

L'applicazione dell'I-BIM alle infrastrutture di trasporto: i casi di studio del Porto e della stazione ferroviaria di Venezia.

**Prof. Marco Pasetto, Ing. Giovanni Giacomello
Dott. Giacomo De Lazzari, Dott. Karim Calamari**

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (ICEA)
Università degli Studi di Padova

Con il contributo di:
Ing. P. Borin (ICEA)
Ing. G. Pupolin (CIFI)

Indice

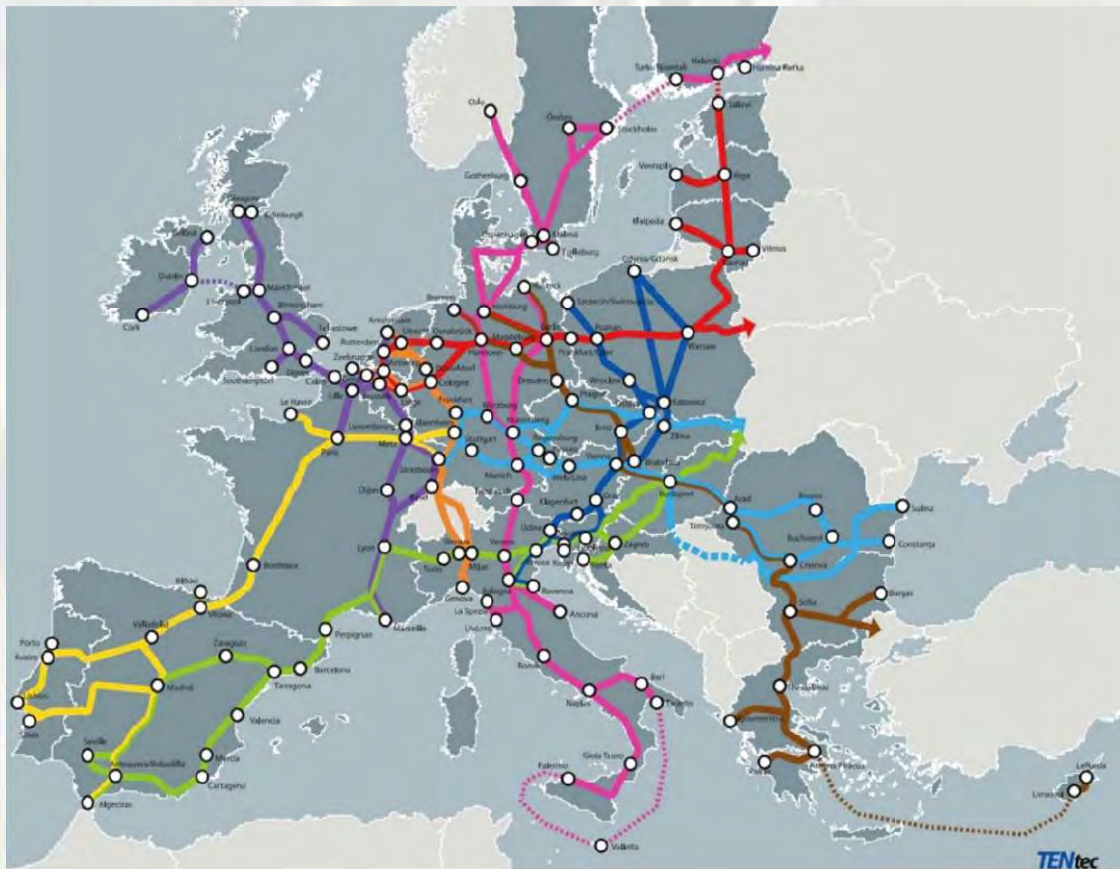
- Il caso di studio dello scalo merci di Porto Marghera
- Lo sviluppo di un nuovo tracciato ferroviario con la modellazione BIM
- Il caso di studio della stazione ferroviaria di Venezia Santa Lucia
- Il BIM per la gestione della progettazione di una stazione ferroviaria
- Conclusioni

Indice

- Il caso di studio dello scalo merci di Porto Marghera
- Lo sviluppo di un nuovo tracciato ferroviario con la modellazione BIM
- Il caso di studio della stazione ferroviaria di Venezia Santa Lucia
- Il BIM per la gestione della progettazione di una stazione ferroviaria
- Conclusioni

La rete TEN-T

Corridoi principali che collegano Venezia: **Baltico-Adriatico, Mediterraneo.**



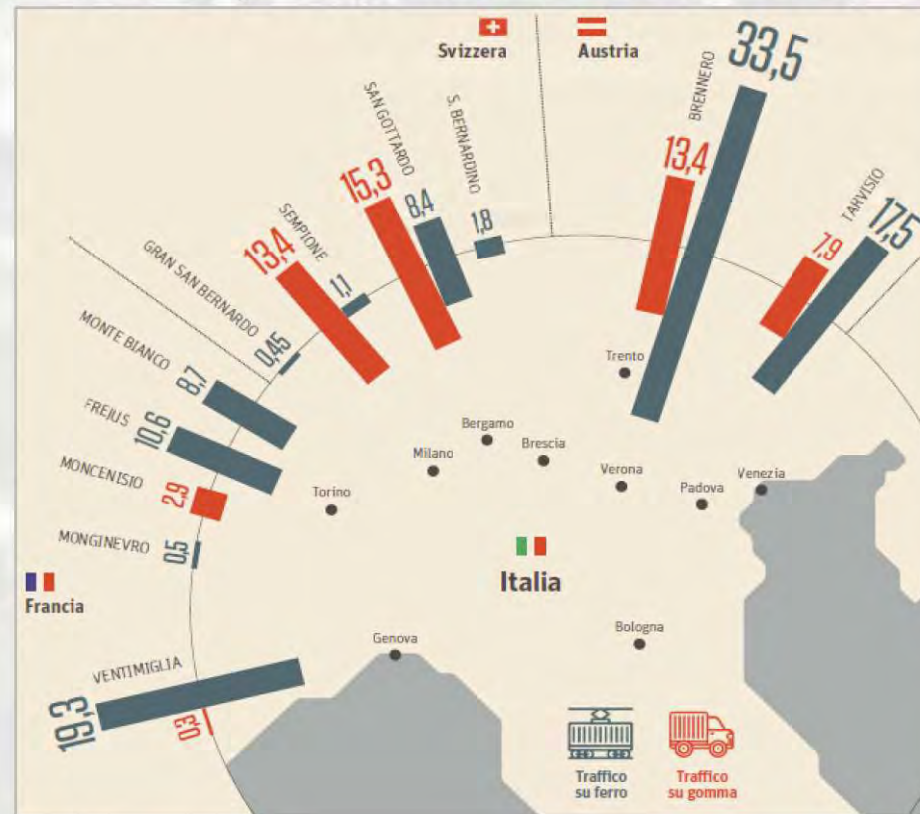
I casi di studio del Porto e della stazione ferroviaria di Venezia.

Prof. M. Pasetto, Ing. G. Giacomello, Dott. G. De Lazzari e Dott. K. Calamari – Padova, 17 giugno 2019

Il Sistema logistico e portuale del Nord-Est

Principali porti: Venezia, Trieste, Ravenna (lato italiano), Capodistria e Rijeka (lato sloveno e croato).

Problema: accessibilità ai porti mediante strade e ferrovie.



I casi di studio del Porto e della stazione ferroviaria di Venezia.

Prof. M. Pasetto, Ing. G. Giacomello, Dott. G. De Lazzari e Dott. K. Calamari – Padova, 17 giugno 2019

Il porto di Venezia

Porto Marghera: superficie di 1447 ettari (aree industriali, attività commerciali e terziarie), 12 km di **banchine**, 45 km di **rete ferroviaria**, 40 km di **raccordi stradali**, circa 10.5 metri di **pescaggio massimo**, 1034 **aziende** (circa 13560 addetti).



I casi di studio del Porto e della stazione ferroviaria di Venezia.

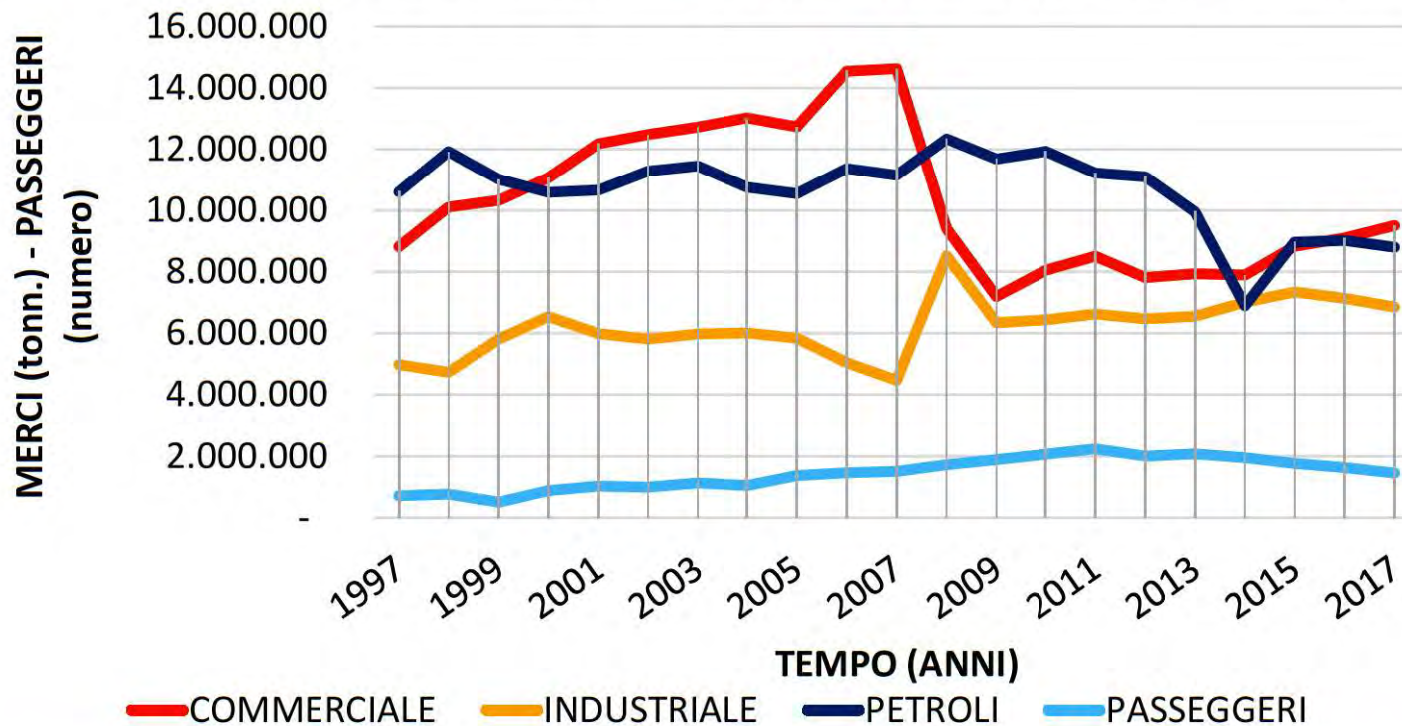
Prof. M. Pasetto, Ing. G. Giacomello, Dott. G. De Lazzari e Dott. K. Calamari – Padova, 17 giugno 2019

Slide - 6

Il porto di Venezia

Suddivisione TEU per mezzo di trasporto delle merci (25 milioni di tonnellate) arrivate via mare (nel **2016**): **82,9 % (strada)**, **8,9% (ferrovia)**, 8% (pipeline) e 0,2% (idrovia).

