

IL NASTRO ROSSO



ATTRA VERSO SAN CRISTOFORO

TECHNICAL REPORT

1 NOTA SULLE SCELTE ARCHITETTONICHE

1.1 Un collegamento locale, metropolitano, territoriale

Il progetto è localizzato in un territorio composito nel limite sud-ovest di Milano, e si configura come un collegamento urbano tra una pluralità di contesti differenziati:

- A nord, i quartieri popolari di Lorenteggio e del Giambellino organizzati intorno alla piazza Tirana, spazio pubblico importante a livello del quartiere che permette l'articolazione tra via Giambellino, la rete tramviaria, la stazione dei treni e i trasporti locali
- La stazione di San Cristoforo e i suoi binari che scandiscono il territorio
- Il futuro parco lineare, oggi area ferroviaria dismessa, che accoglierà la stazione della rete metropolitana M4 attualmente in costruzione
- Il Naviglio Grande e la sua nuova pista ciclabile, asse di collegamento navale e ciclo-pedonale fino a Potra Ticinese
- Il piccolo quartiere residenziale di Ronchetto sul Naviglio, in cui si inserirà una nuova piazza intermodale di collegamento tra bus, tram e accesso alla passerella
- A Sud, il Parco Agricolo, che si apre sulla campagna milanese e ospita vari edifici di valore storico e culturale

Questa sequenza propone e proietta una pluralità di ambienti dalle qualità particolari: si passa dalla città alla campagna, da spazi pubblici minerali a spazi verdi e piantumati, ci si apre al cielo, all'acqua, si attraversano infrastrutture, si raggiungono luoghi di interesse storico, si entra in contatto con la vita di quartiere e con le stazioni di trasporto a scala metropolitana e regionale.

L'arrivo della metropolitana, il prolungamento del tram e la realizzazione di nuove modalità di collegamento porteranno quest'area a trasformarsi, a densificarsi, a ricostruirsi, con la creazione di nuove forme urbane che andranno integrarsi a questo ordito eterogeneo.

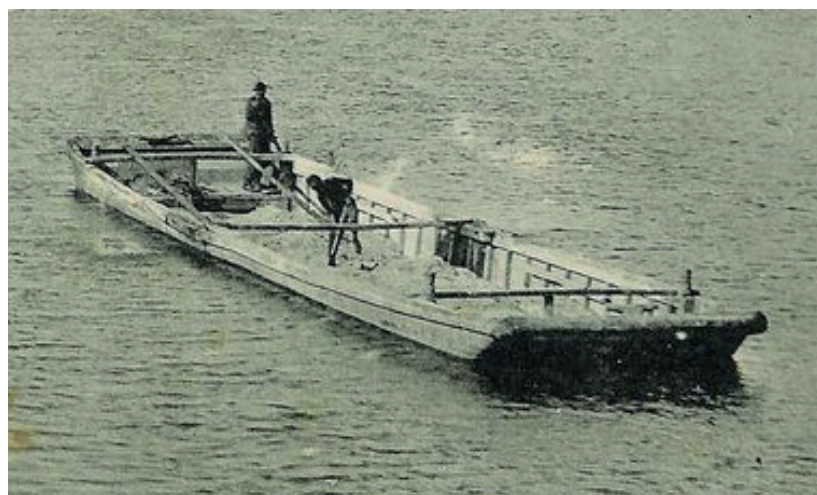
Oggi questi diversi ambienti specifici sono posti uno dopo l'altro senza un legame fisico che li colleghi e metta in relazione. La creazione di una passerella di connessione è un'opportunità unica di lettura e valorizzazione di questa sequenza e delle qualità particolari dei contesti che la compongono.

1.2 Una ricerca di unità, di fluidità e di semplicità

Di fronte a questa molteplicità di contesti osservati e attraversati, alla distanza importante dell'attraversamento (400 m) e alla necessità di tenere conto dei mutamenti che si produrranno, ci sembra importante **creare un legame unitario, semplice e identificabile**.

Secondo noi la posta in gioco non è qui di creare un segno formale o di fare mostra di una prodezza strutturale. Al contrario, si tratta di **integrarsi nell'orizzonte lasciando libero il cielo e minimizzando gli ancoraggi al suolo per garantire la più grande permeabilità possibile**.

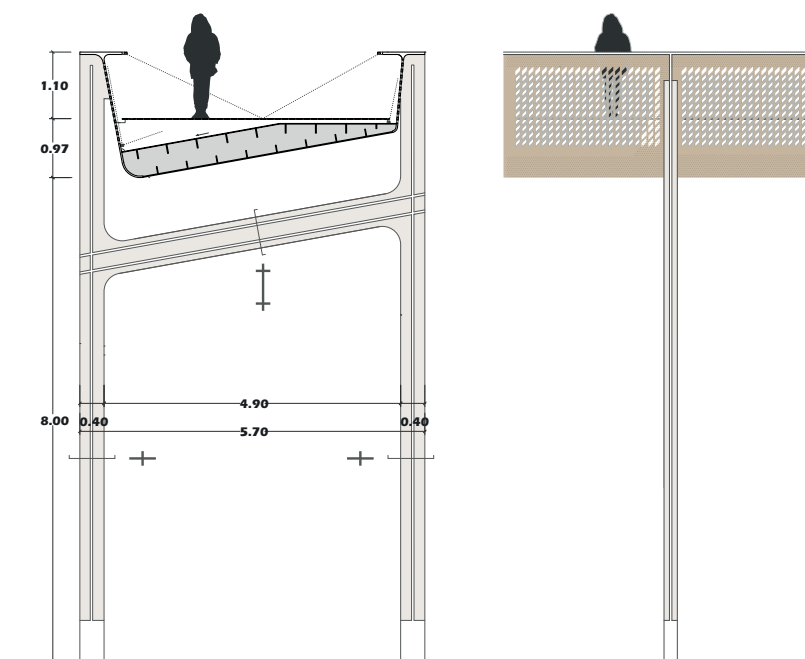
Sono l'unità e la semplicità formale dell'opera che favoriranno il legame urbano e permetteranno la valorizzazione dei paesaggi e delle situazioni attraversate. Per fare questo abbiamo immaginato una passerella con una sezione trasversale continua sulla totalità del suo sviluppo, che è ispirata allo scafo piatto dei « barconi » che attraversavano i navigli ed è composta da una piastra di acciaio calandrata e perforata che assicura una continuità di trattamento tra i parapetti e l'intradosso della passerella.



Il disegno di quest'opera si iscrive quindi in una ricerca **di fluidità, calma e ottimizzazione delle distanze**: la maggior parte dell'attraversamento si fa infatti seguendo una linea retta – che è la linea più breve che collega due punti – e un tracciato pianeggiante.

In questo modo, tra la piazza Tirana e l'Hub Intermodale chi accede alla passerella tramite gli ascensori o le scale resta alla stessa altimetria lungo tutto l'attraversamento. Le sole pendenze si concentrano in corrispondenza dei due silos di accesso, localizzati nelle due piazze pubbliche attorno ai quali si avvolge la passerella per passare da una quota di 3,30 m a 8,30m. Gli approdi della passerella si realizzano su due terrapieni verdi e piantumati, che permettono un'integrazione in continuità con gli spazi pubblici definiti nel progetto.

L'attraversamento a quota costante evita una messa in tensione del paesaggio tra la linea dell'orizzonte e l'obliqua creata dalla pendenza longitudinale del tracciato, che è spesso vissuta come poco confortevole durante la traversata. Al contrario qui si propone di inquadrare il paesaggio quando ci si avvicina trasversalmente in un contesto di riferimenti orizzontali e paralleli all'orizzonte; provenendo invece in direzione longitudinale vengono messe a disposizione delle gallerie coperte protette dal sole.



1.3 Un'identità trasversale

Al di là della sua semplicità programmatica, la passerella rimane un nuovo elemento che contribuirà all'evoluzione dell'identità del quartiere e della parte orientale della zona metropolitana di Milano.

Innanzitutto per ciò che è della sua materialità :
l'acciaio autopatinabile.

Le sue qualità di durabilità e il suo bisogno estremamente limitato di manutenzione ne fanno un materiale adatto al contesto di progetto, ma la scelta è motivata soprattutto dal fatto che il suo colore naturale si iscrive nella gamma cromatica delle tinte calde delle facciate e delle coperture in laterizio dei fabbricati nell'intorno. **In questo modo l'acciaio autopatinabile permette l'integrazione dell'opera nel suo contesto e fornisce al progetto un'identità singolare, rilevante e identificabile.**

Inoltre, grazie alla creazione dei tre padiglioni di collegamento tra la passerella e il suolo.

Queste tre strutture sono ugualmente trattate in acciaio autopatinabile e condividono lo stesso vocabolario architettonico della passerella. Al loro interno sono integrati le scale, le rampe e gli ascensori che permettono di mettere in relazione la passerella con il suolo. Sono organizzati come casse armoniche o chioschi pubblici nelle due piazze (Tirana e Hub Intermodale) e come un parallelepipedo allungato nell'asse del Parco Lineare, che assicura una grande permeabilità visiva sul paesaggio. Questo padiglione centrale si iscrive inoltre in una relazione formale familiare con l'edificio di Aldo Rossi situato a qualche centinaio di metri ad ovest, con cui materializza una trama potenziale per la futura riqualificazione del Parco Lineare. (1)

Per il tramite di questi tre interventi, il nostro intento è di creare dei fabbricati iconici e segnaletici: **si tratta di punti di riferimento che indicano gli accessi alla passerella e le connessioni intermodali.** La sera diventano segnali urbani luminosi così come la passerella, che traccia la sua linea nel paesaggio. (2)

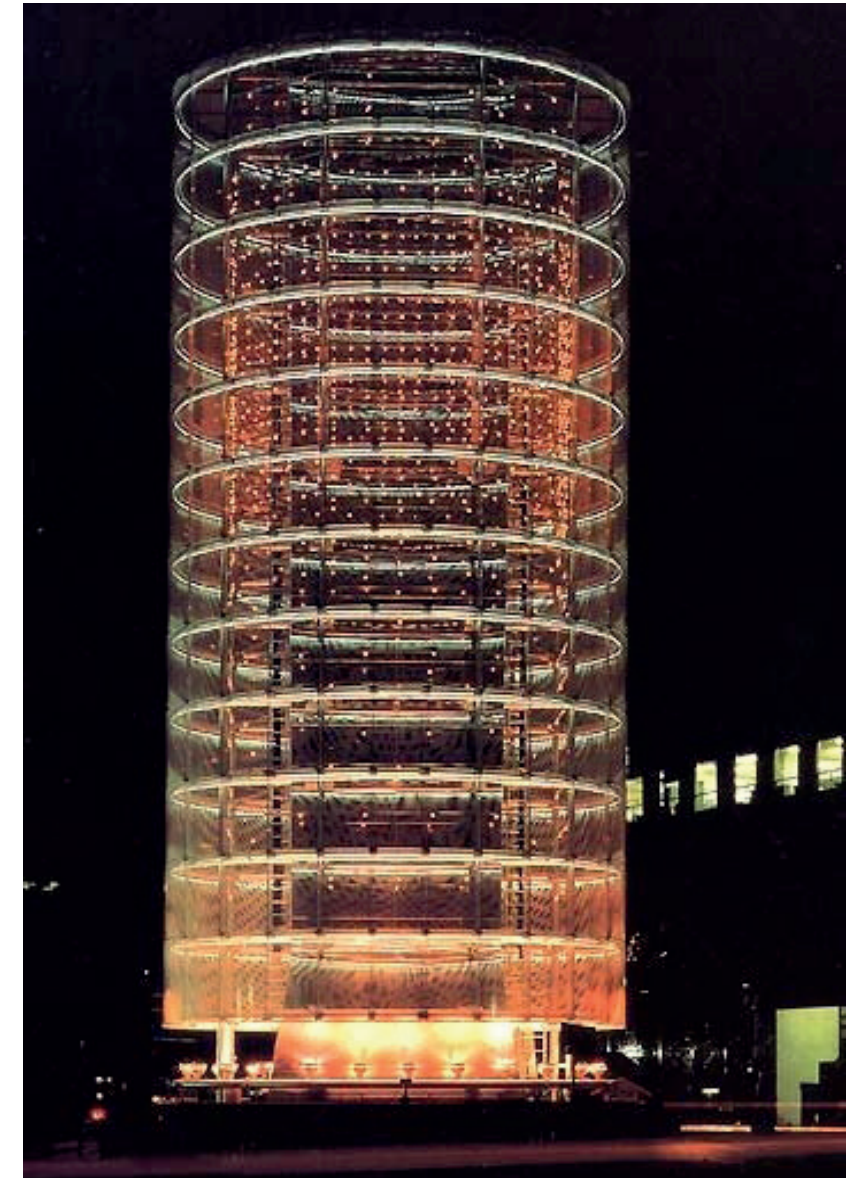
Alla base di questi tre accessi alla passerella sono previste delle rastrelliere per le biciclette. (3)

Infine, per il tramite della sistemazione o riqualificazione dei tre spazi pubblici maggiori del progetto: piazza Tirana, la stazione della metropolitana M4 e l'Hub Intermodale. Questi spazi sono delle centralità al tempo stesso locali e metropolitane, propizi a usi a scale diverse: quotidiana o eccezionale secondo le ore della giornata, della settimana o del week-end. Si configurano come le nuove soglie urbane tra il territorio locale e le infrastrutture dei trasporti metropolitani.

“Suolo agevole”, libero, orizzontale, continuo, materiali solidi di fronte al loro utilizzo, integrazione al contesto: il nostro intento è di sviluppare dei principi di rapporto col paesaggio semplici e che favoriscano tanto la lettura dello spazio e dei punti di accesso e di incontro con le altre modalità di trasporto, quanto una libertà di appropriazione e di movimento. Questi tre spazi pubblici sono concepiti come spazi potenziali: luoghi di intensità possibili. Sono trattati secondo gli stessi principi formali e con gli stessi materiali, al fine di rinforzare l'unità e l'identità di questo luogo urbano.



