizi è collocato sul lato Ovest della corte interrata ed è collegato alla Torre mediante un tunnel vetrato sospeso che poggia sul terzo e quarto livello del grattacielo. Il centro servizi ospiterà il nuovo centro congressi della Regione Piemonte, le biblioteche del Consiglio regionale e dell'Ires. Il parcheggio posto sotto la pianta della Torre fornisce al complesso edilizio 1138 posti auto e diventa così un motore di trasformazioni significative a livello urbano e parte integrante della vita della città. Parallelamente agli uffici della Regione Piemonte che occuperanno 95 mila metri quadrati del lotto saranno disponibili altri 158 mila metri quadrati. Questo spazio sarà oggetto di riqualificazione e vedrà la realizzazione di nuovi complessi residenziali, commerciali e di servizio e un grande parco urbano che congiungendosi all'attuale Lingotto Fiere si estenderà per 25 mila metri quadrati.



Figura 9 - Vista 3D modello impiantistico e architettonico (Fonte: Cattura immagine da Rveit)

Il focus del caso studio prevede di focalizzarsi sulla parte impiantistica deputata al trattamento e condizionamento dell'aria, in particolare per i livelli compresi tra il ventunesimo e il trentunesimo. La Torre prevede infatti impianti di riscaldamento ad aria e acqua che si sviluppano orizzontalmente al piano nello spazio di altezza 70 cm

posto sopra il controsoffitto. Il riscaldamento e raffrescamento dell'aria avviene mediante pannelli radianti a soffitto integrati nella controsoffittatura e ventilconvettori. I pannelli radianti si sviluppano su due differenti livelli posti in un settore perimetrale della pianta dei vari piani. Sono presenti, in aggiunta a ventilconvettori e pannelli radianti, alcune Unità di Trattamento Aria di differente numero per piano. La distribuzione verticale dell'aria avviene mediante colonne montanti di condotti in alluminio nei quattro cavedi posti agli angoli del nucleo. Il condizionamento dei satelliti è variabile a seconda del piano di appartenenza e sono previste soluzioni personalizzate caso per caso. Al fine di garantire un minimo impatto energetico è presente un sistema di recupero dell'aria dal grande vuoto. Infatti, l'aria racchiusa all'interno di questo vano è perfetta per essere utilizzata come fluido termovettore, permettendo di ridurre il salto termico da apportare in fase di riscaldamento. L'intera zona è stata proprio pensata per questo scopo, lasciando tra i satelliti un vuoto che permetta la completa circolazione verticale dell'aria che si scalda per effetto serra dietro alla facciata continua. Oltre alle canalizzazioni per la distribuzione dell'aria sono presenti sopra al controsoffitto i circuiti idronici di distribuzione orizzontale e due sistemi di recupero ed estrazione rispettivamente per i fumi e per l'estrazione da WC. I circuiti idronici hanno una geometria molto simile ad ogni livello e si sviluppano lungo un anello principale da cui partono le derivazioni necessarie per l'alimentazione delle varie macchine termiche. Oltre ai circuiti di acqua calda e refrigerata sono presenti i circuiti di acque miscelate preposti all'alimentazione dei pannelli radianti.

# Metodologia

#### Creazione del file di modello

Per la modellazione degli impianti meccanici ad aria e acqua dei livelli dal 21 al 30 della Torre della Regione Piemonte ho scelto di utilizzare il software Autodesk Revit 2017. La scelta è ricaduta su questa particolare release del software per problemi di interoperabilità tra le varie versioni rilasciate e per dare continuità a una logica di modellazione federata. Il resto del modello, organizzato in file federati, era stato precedentemente redatto con la stessa release del software e prevedeva una suddivisione disciplinare e per livello. Il modello realizzato è ulteriormente suddiviso in workset per una migliore organizzazione del lavoro. Sono stati definiti tre categorie di workset che suddividono l'impianto meccanico nelle sue parti funzionali di circuiti idronici, sorgenti e terminali e canalizzazioni ad aria.

Il modello è stato redatto secondo una classificazione "as built", cioè descrive l'opera come è stata effettivamente realizzata a seguito di modifiche progettuali in corso d'opera o difformità tra progetto e realizzazione. Questo un concetto che appartiene più al gergo dell'ingegneria impiantistica e edile che a quella civile, infatti la necessità di modificare un progetto esecutivo con uno costruttivo deriva da esigenze di cantiere, nel corso del quale il progetto elaborato dal progettista risulta inattuabile o potrebbe determinare costi e tempi eccessivi. È necessario tuttavia fare una precisazione. Per la modellazione effettuata ci si è avvalsi della documentazione "as built" fornita dalla Direzione Lavori, che consiste in una serie di elaborati grafici bidimensionali in formato ".dwg". Questo pone un secondo interrogativo, cioè se e quanto questa documentazione sia effettivamente fedele alla realtà. Purtroppo, nella gran parte dei casi non è stato possibile verificare l'esatta corrispondenza, infatti la quasi totalità della Torre è stata ultimata e gli impianti risultano inaccessibili alla vista. I file CAD "as built" sono stati organizzati all'interno di un file progetto di Revit secondo il livello di appartenenza per consentirne una migliore lettura e un miglior controllo. Sono stati forniti inoltre il modello architettonico e strutturale. Tutti questi modelli hanno un sistema di coordinate geo referenziate comuni, questo fornisce la perfetta corrispondenza posizionale dei vari meta-modelli.

Per la creazione del file di modello, partendo da un file di progetto vuoto, la prima operazione da compiere è l'importazione o la definizione delle coordinate di progetto. Essendo già state fissate da altri studenti sullo stesso caso studio si è scelto di importate dal modello strutturale, di modo da avere perfetta corrispondenza spaziale con quest'ultimo. Per importare le coordinate da un progetto preesistente si deve aprire il modello e nella sezione gestisci andare a cliccare su pubblicazione coordinate, in modo tale che una volta linkato nel file di destinazione possano essere acquisite. Successivamente bisogna cliccare sulla specifica funzione acquisisci coordinate della sezione gestisci, di modo da acquisire le coordinate dal modello che è stato linkato all'interno del file di progetto vuoto.



Figura 10 - Acquisizione coordinate condivise (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Una volta definite le coordinate bisogna salvare il file di progetto, ponendo attenzione a definirlo come centrale. Questo può essere fatto durante la procedura di salvataggio, esiste infatti una opzione da spuntare che rende il file corrente un file centrale. Successivamente è necessario chiudere il file di modello appena creato, per poi riaprirlo, questa procedura ci consente di creare un file locale associato al modello centrale prima definito. Durante l'apertura del file infatti esiste un'opzione che prevede di aprire il corrente file come modello locale. Da questo momento in avanti il lavoro verrà svolto sul modello locale e sincronizzato con il centrale a ogni successivo salvataggio. Il vantaggio di avere un file locale su cui lavorare consente un eventuale collaborazione con professionisti che modellano altre parti di impianto connesse con l'impianto HVAC modellato. Un ulteriore vantaggio collaterale è quello di avere sempre una sorta di copia del mio progetto con al più un'ora di distacco dall'ultimo salvataggio. Questo mi permette di assicurarmi un back up sicuro del mio file di progetto, appunto, il modello centrale.

Una volta creato il file di modello locale relativo agli impianti meccanici dei piani L 21 - L 30 la prima operazione è stata quella di linkare all'interno di questo file il modello architettonico e il file costituito dalle tavole CAD, in modo da avere dei riferimenti spaziali e una traccia su cui iniziare la modellazione. Inserire all'interno di un file di modello un link è un'operazione sensibilmente diversa dal caricarlo integralmente. Il modello così linkato non aumenta le dimensioni del file, tuttavia questo risulta non modificabile ma solamente visualizzabile e interrogabile. Si possono linkare all'interno del file di modello diversi file con estensioni differenti, posso infatti linkare documenti di tipo ".rvt" o ".ifc", consentendo di arricchire il modello con informazioni derivanti da altri documenti. Esistono due modi di collegare tramite link un modello ad un altro, il collegamento può essere infatti rigido o flessibile. Il work flow da me definito prevede di lavorare integralmente su chiavetta USB, così da non essere vincolati all'utilizzo di un computer, si è scelto pertanto il collegamento rigido, andando a definire un'organizzazione dei file in cartelle la cui posizione deve essere fissa. Il collegamento rigido infatti riconosce lo specifico percorso file da dovrà andare a recuperare le informazioni, se questo file viene spostato o viene modificato il nome Revit non sarà più in grado di estrarre le informazioni e bisognerà ricaricare il modello cosi "linkato".

### Creazione delle viste di progetto

Successivamente sono state create viste specifiche per ogni livello. A queste, sono stati applicati modelli di vista tagliati sulle esigenze di modellazione. Concettualmente l'impianto è stato suddiviso in due macro-categorie: Acqua e Aria. Il modello di vista è una specifica impostazione che può essere attribuita a una o più viste. Per questo motivo al fine di visualizzare gli elementi facenti parte di una delle due macro-aree e non dell'altra bisogna rendere visibili le sole categorie di oggetti che appartengono a quel settore e non all'altro. I modelli di vista pertanto sono due, una dedicata alla modellazione delle parti impiantistiche che ricadono sotto la definizione ACQUA e l'altra per quelli che ricadono sotto la definizione ARIA. Questa procedura ha portato alla definizione di 20 viste dedicate all'attività di modellazione.



Figura 11 - Viste di progetto (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Le viste Aria, indipendentemente dal livello contengono solo le canalizzazioni ad aria e i terminali di questa categoria (bocchettoni); le viste Acqua contengono solo tubazioni e i relativi accessori di impianto (valvole e pannelli radianti). Le Unità di Trattamento Aria e i Ventilconvettori sono stati inserite indipendentemente dal piano di appartenenza in un workset dedicato denominato MEP\_HVAC\_MECH\_S\_L21\_30, infatti queste machine sono il punto di connessione fisica tra il circuito idronico e quello areico e effettuano proprio gli scambi termici tra i due sistemi, sarebbe sbagliato inserirle in uno dei due workset perché appartengono concettualmente a tutti e due. La suddivisione in workset ha due scopi principali: collaborare con altri utenti per la modellazione di parti di progetto e suddividere il progetto in ambienti logico funzionali. I workset possono essere usati nella vista 3D per andare a visualizzare solo alcuni elementi, cioè per filtrare gli oggetti nel modello e lavorare solo su una parte direttamente nella vista 3D. A questo punto le viste sono definite ma il file importato tramite link che dovrebbe mostrare la disposizione spaziale degli impianti non è correttamente visualizzato, infatti a causa di alcune impostazioni sbagliate si vedono tutti i file CAD insieme in ogni vista, sovrapposti uno all'altro.

Visibility	Halftone	Underlay	Display Settings				
RP_As built dwg_CEN.rvt			Custom				
RP_modello_CEN_architettonico_Gianvito_dissociat	0 0		By Host View				
	RVT Link Display Settings						
	Partie: Model Colonardan, Ameridates Colonardan, Ameridated Model Colonardan, Immed Colonardan, Windowski						
	basics mover categories winnotation Categories Analytical Model Categories Import Categories Worksets						
	Import categories: <custom> ~</custom>						
	Show import categorie	s in this view		If a category is unchecked, it will not be visi			
	Filter list: <multiple> v</multiple>						
		Visibility	Lines	Projection/Surface Patterns	Halftone		
	# 107_PR_3_C_M_P_	T233_03.dwg			0		
	# 08_PR_3_C_M_P_	T241_02.dwg			0		
	# 110_PR_3_C_M_P_T243_03.dwg				0		
	= 111_PR_3_C_M_P_T251_02.dwg				0		
	= 113_PR_3_C_M_P_	3_C_M_P_T253_03.dwg					
	# 114_PR_3_C_M_P_	T261_02.dwg					
	= 116 PR 3 C M P	1263_04.dwg					
	= 110 PR 3 C M P	1271_02.dwg					
	= 120 PR 3 C M P	T291 02 dwg					
	= 122 PR 3 C M P T283 03.dwg				0		
	= 123 PR 3 C M P T291 02.dwg				0		
	# 125 PR 3 C M P	T293 03.dwg			0		
Select All Select None Invert Se	# 126 PR 3 C M P	T301_02.dwg			0		
	# 128_PR_3_C_M_P	T303_03.dwg			0		
	# <sup>□</sup> 129_PR_3_C_M_P_	T311_02.dwg			0		
	# 131_PR_3_C_M_P_	T313_03.dwg			0		
	# 132_PR_3_C_M_P_	T321_02.dwg		the second se	D		
	# 134_PR_3_C_M_P_	T323_03.dwg					
	# 135_PR_3_C_M_P_	T331_02.dwg					
	# 137_PR_3_C_M_P_	T333_03.dwg					
	= 138_PR_3_C_M_P	1341_02.dwg					
	= 140_PR_3_C_M_P_1343_05.dwg				0		
	# 143 PR 3 C M P	T353 03.dwg			0		
	# 144 PR 3 C M P	T361 02.dwg			0		
	# □ 146 PR 3 C M P	T363 03.dwg			0		
	# 148_PR_3_C M P	T371_02.dwg			0		
	# 150_PR_3_C_M_P	T373_03.dwg			D		
	= 151_PR_3_C_M_P_	T381_02.dwg					
	# 153_PR_3_C_M_P_	T383_03.dwg			0		
		T391 02.dwa			0		
	All	None In	vert Expand All				
	= 153 PC3 C M P = 154 PR 3 C M P All	1365_03.dwg T391 02.dwn None In	ert Expand All				

Figura 12 - Impostazione di visibilità grafica per visualizzazione tavole CAD (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Per risolvere questo problema è necessario andare a modificare le impostazioni di visibilità grafica e sostituzioni per ogni singola vista. Dopo aver cliccato sulla sezione relativa ai collegamenti è necessario modificare l'impostazione di visualizzazione da "by host view" a "custom" e andare successivamente a selezionare solamente il file CAD del piano interessato. In questo modo sarà visibile solamente la pianta di controsoffitto corrispondente a quella vista.

## Modellazione della parte idronica

I primi oggetti modellati al livello 21 dedicato alla parte ACQUA sono stati i tubi del circuito principale.



Figura 13 - Vista impianto idronico con tavola CAD (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Il circuito principale con disposizione ad anello lungo il perimetro della Torre è costituito da quattro linee: mandata e ritorno rispettivamente di acqua calda e refrigerata. Questo circuito si ripresenta molto simile in ogni livello, con piccole variazioni, per questo motivo dopo aver modellato le quattro linee di tubazioni al livello 21, queste sono state duplicate ai livelli successivi, andando poi a modificare dove era necessario. Questa procedura ha snellito di molto le tempistiche di modellazione, tuttavia i tubi copiati al livello superiore non portano con loro le interconnessioni come raccordi o derivazioni. Per questo motivo ogni nuovo livello prevedeva la copia dal livello inferiore delle tubazioni rigide e poi il collegamento delle estremità al tubo successivo o al terminale di impianto. Revit fornisce uno strumento molto utile a questo passaggio: lo strumento che mostra le disconnessioni di impianto, reperibile nella sezione analizza del programma. Lo strumento in questione permette di evidenziare all'interno di una o più viste le parti di impianto alle cui estremità non è collegato nulla. Il messaggio di attenzione si materializza tramite piccoli triangoli gialli con punto esclamativo in corrispondenza della sezione disconnessa e questa deve essere collegata manualmente.



Figura 14 - Warning di disconnessione su modello BIM (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Questo passaggio di collegamento manuale è stato forse il più esoso in termini temporali, ma non è stato possibile trovare un'alternativa valida per l'esecuzione. Dopo aver modellato l'anello del circuito principale e averlo chiuso con le relative calotte sono stati modellati i rami secondari che portano dall'anello principale ai terminali quali ventilconvettori e UTA. Questi rami hanno una disposizione specifica per piano, infatti le posizioni dei terminali e la quantità di questi ultimi sono differenti piano per piano. Esistono piani, come quelli tra L25 e L29, che presentano nella sezione verticale del grande vuoto dei satelliti dove vengono predisposte UTA per il riscaldamento e il raffrescamento di questa area. Questi satelliti sono diversi per ogni livello così come le disposizioni delle UTA associate, per questo motivo questa parte della modellazione è stata eseguita andando a modellare manualmente i rami di connessione. Nella modellazione dei tubi bisogna porre attenzione a tre parametri principali, ricavati dalla lettura delle tavole CAD del progetto "as built": l'altezza dall'estradosso del piano inferiore, il diametro nominale del tubo e l'impianto di appartenenza. Le tre informazioni sono fondamentali per poter modellare gli oggetti in questione e si materializzano nel progetto rispettivamente tramite un offset di posizionamento dal livello di appartenenza, un diametro nominale, e un colore distintivo.



Figura 15 - Disposizione di circuiti idronici e pannelli radianti (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Gli impianti di acqua calda hanno un colore rosso un differente grado di trasparenza per distinguere tra circuito di mandata e di ritorno. La modellazione dei pannelli radianti ha richiesto la creazione di una famiglia caricabile basata su modello generico di attrezzatura meccanica. La famiglia era già stata modellata per i piani inferiori, composta da un parallelepipedo e una estrusione rappresentante il circuito interno al pannello. Per dare continuità al progetto la medesima famiglia di pannello radiante a soffitto è stata adottata all'interno del progetto oggetto di studio. Il pannello prevede due connettori sui lati corti, questi connettori devono essere collegati al pannello successivo o al collettore della sezione in questione per mezzo di tubazioni flessibili. La posizione dei pannelli radianti è organizzata in settori ed è identica per ogni piano eccetto il piano L26 dove si prevedono nel settore Nord della Torre una fila di ventilconvettori e l'assenza dei pannelli radianti. Per questo motivo una volta posizionati i pannelli del primo piano questi sono stati copiati e incollati ai livelli selezionati attraverso la specifica funzione fornita dal software Revit. In questo caso il software riconosce i collegamenti tra i pannelli ma non quelli tra pannelli e collettori, per questo motivo assieme ai pannelli radianti a soffitto si sono riportati ai piani superiori anche le connessioni mutue tra questi. L'ultimo passaggio è stato quello di collegare tutti i terminali di impianto ai relativi circuiti idronici mediante tubazioni flessibili. L'operazione è stata eseguita manualmente con l'ausilio dello strumento "mostra disconnessioni", ma ha richiesto un tempo notevole. Infatti, per ogni piano il numero di collegamenti tra terminali e circuiti oscilla intorno ai 500 elementi.

#### Modellazione della parte aerica

Per questa parte è stato seguito lo stesso work flow, si sono dapprima evidenziati gli schemi ricorrenti di posizionamento e dimensioni degli oggetti tra un piano e l'altro e poi dopo aver modellato il livello 21 le parti di impianto riproducibili per ogni piano sono state copiate e incollate ai livelli selezionati. Come per la parte idronica le prime parti ad essere modellate sono state le sezioni di impianto costituite da canalizzazioni rigide. Alcune di queste hanno una sezione quadrata, solitamente quelle parti che hanno una sezione trasversale elevata. Le parti con una sezione più ridotta sono costituite da canalizzazioni a sezione circolare. Esistono 6 circuiti aerici differenti con differenti funzioni e vengono graficamente suddivisi in base al colore come riportato nella figura seguente.



Figura 16 – Disposizione circuiti di impianto aerico (Fonte: Cattura immagine da Revit)

I circuiti con i relativi colori sono stati modellati sulla traccia ricavata anche in questo caso dal progetto "as built" fornito dalla Direzione Lavori della Torre Regione Piemonte. In questi file CAD vengono indicate infatti le quote di posizionamento dall'estradosso superiore del livello associato e la dimensione del canale. Concettualmente le canalizzazioni possono essere suddivise in due gruppi: quelle che nascono e terminano nel livello e quelle che invece attraversano più livelli grazie a una colonna montante. È il caso dei sistemi di estrazione WC, estrazione fumi e quelli di primaria mandata che forniscono alle UTA aria proveniente dall'esterno. Le canalizzazioni che attraversano più piani necessitano di serrande tagliafuoco, per il rispetto della compartimentazione definita dalla normativa antincendio introdotta dal D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151. Questi oggetti del modello sono stati modellati con famiglie caricabili basate su modello generico di attrezzatura meccanica e sono uguali ad ogni livello. Per i sistemi dedicati all'estrazione aria di facciata e per quello di mandata sono state modellate due ulteriori famiglie di attrezzatura meccanica. Lungo lo svolgimento delle canalizzazioni dei suddetti sistemi sono infatti previsti delle serrande
di regolazione portata e dei ventilatori centrifughi. La complessità degli impianti aerici ha portato alla modellazione di numerose famiglie costruite ad hoc. Fanno parte di questa categoria le bocchette vetrate del sistema di estrazione aria facciata o i diffusori lineari del sistema di mandata. Oltre a bocchettoni e diffusori a causa del cambio tra sezione circolare e rettangolare di alcuni sistemi si sono modellate famiglie specifiche basate su modello generico di condotto che permettessero la transizione tra le suddette sezioni. Una volta ultimati i rami principali e secondari dei vari sistemi di canalizzazioni l'ultimo passaggio è stato quello di effettuare le connessioni tra i sistemi e i terminali di impianto quali bocchettoni, UTA e ventilconvettori tramite canalizzazioni flessibili. Il sistema adottato per la distribuzione dell'aria dalla Torre Regione Piemonte prevede 12 canalizzazioni verticali per la connessione aerica interpiano, distribuite su 4 cavedi. Le sezioni delle cosiddette colonne montanti sono variabili a ciascun piano e la loro posizione e ingombro sono riportate nelle tavole CAD del relativo livello. Per la modellazione delle colonne si sono posizionati dei raccordi a T ad ogni piano andando a rispettare dimensioni e posizioni della sezione di colonna al livello designato. Le colonne sono poi state tracciate servendosi di due sezioni ortogonali tra loro posizionate sui profili interni del cavedio. Per assicurarsi che il programma non modifichi la dimensione della colonna bisogna collegare ogni sezione successiva secondo una procedura ben precisa, altrimenti si rischia di "adattare" l'intera colonna ad un'unica dimensione. Infatti, il raccordo a T, rappresentato da una famiglia di sistema presenta adattabilità a qualsiasi condotto vi venga collegato. Questo vuol dire che se collegassi direttamente il condotto del livello inferiore il raccordo del livello superiore si adatterebbe alle dimensioni di questo e non rispetterebbe più le specifiche di progetto. Per questo motivo da ogni raccordo vengono modellati due canali nelle due direzioni verticali e successivamente riferendosi alle tavole relative alle sezioni dei cavedi si collegano i canali all'altezza indicata con il giusto raccordo.

#### Modellazione delle Macchine termiche

Tutti quegli oggetti che sono specifici di un progetto come ad esempio le macchine termiche non sono famiglie di sistema, ma famiglie appositamente create denominate famiglie caricabili. È questo il caso delle UTA e dei ventilconvettori. Le UTA inserite all'interno del progetto sono state modellate con un LOD D a partire da un modello generico di attrezzatura meccanica. Il livello di dettaglio imposto dalle linee guida di progettazione definite dalla committenza (DL Torre Regione Piemonte) ha permesso di rappresentare le UTA mediante parallelepipedi che simboleggiano le varie sezioni componibili della macchina termica. I parallelepipedi sono dunque delle scatole vuote, cioè non viene descritto né modellato nessun componente all'interno della macchina e l'unica connessione con l'ambiente esterno è rappresentato da dei connettori solidali alle varie sezioni componibili.



Figura 17 - Unità di Trattamento Aria con connessioni aeriche (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Nel posizionamento di questi connettori bisogna porre molta attenzione al tipo di connettore e alla sua posizione. Infatti, i connettori sono già suddivisi tra mandata e ritorno e una volta posizionati nella famiglia e una volta caricata sarà impossibile connettere un connettore di mandata a un circuito di ritorno. In questo caso sarà visualizzato dal programma un avvertimento di connessione sbagliata e la macchina termica apparirà all'interno del Browser di Sistema collegata a un circuito sbagliato. In totale sono state modellate 5 UTA e 8 ventilconvettori differenti, per un totale di 265 macchine termiche.

### Gestione del Browser di sistema

Revit 2017 fornisce un valido strumento per la classificazione dei sistemi di impianto e per la successiva fase di filtraggio per l'attribuzione di parametri: il Browser di sistema. Questa sezione del programma di modellazione BIM permette di classificare in una struttura a tendina i componenti di impianto in gruppi rappresentanti i vari sistemi. Per via del flusso di lavoro seguito che prevedeva di copiare gli elementi simili o uguali dal livello inferiore il browser di sistema alla fine della modellazione presentava più di 1000 sistemi differenti. Per evitare questo problema si sarebbe dovuto modellare in maniera lineare dall'inizio alla fine del sistema scelto, attribuendo al primo elemento una classificazione di sistema. In questo modo tutte le successive ramificazioni o prosecuzioni di impianto avrebbero fatto parte del medesimo sistema. In questo caso ciò non è stato possibile, infatti, in questo modo la modellazione avrebbe richiesto troppo tempo. Durante la definizione del Browser di Sistema sono state tentate numerose procedure per far rientrare i componenti nei sistemi appropriati, ma si riporta solo quella più veloce ed efficace. La procedura consiste nell'eliminare tutte le classificazioni di sistema attribuite automaticamente dal software Revit e di dichiararne poi quella giusta per un elemento facente parte di un sistema; tutti gli elementi fisicamente connessi con questo elemento acquisiscono in questo modo da questo la classificazione di sistema giusta. I sistemi inizialmente vengono suddivisi in base al fluido che trasportano e quindi si effettua una divisione per tubazioni e canalizzazioni meccaniche; successivamente gli impianti idronici sono suddivisi in: mandata acqua calda, mandata acqua refrigerata, ritorno acqua calda, ritorno acqua refrigerata, acque miscelate e acque reflue. Un ulteriore suddivisione viene fatta in base al livello di appartenenza per le acque calde e fredde e al settore di appartenenza per le acque reflue e miscelate.

Browser di sistema - TRP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451 X	Browser di sistema - TRP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451 ×
Vista: Sistemi 🗸 Tubazioni 🗸 🔛	Vista: Sistemi 🗸 Tubazioni 🗸 🔛
Sistemi	Sistemi
🖶 🔄 Non assegnata (2266 elementi)	
🖃 🛅 Tubazioni (4133 sistemi)	Tubazioni (4133 sistemi)
🗄 🖓 Acque reflue	الله المعالم Acque reflue
🖃 🔮 Mandata Acqua Calda	⊕ ∯ Acque reflue L21_E
由[라] Mandata Acqua Calda L21	⊕ 🕀 Acque reflue L21_N
표 [] Mandata Acqua Calda L22	⊕ [] Acque reflue L21_S
🕀 🕼 Mandata Acqua Calda L23	⊕ [ऄ] Acque reflue L21_SE
⊕ 『[] Mandata Acqua Calda L24	⊕ []] Acque reflue L21_W
⊕ 『[] Mandata Acqua Calda L25	⊕ [砕] Acque reflue L22_E
🕀 🚱 Mandata Acqua Calda L26	⊕ [砕] Acque reflue L22_N
⊕ 『[] Mandata Acqua Calda L27	⊕ [ऄ] Acque reflue L22_S
⊕ 『[] Mandata Acqua Calda L28	⊕ [砕] Acque reflue L22_SE
🕀 🕼 Mandata Acqua Calda L29	⊕ [砕] Acque reflue L22_W
⊕ 『[] Mandata Acqua Calda L30	⊕ [砕] Acque reflue L23_E
🗄 🔮 Mandata Acqua Miscelata	⊕ [砕] Acque reflue L23_N
🖅 🔮 Mandata Acqua Refrigerata	⊕ [砕] Acque reflue L23_S
🖃 🕑 Ritorno Acqua Calda	⊕ [砕] Acque reflue L23_SE
由 [] Ritorno Acqua Calda L21	⊕ [砕] Acque reflue L23_W
⊕ 段 Ritorno Acqua Calda L22	⊕ [砕] Acque reflue L24_E
⊕ 『[] Ritorno Acqua Calda L23	⊕ [砕] Acque reflue L24_N
⊕ [ऄ] Ritorno Acqua Calda L24	⊕ மீு Acque reflue L24_S
⊕ 『[] Ritorno Acqua Calda L25	🕀 🗗 Acque reflue L24_W
⊕ 段 Ritorno Acqua Calda L26	⊕ ট্] Acque reflue L25_E
⊕ 『[] Ritorno Acqua Calda L27	🕀 🗗 Acque reflue L25_N
⊕ 『[] Ritorno Acqua Calda L28	由 译 Acque reflue L25_S
由 译门 Ritorno Acqua Calda L29	由 관기 Acque reflue L25_W
由 [] Ritorno Acqua Calda L30	由。译和 Acque reflue L26_E
👜 🔮 Ritorno Acqua Miscelata	④ 译기 Acque reflue L26_N
🗄 🔮 Ritorno Acqua Refrigerata	표 [라] Acque reflue L26_S
	⊕ 译つ Acque reflue L26_W
	⊕ 🛱 Acque reflue L27_E
	⊕  ⊕ Acque reflue L27_N
	⊕ ∯ Acque reflue L27_W
	ि िि Acque reflue L28_E
	⊕ ∯ Acque reflue L28_N
	⊕ ∯ Acque reflue L28_S
	률 (월) Acque reflue L28_W
	⊕ ∯ Acque reflue L29_E
	i 南-段 Acque reflue L29 N ✓

Figura 18 - A Sinistra, Browser di sistema per Acqua Calda - A Destra, Browser di sistema per Acque Reflue (Fonte: Cattura immagine da Revit)

La medesima procedura di divisione in sistemi livelli e settori è stata effettuata per le canalizzazioni ad aria. La possibilità di evidenziare mediante selezione da Browser di Sistema e di poter isolare facilmente un circuito piuttosto che un altro risulta essere un comodo strumento sia per controllare l'effettivo posizionamento e modellazione del sistema, ma anche per i calcoli termodinamici o fluido dinamici che il software stesso o software esterni possono fare. Infatti, una volta che il sistema costituito da più parti è

riconosciuto dal programma come un'unica entità esistono programmi, su cui non è stato fatto alcun approfondimento, che sono in grado di dimensionare i condotti, le tubazioni o le macchine termiche in base a parametri definiti dal professionista.

# Level Of Development UNI 11337:2017

Allo scopo di definire la maturità digitale di oggetti all'interno di un modello BIM si fa ad oggi riferimento in Italia alla norma UNI 11337:2017, dove vengono definiti i livelli di sviluppo LOD. A onor del vero, vi è molta confusione sul termine LOD nel panorama internazionale; l'acronimo può rappresentare in base alla fonte il livello di dettaglio di un'oggetto o il suo livello di sviluppo. Oltre a questa informazione LOD, possono essere definite per un oggetto virtuale il LOI (livello di informazione alfanumerica) e il LOG (livello di informazione grafica). Il LOI e il LOG concorrono a formare quel livello di sviluppo che può essere inquadrato in uno dei suoi sei livelli dettaglio è rappresentato in un LOD A. La scala europea differisce da quella americana dove vengono definiti 5 livelli di dettaglio dal LOD 100 al LOD 500. Questi livelli sono stati definiti dal protocollo AIA G202-2013 (American Institute of Architects). (Pavan, 2017)



Figura 19 - Esempio LOD definiti da AIA (Fonte: http://biblus.acca.it)

La scelta di un livello di dettaglio dipende molto dall'uso del modello previsto e che questo dipenda a sua volta dalla fase progettuale o esecutiva nella quale ci si trova e dagli obbiettivi a questa connessi. Come si può vedere dallo schema sotto riportato in relazione alla fase operativa nella quale ci si trova sarà necessario definire gli obbiettivi e gli usi del modello che si vogliono fare e solo successivamente in relazione a questi si potrà definire un LOD da adottare per l'intero progetto o per alcuni degli elementi facenti parte.