VARIAZIONE QUANTITÀ DI MERCI E PASSEGGERI - 2007/2017



Le infrastrutture di Porto Marghera



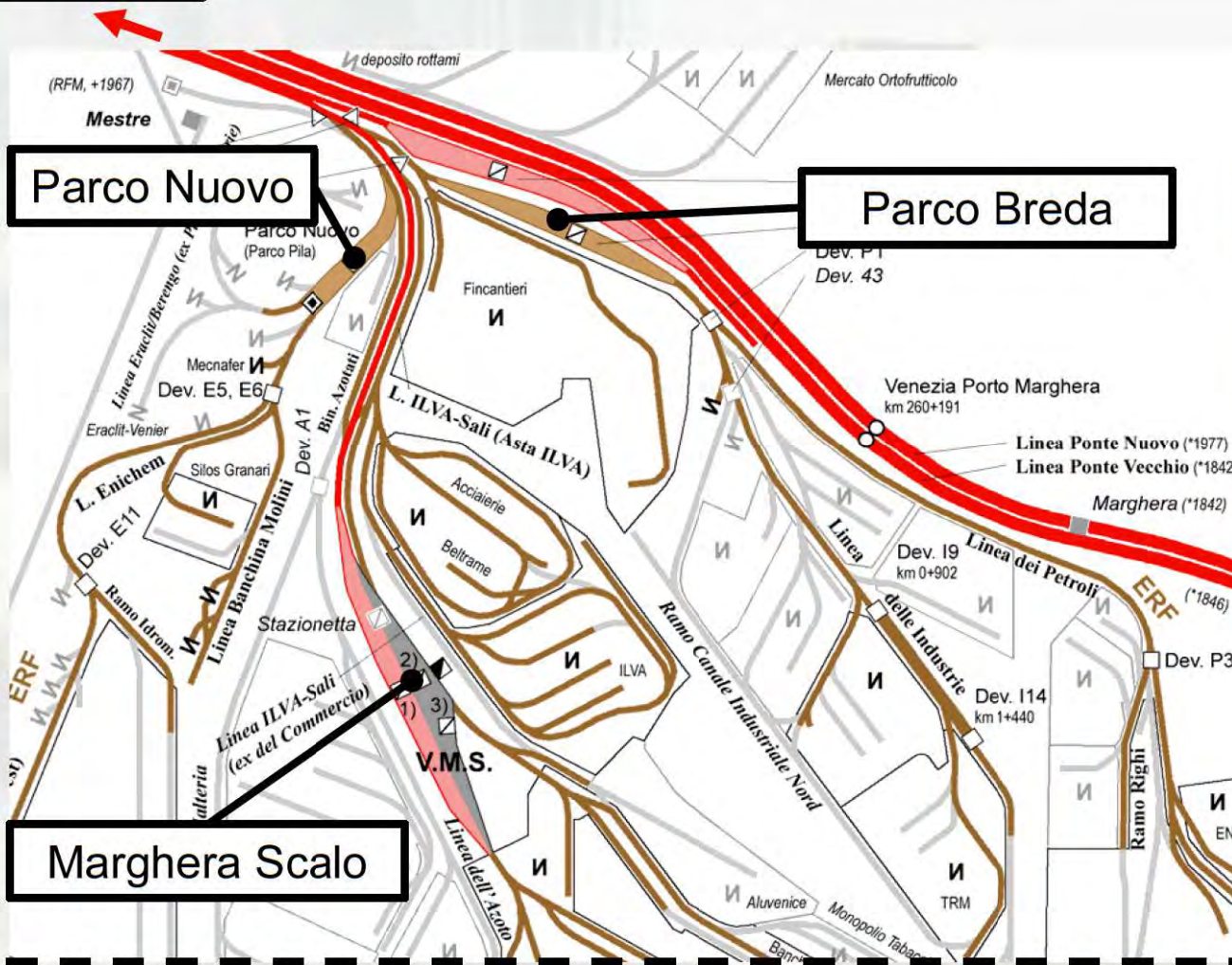
Rete ferroviaria attuale, composta dai raccordi tra i terminal e gli scali di:

- 1: Marghera Scalo
- 2: Parco Nuovo
- 3: Parco Breda

→ Connessi alla rete nazionale dalla **STAZIONE DI MESTRE**

Le infrastrutture di Porto Marghera

Venezia Mestre



Parco Nuovo

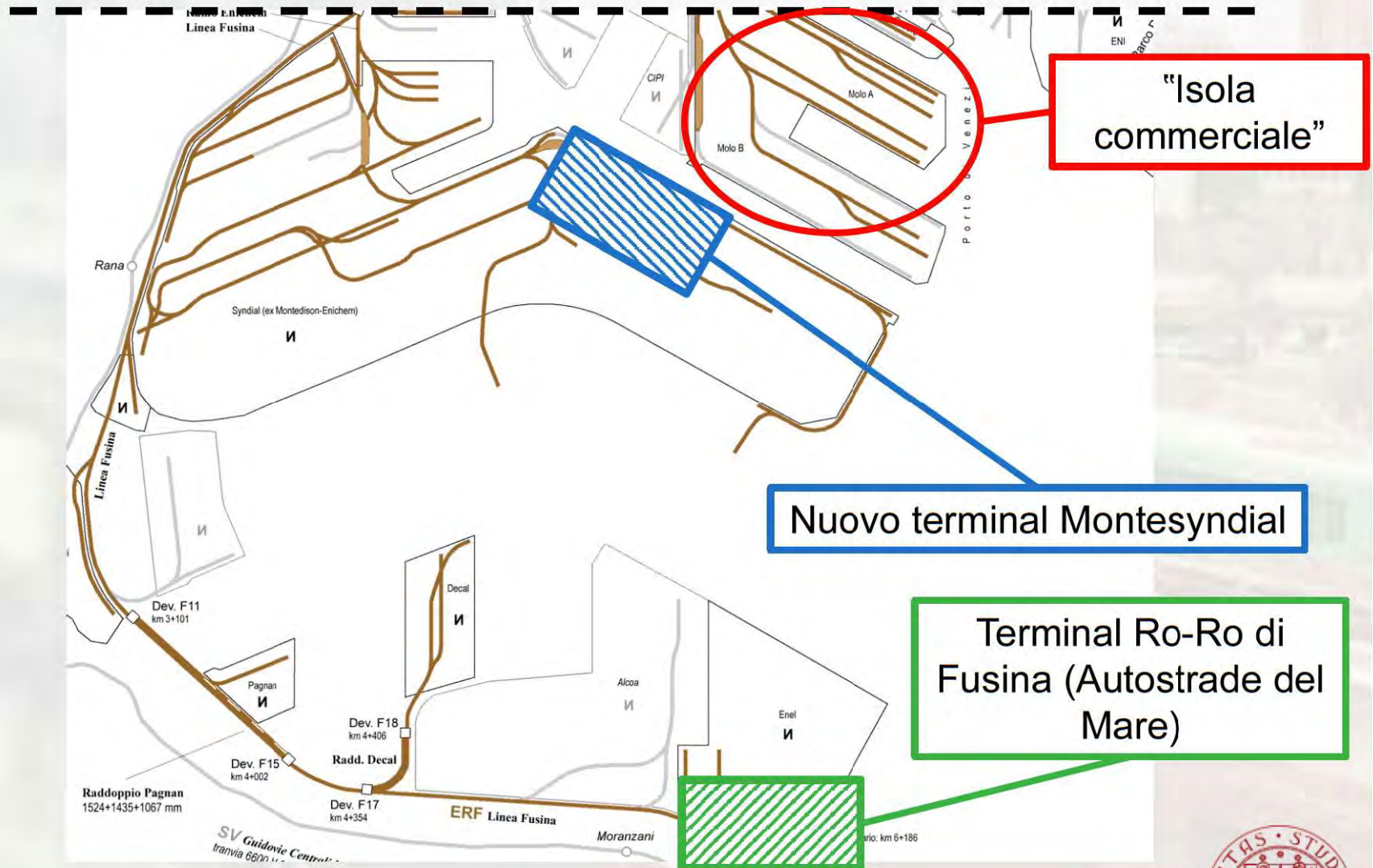
Parco Breda

Venezia S.L.

Marghera Scalo



Le infrastrutture di Porto Marghera



Le infrastrutture di Porto Marghera

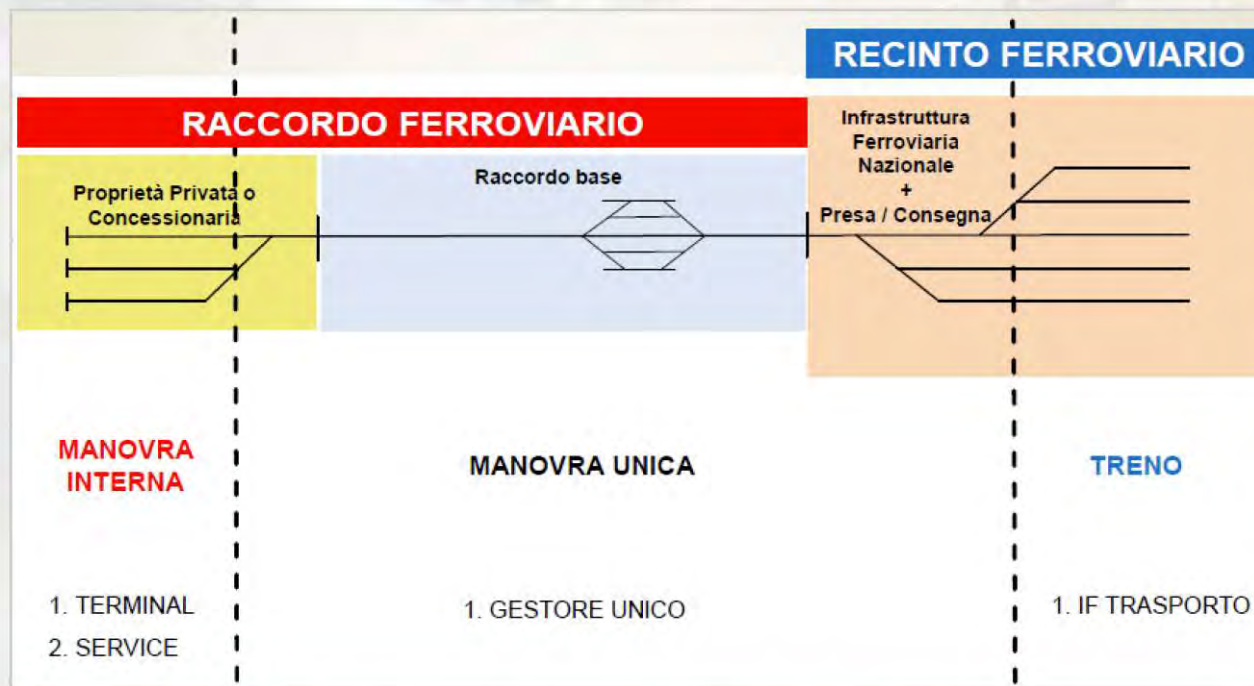
Lunghi tempi della manovra ferroviaria

Manovra Interna (Handling) → 2 – 3 ore

Manovra Unica → da 30 minuti a 2 ore

Presca e consegna → da 30 minuti a 2 ore

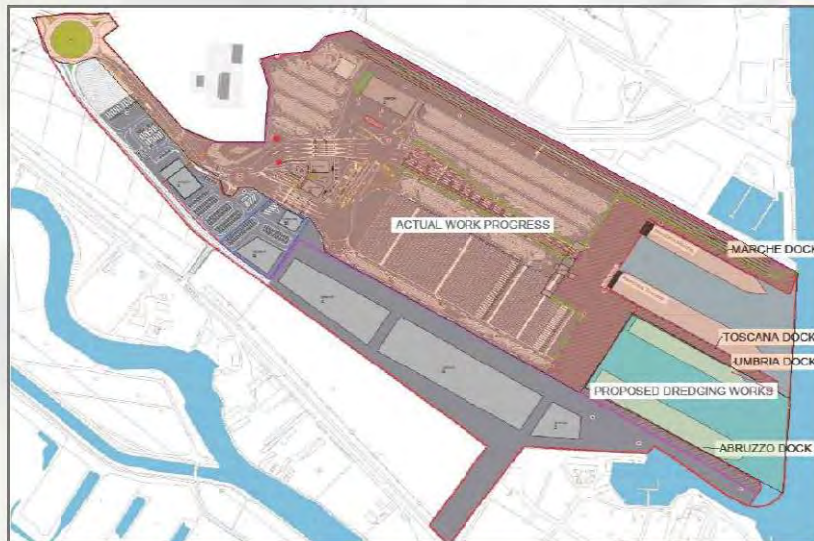
TOTALE 6 – 7 ORE



Scopo

Valutazione preliminare di collegamento ferroviario a servizio della zona portuale di Marghera per:

- **incrementare** numero merci su ferro,
- fornire una **seconda uscita** dalla zona del porto.