(1) Aldo Rosse_Stazione San_Cristoforo



(2) Toyo ito Tour des vent



(3)

1.4 Una linea al servizio del paesaggio

Le sequenze del progetto sono collegate da una linea orizzontale, unitaria, che permette il superamento dei binari e del Naviglio in un linguaggio domestico e sereno, nonostante l'importanza delle portate in gioco, delle contenute porzioni di terreno disponibili, e dell'ambiente eterogeneo che le fa da contorno. Il controllo dei limiti strutturali dei materiali e delle tecniche di messa in opera ci dà l'opportunità di proporre un'opera a misura dei pedoni e ciclisti, che si presta a una loro facile lettura. La semplicità apparente del suo disegno si pone in relazione alle specificità locali, ponendosi come termine di paragone: si superano 60 m come se ne superano 20 m? Passare al di sopra di un corso d'acqua è la stessa cosa che scavalcare un parco, o una stazione? Essere a 8 m di altezza equivale ad essere al livello del suolo?

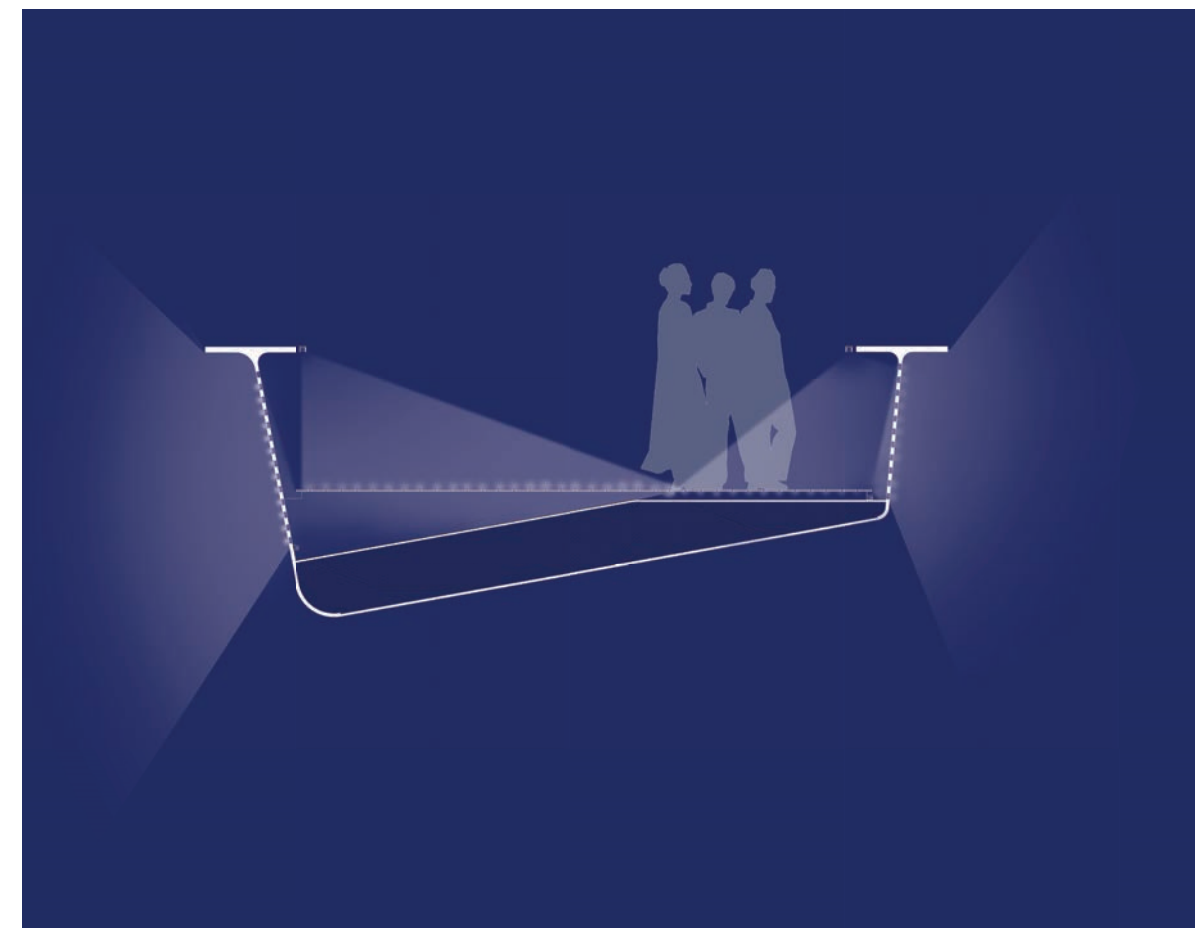
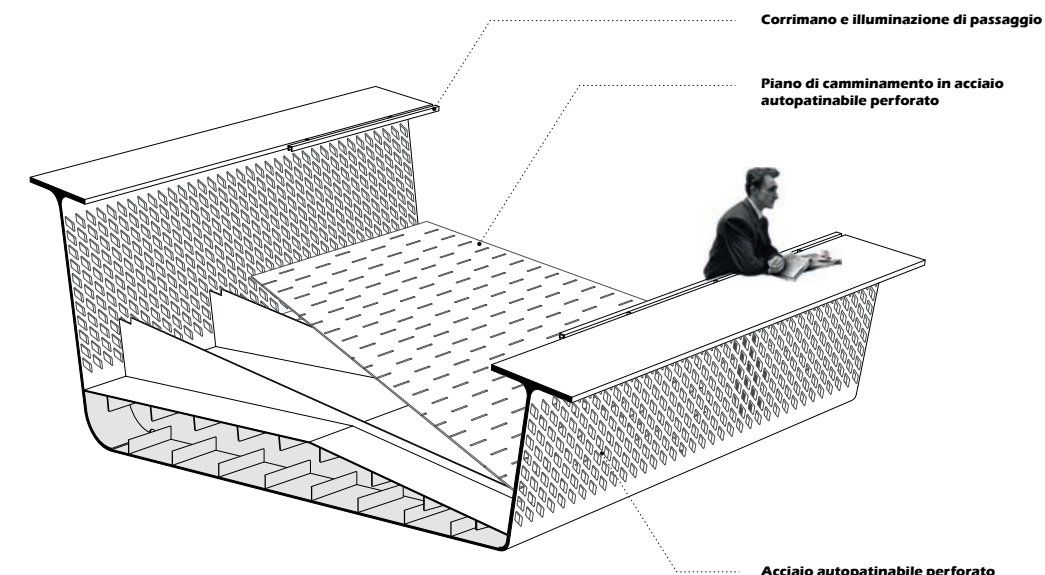
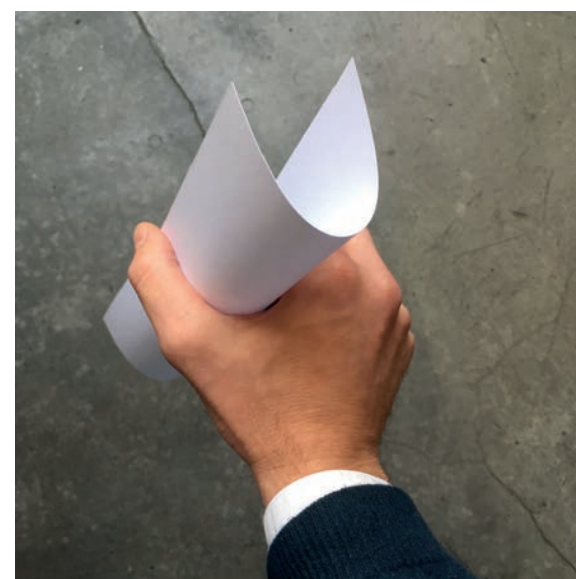
In questa logica la sezione trasversale risponde a questa volontà di semplicità e facilità di lettura. Siamo convinti che un'infrastruttura può dirsi tanto più riuscita quanto più le sue logiche sono capite e accessibili.

E semplice è il principio generatore della passerella che proponiamo:

UNA FOGLIA CHE SI PIEGA E PRENDE FORMA NEL PALMO DI UNA MANO.

Ne risulta una forma a U, protettiva, dagli angoli arrotondati, che accoglie al suo interno coloro che la attraversano. La sua larghezza di più di 4 metri permette l'incontro e l'incrocio delle diverse modalità di attraversamento garantendo la fluidità dei percorsi. La generosità della messa a disposizione dello spazio si ritrova anche nella larghezza del corrimano (70 cm), che invita alla sosta e alla contemplazione del paesaggio.

Grazie alla sua unità **materica**, l'acciaio autopatinabile è messo in evidenza dalla **luce** e dai giochi di trasparenza offerti dalle perforazioni delle pareti laterali, che permettono di scandire la misura **del tempo e dello spazio**. Di notte questa logica si ribalta e la passerella diviene una lanterna per l'ambiente che la attorna, in una diffusione che – sempre per il tramite delle sue perforazioni laterali – si dirige verso l'esterno.



1.5 Spazi pubblici per tutti gli usi e mobilità

Piazza Tirana

L'organizzazione in pianta della piazza è guidata da tre intenti principali:

- conservare l'insieme degli alberi identificati
- assicurare una chiara apertura visiva e fisica sulla stazione e la nuova fermata della metropolitana
- integrare l'approdo della passerella per il tramite di un terrapieno piantumato per una migliore integrazione nel paesaggio, e posizionarlo al centro dello spazio pubblico per non creare una separazione della piazza con le sue facciate vicine

La fontana a nord è conservata nella sua posizione attuale, l'area cani è invece riproposta nel lato ovest della piazza. Si è proposto di allargare l'area giochi per bambini, che si integra in una "fascia attiva" nella continuità del lotto ed accoglie un campetto sportivo sempre nella parte ovest della piazza.(1)

io autopatinabile è messo in evidenza dalla luce e dai giochi di trasparenza offerti dalle perforazioni delle pareti laterali, che permettono di scandire la misura del tempo e dello spazio. Di notte questa logica si ribalta e la passerella diviene una lanterna per l'ambiente che la attorna, in una diffusione che – sempre per il tramite delle sue perforazioni laterali – si dirige verso l'esterno .

Lo spazio pubblico si divide quindi secondo una diagonale, in due parti: una minerale, trattata in lastre in cemento chiaro, e una vegetale. Appena la loro larghezza lo consente, in ognuna di queste parti sono installate delle funzioni d'uso: il silo d'accesso alla passerella nella parte minerale, i giochi per bambini nella parte vegetale. Nella parte minerale gli alberi esistenti si integrano al suolo tramite l'interruzione della sequenza delle lastre in cemento.

Una lunga panchina in cemento funge da articolazione tra queste due parti e permette un grande sviluppo di sedute, una possibilità di sosta e osservazione dei movimenti umani, tra usi, aspettative e corrispondenze.(2)

La fermata della metropolitana M4

Le nostre intenzioni riguardo all'organizzazione della fermata della metropolitana sono le seguenti:

- garantire un'apertura dell'uscita della metropolitana verso il cielo, verso il Parco Lineare e verso il Naviglio
- assicurare una transizione e un legame graduale tra il livello della stazione e il Parco Lineare
- connettere in maniera diretta e facilmente identificabile la pista ciclabile Alzaia Naviglio Grande con la passerella.

L'altezza della passerella, le motivazioni progettuali del suo sviluppo e l'assenza di pile in corrispondenza della stazione M4 garantiscono un impatto visivo minimo nel momento in cui si esce dalla metropolitana, permettendo un'immersione diretta nell'atmosfera del Parco Lineare e del Naviglio per il tramite della deformazione di un suolo minerale che integra una sequenza di larghi gradini. Dall'altro lato, una rampa con una pendenza dolce mette in comunicazione le biciclette, i pedoni e le persone a mobilità ridotta con il parco.

In questo modo, la localizzazione e l'orientamento del padiglione d'accesso alla passerella, disposto lungo l'asse del Parco Lineare, assicura una massima permeabilità della prospettiva sul paesaggio. La struttura portante in acciaio autopatinabile è pensata per poter essere ricoperta di vegetazione, al fine di integrarsi al meglio nel suo ambiente. (3)



(1) International Garden Festival at Grand-Metis, Quebec, Ca



(2) TVK_Place de la république, Paris, Fr



(3) Zurich MFO Park, Sz

Hub Intermodale

Nella continuità di approccio e materialità dei due spazi pubblici precedenti, le intenzioni che hanno guidato l'organizzazione dell'Hub Intermodale sono:

- prolungare il Parco Agricolo fino al Naviglio
- preservare e valorizzare il ruscello nel lato est della piazza
- integrare la nuova stazione per bus e tram, lasciando però libera una grande parte dello spazio pubblico

Lo spazio si organizza quindi in tre fasce parallele: a ovest la stazione comune a bus e tram e le sue due banchine in cemento chiaro, che segue la stessa trama e lo stesso materiale del resto della piazza. Al centro uno spazio libero e fluido, piantumato con attenzione al fine di non ostacolare il flusso di pedoni e ciclisti e che accoglie a nord il silo d'accesso alla passerella. A est l'estensione del parco agricolo fino al Naviglio Grande, che è qui trattato come una passeggiata sul bordo del canale Carleschina. Si è previsto di installare delle sdraio per permettere la fruizione di questo spazio a bordo dell'acqua. Sono piantati svariati alberi per costituire un filtro verde e un riparo dal sole in estate. La passerella approda in quest'ultima parte, a est del piccolo canale, in corrispondenza di un terrapieno verde come su piazza Tirana.

Capolinea, parcheggio di interscambio e deposito ATM

La passeggiata lungo il canale Carleschina e la pista ciclabile della passerella attraversano via Martinelli e raggiungono in seguito il parcheggio di interscambio di 700 posti, che si sviluppa su 4 livelli.

