Infrastrutture Napoletane/3

La metropolitana più bella del mondo

1. Stazione Centro Direzionale: vista aerea (luglio 2019)

Gallerie

Maria Luisa De Guglielmo
Ingegnere
Responsabile e Coordinatore della Programmazione Progettazione-Lavori Metropolitana di Napoli SpA

VIAGGIO TECNICO E FOTOGRAFICO ATTRAVERSO IL TRACCIATO E LE STAZIONI, IN COSTRUZIONE E GIÀ IN ESERCIZIO, DELLA PIÙ GRANDE INFRASTRUTTURA DELLA CAMPANIA. STIAMO PARLANDO DELLA LINEA 1 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI, UN'ENCICLOPEDIA DI ALTA INGEGNERIA, MA ANCHE DI ARCHITETTURA, ARTE E ARCHEOLOGIA. I PARTICOLARI IN QUESTO REPORT DEDICATO A UN'OPERA UNICA, COME LA SUA CITTÀ.

Una grande opera di ingegneria in un'area urbanizzata non può che avere come nucleo centrale la tecnica: è stato così per tutte le metropolitane che, negli anni di grande sviluppo delle città, hanno visto moltiplicarsi linee e stazioni. Lo scopo era, e lo è certamente ancora, servire l'utenza attraverso un trasporto pubblico frequente e affidabile, ma con stazioni intese come meri punti di accesso, diffusi sul territorio senza alterarlo nella parte emergente e, per il resto, nascosti nel suo sottosuolo. Con il passare degli anni, stazioni siffatte, senza qualità e senza pregio alcuno, ancor più se a servizio di zone perimetrali delle città, sono diventate pressoché ovunque aree di degrado e poca sicurezza.

La società Metropolitana di Napoli SpA (MN), concessionaria per il Comune di Napoli per la progettazione e la costruzione della linea L1, negli anni '90 ha iniziato a declinare diversamente l'idea di questo trasporto pubblico su ferro, modificando quanto fatto nel decennio precedente con le proprie stazioni delle prime tratte messe in esercizio della L1. Le stazioni della tratta Vanvitelli-Dante hanno dato vita così, nell'immaginario collettivo, alle stazioni dell'arte attraverso un primo esperimento di quello che poi è diventato realmente un museo obbligatorio: caratterizzato da circa 200 opere di più di 100 artisti internazionali e inserito in stazioni concepite da note archistar, usufruito liberamente da migliaia di persone ogni giorno al semplice costo di un biglietto del trasporto pubblico locale, ovvero poco più di un euro. Lasciare l'auto a casa a Napoli, per cittadini e turisti, ha preso così a diventare un'esperienza particolare che, non togliendo niente alla sicurezza e alla funzionalità dei luoghi, ha trasformato un semplice tragitto cittadino in un vero e proprio viaggio di cultura.

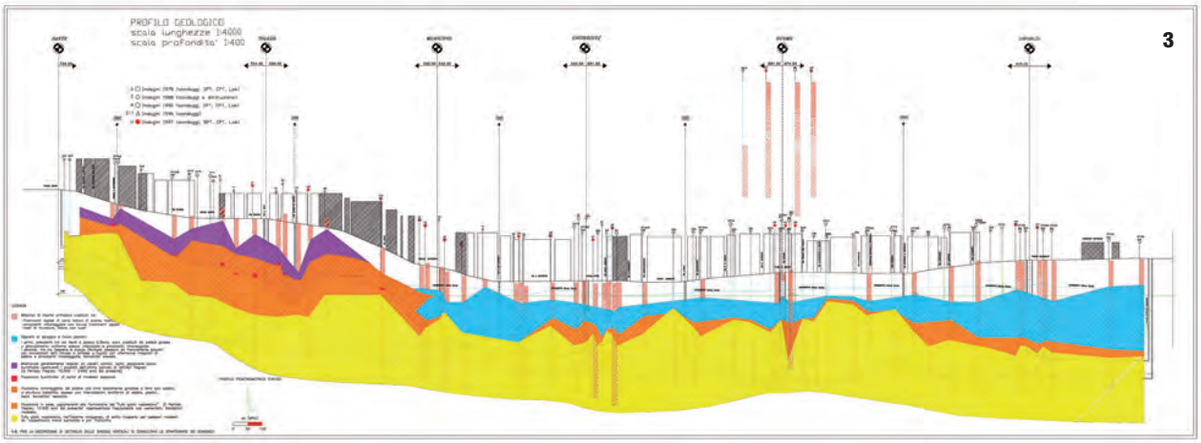
Si è così prodotto un incredibile miglioramento dello spazio pubblico e della sua percezione: uno spazio che, sebbene sotterraneo, risulta ben lontano dalla sensazione di disagio e insicurezza per un'utenza che, pur frettolosa, non è per questo meno colpita dall'immersione nella bellezza. Infatti, se è vero, com'è vero, che nei contesti di degrado le persone si abituano al brutto e finiscono per arrendersi ad esso, è altrettanto vero che l'essere umano per sua natura anela al bello e non può, frequentandolo, che esserne influenzato.