**TERMINAL RO-RO DI FUSINA
 (Autostrade del Mare)**

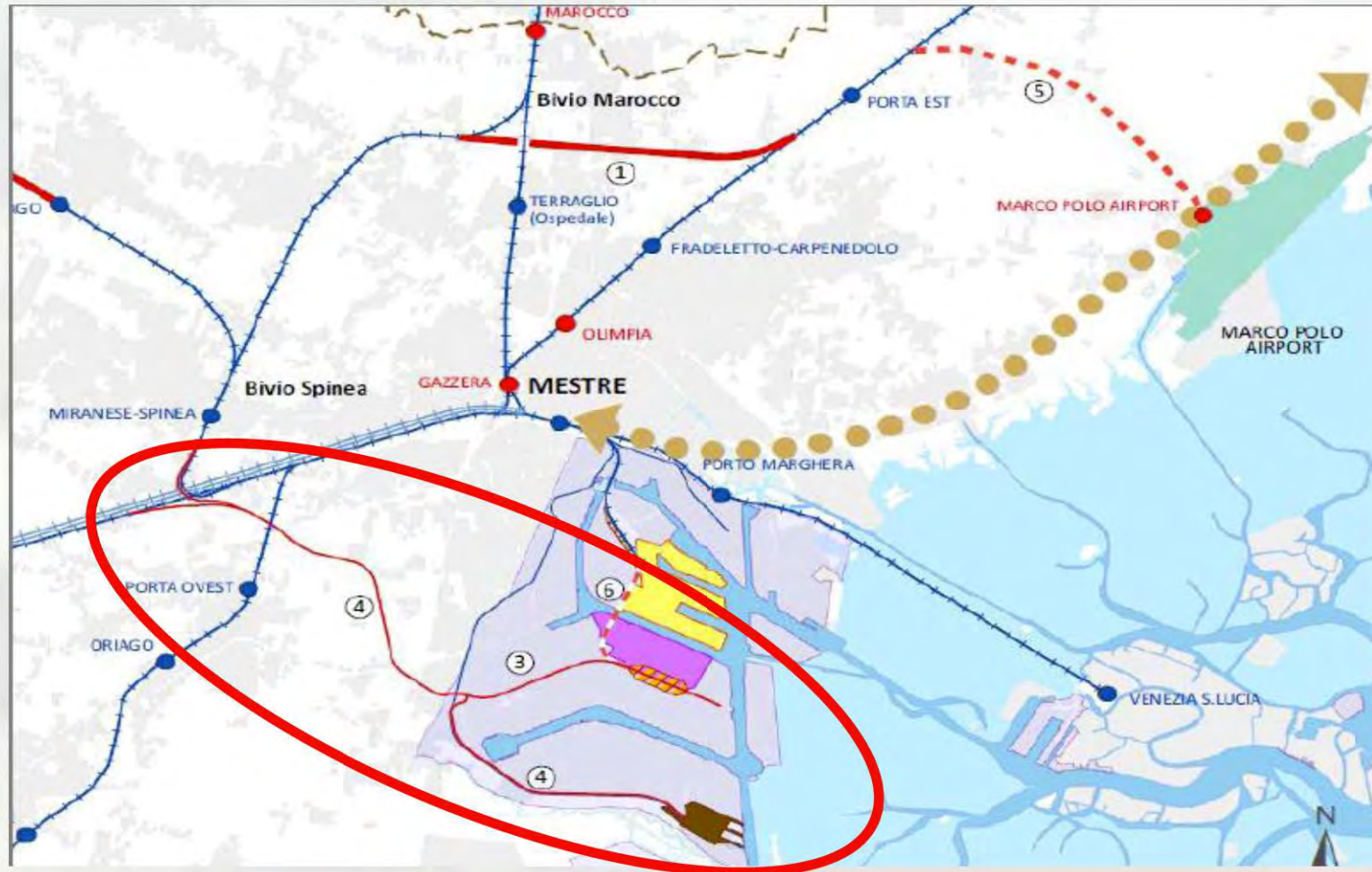


**NUOVO TERMINAL
 MONTESYNDIAL**

Indice

- Il caso di studio dello scalo merci di Porto Marghera
- **Lo sviluppo di un nuovo tracciato ferroviario con la modellazione BIM**
- Il caso di studio della stazione ferroviaria di Venezia Santa Lucia
- Il BIM per la gestione della progettazione di una stazione ferroviaria
- Conclusioni

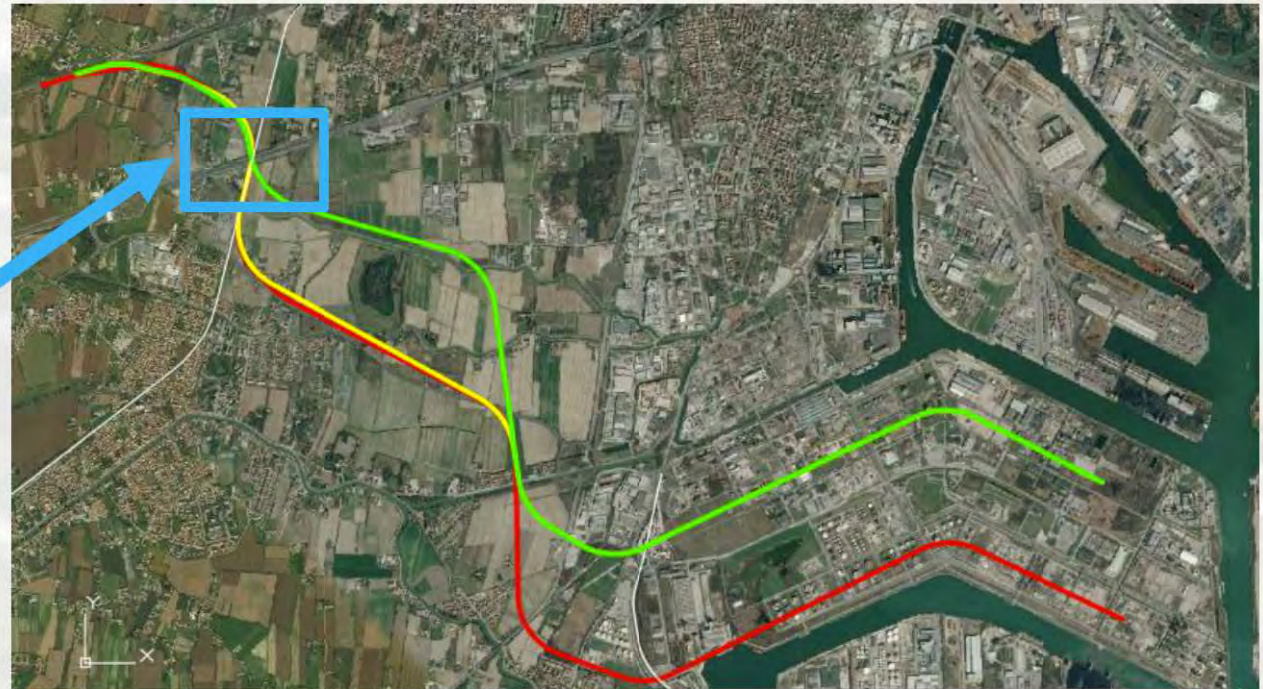
Una nuova linea ferroviaria a sud del porto



Studio di fattibilità – Le ipotesi di tracciato

Si sono ipotizzati tre tracciati: «**Tracciato 1**», «**Tracciato 2**» e «**Tracciato 3**». Tutti i tracciati si riconnettono alla linea Mestre-Adria (in colore bianco) in corrispondenza del sottopasso ferroviario dell'autostrada A4 .

Dettaglio intersezione con la linea Mestre – Adria e l'Autostrada



Studio di fattibilità – La scelta del tracciato

Valutazione delle interferenze tra ciascun tracciato e il territorio circostante (infrastrutture esistenti, corsi d'acqua, abitazioni, tralicci alta tensione, ecc.).
Analisi multicriteria: definizione di pesi con l'uso dell'“**Analytic Hierarchy Process**”.

CRITERIO	SOTTOCRITERI
Impatti Ambientali	Aspetti Idrologici
	Rumore
	Consumo del Suolo
	Impatto visivo/paesaggio
	Trazione non elettrica nello scalo
	Bonifiche
Complessità del Progetto	Costo di investimento e manutenzione
	Interferenza con linee alta tensione
	Problematiche di cantiere
Impatti Economici	Impatto nel settore trasporti/logistica
	Riduzione suolo agricolo
	Variazione valori immobiliari
Efficacia Trasportistica	Capacità della linea
	Sicurezza
	Affidabilità/Regolarità trasporto
	Interferenza con attività portuali

	Valori		
	V1	V2	V3
Stazione dentro il Porto	2,24	1,86	1,57
Stazione fuori dal Porto	2,27	2,03	1,74

L'implementazione delle metodologie I-BIM

La **modellazione digitale** permette di conferire valore aggiunto al progetto, ottimizzare lo scambio dati e informazioni, ridurre i tempi di realizzazione dei progetti e migliorare le previsioni dei costi.

Industry Foundation Classes (IFC): formato dati aperto utilizzato come standard internazionale per la condivisione delle informazioni.

Struttura dell'IFC: *semantica, relazioni e proprietà*.

IFC utilizzate in questo caso di studio per l'**asse** delle **infrastrutture di trasporto**:

- ***IfcAlignment2DHorizontal*** descrive l'andamento planimetrico,
- ***IfcAlignment2DVertical*** descrive l'andamento altimetrico,
- ***IfcAlignment*** descrive l'andamento nello spazio.

L'implementazione delle metodologie I-BIM

Autodesk Infraworks



Utilizzato nella fase di sviluppo concettuale di un progetto infrastrutturale e per analisi preliminari.

Autodesk Civil3D



Utilizzato nelle fasi di modellazione plano – altimetrica e per lo sviluppo accurato di un percorso definitivo.

Autodesk Revit



Utilizzato nelle fasi di modellazione di oggetti in 3D (può essere impiegato per la progettazione dettagliata delle opere puntuali costituenti un'infrastruttura). Dai singoli ponti sino alle stazioni ferroviarie.

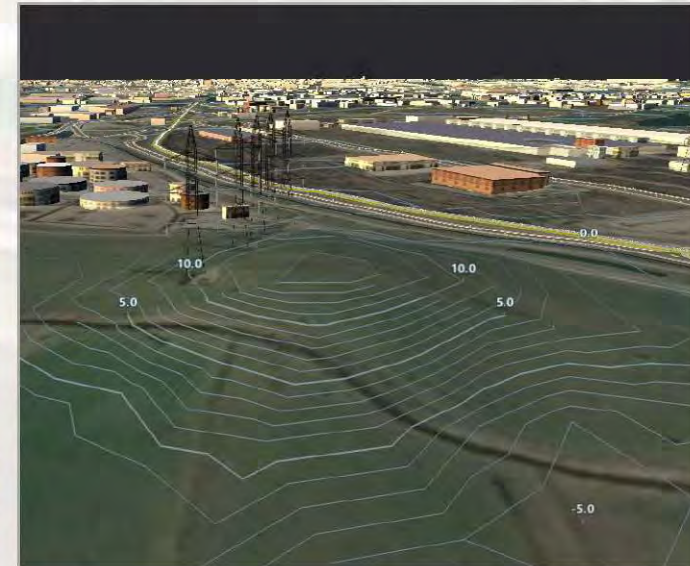
L'implementazione delle metodologie I-BIM

La digitalizzazione dell'infrastruttura ferroviaria:

1. analisi del contesto territoriale esistente mediante Infraworks;
2. sviluppo piano – altimetrico di tracciati alternativi in Civil3D;
3. visualizzazione dei tracciati alternativi in Infraworks;
4. modellazione in Infraworks del tracciato;
5. modellazione finale del tracciato ferroviario in Civil 3D.

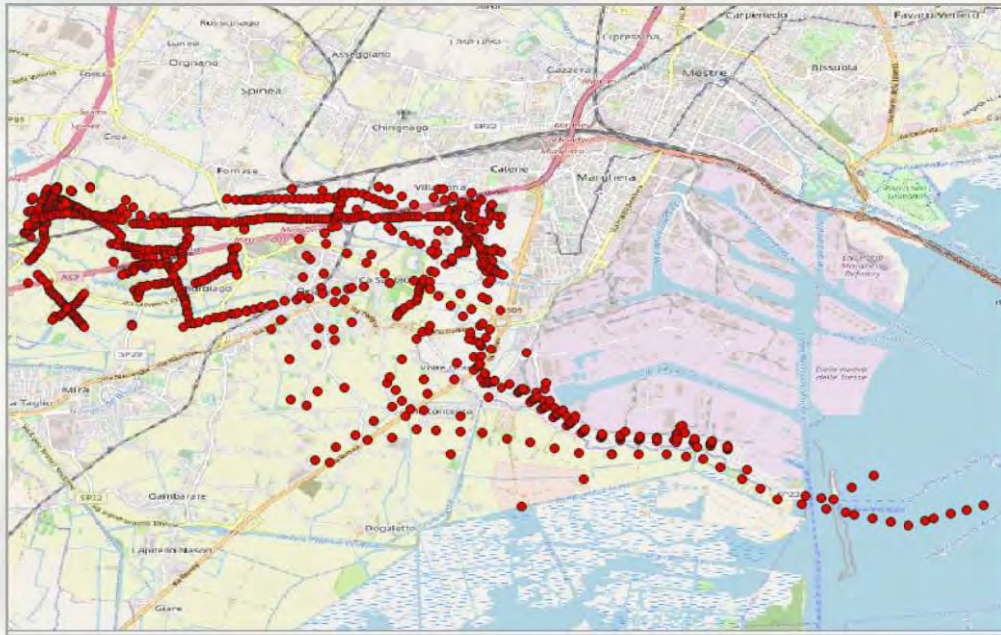
1) Analisi contesto con Infraworks

- a. Inserimento e sostituzione del modello di elevazione digitale del terreno (DEM) ;
- b. Caricamento dei dati territoriali necessari (dati GIS): aree soggette a vincoli paesaggistici, architettonici ed ambientali;



1) Analisi contesto con Infraworks

c. Inserimento della rete di distribuzione dell'energia elettrica.



I tralicci sono stati inseriti associando un elemento 3D ad ogni punto. Quindi, ad ogni punto è possibile associare un oggetto digitale presente nel software o modellato con altri programmi di modellazione in tre dimensioni, come ad esempio Revit.

2) Sviluppo tracciati in Civil 3D

Ogni tracciato viene modellato secondo delle regole plano - altimetriche di progettazione ferroviaria, quali:

- valore del raggio minimo dipendente dalla velocità di progetto;
- adeguata curva di transizione tra rettilineo e curva (clotoide o parabola cubica);
- raccordi altimetrici parabolici tra due tratti a diversa pendenza.