Figura 20 - Schema di relazione tra LOD e Model Use (Fonte: (Pavan, 2017))

La norma propone una standardizzazione per la presentazione di queste informazioni che sono state eseguite in relazione al presente caso studio e riportate negli allegati (Pavan, 2017). Il LOD viene definito per categorie omogenee, in modo da standardizzare il contenuto di informazione relativo a oggetti di stesso tipo. Il grado più alto raggiunto all'interno del modello sviluppato è il LOD D. Per una restituzione "as built" partendo da tavole CAD senza effettuare un rilievo in cantiere il LOD D è il più adeguato. Inoltre, si adatta benissimo alle esigenze di simulazione di Construction Management tramite BIM che si vogliono sviluppare all'interno del caso studio. Come riporta la norma il LOD D attribuito agli impianti prevede la materializzazione virtuale di un oggetto solido 3D a cui vanno attribuite informazioni riguardanti: forma, dimensioni, posizione, ingombro, pendenza, valvolame, terminali, serrande, pezzi speciali, parametri di performance, isolamenti e finiture. Definiti i LOD da attribuire agli impianti, è necessario produrre schede LOD dove si riportano per un elemento rappresentativo di una categoria i parametri attribuiti all'oggetto. Ad esempio, si riporta la scheda LOD definita per un ventilatore centrifugo posto al 23° piano. La restante parte delle schede LOD prodotte vengono riportante in allegati.

		ATTREZZ	ATURA MEC	CANICA				
		Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_AM					
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio			
	Livello	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 25_+106.75			
Vincoli	Host	Parametro Revit	Istanza	Definisce l'oggetto di mmodello che funge da host per l'oggetto in questione	L 25_+106.76			
	Offset	Lunghezza	Istanza	Definisce la distanza a cui è posizionato il baricentro dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	3.790			
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L25			
Contractor	(WBS) Classificazione	azione Testo		Secondo livello di codifica WBS	CAN			
Costruzione	(WBS) Sistema	Testo Istanza		Terzo livello di codifica WBS	FAC			
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L25.CAN.FAC			
Testo	Codice esistente	Testo	Istanza	Indica il codice attribuito all'elemeto sulle tavole CAD	XC02-550Q			
	Altezza scatola di giunzione	Lunghezza	Istanza	-	200.00 mm			
	Larghezza scatola di giunzione	Lunghezza	Istanza	-	200.00 mm			
Dimensioni	Diametro Corpo Centrale	Lunghezza	Istanza	-	320.00 mm			
	Diametro Condotto	Lunghezza	Istanza	-	250.00 mm			
	Metà altezza Scatola	Lunghezza	Istanza	-	100.00 mm			
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di ritorno			
Meccanica	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Meccanca aria di ripresa facciata L30			

Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Acqua _L30
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto
	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categori a_Livello_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_TF_3 0_00274
	Classe Unità tecnologica	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5
	Unità Tecnologica Testo Tipo		Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1
Generale	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.33.46.00
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Flexible Duct
	Codice Padre Meccanico	Testo	Istanza	Riporta l'identificativo della sorgente meccanica al quale è collegato l'elemento	n.a.
	Codice Padre Elettrico	Testo	Istanza	Riporta l'identificativo della sorgente Elettrica al quale è collegato l'elemento	n.a.
Elettrico - Circuiti	Sorgente elettrica	Testo	Istanza	Riporta l'identificativo della sorgente elettrica al quale è collegato l'elemento	n.a.

Figura 21 - Scheda LOD per componente di attrezzatura meccanica, Ventilatore Centrifugo (Fonte: Cattura immagine da Excel)

Come si può vedere dalla scheda LOD dedicata a un componete di attrezzatura meccanica, sono stati definiti e valorizzati numerosi parametri alfanumerici relativi a diverse codifiche e informazioni di identità dell'oggetto. I parametri si distinguono sostanzialmente in tre categorie:

 Parametri compilati da utente, indicati in nero nella scheda LOD. Sono i parametri che l'utente sceglie di attribuire e valorizzare per diversi scopi. Ricadono sotto questa categoria il codice WBS con i suoi tre livelli, utile a tracciare la logica di montaggio, la codifica identificativo, che riporta un ID univoco per ogni oggetto o anche la codifica Masterformat con i suoi primi tre livelli definiti dalla norma UNI 8290 e i restanti definiti dal codice CSI della ABC (Association of Builders and Contractors).

- Parametri nativi di Revit, indicati con il colore verde, sono quei parametri che non possono essere modificati dalla tendina proprietà dell'elemento. Sono caratteristiche proprie dell'oggetto, come ad esempio le dimensioni o l'host. Modificando questi parametri l'oggetto o la sua associazione sarebbero ridefiniti. Ricadono in questa categoria i parametri calcolati, anche questi non sono modificabili, perché risultato di operazioni definite dall'utente o dal programma stesso.
- Parametri modificabili di Revit, indicati con il colore blu. Vengono attribuiti in automatico dal software ma possono essere modificati dall'utente, sia dalla tendina proprietà elemento sia da abaco o da Dynamo. Sono parametri relativi a Fasi di progetto o a caratteristiche identificative dell'oggetto, o ancora a sue caratteristiche peculiari, come il metodo di perdita di carico per un condotto o il fluido trasportato per una tubazione.

## Codifica degli elementi

Oltre alla definizione di un codice che rispecchiasse la struttura di scomposizione del lavoro o WBS, sono state definite per gli oggetti appartenenti al modello 5 ulteriori codifiche:

- o Un codice univoco con numerazione progressiva chiamato Identificativo
- Un codice che rispecchiasse la scomposizione gerarchica degli elementi di impianto secondo norma UNI 8290 suddiviso in tre livelli
- Un codice e una stringa di testo per la codifica CSI definita dalla ABC (Association of Builders and Contractors)
- Una codifica che richiamasse il nome dell'oggetto nelle tavole as built fornite a base del caso oggetto di studio
- 0 Un codice che dichiarasse l'affidabilità dell'oggetto virtuale rispetto alla realtà.

Tutti questi parametri, come il codice WBS consistono in parametri di Testo condivisi. È stato definito, in accordo con gli altri studenti che lavorano al medesimo caso studio, un file di parametri condivisi, in modo da standardizzare l'attribuzione degli stessi parametri di codifica a tutti gli elementi facenti parte del modello federato unico. Sono poi state definite dalla collega Alice Morabito linee guida per la valorizzazione di tali parametri. In base a queste linee guida vengono di seguito descritti i contenuti dei parametri di codifica e la procedura per la loro valorizzazione.

Il codice Identificativo è un parametro pensato per l'identificazione univoca di un elemento, parametro utile nel caso di model use dedicato al facility management, ma non solo. Il codice si compone di una prima parte composta da caratteri alfabetici maiuscoli che in base a una codifica predefinita e standardizzata riportano Progetto, Edificio, Disciplina e Categoria separati dal simbolo: "\_". La seconda parte del codice si materializza in una numerazione progressiva univoca composta da 5 cifre. È stato possibile tramite la piattaforma di programmazione visuale Dynamo Revit associare ad ogni elemento del modello la prima parte del codice. Essendo il codice comune a una specifica categoria di oggetto, è stato possibile richiamare tale caratteristica nell'algoritmo di compilazione e attribuire la corretta codifica al parametro "Identificativo". Successivamente con un'esportazione del database informativo del modello e una successiva operazione su Microsoft Excel è stato possibile attribuire i codici progressivi agli elementi delle varie categorie. Si riporta in allegato lo "Algoritmo per la compilazione automatica della prima sezione del codice Identificativo" con medesimo nome.

Il codice basato su disarticolazione proposta dalla norma UNI 8290 è composto da tre livelli di codifica. I tre livelli di codifica sono in ordine gerarchico: Classe Unità Tecnologica, Unità Tecnologica, Classe di Elemento Tecnico. I tre livelli suddividono le strutture edilizie in una struttura gerarchica ad albero dove il livello di ordine inferiore rispecchia ramificazioni del superiore che lo ha generato. Gli impianti di fornitura servizi riportano un numero per la classe di unità tecnologica: 5 secondo UNI 8290. Anche l'unità tecnologica non genera variabilità di codice, infatti tutti i componenti di impianto ricadono sotto il codice 5.1 dove vengono identificati gli impianti di climatizzazione. L'ultimo livello di codifica suddivide l'impianto in gruppi termici e reti di distribuzione e terminali rispettivamente con il codice a tre cifre 5.1.2 e 5.1.4.

Dissipling		UNI 8290				
Disciplina Descrizione Oggetti	Classe di Unità Tecnologica	Unità Tecnologica	Classe di Elemento Tecnico			
	Macchine termiche (Ventilconvettori e UTA)	5	5.1	5.1.2		
HVAC	Tutte le reti di distribuzione e relativi terminali (Tutti i circuiti idronici e aerici, i pannelli radianti e i bocchettoni)	5	5.1	5.1.4		

Figura 22 - Tabella attribuzione codice UNI 8290 (Fonte: Cattura immagine da Excel)

Questa codifica è stata riportata in parametri di tipo, pertanto non visibile dalla tendina proprietà di Revit. Pur essendoci la possibilità di far compilare automaticamente da Dynamo i codici si è preferito farlo a mano, al fine di evitare errori grossolani. È stato pertanto creato un filtro di vista che dividesse i gruppi termici, quindi ventilconvettori e UTA e il resto degli oggetti di modello, per poi tramite selezione manuale andare a compilare manualmente il parametro di Tipo desiderato. Tre filtri di controllo sono stati creati al fine di verificare che tutti gli oggetti possedessero il proprio codice nei tre livelli di codifica. Gli oggetti che dopo l'applicazione del filtro rimangono visibili e interrogabili non hanno ancora il parametro compilato, si può quindi procedere a compilarlo per farli sparire dalla visualizzazione.

La codifica CSI proposta dalla Association of Builders and Contractors ha lo scopo di fornire una standardizzazione identificativa degli elementi da costruzione tra il mondo dei progettisti e quello dei costruttori. La codifica CSI è internazionalmente condivisa soprattutto nell'ambito del settore A&C e si propone di fornire un codice e una denominazione specifica a tutti i componenti ad oggi utilizzati nel settore civile, infrastrutturale e edile. Per fare questo la codifica si compone di due parametri, anche questi di Tipo e compilati manualmente con la stessa tecnica utilizzata per la compilazione dei parametri relativi alla norma UNI 8290, di cui la codifica CSI può considerarsi naturale prosecuzione di quarto livello. Infatti, pur rispettando la gerarchia di livello superiore proposta da UNI 8290 la codifica CSI si presta a granulare maggiormente la suddivisione degli impianti in componenti elementari. Il codice numerico è composto da 8 cifre a coppie di due separate da un punto. Come si vede

nella figura sotto riportata la codifica Masterformat affina il suo grado di scomposizione e attribuisce una nomenclatura lasciata in inglese agli oggetti di modello. (ABC Association of Builders and Contractors, 2019)

UNI 8290			MasterFormat			
Classe di Unità Tecnologica	Unità Tecnologica	Classe di Elemento Tecnico	nto Tecnico Numero Titolo			
E	E 1	E 1 2	23.81.19.13	Small-Capacity Self-Contained Air-Conditioners		
5	5.1	5.1.2	23.73.33.00	Indoor Indirect Fuel-Fired Heating and Ventilating Units		
			23.21.13.00	Hydronic Piping		
			23.09.13.00	Instrumentation and Control Devices for HVAC		
		5.1.4	23.83.23.00	Radiant-Heating Panels		
5	5.1		23.31.13.13	Rectangular Metal Ducts		
			23.31.13.16	Round and Flat-Oval Spiral Ducts		
			23.31.13.19	Metal Duct Fittings		
			23.33.46.00	Flexible Ducts		
			23.33.13.13	Volume-Control Dampers		
			23.33.13.16	Fire Dampers		
		-	23.34.16.00	Centrifugal HVAC Fans		
			23.37.13.00	Diffusers, Registers, and Grilles		

Figura 23 - Tabella per attribuzione codice Masterformat (Fonte: Cattura immagine da Excel)

L'ultimo codice compilato è il Codice esistente, un parametro di istanza attribuito solamente alle attrezzature meccaniche. È infatti questa categoria di oggetti ad avere una codifica preesistente riportata sulle tavole "as built" fornite per il caso oggetto di studio. Per i componenti di attrezzature meccaniche presenti nel modello è stato attribuito questo parametro e valorizzato riportando testualmente il codice ricavato dalle tavole as-built. Questo codice permette di tenere traccia della codifica precedente al modello e di fornire da collegamento tra oggetto modellato e rappresentazione grafica bidimensionale associata.

Il codice affidabilità è stato pensato per attribuire un giudizio sulla bontà delle informazioni contenute nel modello. è un parametro dinamico che verrà modificato a ogni nuova revisione del modello, quando il grado di sviluppo di questo aumenterà. Per questo momento il parametro è valorizzato a 2 per ogni oggetto del modello. Non sono stati possibili rilievi che fornissero un grado di affidabilità maggiore al modello. Il parametro può assumere uno tra i tre valori compresi tra 1 e 3 dove 1 rispecchia un oggetto le cui misure siano confermate da rilievo metrico mentre 3 dove non vi sia alcuna informazione su dimensioni o posizione dell'elemento. Il valore 2 attesta che la modellazione è avvenuta sulla base di tavole as-built.

# **Construction Management**

#### Definizione delle attività

Nella programmazione per la messa in opera di un progetto o una parte di esso è importante riferirsi a una struttura gerarchica che rappresenti il prodotto da sviluppare o produrre. Questa struttura viene detta Work Breakdown Structure e assume solitamente una composizione ad albero organizzata su più livelli. La WBS mette in relazione il prodotto finale con gli elementi di lavoro necessari alla sua realizzazione ai quali solitamente viene associato un codice univoco per l'identificazione. Durante la definizione di una struttura di scomposizione del lavoro è importante rispettare alcune regole definite dalla Practice Standard for Work Breakdown Structures (Second Edition), edita dal Project Management Institute (PMI). Una delle più importanti è sicuramente la regola del 100 %, cioè una WBS deve includere il 100 % delle attività connesse con la realizzazione del manufatto o servizio proposto, inclusa la gestione del processo. La regola viene applicata ad ogni livello di scomposizione e viene usata come linea guida per non tralasciare nulla e non causare sovrapposizioni con un doppio conteggio di attività o parte di esse. In questo caso si intende che la somma delle attività figlie di un padre, posto al livello gerarchico superiore, non possono superare il 100 % dell'attività generatrice. Un'altra importante regola è quella di riferirsi alle attività in termini di risultati e non di azioni da svolgere. Infatti, per il professionista è impossibile definire pedestremente tutte le azioni che l'operaio dovrà compiere e rischia in questo modo di dimenticarne qualcuna o di ripeterla, così da non rispettare più la regola del 100 %. Per questo motivo è sempre meglio definire il risultato atteso e le peculiarità di questo e lasciare più spazio decisionale a ci dovrà compiere le azioni necessarie alla realizzazione. Un'ultima importante considerazione che bisogna fare prima di approcciarsi alla definizione di una struttura di scomposizione gerarchica è la valutazione del livello di dettaglio. (PMI, 2006)

Il livello di dettaglio o granularità di una WBS definisce quanto si suddivide in parti un progetto. Non è infatti vero che a una granularità maggiore corrisponda un controllo migliore o una più accurata definizione delle attività, anzi questo può proprio provocare l'effetto contrario. Si potrebbe arrivare a definire attività troppo stringenti, piccole e

numerose di cui sarebbe impossibile tenere traccia. Per questo motivo una tecnica per definire il livello di dettaglio di una WBS è quella di scomporre il progetto progressivamente nelle sue parti elementari fino al punto in cui un'ulteriore suddivisione porterebbe alla definizione di sole azioni e non di risultati. Seguendo queste regole è stata definita una struttura gerarchica per il montaggio dei sistemi HVAC dei livelli dal 21 al 30 della Torre Regione Piemonte. Bisogna tuttavia fare una precisazione, il settore verticale della torre relativo al mio caso studio è già stato realizzato seguendo un cronoprogramma definito dal progetto esecutivo redatto dallo studio "Fuksas M&D". All'interno di questo cronoprogramma il lavoro veniva organizzato secondo una logica di cantiere verticale eseguendo i lavori necessari all'istallazione degli impianti su di un livello per poi spostarsi al piano superiore. Non veniva fatta cioè alcuna distinzione tra gli elementi o gli impianti da istallare e la durata stimata per la realizzazione delle attività risulta essere stata stimata a un mese circa per piano. Con questa considerazione non si vuole in alcun modo valutare l'organizzazione del lavoro dello studio di progettazione suddetto, che anzi ha rispettato una delle regole prima definite, cioè di non suddividere in maniera eccessiva il progetto in attività di cui potrebbe sfuggire il controllo. L'intento dello studio da me proposto è quello di organizzare il lavoro ad un livello di dettaglio maggiore, immaginando di pormi come project manager della eventuale ditta esecutrice dei lavori e di farlo seguendo la stessa logica del progetto esecutivo. I vincoli da recepire sono dunque principalmente due: il cantiere deve essere organizzato secondo una logica verticale di stratificazione per livello e i lavori per l'ultimazione di un livello non possono eccedere il mese di tempo. In questo modo lo studio effettuato avrà una valenza realistica, in quanto simulerebbe lo studio di una impresa esecutrice che, ottenuta la commessa per la realizzazione degli impianti, debba organizzare dettagliatamente il lavoro rispettando i vincoli di progetto propri della commessa stessa. Per questo motivo vengono definite 13 attività per piano la cui esecuzione porterà in opera gli impianti HVAC di ciascun un livello e altre 4 attività per piano necessarie alla posa delle colonne montanti di collegamenti interpiano. Le attività, così definite, vengono ripetute livello dopo livello in un'ottica di cantiere verticale progressivo. Ogni attività possiede una descrizione che descrive gli obbiettivi da raggiungere per il completamento della stessa. La descrizione serve soprattutto per non lasciare nulla di intentato nella comprensione dei risultati attesi. Ogni elemento accessorio o lavorazione attesa nella attività deve

essere descritto con un adeguato livello di dettaglio per far sì che venga eseguita. Come si vede dalla immagine 24 ogni descrizione elenca tutti gli elementi e il relativo sistema di appartenenza.

Codice WBS	Descrizione Attività
L21.CAN.MAN.	Realizzazione rete aeraulica di mandata completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)
L21.CAN.ESF.	Realizzazione rete aeraulica sistema protezione attiva antincendio (Estrazione Fumi) completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)
L21.CAN.ESW.	Realizzazione rete aeraulica di estrazione servizi igienici completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)
L21.CAN.FAC.	Realizzazione rete aeraulica PAE da facciata ventilata completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)
L21.CAN.MAC.	Realizzazione rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)
L21.TUB.CAC.	F.p.O. rete principale (M/R) Acqua Calda Tecnologica ad uso riscaldamento completa degli organi di manovra/controllo/regolazione
L21.TUB.CAF.	F.p.O. rete principale (M/R) Acqua Refrigerata Tecnologica ad uso raffrescamento completa di organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione
L21.TUB.CAM.	F.p.O. rete secondaria (M/R) Aqua Miscelata per pannelli radianti a soffitto completa di organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione e dei collettori di terminale
L21.TUB.CAR.	Realizzazione rete di convogliamento e scarico delle condense tecnologiche completa degli accessori alla posa e alla realizzazione dei sifoni antiodore
L21.TER.VNT.	Posizionamento Ventil-Convettori
L21.TER.BOC.	Realizzazione stacco d'utenza secondaria Ventil-Convettori, compresi i dispositivi accessori e gli organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione
L21.TER.UTA.	P.O di UTA, a sezioni componibili
L21.TER.TUB.	Realizzazione stacchi idronici d'utenza a servizio dell'UTA e dei VC, completa di organi e dispositivi di intercettazione/reolazione/controllo/sonde e sensori e valvolame servoazionato
L21.TER.CAN.	F.p.O. terminale aeraulico di ripresa/estrazione, completo degli accessori regolamentari (serrande di taratura/equalizzazione della portata)
L21.TER.MAN.	Realizzazione collegamenti aeraulici terminali di ventilazione, completo della connessione in flessibile e raccordi vari
L21.TER.RAD.	F.p.O. dei circuiti radianti e contestuale posa in opera del controsoffitto radiante
L21.TER.CAM.	Collegamento collettori/circuiti radianti in flessibile

Figura 24 - Tabella di descrizione attività con codice WBS associato (Fonte: Cattura immagine da Excel)

È importante notare come gli elementi che compaiono nelle descrizioni sono elementi necessari al funzionamento degli impianti e tutti hanno un loro gemello virtuale nel modello essendo questo redatto su un LOD D. È il caso delle serrande tagliafuoco o degli organi di controllo e manovra oppure dei collettori di alimentazione dei pannelli radianti.

## Definizione delle aree di lavorazione

Una delle principali criticità all'interno del processo edilizio è rappresentato dalle interferenze che in cantiere si verificano tra le aree di lavorazione definite per la messa in opera di due o più elementi ravvicinati. La gestione delle interferenze è infatti uno dei requisiti chiave definiti dall'art. 26 del D.Lgs. 81/2008 al fine di eliminare o ridurre al minimo i rischi all'interno di un luogo di lavoro. Il Testo Unico in materia di Sicurezza sui luoghi di lavoro si applica in qualsiasi luogo in cui un datore somministra lavoro ai

suoi dipendenti e in una realtà come il cantiere dove abitualmente più imprese partecipano alla realizzazione dell'opera il rischio di interferenze tra lavorazioni potenzialmente pericolose è alto. Per questo motivo il coordinatore della sicurezza in fase di progettazione CSP e dopo il coordinatore in fase di esecuzione CSE è tenuto a valutare le interferenze tra le varie imprese subappaltatrici di lavori e definire un documento in cui si riportano le interferenze e la gestione di queste: il DUVRI Documento Unico di Valutazione dei Rischi e Interferenze. (Commons, 2019) All'interno del caso studio sviluppato, sempre in un'ottica di metodologia BIM, sono state create famiglie apposite per simulare all'interno del modello le aree di lavorazione necessarie a portare in opera gli elementi precedentemente modellati. Sono state definite tre famiglie parametriche caricabili che rimangono sotto la categoria delle masse e volumetrie. Nella figura seguente si riportano per le varie attività i nomi delle famiglie utilizzate per definire le aree di lavorazione delle varie attività.

Modellazione masse per aree di lavorazione					
Attività	Famiglia	Тіро			
L21.CAN.MAN.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.CAN.ESF.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.CAN.ESW.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.CAN.FAC.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.CAN.MAC.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TUB.CAC.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TUB.CAF.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TUB.CAM.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE A TERRA	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE A TERRA			
LZI.TUB.CAR.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.VNT.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.BOC.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.UTA.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.TUB.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.CAN.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.MAN.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.RAD.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.TER.CAM.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50			
L21.COL.MAN.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_CAVEDIO COLONNE MONTANTI_H4.27			
L21.COL.ESF.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_CAVEDIO COLONNE MONTANTI_H4.27			
L21.COL.ESW.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_CAVEDIO COLONNE MONTANTI_H4.27			
L21.COL.FAC.	TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA	TRP_MEP_HVAC_CAVEDIO COLONNE MONTANTI_H4.27			

Figura 25 - Tabella di utilizzo masse per aree di lavorazione in base ad attività associata a codice WBS (Fonte: Cattura immagine da Excel)

Il focus è stato eseguito solamente sul primo piano essendo la costruzione pensata per gli impianti della torre su base ciclica. La stessa logica può essere applicata per la definizione delle aree di lavorazione su più piani. Delle tre famiglie definite la prima e la più utilizzata è quella rappresentante il volume occupazionale di un trabattello utilizzato per il posizionamento in quota degli elementi dell'impianto HVAC. La famiglia è stata parametrizzata con tre parametri di lunghezza che vanno a definire il volume occupato: Larghezza. La "TRP\_MEP\_HVAC\_AREA Lunghezza, Altezza e famiglia LAVORAZIONE IN QUOTA" risulta quindi modificabile, duplicabile e adattabile alle diverse esigenze di lavorazione andando a modificare i tre parametri e il nome stesso della famiglia. Per le lavorazioni in quota si è supposto di utilizzare un trabattello di dimensioni standard in pianta 2 m per 1,15 m e di altezza 3,50 m. Oltre a questa sono state definite ulteriori due famiglie utilizzate per le lavorazioni non in quota e per le lavorazioni eseguite all'interno di cavedi tra un livello e il successivo. Le masse una volta definite e caricate nel modello sono state posizionate manualmente andando a simulare le posizioni del trabattello o il volume necessario ad eseguire una lavorazione a terra o in un cavedio. Per simulare le aree di lavorazione delle 21 attività definite al piano sono state inserite 1629 istanze di massa scegliendo una delle tre disponibili in relazione all'esigenza. Al fine di una più agevole identificazione è stata fornita una veste grafica alle masse definendo 21 colori distintivi. I colori mettono in relazione il file Excel con il computo delle quantità con in modello. Gli stessi colori, di cui si riporta una definizione secondo codice RGB nella tabella sottostante, sono materializzati nel modello tramite filtri di vista che attribuiscono in base al Codice WBS il colore delle masse associate a una specifica attività con il medesimo codice.

Colore identificativo Attività						
Attività	R	G	В	COLORE		
L21.CAN.MAN.	155	194	230			
L21.CAN.ESF.	255	102	204			
L21.CAN.ESW.	169	208	142			
L21.CAN.FAC.	255	192	0			
L21.CAN.MAC.	255	0	0			
L21.TUB.CAC.	192	0	0			
L21.TUB.CAF.	0	112	192			
L21.TUB.CAM.	189	215	238			
L21.TUB.CAR.	217	217	217			
L21.TER.VNT.	166	166	166			
L21.TER.BOC.	155	194	230			
L21.TER.UTA.	0	204	102			
L21.TER.TUB.	153	153	255			
L21.TER.CAN.	255	230	153			
L21.TER.MAN.	0	0	255			
L21.TER.RAD.	0	255	0			
L21.TER.CAM.	255	255	0			
L21.COL.MAN.	255	51	204			
L21.COL.ESF.	204	102	255			
L21.COL.ESW.	84	130	53			
L21.COL.FAC.	0	112	192			

Figura 26 - Tabella di tematizzazione attività in base a modello di colore RGB (Fonte: Cattura immagine da Excel)

Il metadato colore non risulta esportabile in altri programmi, infatti è relativo a un filtro di visualizzazione che nasce e muore all'interno del modellatore BIM. Tramite la codifica RGB del colore utilizzato può però essere impostato in maniera identica per i diversi programmi utilizzati. Lo stesso colore infatti è presente anche nella simulazione quadridimensionale, ottenuto definendo 21 aspetti da associare ciascuno al gruppo di masse che rappresentalo l'attività collegata a quel colore. L'utilizzo di una tematizzazione fornisce un ottimo strumento al professionista che deve andare ad operare ma anche al cliente che valuterà il progetto. A differenza degli altri elementi del modello è stato definito per il controllo e il coordinamento delle masse un codice diverso. Il codice ARL prevede di aggiungere un campo posto dopo il terzo livello di codifica WBS compilato con il codice "ARL". Il codice è stato inserito manualmente nel campo "(WBS) Sottofase", in quanto assume lo stesso valore per tutte le masse. Questo permette all'interno del programma Navisworks di poter andare a sincronizzare con diversi cronoprogrammi gli elementi del modello e le masse collegate. Sono riportati di seguito i codici necessari alla sincronizzazione temporale delle aree di lavorazione nella simulazione 4D.



Figura 27 - Filtri di visualizzazione per tematizzazione e vista canalizzazioni di estrazione fumi (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Le masse sono state inizialmente modellate sul file dedicato agli impianti HVAC. Si presentava l'esigenza infatti di poter visualizzare gli elementi di una certa attività e non gli altri. Per questo motivo non si sarebbe potuto modellare le masse su un altro file, linkando il modello HVAC, in quanto il modello linkato avrebbe avuto la possibilità di interagire con i filtri di vista che evidenziano la fase specifica e gli elementi appartenenti. Successivamente il modello HVAC è stato depurato dalle istanze di massa e queste sono state copiate su un file con coordinate condivise. La divisione dei file oltre ad essere concettualmente corretta, consente di poter gestire i due modelli separatamente all'interno della simulazione quadridimensionale e di poter ad esempio attribuire diverse colorazioni alle masse.

## Definizione del codice WBS

Il nome dell'attività è stato dato in base a un codice che rispecchia la struttura gerarchica della WBS definita. La struttura gerarchica presenta tre livelli di codifica. Il primo livello di codifica indica il piano di appartenenza e viene rappresentato da un codice alfanumerico di soli caratteri maiuscoli con prima lettera "L" e la numerazione progressiva dei numeri dal 21 al 30. Il secondo livello di codifica rappresenta una macroarea costruttiva. Le macroaree costruttive definiscono gruppi di oggetti che per caratteristiche comuni di montaggio o di classificazione edilizia vengono riuniti insieme. È il caso delle canalizzazioni orizzontali rappresentati dal codice "CAN" o delle tubisterie che prendono il codice "TUB". I terminali e tutto ciò che riguarda connessioni di sistemi tecnologici indipendenti vengono raggruppati sotto il codice "TERM" mentre le colonne montanti di connessione aerica trovano posto nella codifica "COL". L'ultimo livello di codifica è costituito da un codice che rappresenta il sistema di appartenenza o l'unità tecnologica di riferimento. Anche questo livello è costituito da caratteri alfanumerici maiuscoli. La particolarità di questo livello è che solo alcuni codici possono andare in combinazione con un certo codice del livello superiore. Ad esempio, i codici CAC, CAF, CAR, CAM sono riferiti ai sistemi relativamente di acqua calda, acqua fredda, acque reflue, acque miscelate e vengono riferite solamente al codice di livello superiore TUB. Sarebbe infatti errato riferirle al codice di livello superiore CAN o a qualsiasi altro che non rappresenta sistemi tecnologici con fluido termovettore acqua.



Figura 28 - Schema di codifica WBS (Fonte: Cattura immagine da Powerpoint)

Come si può vedere dall'immagine 28 esistono per ogni livello di codifica dei codici rappresentativi di un certo gruppo di oggetti modello che fanno riferimento alla medesima fase costruttiva. Lo stesso Codice WBS viene attribuito a più oggetti ma che vengono montati tutti nella stessa fase. Il Codice WBS è ottenuto mediante la combinazione di tre parametri condivisi distanziati da un punto. Anche il Codice WBS è un parametro condiviso raggruppato sotto la categoria parametri di testo. Infatti, i parametri di testo sono tra i più versatili e di facile controllo, in quanto vengono letti come stringhe di valori alfanumerici sia dal programma Revit che dalla sua applicazione dedicata alla programmazione visuale: Dynamo. I parametri di testo compaiono sia nelle proprietà dell'oggetto all'interno del modello e sia negli abachi, a differenza dei parametri calcolati che sono visibili solo negli abachi e difficilmente esportabili. Il codice WBS ha la principale funzione di connettere gli elementi del modello con le attività create per la costruzione degli stessi. All'interno di una simulazione 4D sarebbe impossibile connettere manualmente ogni oggetto con la relativa fase costruttiva, soprattutto nel presente caso studio dove gli oggetti del modello sono 49577 e presentano numerose sovrapposizioni spaziali. Il codice WBS lega dunque il cronoprogramma delle attività con gli elementi del modello andando a creare una correlazione univoca.