2. Il tracciato della L1: la tratta in esercizio (in blu), con indicate le stazioni dell'Arte (A), e l'ulteriore tratta in costruzione (in arancio)

Il valore della bellezza

Interessante è, in merito, uno studio della Federico II, rilanciato a livello internazionale, che ha stimato il valore economico dello standard artistico-architettonico della L1 evidenziando che il *valore della bellezza* per un pendolare è 43 centesimi in più. Questa disponibilità a pagare equivale a una disponibilità ad aspettare fino a 6 minuti in più nelle stazioni e a impiegarci fino a 9 minuti in più per raggiungerle creando, per di più, un bacino d'utenza quasi doppio che per le stazioni ordinarie.

Rispetto al costo complessivo dell'intera L1 (3,8 miliardi di euro) è rilevante evidenziare che 270 milioni sono riferiti ai lavori per l'archeologia; inoltre, per la sola tratta in esercizio, 58 milioni di euro sono il patrimonio della bellezza (opere d'arte e architettura) e ben 45 milioni di euro sono l'investimento in riqualificazione urbanistica. Infatti, anche la sistemazione superficiale ha giocato un ruolo fondamentale nella funzionalità e nell'attrattività delle stazioni. Sono state riqualificate (sia dal punto di vista manutentivo, sia con installazioni di opere d'arte e opere a verde) piazze e strade ad esse limitrofe. Basti pensare alla recente sfida del parco urbano di piazza Garibaldi, nell'area nord dell'omonima



3

3. Profilo geologico tratta bassa L1

4. Scudo TBM - Scavo della galleria di linea Dante-Toledo

5. TBM - Costruzione della galleria di linea Garibaldi-Centro Direzionale

piazza pensata in questa nuova veste dall'architetto Dominique Perrault, unitamente alla stazione Garibaldi sottostante. Anche per le sistemazioni superficiali, quindi, nulla è stato lasciato al caso: ogni fase di cantiere stradale, per esempio, è correntemente studiata nella sua evoluzione dal punto di vista geometrico, ivi compresa la simulazione di ingombro dinamico dei veicoli di dimensioni maggiori, e dal punto di vista trasportistico con simulazioni di modifiche di carico sulla rete di incidenza di tali aree di lavoro (a seguito di monitoraggi e conteggi di traffico) consentendoci così, unitamente ai tecnici del Comune di Napoli, di adottare i migliori dispositivi temporanei di circolazione. Ovviamente lo stesso approccio analitico viene correntemente adottato per la scelta delle sistemazioni definitive nel caso queste comportino variazione d'uso (dei veicoli stradali privati e/o pubblici nonché di pedoni e ciclisti) o anche in concomitanza di eventi speciali come le recenti Universiadi.

4

Attrazione culturale

La L1 della metropolitana di Napoli ha così dato propulsione al rinnovamento, oltre che del trasporto cittadino com'è ovvio, dell'immagine estetica della intera città creando *una visione napoletana della metropolitana*, che sta attirando le attenzioni di società europee pronte a riproporre, sul loro territorio, il nostro modello della tripla A: *Arte, Architettura ed Archeologia*.