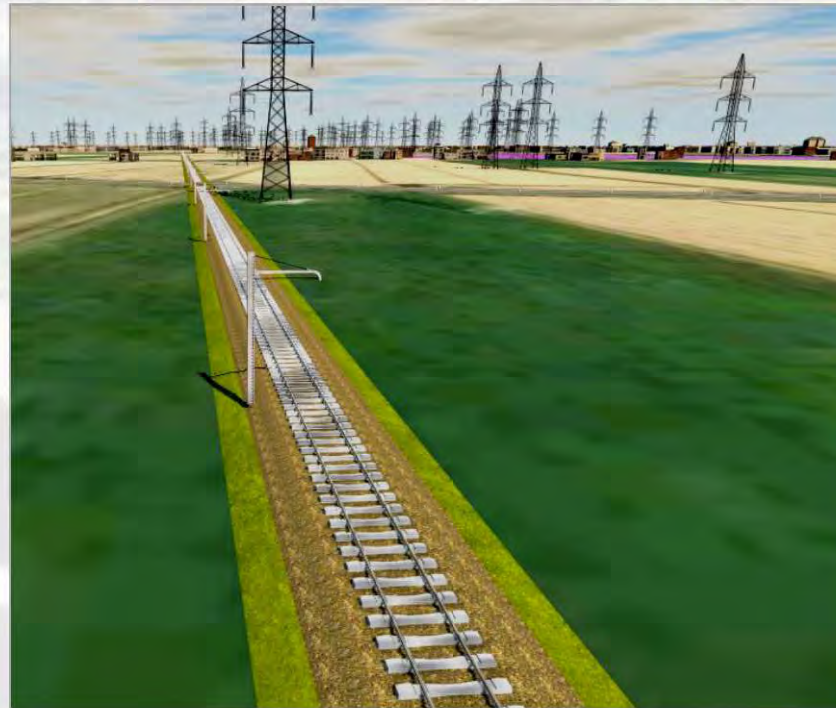
Tali regole di progettazione definiscono il **contenuto informativo** del tracciato ferroviario.

3) Visualizzazione tracciati alternativi in Infraworks

Per effettuare una **corretta valutazione** degli **impatti** dei singoli tracciati è necessario importarli in Infraworks da Civil3D.

Scambio di informazioni avviene solo per le infrastrutture stradali:

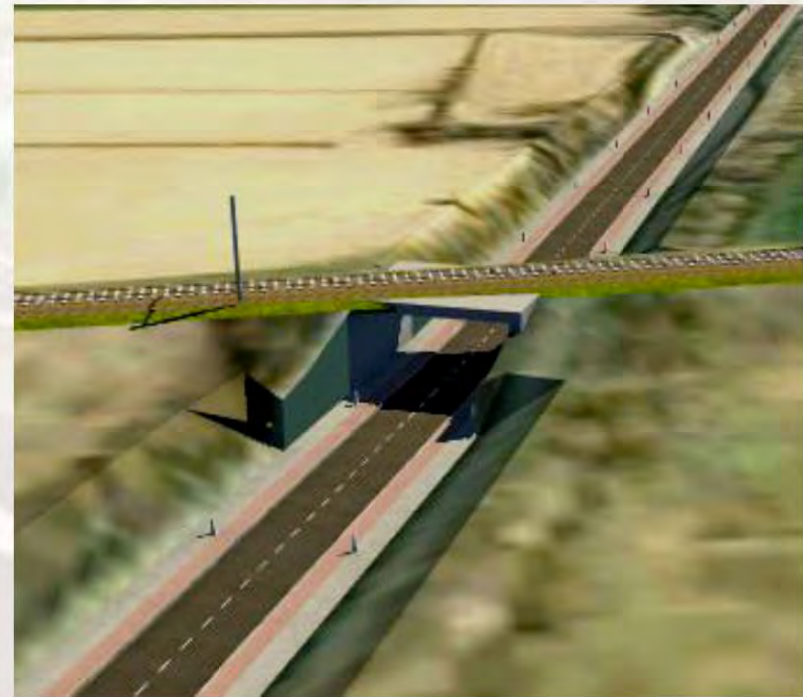
1. È necessario **modificare i contenuti informativi** del tracciato;
2. È necessario **modellare il solido ferroviario modificando un solido stradale**.



L'oggetto viene denominato
"modellatore".

4) Modellazione tracciato in Infracworks

Il “**tracciato 3**”, lungo circa 6 km, è stato sviluppato con Infracworks, in particolare sono stati inseriti **ponti** e **sottopassi** stradali in corrispondenza delle intersezioni con la ferrovia di progetto e ponti per gli attraversamenti fluviali.



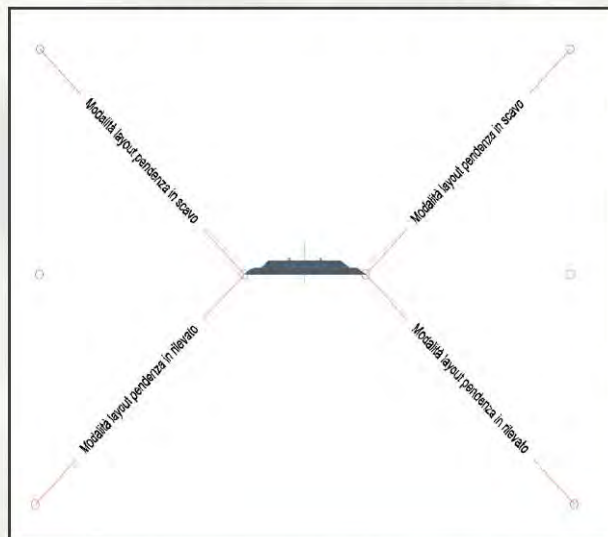
5) Modellazione finale tracciato in Civil 3D

Il tracciato è stato nuovamente importato in Civil 3D per la valutazione dei movimenti di terreno connessi alla realizzazione dell'opera.

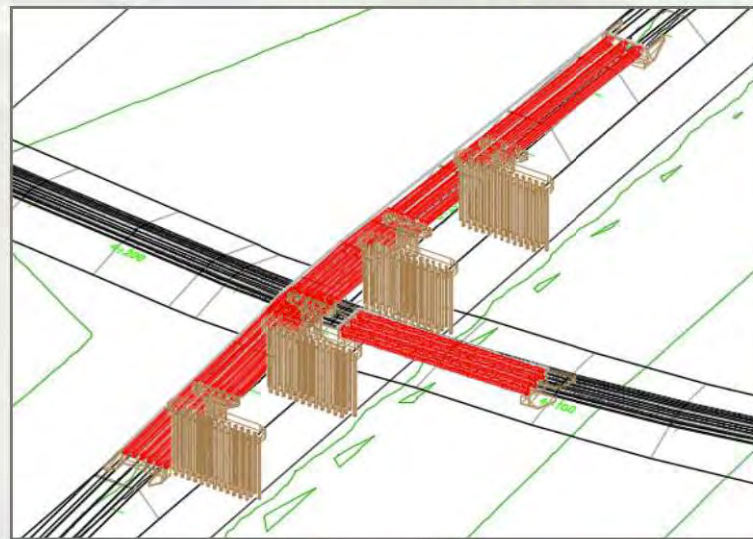
Per fare ciò è stato necessario:

- **ridefinire il tracciato** da oggetto strada a oggetto ferrovia;
- **sostituire la sezione del modellatore** creando una sezione ferroviaria, con ballast e subballast.

Sezione ferroviaria



Intersezione



Movimenti di terreno

Tabella materiali

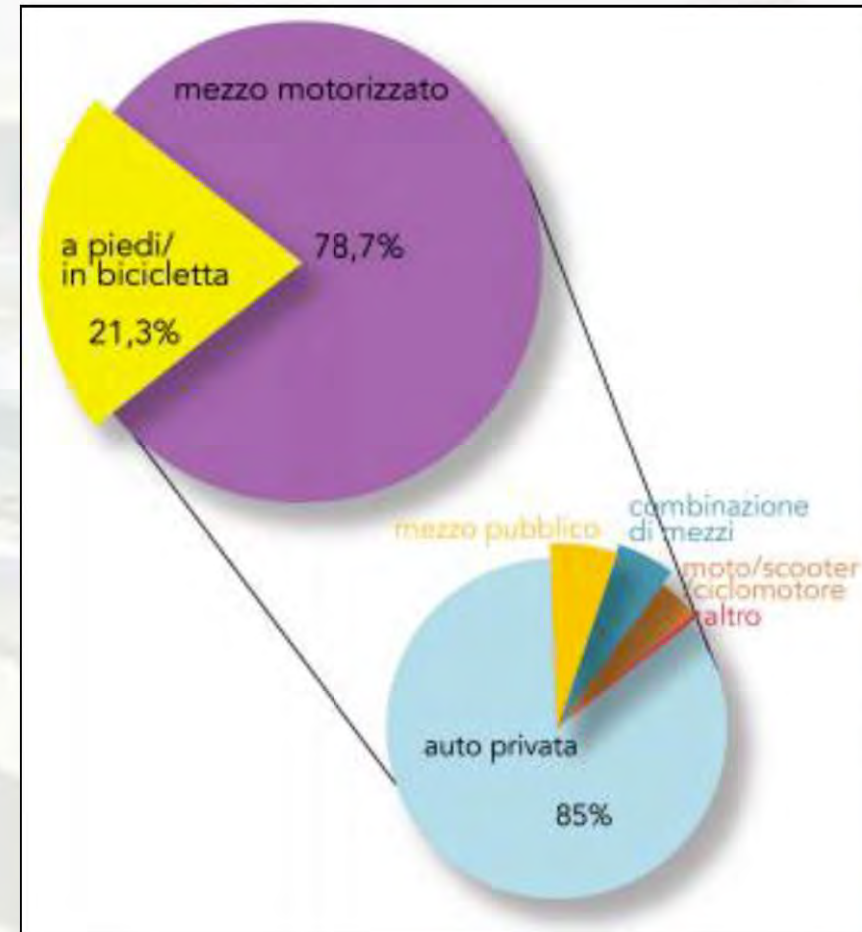
Progressivo	Area	Volume	Volume cumulativo
8+260.00	6,10	121,83	5948,49
8+280.00	5,74	118,42	6066,91
8+300.00	5,41	111,47	6178,39
8+320.00	5,02	104,27	6282,66
8+340.00	4,63	96,51	6379,16
8+360.00	3,51	81,17	6460,33
8+380.00	2,67	61,66	6521,99
8+400.00	2,53	51,98	6573,97
8+420.00	2,33	48,54	6622,50
8+440.00	2,17	44,97	6667,47
8+460.00	2,02	41,84	6709,31
8+480.00	2,48	67,39	6776,70
8+520.00	4,09	97,58	6874,28
8+550.00	4,47	128,33	7002,61
8+580.00	3,83	124,41	7127,03
8+600,38	3,42	73,90	7200,92

Indice

- Il caso di studio dello scalo merci di Porto Marghera
- Lo sviluppo di un nuovo tracciato ferroviario con la modellazione BIM
- **Il caso di studio della stazione ferroviaria di Venezia Santa Lucia**
- Il BIM per la gestione della progettazione di una stazione ferroviaria
- Conclusioni

La stazione di Venezia Santa Lucia

Presupposto: nella *Regione Veneto* è presente una forte dispersione insediativa che ha indotto, e induce tutt'oggi, un aumento degli spostamenti con auto privata, con conseguenti fenomeni di congestione.



La stazione di Venezia Santa Lucia

Nel 1990 nacque il «**Sistema Ferroviario Metropolitano Regionale**»: un'organizzazione integrata di trasporto all'interno della regione, basata principalmente sull'uso della ferrovia.