#### Attribuzione codice WBS agli oggetti di modello

La popolazione o compilazione dei parametri è sempre un passaggio laborioso all'interno di un progetto BIM. In particolare, il presente caso studio presenta numerose criticità legate all'enorme mole di oggetti contenuti all'interno del progetto e alla loro forte variabilità di codifica. Esistono almeno tre metodi per popolare di dati un certo parametro e ognuno ha una sua peculiarità e criticità. Come prima operazione è necessario creare i parametri condivisi da associare alle categorie selezionate. Per compiere questa operazione bisogna innanzitutto andare a creare i tre parametri rappresentanti i tre livelli di codifica come parametri condivisi attraverso la specifica funzione ritrovabile nella sezione "gestisci" del programma Revit 2017 e successivamente associare alle categorie di elementi modellati il seguente parametro rendendolo un parametro di progetto attraverso la voce ritrovabile sempre nella sezione "gestisci". Una volta fatto questo, i parametri potrebbero essere compilati manualmente

ma la mole di lavoro sarebbe enorme, infatti per ogni oggetto andrebbero compilati tre parametri e ciò porterebbe a definire un ciclo di 148731 operazioni di compilazione. Senza considerare che su un ciclo così ripetitivo e numeroso di operazioni simili la possibilità di errore aumenta drasticamente. Un altro metodo è quello di sfruttare le potenzialità del software Dynamo Revit 2017, una piattaforma di programmazione visuale che consente di snellire processi ripetitivi andando a creare algoritmi specifici per una attività. Dynamo consente infatti di generare script che interrogano gli oggetti del modello e può estrapolare o inserire parametri all'interno di questi. L'intento del processo di ricerca attuale è di creare liste di oggetti simili agli abachi di Revit ma che possano essere suddivise in liste più selettive che rappresentino alla fine solo gli oggetti legati a una attività e poi assegnare a questi elementi il parametro codice WBS proprio dell'attività associata. Il plug in presenta però alcune criticità legate al riconoscimento di parametri di sistema proprio degli oggetti costituiti da famiglie di sistema. Alcuni parametri risultano irriconoscibili o difficilmente interpretabili dal software come ad esempio il livello di appartenenza o il livello di riferimento. Questi due parametri associati a categorie diverse di oggetti rappresentano l'host al quale sono associati gli elementi, tuttavia sono interpretati dal software Dynamo proprio come oggetti livello e quindi non confrontabili con stringhe di codice o di testo. Un'altra criticità si è riscontrata nella visualizzazione dei parametri calcolati da parte di Dynamo. In questo caso i parametri calcolati non vengono ritrovati dal software e il loro valore risulta inaccessibile. Per questo motivo dopo aver provato a compilare i parametri con Dynamo e riscontrate le criticità si è preferito utilizzare un terzo metodo sicuramente più veloce e meno complesso. Per la compilazione dei tre livelli di codifica WBS si è scelto di utilizzare i filtri di vista e i workset per andare poi tramite selezione multipla a compilare i parametri necessari. La combinazione mutua dei tre livelli rende univoca la codifica. Per compilare il parametro (WBS) Livello è bastato andare a spegnere alternativamente tutti i workset dei livelli eccetto quello interessato per poi selezionare tutti gli elementi rimasti attivi e compilare manualmente con un'unica operazione il parametro. Questa operazione manuale ha inoltre permesso di verificare che ogni oggetto avesse un parametro che rappresentasse il giusto livello di associazione indipendentemente dal fatto che questo fosse espresso dal Livello, dal Livello di Riferimento o dal Livello di Abaco. Per il secondo livello di codifica il procedimento è

stato simile, si sono isolati gli elementi di una certa Classificazione tecnologica tramite i comandi di visualizzazione e sostituzione grafica, ritrovabili nelle proprietà della vista. È stato possibile notare come tutti gli oggetti a cui si doveva attribuire il parametro CAN o TUB erano di una stessa categoria di oggetto, era pertanto sufficiente spegnere tutte le restanti categorie per poi compilare il parametro in un'unica volta tramite selezione multipla. L'operazione può richiedere alcuni minuti di computazione, dovuti sicuramente alla potenza del calcolatore sul quale stiamo lavorando, ma non da problemi eccessivi. Il terzo livello di codifica è stato sicuramente il più laborioso in termini di compilazione. È stato necessario creare 9 filtri di vista che isolassero i sistemi in base al proprio nome. I filtri di vista funzionano andando a rendere visibili solo gli oggetti che rispondono a una certa regola, cosi è stato sufficiente fissare una regola di appartenenza a un certo sistema per poterli evidenziare e selezionare tutti assieme. I filtri di vista isolano i componenti di un sistema indipendentemente dal livello o dalla classificazione e tramite selezione multipla si può poi compilare il parametro (WBS) Sistema in un'unica operazione. Il codice a questo punto risulta essere diviso in tre sezioni che sono utili per la suddivisione tematica ma che non rappresentano alcuna fase di lavorazione se non vengono uniti in un unico codice.



Figura 29 - Filtri di visualizzazione per sistemi di appartenenza e Sistema di Ripresa Facciata evidenziato nel modello (Fonte: Cattura immagine da Revit)

Anche in questo caso la prima prova ha portato alla generazione di un campo calcolato che unisse i tre livelli di codifica in un unico codice, ma come abbiamo già detto i campi calcolati sono visibili solo dagli abachi di Revit e non esportabili. Per compilare il parametro di testo esportabile "Codice WBS" ci si è avvalsi delle potenzialità di Dynamo, andando a creare uno script che per ogni singolo oggetto unisce il contenuto alfanumerico dei tre livelli di codifica interponendo un punto di divisione e inserendo il risultato proprio nel campo di testo "codice WBS".

### Computo delle quantità mediante Dynamo Revit 2017

Dello studio effettuato sul software di programmazione visuale Dynamo Revit 2017 questa sezione, dedicata al computo metrico, è stata sicuramente quella più utile e complessa nella realizzazione. Una volta appresi i meccanismi di base della programmazione visuale e di come Dynamo riesce a interagire con gli oggetti di modello le potenzialità di sviluppo di algoritmi per sopperire all'esecuzione di azioni cicliche è praticamente infinita. All'interno del caso oggetto di studio si è presentata la necessità di dover computare le quantità relative alle lavorazioni da eseguire per la messa in opera dell'impianto HVAC. Prima di tutto, grazie all'aiuto di un professionista del settore si sono definite le unità di misura nelle quali vengono contabilizzate le moli di lavoro per le diverse lavorazioni. Le canalizzazioni vengono contabilizzate al metro quadro di sviluppo areico dei condotti, mentre le tubazioni sono contabilizzate al kilogrammo. È frequente aspettarsi infatti dalle imprese esecutrici una frase del genere: "quanti kg di impianto monteremo in una settimana?". All'interno delle attività ve ne sono alcune, raggruppate sotto la Classificazione WBS TER, che vengono contabilizzate cadauno. Sono lavorazioni che prevedono il posizionamento di un elemento che arriva in cantiere già lavorato. È il caso del posizionamento dei ventilconvettori, di cui se ne calcola il numero per conoscere la mole di lavoro, o dei pannelli radianti o ancora delle bocchette di ripresa o estrazione. Questi elementi vengono contabilizzati a numero di oggetti in quanto sono tutti uguali o molto simili nella lavorazione per la messa in opera. Esistono 6 tipi di ventilconvettori all'interno del progetto, ma il loro posizionamento richiede lo stesso lavoro in termini di ore e costi, per questa ragione questa categoria di oggetti e altri simili vengono contabilizzati cadauno. Lo stesso ragionamento viene fato per le connessioni idrauliche. Si intende per connessione idraulica di una macchina la "connessione in tubi flessibili corredata completa di organi e dispositivi di intercettazione/regolazione/controllo/sonde e sensori e valvolame servoazionato" della singola macchina indipendentemente che questa sia attaccata a uno o più circuiti idronici. Il tempo di connessione risulta uguale per ogni macchina e quindi definito un tempo per l'attività basta moltiplicare per il numero di macchine per ottenere la durata complessiva. Per la computazione automatica delle quantità sono stati creati quattro algoritmi separati in base all'unità di misura nella quale vengono contabilizzate. La scelta di dividere l'algoritmo in quattro differenti sezioni autonome è dipesa dalla complessità dello stesso. Originariamente era stato sviluppato uno script unico ma al suo avvio l'applicazione presentava problemi durante l'esecuzione, il programma non rispondeva e doveva essere riavviato. Anche lasciando un ampio tempo di computazione l'algoritmo non eseguiva il compito per cui era stato progettato. Tutti e quattro gli algoritmi presentano delle somiglianze; la logica di filtraggio per livelli, classificazione e sistema applicata nel codice WBS viene ripetuta all'interno degli algoritmi per il filtraggio degli oggetti modello. Tutti gli algoritmi partono da un nodo denominato All Element in Active View.



Figura 30 - Selezionatore di elementi in Dynamo e prima estrazione di parametro (WBS) Livello (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Il nodo in questione è un selezionatore di famiglie/oggetti di Revit, partendo da una vista inclusiva di tutti gli oggetti è possibile eseguire una selezione totale dell'intero progetto e poi filtrarne gli elementi in base ai tre livelli di codifica WBS. Gli algoritmi si compongono appunto di questi sistemi di filtraggio. Il primo filtraggio, comune a tutti gli script compilati, è quello per livello.



Figura 31 – Operazione di filtraggio per (WBS) Livello in Dynamo (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Le operazioni compiute dal calcolatore sono semplici:

- Ingresso nel parametro denominato "(WBS) Livello" tramite il nodo Element.GetParameterValueByName e il nodo Code Block che definisce il nome del parametro.
- Creazione di maschere booleane con il nodo List.Contains che in base a una stringa Code Block restituisca valori vero o falso per corrispondenza tra stringa e elemento della lista.
- o Filtraggio della lista di elementi attraverso il nodo List.FilterByBoolMask.

Ad ogni successivo filtraggio la modalità e i nodi utilizzati saranno sempre gli stessi, infatti questo è uno dei modi più semplici per filtrare liste di elementi. Bisogna porre attenzione a due particolari nella creazione dello script:

Il nodo **List.Contains**, presenta un'impostazione che definisce il tipo di controllo su lista che effettua. Nel nostro caso è stato scelto il collegamento "più lungo". Questo vuol dire che il nodo eseguirà l'operazione di verifica di contenuto su ogni singolo elemento, ottenendo come output una lista di vero o falso proprio pari al numero di elementi. In caso contrario, scegliendo un altro tipo di collegamento il risultato sarebbe ben diverso oltre che sbagliato.

Durante l'utilizzo del nodo **List.FilterByBoolMask** bisogna porre attenzione a filtrare la lista di elementi e non quella di parametri. I collegamenti di input saranno per tanto la lista di elementi attivi nella vista e la maschera booleana che si vuole applicare per il filtraggio.

Il secondo filtraggio è effettuato sul sistema di appartenenza e la logica rimane la stessa della suddivisione per "(WBS) Livello" solo che questa volta viene effettuato sul parametro "(WBS) Sistema" i nodi utilizzati, il tipo di collegamento sono uguali, cambiano solo le righe di codice che definiscono il filtro della maschera booleana. Come si può vedere dall'immagine 32 i nodi **Code Block** presentano al loro interno i valori testuali delle codifiche WBS relative al sistema di appartenenza.



Figura 32 – Operazione di filtraggio per (WBS) Sistema in Dynamo (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Il successivo filtraggio è effettuato sempre con i nodi List.Contains e List.FilterByBoolMask. Una volta ottenute queste 50 liste di oggetti suddivisi per livello e sistema di appartenenza, per il primo script di computazione degli sviluppi aerici dei condotti, si entra nel parametro "Sviluppo" di ogni elemento con il nodo Element.GetParameterValueByName e se ne esegue la sommatoria algebrica andando poi a creare una lista delle sommatorie ottenute. Una criticità del nodo Math.Sum è quella di non riconoscere i valori "null". Nel caso in cui un oggetto non avesse il parametro "Sviluppo" compilato, la sommatoria non sarebbe possibile, per questo motivo è stato creato un sistema di controllo che escludesse tali valori. Come si vede nell'immagine 33, con i nodi List.Contains, List.FilterByBoolMask, e Code Block inizializzato proprio al valore "null" si è potuto eliminare i valori non compilati andando a prendere come lista valida quella di out, per la quale i valori erano falsi.



Figura 33 - Operazione di eliminazione di valori nulli dalle liste di valori di Sviluppo aerico dei condotti in Dynamo (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

L'ultimo passaggio di ogni script compilato è l'esportazione dei valori ottenuti in file Excel precedentemente creati. Il file Excel "Quantità Lavorazioni" è stato creato per la gestione delle fasi lavorative e all'interno di questo file esiste una colonna dedicata ad ospitare i valori delle quantità riferite alla attività definite dalla WBS. Proprio in questa colonna, andando a specificare riga e colonna di partenza e foglio di appartenenza attraverso la combinazione dei nodi **File Path**, **Code Block** e **Data.ExportExcel** è possibile compilare questi campi. Una volta definiti tutti i passaggi elementari per il filtraggio, la successiva sommatoria di valori e esportazione in file Excel bisogna definire i collegamenti tra questi passaggi per definire la struttura generale dello script denominato "sommatoria sviluppi aerici colonne montanti e compilazione automatica", rappresentato nella sua versione integrale negli allegati.



Figura 34 - Operazione di scrittura su file Excel in Dynamo (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Il secondo algoritmo generato ha visto la compilazione automatica delle quantità riferite a lavorazioni raccolte sotto la classificazione TUB. Tutti gli elementi di questa categoria sono elementi di modello rappresentati da tubazioni e sono 4 le attività che portano alla messa in opera di questa parte idraulica. Tre di queste quattro attività sono contabilizzate in kilogrammi mentre l'ultima in metri lineari di lunghezza. Lo script è del tutto simile al precedente, le operazioni di filtraggio sono concettualmente identiche, l'unica differenza risiede nell'inizializzazione dei nodi **Code Block.** Nell'immagine 35 si nota come appunto questi nodi vengono inizializzati con le codifiche attribuite agli elementi idraulici. Effettuate le operazioni di suddivisione degli elementi in liste si rende necessario interrogare gli elementi andando a visualizzare il valore del parametro "Volume" o del parametro "Lunghezza". Nei tre casi in cui si computano le quantità in kilogrammi la sommatoria effettuata con **Math.Sum** viene poi moltiplicata per il peso specifico dell'acciaio al carbonio utilizzato per le tubazioni. L'informazione di densità del materiale viene estratta da un parametro denominato "Peso specifico" valorizzato appositamente per le tubazioni all'interno del modello Revit. Nell'ultimo caso invece è sufficiente eseguire la sommatoria delle lunghezze degli elementi della lista.





Figura 35 – Sopra, Operazione di filtraggio per (WBS) Sistema e Sotto, Operazione di calcolo quantità (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Come nel caso precedente una volta ottenuto i risultati numerici bisogna creare una lista ed eseguire l'esportazione dei risultati nel foglio Excel dedicato. Anche in questo caso è stato necessario per alcune liste effettuare una discretizzazione dei valori per eliminare i valori "null".

Il terzo algoritmo si occupa di tutte quelle attività i cui elementi vengono contabilizzati cadauno. Per questi oggetti invece di usare il nodo **All Element in Active View** si è scelto di utilizzare la selezione per categorie. Questo metodo di selezione è stato scelto sia per snellire la computazione dell'algoritmo sia perché la selezione è rivolta ad oggetti specifici di una categoria che rappresentano le quantità da calcolare. Le due categorie di oggetti prescelti sono le attrezzature meccaniche e i bocchettoni. Successivamente mediante il nodo **Element.GetParameterValueByName** e il nodo **Code Block** si sono create liste che evidenziassero i livelli di appartenenza degli oggetti suddetti. Ottenute queste liste di valori livello mediante la consueta procedura di filtraggio, è stato possibile discretizzare gli oggetti in base al livello di appartenenza e successivamente in base alla codifica "(WBS) Sistema". Gli elementi della categoria "Attrezzature meccaniche" sono stati suddivisi in base alle codifiche WBS di terzo livello secondo i tre valori UTA, VNT e RAD. Gli elementi della categoria bocchettoni invece sono stati suddivisi secondo le codifiche di terzo livello BOC, MAN e CAN.



Figura 36 - Operazione di filtraggio per (WBS) Sistema delle attrezzature meccaniche e dei bocchettoni (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Una differenza sostanziale rispetto agli altri algoritmi è l'utilizzo del nodo List.Count che va a conteggiare il numero di elementi nella lista. Dovendo ottenere il numero di elementi e non la sommatoria di un parametro come volume o sviluppo il nodo suddetto risulta adatto allo scopo. Nell'ultima sezione del programma di computazione si sono organizzati i risultati numerici di conteggio ottenuti in liste mediante il nodo **List Create** e sono stati esportati mediante la combinazione dei nodi **File Path, Code Block** e **Data.ExportExcel.** 

Il quarto e ultimo script definito per la computazione automatica delle quantità è quello dedicato alle colonne montanti. L'algoritmo è del tutto uguale a quello dedicato al calcolo delle quantità degli sviluppi aerici dei condotti essendo l'unità di misura e il metodo di filtraggio identico. Una differenza sostanziale viene posta all'inizio dello script, nella parte di selezione oggetti. I componenti facenti parte della distribuzione verticale aerica ricadono sotto la codifica di secondo livello COL. Come prima operazione si è andati quindi a selezionare tutti gli elementi presenti nella vista per poi andare a filtrare solamente quelli che presentavano questa codifica. Nell'immagine 37 si può vedere come tramite i nodi **Element.GetParameterValueByName, Code Block, List.Contains** e **List.FilterByBoolMask** è stata eseguita questa operazione. Il resto dell'algoritmo è composto dalla struttura di filtraggio per livelli e per appartenenza di impianto e dalla sommatoria dei valori estratti dal parametro di sviluppo aerico dei condotti. L'ultima sezione dello script vede la creazione di liste di esportazione con il classico nodo **List.Create** per poi eseguire l'esportazione in file Excel.



Figura 37 - Operazione di filtraggio per isolamento elementi di colonne montanti (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

# Definizione delle durate temporali

Una volta definite le attività e associatovi un codice WBS univoco bisogna passare a una stima delle tempistiche necessarie all'istallazione o costruzione degli elementi associati a

una specifica attività. Per fare questo spesso ci si rivolge a testi detti tempari dove si possono trovare per edifici simili stime temporali di esecuzione di tali attività. Un' altra possibilità è quella di riferirsi al prezziario regionale della regione dove si effettueranno i lavori, in questo caso il prezziario della Regione Piemonte. In questo caso si dovrà andare a cercare per ogni attività definita la voce di prezziario che corrisponde alla fornitura e posa in opera dei componenti edilizi associati a una attività e riferirle alle quantità precedentemente computate tramite script Dynamo. Da questo valore monetario ricavato bisognerà poi isolare la percentuale di manodopera che viene definita direttamente dal prezziario per categorie di attività o per attività singola. Solo dopo aver definito il costo della manodopera si potrà, mediante il costo orario di un operario definito dal prezziario stesso, identificare il numero di ore uomo necessarie a completare l'attività edilizia. Purtroppo, questa procedura non è esente da criticità. Infatti, pur cercando di riferire le attività designate precedentemente a voci di prezziario non si riesce a rispettare la regola del 100%, ovvero non si riesce a rappresentare la totalità delle attività mediante voci di prezziario. Queste voci infatti disarticolano gli impianti HVAC in maniera differente rispetto a quella definita nel progetto e in alcuni casi non esiste una voce specifica per alcune attività descritte. L'unico metodo possibile per la stima dei tempi è perciò quello di affidarsi all'esperienza, propria o di altri professionisti che da tempo operano nel settore, per definire una stima e per poi adattarla successivamente alle specificità del proprio progetto. L'esperienza professionale di alcune figure tra professori e operatori del settore ha portato a definire tempistiche riferite a quantità medie. Si considera che in media gli operatori di una squadra abbiano dai 2 ai 3 componenti e che questi lavorino portando a termine quantità medie di lavorazioni. Nella figura 37 si può osservare come vengano definite giornate lavorative complessive per portare a termine macrocategorie di attività. Da questo dato di partenza si arriva a definire le ore uomo medie per macro attività, andando a moltiplicare le giornate lavorative per le 8 ore utili a giornata e per il numero di uomini in squadra. Per andare a dettagliare il cronoprogramma e riferirsi alle singole attività è necessaria una proporzione tra Quantità delle macro attività, Quantità media della singola attività, Ore uomo per macro attività e Ore uomo per singola attività, che è proprio il dato che stiamo cercando.

	Tabella di stima	a temporale in bas	e a esperienza professiona	le basata su giorna	ite lavorative standard e	quantità medie		
Attività	Giornate lavorative	Ore totali	N° componenti squadra	Ore Uomo medie per macroattività	Quantità macroattività	Quantita medie al piano	U.M.	Ore uomo medie per attività
L21.CAN.MAN.						154	mq	82
L21.CAN.ESF.						44	mq	23
L21.CAN.ESW.	7	56	3	168	315	18	mq	10
L21.CAN.FAC.						95	mq	51
L21.CAN.MAC.						4	mq	2
L21.TUB.CAC.						1153	kg	37
L21.TUB.CAF.	7	56	2	112	3458	1718	kg	56
L21.TUB.CAM.						587	kg	19
L21.TUB.CAR.	2	16	2	32	177	177	m	32
L21.TER.VNT.	14	112		336	_	22,2	cad	134
L21.TER.BOC.	14	112	2	550		29,2	cad	202
L21.TER.UTA.	10	80	5	240	_	4,3	cad	144
L21.TER.TUB.	10	80		240	-	26,5	cad	96
L21.TER.CAN.	7	56		168	_	79,8	cad	101
L21.TER.MAN.	,	50	2	108	-	61,8	cad	67
L21.TER.RAD.	14	110	5	226		474,3	cad	134
L21.TER.CAM.	14	112		330	-	474,3	cad	202
L21.COL.MAN.						57240	mq	48
L21.COL.ESF.	c .	F 40 2	2	120	142474	23889	mq	20
L21.COL.ESW.		3	120	142474	33741	mq	28	
L21.COL.FAC.						27603	mq	23

Figura 38 - Tabella di stima temporale di durata attività in base a Uomini e Quantità medie (Fonte: Cattura immagine da Excel)

È importante comprendere come le Quantità medie per singola attività siano proprio la media al piano delle quantità riferite a una tipologia di attività edilizia e come le Ore uomo per singola attività rappresentino il tempo che un uomo impiegherebbe per portare a termine una quantità media nella quale viene computata la suddetta attività. Le ore uomo sono fortemente dipendenti dai componenti della squadra e dalla quantità di lavoro che deve essere eseguita. Non sempre le attività sono eseguite con lo stesso numero di uomini e spesso la loro mole di lavoro può variare molto da piano a piano, a seconda di come si disarticola il progetto. Per questo motivo le ore uomo non possono rimanere medie e riferite a squadre e quantità medie. È necessario eseguire una doppia proporzione tra quelli che sono i valori medi e quelli effettivi di componenti per squadra e di quantità per attività. Eseguendo questa operazione e imponendola a tutte le righe che rappresentano le ore uomo per attività si ottiene uno strumento in grado di stimare il tempo necessario in relazione agli uomini e alle quantità effettive. La figura 39 mostra come si possa far andare a variare i valori di quantità e uomini fornendo così al professionista una prima stima dei lavori e di organizzare così efficientemente le squadre di lavoro. L'operazione è stata eseguita in maniera automatica dal software di calcolo Excel semplicemente andando a impostare una formula di doppia proporzione nel campo dedicato alle Ore uomo.

Tabella di stima immediata tempi in base a quantità lavorazione e uomini in squadra								
Attività	N° componenti squadra Ore uomo effettive per Quantità effettive effettivi		Quantità effettive	U.M.				
MAN.		192	600,0	mq				
ESFUM.		14	43,9	mq				
ESWC.	5	10	30,0	mq				
RIPF.		30	95,0	mq				
RIPM.		16	50,0	mq				
AC.		65	2000,0	kg				
AF.	2	50	1557,7	kg				
AM.		19	600,0	kg				
AR.	2	36	200,0	m				
VC.		227	50,0	cad				
VCMAN.	4	166	32,0	cad				
UTA.	т	75	3,0	cad				
TUB.		71	26,0	cad				
CAN.		80	84,0	cad				
MAN.	4	47	58,0	cad				
RAD.		103	484,0	cad				
AM.		151	474,3	cad				
MAN.		43	50824	mq				
ESFUM.	2	84	99219	mq				
ESWC.	5	25	29755	mq				
RIPF.		25	30013	mq				

Figura 39 - Tabella di stima Ore uomo effettive in base a Quantità effettive (Fonte: Cattura immagine da Excel)

Le Ore Uomo, assieme ad altre informazioni definiscono un piano di montaggio o cronoprogramma delle attività. In particolare, per definire una programmazione temporale di attività sono necessarie due informazioni:

- o La durata della singola attività
- o Le relazioni temporali tra attività

Il primo dato è stato appena definito mentre il secondo sarà oggetto di studio del prossimo capitolo, dove tramite il software di gestione del progetto Microsoft Project si può andare a definire una programmazione temporale delle attività. Il file Excel, a questo stadio della progettazione ergotecnica, non presenta compilato il campo Predecessori. Questo campo infatti viene compilato automaticamente da MS Project e può poi essere importato nel file Excel. La differenza sostanziale tra i due software è la veste grafica, infatti entrambi i software rappresentano il medesimo cronoprogramma, ma Excel non
si avvale di una rappresentazione grafica mentre Microsoft Project presenta i dati sotto forma tabellare come Excel ma anche in veste grafica mediante un diagramma di Gantt generato dal software.

## Definizione della programmazione temporale

Nella definizione data dal PMI (Project Management Institute) esiste una differenza tra il time scheduling e il time programming. Mentre la prima operazione attribuisce un valore temporale alle operazioni del processo la seconda le mette in relazione. Relazionare le attività consente di stimare per la prima volta la durata dell'intero processo e di definire il cammino critico, percorso minimo di svolgimento delle attività che non consente slittamenti temporali. Le relazioni tra le attività sono di tre tipi:

- o Inizio-Inizio (quando una attività inizia nello stesso momento di un'altra attività)
- Fine-Fine (quando entrambe le attività hanno un vincolo di fine, devono cioè finire nello stesso momento)
- Fine-Inizio (nel caso in cui la seconda attività non possa iniziare prima del termine della precedente)

A questi tre tipi di collegamento possono essere associati anticipi o ritardi. Se per esempio si avesse un collegamento di tipo Fine-Inizio con un ritardo di due giorni, si dovrà aspettare due giorni dalla fine della prima attività per poter iniziare la seconda. La successione dei collegamenti porta a definire una struttura logica che rappresenta i vincoli tra le varie attività. Vi saranno attività il cui scorrimento a causa di ritardi non influiranno sulla durata complessiva di realizzazione, mentre per le altre, quelle di percorso critico, ogni ritardo comporterà un ritardo per l'intero progetto. (Andrea Ravaioli, 2017) Il software gestionale MS Project serve proprio a questo, ad andare ad evidenziare tramite uno schema grafico, Diagramma di Gantt, quelle che sono le relazioni temporali tra gli elementi del processo, ma non solo. Infatti, il programma consente di associare alle attività delle voci di costo, inglobando nelle funzionalità del software tutto ciò che concerne la gestione economica del processo. Lo standard di MS Project o di Oracle Primavera è ormai riconosciuto a livello mondiale per la gestione di processi, sia in ambito costruttivo che industriale, ma anche nella fornitura di servizi. Inoltre, il programma si avvale di una struttura tabellare identica a quella di altri software di gestione dati come Excel o Access.



Figura 40 - Cronoprogramma delle lavorazioni su Microsoft Project (Fonte: Cattura immagine da MS Project)

Questo permette una completa interoperabilità tra i software citati che può avvenire con un semplice copia e incolla tra i campi selezionati o tramite importazione CSV. Il formato .csv (Comma Separated Value) è un formato internazionalmente riconosciuto che è in grado di esportare dati tra database di software differenti. Per la programmazione temporale è stato scelto il software MS Project. Il file è stato organizzato mantenendo la formattazione tabellare del File Excel, così da consentire una facile importazione tramite comandi di copia e incolla dei dati di input. Si sono importati nel file MS project i seguenti campi compilati per ognuna delle attività:

- Nome attività, corrispondente al codice WBS assegnato in modo da legare univocamente il cronoprogramma con le stime delle durate
- o Squadra, assegnata per il completamento della lavorazione
- o Durata, ricavata dal foglio Excel

Oltre a questi campi sono stati poi definiti ulteriori 4 campi utili al corretto funzionamento del software gestionale:

 Predecessori, che indica i rapporti relazionali tra attività, andando a definire l'attività che precede o che inizia in contemporanea

- o Inizio, definisce data e ora di inizio dell'attività
- Fine, riporta data e ora di fine dell'attività
- Tipo attività, è una voce che può valorizzarsi in una delle tre alternative: costruzione demolizione o temporaneo

L'ultima voce, il tipo di attività, è un campo che deriva dall'utilizzo di un software di simulazione 4D. Il programma Navisworks necessita infatti di questo campo compilato in modo da rappresentare visivamente gli oggetti del modello secondo una colorazione tematica che rappresenta appunto il tipo di attività. È possibile con l'utilizzo di questo campo andare a distinguere gli oggetti che sono in costruzione da quelli che invece nella stessa fase vengono demoliti e se vi sia o meno l'utilizzo di strutture o mezzi temporanei. Una volta importati i campi suddetti e definiti i restanti il programma permette di creare i collegamenti tra le attività direttamente nello spazio dedicato alla visualizzazione del diagramma di Gantt, andando a compilare automaticamente i campi tabellari definiti ma lasciati vuoti. Trascinando verso il basso il cursore puntato su un'attività selezionata sul diagramma di Gantt si può definire il successore con un vincolo relazionale di tipo Fine-Inizio, che è la connessione più utilizzata in questo tipo di progetti. I campi di inizio e fine vengono compilati dal software in automatico e il programma mette a disposizione uno strumento utile al filtraggio delle attività. Nella barra "Visualizza" si può trovare uno strumento in grado di evidenziare o isolare alcune attività aventi caratteristiche simili. Come in altri programmi anche in questo sono stati creati alcuni filtri di vista in base alla classificazione WBS delle attività, in modo da consentire una agevole programmazione temporale. I filtri di vista consentono di isolare tutte le attività che sono eseguite da una stessa squadra, si può quindi iniziare a definire le relazioni di consequenzialità tra queste per poi assegnare le relazioni tra le lavorazioni indipendentemente dalla squadra che le esegue. Durante lo studio ergotecnico del caso di progetto si è potuto notare che il miglior metodo per evitare cammini critici è quello di creare per ogni squadra una successione di attività che presentino complessivamente lo stesso tempo di esecuzione, per poi farle iniziare contemporaneamente su più fronti. In questo modo si omogeneizza tutte le durate complessive dei cammini che potrebbero diventare critici. È bene poi lasciare una di queste sequenze di attività di durata considerevolmente minore in modo tale da poter deviare gli operai sulle attività che essendo in ritardo potrebbero generare un cammino critico. Come si può apprezzare

dalla veste grafica del diagramma di Gantt, l'attività che determina la fine del progetto è relativa ai collegamenti idronici delle macchine termiche. Le attività eseguite dalla squadra 3 e 4 sono quelle che con più probabilità potrebbero diventare un percorso critico, sono infatti quelle che richiedono più tempo e sono quelle dedicate al posizionamento e collegamento dei terminali, che ricadono sotto la codifica di secondo livello TER. Le attività che ricadono sotto la codifica TUB e CAN hanno invece una minor probabilità di generare un cammino critico, in quanto la loro durata complessiva anticipa di circa 5 mesi la fine prevista del progetto.