L'anello di ritorno dei binari del tram fa il giro dell'edificio e si integra nel contesto urbano. La banchina del capolinea del tram è pensata su un binario parallelo. Le fermate del capolinea del bus sono integrate intorno allo spiazzo del parcheggio, così come l'opzionale stazione del tram, con l'obiettivo di un'ottimizzazione degli scambi intermodali. Il deposito dei bus dell'ATM è accessibile dal capolinea dei bus per mezzo di un collegamento dedicato che si prolunga a sud. Il deposito si situa a sud del tracciato Enna-Chiodi. La sua integrazione dal punto di vista paesaggistico farà l'oggetto di un'attenzione particolare, che terrà conto della sua vasta superficie e della localizzazione in un sito di valore paesaggistico.



(4) Lan Parking Bordeaux, Fr

QUESTO NUOVO LEGAME URBANO, COSTITUITO DALLA PASSERELLA E DAI SUOI SPAZI PUBBLICI, È UN'OCCASIONE UNICA DI DARE UN'IDENTITÀ FORTE AL QUARTIERE DI SAN CRISTOFORO, VALORIZZANDO E PERMETTENDO DI CONDIVIDERE LE SUE COMPONENTI URBANE E PAESAGGISTICHE.

2. DESIGN ASSUMPTION

2.1 Functional data

2.1.1 Width of the pedestrian path

The structure of the footbridge and its ramps is carrying a 4 meters width path which is accessible to the bicycles, the pedestrians and eventually a service vehicle for the maintenance.

2.1.2 Under the pedestrian path

From the north at level and planned ground, the structure is connecting the cycle path at the intersection between Piazza Tirana, via Giambellino and via Segneri. Before the railway tracks, the structure spans Piazza Tirana. The intrados of the overpass structure is here more than the 6 meters as asked in the preliminary design document. After crossing the railroad while respecting the 7.5 meters size between the intrados and the tracks, the structure spans all the future linear park, the Naviglio Grande and the via and via Lodovico il Moro. Here again, the constraint regarding the intrados is respected with no less than 7.5 meters. Indeed, from the via Piazza Tirana from piazza Tirana, our structure stays flat in order to enable a smooth and pleasant flow.

2.1.3 Pedestrian overload

The structure is designed according to the load defined in the Eurocode which depends on the considered length of the structure. In order to stand in the safety side, we consider a load of 375 kg/m².

A service vehicle will also be able to travel on the structure regarding the cleaning or the maintaining operations.

2.1.4 User comfort

The structure is designed as a class III pedestrian bridge regarding the design guide Hivoss (Human-induced vibration of steel structures) and provides a medium comfort regarding the vibration of the structure. In practice, the structure ensures a vertical acceleration lower than 1 m/s² and a horizontal acceleration lower than 0.3 m/s².

2.2 Constraint for the conception

2.2.1 Technical constraints

Max. longitudinal slope of 8% / transversal slope of less than 1% / Bus length of 18 m / UNI 7156 and UNI 8379

2.2.2 Geometrical constraints

It is not possible to place pile or support elements on the ground in the areas A, B and C / respect of the existing trees / the pedestrian path is connected to the block consisting of the two elevators placed at the station M4 whose position and dimension are fixed.

2.2.3 Constraint for the construction phase

As less as possible impact on the railway and waterway traffic.

2.3 Geotechnical data

In the competition documents, no geological study was provided. At this stage, considering the loads, we consider a deep foundations system for the footbridge structure with 3 bored piles for each pier (diameter 500 mm, depth 7 m).

3. ASSUMPTIONS FOR THE CALCULATION

3.1 Reference documents

The design of the whole structure will be of course carried out in the respect of the standards and reference documents in effect in Italy.

In particular, this includes:

- “Technical specifications for the structural design – criteria and requirements”
- RFI DTC INC PO SP IFS 002 A – “Specific for the design and execution of overpasses and pedestrian walkways on the railway site”

- RFI Civil Engineering Design Manual
 - RFI General technical contract for civil works
 - Standard UNI 7156 fast trams and tramways minimum distances of fixed obstacles from rolling stock and space between railway tracks
 - Standard UNI 8379 system on rails
 - Standard UNI 7744 corridors, fixed stairs, escalators in stations
 - Standard UNI 11168-1 accessibility of people to mass rapid transport systems
- For this design we also use the following references:
- EN 1990 / EN 1991 for the loads / EN 1993 for the steel structure
 - Hivoss Design Guide regarding the topic of the vibration of the structure

3.2 Material

The structure will be mostly manufactured in steel: steel deck and steel column. Regarding the railway context, our project is proposing to use a weathering steel in order to reduce the topic of the maintenance of the structure over a constrained environment. We will be using a S355 weathering steel with the following requirements:

Name	Type	Density [kN/m ³]	E [MPa]	Poisson's ratio	G [MPa]	Thermal expansion ratio [1/K]
S355 W	weathering	78.5	210 000	0,3	81 000	0,11E-4

3.3 Actions and loads

3.3.1 Permanent loads

The dead load of the steel material is set to 85 kN/m³ which means an increase of 8% in order to take into account the weight of the stiffeners and the welds in the calculation. An equivalent load of a 10 cm concrete load representing the deck of the structure is also considered. Finally, a load of 50 dan/ml is considered for the railing and the parapet.

3.3.2 Vertical variable load

According to the Eurocode, we are considering a vertical load of 3.75 kN/m² which represents a linear load of 15 kN/ml. Along the structure the linear load will be positioned in order to get the most unfavourable effect on the different components of the structure.
The structure is also analysed in regard to the vibration in order to exclude the physical danger of resonance and to assure the comfort of the pedestrian walking on the path.

3.3.3 Horizontal variable load

We need to take into consideration a horizontal effect applied on the guardrails. This load will be considered only for the local check so it won't be considered in the global modelling. A load of 1.5 kN/ml is to be considered and is to be applied at 1.10 m on the handrail.

3.3.4 Climatic loading

Wind load: according to the Italian code we are finding a wind pressure of 0.64 kN/m². To stay on the security side, we considered a wind pressure of 1.5 kN/m² as a conservative approach.
Zona vento = 1
Velocità base della zona, Vb.o = 25 m/s (Tab. 3.3.I)
Altitudine base della zona, Ao = 1000 m (Tab. 3.3.I)
Altitudine del sito, As = 122 m
Velocità di riferimento, Vb = 25,00 m/s (Vb = Vb.o per As ≤ Ao)

Periodo di ritorno, Tr = 50 anni
Cr = 1 per Tr = 50 anni
Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, Vr = Vb
Cr = 25,00 m/s
Classe di rugosità del terreno: B
[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]
Categoria esposizione: (Entroterra fino a 500 m di altitudine) tipo IV
(Kr = 0,22; Zo = 0,30 m; Zmin = 8 m)
Pressione cinetica di riferimento, qb = 39 daN/mq
Coefficiente di forma, Cp = 1,00
Coefficiente dinamico, Cd = 1,00
Coefficiente di esposizione, Ce = 1,63
Coefficiente di esposizione topografica, Ct = 1,00
Altezza dell'edificio, h = 8,00 m

Pressione del vento, p = qb*Ce*Cp*Cd = 64 daN/mq
Temperature load:
We are considering a uniform variation of the temperature along the structure.
Zona: I
T min = -15.49° [NTC 3.5.1]
T max = 41.27° [NTC 3.5.2]

3.4 Definition of the combinations

The actions applied in the structural model are combined according the prescription of the Italian code.

3.4.1 Coefficients' values

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali				
Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
Neve	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Temperatura	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5

SLS combination

$$\sum_j G_{Kj} + Q_{K1} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \times Q_{Ki}$$
$$\sum_j G_{Kj} + \psi_{11} \times Q_{K1} + \sum_{i>1} \psi_{2i} \times Q_{Ki}$$
$$\sum_j G_{Kj} + \psi_{21} \times Q_{K1} + \sum_{i>1} \psi_{2i} \times Q_{Ki}$$

ULS combination

$$\sum_j \gamma_{Gj} \times G_{Kj} + \gamma_{Q1} \times Q_{K1} + \sum_{i>1} \gamma_{Qi} \times \psi_{0i} \times Q_{Ki}$$
$$\sum_j G_{Kj} + A_d + (\psi_{11} ou \psi_{21}) \times Q_{K1} + \sum_{i>1} \psi_{2i} \times Q_{Ki}$$

regarding the accidental checks (earthquake)

3.5 Dynamic calculations

The natural modes of vibration of the structure will be computed thanks to the global modell. Then, for the most critical modes, a dynamic analysis will be conducted to determine the response of the structure to a pedestrian harmonic load.

3.6 Deflection of the structure

We will limit the deflection of the structure to a criterion of L/300 under the vertical variable load.

3.7 Earthquake

Regarding the earthquake, we will take into consideration the following hypothesis:

Passo 1

Classe d'uso

☐ I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...]

☒ II edifici ordinari

☐ III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...)

☐ IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi...)

Pericolosità e zonazione

pericolosità sismica

agS per SLV: 0.071

Modalità di progettazione semplificata per agS<0.075

Strutture esistenti

☒ LC1: conoscenza limitata

☐ LC2: conoscenza adeguata

☐ LC3: conoscenza accurata

Fattore di confidenza FC: 1.35

S (oriz.)

Sv (vert.)

T

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

0.025-0.050

0.050-0.075

0.075-0.100

0.100-0.125

0.125-0.150

0.150-0.175

0.175-0.200

0.200-0.225

0.225-0.250

0.250-0.275

0.275-0.300

0.300-0.350

0.350-0.400

0.400-0.450

0.450-0.500

0.500-0.600

0.600-0.700

Vertici della maglia elementare

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
12481	9.079	45.404	6.411
12482	9.150	45.407	4.273
12260	9.146	45.457	1.519
12259	9.075	45.454	4.988

Coordinate geografiche

Località: MILANO (MI)

Longitudine: 9.1377 Latitudine: 45.4446

Trova

Applica

Parametri per le forme spettrali

Pver	Tr	ag [g]	Fo	T°C	
SLO	81	30	0.018	2.550	0.160
SLD	63	50	0.023	2.540	0.190
SLV	10	475	0.048	2.670	0.280
SLC	5	975	0.057	2.710	0.300

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vin [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza per esistenti %
50	1	50	100

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Reset

Calcola

Annulla

OK

3.8 Different types of verification

3.8.1 ULS

The ultimate limit state is the design for the safety of a structure and its users by limiting the stress that materials experience. In order to comply with engineering demands for strength and stability under design loads, ULS must be fulfilled as an established condition. If all factored bending, shear and tensile or compressive stresses are below the calculated resistances then a structure will satisfy the ULS criterion. Safety and

3.8.2 Structure under construction

The static conditions of the structure will change during the construction and each step will be justified regarding the same criterion as the final stage in order to ensure the feasibility of the project.

3.8.3 SLS

The serviceability limit state is the design to ensure a structure is comfortable and useable. This includes vibrations and deflections (movements), as well as cracking and durability. These are the conditions that are not strength-based but still may render the structure unsuitable for its intended use, for example, it may cause occupant discomfort under routine conditions.

3.8.4 Counter-deflection during the manufacture

In order to get a final shape which respects the design drawings, a counter-deflection will be calculate under the permanent loads. This counter-deflection will also be considering the construction steps of the structure.

4. MODELING

The structural study for this project was carried out with a full 3D model thanks to the finite elements computation software: SOFiSTiK.

The global model is used in order to determine:

- The longitudinal behaviour of the pedestrian bridge
- The transversal behaviour
- The material distribution
- The load distribution
- The deflections and rotations
- The diagrams for the forces, the stress and the strains in key components
- The stability of the structure (generalized buckling)
- The vibration analysis

Derivatives models are also used for the design of the structure during the construction phase.

4.1 Overview of the model

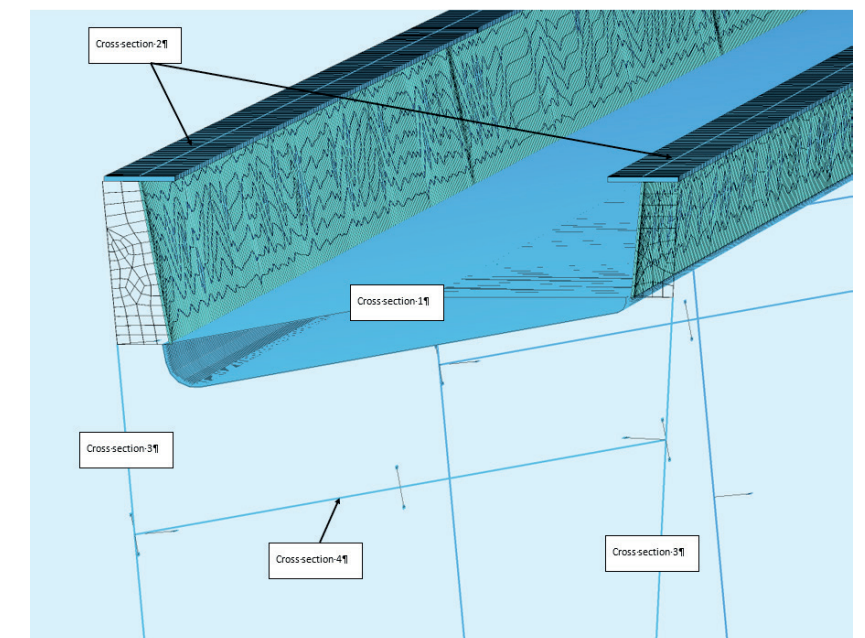
The pedestrian bridge is a continuous beam on 6 supports and 5 spans (42 m, 25.50 m, 70 m, 52 m, 56.50 m) for a total length of almost 250 meters.

The structure is a simple steel structure in U-shape. The dimensions of the structure are uniform along its path. The model is made with beams for the upper flange, for the lower flange (which is a steel box girder with an orthotropic plate) and for the steel columns. The web joining the box girder and the upper flange is a 2D-FEM slab. To connect the upper flanges to the slabs and the lower flange to the slabs we are using rigid coupling.