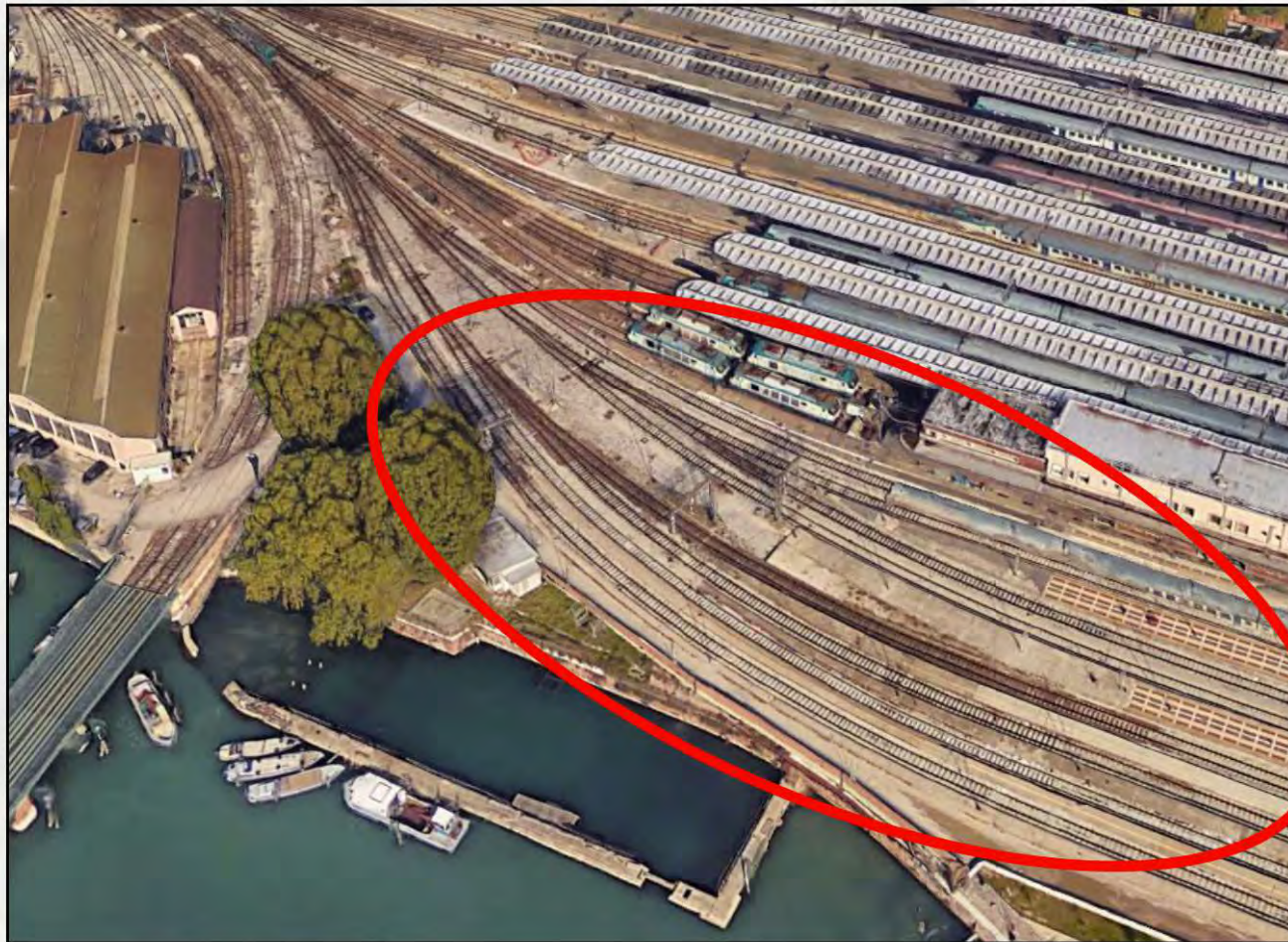
Operazioni intraprese:

- aumento frequenza convogli;
- potenziamento linee e nodi;
- acquisto materiale rotabile più prestante.

Il progetto, non ancora concluso, prevede in una delle sue fasi la **modifica del piano del ferro** (ovvero la modifica dell'assetto) della stazione ferroviaria di **Venezia S.L.**

L'attuale assetto della stazione di Venezia Santa Lucia

FASCIO SACCA



L'attuale assetto della stazione di Venezia Santa Lucia

La potenzialità di una stazione, ovvero “il numero di treni ricevuti nell'unità di tempo senza che il servizio complessivo nell'impianto ne abbia a risentire”, dipende da: assetto dell'armamento e orario (che definiscono la compatibilità di itinerario), numero di stazionamenti e lunghezza dei marciapiedi.

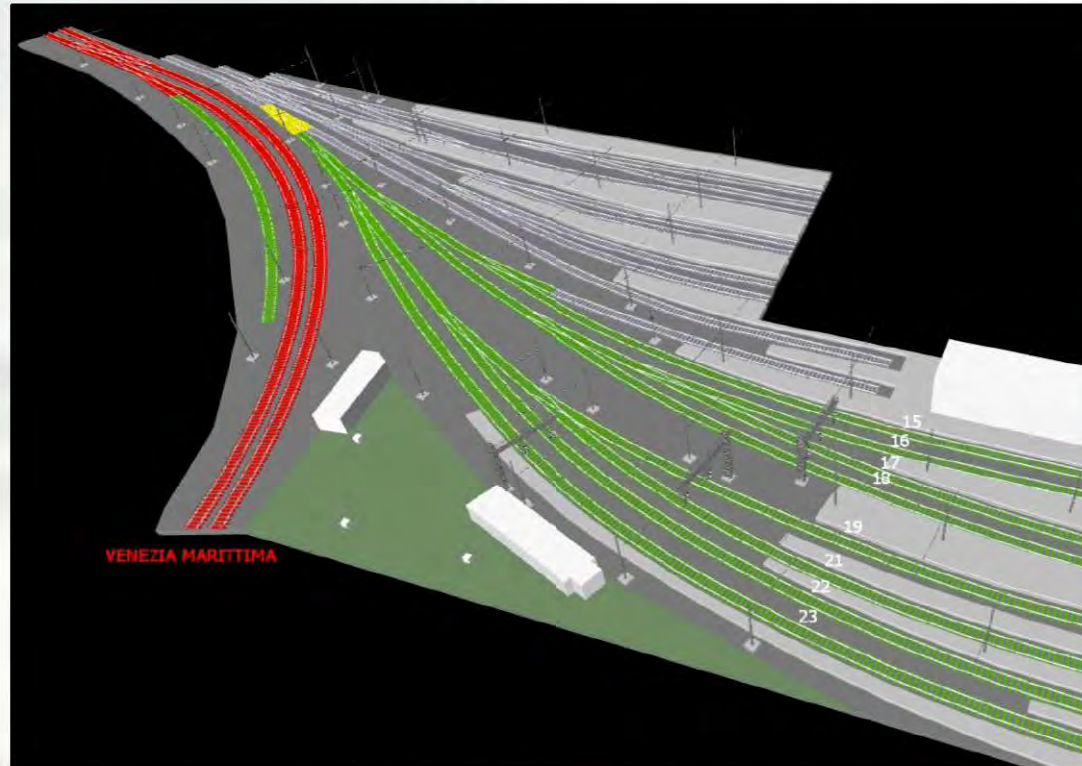
**AGENDO SU QUESTI PARAMETRI È POSSIBILE
MIGLIORARE LA POTENZIALITÀ DI UN IMPIANTO.**

Potenzialità impianto di Venezia S.L. nel fascio Sacca (ultimi 8 binari della stazione) presenta diversi limiti.



Scarsa lunghezza dei marciapiedi
Errato assetto dell'armamento

La modifica dell'assetto della stazione di Venezia Santa Lucia



Il **corretto tracciato** del Ponte Vecchio è utilizzato per una linea dismessa, tutti gli ingressi sono effettuati su **ramo deviato**. Tutti gli itinerari dei binari del Fascio Sacca convergono forzatamente in un unico **deviatoio**.

Indice


- Il caso di studio dello scalo merci di Porto Marghera
- Lo sviluppo di un nuovo tracciato ferroviario con la modellazione BIM
- Il caso di studio della stazione ferroviaria di Venezia Santa Lucia
- **Il BIM per la gestione della progettazione di una stazione ferroviaria**
- Conclusioni

Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

LandXML
 solido stradale/ferroviario




IFC
 opere puntuali



INFRAWORKS
 Fase di sviluppo concettuale progetto infrastrutturale e analisi preliminari.



REVIT
 Fase di modellazione oggetti 3D e strutture puntuali costituenti un'infrastruttura.



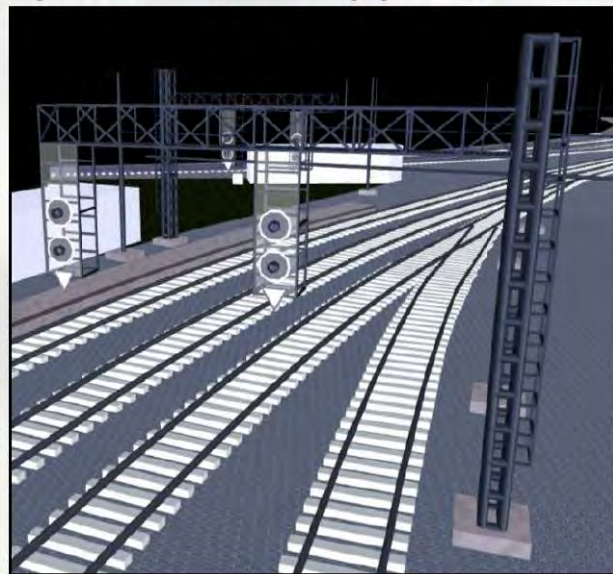
CIVIL 3D
 Fase di modellazione plano-altimetrica e sviluppo accurato percorso definitivo.



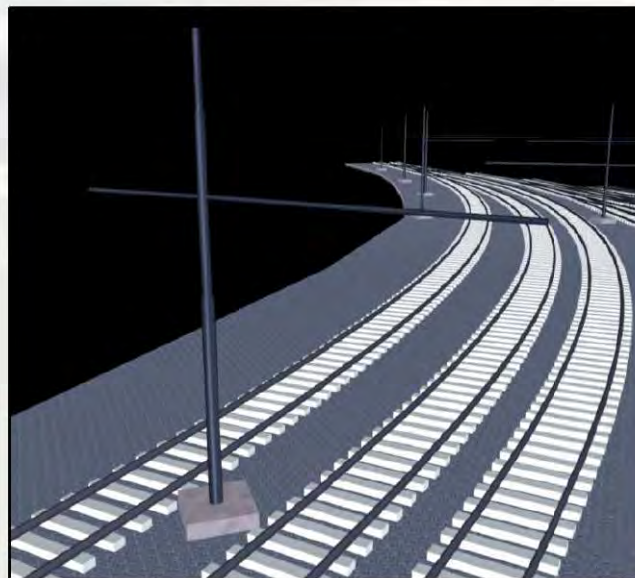
NAVISWORKS
 Fase di coordinamento, analisi, pianificazione tempi e costi di costruzione.

Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

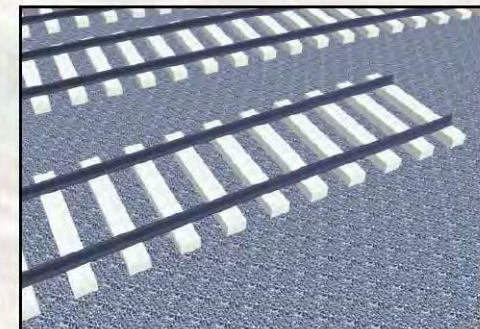
Essendo **Revit** un software ideato per la progettazione edile, non sono presenti al suo interno librerie e famiglie per la progettazione infrastrutturale. Per questo motivo gli elementi della sovrastuttura ferroviaria vengono modellati con le componenti edili che meglio si prestano a rappresentarli.



Portali di segnalamento



Sostegni della linea
aerea di contatto

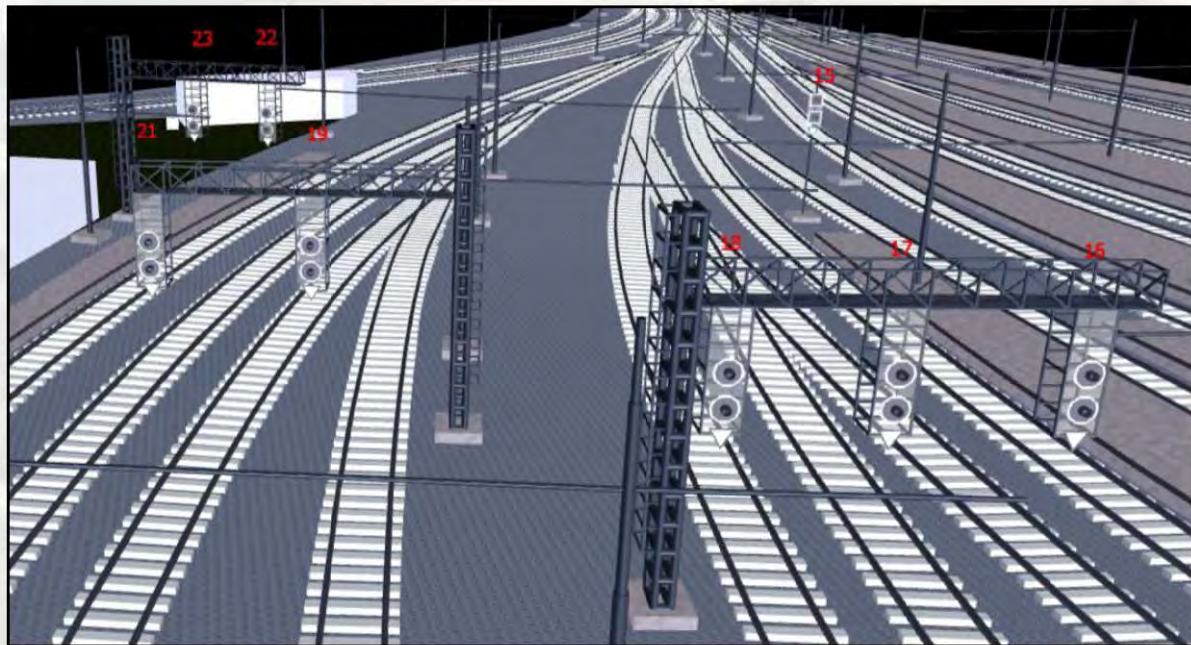


Binario

Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

L'**intervento** è stato organizzato in **fasi**, definite in base alla possibilità di rimuovere l'impianto di segnalamento a servizio di un binario interrotto senza compromettere funzionamento di binari contigui ancora in esercizio.