Figura 41 - Margine di tolleranza, anticipo di fine attività rispetto a cammino critico (Fonte: Cattura immagine da MS Project)

La stessa considerazione può essere fatta per le attività relative alla posa in opera delle colonne montanti, identificate dal codice COL, che terminano dopo solo 3 mesi dall'inizio del progetto. Questo tempo che intercorre tra la fine del lavoro di una squadra e la fine del progetto, come la 5 o in misura minore come la 3 e la 4, rappresenta una riserva di lavoro potenziale spendibile in caso di ritardi o modifiche che comportino un dilungamento dei tempi di realizzazione. In questo modo il progetto risulte flessibile e adattabile alle esigenze. Inoltre, il tutto può essere simulato o redatto istantaneamente tramite il software gestionale e coordinato con la simulazione 4D.

Per il coordinamento temporale delle aree di lavorazione all'interno della simulazione 4D è stato definito un cronoprogramma del tutto analogo a quello definito per la messa in opera degli impianti. Infatti, il frangente temporale in cui si portano in opera

## Esportazione file per simulazione 4D

In questa sezione si testa l'interoperabilità tra diversi software e in particolare si testa il corretto funzionamento del codice WBS, il quale deve servire da collegamento tra i diversi file, essendo l'unico vero elemento in comune. Il risultato che si vuole ottenere è una simulazione 4D delle fasi di costruzione dei livelli dal 21 al 30 relativa agli impianti HVAC della Torre Regione Piemonte. Per fare ciò, si è scelto di usare il programma Autodesk Navisworks. Risulta infatti il più compatibile con Revit 2017 essendo della medesima software house. Per il caso oggetto di studio è stato usato la release 2019 del programma, non ci sono riscontrate infatti difetti di interoperabilità o perdita di dati, nonostante il diverso anno di rilascio del programma. Il programma di simulazione 4D è in grado di effettuare una connessione logica tra le informazioni contenute nel diagramma di Gantt e il file di modello. Ciò che si vuole ottenere è una rappresentazione grafica corredata di tutti i parametri del modello BIM che simuli le attività eseguite in cantiere. La prima operazione da compiere è scaricare dal sito ufficiale di Autodesk un plug-in che permetta a Revit di esportare il file di modello in formato Navisworks Cache, con estensione ".nwc". Questo particolare formato ha lo scopo di poter essere letto dal programma Navisworks, anche se non rappresenta l'estensione con sui vengono salvati i file di progetto. Infatti, il programma salva in "Navisworks File Set". Quindi una volta importato nel programma la prima operazione da compiere è salvare il progetto attivo in ".nfs", diversamente non sono eseguibili modifiche sul file. Una volta salvato il file di progetto, si può vedere che il programma è suddiviso in sezioni tematiche. Al centro appare il visualizzatore grafico che mostra la geometria degli oggetti importati dal file di modello Revit. Sulla sinistra è presente una struttura di selezione, anche questa deriva dalle categorie degli oggetti del modello BIM. Si può notare come tramite la struttura di selezione si possano andare a selezionare diversi gruppi di oggetti in base a una loro caratteristica comune. È possibile, come si vede dall'immagine 42 andare a selezionare i componenti di impianto che fanno parte di un certo sistema, il metadato è infatti presente sia su Revit che su Navisworks. Nella parte bassa, dopo aver attivato la visualizzazione del Timeliner, è presente una sezione dedicata all'acquisizione o creazione di dati di programmazione temporale.



Figura 42 - Struttura di selezione e elementi evidenziati in Naviswoks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

La sezione Timeliner ha una veste grafica molto simile a quella del software gestionale MS Project, con a sinistra una struttura tabellare e a destra la presentazione grafica del diagramma di Gantt. Per importare le informazioni redatte su MS Project è necessario andare ad eseguire un'esportazione in formato CSV (Comma Separated Value) dal software gestionale. Per compiere questa operazione è possibile salvare il file cliccando su salva con nome ed andare a definire come formato di salvataggio proprio il formato CSV. In questo caso si apre una finestra di esportazione guidata che va a definire le corrispondenze tra campi del programma MS Project e campi esportati. Il file CSV, come dice il nome stesso, rappresenta un database di informazioni alfanumeriche semplicemente separate da un segno di punteggiatura, solitamente la virgola o il punto e virgola. Come si vede dall'immagine 43, la procedura di esportazione guidata chiede di definire i campi di MS Project da cui si vogliono estrarre i file e il nome dei campi nei quali questi valori verranno esportati. Esistono alcuni campi la cui presenza determina il corretto funzionamento del programma e sono di seguito elencati con la loro funzione:

- ID\_univoco, è un valore univoco per ogni attività, serve a poter eseguire l'esportazione e la successiva importazione in maniera corretta senza perdita di dati e senza confondere una attività con un'altra.
- Tipo di attività, definisce se gli elementi si trovano in una fase di costruzione, demolizione o temporanea, la simulazione non è possibile senza questo parametro impostato in questo caso tutto sul valore costruzione.
- Nome, valorizzato per ogni attività con il codice WBS, serve a poter connettere gli oggetti di modello con le attività.
- o Inizio, definisce il momento di inizio dell'attività.
- Fine, definisce il momento di fine dell'attività.
- Predecessori, definisce le relazioni temporali tra e varie attività, valore importante per la retroattività del processo di controllo eseguito su Navisworks.

Esportazione guidata - Corrispondenz	a attività				×
Corrispondenza dati attività					
Nome tabella di destinazione:		Filtro di esportazior	ne:		
Tabella_Attività1		Tutte le attività		~	
Verifica o modifica delle corrisponder	nze dei dati imp	ostate			
Da: campo Microsoft Project	A: can	npo file di testo	Tipo di dati	^	
ID univoco	ID_uni	voco	Testo		
Nome	Nome		Testo		Sposta
Inizio	Inizio		Testo		-
Fine	Fine		lesto		
Aggiungi tutto Cancella tutto	Inserisci ri	iga Elimina riga	Basa sulla tabella	····· ¥	
Anteprima					
Progetto: ID univoco		Nome	Inizio		
File di testo: ID_univoco		Nome	Inizio		
Anteprima: 1		L21.CAN.MAN.	01/04/19	9 09:0	00
2		121 CANLESE	04/04/10	a 11•0	ົ
?		< Indietro	Avanti > Fine	J	Annulla

Figura 43 - Procedura di esportazione guidata su Microsoft Project (Fonte: Cattura immagine da MS Project)

Il software è in grado di salvare e richiamare procedure di esportazione precedentemente utilizzate. Una funzione molto comoda, se si vogliono utilizzare i due programmi in completa interoperabilità senza dover ogni volta ridefinire le regole di esportazione. È stata quindi salvata la regola di esportazione tra MS Project e Navisworks così da consentire un'acquisizione immediata di dati relativi a modifiche e aggiornamenti di progetto. Una volta generato il file di esportazione si può tornare su Navisworks e nella sezione origini dati all'interno della finestra Timeliner è possibile andare a definire da quale file provengono i dati temporali, nel nostro caso proprio dal file di esportazione appena creato. Cliccando sul pulsate aggiungi origine dati è possibile andare a definire la directory del file da cui estrarre i dati. Anche in questo caso il software richiama una finestra di importazione guidata dove si dovrà definire la regola di corrispondenza tra dati importati e dati nel software Navisworks. Nel caso specifico del progetto oggetto di studio è necessaria una maggiore precisione nella visualizzazione dell'inizio e fine di un'attività. Infatti, alcune attività hanno durate inferiori al giorno e sono tutte espresse in ore. Per questo motivo prima di procedere sarà necessario impostare la visualizzazione delle ore e definire gli orari lavorativi degli operai in accordo con il file di importazione.



Figura 44 - Impostazione di orario e settimana lavorativa su Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

È possibile eseguire questa operazione nella sezione opzioni di progetto, andando a spuntare la casella mostra ora e definendo la settimana lavorativa degli operai, composta da 8 ore giornaliere per 5 giorni settimanali.

A questo punto tutti i dati necessari alla simulazione sono stati importati, ma nessuna attività appare nella sezione Timeliner, questo perché il software consente di poter caricare diverse simulazioni temporali e di aggiornare successivamente la simulazione. Si può quindi prevedere diversi piani di montaggio con relativi cronoprogrammi e per simulare uno piuttosto che un altro si deve aggiornare il Timeliner. Per collegare le informazioni temporali con gli oggetti del modello si può operare con due differenti metodologie, una manuale e l'altra automatica definendo una regola di associazione. Nel primo caso, qualora il progetto presentasse un gran numero di oggetti e una complessa struttura di selezione, l'operazione richiederebbe molto tempo e aumenterebbe il possibile margine di errore. Verrebbe inoltre meno la funzione del codice WBS appositamente creato per fungere da connessione tra i metaprogetti dei diversi software. Nel caso si usasse una regola automatica di associazione, a meno di errori di definizione della stessa, si eviterebbe tutti gli errori stocastici dovuti a una compilazione manuale. Il software presenta la possibilità di salvare e richiamare le regole di associazione, una volta creata la si può usare su diversi progetti definendo uno standard metodologico per la creazione di simulazioni 4D.

#### Simulazione 4D

La quarta dimensione del BIM è quella relativa al tempo. Solitamente per simulazione 4D si intende il risultato di una tecnica di animazione di modelli 3D che consentono la visualizzazione di sequenze complesse relative al montaggio di un oggetto. Esistono numerose iniziative di ricerca che utilizzano questo metodo per la simulazione e lo studio del processo di costruzione. È uno strumento che potrebbe essere utilizzato anche per studiare l'evoluzione dell'edificio oltre la fase di produzione, indagandone l'evoluzione nel tempo. Nel caso oggetto di studio la simulazione 4D serve a visualizzare le operazioni di montaggio degli impianti. La simulazione basa i suoi risultati su dati importati da un modellatore tridimensionale parametrico, in questo caso Autodesk Revit, e da un software di gestione di processi, MS Project. Una volta importati i dati secondo le procedure illustrate nel capitolo precedente bisogna creare una regola di associazione tra i dati importati. Il software mette a disposizione uno strumento in grado di compiere proprio questa funzione. Nella sezione Timeliner si può ritrovare il pulsante "associazione automatica tramite regole" che permette di definire una regola di associazione tra oggetti di modello 3D e dati della programmazione temporale. Nell'immagine 45 è illustrata la procedura mediante la quale si associano le attività aventi nomi "Element" agli elementi aventi codice WBS con la stessa codifica.



Figura 45 - Regole di associazione Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

Una volta definita la regola le due origini dati sono connesse ed è possibile muoversi nella sezione "Simula" per poter vedere la simulazione scorrere nel tempo. La simulazione è una sequenza di fermo immagine che rappresentano un momento specifico del progetto. Andando a granulare maggiormente la definizione dei fermi immagine si può ottenere un video composto da un fermo immagine per attività singola. Se invece si vogliono nello stesso fermo immagine più attività con la loro condizione di esecuzione sarà necessario modificare l'intervallo di comprensione del fermo immagine. Nel caso oggetto di studio si può vedere come gli elementi che vengono costruiti nella fase contemporanea alla visualizzazione appaiono in trasparenza verde, mentre quelli la cui costruzione è ultimata appaiono con il loro colore materiale di Revit. I colori rappresentano appunto la condizione di esecuzione di una attività. Quando una attività è in costruzione viene rappresentata in verde, quando è in demolizione in rosso e giallo se si tratta di una fase temporanea. Il campo "Tipo di attività o Task Tipe" serve a far interpretare dal simulatore la condizione di esecuzione dell'attività, in caso non fosse definito questo campo gli oggetti non seguirebbero la definizione temporale ma apparirebbero già tutti costruiti, cioè con il loro colore del materiale definito su Revit. È possibile inoltre modificare la durata totale della simulazione video, rendendo la simulazione più apprezzabile, rallentando il tempo di successione dei fermi immagine.

# Script per code checking e code modify

Durante il lavoro di codifica e successiva valorizzazione di parametri di codifica si è presentata la necessità di controllare che il codice non presentasse difformità e che fosse compilato per ogni oggetto. Questa operazione di code checking viene solitamente effettuata con controlli a campione, che lasciano dietro di loro dubbi e possibili errori. Sfruttando le capacità del software Dynamo è stato possibile sviluppare uno script che estrapola un report degli elementi a cui non è stato associato alcun codice o che presentano anomalie formali all'interno del campo di testo (es. lettera minuscola). La verifica effettuata è solo di tipo formale e non sostanziale e fa parte di un processo di model checking molto più ampio che per ragioni di tempo non è stato possibile esplorare maggiormente.

Un secondo applicativo Dynamo è stato sviluppato invece per la modifica del codice. Nel caso in cui non variassero gli oggetti all'interno di un gruppo con un codice specifico ma si volesse cambiare il testo di codifica è possibile ripetere le operazioni di attribuzione del codice WBS tramite i filtri di vista come descritto nei capitoli precedenti. L'operazione risulta però onerosa in termini temporali, soprattutto se le modifiche durante il corso del progetto sono più di una. Per questo motivo è sembrato utile codificare un algoritmo in grado di consentire la modifica e l'aggiornamento del codice WBS attribuito agli oggetti di modello. Lo script generato è veramente di semplice utilizzo e consente di modificare la codifica di un parametro testuale assegnandone uno nuovo a tutti gli oggetti che contengono quella specifica codifica. Lo strumento per la modifica, come osservabile dall'immagine 46, necessita di soli tre dati di input. È necessario inserire nella sezione dedicata agli input il nome del parametro da modificare, il nome della vecchia codifica e quello di quella nuova che si vuole inserire. Per semplificare ancora di più l'utilizzo i nomi dei nodi **Code Block** sono stati rinominati in modo tale da mostrare la specifica di input. La seconda sezione lascia parte all'algoritmo di compilazione che selezionare tutti gli elementi del progetto, li filtra in base al contenuto del parametro specificato negli input e ne compila uno nuovo inserito dall'utente. L'operazione deve essere rieseguita per ogni valore che si vuole modificare, non è stato possibile integrare una funzione di ciclo che ripeta l'operazione n volte, dove n è il numero di parametri diversi da modificare.





L'applicativo inoltre va a modificare un livello di codifica alla volta, per avere il campo Codice WBS aggiornato bisognerà lanciare lo script per la compilazione di questo campo, già spiegato ampiamente nei capitoli precedenti. Si potrebbe integrare questa funzionalità all'interno dello script di modifica del codice, ma l'algoritmo così progettato sarebbe troppo pesante in relazione alla macchina calcolatrice che attualmente viene usata per la redazione dei file di progetto. Si riporta nell'immagine sottostante uno schema che riprende i codici modificati e il loro livello di appartenenza, uno sviluppo futuro per l'automatizzazione di questa procedura si avvarrebbe di un file Excel così organizzato, da dove Dynamo potrebbe estrarre i valori di input per la modifica del codice.

	Code modify	
Codice precedente	Nuovo codice	Livello di appartenenza
TERM.	TER.	(WBS) Classificazione
ESFUM.	ESF.	(WBS) Sistema
ESWC.	ESW.	(WBS) Sistema
RIPF.	FAC.	(WBS) Sistema
RIPM.	MAC.	(WBS) Sistema
AC.	CAC.	(WBS) Sistema
AF.	CAF.	(WBS) Sistema
AM.	CAM.	(WBS) Sistema
AR.	CAR.	(WBS) Sistema
VC.	VNT.	(WBS) Sistema
VCMAN.	BOC.	(WBS) Sistema
AM.	CAM.	(WBS) Sistema

Figura 47 - Tabella riassuntiva di operazione di modifica del codice WBS (Fonte: Cattura immagine da Excel)

## Hard Clash detection

La Clash detection è un processo di controllo formale delle geometrie di modello, dove si va ad indagare eventuali intersezioni o scontri tra gli oggetti del modello. Una volta terminato il modello o in corso di redazione, si può procedere a controllare cioè se gli oggetti all'interno del modello evidenzino vizi di progetto nella loro natura dimensionale e posizionale. Il modello tridimensionale rispetto a una serie di tavole bidimensionali permette al progettista di controllare facilmente eventuali errori progettuali grazie alla natura spaziale degli oggetti virtuali. Il processo di controllo viene cioè spostato dalla fase di cantiere alla fase progettuale, rendendo l'esecuzione del processo costruttivo più agevole e esente da onerose varianti. È consuetudine infatti che i progetti vengano redatti con un margine di tolleranza per il posizionamento degli impianti o delle finiture, che molto spesso si ritrovano a dover essere modificate per incongruenze progettuali. Tramite la Clash detection questi vizi vengono portati alla luce e possono essere risolti in sede di progetto. Lo strumento fa parte di una metodologia di modellazione che non si focalizza sull'utilizzo di un programma specifico, infatti la verifica di scontro o appunto Clash detection può essere eseguita da diversi programmi, primi tra tutti lo stesso modellatore Autodesk Revit, ma anche Autodesk Naviswork o USBIM.Clash di ACCA software. Scegliere uno piuttosto che un altro dipende soprattutto dalla semplicità relativa al processo di interoperabilità tra i software e la garanzia di mantenimento dei dati durante il processo. Nel caso specifico è stato scelto Autodesk Navisworks 2019, conoscendo già il software ed essendo della stessa software house i processi di interoperabilità sono ottimizzati e raramente si perdono dati durante il trasferimento. Il programma presenta una sezione dedicata per l'operazione e consente di mettere a confronto gli oggetti secondo specifici parametri di tolleranza legati alla metodologia di Clash detection definita. Esistono sostanzialmente tre tipi di verifica di scontro tra gli oggetti:

- Hard Clash detection, verifica l'intersezione di oggetti separati che occupano lo stesso spazio fisico all'interno del modello. è la verifica più importante perché eventuali errori sono dovuti a una errata progettazione e posizionamento degli elementi.
- Soft Clash detection, verifica l'intersezione apparente di due o piu elementi. Si cerca di verificare tramite un margine di tolleranza se elementi prossimi risultano essere troppo vicini e quindi inaccessibili al montaggio o alla manutenzione.
- Workflow Clash detection, indaga la dimensione temporale. Verifica, in relazione alle fasi temporali che rappresentano la messa in opera degli elementi, eventuali intersezioni temporalmente non ammissibili.

I tre livelli di Clash detection, se eseguiti correttamente, vanno a ridurre i costi diretti e indiretti di un errata progettazione. Una volta definiti i parametri per la verifica di scontro bisogna scegliere tra quali elementi eseguire il controllo.



Figura 48 - Definizione regole di Clash detection tra impianti idronici su Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

Il software, nella sottosezione di Clash detective denominata "Seleziona" permette, tramite una struttura ad albero di andare a selezionare le categorie di oggetti che devono essere confrontati nella loro natura spaziale. Si possono eseguire controlli anche sull'intero progetto andando a selezionare tutte le categorie presenti nel modello sia nella selezione A che nella B. Esistono però oggetti che per loro natura potrebbero generare errori nel processo di verifica di intersezione. Ad esempio, le tubazioni flessibili e i condotti flessibili che pur generano errori di intersezione, hanno la possibilità di non

assumere la geometria dichiarata nel modello ma di potersi adattare a diverse configurazioni per evitare lo scontro. Per questo motivo si è scelto di andare ad indagare il modello ponendo attenzione su quattro verifiche di Clash che non presentano soluzioni alternative in fase di esecuzione. A tutti i controlli di Hard Clash detection sono state imposte tolleranze di 5 cm. La prima verifica porta in evidenza le eventuali compresenze spaziali di elementi appartenenti all'impianto idronico. Si indaga cioè sulle possibili intersezioni tra tubazioni, raccordi e attrezzatura idraulica. La verifica non presenta errori di Clash detection, non ci sono pertanto interferenze tra oggetti appartenenti all'impianto idronico. Una successiva verifica è stata fatta tra i componenti appartenenti all'impianto aerico, si verificano quindi interferenze tra condotti, raccordi di condotti e attrezzatura meccanica facente parte degli impianti di distribuzione. Questa verifica ha prodotto risultati positivi, sono stati evidenziate 17 interferenze tra oggetti dell'impianto areico. La terza verifica pone l'attenzione sul corretto posizionamento relativo di attrezzature meccaniche rispetto agli impianti. Si indaga dunque la compresenza di tubazioni o condotti nello spazio dedicato ad ospitare attrezzature meccaniche come UTA, ventilconvettori e pannelli radianti. La verifica in questione ha prodotto 37 interferenze irrisolte dove si può notare come le UTA vengano posizionate nello spazio dedicato alle linee di tubazioni dell'impianto idronico o di come alcuni ventilconvettori si trovino in concomitanza posizionale con alcuni condotti dell'impianto principale di mandata. Un'ultima verifica viene eseguita sulle interferenze spaziali tra impianto idronico e areico. I due impianti sono stati modellati secondo le indicazioni delle tavole CAD "as built" su differenti workset ma sono quelli che presentano il maggior numero di interferenze se messi a confronto. Lo spazio per l'istallazione di tali componenti è infatti ridotto al solo volume tra il controsoffitto e l'intradosso del piano superiore e le linee areiche e idroniche corrono quasi sempre sulla stessa linea in pianta. La verifica ha prodotto 135 interferenze spaziali che vedono l'intersezione di tubazioni con condotti. I risultati ottenuti sono indagabili direttamente dal programma di simulazione quadridimensionale nella sezione "risultati" della finestra "Clash Detective" dove è possibile raggrupparli per elementi comuni e assegnare responsabilità per la modifica a componenti definiti del team di progettazione.

Clash Detective						@ <b>&gt;</b>
▲ Interferenze tra impianti areici						17.50.10
		Inte	rferenze - 1	e: 10nedi 4 f fotale: 17 (/	Aperte: 17 Ch	iuse: 0)
Nome	Stato	Interfe	Nuovo	Attivo	Rivisto	A
Interferenze tra impianti idronici	Fine	0	0	0	0	0
Interferenze tra impianti areici	Fine	17	0	17	0	0
Interferenze tra attrezzatura meccanica e impianti	Fine	37	0	37	0	0
interferenze tra impianti idronici e areici	Fine	135	0	135	0	0
<						>
Aggiungi test Ripristina tutto Comprimi tutto Elimina tutto	R Aggio	rna tutto				<b>•</b>
Regole Seleziona Risultati Rapporto						
[ <sup>°</sup> ]Nuovo gruppo [ 원 방 방 문 Assegna 문 나무		ि ¶ि Nessur	10 × 5	- <b>1</b>	Esegui di nuo	vo il test
Nome 🔯 🖓 Stato Livello Int	ersezi ^	- Evidenzia	zione —			^ :
Interferenzao     Autivo     ✓ L 20_+ 1 10.		Elem	ento 1 📒	Elem	ento 2 📒	
● Interferenza7 Attivo ▼ L 25_+1 T10	D(1)-T.	Utilizza d	olori eleme	nti	Ý	
● Interferenza8 Attivo ▼ L 26_+1 T10	D(1)-T.	Evider	nzia tutte le	interferenz	e	
Interferenza9     Attivo ▼ L 22_+9 10:	3-1c	lsolament	0			
Interferenza10     Attivo     L 21_+8 10:     L 21_+8 10:	3-1C	Oscura a	Itri Nascor	ndi altri		
Interferenza 12     Attivo - 1.24 ± 1. TO		Atten	uazione tra:	sparente		1071
Interferenza12     Attivo     L24_+110.	0(-1)-	Mostr	a elementi i	nascosti aut	omaticamente	
Interferenza14     Attivo	a(-1)-	Fermo im	magine —			
Interferenza15     Attivo ▼ L 22 +9 TO	9(-1)-	Aggiorna	amento aut	omatico	~	
	> ~		zioni anima	te		~
			Europa di	, interforens	-	
V Elementi						
Elemento 1 🛑 🔽 Evidenzia 🕼 🖛 🍃 El	emento 2		V Ev	idenzia	[8] •	
Elemento Nome: Aria Estrazione WC_Fumatori Elemento Tipo: Solid El	emento No emento Tip	ome: Aria Prim o: Line	aria Manda	ta		
TRP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451.nwc	■@ TRP_I - = % Col - = % - = %	MEP_HVAC_( ndotto Condotto re \$ Default = @ Condo - 7 An	CEN_L21_3 ttangolare tto rettan Primaria	0_s238451 e golare Mandata	L.nwc	

Figura 49 - Impostazioni per visualizzazione istanza di Clash detection su Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)



Figura 50 - Anteprima di Clash detection tra due canalizzazioni in Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

È possibile tramite questa sezione andare a valutare lo stato di verifica dell'errore riscontrato selezionando una tra le voci: attivo, rivisto, approvato e risolto, per tenere traccia del processo di correzione. Viene inoltre specificata in questa sezione la posizione in griglia degli elementi che generano interferenze e la distanza di intersezione rilevata. Il software fornisce quindi uno strumento per gestire il processo di correzione conseguente alla Clash detection e non solo uno strumento per la rilevazione delle interferenze. Tutti i risultati ottenuti possono poi essere esportati in formato HTML o XML in una tabella dove si riportano i dati che l'utente vuole mostrare. Le tre verifiche che hanno presentato risultati sono state quindi esportate e presentano i seguenti dati dell'interferenza: immagine, nome interferenza, distanza, posizione sulla griglia di progetto. Ulteriori dati come ID elemento, percorso, nome e tipo di elemento sono dichiarati per ciascuno dei due elementi concorrenti all'interferenza. Il rapporto può poi essere ricaricato sul programma Navisworks per richiamare i metadati relativi alle interferenze. Una funzionalità molto comoda presente all'interno del software risiede nella possibilità di operare retroattivamente sul programma di modellazione. Cliccando su un elemento soggetto a interferenza è possibile ritornare direttamente su Revit andando a selezionare la voce "Apri per modifica". Nel caso in cui il plug-in "Navisworks Switchback" sia stato istallato correttamente e il programma Revit fosse aperto, selezionando questa voce si apre una vista in Revit dove è possibile modificare direttamente la posizione o dimensione dell'elemento interrogato, risolvendo così l'interferenza e ricaricando il modello con la soluzione determinata. In questo caso il programma rileva automaticamente l'eventuale risoluzione dell'errore e il rapporto presenta un valore in più nella colonna degli errori risolti.

#### Workflow Clash Detection

Come già definito nel capitolo precedente la Workflow Clash Detection è uno strumento metodologico per verificare intersezioni spaziali tra elementi in un determinato frangente temporale. Questo controllo viene eseguito per tutti quegli elementi che non hanno permanenza temporale continua ma che esistono nelle 4 dimensioni del modello solamente in alcuni momenti, quindi per tutte le strutture o elementi temporanei. Nel caso oggetto di studio sono state modellate volumetrie per definire le aree di lavorazione deputate a una certa attività e queste volumetrie hanno una loro definizione temporale. Esistono nello spazio virtuale solamente durante il periodo di tempo nel quale vengono utilizzate e scompaiono successivamente al loro utilizzo. Questo permette di poter indagare tra eventuali compresenze di elementi nello stesso momento. Per raggiungere questo obbiettivo è stato definito un cronoprogramma analogo a quello degli elementi di impianto dove le masse con un certo codice WBS seguono l'andamento temporale dell'attività con il medesimo codice. La differenza sostanziale sta nel nome delle attività che al posto del codice WBS delle attività associate contiene il codice WBS delle aree di lavorazione. La differenza di codice permette di gestire masse e oggetti di modello separatamente, cosa che risulta impossibile se il cronoprogramma fosse lo stesso. Una volta definito quindi la temporalità e le correlazioni tra attività è necessario esportare il cronoprogramma in formato CSV. Operazione già ampiamente discussa nel capitolo "esportazione file per simulazione 4D". Un vantaggio rispetto alla prima esportazione eseguita per il cronoprogramma

relativo agli impianti viene trovato nella possibilità di richiamare le regole di esportazione definite precedentemente, in modo tale da esportare correttamente tutti i dati necessari senza perdite. Una volta importate all'interno di Navisworks le masse e l'origine dati per la sequenza temporale che devono rispettare il passaggio successivo è di associare le istanze di massa alla corrispondente attività. Anche in questo caso si può utilizzare la regola definita precedentemente per gli oggetti di impianto, in quanto la logica di associazione che compara il nome dell'attività con il contenuto del Codice WBS è la medesima. A differenza degli oggetti di modello è stato però definito all'interno del software un diverso aspetto e un diverso "tipo di attività". Gli aspetti sono definibili nella sottosezione del software "Timeliner" sotto la voce "configura". È importante notare come un aspetto sia definibile univocamente per un tipo di attività. Questo comporta che per definire più aspetti si debbano definire diversi tipi di attività. Da questa considerazione è nata l'esigenza di dividere il cronoprogramma delle masse da quello degli impianti e così anche il modello. Per le istanze di impianto l'aspetto iniziale è definito con una colorazione verde semitrasparente mentre per le masse vengono assunti i colori definiti per attività ritrovabili nel file Excel di controllo e nel modello Revit.