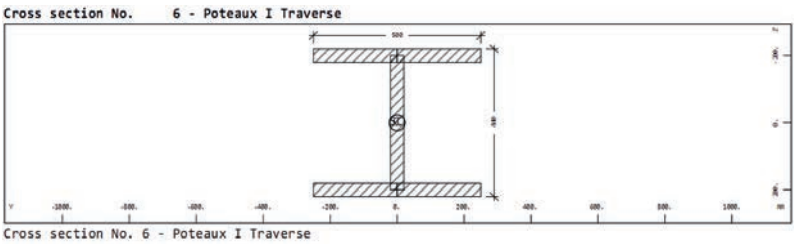
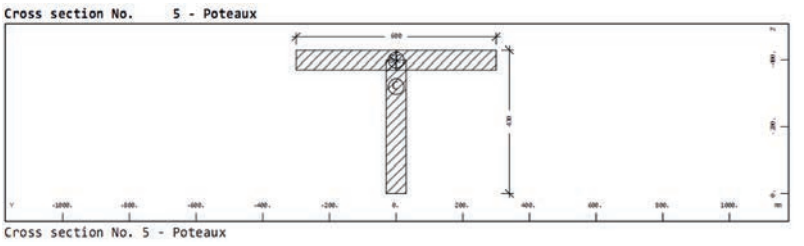
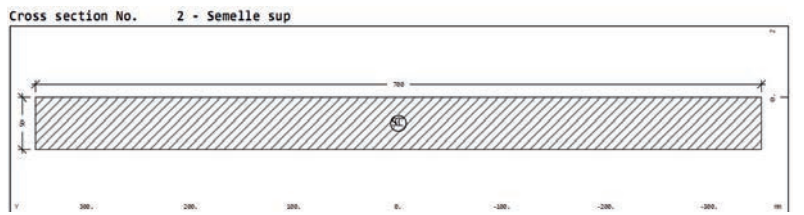
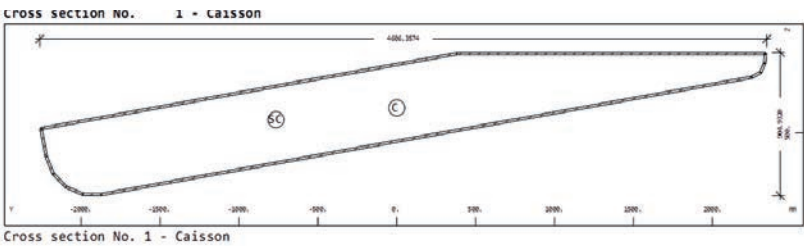
4.2 Static scheme of the structure

The static scheme of the structure is that of a continuous beam on 6 supports. The flexibility of the columns allows to constrain the forces under the expansion and contraction loads. Crosswise, the design of the columns allows to reduce the deflections under the horizontal transversal loads and under the seismic loads.

4.3 Sections of the structure



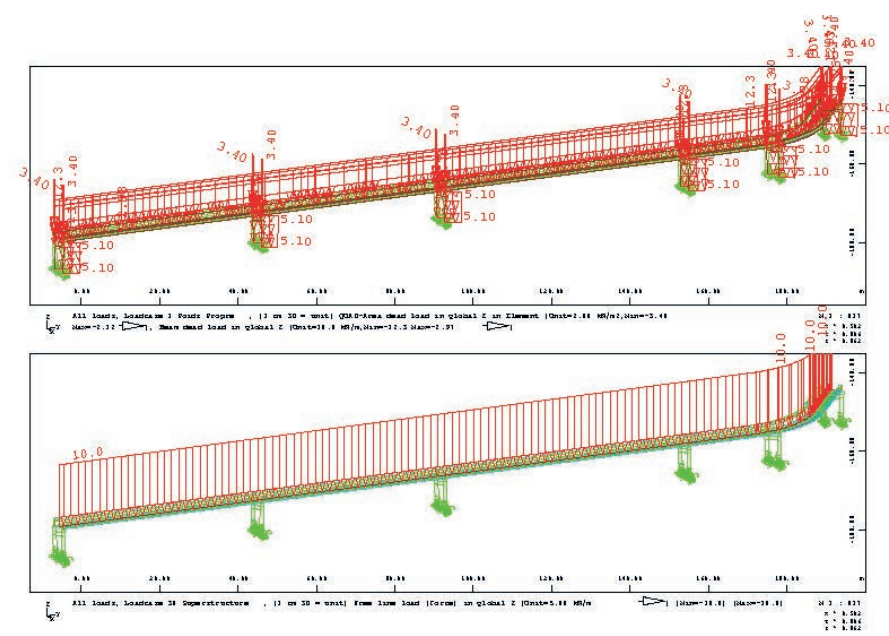
4.3 Sections of the structure



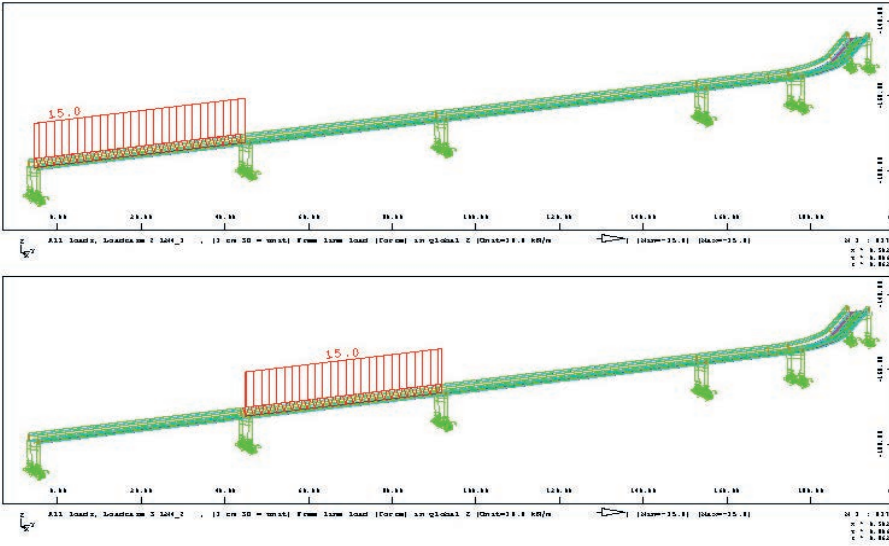
4.4 Modelling for the loads

4.4.1 Permanent load

The dead load is considering directly by the software according to the defined cross section. As a superstructure we consider a linear load of 10 kN/ml.



4.4.2 Variable vertical load

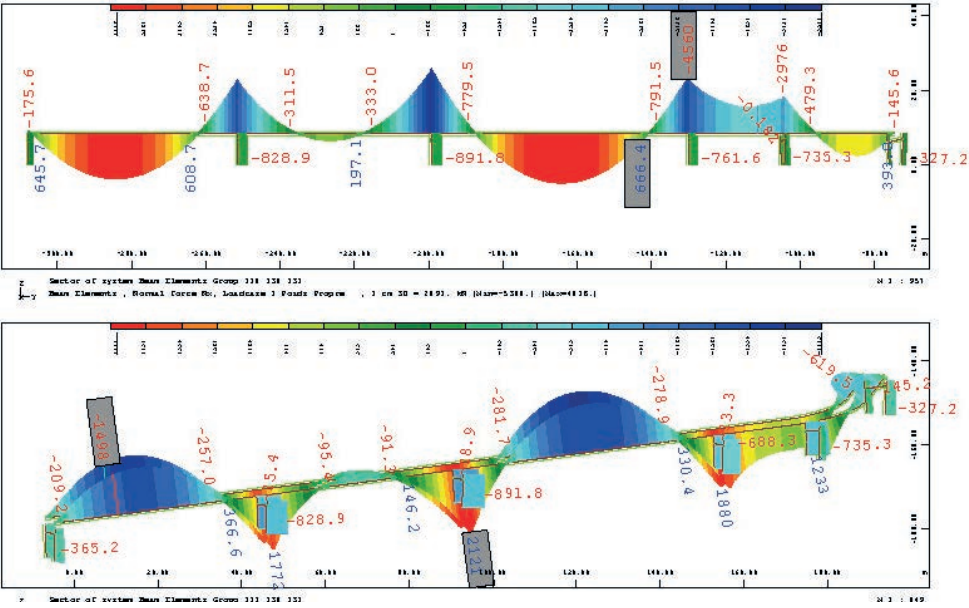


5 Results / structural dimensioning

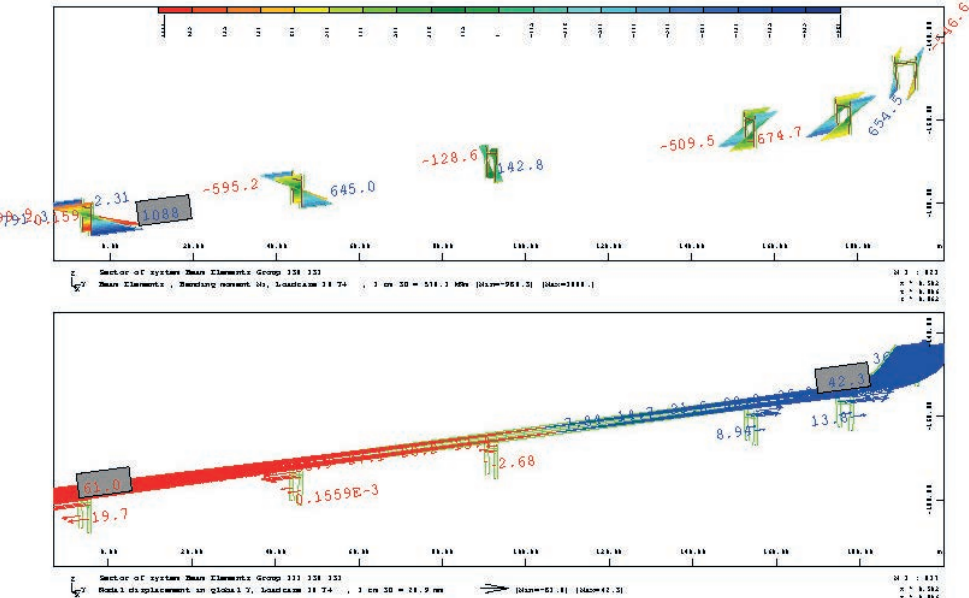
5.1 General results

5.1.1 Under permanent load

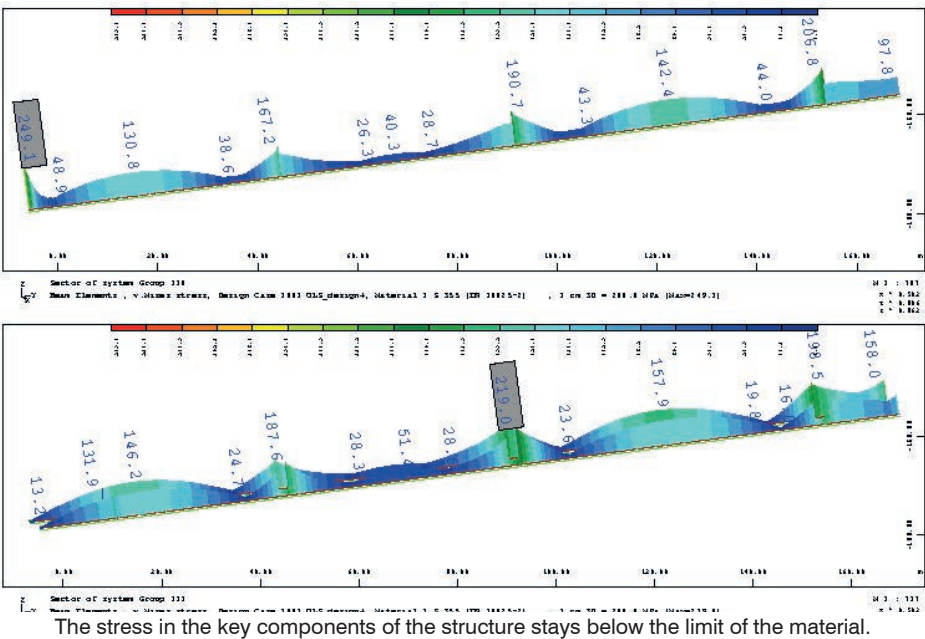
The longitudinal behaviour of the structure is corresponding to the behaviour of a continuous beam on 6 supports. Both upper flanges are compressed in the middle of the spans and tensed on the supports while the box girder, the lower flange is tensed in the middle of the spans and compressed on the support.



5.1.2 Under temperature



5.2 Stress in the structure



The stress in the key components of the structure stays below the limit of the material.

5.3 Stability of the structure

5.3.1 Buckling eigenvalues

In the middle of the spans, the upper flanges are deformed under compressive stress. A study regarding the buckling of those elements is here essential and needed. First, we will determine the buckling eigenvalues of the structure.tensed on the supports while the box girder, the lower flange is tensed in the middle of the spans and compressed on the support.

Mode of the structure	Buckling factor
1	3.54
2	3.55
3	3.80
4	3.92
5	4.57

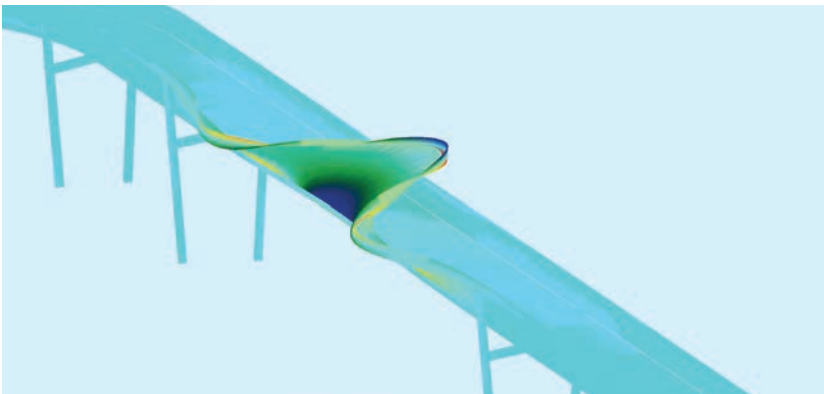


Figure 5 : Shape of the first buckling eigenvalue of the structure

As expected, the first mode appears in the longest span of the structure under the most important compressive force.