Interrompere la circolazione in tutti i binari della Sacca contemporaneamente risulterebbe sicuramente incompatibile con il Programma di Esercizio della stazione.



Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

6 FASI



Partendo dalla rimozione della linea diretta a Venezia Marittima, i binari del Fascio Sacca vengono demoliti e successivamente ricostruiti nella posizione corretta.

Stato attuale [Existing 0%]

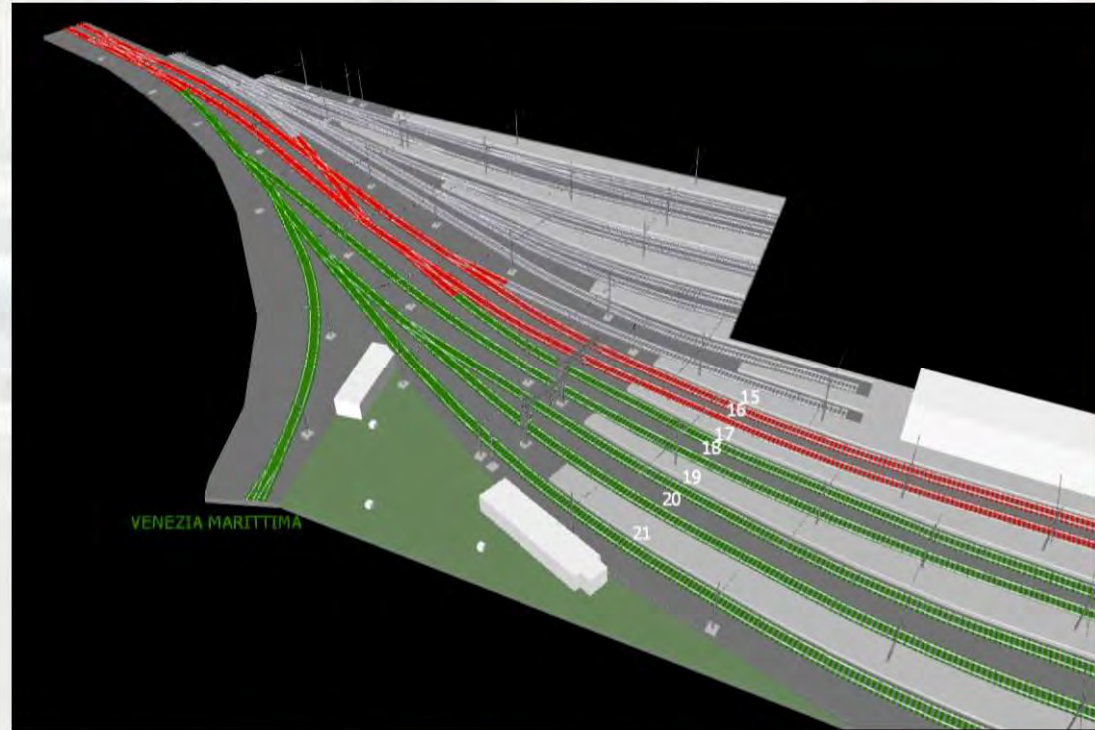


Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Miglioramento della potenzialità dell'impianto

Allungamento marciapiedi, ora tutti idonei al servizio viaggiatori.

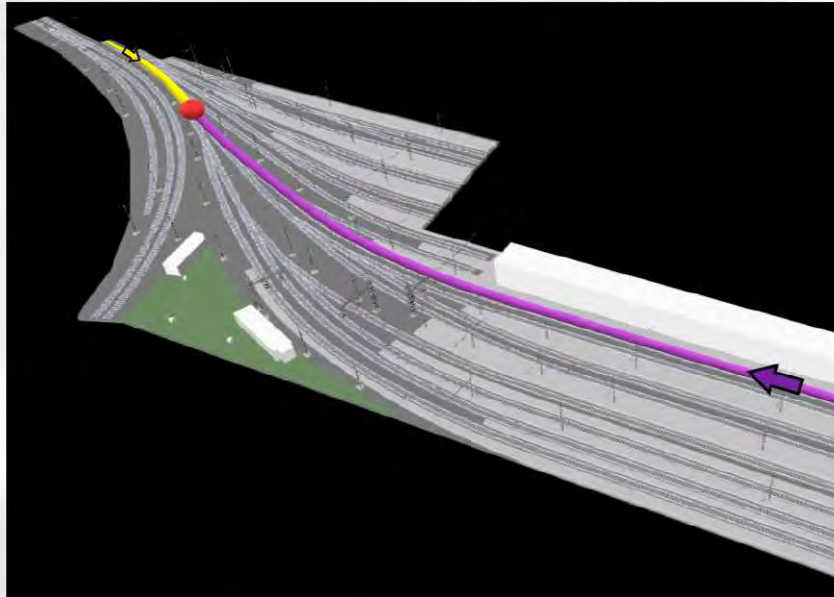
Miglioramento assetto dell'armamento.



Il **corretto tracciato** del Ponte Vecchio viene portato ai binari 15 e 16. Gli itinerari non convergono più forzatamente in un unico deviatoio, vi è così la possibilità di effettuare arrivi e partenze contemporanee.

Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

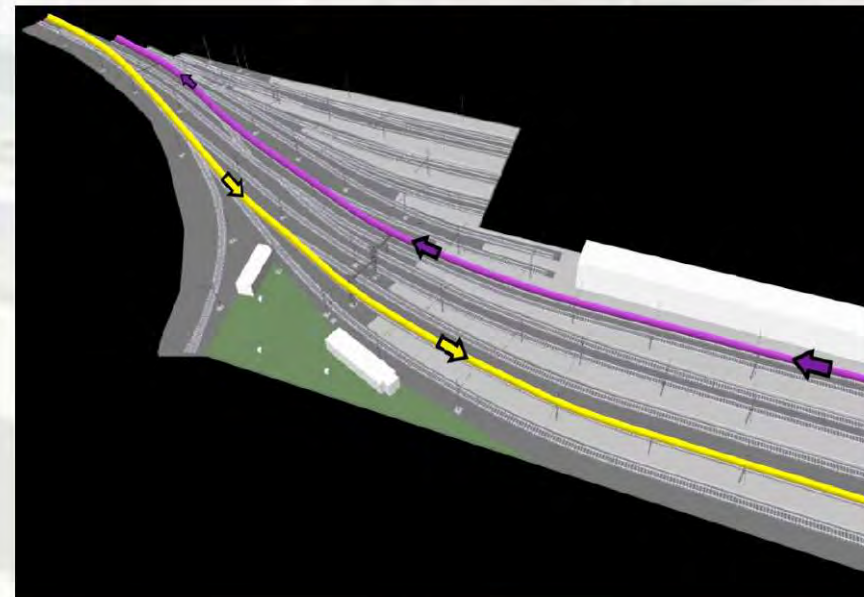
Compatibilità degli itinerari



PRIMA

Aumento del numero di itinerari compatibili.

Itinerario 15 – II
 con
Itinerario III - 21



DOPO

Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

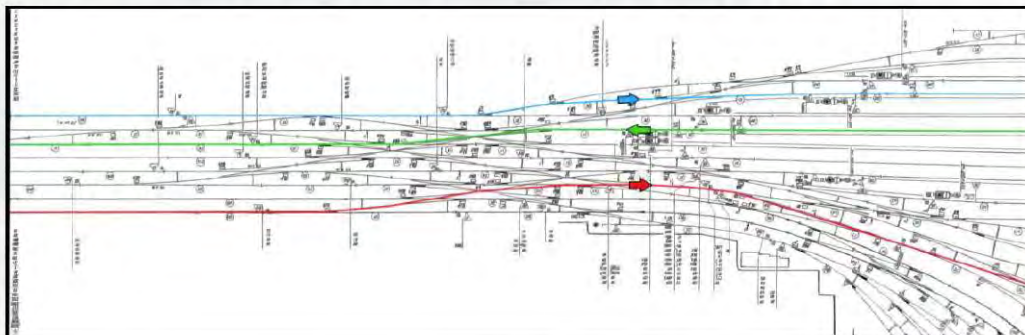
Verifica compatibilità fasi con programma di esercizio: si valuta la possibilità di spostare i treni il cui piazzamento è previsto su binari interrotti (a causa dei lavori) in altri binari della stazione in quel momento liberi.

FASE 5													
BINARIO	08:00	00:05	00:10	00:15	00:20	00:25	00:30	00:35	00:40	00:45	00:50	00:55	09:00
1	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
3	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
4	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
5	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
6	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
7	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
8	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
9	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
10	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
11	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
12	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
13	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
14	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
15	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
16	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
17	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
18	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
19	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
20	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
21	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

- BINARI INDISPONIBILI
- OCCUPAZIONE BINARI
- TRENI SPOSTATI

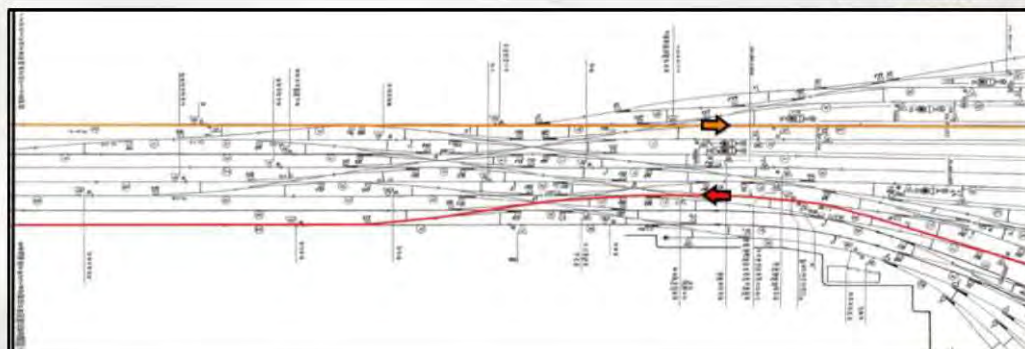
Viene successivamente valutata la compatibilità di dell'arrivo/partenza di tali treni con gli arrivi/partenze contemporanei dagli altri binari della stazione.

Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.