Attività Origini dati	Configura Simula				
Aggiungi	lina				Definizioni aspet
Nome	Aspetto iniziale	Aspetto finale	Aspetto se in anticipo	Aspetto se in ritardo	Aspetto iniziale simulazione
Costruzione	Verde (90% trasparente)	Aspetto modello	Nessuno	Nessuno	Nessuno
Demolizione	Rosso (90% trasparente)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Aspetto modello
Temporaneo	🧧 Giallo (90% trasparente)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.CAN.MAN.	Nuovo aspetto	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.CAN.ESF.	Nuovo aspetto (2)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.CAN.ESW.	Nuovo aspetto (3)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.CAN.FAC.	Nuovo aspetto (4)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.CAN.MAC.	Nuovo aspetto (5)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.TUB.CAC.	Nuovo aspetto (6)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.TUB.CAF.	Nuovo aspetto (7)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TUB.CAM.	Nuovo aspetto (8)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TUB.CAR.	Nuovo aspetto (9)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.VNT.	Nuovo aspetto (10)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.BOC.	S Nuovo aspetto (11)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.TER.UTA.	Nuovo aspetto (12)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.TUB.	Nuovo aspetto (13)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.CAN.	Nuovo aspetto (14)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.MAN.	Nuovo aspetto (14B)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.RAD.	Nuovo aspetto (15)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
L21.TER.CAM.	Nuovo aspetto (16)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.COL.MAN.	Nuovo aspetto (17)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.COL.ESF.	🕤 Nuovo aspetto (18)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.COL.ESW.	Nuovo aspetto (19)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
21.COL.FAC.	Nuovo aspetto (20)	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno
Contesto Architettonic	Aspetto modello	Nascondi	Nessuno	Nessuno	Nessuno

Figura 51 - Impostazione di colori per aree di lavorazione su Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

Questa operazione ha portato alla definizione di 21 tipi di attività e quindi 21 configurazioni di colorazione, una per ogni attività delle istanze di massa. Gli oggetti di impianto assumono a completamento l'aspetto di modello mentre le masse scompaiono. Infatti, le masse che rappresentano le aree di lavorazione di un certo impianto non devono più essere presenti una volta che questo viene completato. Questo è soltanto un aspetto grafico volto alla comunicazione verso utenti esterni, non genera errori di Clash, questa dipende infatti dalla durata dell'attività e non da come gli elementi associati vengano o non vengano visualizzati. dopo aver impostato il file di Navisworks in maniera corretta si può procedere a definire le regole di Clash tra oggetti nella apposita sezione denominata "Clash Detective".

lash Detective										.4
<ul> <li>Interferenze Aree di la</li> </ul>	vorazione						Ultima esecu	zione: venerdì	15 marzo 2019	16:17:29
						Inter	ferenze - Total	e: 9092 (Aperte	e: 2135 Chius	e: 6957
Nome			Stato	Interfe	Nuovo	Attivo	Rivisto	Approv	Risolto	
🔔 Interferenze tra impianto i	dronico e areico		Obsoleta	78	0	78	0	0	0	^
🔥 Interferenze tra attrezzatu	ra meccanica e impianti		Obsoleta	32	0	32	0	0	0	
🔥 Interferenze tra impianto a	reico		Obsoleta	17	0	17	0	0	0	
Interferenze Aree di lavora	zione		Fine	9092	0	2135	0	0	6957	
<										>
🕞 Aggiungi test 🛛 Ripristina	tutto Comprimi tutto	Elimina tutto	Aggior	na tutto						Pa •
	1									
Regole Seleziona Risultati	Rapporto									
<b>1 01</b> [01] [0								<b>BL</b>		3.5
Nuovo gruppo	Assegna	~+/				24	Nessuno Y		Esegui di nuo	vo il te
Nome	Ci Stato	Livello Ir	ntersezi Tr	ovato	A			inu nascosu au	iomaricam <mark>en</mark> io	^
					P3	Fe	rmo immagine			-
Interferenza6955	Risolto	▼ L 21_+8 T	10-TA 12	:09:02 12-0	2-2019	A	ggiornamento	automatico	¥	
Interferenza6956	Risolto	▼ L 20_+8 T(	01-Td 12	:09:02 12-0	2-2019	4	Iransizioni ar	nimate		
Interferenza6957	Risolto	▼ L 20_+8 T(	01-Tc 12	:09:02 12-0	2-2019		Fuo	c <mark>o su inte</mark> rferen	za	
Interferenza6958	🙆 Attivo	▼ L 21_+8 Fo	d(-1)-T 16	:17:09 15-0	3-2019	- Sir	ulazione			_
Interferenza6959	🙆 Attivo	▼ L 21_+8 FC	05-Fd(-1) 16	:17:09 15-0	3-2019		Mostra simul	azione		
Interferenza6960	Attivo	▼ L 21_+8 T(	03(-1)-Tc 16	:17:09 15-0	3-2019		ntectualizza -			_
Interferenza6961	Attivo	▼ L 20_+8 FC	04(-1)-Th 16	:17:09 15-0	3-2019		nizio		~	1
Interferenza6962	Attivo	▼ L 20_+8 T(	03(-1) 16	:17:09 15-0	3-201 <mark>9</mark>					1
Interferenza6963	Attivo	▼ L 20_+8 T(	01-Tg(-2) 16	:17:09 15-0	3-2019	ř L		Visualizza	ļ	ŊŰ
Y Elementi										
lemento 1	V Evidenzia	[6]		Elemento			Evi	denzia	[6]	
Elemento Nome: Forma di defaul	t	<u></u>		Elemento	Nome: Form	a di default				
Jemento npo. sono				Liemento	11po. 3011u					
TRP_MEP_HVAC_CEN_L2     SL 21_+89.67     SK Massa     SK TRP_MEP_HVAC     SK TRP_	1_30_s238451_aree	e di lavorazione.nv E IN QUOTA 13.50	vc		P_MEP_HVA 21_+89.6 Massa % TRP_I % TRP_I	AC_CEN_L2: 7 MEP_HVAC P_MEP_HV	AREA LAVOR	1_aree di lavo AZIONE IN QUO ELLO_H3.50	razione.nwc DTA	
	di default	ALONE IN GOOLY				Forma o	li default	AVOKAZIUNE I	IN QUUIA	

Figura 52 - Specifice di Workflow Clash detection per aree di lavorazione su Navisworks (Fonte: Cattura immagine da Navisworks)

In questo caso si andranno a selezionare le istanze che si riferiscono alle aree di lavorazione e si definirà un limite di tolleranza per cui le intersezioni generino errore. La tolleranza è stata imposta a 0,2m. questo per evitare eventuali errori di Clash tra istanze della stessa attività che però per motivi di progetto sono posizionate leggermente accavallate. Un parametro fondamentale da impostare è quello contenuto nel menu a tendina che definisce il tipo di collegamento. In questo caso eseguendo una verifica di Workflow Clash Detection è necessario collegare il Timeliner. La verifica ha generato 6957 intersezioni rilevate, di queste risultano ancora attive dopo un aggiornamento del modello che ha risolto numerose clash non veritiere solamente 2135 interferenze. Un numero accettabile e verosimile considerando che le masse modellate sono 1629. Intersezioni di numero decisamente minore sarebbero state ottenute con masse che contemplassero l'intero volume occupazionale di un trabattello che si sposta e non di ogni singola configurazione spaziale del trabattello o dell'area di lavorazione. Il Report di Clash è stato poi esportato in formato tabellare HTML con gli stessi contenuti definiti per l'Hard Clash detection.

AUTO NAVIS	DESK" SWORKS"	Ra	pporto	sulle int	erferei	nze									
Interfere	nze Aree di lav	vorazio	ne Tolleran 0.200r	n 9092	nze Nuovo O	Attivo Rivista Approvata Risolta Tipo Stato 2135 0 0 6957 Per intersezione OK									
			1-2 - 2 - 2			Elemento 1		1		Elemento 2		1	Attività		
Immagine	interferenza	Distanza	griglia	Descrizione	element	Percorso	Nome	Tipo	elemento	Percorso	Nome	Tipo	Nome	Inizio	Fine
1	Interferenza695	8 -0.926	Fd-T04 : L 21_+89.67	Per Tintersezione	Element ID: 9272897	File > File > TRP_MEP_HVAC_CEN_121_30_s238451_aree di lavoratione.nvx > L 21_495(67 > Massa > TRP_MEP_HVAC_AREA L4VORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_HVAC_TRABATTELIO_H3.50 > TRP_MEP_HVAC_TRABATELIO_H3.50 > TRP_MEP_HVAC_AREA L4VORAZIONE IN QUOTA > Forma di default	Forma di default	Solid	Element ID: 9280669	File > File > TRP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451_area di Javorazione.nvc > L 21_s8.67 > Massa > TRP_MEP_HVAC_RABATTELLAVORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLA JASS0 > TRP_MEP_HVAC_RABATALVORAZIONE IN QUOTA > Forma di defualt	Forma di default	Solid	L21.TER.MAN.ARL	2019/4/4 11:0	2019/4/8 11:0
	Interferenza695	9 -0.926	F05-Fd : L 21_+89.67	Per fintersezione	Element ID: 9280685	File > File > TRP_MEP_HVAC_CEN_L1_30_s238451_aree di       Iavoratione.mvc > L 21_495.67 > Massa >       TRP_MEP_HVAC_REALAVORAZIONE IN QUOTA >       TRP_MEP_HVAC_REALAVORAZIONE IN QUOTA > Forma di       default	Forma di default	Solid	Element ID: 9272894	File > File > TRP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451_aree di Javorazione.wc > L21_49.67 > Massa > TRP_MEP_HVAC_TRAALAVORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO H3.50 > TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO H3.50 > TRP_MEP_HVAC_TRABATLAUGH 35.50 > TRP_MEP_HVAC_TRABATLAUSTRATIONE IN QUOTA > Forma di default	Forma di default	Solid	L21.TER.MAN.ARL	2019/4/4 11:0	2019/4/8 11:0
1	Interferenza696	0 -0.921	T03-Tc : L 21_+89.67	Per 'intersezione	Element ID: 9279493	File > File > TRP_MEP_IVAC_CEN_L21_30_x238451_area di lavorazione.mux > 1.21_483.07 > Massa > TRP_MEP_HAX_AREALAVORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_HAX_RABATTELIO_H3S0 > TRP_MEP_IVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA > Forma di default	Forma di default	Solid	Element ID: 9277774	File > File > TAP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451_aree di Javorazione.nvv > 1.21_489.67 > Massa > TAP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_HVAC_REABLETUEL 0.45.50 > TRP_MEP_HVAC_REABLETUEL 0.45.50 > TRP_MEP_HVAC_REABLETUEL 0.45.50 >	Forma di default	Solid	L21.TER.CAN.ARL	2019/4/8 17:0	2019/4/15 11:0
1	Interferenza696	1 -0.919	F04-Th : L 20_+85.40	Per Dintersezione	Element ID: 9278755	File > File > TRP_MEP_HVAC_CEN_121_30_s238451_aree di lavoratione.mux > 1.21_483(7 > Missa > TRP_MEP_HVAC_AREAL.VVORAZIONE IN OUDTA > TRP_MEP_HVAC_TRABATTELIO_H350 > TRP_MEP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA > Forma di default	Forma di default	Solid	Element ID: 9278480	rile > File > TRP_MEP_IVAC_CEN_L21_30_s238451_aree di Javorazione.nvc > L 21_489.67 > Massa > TRP_MEP_IVAC_REALAUXORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_IVAC_REALAUXORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_IVAC_REALAUXORAZIONE IN QUOTA > Forma di default	Forma di default	Solid	L21.CAN.FAC.ARL	2019/4/5 15:0	2019/4/9 16:0
	Interferenza696	2 -0.917	T03-Th : L 20_+85.40	Per Dintersezione	Element ID: 9278659	File > File > TRP_MEP_HVAC_CEN_L21_30_s238451_aree di lavoratione.mve > L21_489.67 > Messa > TRP_MEP_HVAC_RAREA LAVORAZIONE IN QUOTA > TRP_MEP_HVAC_TRABATTELLO_H3.50 > TRP_MEP_HVAC_RAREA LAVORAZIONE IN QUOTA > Forma di admini	Forma di default	Solid	Element ID: 9280453	File > File > TRP_MRE_HVAC_CEN_L21_30_s238451_aree dl Javorazione.nwc > L 21_+89.67 > Massa > TRP_MRP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA > TRP_MRP_HVAC_CTRABATTELLO_H3.50 > TRP_MRP_HVAC_AREA LAVORAZIONE IN QUOTA >	Forma di default	Solid	L21.CAN.FAC.ARL	2019/4/5 15:0	2019/4/8 17:0

Figura 53 - Esempio di Rapporto sulle interferenze delle aree di lavorazione in formato HTML (Fonte: *Cattura immagine da visualizzatore HTML Explorer)* 

# Risultati

# Modello Parametrico

La tesi svolta ha portato alla modellazione degli impianti HVAC dei livelli dal 21 al 30 della Torre Regione Piemonte. Riferendoci al numero di elementi modellati si può vedere dalla tabella sottostante il numero di oggetti modellati per categoria, sapendo che il totale di elementi modellati è pari a 49577.

Codice Identificativo	Numero di oggetti
TRP_TO_MEC_CO	7311
TRP_TO_MEC_TU	8989
TRP_TO_MEC_RT	9580
TRP_TO_MEC_RC	5044
TRP_TO_MEC_TF	5764
TRP_TO_MEC_CF	2513
TRP_TO_MEC_AM	6728
TRP_TO_MEC_AT	1714
TRP_TO_MEC_BO	1934
Totali	49577

Figura 54 - Tabella riassuntiva Numero oggetti modellati per categoria con codice Identificativo di categoria (Fonte: Cattura immagine da Excel)

La categoria che sicuramente ha richiesto più tempo di modellazione e successivo controllo è quella delle tubazioni con i raccordi annessi. La modellazione nel complessivo ha richiesto all'incirca 200 ore di lavoro che distribuite su settimane lavorative standard corrispondono a circa due mesi. Le tempistiche sono state sicuramente incrementate dalla scarsa padronanza iniziale degli strumenti di modellazione, conoscenza che si è andata a definire durante il percorso di tesi. Il caso studio è stato utile per andare a ampliare il know how relativo alla creazione di modelli federati di restituzione as built e per esercitare soft skill di lavoro in team. Il caso studio relativo all'edificio Torre e all'intero complesso era infatti trattato da altri studenti con ambiti di specializzazione diversi. In relazione al model use definito dal caso studio di Construction Management il modello è stato arricchito di informazioni utili alla gestione della fase costruttiva. Dalle schede LOD si possono vedere tutta una serie di parametri indicati in nero che forniscono al professionista strumenti per l'utilizzo e la manipolazione del modello.

Il modello è stato inoltre utilizzato per programmare le fasi di cantiere e avere cognizione delle aree disponibili allo stoccaggio, movimentazione e sequenza di messa in opera. Soprattutto nella definizione della consequenzialità tra attività, l'aiuto del modello che fornisce informazioni di disposizione spaziale degli impianti risulta fondamentale. Attraverso la rappresentazione tridimensionale e alle informazioni alfanumeriche di altezza di posizionamento dal livello di riferimento è possibile capire quale impianto montare prima e quale sarebbe inaccessibile se montato successivamente. Il modello non va quindi visto come semplice restituzione "as built" della Torre Regione Piemonte, ma come strumento utile alla fase di progettazione e programmazione della messa in opera dell'edificio.

#### Filtri di visualizzazione

Vengono forniti insieme al modello tutta una serie di filtri di visualizzazione per la manipolazione dello stesso. I filtri di vista definiti interrogano il modello secondo un discriminante che permette di visualizzare alcuni elementi che lo contengono e lasciare invisibili e non selezionabili tutti gli altri. Sono state definite tre serie di filtri che filtrano per un parametro comune ma differente per gruppi di oggetti. La prima serie di filtri permette di isolare elementi con medesima appartenenza a un sistema di riferimento, sia esso di impianto idronico o aerico. Come si vede dall'immagine seguente è possibile visualizzare solamente gli impianti di acqua calda o quelli di acqua fredda andando a togliere una spunta dal filtro che si vuole rendere attivo. I filtri possono essere richiamati da qualsiasi vista nella quale le specifiche di sostituzione di visibilità grafica non siano incluse nel modello di vista. Per ragioni di praticità si sono create viste diverse per ogni serie di filtri.

egorie del modello	Categorie d	annotazioni	Categorie dei mo		Categorie importa	ate filler w	orkset Collega	menti Revit
Nam		Marth (Data	Pr	oiezione/Supe	rficie	Ta	glio	Manifest
Nom	Je	VISIDIIITa	Linee	Motivi	Trasparenza	Linee	Motivi	Mezzitoni
Circuito Acqua (	Calda							
iistema Estrazioi	ne WC Fu							
Circuito Acqua F	Refrigerata							
Circuito Acqua N	Miscelata							
istema Ripresa I	Facciata							
istema Mandat	a Primaria							
istema Mandat	a							
ictema Estrazio	ne Fumi	<ul> <li>Image: A start of the start of</li></ul>						
Ascenta Escluzion	ne runn			- 1				
Circuito Acque F	Reflue	V						
Aggiungi	Reflue		Su	Giù				

Figura 55 - Filtri di visualizzazione per sistema di appartenenza (Fonte: Cattura immagine da Revit)

La seconda serie di filtri opera andando a rendere visibili quegli oggetti con un certo codice Identificativo. Concettualmente il codice identificativo è un codice univoco per ogni oggetto del modello. La caratteristica che rende però questo codice veramente univoco risiede nella parte terminale dello stesso, materializzandosi in un codice progressivo univoco per ogni categoria di oggetto. È quindi possibile filtrare gli oggetti per categorie di modello andando a interrogare la prima parte del codice Identificativo di ogni oggetto. Il filtro torna utile quando si vogliano evidenziare tutti i terminali di impianto o tutte le attrezzature meccaniche o se per esigenze di modifica o conteggio si voglia interrogare un'unica categoria di modello indipendentemente dal tipo specifico di ogni oggetto. I filtri in questione vengono quindi nominati con la parte iniziale del codice Identificativo Univoco e sono stati utilizzati ad esempio per la produzione delle schede LOD, che presentano medesima codifica e categoria di oggetto.

egone del modeli	o Categorie di a	annotazioni	Categorie del mo	od <mark>ello</mark> analitico	Categorie importat	e Filtri W	orkset Collega	menti Revit
N		10.1.10.	Pr	oiezione/Supe	eficie	Ta	glio	
Nom	ie	Visibilita	Linee	Motivi	Trasparenza	Linee	Motivi	Mezzitoni
RP_TO_MEC_C	0	<b>V</b>						
RP_TO_MEC_R	Т							
RP_TO_MEC_R	с							
RP_TO_MEC_T	F	•						
RP_TO_MEC_C	F							
RP_TO_MEC_A	M							
RP_TO_MEC_A	J							
RP_TO_MEC_B	0							
RP_TO_MEC_T	U				_			
Aggiungi	Rimuovi		Su	Giù				

Figura 56 - Filtri di visualizzazione per codice Identificativo (Fonte: Cattura immagine da Revit)

L'ultima serie di filtri, già presentata nell'immagine 27 è dedicata alla visualizzazione degli oggetti secondo il loro codice WBS. Una differenza sostanziale rispetto agli altri filtri è la colorazione che ottengono le masse da questi. Infatti, i filtri oltre ad essere usati per isolare una fase di lavorazione piuttosto che un'altra forniscono il colore definito per ogni attività alle aree di lavorazione della medesima attività. I filtri vengono chiamati in questo caso con la codifica WBS corrispondente, in modo da creare un fil rouge tra modello, file Excel, cronoprogramma delle lavorazioni e simulazione 4D. La connessione di interoperabilità, retta dalla codifica WBS si materializza nella tavolozza di colori comuni a tutti i software delle aree di lavorazione.

# Allegato Script Dynamo

Vengono riportati di seguito le strutture generali degli algoritmi utilizzati per il computo delle quantità, la modifica del codice e l'attribuzione del codice WBS. Gli script vengono presentati nella loro struttura integrale, per comprendere il loro funzionamento si rimanda allo specifico capitolo metodologico.



Figura 57 - Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di tipo TUB (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

L'algoritmo di figura 57 è stato utilizzato per il calcolo delle quantità riferite alle tubazioni e si compone di quattro sezioni logico funzionali raggruppate sotto colorazioni differenti. La prima sezione in verde serve a selezionare gli elementi e a estrarre il primo parametro relativo al livello, nella sezione blu il parametro funge da discriminante per la suddivisione degli oggetti secondo livello di appartenenza. Una volta divisi, gli oggetti subiscono un ulteriore suddivisione in base al loro sistema di appartenenza. Nella sezione in viola vengono eseguiti i calcoli, in alcuni casi per ottenere kg di tubazioni posizionate e in altri per ottenere metri lineari di tubazioni. Nell'ultima sezione in rosa si specifica la destinazione dove il software deve scrivere i dati ottenuti dalle operazioni di calcolo.



Figura 58 – Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di tipo CAN (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Nella figura 58 si può osservare l'algoritmo di compilazione automatica di tutte quelle attività che vengono contabilizzate al metro quadro di sviluppo aerico. L'algoritmo è uguale al precedente nella sua struttura di selezione indicata in verde e nel successivo filtraggio per livelli, la sezione arancione rappresenta invece un filtraggio per sistema di appartenenza, la logica utilizzata è identica a quella dell'algoritmo precedente con la differenza nel valore di inizializzazione dei discriminanti di filtraggio che in questa occasione riportano la codifica WBS degli impianti aerici. Nella sezione in viola vengono estratti i valori dei parametri sviluppo e ne viene fatta la sommatoria. La sezione in rosa chiaro serve ad eliminare ove ci fossero tutti quei parametri il cui valore è pari a "null" e che darebbero problemi alla sommatoria. Nell'ultima sezione in rosa scuro, analogamente al primo script, si definiscono i parametri di esportazione in foglio Excel.



Figura 59 - Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di tipo TER (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Come già spiegato nella sezione metodologica l'algoritmo in figura 59 ha una partenza differente rispetto agli altri. Nella sezione rosa si può vedere come bocchettoni e attrezzature meccaniche, protagonisti di questo algoritmo, vengano selezionati separatamente e trattati in sezioni separate dello script. Le due sezioni in blu operano il filtraggio per livelli rispettivamente delle attrezzature meccaniche e dei bocchettoni. Tutte le sezioni in verde servono invece a compiere le operazioni di computo. I risultati vengono poi raccolti e organizzati in liste dalla sezione in arancione e esportati su file Excel grazie all'ultima sezione in viola.



Figura 60 - Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di tipo COL (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

L'algoritmo in figura 60 è del tutto simile a quello utilizzato per il computo degli sviluppi aerici dei condotti, infatti anche le colonne montanti vengono contabilizzate con la stessa procedura. A differenza del primo algoritmo, questo prevede una fase di filtraggio iniziale che porta a considerare solo i condotti facenti parte delle colonne montanti. Le restanti sezioni sono analoghe a gli script precedenti per cui: in arancione si opera filtrando per sistemi di appartenenza, in viola si opera estraendo il parametro sviluppo e facendone la sommatoria mentre in rosa è indicato il gruppo per l'esportazione su file Excel.



Figura 61 - Algoritmo per la compilazione automatica del codice WBS a partire dai tre livelli di codifica (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Nella figura 61 si riporta lo script utilizzato per la compilazione del codice WBS. Avendo già assegnato a mano i tre livelli di codifica ad ogni oggetto di modello, era necessario raggrupparli in un unico codice. Una particolarità unica di questo algoritmo è sicuramente la parte di codice che ha permesso tramite linguaggio Phyton di inizializzare per ogni oggetto tre variabili che rispecchiassero i tre livelli di codifica e successivamente andare a combinarli in un unico parametro separato da punti semplici.



Figura 62 - Algoritmo per la compilazione automatica del parametro Codice WBS relativo alle masse volumetriche delle Aree di Lavorazione (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

L'algoritmo in questione come si può vedere dal confronto con l'immagine precedente è del tutto simile se non che contiene un ulteriore campo da compilare nella sezione dedicata agli input. Per le aree di lavorazione è stata definito un ulteriore livello di codifica in modo da distinguere il codice WBS attribuito agli oggetti di modello e alle corrispondenti aree di lavorazione. Il codice in questione è necessario alla corretta esecuzione della simulazione 4D e come si vede dalle righe di codice nel nodo **Code Block,** l'operazione di composizione è corrispondente alla precedente codifica a cui viene aggiunto un ulteriore livello.



Figura 63 - Algoritmo utilizzato per la modifica in corso d'opera di codifiche (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Nella figura 63 viene presentato l'algoritmo per la modifica dei parametri errati. La prima parte ospita gli input che vanno necessariamente forniti al programma, mentre nella seconda parte è contenuta la sezione operativa dello script. Essenzialmente si vanno a selezionare tutti gli oggetti per poi filtrarli secondo un discriminante che è il valore del parametro da modificare. Successivamente il parametro in questione viene inizializzato secondo una nuova codifica che deve essere inserita dall'utente. Questo algoritmo vuole mostrare come sia sempre possibile, indipendentemente dal parametro scelto, andare a modificare valori di molti parametri e di automatizzare il processo. È infatti sufficiente definire nella casella "Nome del parametro da modificare" il nome del parametro di cui si vuole cambiare il contenuto.


Figura 64 - Algoritmo per la compilazione automatica della prima sezione del codice Identificativo univoco (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

Nella sezione metodologica si era discusso di come il codice Identificativo contenesse due parti, la prima relativa alla suddivisione in categorie mentre la seconda composta da un codice progressivo, per l'attribuzione della prima parte si è definito un algoritmo che viene riportato in figura 64.

### Allegato Schede LOD

In questa sezione si riportano le schede LOD definite al grado di sviluppo LOD D per le categorie modellate. Si è scelto di produrre 9 schede LOD, una per ogni categoria di oggetto presente nel modello. Le schede, di seguito presentate, si propongono di definire contenuti minimi di informazione grafica e alfanumerica per categorie di oggetti MEP nell'intero modello federato e non nel singolo file. La compilazione è avvenuta manualmente secondo linee guida già ampiamente discusse nella sezione dedicata all'interno del capitolo metodologico della presente Tesi.

			CONDOTTO		
				Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_CO
Course di sono stati	Deservative		The statement	Descriptions Descenatory	Francis
Gruppo di parametri	Giustificazione orizzontale	Parametro Revit	lipo o Istanza	Descrizione Parametro Definisce da quale asse orizzontale di riferimento partire per	Al centro
	Giustificazione verticale	Testo	Istanza	cambio di sezione giustificata Definisce da quale asse verticale di riferimento partire per cambio di sezione giustificata	Alcentro
Vincoli	Livello di riferimento	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 30_+128.10
VIICOI	Offset	Lunghezza	Istanza	dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	38.050
	Offset iniziale	Lunghezza	Istanza	dell'asse dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	38.050
	Offset finale	Lunghezza	Istanza	dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	38.050
	Inclinazione	Percentuale	Istanza	Definisce la percentuale di inclinazione dell'oggetto a partire dallo 0% definito dal livello di riferimento	0,00%
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L30
Costruzione	(WBS) Classificazione (WBS) Sistema	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	MAN
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di annartenenza	L30.CAN.MAN.
	Dimensioni	Lunghezza	Istanza	Rinorta le dimensione della sezione trasversale dell'oggetto	200 mm x 200 mm
	Sviluppo	Area	Istanza	Riporta le sviluppo aerico delle superfici del condotto	377142 25 mm <sup>2</sup>
		Lunghezza	Istanza	Indica la larghezza della sozione trasversale dell'eggette	200 mm
Dimensioni	Altezza	Lunghezza	Istanza	Indica l'altezza della sezione trasversale dell'oggetto	200 mm
	Luncherre	Lunghang	Isterne		4.220
	Classificacione sistema	Lungnezza	Istanza	Indica la lunghezza dell'oggetto	4.339
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di mandata
	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Aria Mandata
	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Meccanica Aria Mandata L30
	Quota altimetrica inferiore	Lunghezza	Istanza	Indica la Quota altimetrica inferiore	3.7050
Meccanica	Quota altimetrica superiore	Lunghezza	Istanza	Indica la Quota altimetrica superiore	3.9050
	Diametro equivalente	Lunghezza	Istanza	Riporta il Diametro equivalente	218.6
	Coefficiente di perdita	Parametro Revit	Istanza	Indica il Coefficiente di perdita per quella sezione di condotto	0.000000
	Diametro idraulico	Lunghezza	Istanza	Diametro idraulico	200 mm
	Sezione	Parametro Revit	Istanza	n.a.	161
	Area	Area	Istanza	Indica l'area della sezione traversale	3471425.92 mm²
	Flusso	Portata	Istanza		n.a.
	Fluso aggiuntivo	Portata	Istanza		n.a.
Meccanico - Flusso	Velocità	Velocità	Istanza	Riportano parametri relativi alla condizione di flusso del fluido	n.a.
	Frizione	Pressione / Lunghezza	Istanza	termovettore ana	n.a.
	Caduta di pressione	Pressione	Istanza		n.a.
	Pressione velocità	Pressione	Istanza		n.a.
	Numero di Reynolds	Numero	Istanza	-	n.a.
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Aria_L30
Jacobenne	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451 State di progetto
Fasi	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Numero	TRP_TO_MEC_CO_L30_00519
_	Classe Unità tecnologica	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5
Generale	Unità Tecnologica	Testo	Tipo	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.31.13.13
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Rectangular Metal Ducts

			TU	IBAZIONE							
				Progetto Edificio Disciplina Categoria	ifficio_Disciplina_Categoria ifficio_Discipli						
				- referre_cance_orsepting_ coreform							
	-										
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro Definisce da quale asse orizzontale di riferimento partire per cambio di sezione	Esempio						
	Clustificacione unaticale	Tasta	Istanza	giustificata Definisce da quale asse verticale di riferimento partire per cambio di sezione	Alcentro						
	Giustificazione verticale	Testo	Istanza	giustificata	Alcentro						
	Livello di riferimento	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 30_+128.10						
Vincoli	Offset	Lunghezza	Istanza	Definisce la distanza a cui è posizionato il baricentro dell'oggetto, a partire dal livello di	38.050						
	Offset iniziale	Lunghezza	Istanza	riferimento Definisce la distanza a cui è posizionato il punto iniziale dell'asse dell'oggetto, a partire	28.050						
	Offset finals	Lungherre	latanza	dal livello di riferimento Definisce la distanza a cui è posizionato il punto finale dell'asse dell'oggetto, a partire	28.050						
	Unset inale	Lungnezza	Istaliza	dal livello di riferimento Definisce la percentuale di inclinazione dell'oggetto a partire dallo 0% definito dal	38.050						
	Inclinazione	Percentuale	Istanza	livello di riferimento	0,00%						
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L30						
Costruzione	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TUB						
	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	MAF						
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L30.TUB.MAF.						
	Diametro esterno	Lunghezza	Istanza	Riporta le dimenzsione della sezione trasversale dell'oggetto	60.3 mm						
	Diametro interno	Lunghezza	Istanza	Indica la larghezza della sezione trasversale dell'oggetto	52.5 mm						
Dimensioni	Dimensioni	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro nominale della sezione trasversale dell'oggetto	50 mm						
	Lunghezza	Lunghezza	Istanza	Indica la lunghezza dell'oggetto	4.339						
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di mandata						
	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Aria Mandata						
	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Meccanica Aria						
					Wandata LSO						
	Segmento di tubazione	Parametro Revit	Istanza	Riporta specifiche di materiale di quella sezione di tubazione	Acciaio al carbonio- schedula 40						
	Diametro	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro nominale della tubazione	50.00 mm						
	Tipo di connessione	Parametro Revit	Istanza	Indica la tipologia di connessione	Generico						
	Devidità	Devenue tra Devit	latana		12.025						
	Ruvidita	Parametro Revit	Istanza	Parametro fluidodinamico di ruvidita	13.935 mm						
Meccanica	Materiale	Parametro Revit	Istanza	indica il materiale della tubazione	Acciaio , Carbonio						
	A 1	Development and Development			11000 10						
	Авасо Про	Parametro Revit	Istanza	indica i abaco di appartenenza	Abaco 40						
	Quota altimetrica fondo	Lunghezza	Istanza	Indica la Quota altimetrica inferiore	3.7050						
	Sezione	Parametro Revit	Istanza	n.a.	161						
	Area	Area	Istanza	Indica l'area della sezione traversale	3471425.92 mm²						
	Volume	Volume	Istanza	Indica il volume in mm cubi del pieno della sezione tubulare	46424782,22						
	Peso specifico	Densità	Istanza	indica il peso specifico dell'acciao st 195 utilizzato per le tubazioni	7480.00 Kg/m <sup>3</sup>						
	Flusso	Portata	Istanza		n.a.						
	Fluso aggiuntivo	Portata	Istanza		n.a.						
	Velocità	Velocità	Istanza		n.a.						
	Frizione	Pressione / Lunghezza	Istanza		n.a.						
Meccanico - Flusso	Caduta di pressione	Pressione	Istanza	Riportano parametri relativi alla condizione di flusso del fluido termovettore aria	n.a.						
	Numero di Reynolds	Numero	Istanza	-	n.a.						
	Ruviditàrelativa	Parametro Revit	Istanza		n.a.						
	Stato flusso	Parametro Revit	Istanza		n.a.						
	Fattore di frizione	Parametro Revit	Istanza		n.a.						
	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Acqua_L29						
Dati identità	Modificato da	Parametro Povit	Ictanza	Indica il proprietario del workcet	c739/51						
	inicato da		13(0)/20	indica il proprietario del WURSEL	3230431						
Faci	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto						
FdSI	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno						
	Affrankulta	Tests	leton	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito							
	Arritabilita	Testo	istaliza	2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	<u> </u>						
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_TU_L30_ 00247						
C	Classe Unità tecnologica	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per	5						
Generale	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di	5.1						
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche	5.1.4						
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.31.13.00						
	Titolo MasterFormat	Testo	Tipo	Counca testuare associata a codice masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Hydronic Supply						

			RACCORDO CO	NDOTTO			
				Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_RC		
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio		
	Livello	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 29_+123.83		
Vincoli	Host	Parametro Revit	Istanza	Definisce l'oggetto di mmodello che funge da host per l'oggetto in questione	L 29_+123.84		
	Offset	Lunghezza	Istanza	Definisce la distanza a cui è posizionato il baricentro dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	38.050		
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L30		
Contructions	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TUB		
Costruzione	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	MAF		
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L30.TUB.MAF.		
Dimensioni	Dimensioni	Lunghezze	Istanza	Identifica le dimensioni complessive dell'oggetto	900 mm x 400 mm - 400mm x 200 mm- 400mm x 300mm		
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di mandata		
Manageria	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Aria Mandata		
Meccanica	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	L29		
	Metodo di perdita	Parametro Revit	Istanza	Definisce la metodologia di calcolo termodinamico	Coefficiente da tabella ASHRAE		
Meccanico - Flusso	Caduta di pressione	Parametro Revit	Istanza	Indica il delta tra pressione iniziale in tubatura e finale	n.a.		
	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Aria_L29		
Dati identità	Modificato da	Parametro Revit	lstanza	Indica il proprietario del workset	s238451		
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto		
	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno		
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2		
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_RC_29_0016 7		
	lasse Unità tecnologic	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5		
Generale	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1		
	lasse Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4		
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.31.13.19		
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Metal Duct Fittings		