La diffusione e l'interesse per le ormai note 3A hanno guidato anche i lavori del recente WTC 2019 "*Tunnels and underground cities: Engineering and Innovation meet Archeology, Architetture and Art*" che non poteva scegliere contesto migliore per ospitare, con grande successo, 2.700 partecipanti da 73 paesi e 230 *exhibitor*.

Le stazioni dell'arte costruite con i detti elevatissimi standard hanno vinto, com'è noto, numerosi premi e riconoscimenti internazionali e sono diventate oggetto di noti documentari di divulgazione e set cinematografici (basti pensare alla stazione Toledo). Ancora più curioso è, però, l'ultimo fenomeno cui stiamo assistendo: le stazioni della L1 sono oggetto di tour organizzati con ampia diffusione sui social e sono addirittura oggetto di recensione su noti siti specializzati in valutazioni di attrazioni turistiche.

Nel 2017 si è stimato che, su 45 milioni di viaggiatori, ben 1,3 milioni di turisti abbiano usato la L1 per visitare

5

6. Idrofresa nel cantiere della stazione Garibaldi

la città e che quasi 180mila abbiano visitato le nostre stazioni proprio come luogo di attrazione e cultura: numero, quest'ultimo, da museo nella sua classica accezione (sarebbe per esempio al 5° posto in un'ipotetica classifica con i più importanti musei pre-ottocenteschi cittadini e poco al di sotto del Museo di Capodimonte che è al 30° posto dei musei più visitati d'Italia secondo le stime MIBAC del 2017).

L1 tratta bassa: le ultime attivazioni

La grande tecnica ingegneristica per lo scavo e la costruzione di gallerie e di stazioni ha avuto una grande espressione nei lavori di costruzione della tratta bassa, caratterizzata da terreni sciolti superficiali (sia in forma ordinata sia mescolati in maniera caotica) e un sotto-strato di tufo giallo napoletano costituito da suoli e scarpine, tipiche fratture orizzontali e verticali o subverticali. Grande incidenza ha avuto anche la presenza della falda a pochi metri sopra il livello del mare risultando così poco profonda nella tratta bassa, mentre più profonda nella tratta successiva oggi in costruzione. La tratta bassa è stata costruita mediamente a 30 m sotto il livello del mare al fine di scavare i tunnel nel tufo giallo e di minimizzare gli eventuali cedimenti in superficie, ovvero evitare fenomeni di subsidenza, che avrebbero comportato danni agli edifici e alla rete infrastrutturale. È stata adoperata una TBM idonea all'alternanza di strati con caratteristiche meccaniche diverse nonché allo scavo sot-

7. Stazione Duomo: render del tempio e della cupola visti dal piano museale

to falda, una EPB in cui l'equilibrio è garantito dallo stesso materiale di scavo mantenuto in pressione al fronte. Inoltre, dopo il consolidamento dei terreni con la tecnica del congelamento, sono state scavate, con metodi tradizionali, le gallerie di stazione più larghe di quelle di linea per contenere le banchine.

I pozzi di stazione, destinati poi a contenere i volumi necessari ad ascensori e scale mobili, sono stati scavati all'interno di paratie costituite da pannelli di calcestruzzo armato realizzato con l'utilizzo di idrofrese.

A corredo della grande tecnica ingegneristica e in maniera inaspettatamente rilevante, si è aggiunta l'archeologia. Infatti, con la realizzazione delle stazioni del centro cittadino sono riemerse tutte le epoche storiche della città di Napoli che hanno comportato scavi archeologici, recuperi, restauri e rimontaggi che, in accordo con le soprintendenze competenti, hanno ridato luce a buona parte della cultura del Mediterraneo, dalla Magna Grecia ai giorni nostri. Sono riemerse, infatti, tutte le epoche storiche della città di Napoli e, attraverso eccezionali testimonianze, gli studiosi del settore hanno potuto riscrivere pagine importanti dell'evoluzione urbana. Senza ripercorre questa che sarebbe un'ampia pagina di storia, si possono citare alcuni dei ritrovamenti più importanti delle stazioni Duomo e Municipio che sono, in maniera diversa, le uniche stazioni della tratta bassa ancora legate ai lavori dell'archeologia.