5.3.2 Analysis to 2nd order

In order to determine if the structure is stable, we will perform an analysis to 2nd order with an initial imperfection applied to the structure and normalized to the first buckling eigenvalue determine above. For the initial imperfection we are considering an eccentricity of $L / 300 = 23$ cm which put us on the safety side.

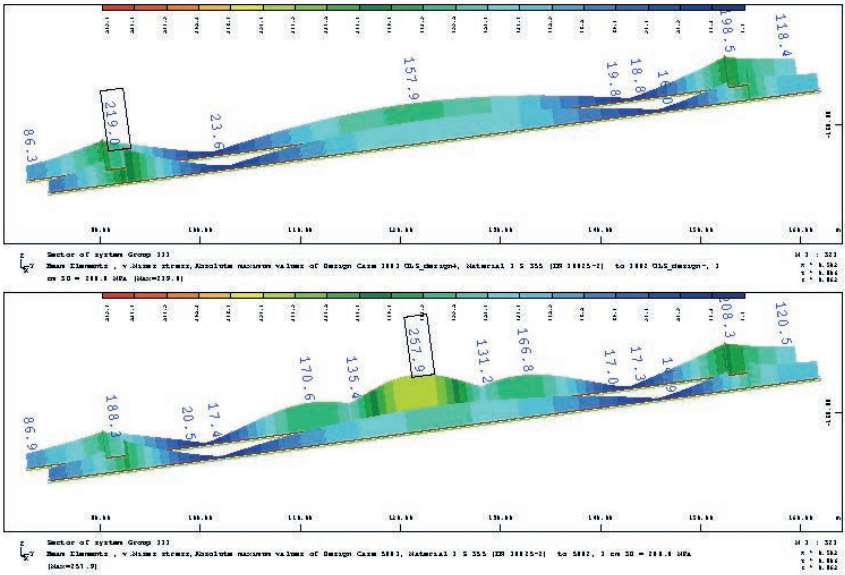
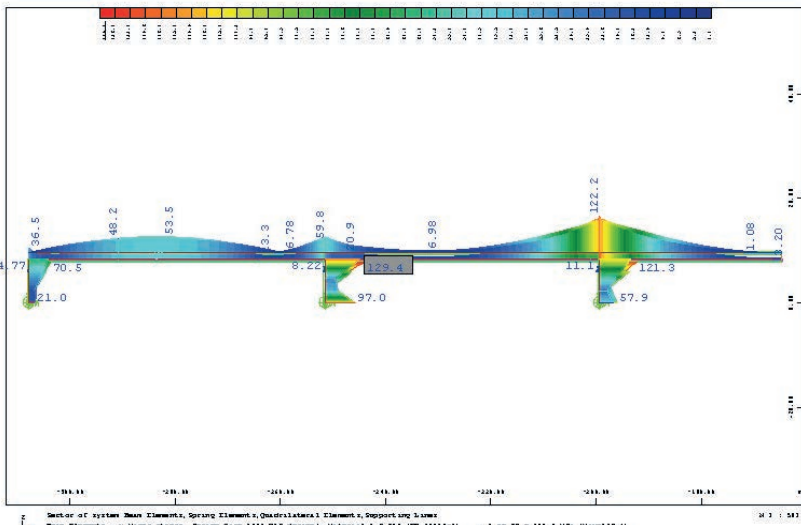


Figure 6 : comparison of the stresses in the upper flanges between 1st analysis and 2nd order analysis

As we can see in the above figure, the stress in the upper flange is higher when considering the 2nd order analysis but the structure stays stable and the stress stays below the elastic limit of the material.

5.3.3 Analysis during the construction phase

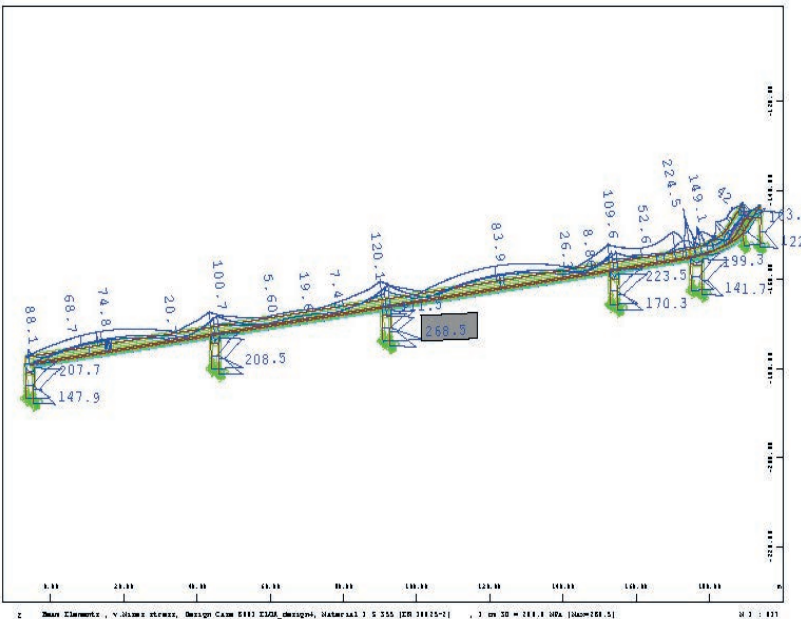
>Under construction stresses reach 123 MPa, below S355 elastic limit.



5.3.4 Seismic analysis

Under the effect of an earthquake, we are going to check that the stress in the structure stays under control.

>Here again the stress in the elements stays below the limit.



5.4 Support reaction

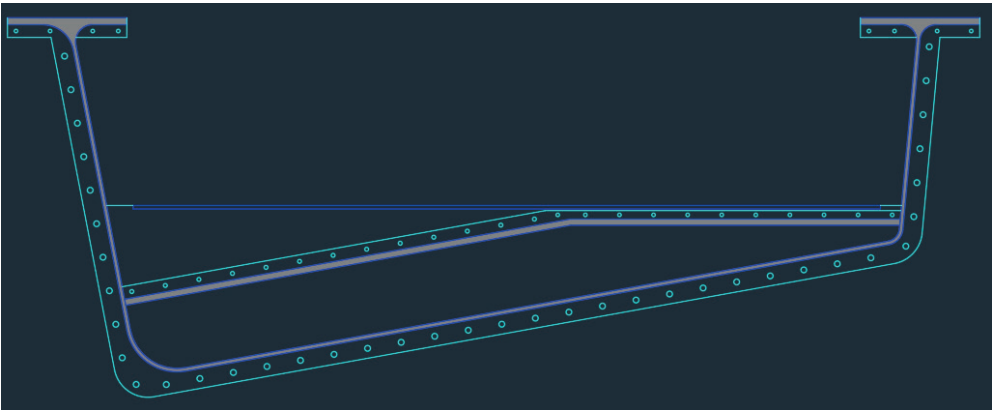
Under ULS, the vertical loads applied on the pile are limited to 2600 kN.
Under Earthquake, the vertical loads applied on the pile are 1500 kN.

5.5 Bolted joints

In order to ease the construction of the structure, the different part of the pedestrian bridge will be bolted together. This will in particular reduce the impact during the construction phase above the railway network.
A main join is so to consider in the longest span of the structure. According to the results given by the software, in the middle of the main span of the structure, a tensile force of 12 000 kN is growing in the box girder.
The tensile strength of the bolts is calculated according to the Eurocode. We are considering here, M20 and M30 bolts with a 8.8.

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}}$$

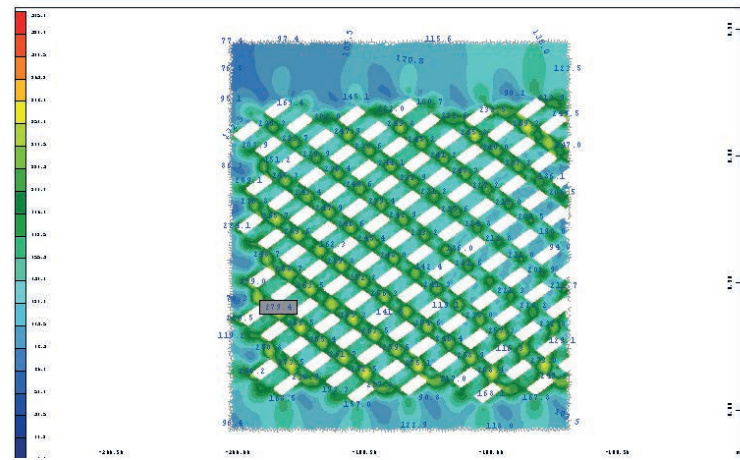
d	[mm]	12	16	20	22	24	27	30	36
A	[mm²]	113,0	201,0	314,0	380,0	452,0	572,0	706,0	1018,0
As	[mm²]	84,3	157,0	245,0	303,0	353,0	459,0	561,0	817,0
Qualité	f _{ub}	F _{t,Rd}							
4.6	400 N/mm²	24,3 kN	45,2 kN	70,6 kN	87,3 kN	101,7 kN	132,2 kN	161,6 kN	235,3 kN
4.8	400 N/mm²	24,3 kN	45,2 kN	70,6 kN	87,3 kN	101,7 kN	132,2 kN	161,6 kN	235,3 kN
5.6	500 N/mm²	30,3 kN	56,5 kN	88,2 kN	109,1 kN	127,1 kN	165,2 kN	202,0 kN	294,1 kN
5.8	500 N/mm²	30,3 kN	56,5 kN	88,2 kN	109,1 kN	127,1 kN	165,2 kN	202,0 kN	294,1 kN
6.8	600 N/mm²	36,4 kN	67,8 kN	105,8 kN	130,9 kN	152,5 kN	198,3 kN	242,4 kN	352,9 kN
8.8	800 N/mm²	48,6 kN	90,4 kN	141,1 kN	174,5 kN	203,3 kN	264,4 kN	323,1 kN	470,6 kN
10.9	1.000 N/mm²	60,7 kN	113,0 kN	176,4 kN	218,2 kN	254,2 kN	330,5 kN	403,9 kN	588,2 kN



In the area of the box girder, we have 28 bolts M30 and 24 bolts M20. We reach a tensile capacity for the bolted joint of more than 12 400 kN (<< 12 000 kN) which is enough to carry out the tensile force face off in the assembly.

5.6 Local stress in the web

The web of the main beam is a perforated structure. We provide here a local analysis of the shear force passing through this structure. We determine a safety force of 2 500 kN at the most unfavourable point of the beam. We applied this force to a local model of the shell in order to examine the pathway of the shear. We can see that the stress stays below the elastic limit of the material.



6 Dynamic analysis

6.1 Hypotheses

We considered a pedestrian bridge with a class III. The study will allow us to determine the minimum comfort provides by the structure to the pedestrian during the crossing of the path at resonance frequency of the walking.

6.2 Modal analysis

The study shows that one frequency is positioned in the range of high risk regarding the resonance of the walking.

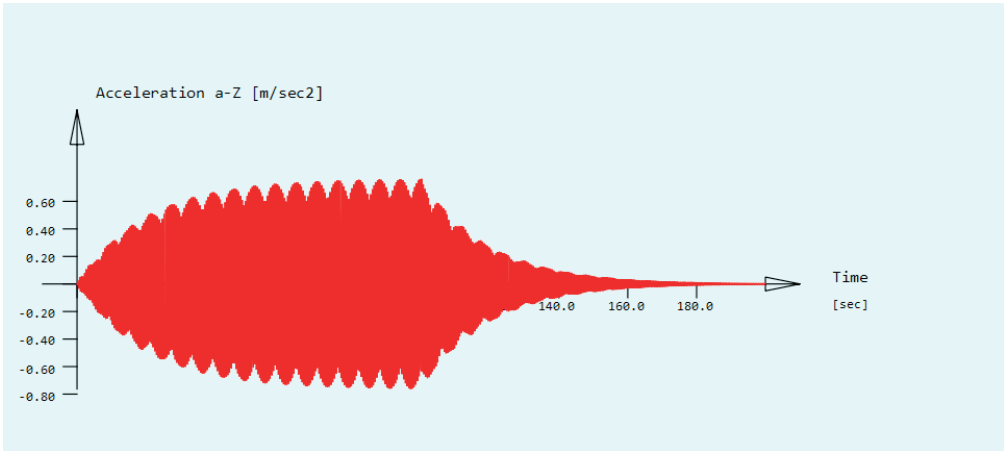
vibrate mode number	frequency	shape of the mode	range	risk of resonance	period	Cas	ψ	N	F	Q _{dyn}
	[Hz]				[s]			number of pedestrian	kN/m²	[kN/m²]
1	1,231	Transversal	2	Moyen	0,812	-	0,35	-	-	-
2	1,405	Longitudinal	2	Moyen	0,712	-	0,58	-	-	-
3	1,474	Transversal	3	Faible	0,678	-	0,00	-	-	-
4	1,642	Vertical	2	Moyen	0,609	-	0,92	-	-	-
5	1,806	Transversal	3	Faible	0,554	-	0,00	-	-	-
6	2,033	Vertical	1	Maximum	0,492	Cas 1	1,00	356	0,140	0,005
7	2,157	Transversal	3	Faible	0,464	-	0,00	-	-	-
8	2,446	Vertical	2	Moyen	0,409	-	0,31	-	-	-
9	2,896	Transversal	4	Négligeable	0,345	-	0,00	-	-	-
10	3,156	Vertical	3	Faible	0,317	-	0,00	-	-	-