			RACCORDO TUB	AZIONE	1		
				Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_RT		
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio		
	Livello	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 29_+123.83		
Vincoli	Host	Parametro Revit	Istanza	Definisce l'oggetto di mmodello che funge da host per l'oggetto in questione	L 29_+123.84		
	Offset	Lunghezza	Istanza	Definisce la distanza a cui è posizionato il baricentro dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	3.400		
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L29		
Costruzione	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TUB		
Costruzione	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	CAC		
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L29.TUB.CAC.		
	Dimensione Contrassegno	Lunghezza	Istanza	-	21.6 mm		
	Raggio Nominale	Lunghezza	Istanza	Indica il raggio nominale del raccordo	25.0 mm		
	Diametro nominale	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro nominale del raccordo	50.0 mm		
Dimensioni	Diametro esterno raccordo	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro esterno del raccordo	54.0 mm		
	Da centro a estremità	Lunghezza	Istanza	-	39.7 mm		
	Angolo	Angolo	Istanza	Angolo di inclinazione del braccio di raccordo	90.00°		
	Dimensioni	Lunghezza	Istanza	Indica le dimensioni complessive del raccordo	50 mm- 50 mm- 50 mm		
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Mandata di sistema idronico		
Massanisa	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Mandata acqua Calda		
Meccanica	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Mandata Acqua Calda L29		
	Metodo di perdita	Parametro Revit	Istanza	Definisce la metodologia di calcolo termodinamico	Coefficiente da tabella ASHRAE		
Meccanico - Flusso	Caduta di pressione	Parametro Revit	Istanza	Indica il delta tra pressione iniziale in tubatura e finale	n.a.		
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Aria_L29		
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451		
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto		
	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno		
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2		
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_RT_29_0 0121		
	Classe Unità tecnologica	Testo	Tipo	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5		
Generale	Unità Tecnologica	Testo	Tipo	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1		
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4		
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.31.13.00		
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Hydronic Piping		

		TUBAZ	IONE FLESSIBILE		
				Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria	TRP_TO_HVAC_TF
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio
Vincoli	Livello di riferimento	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 30 +128.10
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WRS	130
			Istanza		
Costruzione	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TER
	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	CAM
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L30.TER.CAM.
Grafica	Motivo Flessibile	Testo	Istanza	-	Linea Singola
	Diametro Esterno	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro Esterno della tubazione flessibile	10.0 mm
Dimensioni	Diametro Interno	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro interno della tubazione flessibile	10.0 mm
	Lunghezza	Lunghezza	Istanza	Indica la Lunghezza della tubazione flessibile	3.80 m
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Ritorno di Sistema
	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Ritorno acqua
Massaria	Name Cistana	Development and Development	lataraa	Disease II News Cisteres	miscelata Ritorno acqua
Meccanica			Istanza		miscelata L30
	Diametro	Lunghezza	Istanza	Riporta il Diametro della sezione	10 mm
	Sezione	Parametro Revit	Istanza	-	1
	Flusso	Portata	Istanza		n.a.
	Fluso aggiuntivo	Portata	Istanza		n.a.
	Velocità	Velocità	Istanza	-	n.a.
	Frizione	zione Pressione / Lunghezza			n.a.
Meccanico - Flusso	Caduta di pressione	Pressione	Istanza	Riportano parametri relativi alla condizione di flusso del fluido termovettore aria	n.a.
	Numero di Reynolds	Numero	Istanza		n.a.
	Ruviditàrelativa	Parametro Revit	Istanza		n.a.
	Stato flusso	Parametro Revit	Istanza		n.a.
	Fattore di frizione	Parametro Revit	Istanza		n.a.
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Acqua_L30
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto
1 631	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3:	2
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Num ero progressivo	TRP_TO_MEC_TF_30_0 0274
Generale	Classe Unità tecnologica	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5
	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4
	Codice MasterFormat	Testo	Tipo	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.31.13.00
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Hydronic Piping

		COND	OTTO FLESSIBILE	1	Ι			
		Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_CF					
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio			
Vincoli	Livello di riferimento	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 30_+128.10			
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L30			
Costruzione	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TER			
	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	MAN			
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L30.TER.MAN.			
Grafica	Motivo Flessibile	Testo	Istanza	-	Linea Singola			
	Diametro	Lunghezza	Istanza	Indica il diametro nominale del condotto flessibile	100.00 mm			
Dimensione								
	Lunghezza	Lunghezza	Istanza	Lunghezza dlineare del condotto flessibile	1.130			
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di Mandata			
		Parametro Revit	Istanza		Aria di mandata Meccanca aria di			
Meccanica	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	mandata L30			
	Coefficiente di perdita	Parametro Revit	Istanza	Riporta il coefficiente di perdita di carico lineare	0.000			
	Diametro idraulico	Lunghezza	Istanza	Riporta il Diametro idraulico della sezione	10 mm			
	Sezione	Parametro Revit	Istanza	-	1			
	Flusso	Portata	Istanza		n.a.			
	Fluso aggiuntivo	Portata	Istanza		n.a.			
	Velocità	Velocità	Istanza	-	n.a.			
Meccanico - Flusso	Frizione	Pressione / Lunghezza	Istanza	Riportano parametri relativi alla condizione di flusso del fluido termovettore aria	n.a.			
	Caduta di pressione	Pressione	Istanza		n.a.			
	Numero di Reynolds	Numero	Istanza		n.a.			
	Pressione di velocità	Pressione	Istanza		n.a.			
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Aria_L30			
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451			
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto			
	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno			
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2			
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Num ero progressivo	TRP_TO_MEC_TF_30_0 0274			
	Classe Unità tecnologica	Testo	Tipo	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5			
Generale	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1			
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4			
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.33.46.00			
	Titolo MasterFormat	Testo	Tipo	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Flexible Duct			

		ATTREZZ	ATURA MECCANIO	CA	1		
			Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_AM			
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio		
	Livello	Livello	Istanza	Definisce il livello di associazione dell'oggetto	L 25_+106.75		
Vincoli	Host	Parametro Revit	Istanza	Definisce l'oggetto di mmodello che funge da host per l'oggetto in questione	L 25_+106.76		
	Offset	Lunghezza	Istanza	Definisce la distanza a cui è posizionato il baricentro dell'oggetto, a partire dal livello di riferimento	3.790		
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L25		
Costruziono	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	CAN		
Costi uzione	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	FAC		
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L25.CAN.FAC		
Testo	Codice esistente	Testo	Istanza	Indica il codice attribuito all'elemeto sulle tavole CAD	XC02-550Q		
	Altezza scatola di giunzione	Lunghezza	Istanza	-	200.00 mm		
	Larghezza scatola di giunzione	Lunghezza	Istanza	-	200.00 mm		
Dimensioni	Diametro Corpo Centrale	Lunghezza	Istanza	-	320.00 mm		
	Diametro Condotto	Lunghezza	Istanza	-	250.00 mm		
	Metà altezza Scatola	Lunghezza	Istanza	-	100.00 mm		
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di ritorno		
Meccanica	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Meccanca aria di ripresa facciata L30		
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Acqua_L30		
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451		
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto		
	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno		
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2		
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Num ero progressivo	TRP_TO_MEC_TF_30_00 274		
	Classe Unità tecnologica	Testo	Tipo	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5		
	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1		
Generale	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4		
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.33.46.00		
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Flexible Duct		
	Codice Padre Meccanico	Testo	Istanza	Riporta l'identificativo della sorgente meccanica al quale è collegato l'elemento	n.a.		
	Codice Padre Elettrico	Testo	Istanza	Riporta l'identificativo della sorgente Elettrica al quale è collegato l'elemento	n.a.		
Elettrico - Circuiti	Sorgente elettrica	Testo	Istanza	Riporta l'identificativo della sorgente elettrica al quale è collegato l'elemento	n.a.		

			ACCESSORIO TU	BAZIONE			
		2		Progetto_Edificio_Disciplina_ Categoria	TRP_TO_HVAC_AT		
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio		
	Negative Offset	Lunghezza	Istanza	-	0.010		
	Actual Offset	Lunghezza	Istanza		0.010		
Vincoli	Livello	Livello	Istanza	Indica il livello di associazione dell'oggetto	L24_+102.48		
	Host	Livello	Istanza	Indica l'oggetto che fnge da Host per l'elemento	Livello : L24_+102.49		
	Offset	Lunghezza	Istanza	Indica la distanza dell'oggetto dal livello di riferimento	3.700		
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L24		
	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TUB		
Costruzione	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	САМ		
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L24.TUB.CAM		
Grafica	Annotation Offset RL	-	Istanza	-	0.0000		
	Dimensioni	Lunghezza	Istanza	Definisce le dimensioni dell'oggetto	20.0 mm - 20.0 mm		
	Overall Width	Lunghezza	Tipo	-	0.0405		
	Overall Length	Lunghezza	Tipo	-	0.0507		
	Overall Heigth	Lunghezza	Tipo	-	0.0730		
Dimensioni	Outer Radius	Lunghezza	Tipo		0.0100		
	Nominal Radius	Lunghezza	Тіро		0.0100		
	Nominal Diameter	Lunghezza	Тіро		0.200		
	Maximum Flow Rate	Portata	Tipo	indicazioni di flusso	1.94 L/s		
	Minimum working Temperature	Temperatura	Тіро	Indicazione di Temperatura	5.00°C		
	Minimum pressure for check valve opening	Pressione	Тіро	Indicazione di pressione minima di funzionamento	2000.00 Pa		
Idraulica	Maximum Working pressure	Pressione	Тіро	Indicazione di pressione massima di funzionamento	16000000.00 Pa		
	Kv	Portata	Тіро	Indica la portata	1.94 L/s		
	Connection Type	Parametro Revit	Тіро		Gas ISO 228/1		
	Connection Size	Parametro Revit	Tipo		3/4"		
	Application fluids	Materiale	Tipo		Water		
	Pressure Drop	Pressione	Istanza	Descrive il salto di pressione che si verifica all'interno del dispositivo	1000458 Pa		
	Flow	Portata	Istanza	Indica la portata di distribuzione	1.94 L/s		
Meccanica	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Mandata di sistema idronico		
	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Mandata acqua miscelata		
	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Mandata Acqua Calda L24		
	Metodo di perdita	Parametro Revit	Istanza	Definisce la metodologia di calcolo termodinamico	Utilizza definiszione su tipo		
Meccanico - Flusso	Caduta di pressione	Pressione	Istanza	-	n.a.		
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Acqua_L24		
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451		
Fasi	Fase di creazione Fase di demolizione	Parametro Revit Parametro Revit	Istanza Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Stato di progetto Nessuno		
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2		
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_TF_L30_00274		
Generale	Classe Unità tecnologica	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5		
	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290 Classe di prodotti che asselvano a funzioni proprio di uno e atta	5.1		
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Tipo	classi tecnologiche UNI8290	5.1.4		
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	29.09.13.00		
	Titolo MasterFormat	Testo	Tipo	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Instrumentation and Control Devices for HVAC		

			BOCCHETTA		1				
	666666	0.G 0.G		Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria	TRP_TO_HVAC_BO				
Gruppo di parametri	Parametro	Tipologia di parametro	Tipo o Istanza	Descrizione Parametro	Esempio				
	Offset	Lunghezza	Istanza	Indica la distanza dell'oggetto dal livello di riferimento	3.700				
Vincoli	Piano di lavoro	-	Istanza	-	n.a.				
	(WBS) Livello	Testo	Istanza	Primo livello di codifica WBS	L26				
Costruzione	(WBS) Classificazione	Testo	Istanza	Secondo livello di codifica WBS	TER				
	(WBS) Sistema	Testo	Istanza	Terzo livello di codifica WBS	MAN				
	Codice WBS	Testo	Istanza	Identifica la fase di costruzione di appartenenza	L26.TER.MAN				
Dimensioni	Dimensioni	Lunghezza	Istanza	Definisce le dimensioni dell'oggetto	20.0 mm - 20.0 mm				
	Classificazione sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta la Classificazione sistema	Aria di Mandata				
Meccanica	Tipo di sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Tipo di sistema	Aria Mandata				
	Nome Sistema	Parametro Revit	Istanza	Riporta il Nome Sistema	Meccanica aria mandata L26				
Dati identità	Workset	Parametro Revit	Istanza	Descrive il workset di appartenenza dell'elemento	MEP_HVAC_Acqua_L24				
	Modificato da	Parametro Revit	Istanza	Indica il proprietario del workset	s238451				
Fasi	Fase di creazione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di creazione dell'elemento	Stato di progetto				
	Fase di demolizione	Parametro Revit	Istanza	Indica la Fase di demolizione dell'elemento	Nessuno				
	Affidabilità	Testo	Istanza	Classe di affidabilità di un istanza modellata: 1: misure in sito 2: misure da DWG 3: nessuna indicazione	2				
	Identificativo	Testo	Istanza	Codice identificativo univoco di ogni singola istanza Progetto_Edificio_Disciplina_Categoria_Livello_Numero progressivo	TRP_TO_MEC_BO_L26_ 00099				
	Classe Unità tecnologica	Testo	Тіро	Classe di elementi funzionali omogenei, raggruppati per funzione prevalente, per continuità fisica e funzionale UNI8290	5				
Generale	Unità Tecnologica	Testo	Тіро	Insieme di elementi tecnici che rappresentano funzioni finalizzate al soddisfacimento di esigenze dell'utenza UNI 8290	5.1				
	Classe Elemento Tecnico	Testo	Тіро	Classe di prodotti che assolvono a funzioni proprie di una o più classi tecnologiche UNI8290	5.1.4				
	Codice MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica numerica per elementi funzionali definita da CSI	23.37.13.00				
	Titolo MasterFormat	Testo	Тіро	Codifica testuale associata a codice Masterformat per elementi funzionali definita da CSI	Diffusers, Register, and Grilles				
Altro	Livello Abaco	Testo	Istanza	Riporta lil livello indicato nell'abaco di bocchettoni L26_+11					

### Allegato Cronoprogramma delle lavorazioni

Viene riportato di seguito il cronoprogramma delle lavorazioni relativo alla messa in opera degli impianti HVAC. Le voci di cronoprogramma sono indicizzate secondo codifica WBS. Si può osservare come i colori delle barre sul diagramma di Gantt siano di colori diversi, colori che si riferiscono alle squadre di lavoratori designate al completamento dell'attività. Si è scelto di dividere il diagramma in 5 sezioni che comprendessero l'intera evoluzione temporale delle attività presenti sul foglio in modo da creare uno strumento utile alla visualizzazione e discussione sulla tecnica costruttiva ipotizzata. A sinistra vengono presentate in forma tabellare la sequenza delle attività e le relative informazioni presenti sia sul file Excel di controllo che nel software gestionale MS Project. La sezione di destra ospita la rappresentazione grafica del diagramma di Gantt dove si possono osservare le relazioni tra le attività e le corrispondenze temporali di attività contemporanee.

ID	Moda	Nome attività	Durata	Inizio	Fine	Predecessori	
	attivit	è					apr 19 mag 19 giu 19 lug 19 ago 19 set 19 ott 19 nov 19 dic 19 gen 20 feb 20
1	-		26 h	01/04/10 00:00	04/04/19 11:00		25 01 08 15 22 29 06 13 20 27 03 10 17 24 01 08 15 22 29 05 12 19 26 02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18 25 02 09 16 23 30 06 13 20 27 03 10 17 Squadra 1
2	- 🚄		2011 8 h	01/04/19 09:00	04/04/19 11:00	1	Squadra 1
2	- 🔦		2 h	04/04/19 11:00	05/04/19 11:00	2	Squadra 1
4	- 🔍		17 h	05/04/19 15:00	09/04/19 15:00	2	Squadra 1
5	- 🔦		1/11 1 b	09/04/19 15:00	09/04/19 10:00	3 A	Squadra 1
6	- 🔦		17 h	03/04/13 10:00	03/04/19 17:00	4	Squadra 2
7	- 🚄		17 H	01/04/19 09:00	08/04/19 10:00	6	Squadra 2
8	-		25 H	08/04/19 11:00	00/04/19 11:00	7	Squadra 2
9	- 🔍		16 h	08/04/19 11:00	11/04/19 12:00	2 8	Squadra 2
10			10 h	01/04/19 12:00	08/04/19 16:00	111	Squadra 3
11			40 h	01/04/19 05:00	10/04/19 18:00	10	Squadra 3
12			33 h	22/04/19 00:00	26/04/19 10:00	11	Squadra 3
13			31 h	26/04/19 10:00	01/05/19 18:00	12	Squadra 3
14		L21.TER.TOB.	35 h	08/04/19 17:00	15/04/19 11:00	15	Squadra 4
15			21 h	08/04/19 17:00	08/04/19 17:00	1	Squadra 4
16			21 h	15/04/19 11:00	22/04/19 18:00	14	Squadra 4
17		L21.TER.RAD.	40 h	23/04/19 09:00	03/05/19 15:00	16	Squadra 4
18			25 h	09/04/19 17:00	12/04/19 18:00	5	Squadra 1
10			25 H	15/04/19 17:00	15/04/19 18:00	18	Squadra 1
20		L22.CAN.ESI.	3 h	16/04/19 09:00	16/04/19 12:00	19	Squadra 1
21			17 h	16/04/19 12:00	18/04/19 13:00	20	Souadra 1
22			1 h	18/04/19 14:00	18/04/19 15:00	20	Squadra 1
23		122.CAN.MAC.	17 h	11/04/19 12:00	15/04/19 13:00	9	Squadra 2
24		122.TUB CAF	25 h	15/04/19 14:00	18/04/19 15:00	23	Squadra 2
25		122 TUB CAM	9 h	18/04/19 15:00	19/04/19 16:00	24	Squadra 2
26	· ·	122 TUB CAR	16 h	19/04/19 16:00	23/04/19 16:00	25	Squadra 2
27	· 🚡	122 TFR VNT	46 h	02/05/19 09:00	09/05/19 16:00	13	Squadra 3
28	3	122 TER BOC	74 h	09/05/19 16:00	22/05/19 18:00	27	Squadra 3
29	)	122 TER UTA	33 h	23/05/19 09:00	29/05/19 10:00	28	Squadra 3
30	)	122.TER.TUB.	31 h	29/05/19 10:00	03/06/19 18:00	29	Squadra 3
31		122.TER.CAN	35 h	08/05/19 11:00	14/05/19 15:00	32	Squadra 4
32		L22.TER.MAN.	21 h	03/05/19 15:00	08/05/19 11:00	17	Squadra 4
33	*	L22.TER.RAD.	46 h	14/05/19 15:00	22/05/19 12:00	31	Squadra 4
34	*	L22.TER.CAM.	69 h	22/05/19 12:00	03/06/19 18:00	33	Squadra 4
35	*	L23.CAN.MAN.	25 h	18/04/19 15:00	23/04/19 16:00	22	Squadra 1
36	;	L23.CAN.ESF.	8 h	23/04/19 16:00	24/04/19 16:00	35	T Squadra 1
37	*	L23.CAN.ESW.	3 h	24/04/19 16:00	25/04/19 10:00	36	🔀 Squadra 1
38	*	L23.CAN.FAC.	17 h	25/04/19 10:00	29/04/19 11:00	37	Squadra 1
39	) 🖈	L23.CAN.MAC.	1 h	29/04/19 11:00	29/04/19 12:00	38	r ↓ Squadra 1
40	) 🖈	L23.TUB.CAC.	17 h	23/04/19 16:00	25/04/19 17:00	26	👗 Squadra 2
41	*	L23.TUB.CAF.	25 h	25/04/19 17:00	30/04/19 18:00	40	Squadra 2
42	*	L23.TUB.CAM.	9 h	01/05/19 09:00	02/05/19 10:00	41	👔 Squadra 2
43	*	L23.TUB.CAR.	16 h	02/05/19 10:00	06/05/19 10:00	42	Squadra 2
		1					



ID	Moda	al Nome attività	Durata	Inizio	Fine	Predecessori												
	attivit	ič					25	apr 01	19 08	15	22	mag 29	19 06	13	20	giu 27	19 03	10
44	*	L23.TER.VNT.	46 h	04/06/19 09:00	11/06/19 16:00	30												Squ
45	*	L23.TER.BOC.	74 h	11/06/19 16:00	24/06/19 18:00	44												
46	*	L23.TER.UTA.	33 h	25/06/19 09:00	01/07/19 10:00	45												
47	*	L23.TER.TUB.	31 h	01/07/19 10:00	04/07/19 18:00	46												
48	*	L23.TER.CAN.	35 h	06/06/19 15:00	12/06/19 18:00	49												S S
49	*	L23.TER.MAN.	21 h	04/06/19 09:00	06/06/19 15:00	34										ì	S	quad
50	*	L23.TER.RAD.	46 h	13/06/19 09:00	20/06/19 16:00	48												Ť.
51	*	L23.TER.CAM.	69 h	20/06/19 16:00	03/07/19 12:00	50												
52	*	L24.CAN.MAN.	22 h	29/04/19 12:00	02/05/19 10:00	39					Í	📥 S	quad	ra 1				
53	*	L24.CAN.ESF.	5 h	02/05/19 10:00	02/05/19 16:00	52						S	quad	lra 1				
54	*	L24.CAN.ESW.	3 h	02/05/19 16:00	03/05/19 10:00	53						ाँ १	Squa	dra 1				
55	*	L24.CAN.FAC.	17 h	03/05/19 10:00	07/05/19 11:00	54							Sq	luadra	n 1			
56	*	L24.CAN.MAC.	1 h	07/05/19 11:00	07/05/19 12:00	55							Sq	Juadra	n 1			
57	*	L24.TUB.CAC.	16 h	06/05/19 10:00	08/05/19 10:00	43						I	📩 S	quadr	a 2			
58	*	L24.TUB.CAF.	25 h	08/05/19 10:00	13/05/19 11:00	57								🖌 Squ	uadra 2	2		
59	*	L24.TUB.CAM.	9 h	13/05/19 11:00	14/05/19 12:00	58								👗 Sq	uadra	2		
60	*	L24.TUB.CAR.	16 h	14/05/19 12:00	16/05/19 12:00	59								👗 S	quadr	a 2		
61	*	L24.TER.VNT.	46 h	05/07/19 09:00	12/07/19 16:00	47												
62	*	L24.TER.BOC.	74 h	12/07/19 16:00	25/07/19 18:00	61												
63	*	L24.TER.UTA.	22 h	26/07/19 09:00	30/07/19 16:00	62												
64	*	L24.TER.TUB.	30 h	30/07/19 16:00	05/08/19 13:00	63												
65	*	L24.TER.CAN.	29 h	05/07/19 14:00	11/07/19 10:00	66												
66	*	L24.TER.MAN.	17 h	03/07/19 12:00	05/07/19 13:00	51												
67	*	L24.TER.RAD.	46 h	11/07/19 10:00	18/07/19 17:00	65												
68	*	L24.TER.CAM.	69 h	18/07/19 17:00	31/07/19 13:00	67												
69	*	L25.CAN.MAN.	25 h	07/05/19 12:00	10/05/19 13:00	56							Ľь.	Squad	dra 1			
70	*	L25.CAN.ESF.	6 h	10/05/19 14:00	13/05/19 11:00	69								🔥 Squ	uadra 1	1		
71	*	L25.CAN.ESW.	3 h	13/05/19 11:00	13/05/19 15:00	70								Squ	uadra 1	1		
72	*	L25.CAN.FAC.	16 h	13/05/19 15:00	15/05/19 15:00	71								📩 Se	quadra	a 1		
73	*	L25.CAN.MAC.	1 h	15/05/19 15:00	15/05/19 16:00	72								s 💦	quadra	a 1		
74	*	L25.TUB.CAC.	17 h	16/05/19 12:00	20/05/19 13:00	60								- <b>Ľ</b>	ի Squa	adra 2	2	
75	*	L25.TUB.CAF.	26 h	20/05/19 14:00	23/05/19 16:00	74								j	📥 So	quadra	a 2	
76	*	L25.TUB.CAM.	9 h	23/05/19 16:00	24/05/19 17:00	75									🔥 👖 S	quad	ra 2	
77	*	L25.TUB.CAR.	16 h	24/05/19 17:00	28/05/19 17:00	76										n Squ	adra	2
78	*	L25.TER.VNT.	42 h	05/08/19 14:00	12/08/19 16:00	64												
79	*	L25.TER.BOC.	64 h	12/08/19 16:00	22/08/19 16:00	78												
80	*	L25.TER.UTA.	45 h	22/08/19 16:00	30/08/19 12:00	79												
81	*	L25.TER.TUB.	30 h	30/08/19 12:00	05/09/19 10:00	80												
82	*	L25.TER.CAN.	29 h	05/08/19 09:00	08/08/19 15:00	83												
83	*	L25.TER.MAN.	20 h	31/07/19 14:00	02/08/19 18:00	68												
84	*	L25.TER.RAD.	46 h	08/08/19 15:00	16/08/19 12:00	82												
85	*	L25.TER.CAM.	68 h	16/08/19 12:00	28/08/19 17:00	84												
86	*	L26.CAN.MAN.	34 h	15/05/19 16:00	21/05/19 18:00	73									Squ	uadra	1	



				Predecessori	Fine	Inizio	Durata	al Nome attività	Moda	D
mag 19 giu 19	19 08 15 2	apr 7	25					ić	attivit	
<b>Squadra 1</b>			25	86	23/05/19 10:00	22/05/19 09:00	9 h	L26.CAN.ESF.	*	87
🔽 Squadra 1				87	23/05/19 13:00	23/05/19 10:00	3 h	L26.CAN.ESW.	*	88
Squadra 1				88	27/05/19 13:00	23/05/19 14:00	16 h	L26.CAN.FAC.	*	89
🖍 Squadra 1				89	27/05/19 15:00	27/05/19 14:00	1 h	L26.CAN.MAC.	*	90
🎽 Squadra 2				77	31/05/19 13:00	28/05/19 17:00	21 h	L26.TUB.CAC.	*	91
Squadr				91	06/06/19 15:00	31/05/19 14:00	33 h	L26.TUB.CAF.	*	92
👖 Squad				92	07/06/19 15:00	06/06/19 15:00	8 h	L26.TUB.CAM.	*	93
📩 Squ				93	11/06/19 15:00	07/06/19 15:00	16 h	L26.TUB.CAR.	*	94
				81	13/09/19 15:00	05/09/19 10:00	52 h	L26.TER.VNT.	*	95
				95	25/09/19 10:00	13/09/19 15:00	60 h	L26.TER.BOC.	*	96
				96	07/10/19 13:00	25/09/19 10:00	67 h	L26.TER.UTA.	*	97
				97	14/10/19 12:00	07/10/19 14:00	39 h	L26.TER.TUB.	*	98
				100	06/09/19 15:00	03/09/19 09:00	29 h	L26.TER.CAN.	*	99
				85	02/09/19 18:00	28/08/19 17:00	25 h	L26.TER.MAN.	*	100
				99	13/09/19 11:00	06/09/19 15:00	37 h	L26.TER.RAD.	*	101
				101	24/09/19 10:00	13/09/19 11:00	55 h	L26.TER.CAM.	*	102
🎽 Squadra 1				90	31/05/19 11:00	27/05/19 15:00	29 h	L27.CAN.MAN.	*	103
🎽 Squadra 1				103	03/06/19 12:00	31/05/19 11:00	9 h	L27.CAN.ESF.	*	104
🏲 Squadra 1				104	03/06/19 16:00	03/06/19 12:00	3 h	L27.CAN.ESW.	*	105
📩 Squadra				105	05/06/19 17:00	03/06/19 16:00	17 h	L27.CAN.FAC.	*	106
👗 Squadra				106	05/06/19 18:00	05/06/19 17:00	1 h	L27.CAN.MAC.	*	107
📕 S				94	14/06/19 11:00	11/06/19 15:00	21 h	L27.TUB.CAC.	*	108
				108	19/06/19 18:00	14/06/19 11:00	30 h	L27.TUB.CAF.	*	109
				109	21/06/19 11:00	20/06/19 09:00	10 h	L27.TUB.CAM.	*	110
				110	25/06/19 12:00	21/06/19 11:00	17 h	L27.TUB.CAR.	*	111
				98	21/10/19 12:00	14/10/19 12:00	40 h	L27.TER.VNT.	*	112
				112	30/10/19 17:00	21/10/19 12:00	60 h	L27.TER.BOC.	*	113
				113	12/11/19 11:00	30/10/19 17:00	67 h	L27.TER.UTA.	*	114
				114	18/11/19 10:00	12/11/19 11:00	31 h	L27.TER.TUB.	*	115
				117	03/10/19 15:00	27/09/19 11:00	35 h	L27.TER.CAN.	*	116
				102	27/09/19 11:00	24/09/19 10:00	25 h	L27.TER.MAN.	*	117
				116	11/10/19 12:00	03/10/19 15:00	46 h	L27.TER.RAD.	*	118
				118	23/10/19 18:00	11/10/19 12:00	69 h	L27.TER.CAM.	*	119
ing Squ				107	11/06/19 17:00	06/06/19 09:00	31 h	L28.CAN.MAN.	*	120
👔 Sq				120	12/06/19 18:00	11/06/19 17:00	9 h	L28.CAN.ESF.	*	121
r So				121	13/06/19 12:00	13/06/19 09:00	3 h	L28.CAN.ESW.	*	122
i i i i i i i i i i i i i i i i i i i				122	17/06/19 13:00	13/06/19 12:00	17 h	L28.CAN.FAC.	*	123
Ē			1	123	17/06/19 15:00	17/06/19 14:00	1 h	L28.CAN.MAC.	*	124
				111	27/06/19 18:00	25/06/19 12:00	21 h	L28.TUB.CAC.	*	125
			1	125	03/07/19 17:00	28/06/19 09:00	31 h	L28.TUB.CAF.	*	126
			1	126	05/07/19 10:00	03/07/19 17:00	10 h	L28.TUB.CAM.	*	127
				127	09/07/19 10:00	05/07/19 10:00	16 h	L28.TUB.CAR.	*	128
				115	25/11/19 10:00	18/11/19 10:00	40 h	L28.TER.VNT.	*	129