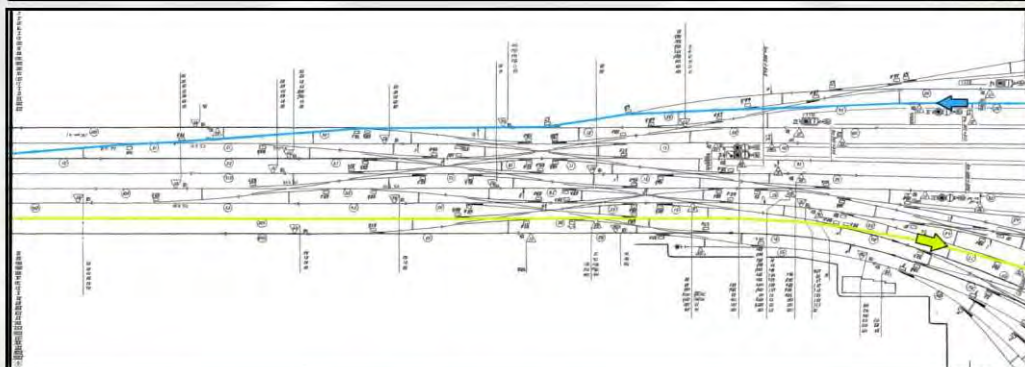
Arrivi e
partenze
ore 8:00

BINARIO 2
BINARIO 4
BINARIO 13



Arrivi e
partenze
ore 8:50

BINARIO 3
BINARIO 13

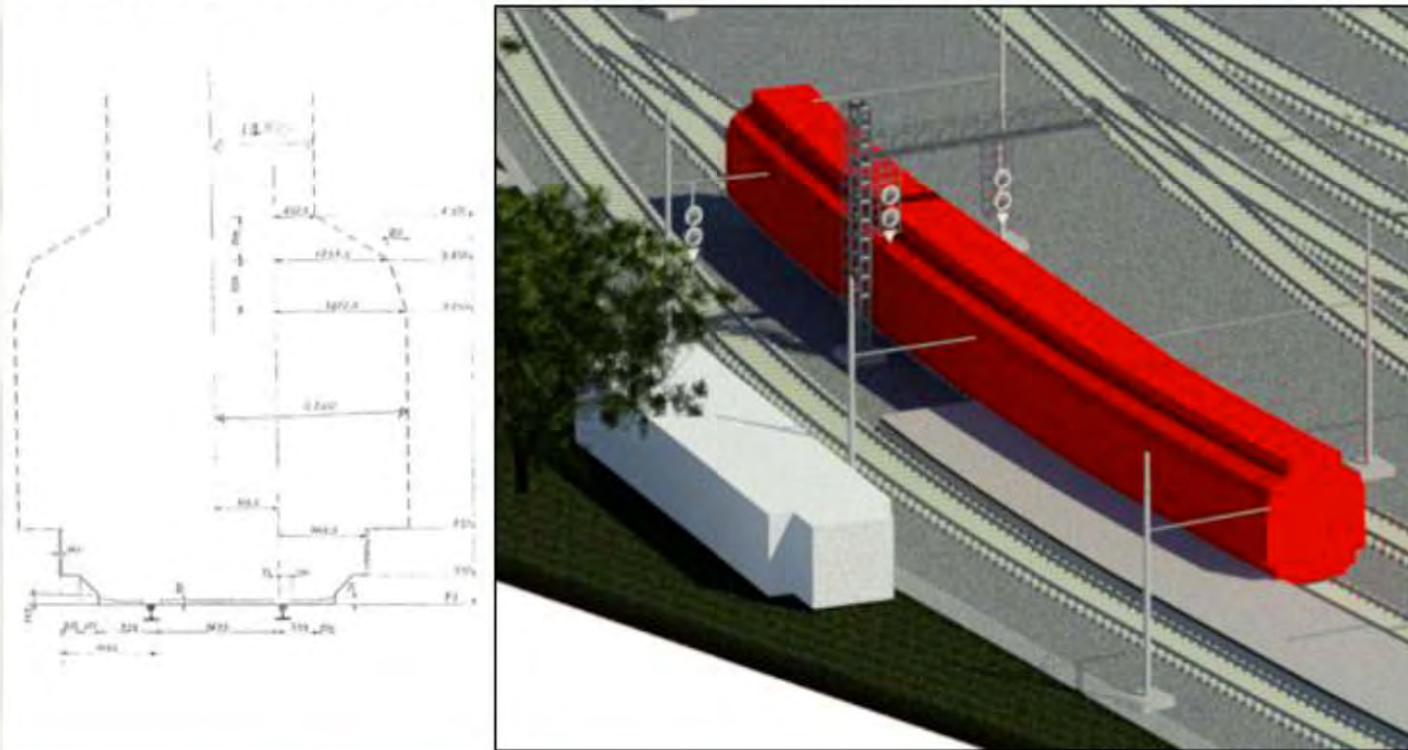


Arrivi e
partenze
ore 8:55

BINARIO 2
BINARIO 12

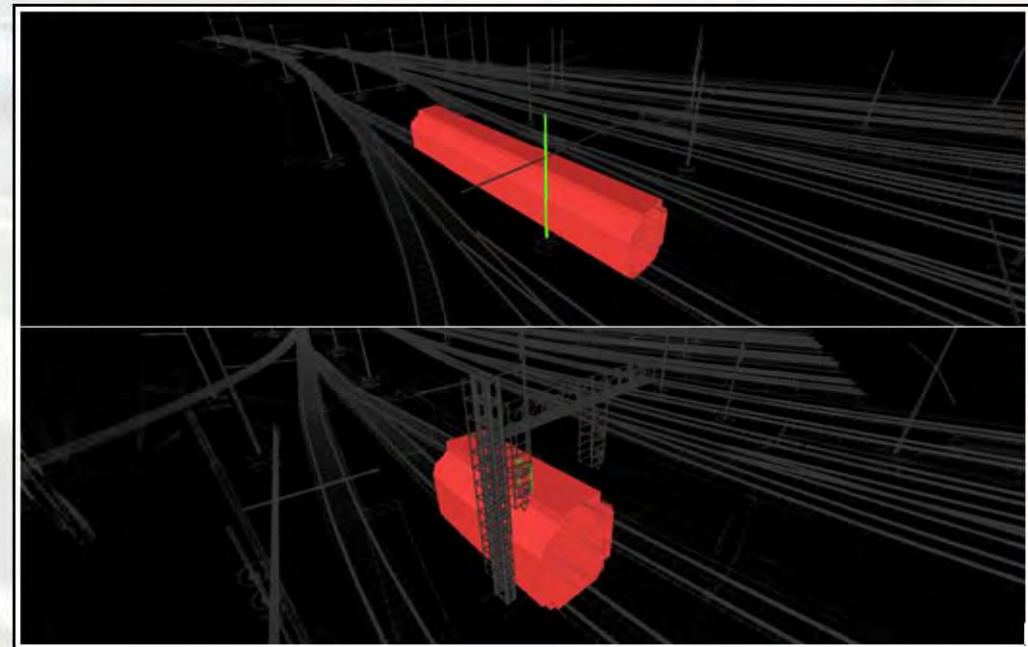
Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Verifica distanze minime degli **impianti** dal **binario**: si inserisce la *sagoma limite per impianti di sicurezza e segnalamento* (creata da famiglia «*trave*») lungo asse del binario nel modello Revit (per ogni nuovo binario) e si esporta il modello in Navisworks.



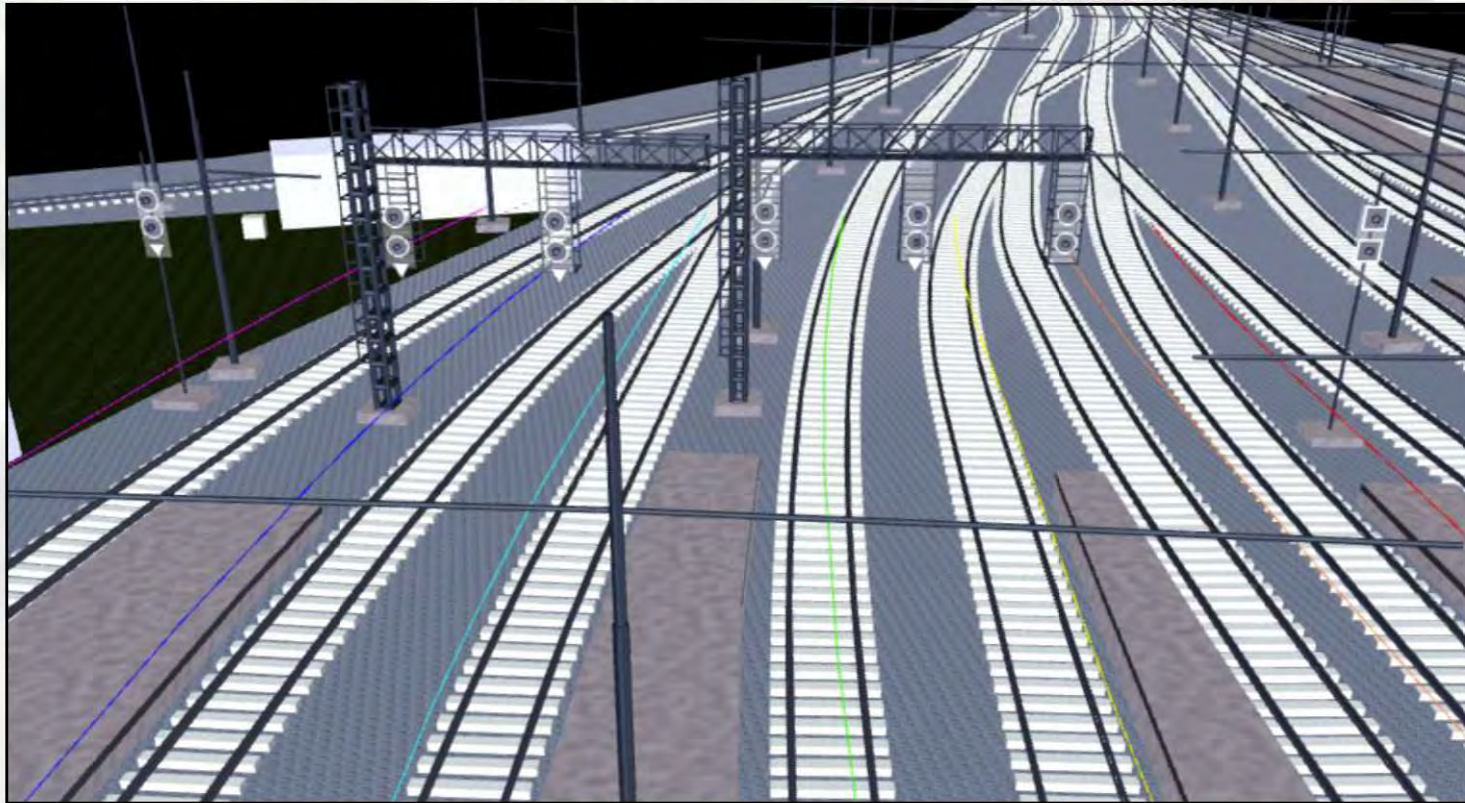
Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Verifica distanze minime degli impianti dal binario: si creano una serie di *Test* con la funzione «**Clash Detective**» per individuare le interferenze tra la sagoma e gli oggetti definiti, fissata una certa tolleranza.



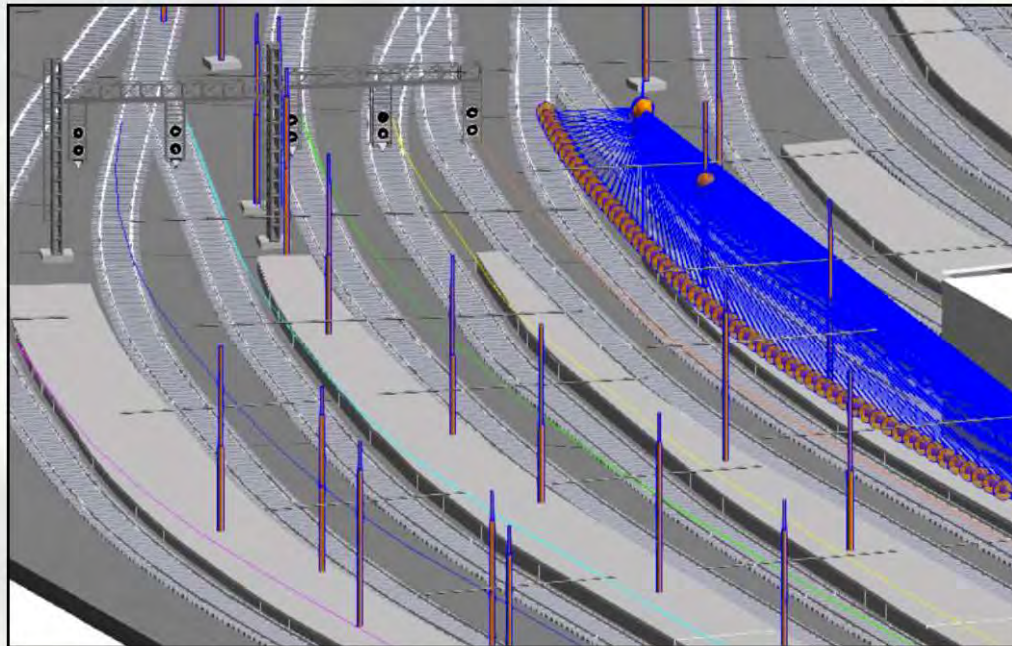
Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Verifica di visibilità dei segnali: si specificano le linee rappresentanti altezza media della visuale di guida del macchinista con stile di linea del tipo «*Binario N*» e i segnali con contrassegno del tipo «*Nn*».



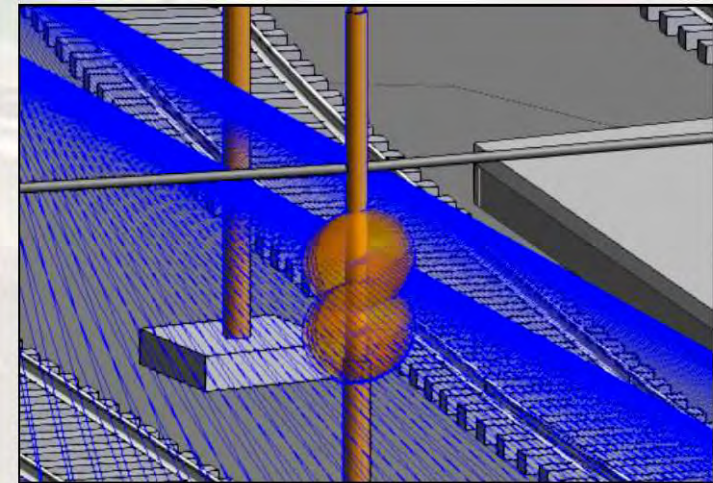
Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Analisi delle interferenze



Gli oggetti che impediscono al guidatore che percorre la linea «*Binario N*» di vedere i segnali di contrassegno «*Nn*» vengono evidenziati con una sfera.

Creazione *script* in Dynamo (ambiente di programmazione visuale basato su Revit) per individuare interferenze alla visuale del macchinista.



Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Analisi dei costi dell'intervento: la funzione «*Quantification*» di Navisworks permette l'estrazione automatica dal modello delle quantità dei materiali demoliti e costruiti.



Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

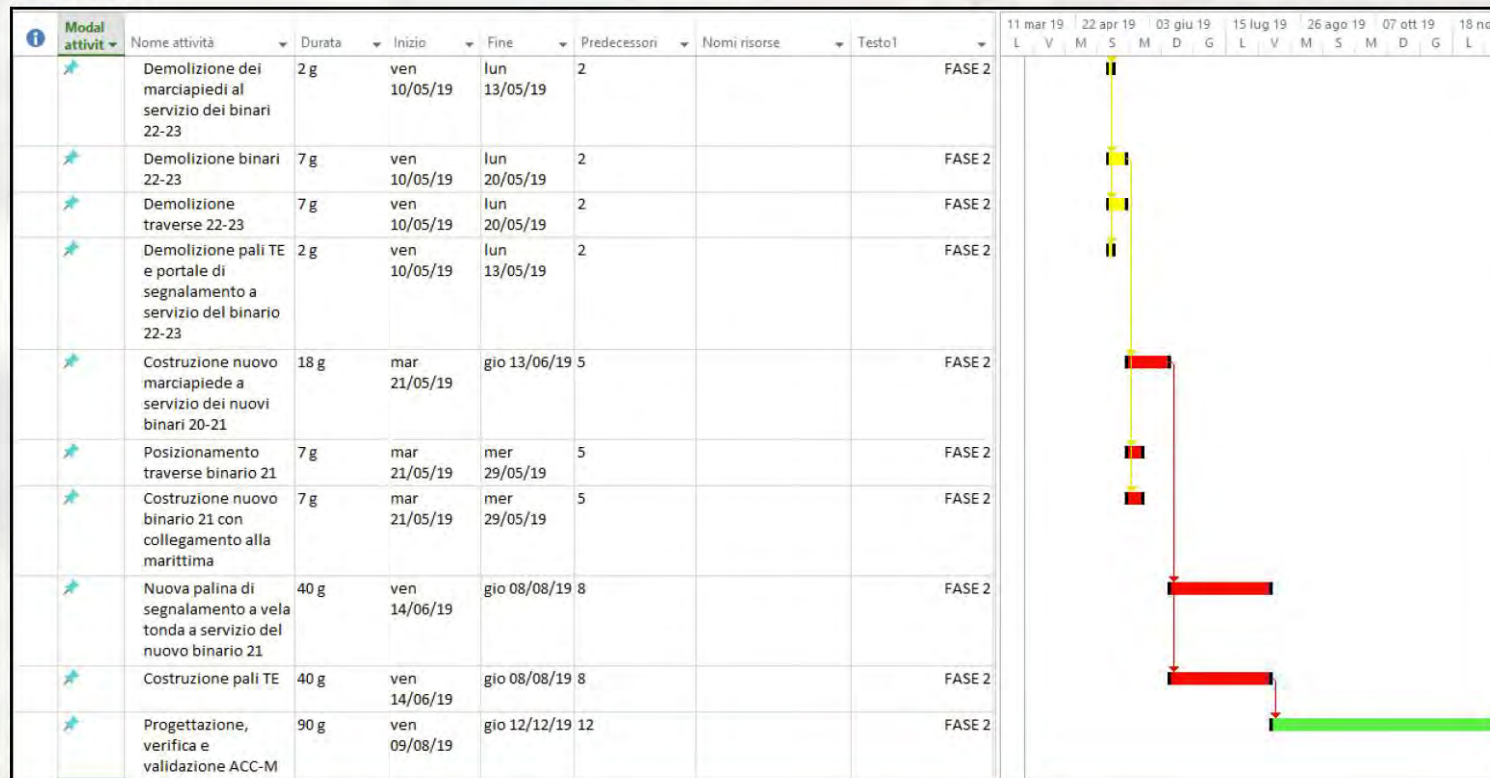
Analisi dei costi dell'intervento: con l'aggiunta dei costi unitari è possibile determinare il costo delle lavorazioni e redigere il *computo metrico estimativo*.

Designazione dei lavori	FASE 1		quantità	u.d.m.	Totale [€]
	Prezzo unitario	u.d.m.			
Demolizione di binario corrente di qualsiasi tipo sia in linea che nelle stazioni, su passaggi a livello, passatoie a raso con rotaie di peso uguale o superiore ai 46 kg/m.	6,39	€/m	412,48	m	2635,7472
Demolizione di scambi semplici o intersezioni di tipo FS o UNI di qualsiasi tangente.	239,37	€/n	0	numero	0
Carico su carri ferroviari di qualunque tipo, di materiali metallici minuti di armamento, traverse, traversoni in A.C.A.V.P., legnami in genere, rotaie e scambi, con prelievo dai luoghi di deposito delle stazioni, compresa l'ordinata ripartizione e regolare accatastamento sui carri stessi. Carico su carri di qualunque tipo, di materiali metallici minuti di armamento, traverse in legno, legnami in genere, rotaie di lunghezza fino a 36 metri e scambi di raggio inferiore o uguale a 400 metri (o di raggio superiore se "fuori uso").	4,25	€/n	N. traverse	numero	140,42
			578,00		
			N. rotaie		
			82,80		
Scarico dai carri ferroviari di qualunque tipo, di materiali metallici minuti di armamento, traverse, traversoni in A.C.A.V.P., legnami in genere, rotaie e scambi, con prelievo dai luoghi di deposito delle stazioni, compresa l'ordinata ripartizione e regolare accatastamento sui carri stessi. Carico su carri di qualunque tipo, di materiali metallici minuti di armamento, traverse in legno, legnami in genere, rotaie di lunghezza fino a 36 metri e scambi di raggio inferiore o uguale a 400 metri (o di raggio superiore se "fuori uso").	3,19	€/n	Totale pezzi	numero	105,3976
			660,80		
			Computo		
			33,04		
Carico su mezzi di trasporto su strada forniti dall'Appaltatore, trasporto, scarico, compreso il conferimento a discarica/impianti di recupero delle traverse o traversoni in c.a.p. fuori uso, di qualsiasi tipo e peso, provenienti dai lavori.	3,73	€/n	N. traverse	numero	2155,94
			578,00		
			N. rotaie		
			82,80		
Demolizione di conglomerato cementizio armato in fondazione, di qualsiasi tipo, spessore e genere, fino alla profondità di 2 m. Recupero di palo tipo E.R.W. di lunghezza totale fino a Mt 13, comprese le operazioni accessorie per l'eventuale alimentazione.	36,15	€/mc	Totale pezzi	mc	366,9225
			660,80		
			Computo		
			33,04		
Recupero di palo tipo E.R.W. di lunghezza totale fino a Mt 13, comprese le operazioni accessorie per l'eventuale alimentazione.	64,56	€/n	5	numero	322,8
TOTALE					5727,2273

	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4	FASE 5	FASE 6	TOTALE
IMPORTO [€]	5727,2273	241521,4282	89755,3719	43703,84935	149337,7927	155261,0735	685306,7429

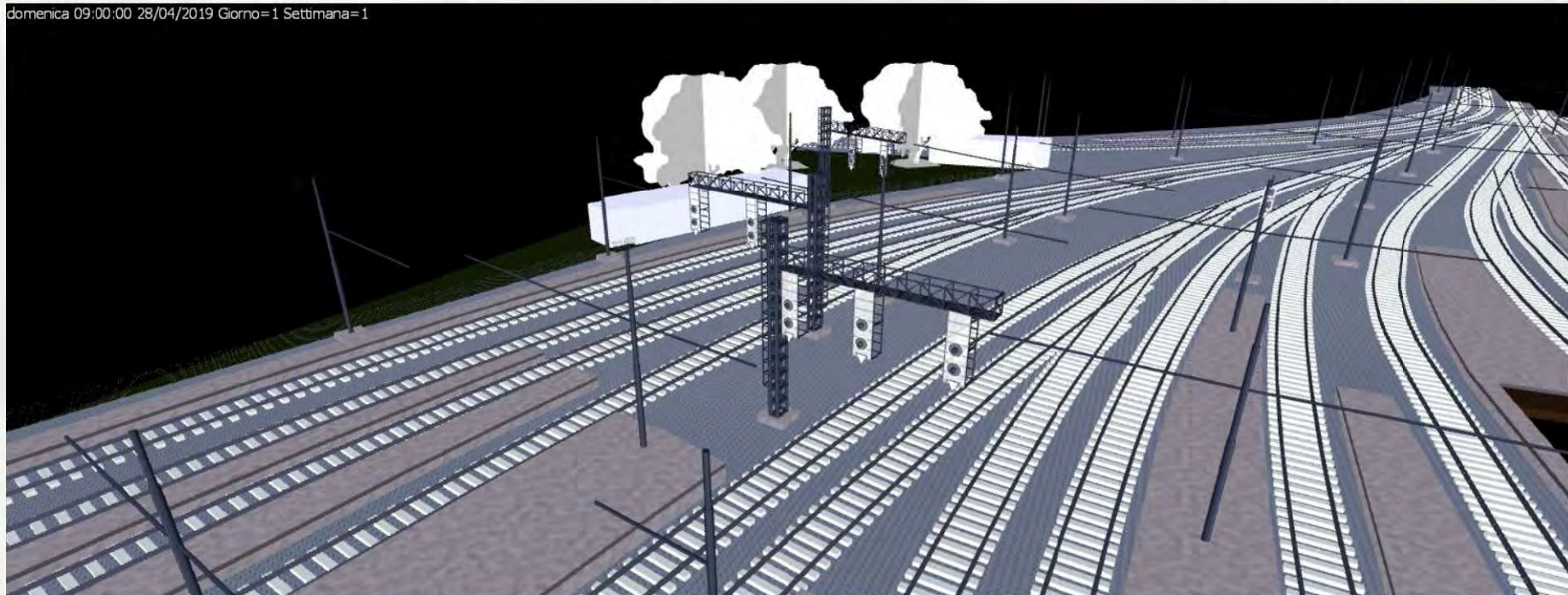
Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Analisi dei tempi dell'intervento: la funzione «TimeLiner» di Navisworks permette di verificare che non vi siano incongruenze nell'ordine e nella durata delle lavorazioni stabilite nel cronoprogramma dei lavori.



Il BIM nella progettazione della stazione ferroviaria di Venezia S.L.

Analisi dei tempi dell'intervento: importando il cronoprogramma creato in *Microsoft Project* è possibile analizzare lo svolgimento dei lavori tramite una simulazione e rilevare eventuali errori.



Indice

- Il caso di studio dello scalo merci di Porto Marghera
- Lo sviluppo di un nuovo tracciato ferroviario con la modellazione BIM
- Il caso di studio della stazione ferroviaria di Venezia Santa Lucia
- Il BIM per la gestione della progettazione di una stazione ferroviaria
- **Conclusioni**

Conclusioni

Criticità riscontrate con le attuali metodologie I-BIM:

- **impossibilità** di **creare** un'infrastruttura ferroviaria di progetto in Infraworks;
- **ripetute modifiche** del contenuto informativo del tracciato, da oggetto ferroviario a oggetto stradale e viceversa;
- **errata valutazione** dei movimenti di terreno del tracciato ferroviario in Infraworks;
- **impossibilità** di **modificare** oggetti, come ponti e gallerie in Civil 3D;
- differenti valutazioni, da parte di software, dei movimenti di terreno in corrispondenza di ponti e gallerie;
- **assenza** di specifici standard IFC per le infrastrutture (che rappresenta un limite nella condivisione delle informazioni riguardanti strade e ferrovie).

Conclusioni

Criticità riscontrate con le attuali metodologie I-BIM:

- **Mancanza di librerie e famiglie** proprie per la modellazione di elementi infrastrutturali → il progettista deve effettuare **approssimazioni** che limitano l'accuratezza del modello (ad esempio la sopraelevazione della rotaia in curva e la sua pendenza trasversale vengono considerate nulle);
- **Mancanza di una funzione** per la **verifica** automatica delle prescrizioni normative (presente invece su Civil 3D o Civil Design) rende necessarie **verifiche manuali** o, laddove possibile, tramite **Navisworks** o **Dynamo** (distanze minime, visibilità segnali);
- **Mancanza di una funzione** per il corretto **posizionamento** del modello lungo l'asse del tracciato nel contesto territoriale (in Infraworks) risolvibile solo attraverso il **posizionamento manuale** (difficoltoso e poco accurato).

Conclusioni

La **modellazione I-BIM** consente quindi di:

- **facilitare l'individuazione** di un **tracciato** ferroviario ideale;
- **computare i movimenti di terreno** conseguenti la realizzazione dell'opera;
- **valutare** l'effettivo numero di **intersezioni** (ponti, gallerie, ecc.);
- **organizzare** un intervento (modifica dell'assetto della stazione ferroviaria) in **fasi**, individuando facilmente le parti da costruire e quelle da demolire;
- **identificare gli errori di progettazione** prima della fase di cantiere;
- **valutare** in maniera speditiva le **quantità dei materiali** necessari per la realizzazione dell'opera e **simulare l'andamento dei lavori**.

Recenti sviluppi: è iniziato un progetto per definire all'interno della piattaforma **Building Smart International** uno *standard internazionale (IFCrail)* anche per le *ferrovie*.