6.3 Temporal analysis

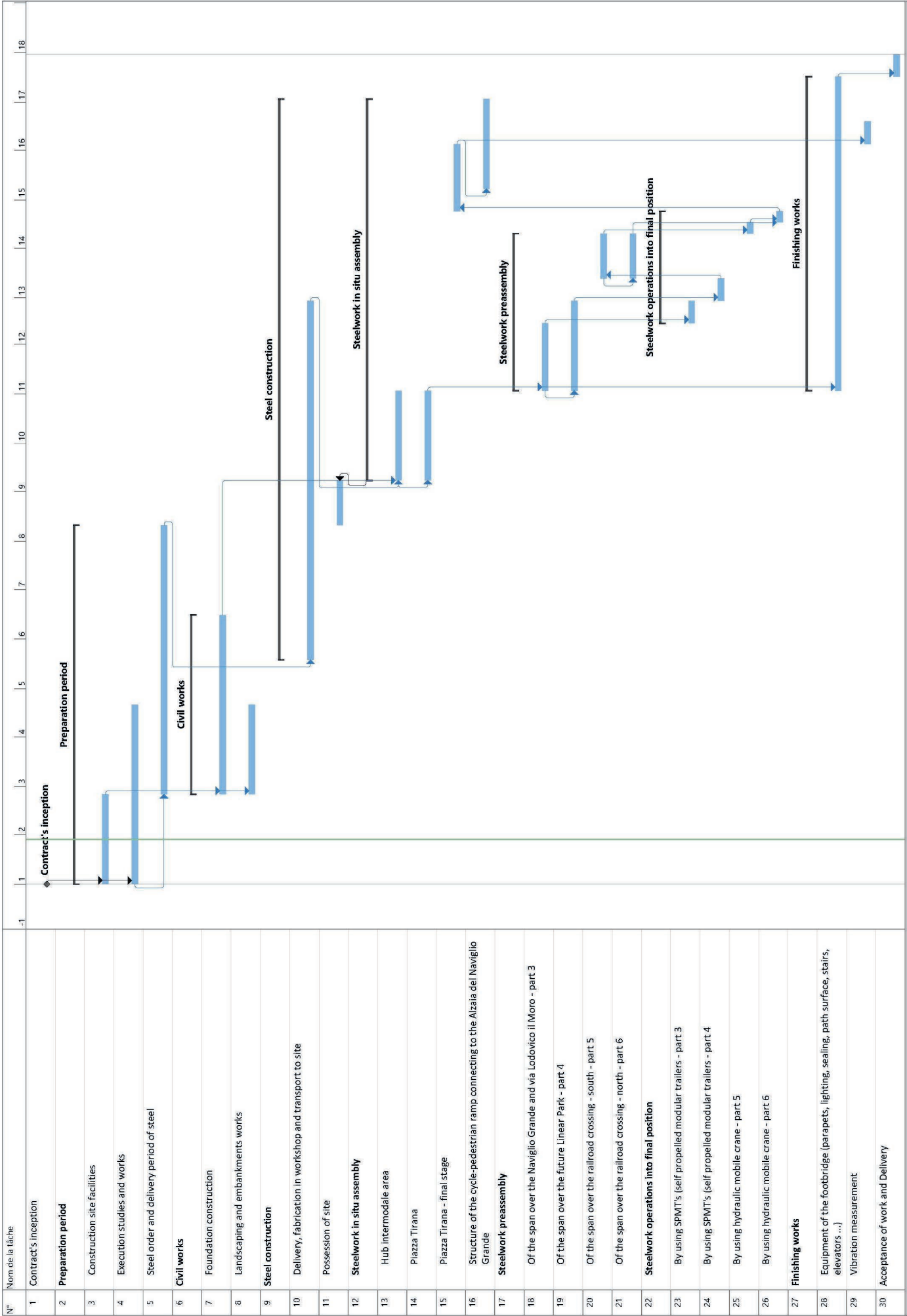
The maximum acceleration of the structure under the dynamic loads is determined. The charges are represented by sinusoidal charges vibrating at the frequency of the mode to be analysed and the loads are angled according to the deflection of the mode considered.

>An acceleration limited to 0.80 m / s² is obtained, which provides average comfort for the users of the bridge.



THE PROPOSED STRUCTURE INCLUDED ALL THE CONSTRAINTS DESCRIBED IN THE DESIGN DOCUMENTS. THE DESIGN STUDY ALLOWS US TO CONFIRM THE FEASIBILITY OF THE PROJECT REGARDING BOTH THE FINAL AND PROVISIONAL PHASE. THE STRESSES, IN THE DIFFERENT ELEMENTS OF THE STRUCTURE, STAY BELOW THE ELASTIC ALLOWED LIMIT, THE DEFLECTIONS CONTROLLED AND THERE IS NO RISK REGARDING THE DYNAMIC VIBRATION.

8 Planning



9 Construction methods

For the construction of the structure we are proposing simplicity and efficiency. Regarding the foundation work and the landscaping work, we will use conventional operations which will be conducted inside closed working zone. The biggest operations are involving the construction of the steel structure.

From steel procurement to Transport

Steel plates will be ordered according to the grade and quality specified. Upon arrival from the mills every single plate is being visually inspected. Material certificates are checked of every plate on conformity with the required specifications (thickness, dimensions, quality, grade, Z-class, tensile test results, impact test results, chemical composition, carbon equivalent ...).

The fabrication will in general take place in the following order: Work planning / Work preparation / Preparation of method statements / work instructions / Sawing / Cutting / Shot blasting / Beveling of materials / Drilling / Punching / Dimensional control on items / Assembling of prepared loose items / Welding / Testing (NDE & dimensional). As we are dealing with weathering steel, there is no need of surface protection.

Then, the bridge will be transported by truck to the construction site. The trucks will enter the site through Via Pietro Giordani thanks to the access from the bridge to the ground. Getting the bridge elements just in time on site is a basic requirement for success.

Assembly of the footbridge components on site

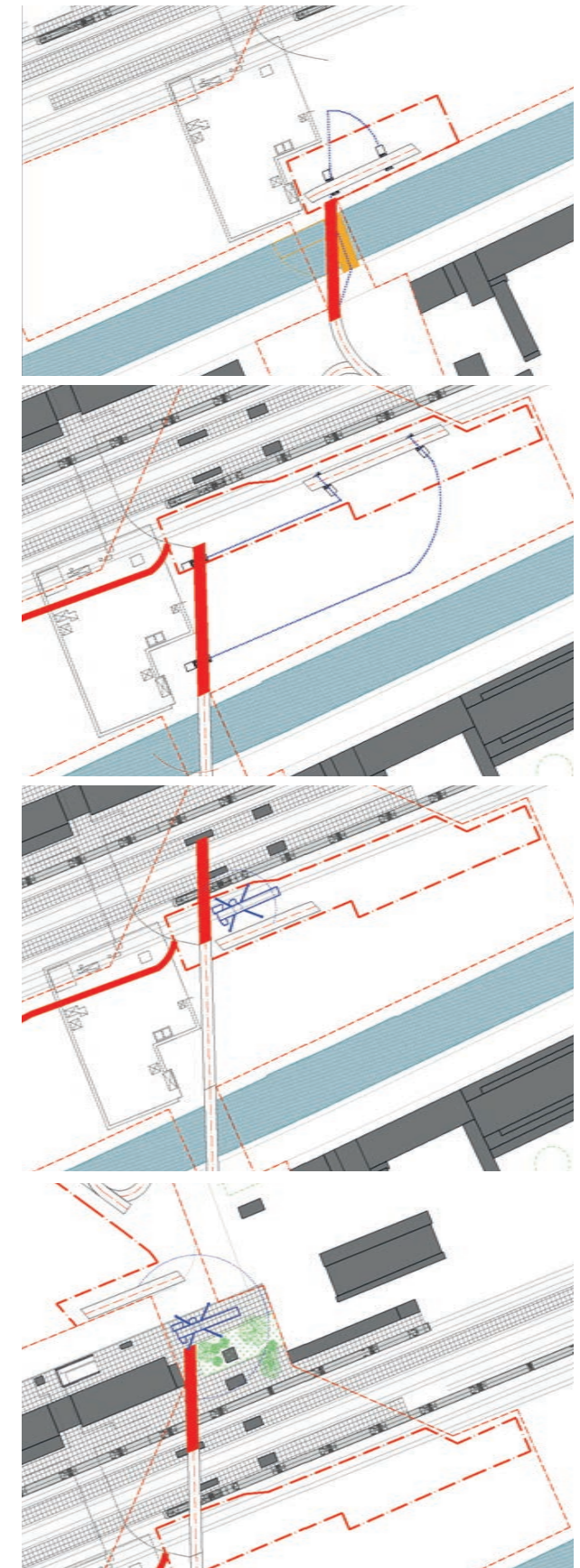
The working zone are designed in order to limit the impact on the surroundings and the environment. When it's possible we are prioritized the in-situ assembly directly right in the final position of the structure. When it's not possible because of the constraints (railway tracks, Naviglio), we are using hydraulic mobile crane and the working zone is placed as close as possible from the final position of the structure. In the future linear park, we consider: the impact on the existing station M4 and the existence of the surface constraints such as grids at the level of the countryside or torrents and emergencies and the circulation in the future linear park parallel to the railway tracks and the Naviglio. We positioned the working zone in limit to the railway

tracks according to the actual position of the working zone for the construction of the station M4. We are also using self-propelled modular trailers to cross the Naviglio and the linear park.

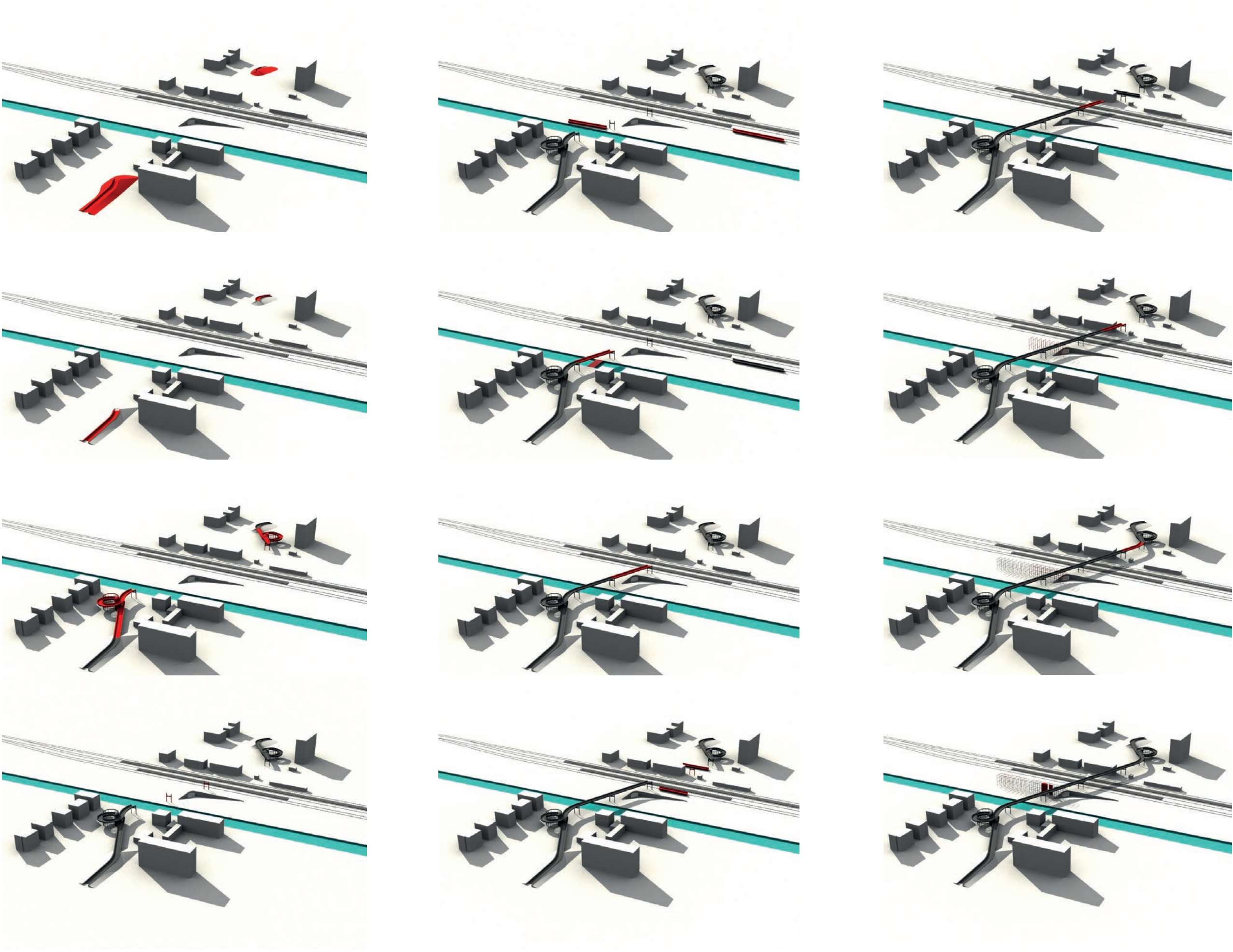
We have no intention to use any temporary support in the railway tracks area. Our working method is established in such a way that interference with the River navigation and the railway tracks is limited to a minimum.

Once all the elements of the structure are on their final position, the finishing works will be executed: equipment of the deck, installation of the parapets, installation of dilatation joint at the abutments, installation of the lightning equipment.

Then dynamic tests will take place in order to figure out if the use of tuned mass dampers is necessary to avoid uncomfortable vibrations during the walk of a pedestrian. The planned sequencing is resume in the Gantt diagram we produced for this project. As shown in the diagram, the construction of the pedestrian bridge will hold in 18 months as requested by the Design Document.



10 Phasing



3 Riassunto

Il progetto è localizzato in un territorio composito, e si configura come un collegamento urbano tra una pluralità di contesti differenziati.