ID	Modal	Nome attività	Durata	Inizio	Fine	Predecessori												
	attività							apr	19			mag	) 19 		<b>a</b> a	g	iu 19	
130	*	128.TER.BOC	60 h	25/11/19 10:00	04/12/19 15:00	129	25	01	08	15	22	29	06	13	20	27	03	10
131	*	128.TFR.UTA	67 h	04/12/19 15:00	16/12/19 18:00	130												
132	*	128.TER.TUB.	31 h	17/12/19 09:00	20/12/19 17:00	131												
133		128.TER.CAN	35 h	29/10/19 10:00	04/11/19 13:00	134												
134		128 TER MAN	25 h	24/10/19 09:00	29/10/19 10:00	119												
135		128.TER.RAD.	46 h	04/11/19 14:00	12/11/19 11:00	133												
136	*	L28.TER.CAM.	69 h	12/11/19 11:00	22/11/19 17:00	135												
137	*	L29.CAN.MAN.	32 h	17/06/19 15:00	21/06/19 15:00	124												
138	*	L29.CAN.ESF.	9 h	21/06/19 15:00	24/06/19 16:00	137												
139	*	L29.CAN.ESW.	3 h	24/06/19 16:00	25/06/19 10:00	138												
140	*	L29.CAN.FAC.	17 h	25/06/19 10:00	27/06/19 11:00	139												
141	*	L29.CAN.MAC.	1 h	27/06/19 11:00	27/06/19 12:00	140	-											
142	*	L29.TUB.CAC.	21 h	09/07/19 10:00	11/07/19 16:00	128												
143	*	L29.TUB.CAF.	32 h	11/07/19 16:00	17/07/19 16:00	142												
144	*	L29.TUB.CAM.	10 h	17/07/19 16:00	18/07/19 18:00	143												
145	*	L29.TUB.CAR.	15 h	19/07/19 09:00	22/07/19 17:00	144												
146	*	L29.TER.VNT.	40 h	20/12/19 17:00	27/12/19 17:00	132												
147	*	L29.TER.BOC.	60 h	27/12/19 17:00	08/01/20 12:00	146												
148	*	L29.TER.UTA.	78 h	08/01/20 12:00	22/01/20 10:00	147												
149	*	L29.TER.TUB.	33 h	22/01/20 10:00	28/01/20 11:00	148												
150	*	L29.TER.CAN.	35 h	28/11/19 11:00	04/12/19 15:00	151												
151	*	L29.TER.MAN.	27 h	22/11/19 17:00	28/11/19 11:00	136												
152	*	L29.TER.RAD.	46 h	04/12/19 15:00	12/12/19 12:00	150												
153	*	L29.TER.CAM.	69 h	12/12/19 12:00	24/12/19 18:00	152												
154	*	L30.CAN.MAN.	25 h	27/06/19 12:00	02/07/19 13:00	141												
155	*	L30.CAN.ESF.	8 h	02/07/19 14:00	03/07/19 13:00	154												
156	*	L30.CAN.ESW.	3 h	03/07/19 14:00	03/07/19 17:00	155												
157	*	L30.CAN.FAC.	17 h	03/07/19 17:00	05/07/19 18:00	156												
158	*	L30.CAN.MAC.	1 h	08/07/19 09:00	08/07/19 10:00	157												
159	*	L30.TUB.CAC.	18 h	22/07/19 17:00	25/07/19 10:00	145												
160	*	L30.TUB.CAF.	26 h	25/07/19 10:00	30/07/19 12:00	159												
161	*	L30.TUB.CAM.	9 h	30/07/19 12:00	31/07/19 13:00	160												
162	*	L30.TUB.CAR.	16 h	31/07/19 14:00	02/08/19 13:00	161												
163	*	L30.TER.VNT.	46 h	28/01/20 11:00	04/02/20 18:00	149												
164	*	L30.TER.BOC.	74 h	05/02/20 09:00	18/02/20 11:00	163												
165	*	L30.TER.UTA.	33 h	18/02/20 11:00	24/02/20 12:00	164												
166	*	L30.TER.TUB.	31 h	24/02/20 12:00	28/02/20 11:00	165												
167	*	L30.TER.CAN.	35 h	27/12/19 15:00	02/01/20 18:00	168												
168	*	L30.TER.MAN.	21 h	25/12/19 09:00	27/12/19 15:00	153												
169	*	L30.TER.RAD.	46 h	03/01/20 09:00	10/01/20 16:00	167												
170	*	L30.TER.CAM.	69 h	10/01/20 16:00	23/01/20 12:00	169												
171	*	L21.COL.MAN.	14 h	04/04/19 11:00	05/04/19 18:00	1			Squa	adra 5								
172	*	L21.COL.ESF.	28 h	08/04/19 09:00	11/04/19 13:00	171				Squad	dra 5							



ID Moda	Nome attività	Durata	Inizio	Fine	Predecessori	
attivit	Ê					apr 19 mag 19 giu 19 lug 19 ago 19 set 19 ott 19 nov 19 dic 19 gen 20 feb 20
173 🔶		8 h	11/04/19 14.00	12/04/19 13:00	172	5 01 08 15 22 29 06 13 20 27 03 10 17 24 01 08 15 22 29 05 12 19 26 02 09 16 23 30 07 14 21 28 04 11 18 25 02 09 16 23 30 06 13 20 27 03 10 17 Squadra 5
174		8 h	12/04/19 14:00	15/04/19 13:00	172	Squadra 5
175		15 h	15/04/19 14:00	17/04/19 12:00	174	Squadra 5
176		4 h	17/04/19 12:00	17/04/19 17:00	175	Squadra 5
177	122 COL ESW	9 h	17/04/19 17:00	18/04/19 18:00	176	Squadra 5
178		8 h	19/04/19 09:00	19/04/19 18:00	177	Squadra 5
179 🖈	L23.COL.MAN.	15 h	22/04/19 09:00	23/04/19 17:00	178	Squadra 5
180 🖈	L23.COL.ESF.	4 h	23/04/19 17:00	24/04/19 12:00	179	Squadra 5
181 📌	L23.COL.ESW.	9 h	24/04/19 12:00	25/04/19 13:00	180	🔀 Squadra 5
182 📌	L23.COL.FAC.	8 h	25/04/19 14:00	26/04/19 13:00	181	🔀 Squadra 5
183 📌	L24.COL.MAN.	17 h	26/04/19 14:00	30/04/19 15:00	182	Squadra 5
184 📌	L24.COL.ESF.	4 h	30/04/19 15:00	01/05/19 10:00	183	💦 Squadra 5
185 📌	L24.COL.ESW.	9 h	01/05/19 10:00	02/05/19 11:00	184	👗 Squadra 5
186 📌	L24.COL.FAC.	8 h	02/05/19 11:00	03/05/19 11:00	185	🔀 Squadra 5
187 📌	L25.COL.MAN.	16 h	03/05/19 11:00	07/05/19 11:00	186	Squadra 5
188 📌	L25.COL.ESF.	4 h	07/05/19 11:00	07/05/19 16:00	187	Squadra 5
189 📌	L25.COL.ESW.	9 h	07/05/19 16:00	08/05/19 17:00	188	👔 Squadra 5
190 📌	L25.COL.FAC.	8 h	08/05/19 17:00	09/05/19 17:00	189	👔 Squadra 5
191 📌	L26.COL.MAN.	12 h	09/05/19 17:00	13/05/19 12:00	190	Squadra 5
192 📌	L26.COL.ESF.	4 h	13/05/19 12:00	13/05/19 17:00	191	Squadra 5
193 📌	L26.COL.ESW.	10 h	13/05/19 17:00	15/05/19 10:00	192	🥇 Squadra 5
194 📌	L26.COL.FAC.	8 h	15/05/19 10:00	16/05/19 10:00	193	Squadra 5
195 📌	L27.COL.MAN.	16 h	16/05/19 10:00	20/05/19 10:00	194	Squadra 5
196 📌	L27.COL.ESF.	4 h	20/05/19 10:00	20/05/19 15:00	195	Squadra 5
197 📌	L27.COL.ESW.	10 h	20/05/19 15:00	21/05/19 17:00	196	Squadra 5
198 📌	L27.COL.FAC.	7 h	21/05/19 17:00	22/05/19 16:00	197	Squadra 5
199 📌	L28.COL.MAN.	17 h	22/05/19 16:00	24/05/19 17:00	198	Squadra 5
200 📌	L28.COL.ESF.	4 h	24/05/19 17:00	27/05/19 12:00	199	Squadra 5
201 📌	L28.COL.ESW.	10 h	27/05/19 12:00	28/05/19 15:00	200	
202 📌	L28.COL.FAC.	7 h	28/05/19 15:00	29/05/19 13:00	201	Squadra 5
203 🖈	L29.COL.MAN.	17 h	29/05/19 14:00	31/05/19 15:00	202	
204 📌	L29.COL.ESF.	4 h	31/05/19 15:00	03/06/19 10:00	203	
205	L29.COL.ESW.	10 h	03/06/19 10:00	04/06/19 12:00	204	
206	L29.COL.FAC.	7 h	04/06/19 12:00	05/06/19 11:00	205	Squadra 5
207	L30.COL.MAN.	20 h	05/06/19 11:00	0//06/19 16:00	206	
208	L30.COL.ESF.	5 h	0//06/19 16:00	10/06/19 12:00	207	Squadra 5
209	L3U.CUL.ESW.	11 h	10/06/19 12:00	11/06/19 16:00	208	
210 🔭	L3U.COL.FAC.	/ n	11/06/19 16:00	12/06/19 15:00	209	



### Allegato Excel di controllo

Viene riportato di seguito un estratto integrale del file Excel utilizzato per il controllo del processo di simulazione di Construction Management. Il file in questione contiene informazioni riguardanti la codifica WBS attribuita ad ogni attività prevista e ai corrispondenti oggetti di modello. A lato vengono riportate le voci che vanno inserite a capitolato al fine di evitare disaccordi tra impresa esecutrice e impresa appaltante. Le descrizioni forniscono informazioni relative al risultato atteso e indicano tutti i componenti che obbligatoriamente ci si aspetta di avere a fine delle operazioni di montaggio. La colonna di computo rappresenta il collegamento con il modello Revit. Questa colonna è stata integralmente compilata da Dynamo Revit, è una colonna che non va spostata in quanto numero di riga e colonna e foglio di appartenenza compaiono come dati di input all'interno degli algoritmi definiti per il computo delle quantità. La sezione seguente rappresenta il collegamento tra il file Excel e il cronoprogramma delle lavorazioni eseguito su MS Project. Le colonne di questa sezione riportano tutti i dati utili al trattamento e produzione del cronoprogramma delle lavorazioni. Sono contenuti al suo interno le informazioni riguardanti la squadra preposta ad una certa attività e il numero di uomini che la compongono, le ore uomo che si impiegano e la durata complessiva della lavorazione. È importante notare come in questa sezione le ore uomo siano legate alle quantità calcolate da Dynamo ma anche al numero di uomini inseriti come input. La sezione, così descritta, si presta ad essere uno strumento per il professionista che andando a modificare numero di uomini o squadra designata vedrà la sua durata variare di conseguenza. I dati, a modifica avvenuta, possono poi essere esportati con comandi di copia/incolla all'interno del programma MS Project ed essere usati per la produzione del diagramma di Gantt e della simulazione 4D. L'ultima colonna è dedicata appunto a questo, ad avere informazioni di ritorno dal programma di gestione MS Project. La colonna Predecessori indica infatti le relazioni di vincolo tra un'attività e un'altra all'interno del software di gestione.

Prime Livelic         Security of Livelic Livelic Livelic Confrict Livelic C	ata Predecessori
D1.CMMAM       D1.1       CM       MM       Relazance rete arealical manoral controls (DT/ST/_)       MH       MH       Relazance rete arealical manoral controls (DT/ST/_)       MH       M	6 1
L1 Lollay       11       CM       MA       Relations enter stanular statung notions alton statung enterions	3   1
11 ANMAC1210.4N <t< td=""><td></td></t<>	
L1 CH VMC       121       OVM       00000       Beliazation et es analysis digrad manon/(antiols [Tr[37]]       (1)	7 3
12.11 WLGAC       12.1       11.8       Kes       6.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0	4
D1.1 BG.AF.       D1.1       D1.4       D1.4 <td>1 111</td>	1 111
11 The Carl 11 The Carl 12 The With 12 The With <b< td=""><td>5 6</td></b<>	5 6
11.11 mm121TRMIPositonamento Ventil ConvettoriPositonamento Vent	6 8
L1.TR BOC.       12.1       TR.N.       BOC.       Realization stack of urbans second probabili       Convertisity is accessing in grand intercettation, controllo, manora, regulation       32.0       ddd       Squadra 3       3       22.1         L1.TR TUB.       12.1       TR.N.       TR.N.       TR.N.       TR.N.       TR.N.       Squadra 3       S	5 1II
L21 TRE UTAL21FR.UTAP. 0 di UTA, a seioni componibiliComplete di lognani di dispani e dispositivi di intercettazione/controllo/sonde sensori e valvalame servazionati.3.0 cadNormaNorma100L21 TRE CAN.L21FR.CAN.F.0.0 terminale aeraulco di riversa/estrazione. completo degli accessori regolamentari (errande di taratur/equalizzazione dela portazi)64.0 cad64.0 cad <td>4 10</td>	4 10
Link Nob.Link	3 11
12.1 FR. MAN.12.1TER.MAN.Realizzatione collegament jacuality terminality eventiation, complete della connessione in flessibile e raccordi vari1500 cd980 cd980 cd980 cd1600	5 15
L21.TER.AD.L21.TER.AD.F.p.0. dot icruit/radiant inextestule pos in oper del contrestule pos in many activity in tradimi in terestulo del del del many activity in tradimi in terestulo del del del many activity in tradimi in terestulo del	1 1
L21. TER.       CAM.       Collegamento collettor/(ircuit radiant in flessible)       206         L22.CAN.MAM.       L22.       CAN.       MAN.       Realizzatione rete arraulica sistem protezione ativa antincendio [Str/ST/]       142.7 mg       142	õ 14
122. CAN.       CAN.       MAN.       Realizzation erete aeralica di mandata completa degli organi di manova/controllo (STF/ST/)       142./I.M.	16
Liz Liz Liz Liz Liz Lix Liz Liz Lix Liz Lix Liz Lix <b< td=""><td>2 19</td></b<>	2 19
122. CAN. FAC.       122. CAN.       FAC.       Realizzazione rete aeraulica PAE da facciata ventilata completa degli organi di manova/controllo (STF/ST/)       97. mq       10. 2         122. CAN.MAC.       122. CAN.       CAN.       NAC.       Realizzazione rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manova/controllo (STF/ST/)       3.9 mq       10. 2	19
122.0.MAC.       12.2       CAN.       MAC       Realizazione rete aerulica di ripresa completa degli organi di manova/controllo (5T/5T/)       3,9 md       3,9 md       10       2         122.10B.CAC.       12.0       TUB.       CAC       F,0.0 rete principale (M/R) Aqua Refrigerata Tecnologica du so riferscamento completa degli organi di intercettazione, controllo, manova, regolazione       1076.1 kg       55.0 kg       2.0       5       3       3       3       10 <td>7 20</td>	7 20
L22. UB.CAC.       L22.       TUB.       CAC       F.p.0. rete principale (M/R) Acqua Calda Tecnologica d uso riscadamento completa degi argini di manovia/controllo/regolazione       1076,1 kg       Squadra 2       5         L22. TUB.CAF.       L22.       TUB.       CAE.       F.p.0. rete principale (M/R) Acqua Calda Tecnologica d uso riscadamento completa degi argini di manovia/controllo/regolazione       1557,0 kg       Squadra 2       2       50         L22. TUB.CAM.       L22.       TUB.       CAM.       F.p.0. rete principale (M/R) Acqua Calda Tecnologica d uso riscadamento completa di organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione e dei collettori di terminale       1557,8 kg       Squadra 2       2       32         L22. TUB.CAM.       L22.       TER.       NT.       Posizionamento Ventil-Convettori       104,0       Squadra 2       2       32       10         L22. TER.VNT.       L22.       TER.       NT.       Posizionamento Ventil-Convettori       104,0       100 </td <td>21</td>	21
122.       108.       CAR.       F, D.O. rete principale (M/R) Acqua Rengerata tecnologica do uso famescalmento completa di organi di intercettazione, controllo, manovar, regolazione e dei collettori di erminale       155.0 kg       - </td <td>/ 9</td>	/ 9
L2.7 UB. AR.       L2.6 M.       CMA.       Realizzation (w) representation (w) representation complex deliging (w) representation (w) representatio (w) representation (w) representatio (w) representati	23
L22.TER.VVT.       L22.       TER.       VNT.       Posizionamento Ventil-Convettori       10.0 <td< td=""><td>6 25</td></td<>	6 25
L22. TER. BOC.       L22. TER. BOC.       Realizazione staco d'utenza secondaria Ventil-Convettori, compresi dispositivi accessori e gli organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione       3.0       cd.       Squadra 3       2.0       Cal         L22. TER. UTA.       L22. TER. UTA.       TER.       UTA.       P.O di UTA, a sezioni componibili       3.0       cal       <	5 13
122. TER. UTA.       122.       TER.       UTA.       P. O d UTA, a sezioni componibili       100 cm	4 27
122. TER. 105.       126.       106.<	3 28
L22.TER.MAN.       L22. TER.       TER.       MAN.       Realizazione collegamenti aeraulici terminali di ventilazione, completo della connessione in flessibile e raccordi vari       50       cal       50       50       50	5 32
L22. TER. AD. F.p.O. dei circuiti radianti e contestuale posa in opera del controsoffitto radiante	1 17
	5 31
L22.TER.CAM.         L22.         TER.         CAM.         Collegamento collettori/circuiti radianti in flessibile         Collegamento collettori/circu	33
L23.CAN.MAN. L23. CAN. MAN. Realizzatione rete aeraulica di mandata completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/) 142,6 mg 76 2	22
L23.CAN.ESW. L23. CAN. ESC. CAN. ESC. CAN. Esc. exact a statute receive and a statute run for activity and fragment and the contract of the c	35
L23.CAN.FAC. L23. CAN. FAC. Realizzazione rete aeraulica PAE da facciata ventilata completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/) 96, mq 52	7 37
L23. CAN. MAC. Realizzazione rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	. 38
123. TUB. CAC F.p.O. rete principale (M/R) Acque Calda Tecnologica ad uso riscaldamento completa degli organi di manovra/controllo/regolazione 35 3	7 26
L23. UB. CAr. F, D. Tete principale (M/K) Acqua Remgerata Lechologica do uso rarrescamento completa di organi di intercettazione, controlio, manovra, regolazione de icollettori di terminale $1552, l kg$ Squara 2 2 51 2 L23. TIR CAM L3 TIR CAM F D. O rete senondaria (M/R) Acqua Nicelata ner annolli radianti a soffitto completa di organi di intercettazione, controlio, manovra, regolazione de icollettori di terminale $1552, l kg$ Squara 2 2 51 2	2 40 2 41
L23.TUB.CAR. L23. TUB. CMR. Realizzation of a control control and the condense tending in accessorial pose a lar realizzation de isfoni antiodore 2010 a control control and the control contr	6 42
L23.TER.VNT. L23. TER. VNT. Posizionamento Ventil-Convettori	p 30
L23. TER. BOC. Realizzazione stacco d'utenza secondaria Ventil-Convettori, compresi i dispositivi accessori e gli organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione 32,0 cad Squadra 3 32,0 cad Squadra 3 4 221 7	4 44
L23. TER. UTA. P.O di UTA, a sezioni componibili 1/23. TER. TUP. Polizzione control d'utanza e control dell'UTA e dei VC completa di organi e discostitivi di intercettazione/controllo/control	3 45
L23. ECAN. L23. TER. CAN. F.p. 0. terminal earautic statuting of the second end of t	5 49
L23. TER. MAN. L23. TER. MAN. Realizzazione collegamenti aeraulici terminali di ventilazione, completo della connessione in flessibile e raccordi vari	1 34
L23. TER. RAD. L3. TER. RAD. E.p.O. dei circuiti radianti e contestuale posa in opera del controsoffitto radiante	õ 48
L23.TER.CAM. L23. TER. CAM. Collegamento collectori/circuiti radianti in flessibile	50
L24. CAN. WAN. L24. CAN. MAN. Realizzatione rete aeraulica di mandata completa degli organi di manovra/controllo (51r/51/) $124.9$ mg b 2	52
L24.CAN.ESW.         L24.         CAN.         ESW.         Realizzatione rete aerulica di estratione servizi iginici completa degli organi di manovarico organi manegari degli organi di manovarico organi manegari degli organi di manovari	53
L24. CAN. FAC. Realizzazione rete aeraulica PAE da facciata ventilata completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/) 94,3 mq 50	7 54
124. CAN. MAC Relizazione rete aeraulica di inpresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	55
124, $105$ ,	<u>, 43</u> 5 57
L24.TUB.CAM. L24. TUB. CAM. F.p.O. rete secondaria (M/R) Aqua Niscelata per pannelli radianti a soffitto completa di regionaria di intercettazione, controllo, manova, regolazione dei collettori di terminale	58
L24.         TUB.         CAR.         Realizzatione rete di convogliamento e scarico delle condense tecnologiche completa degli accessori alla posa e alla realizzazione dei sifoni antiodore         175,9 m         Squadra 2         2         32	õ 59
124.TER.VNT. L24. TER. VNT. Posizionamento Ventil-Convettori 23.0 cad 139 cad	5 47
L24. L24. L24. L24. L24. L24. L24. L24.	+ 61 2 62
L24. TER. L24. TER. TB. Realizzatione stachi informational diversa a servizio dell'UTA e dei VC. completa di organi e dispositivi di intercettazione/controllo/sonde e sensori e valvolame servoazionato 20.0 cad 01 2	0 63
L24. TER. CAN. L24. TER. CAN. F.p.O. terminale aeraulico di mandata/ripresa/estrazione, completo degli accessori regolamentari (serrande di taratura/equalizzazione della portata) 70.0 cat 10.0 88	9 66
124. TER. MAN. Realizzazione collegamenti aeraulici terminali di ventilazione, completo della connessione in flessibile e raccordi vari	7 51
L24.TER.RAD.         L24.         TER.         RAD.         F.p.O. del circuit radiante contestuale posa in opera del controsoftito radiante         137         4           24.TER.CAM         134         TER         Collegazione collectori/insuiti a contestuale posa in opera del controsoftito radiante         137         4	<u>j 65</u>
125.CAN MAN. 15.C CAN. MAN. Realizations (rete actuality control (STF/ST/) 1389 mg 70	5 56
L25.CAN.ESF. L25. CAN. ESF. Realizzazione rete aeraulica sistema protezione attiva antincendio (Estrazione Fumi) completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/) 31,0 mg 17	j 69
L25. CAN. ESW. Realizzazione rete aeraulica di estrazione servizi igienici completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/) 18, mq Squadra 1 3 10	70
125. CAN. FAC. Realizazione rete aeraulica PAE degi organi di manura (GTF/ST/) 88.3 mg 47 2	<u>i 71</u>
L23-CMV. L23- L24 $\mu$ L23- L25- L25- L25- L25- L25- L25- L25- L25	7 60
L25.TUB.CAF. L25. TUB. CAF. L25. TUB. CAF. P.D. Crete principale (M/R) Acqua Refrigerata Tecnologica duso raffrescamento completa di organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione 34 1	δ 74
L25. TUB. CAM. E.p. O. rete secondaria (M/R) Aqua Miscelata per pannelli radianti a soffitto completa di organi di intercettazione, controllo, manovra, regolazione e dei collettori di terminale 575,1 kg 19	75
L25. TUB.CAR. Realizazione rete di convogliamento e scarico delle condense tecnologiche completa degli accessori alla posa e alla realizzazione dei sifoni antiodore 2 33 ?	5 76
$ _{L25}$ [LEK, WI]. $L25$   LEK, VII. POSIZIONAMENTO VENIL-CONVECTORI - CONVECTORI - CONVECTOR	<u> </u>
L25.TER. L25.TE L25.TER. L25.T	5 79
L25. TER. TUB. Realizzazione stacchi idronici d'utenza a servizio dell'UTA e dei VC, completa di organi e dispositivi di intercettazione/controllo/sonde e sensori e valvolame servoazionato 2.0 cad 91	80
L25. TER. CAN. F.p.O. terminale aeraulico di mandata/ripresa/estrazione, completo degli accessori regolamentari (serrande di taratura/equalizzazione della portata) 70,0 cad 88 7	83
L2.5. LEX.MAN. L5. TER. MAN. Realizazione collegamenti aeradulici terminato di ventiazione, completi turci del aconesione in flessibile e raccordi vari 60 2	J 68
L25. TER.CAM.         L25.         TER.         CAM.         Collegamento collector/(circuit radianti in flessible)         13/         4	5   97

126 CAN MAN		1.	
	L26.	CAN.	MAN.
126 CAN ESE	126	CAN	ESE
LZD.CAN.ESF.	120.	CAN.	ESF.
L26.CAN.ESW.	L26.	CAN.	ESW.
	1.20	CAN	FAC
L26.CAN.FAC.	L26.	CAN.	FAC.
126 CAN MAC	126	CAN	MAC
LZU.CAN.INIAC.	120.	CAN.	WIAC.
L26.TUB.CAC.	L26.	TUB.	CAC.
LOC TUD CAF	1.20	TUR	CAF
LZO.TUB.CAF.	L20.	106.	CAF.
126 TUB CAM	126.	TUB.	CAM.
E20.10D.CAN.	220.		es un
L26.TUB.CAR.	L26.	TUB.	CAR.
	1.20	TED	MAIT
L26.TER.VNT.	L26.	IEK.	VINT.
126 TER BOC	126	TFR	BOC
EZUTER.BOC.	120.	1210.	500.
L26.TER.UTA.	L26.	TER.	UTA.
	1.20	TED	TUD
LZO.TER.TUB.	L20.	IER.	TUB.
126 TER CAN	126	TFR	CAN
EZOTEN.CAN.	220.		es un
L26.TER.MAN.	L26.	TER.	MAN.
LOC TED DAD	lunc	TED	DAD
LZ6.TER.KAD.	L20.	IER.	RAD.
L26.TER.CAM.	126.	TER.	CAM.
L27.CAN.MAN.	L27.	CAN.	MAN.
1 27 CAN ESE	127	CAN	ESE
LZ7.CAN.ESF.	LZ7.	CAN.	251.
127 CAN FSW	127.	CAN.	ESW.
			510
L27.CAN.FAC.	L27.	CAN.	FAC.
127 CAN MAC	127	CAN	MAC
L27.CAN.IVIAC.	LZ7.	CAN.	MAC.
L27.TUB.CAC.	L27.	ITUB.	CAC.
			015
LZ7.TUB.CAF.	L27.	LIOR.	CAF.
127 TUB CAM	127	TUB	САМ
LZ7.TUB.CAIVI.	L_2/.	1.00.	CAN.
L27.TUB.CAR.	L27.	TUB.	CAR.
1 27 750 1017	1.27		VAIT
L27.TER.VNT.	L2/.	ILEK.	VNI.
127 TER BOC	127	TER	BOC
LZ7.IEN.DUC.	L2/.	LICK.	BOC.
L27.TER.UTA.	L27.	TER.	UTA.
			7110
L27.TER.TUB.	L27.	TER.	TUB.
1 27 TER CAN	1.27	TEP	CAN
LZ7.TER.CAN.	LZ/.	LICK.	CAN.
L27.TER.MAN	127.	TER.	MAN
L27.TER.RAD.	L27.	TER.	RAD.
107 750 6444			<b>6414</b>
LZ7.TER.CAIVI.	L2/.	IEK.	CAM.
1 28 CANI MANI	1.28	CAN	MAN
LZO.CAN.IVIAN.	L20.	CAN.	IVIAN.
L28.CAN.ESF.	128.	CAN.	ESF.
L28.CAN.ESW.	L28.	CAN.	ESW.
1 28 CAN EAC	1.20	CAN	EAC
LZO.CAN.FAC.	L20.	CAN.	FAC.
128 CAN MAC	128.	CAN.	MAC.
L28.TUB.CAC.	L28.	TUB.	CAC.
LOO TUD CAF	1.20	TUD	CAE
LZO.TUB.CAF.	L20.	108.	CAF.
L28.TUB.CAM.	128.	TUB.	CAM.
L28.TUB.CAR.	L28.	TUB.	CAR.
1 30 TED VINT	1.20	TED	VAIT
LZO.TER.VINT.	120.	IER.	VINI.
128 TER BOC	128	TFR	BOC
22011211100001			
L28.TER.UTA.	L28.	TER.	UTA.
	1.20	TED	TUD
LZ8.TER.TUB.	120.	IER.	TUB.
L28.TER.CAN	128.	TER.	CAN.
L28.TER.MAN.	L28.	TER.	MAN.
128 TEP PAD	1.28	TEP	RAD
LZO. TER.RAD.	120.	LICK.	NAD.
-		1	CAM
L28.TER.CAM.	128.	ITER.	
L28.TER.CAM.	L28.	TER.	C. IIII
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN.	L28. L29.	CAN.	MAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN.	L28. L29.	TER. CAN.	MAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF.	L28. L29. L29.	TER. CAN. CAN.	MAN. ESF.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW	L28. L29. L29. L29.	TER. CAN. CAN. CAN.	MAN. ESF. ESW.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW.	L28. L29. L29. L29.	TER. CAN. CAN. CAN.	MAN. ESF. ESW.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC.	L28. L29. L29. L29. L29. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN.	MAN. ESF. ESW. FAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC.	L28. L29. L29. L29. L29. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN.	MAN. ESF. ESW. FAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN.	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAC. CAF.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAC. CAF. CAM
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAC. CAF. CAM.
128.TER.CAM. 129.CAN.MAN. 129.CAN.ESF. 129.CAN.ESW. 129.CAN.FAC. 129.CAN.MAC. 129.TUB.CAC. 129.TUB.CAF. 129.TUB.CAM. 129.TUB.CAR.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAM. CAR.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAC. CAF. CAM. CAR.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAF.           CAR.           VNT.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER	MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAC. CAF. CAR. CAR. VNT. BOC
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.BOC.	L28. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29. L29	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAF.           CAR.           VNT.           BOC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAM. CAR. VNT. BOC. UTA.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.UTA. L29.TER.UTA. L29.TER.UTA.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAF.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TVA
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.TUB.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOCC.           UTA.           TUB.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.CAN	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAF.           CAM.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.TUB. L29.TER.CAN.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.BOC. L29.TER.TUB. L29.TER.TUB. L29.TER.TUB. L29.TER.MAN.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAF.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.NT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN.	L28. L29.	ТЕR. САN. САN. САN. САN. САN. ТUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAR.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.RD. L29.TER.RAD.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           MAN.           RAD.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAR.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.RAD. L29.TER.RAD. L29.TER.CAM.	L28. L29.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM.	L28. L29. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.CAN. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.RAD. L29.TER.RAD. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM.	L28. L29. L20.	ТЕR. САN. САN. САN. САN. САN. ТUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. CAN.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.MSF.	L28.         L29.         L20.         L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.           CAR.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           MAN.           ESF.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.MAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF.	L28. L29. L20. L20. L30. L30.	ТЕR. САN. САN. САN. САN. САN. ТИВ. ТЕК.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           SCAM.           MAN.           BAD.           CAM.           SSM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.BOC. L29.TER.CAN. L29.TER.MAN. L29.TER.MAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN.	L28. L29. L30. L30. L30. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. CAR. VNT. BOC. UTA. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. CAM. MAN. ESF. ESW.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.MAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF.	L28. L29. L30. L30. L30. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           ESF.           ESW.           FAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.BOC. L29.TER.TUB. L29.TER.MAN. L29.TER.CAN. L20.TER.CAN. L2	L28. L29. L30. L30. L30. L30. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAM. CAR. VNT. BOC. UTA. UTA. UTA. MAN. RAD. CAM. MAN. ESF. ESW. FAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.FSF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L20.CAN.MAC.	L28. L29. L20. L30. L30. L30. L30. L30. L30.	ТЕR. САN. САN. САN. САN. САN. ТUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. CAN. САN. САN. САN. САN. САN. САN. САN.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAR.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAN.           MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.UTA. L29.TER.DOC. L29.TER.TUB. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.RAD. L29.TER.RAD. L29.TER.CAM. L30.CAN.MAN. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW.	L28. L29. L30. L30. L30. L30. L30. L30. L30.	ТЕR. САN. САN. САN. САN. САN. ТUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAM.           CAM.           ESF.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L20.TER.CAN. L20.CAN.FER. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.CAN.FAC. L30.CAN.CAC.	L28.         L29.         L30.         L30.         L30.         L30.         L30.         L30.         L30.	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         RAD.         CAM.         CAM.         MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAC.         CAC.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAC.	L28. L29. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         CAR.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         OCA.         TUB.         CAN.         CAN.         CAN.         CAN.         CAN.         MAN.         RAD.         CAM.         FAC.         CAM.         CAM.         MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAC.         CAC.         CAC. <t< td=""></t<>
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.BOC. L29.TER.CAN. L29.TER.MAN. L29.TER.MAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAF.	L28.         L29.         L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAM.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAA.           MAC.           CAC.           CAF.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.GC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAM.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER</td><td>MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAR.           CAR.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           MAN.           ESW.           FAC.           MAC.           CAF.           CAM.</td></t<>	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAR.           CAR.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           MAN.           ESW.           FAC.           MAC.           CAF.           CAM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESV. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.BOC. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAF.	L28. L29. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAM.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAC.           CAM.           CAC.           CAM.           CAC.           CAR.           CAM.           CAF.           CAA.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.FSF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESV. L30.CAN.MAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR.	L28.         L29.         L30.	ТЕR. САN. САN. САN. САN. САN. ТUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TER. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB.	MAN.           ESF.           ESV.           FAC.           MAA.           CAA.           CAA.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           CAN.           MAN.           RAD.           CAN.           MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           MAC.           CAA.           CAA.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAA.           CAM.           CAA.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.BOC. L29.TER.CAN. L29.TER.MAN. L29.TER.MAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.CAN.ESW. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TEP     &lt;</td><td>MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAC.           CAA.           MAN.           ESF.           ESSV.           FAC.           CAA.           CAA.           CAA.           VAT</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TEP     <	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAC.           CAA.           MAN.           ESF.           ESSV.           FAC.           CAA.           CAA.           CAA.           VAT
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.MAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR.	L28.           L29.           L30.	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         RAD.         CAM.         CAN.         MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAN.         CAM.         CAAR.         VOT.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT.	L28. L29. L30.	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAC           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           TUB.           CAN.           CAN.           MAN.           RAD.           CAM.           CAN.           MAN.           ESF.           ESW.           ESW.           FAC.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAA.           BOC
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.CAN. L29.TER.MAN. L29.TER.MAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAR. L30.TER.NT.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TUB.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.</td><td>MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. VNT. BOC. UTA. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. CAM.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TUB.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. VNT. BOC. UTA. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. CAM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L20.TER.CAN. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TER.VNT. L30.TER.UTA.	L28.         L29.         L30.         L30. </td <td>TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER</td> <td>MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAR.         CAF.         CAM.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         RAD.         CAM.         MAN.         ESW.         FAC.         CAM.         MAN.         ESW.         FAC.         CAAR.         VNT.         BOC.         VNT.         BOC.         UTA.         GAC.         CAF.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.</td>	TER. CAN. CAN. CAN. CAN. CAN. TUB. TUB. TUB. TUB. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER. TER	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAR.         CAF.         CAM.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         RAD.         CAM.         MAN.         ESW.         FAC.         CAM.         MAN.         ESW.         FAC.         CAAR.         VNT.         BOC.         VNT.         BOC.         UTA.         GAC.         CAF.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESW. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.MAN. L29.TER.MAN. L29.TER.MAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.</td><td>MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAM.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           MAN.           RAD.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           MAN.           ESF.           ESW.           ESF.           ESW.           EST.           ESW.           EAC.           MAC.           CAF.           CAM.           CAF.           CAR.           VNIT.           BOC.           UTA.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN.           ESF.           ESW.           FAC.           CAF.           CAM.           CAR.           VNT.           BOC.           UTA.           MAN.           RAD.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           CAM.           MAN.           ESF.           ESW.           ESF.           ESW.           EST.           ESW.           EAC.           MAC.           CAF.           CAM.           CAF.           CAR.           VNIT.           BOC.           UTA.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FSF. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.DC. L30.TER.DC. L30.TER.DC. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.TUB.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.</td><td>MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAR.         CAR.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         ESF.         CAN.         MAN.         ESF.         CAM.         MAN.         ESF.         CAM.         MAN.         ESF.         CAM.         CAA.         VNT.         BOC.         UTA.         UTA.         TUB.         UTA.         TUB.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAR.         CAR.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         ESF.         CAN.         MAN.         ESF.         CAM.         MAN.         ESF.         CAM.         MAN.         ESF.         CAM.         CAA.         VNT.         BOC.         UTA.         UTA.         TUB.         UTA.         TUB.
L28.TER.CAM.         L29.CAN.MAN.         L29.CAN.ESF.         L29.CAN.FAC.         L29.CAN.FAC.         L29.TUB.CAC.         L29.TUB.CAC.         L29.TUB.CAC.         L29.TUB.CAR.         L29.TUB.CAR.         L29.TUB.CAR.         L29.TUB.CAR.         L29.TUB.CAR.         L29.TER.VNT.         L29.TER.BOC.         L29.TER.ANN.         L29.TER.CAN.         L30.CAN.ESF.         L30.CAN.ESF.         L30.TUB.CAC.         L30.TUB.CAF.         L30.TUB.CAR.         L30.TUB.CAR.         L30.TUB.CAR.         L30.TER.TUB.         L30.TER.TUB.         L30.TER.TUB.         L30.TER.TUB.         L30.TER.TUB.         L30.TER.TUB.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.</td><td>MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAC.         CAF.         CAM.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAM.         CAM.         MAN.         RAD.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAC.         CAA.         MAN.         ESF.         ESF.         CAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAC.         CAF.         CAM.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAM.         CAM.         MAN.         RAD.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAC.         CAA.         MAN.         ESF.         ESF.         CAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.UTA. L29.TER.WNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.MAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.WNT. L30.TER.BOC. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TUB.CAR. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.CAM. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.CAN.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.</td><td>MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAA.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         RAD.         CAN.         MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CCAN.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         CAN.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         MAA.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.         RAD.         CAN.         MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAM.         CAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CCAN.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         CAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAF. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.VNT. L30.TER.UTA. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.MAN.	L28.         L29.         L30.         L30. </td <td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.</td> <td>MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         CAF.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAM.         CAM.         CAN.         MAN.         ESF.         ESF.         ESF.         ESV.         FAC.         MAN.         ESW.         FAC.         CAA.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.</td>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN.         ESF.         ESW.         FAC.         CAF.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAM.         CAM.         CAN.         MAN.         ESF.         ESF.         ESF.         ESV.         FAC.         MAN.         ESW.         FAC.         CAA.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAC.         CAR.         VNT.         BOC.         UTA.         TUB.         CAN.         MAN.
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAM. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.AD. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.MAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.MAN. L30.TER.MAN. L30.TER.MAN. L30.TER.MAN.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.</td><td>MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. CAR. VINT. BOC. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. ESF. ESW. FAC. CAM.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. CAR. VINT. BOC. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. ESF. ESW. FAC. CAM.
L28.TER.CAM. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESF. L29.CAN.FAC. L29.CAN.GAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.FAC. L30.CAN.FAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.UTA. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.MAN. L30.TER.TUB. L30.TER.TUB. L30.TER.TUA. L3	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.</td><td>MAN. ESF. ESW. FAC. CAC CAC CAR. CAR. CAR. CAR. UTA. UTA. CAN. MAN. CAN. MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAR. CA</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC CAC CAR. CAR. CAR. CAR. UTA. UTA. CAN. MAN. CAN. MAN. ESF. ESW. FAC. MAC. CAR. CA
L28.TER.CAM. L29.CAN.MAN. L29.CAN.ESF. L29.CAN.ESV. L29.CAN.FAC. L29.CAN.FAC. L29.TUB.CAC. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAF. L29.TUB.CAR. L29.TUB.CAR. L29.TER.VNT. L29.TER.VNT. L29.TER.BOC. L29.TER.UTA. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAN. L29.TER.CAM. L29.TER.CAM. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.CAN.ESF. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAC. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TUB.CAR. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.VNT. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN. L30.TER.CAN.	L28.         L29.         L30.         L30. <t< td=""><td>TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.</td><td>MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. VNT. BOC. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAC. CAC. CAF. CAC. CAM. CAN.</td></t<>	TER.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           CAN.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TUB.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.           TER.	MAN. ESF. ESW. FAC. CAC. CAF. CAR. VNT. BOC. UTA. TUB. CAN. MAN. RAD. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAM. CAC. CAC. CAF. CAC. CAM. CAN.