Di fronte a questa molteplicità di ambienti, alla distanza importante dell'attraversamento e alla necessità di tenere conto dei mutamenti che si produrranno, ci sembra importante **creare un legame unitario, semplice e identificabile.**

Secondo noi la posta in gioco non è di imporre un segno formale o di fare mostra di una prodezza strutturale. Al contrario, si tratta di **integrarsi nell'orizzonte lasciando libero il cielo e limitando gli ancoraggi al suolo per garantire la più grande permeabilità possibile.**

Il disegno di quest'opera si iscrive in una ricerca di fluidità e ottimizzazione delle distanze: la maggior parte dell'attraversamento si fa seguendo una linea retta – che è la distanza più breve tra 2 punti – e un tracciato pianeggiante.

Per fare questo abbiamo immaginato una passerella con una sezione trasversale ispirata allo scafo piatto dei barconi che attraversavano i navigli e composta da una piastra di acciaio autopatinabile, calandrata e perforata. Ne risulta una forma a U, arrotondata, che accoglie al suo interno coloro che la attraversano. La sua larghezza permette l'incrocio delle diverse modalità di attraversamento garantendo fluidità ai percorsi. La dimensione generosa del corrimano (70 cm) invita alla sosta e alla contemplazione del paesaggio.

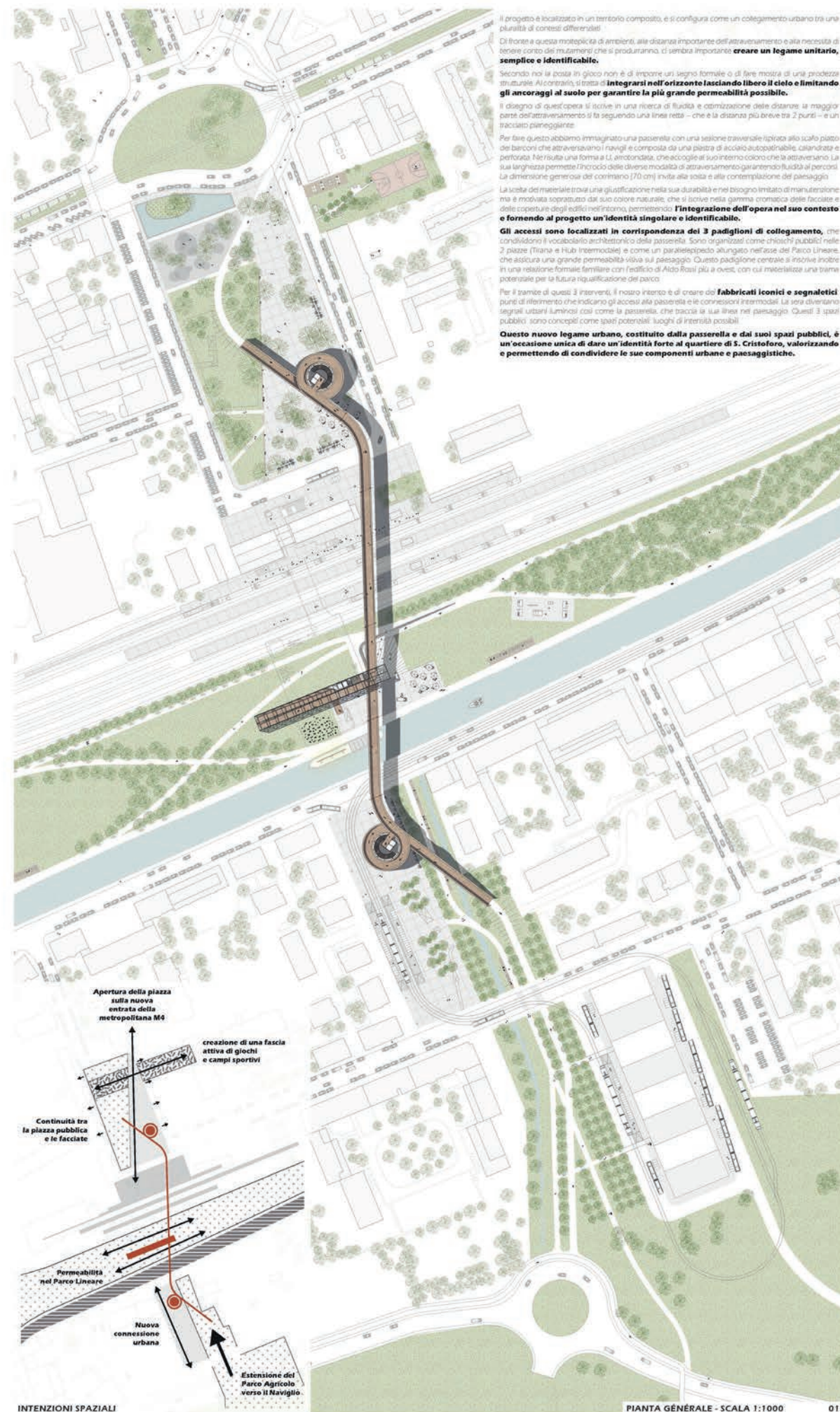
La scelta del materiale trova una giustificazione nella sua durabilità e nel bisogno limitato di manutenzione ma è motivata soprattutto dal suo colore naturale, che si iscrive nella gamma cromatica delle facciate e delle coperture degli edifici nell'intorno, permettendo **l'integrazione dell'opera nel suo contesto e fornendo al progetto un'identità singolare e identificabile.**

Gli accessi sono localizzati in corrispondenza dei 3 padiglioni di collegamento, che condividono il vocabolario architettonico della passerella. Sono organizzati come chioschi pubblici nelle 2 piazze (Tirana e Hub Intermodale) e come un parallelepipedo allungato nell'asse del Parco Lineare, che assicura una grande permeabilità visiva sul paesaggio. Questo padiglione centrale si iscrive inoltre in una relazione formale familiare con l'edificio di Aldo Rossi più a ovest, con cui materializza una trama potenziale per la futura riqualificazione del parco.

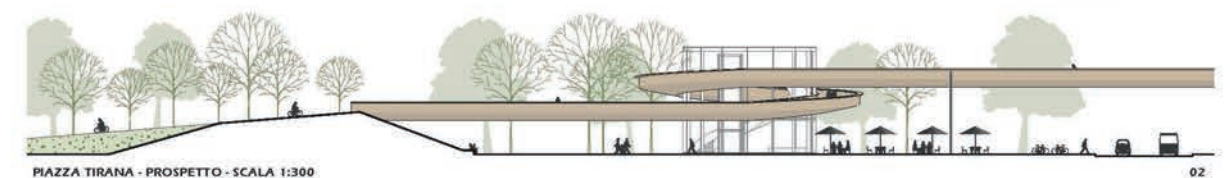
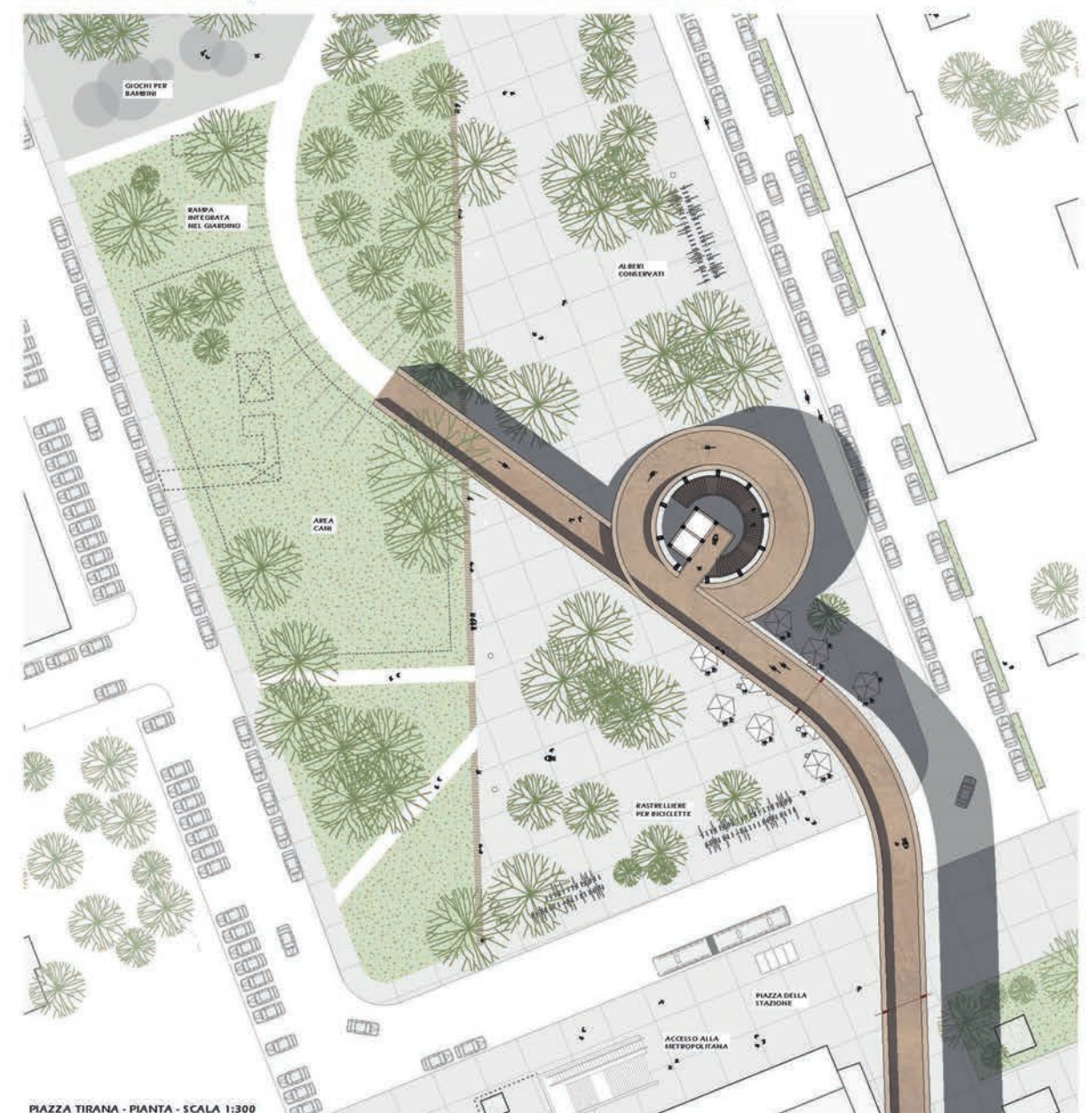
Per il tramite di questi 3 interventi, il nostro intento è di creare dei fabbricati iconici e segnaletici: punti di riferimento che indicano gli accessi alla passerella e le connessioni intermodali. La sera diventano segnali urbani luminosi così come la passerella, che traccia la sua linea nel paesaggio. Questi 3 spazi pubblici sono concepiti come spazi potenziali: luoghi di intensità possibili.

Questo nuovo legame urbano, costituito dalla passerella e dai suoi spazi pubblici, è un'occasione unica di dare un'identità forte al quartiere di S. Cristoforo, valorizzando e permettendo di condividere le sue componenti urbane e paesaggistiche.

IL NASTRO ROSSO

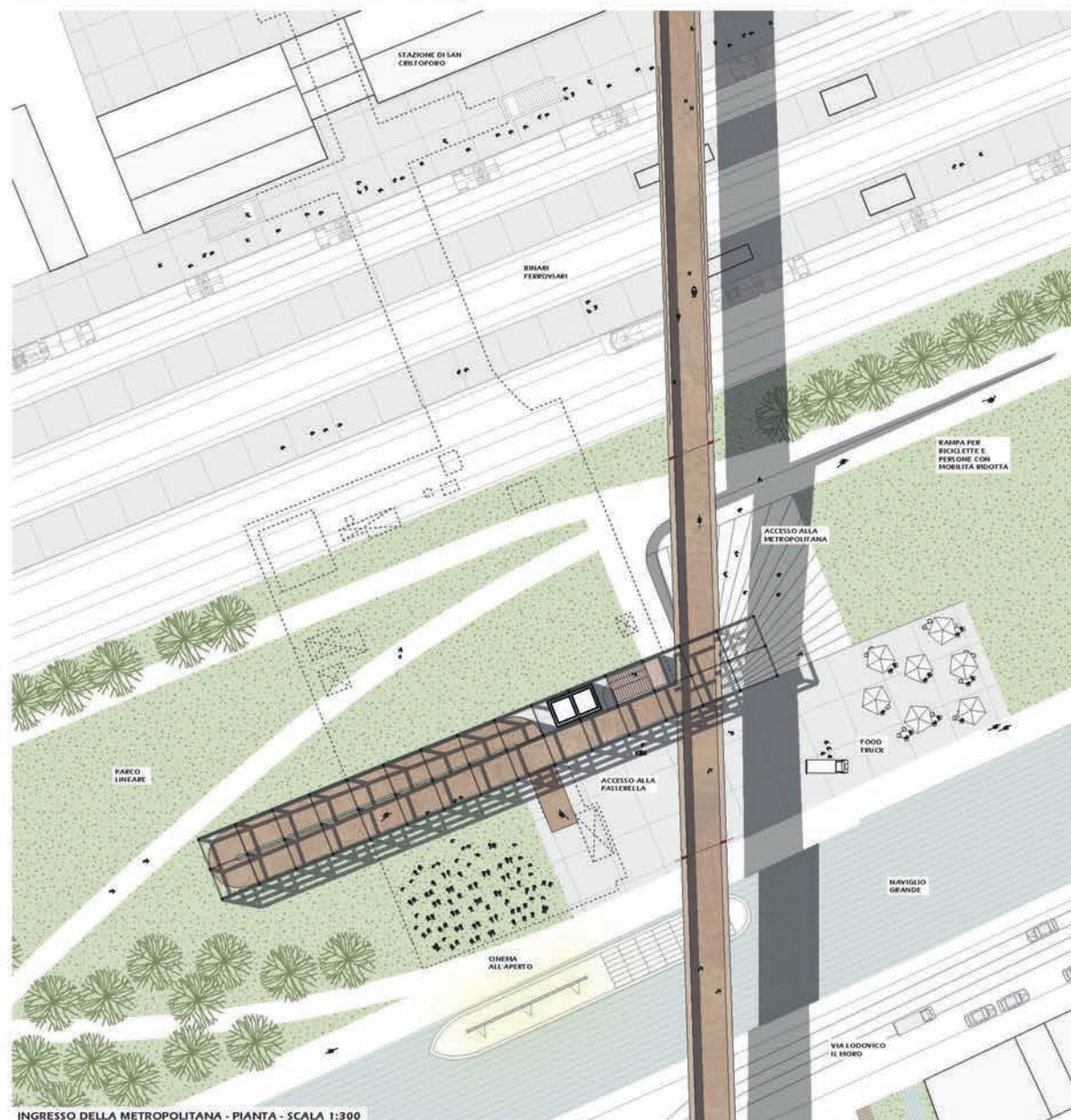


LA PIAZZA TIRANA, UN SUOLO LIBERO E DIPONIBILE A VARI USI

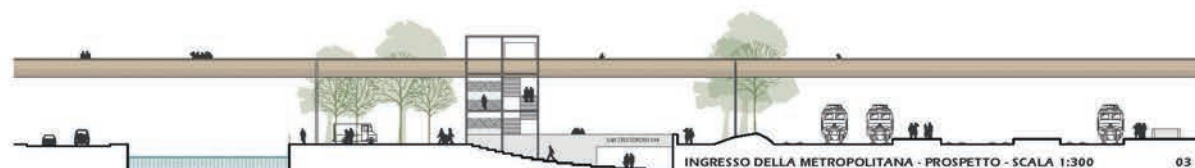




L'INGRESSO DELLA METROPOLITANA, RISPETTOSA DELLA PROSPETTIVA DEL PARCO



INGRESSO DELLA METROPOLITANA - PIANTA - SCALA 1:300



INGRESSO DELLA METROPOLITANA - PROSPETTO - SCALA 1:300

03



L'HUB INTERMODALE, L'INGRESSO DEL PARCO AGRICOLO



HUB INTERMODALE - PIANTA - SCALA 1:300

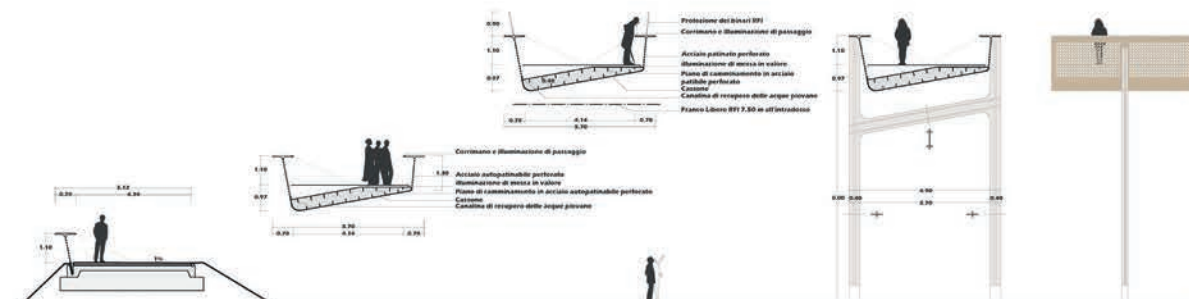


HUB INTERMODALE - PROSPETTO - SCALA 1:300

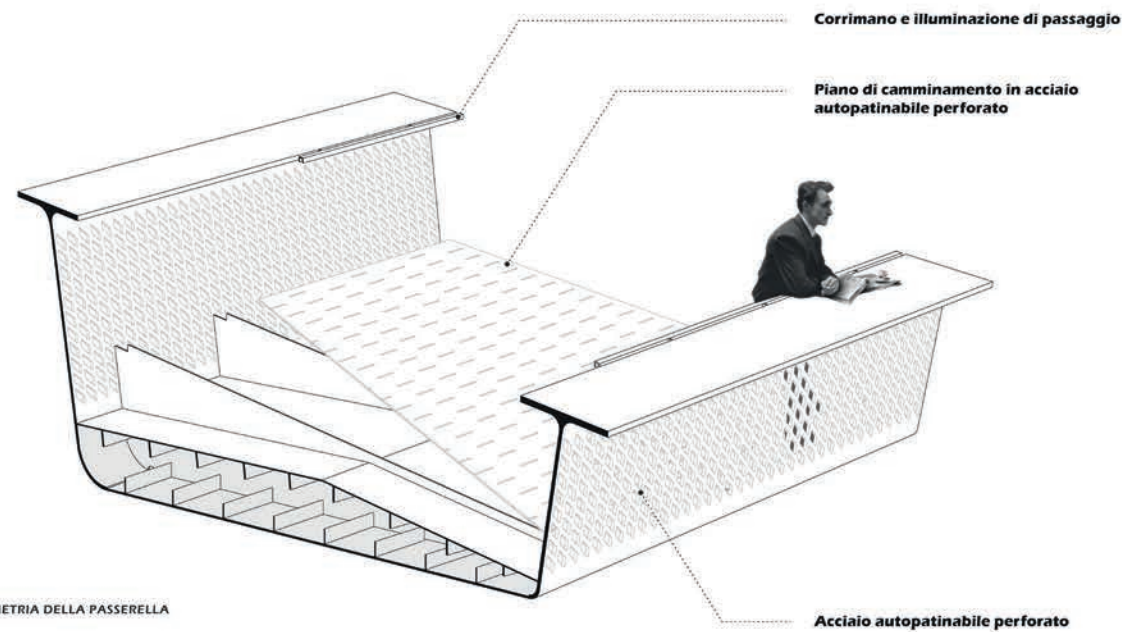
04



LA PASSERELLA, APERTA SUL CIELO E SUL PAESAGGIO



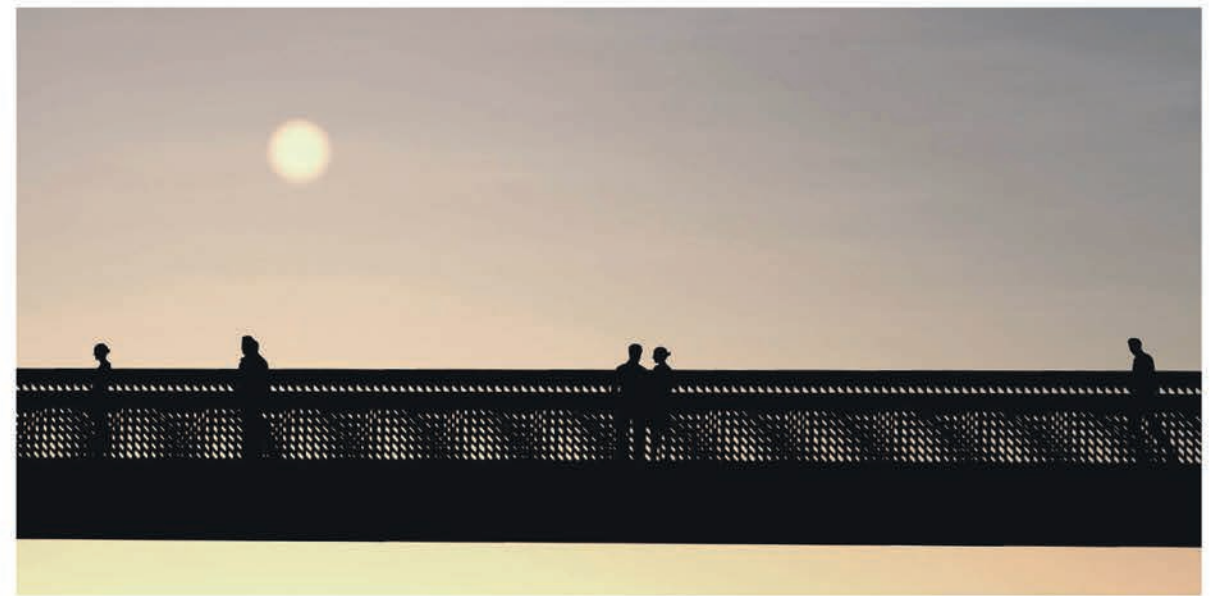
SEZIONE E PROSPETTO DELLA PASSERELLA - SCALA 1:100



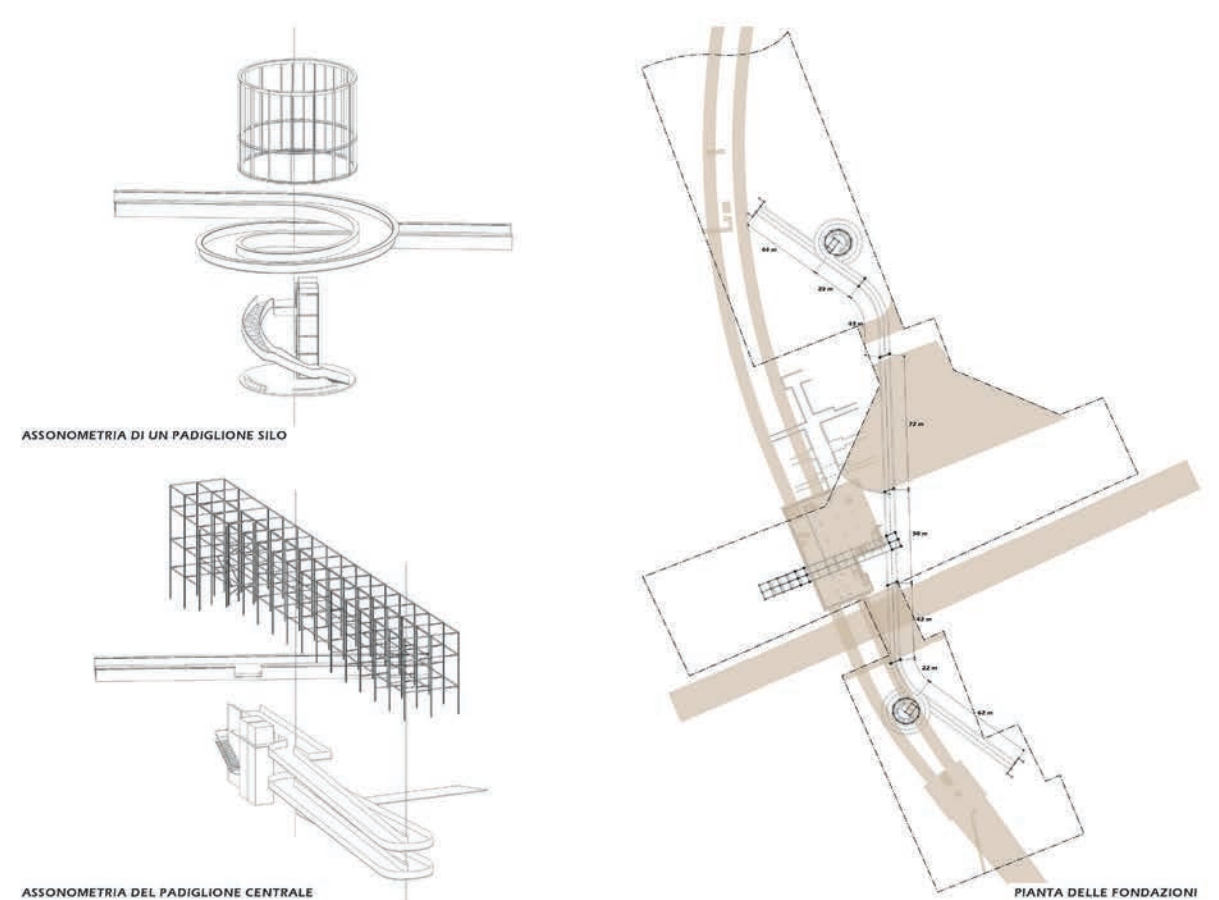
ASSONOMETRIA DELLA PASSERELLA



PADIGLIONE CENTRALE - PROSPETTO - SCALA 1:200

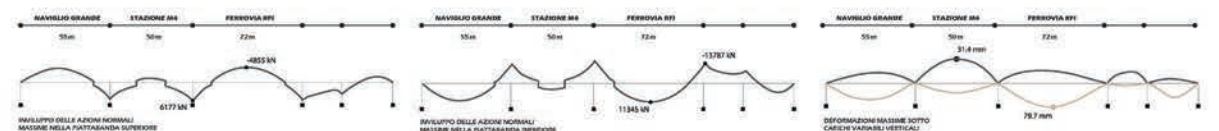


UN LUOGO NUOVO, UNA LINEA DI RIFERIMENTO PER IL QUARTIERE

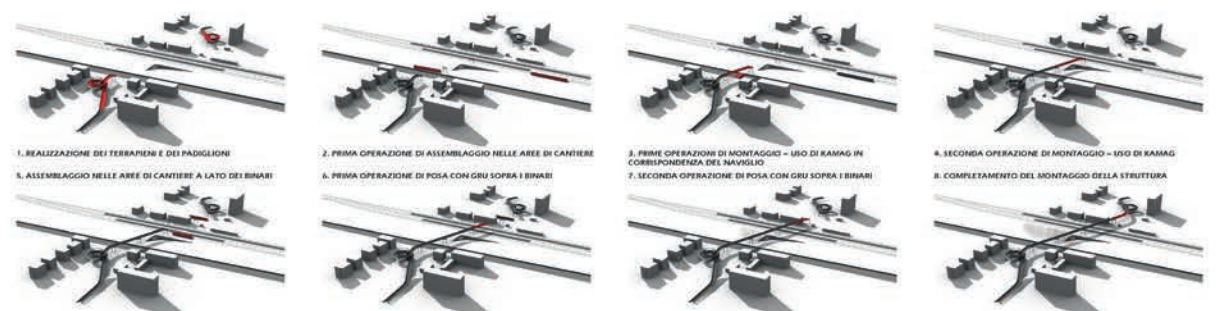


ASSONOMETRIA DEL PADIGLIONE CENTRALE

PIANTA DELLE FONDAZIONI



ANALISI STRUTTURALE DELL'OPERA



CINEMATISMO DI MONTAGGIO