	luna	lea		De Persona di anno si se di sedano di se di anno data data anno data dati anno di di anno data alla dere fer d	50024					
LZI.COL.MAN.	121.	COL.	MAN.	kealizzazionedi contessione verticale di rete aeraulica di mandata interplano completa degli organi di mandova/controllo (SIF/SI/)	50824 mq			43		1
21.COL.ESF.	121.	COL.	ESF.	Realizzazione i connessione verticale interpiano di rete aeravilica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (sir/si/)	99219 mq	Squadra 5		84	28	1/1
L21.COL.ESW.	L21.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraluica di estrazione we di connessione verticale interpiano di manovra/controllo (SIF/SI/)	29755 mq			25	8	1/2
21.COL.FAC.	L21.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (SIF/SI/)	30013 mq		H	25	8	173
L22.COL.MAN.	L22.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	54693 mq			46	15	174
.22.COL.ESF.	L22.	COL.	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	15480 mq	Souadra 5		13	4	175
L22.COL.ESW.	L22.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione wc di connessione verticale interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	32197 mq		L	27	9	176
L22.COL.FAC.	L22.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	29474 mq		L	25	8	177
L23.COL.MAN.	L23.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	54673 mq			46	15	178
L23.COL.ESF.	L23.	COL.	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	15485 mq	Squadra 5		13	4	179
L23.COL.ESW.	L23.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione wc di connessione verticale interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	32571 mq	Squadra S		27	9	180
L23.COL.FAC.	L23.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	28941 mq			24	8	181
L24.COL.MAN.	L24.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	62324 mq		Г	52	17	182
L24.COL.ESF.	L24.	COL.	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	15580 mg	Coundary C	Г	13	4	183
L24.COL.ESW.	L24.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione wc di connessione verticale interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	31743 mg	Squadra 5	Г	27	9	184
L24.COL.FAC.	L24.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	29697 mq	1	F	25	8	185
L25.COL.MAN.	L25.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	57345 mg		Г	48	16	186
L25.COL.ESF.	L25.	COL.	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	15580 mg	1	F	13	4	187
L25.COL.ESW.	L25.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione wc di connessione verticale interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	33400 mg	Squadra 5	F	28	9	188
L25.COL.FAC.	L25.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	26740 mg	1	. Г	23	8	189
L26.COL.MAN.	L26.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	44481 mg		3	37	12	190
L26.COL.ESF.	L26.	COL.	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	14831 mg	1	F	12	4	191
L26.COL.ESW.	L26.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione wc di connessione verticale interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	34585 mg	Squadra 5	F	29	10	192
L26.COL.FAC.	L26.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	29266 mg	1	F	25	8	193
L27.COL.MAN.	L27.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	55385 mg		F	47	16	194
L27.COL.ESF.	L27.	COL.	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione fumi completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	15365 mg	1		13	4	195
L27.COL.ESW.	L27.	COL.	ESW.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione wc di connessione verticale interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	34585 mg	Squadra 5	F	29	10	196
L27.COL.FAC.	127.	COL	FAC	Realizzazione di connessione verticale interniano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STE/ST/)	25696 mg	1		22	7	197
L28.COL.MAN.	L28.	COL.	MAN.	Realizzazionedi connessione verticale di rete aeraulica di mandata interpiano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	61551 mg			52	17	198
L28.COL.ESF.	128.	COL	ESF.	Realizzazionedi connessione verticale interpiano di rete aeraulica di estrazione funi completa degli organi di manovra/controllo (STE/ST/)	15480 mg	1		13	4	199
128 COL ESW	128	COL	FSW	Realizzazione di connessione verticale interniano di rete aeraulica di estrazione we di connessione verticale interniano completa delli organi di manovra/controllo (STF/ST/	33894 mg	Squadra 5	F	29	10	200
128.COL.FAC.	128	COL	FAC	Realizzazione di connessione verticale interniano di rete aeravilica di ripresa completa degli prografi di manovra/controllo (STE/ST/ )	25126 mg	1	F	21	7	201
	129	0	MAN	Realizazione di connesione verticale di rete aeraulica di mandata interniano completa degli organi di manova/controllo (STF/JT/)	59322 mg		F	50	17	202
129 COLESE	129	0	ESE	Realizazioneli consesione verticale interciano di rete aeraulica di mesprazione funi completa degli organi di manovra/controllo (SF/S/L/)	14730 mg	1	F	12	4	202
	129	0	ESW/	Realizazione di consistine verticale interniano di reto actualizzazione wi di conneccione verticale interniano completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/ )	26147 mg	Squadra 5	F	20	10	203
129 COL FAC	129	COL	FAC	Realizazione di connessione verticale internizioni di rette aeraulica di interesa completa degli organi di manovra/controllo (STL/STL)	257/5 mg	1	F	22	7	204
	129.	COL.	MANI	realizazione u contessorie vertuale interplano un ete delauta un presa completa degli organi un individuo (1000) (11/31/) Realizzazione di conservicio e vertuale interplano un ete delauta un presa completa degli organi un individuo (1000) (11/31/)	25745 IIIq		F		, 20	203
LOULOLIVIAN.	120.	COL.		neauzazine u comessione vertuale un ete dei autura di manufara interplanto completa degli in ugali di intallovra/Controllov (Stripsi)	/1804 mq	4	- F			200
LOULULLESF.	1.30.	COL.	ESF.	realizzazione u comessione vertuare interpiano di rete aeraurica di estrazione rumi completa degli organi di manovra/controllo (Sir/Sir)	1/141 mq	Squadra 5	⊢			207
L3U.CUL.ESW.	L30.	COL.	ESW.	keauzzazione di connessione verticale interplano di rete aeraulica di estrazione we di connessione verticale interplano completa degli organi di manovra/controllo (SIF/SI/)	38536 mq	4	F	32		208
L30.COL.FAC.	L30.	COL.	FAC.	Realizzazione di connessione verticale interpiano di rete aeraulica di ripresa completa degli organi di manovra/controllo (STF/ST/)	25333 mg	I I		21	7	209

Tabella di s	stima immediata tempi in base	a quantità lavorazione e uomir	ni in squadra	
Attività	N° componenti squadra effettivi	Ore uomo effettive per attività	Quantità effettive	U.M.
MAN.		192	600,0	mq
ESFUM.		14	43,9	mq
ESWC.	5	10	30,0	mq
RIPF.		30	95,0	mq
RIPM.		16	50,0	mq
AC.	_	65	2000,0	kg
AF.	2	50	1557,7	kg
AM.		19	600,0	kg
AR.	2	36	200,0	m
VC.		227	50,0	cad
VCMAN.	4	166	32,0	cad
UIA.		/5	3,0	cad
TUB.		/1	26,0	cad
CAN.		60	64,0	cad
IVIAN.	4	47	38,0	cad
RAD.		103	484,0	cad
		131	50824	cad
ECTINA		43	99719	ma
	3	25	29755	ma
DIDE		25	30013	ma
NIFT.		23	50015	ping

Tabella di stima temporale in base a esperienza professionale basata su giornate lavorative standard e quantità medie

Attività	Giornate lavorative	Ore totali	N° componenti squadra	Ore Uomo medie per macroattività	Quantità macroattività	Quantita medie al piano	U.M.	Ore uomo medie per attività
L21.CAN.MAN.						154	mq	82
L21.CAN.ESF.						44	mq	2
L21.CAN.ESW.	7 7	56	3	168	315	18	mq	10
L21.CAN.FAC.						95	mq	5:
L21.CAN.MAC.						4	mg	
L21.TUB.CAC.						1153	kg	37
L21.TUB.CAF.	7 7	56	2	112	3458	1718	kg	50
L21.TUB.CAM.						587	kg	19
L21.TUB.CAR.	2	16	2	32	177	177	m	32
L21.TER.VNT.	14	112		220		22,2	cad	134
L21.TER.BOC.	7 14	112	2	330	-	29,2	cad	202
L21.TER.UTA.	10	10 80		240		4,3	cad	144
L21.TER.TUB.	10	00		240	-	26,5	cad	90
L21.TER.CAN.	7	FC		160		79,8	cad	10:
L21.TER.MAN.	7 1	50	2	100	-	61,8	cad	6
L21.TER.RAD.	14	112	1 3	220		474,3	cad	134
L21.TER.CAM.	14	112		330	-	474.3	cad	202
L21.COL.MAN.						57240	mg	48
L21.COL.ESF.		40		120	142474	23889	ma	20
L21.COL.ESW.		40	3	120	142474	33741	ma	28
L21.COL.FAC.	7					27603	ma	2:

# Conclusioni e Sviluppi futuri

Come già ampiamente discusso e dimostrato nella presente trattazione, l'intento perseguito durante lo sviluppo del processo di ricerca è stato quello di testare e verificare una metodologia basata sull'interoperabilità dei software e l'automatizzazione di processi legati alla fase di Construction Management. La volontà di simulare con un elevato livello di dettaglio le fasi temporali di messa in opera e quella di testare le potenzialità degli strumenti BIM hanno portato al compimento di questo lavoro di ricerca.

Si è appreso come l'utilizzo di questa metodologia di lavoro fornisca al professionista tutta una serie di strumenti in grado di valutare scenari operativi di cantiere e scenari economici di spesa e di programmazione dell'organico. Il processo viene guidato dai software e dalle loro potenzialità e dai processi di interoperabilità che governano gli interscambi di dati. Per citarne solo alcuni, sono stati utilizzati software di modellazione come Autodesk Revit 2017 e programmi gestionali come MS project e Navisworks. Ognuno di questi programmi si impone da protagonista per la gestione di una o più fasi della progettazione operativa di cantiere.

Sono state recepite e create diverse codifiche per la manipolazione del modello e delle informazioni contenute al suo interno. Prima tra tutte la codifica WBS che si presta ad essere usata come strumento di connessione tra molteplici software e che rispecchia la struttura di scomposizione del lavoro definita.

Partendo da un approccio tradizionale di organizzazione del lavoro sono stati creati cronoprogrammi delle lavorazioni che definissero, oltre alla sequenzialità di montaggio degli impianti, la disposizione temporale e spaziale delle aree di lavorazione necessarie al montaggio. Tra i cronoprogrammi sviluppati, sfruttando le potenzialità degli strumenti BIM, è stato possibile valutarne la bontà secondo aspetti di spesa, di fattibilità tecnica e di gestione della manovalanza.

Durante lo sviluppo della tesi, essendo grande la mole di informazioni e oggetti contenuti nel modello, molte operazioni sono state automatizzate grazie all'apprendimento della metodologia di programmazione visuale che definisse algoritmi per la compilazione dei codici o per il computo delle quantità. Questo ha permesso non solo di snellire il processo di progettazione ergotecnica, ma anche di assicurarne l'assenza di errori. Inoltre, lo strumento di programmazione può essere usato per molteplici operazioni, non per ultima la modellazione parametrica di oggetti, aspetto non indagato per mancanza di tempo.

Il processo non è stato tuttavia esente da criticità. La trasposizione degli elaborati CAD in un modello digitale parametrico ha evidenziato numerose mancanze di informazioni e attraverso la Clash Detection si sono potute evidenziare interferenze tra gli oggetti modellati.

Partendo dal lavoro svolto gli sviluppi futuri sono infiniti, la mia tesi di ricerca si pone come passaggio iniziale di un lungo processo di esplorazione e apprendimento degli strumenti utilizzati e delle metodologie di lavoro ad essi connesse. La granularità della programmazione del lavoro potrebbe essere stata ampliata maggiormente, così come la gestione delle aree di cantiere che dovrebbero prevedere oltre alle aree di lavorazione anche le aree di stoccaggio e movimentazione. Una delle proposte iniziali era di sviluppare una famiglia di attrezzature speciali per andare a simulare il lavoro di un carrello elevatore per il trasporto del materiale al piano. Sfortunatamente a causa di esigenze accademiche e per mancanza di informazioni non è stato possibile sviluppare tale famiglia. Un altro sviluppo può essere quello di andare a eseguire operazioni di code checking più approfondite che controllino non solo l'aspetto formale del codice ma anche quello sostanziale.

Per concludere, è bene nuovamente evidenziare l'esigenza del professionista di apprendere l'utilizzo di tali strumenti e di quelli che verranno per governare più efficientemente il processo edilizio. In un'ottica di sviluppo continuo, l'ingegnere si deve porre da innovatore e profondo conoscitore delle nuove tecnologie e delle ricadute che queste apportano alla progettazione, costruzione, gestione e smaltimento dei fabbricati edili e civili.

## Bibliografia e Sitografia

- ABC Association of Builders and Contractors. (2019, 21 03). Tratto da http://www.abc.org
- ACCA. (2018). Guida al BIM, la rivoluzione digitale dell'edilizia. International printig, S.r.l.
- Andrea Ravaioli, S. F. (2017). La stime dei tempi di progetto. Formez PA.
- Autodesk. (2019, 03 21). L'innovazione CAD nel corso degli anni. Tratto da https://www.autodesk.it
- BibLus. (2019, 02 23). Caratteristiche, vantaggi e importanza della certificazione IFC. Tratto da http://biblus.acca.it
- Commons, C. (2019, 03 21). DUVRI: gli obblighi derivanti dall'art. 26 del D.Lgs. 81/2008. Tratto da https://www.puntosicuro.it
- Federico, S. (2018). Il Cantiere del Futuro, Innovazioni nella Progettazione del Cantiere. Politecnico di Torino.
- Guarasci, A. (2019, 03 19). La geometria descrittiva nell'opera di Gaudì. Tratto da http://www.euclide-scuola.org
- Harari, Y. N. (2014). Sapiens, Da animali a dei. Bompiani.
- Harari, Y. N. (2018). Homo Deus, breve storia del futuro. Bompiani.
- Hyeon Seung Kim, S.-K. K. (2018). Improvement of Realism of 4D Objects Using Augmented Reality Objects. *KSCE Journal of Civil Engineering*.
- Lennart Andersson, K. F. (2016). Implementing Virtual Design and Construction using BIM. Routledge.
- Mohammad Najjara, K. F. (2017). Integration of BIM and LCA.
- OICE. (2019). Raporto sulle gare BIM 2018 Opere Pubbliche.
- Pavan, A. (2017). DIGITALIZZAZIONE DEL SETTORE COSTRUZIONI: UNI11337:2017. Politecnico di Milano.

- Pescatore, F. (2019, 03 21). 50 anni fa nasceva Sketchpad. Tratto da https://www.appuntidigitali.it
- PMI. (2006). Practice Standard for Work Breakdown Structures. Global Standard.
- Saggio, A. (1994, maggio). *Dalla terra al CAD*. Tratto da arc1.uniroma1: http://www.arc1.uniroma1.it/saggio/raccolta/32dallaterra/32dallaterra.Html
- Salzano, A. (2017). Sistema di Progettazione BIM Building Information Modelling. fedspinoff.
- Santise, F. (2017). Sistema di Progettazione BIM. Politecnico di Torino.
- Simone Pozzoli, M. B. (2017). Revit 2017 per l'architettura. Autodesk.
- Treccani. (2019, 03 15). Modello . Tratto da http://www.treccani.it
- Wikipedia. (2019, 03 21). Interoperabilità. Tratto da https://it.wikipedia.org/wiki/Interoperabilità
- William Addinson Dwiggings. (2019, 03 21). Tratto da https://it.wikipedia.org/wiki/William\_Addison\_Dwiggins

Xia Shen Lee, C. w. (2016). 5D Building Information Modelling - A practicability Review.

# Indice delle immagini

Figura 1 – Ivan Shuterland su sitema Sketchpad (Fonte: https://history-
computer.com/)
Figura 2 - Modello 3D banca di Berlino di Frank Gehry (Fonte: https://free3d.com/)
Figura 3 - Vanke Pavillion EXPO 2015 (Fonte: https://www.archdaily.com/)7
Figura 4 - Interoperabilità tradizionale e Interoperabilità BIM (Fonte:
http://biblus.acca.it/)
Figura 5 - Processo di interoperabilità IFC (Immagine elaborata)10
Figura 6 - Logica di federazione dei dati (Fonte: https://www.bimthinkspace.com/) 12
Figura 7 - Maturità BIM dei paesi europei (Fonte: https://www.inconcreto.net/) 15
Figura 8 - Masterplan di prospetto Torre Regione Piemonte (Fonte:
http://www.toguardainalto.org/)17
Figura 9 - Vista 3D modello impiantistico e architettonico (Fonte: Cattura immagine da
Rveit)
Figura 10 - Acquisizione coordinate condivise (Fonte: Cattura immagine da Revit) 22
Figura 11 - Viste di progetto (Fonte: Cattura immagine da Revit)
Figura 12 - Impostazione di visibilità grafica per visualizzazione tavole CAD (Fonte:
Cattura immagine da Revit)
Figura 13 - Vista impianto idronico con tavola CAD (Fonte: Cattura immagine da Revit)
Figura 14 - Warning di disconnessione su modello BIM (Fonte: Cattura immagine da
Revit)
Figura 15 - Disposizione di circuiti idronici e pannelli radianti (Fonte: Cattura immagine
da Revit)
Figura 16 – Disposizione circuiti di impianto aerico (Fonte: Cattura immagine da Revit)
Figura 17 - Unità di Trattamento Aria con connessioni aeriche (Fonte: Cattura immagine
da Revit)

Figura 18 - A Sinistra, Browser di sistema per Acqua Calda - A Destra, Browser di
sistema per Acque Reflue (Fonte: Cattura immagine da Revit)
Figura 19 - Esempio LOD definiti da AIA (Fonte: http://biblus.acca.it)
Figura 20 - Schema di relazione tra LOD e Model Use (Fonte: (Pavan, 2017))
Figura 21 - Scheda LOD per componente di attrezzatura meccanica, Ventilatore
Centrifugo (Fonte: Cattura immagine da Excel)
Figura 22 - Tabella attribuzione codice UNI 8290 (Fonte: Cattura immagine da Excel)
Figura 23 - Tabella per attribuzione codice Masterformat (Fonte: Cattura immagine da
Excel)
Figura 24 - Tabella di descrizione attività con codice WBS associato (Fonte: Cattura
immagine da Excel)
Figura 25 - Tabella di utilizzo masse per aree di lavorazione in base ad attività associata
a codice WBS (Fonte: Cattura immagine da Excel)
Figura 26 - Tabella di tematizzazione attività in base a modello di colore RGB (Fonte:
Cattura immagine da Excel)
Figura 27 - Filtri di visualizzazione per tematizzazione e vista canalizzazioni di estrazione
fumi (Fonte: Cattura immagine da Revit)
Figura 28 - Schema di codifica WBS (Fonte: Cattura immagine da Powerpoint) 50
Figura 29 - Filtri di visualizzazione per sistemi di appartenenza e Sistema di Ripresa
Facciata evidenziato nel modello (Fonte: Cattura immagine da Revit)
Figura 30 - Selezionatore di elementi in Dynamo e prima estrazione di parametro (WBS)
Livello (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)55
Figura 31 - Operazione di filtraggio per (WBS) Livello in Dynamo (Fonte: Cattura
immagine da Dynamo)
Figura 32 - Operazione di filtraggio per (WBS) Sistema in Dynamo (Fonte: Cattura
immagine da Dynamo)
Figura 33 - Operazione di eliminazione di valori nulli dalle liste di valori di Sviluppo
aerico dei condotti in Dynamo (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)
Figura 34 - Operazione di scrittura su file Excel in Dynamo (Fonte: Cattura immagine
da Dynamo)

Figura 35 – Sopra, Operazione di filtraggio per (WBS) Sistema e Sotto, Operazione di
calcolo quantità (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)61
Figura 36 - Operazione di filtraggio per (WBS) Sistema delle attrezzature meccaniche e
dei bocchettoni (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)62
Figura 37 - Operazione di filtraggio per isolamento elementi di colonne montanti
(Fonte: Cattura immagine da Dynamo)
Figura 38 - Tabella di stima temporale di durata attività in base a Uomini e Quantità
medie (Fonte: Cattura immagine da Excel)65
Figura 39 - Tabella di stima Ore uomo effettive in base a Quantità effettive (Fonte:
Cattura immagine da Excel)
Figura 40 - Cronoprogramma delle lavorazioni su Microsoft Project (Fonte: Cattura
immagine da MS Project)
Figura 41 - Margine di tolleranza, anticipo di fine attività rispetto a cammino critico
(Fonte: Cattura immagine da MS Project)
Figura 42 - Struttura di selezione e elementi evidenziati in Naviswoks (Fonte: Cattura
immagine da Navisworks)72
Figura 43 - Procedura di esportazione guidata su Microsoft Project (Fonte: Cattura
immagine da MS Project)73
Figura 44 - Impostazione di orario e settimana lavorativa su Navisworks (Fonte: Cattura
immagine da Navisworks)74
Figura 45 - Regole di associazione Navisworks (Fonte: Cattura immagine da
Navisworks)76
Figura 46 - Algoritmo di modifica del codice su Dynamo (Fonte: Cattura immagine da
Dynamo)
Figura 47 - Tabella riassuntiva di operazione di modifica del codice WBS (Fonte: Cattura
immagine da Excel)
Figura 48 - Definizione regole di Clash detection tra impianti idronici su Navisworks
(Fonte: Cattura immagine da Navisworks)
Figura 49 - Impostazioni per visualizzazione istanza di Clash detection su Navisworks
(Fonte: Cattura immagine da Navisworks)
Figura 50 - Anteprima di Clash detection tra due canalizzazioni in Navisworks (Fonte:
Cattura immagine da Navisworks)

Figura 51 - Impostazione di colori per aree di lavorazione su Navisworks (Fonte: Cattura
immagine da Navisworks)
Figura 52 - Specifice di Workflow Clash detection per aree di lavorazione su Navisworks
(Fonte: Cattura immagine da Navisworks)
Figura 53 - Esempio di Rapporto sulle interferenze delle aree di lavorazione in formato
HTML (Fonte: Cattura immagine da visualizzatore HTML explorer)
Figura 54 - Tabella riassuntiva Numero oggetti modellati per categoria con codice
Identificativo di categoria (Fonte: Cattura immagine da Excel)
Figura 55 - Filtri di visualizzazione per sistema di appartenenza (Fonte: Cattura
immagine da Revit)
Figura 56 - Filtri di visualizzazione per codice Identificativo (Fonte: Cattura immagine
da Revit)
Figura 57 - Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di
tipo TUB (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)
Figura 58 – Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di
tipo CAN (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)97
Figura 59 - Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di
tipo TER (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)
Figura 60 - Algoritmo per la compilazione automatica di quantità riferite ad attività di
tipo COL (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)99
Figura 61 - Algoritmo per la compilazione automatica del codice WBS a partire dai tre
livelli di codifica (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)100
Figura 62 - Algoritmo per la compilazione automatica del parametro Codice WBS
relativo alle masse volumetriche delle Aree di Lavorazione (Fonte: Cattura immagine da
Dynamo)
Figura 63 - Algoritmo utilizzato per la modifica in corso d'opera di codifiche (Fonte:
Cattura immagine da Dynamo)
Figura 64 - Algoritmo per la compilazione automatica della prima sezione del codice
Identificativo univoco (Fonte: Cattura immagine da Dynamo)

# Ringraziamenti

Ringrazio la perseveranza, l'ingegno, la risolutezza e tutte le attitudini che la mia famiglia ha saputo tramandarmi e che mi hanno condotto alla fine di questo percorso.

Ringrazio chi mi ha trasmesso in questi anni nozioni, di scienza e di vita, ringrazio chi si è mostrato ad esempio virtuoso da seguire.

Voglio ringraziare chi ha creduto in me, ma voglio ringraziare maggiormente chi invece non lo ha fatto, chi mi ha mostrato i miei limiti e chi mi ha spinto a superarli, sia esso stato con me giusto o no.

Voglio infine ringraziare tutti i membri del Drawing TO the Future, che negli ultimi mesi hanno saputo digerire il mio carattere talvolta spinoso e mi hanno saputo consigliare durante il mio percorso di tesi.