La stazione Duomo

La stazione Duomo è l'unica della tratta bassa della L1 a non essere ancora aperta al pubblico ma, sotto la quale, la

8. Ritrovamento del tempio e delle decorazioni architettoniche in crollo

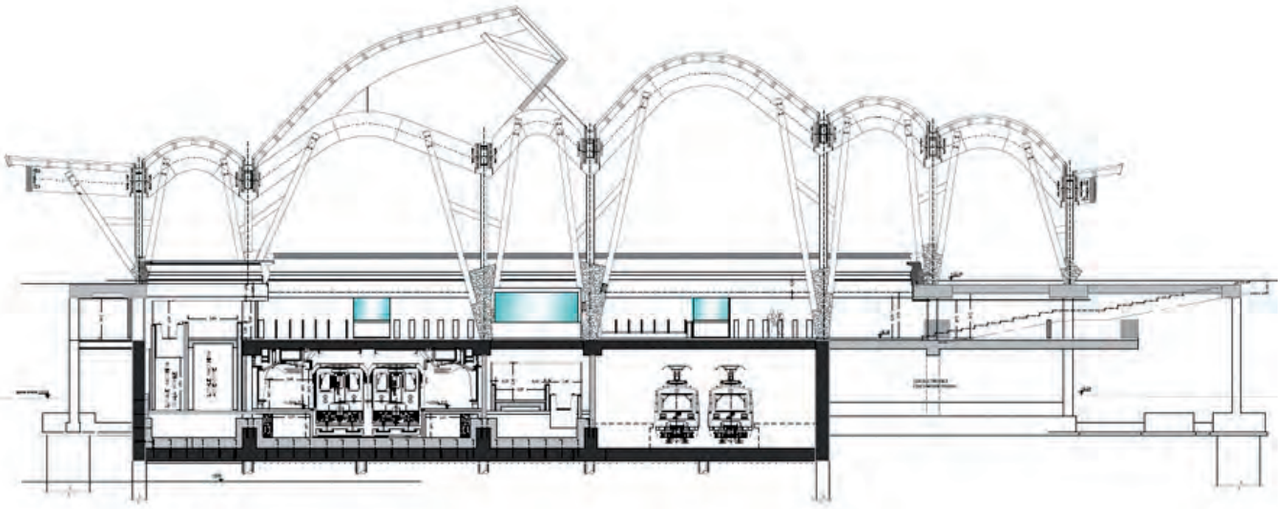
9. Stazione Municipio: ritrovamenti del porto e del quartiere Aragonese

10. Stazione Municipio: render della piazza e del Parco archeologico

11. Stazione Centro Direzionale: sezione copertura, mezzanino e galleria di banchina in affiancamento alla linea regionale EAV in esercizio

12. Stazione Centro Direzionale in esecuzione (giugno 2019)

11



linea è esercita ordinariamente da tempo e che verrà aperta a breve in configurazione provvisoria. La discriminante tra tale attivazione e quella definitiva è l'importante rinvenimento del tempio dei Giochi Isolimpici del II sec. d.C. Tale tempio sarà visibile anche dall'esterno della stazione, oltre che dall'interno nel suo piano museale, attraverso la suggestiva cupola di vetro progettata dall'architetto Massimiliano Fuksas.

La stazione Municipio

La stazione Municipio ha fatto riemergere, durante i lavori per la sua costruzione, un porto di età classica in piazza Municipio e un quartiere Aragonese intorno al Castel Nuovo (il Maschio Angioino per i Napoletani) sotto alla fortificazione Aragonese e Vicereale. Tali ritrovamenti daranno vita a un parco archeologico godibile, unico esempio al mondo, da una stazione metropolitana e dal suo esterno attraverso una piazza completamente ridisegnata dagli architetti Álvaro Siza ed Eduardo Souto de Moura. La stazione è in ordinario esercizio e ha attivi tre accessi su cinque (mancano proprio i due ancora legati ai lavori dell'archeologia). Inoltre, anche questa stazione come Duomo, avrà al suo interno una suggestiva area museale.

L1 tratta alta: le stazioni in costruzione

È in questo contesto, ormai consolidato e sintetizzato dalla tripla A e dalla grande tecnica ingegneristica, che s'inserisce la costruzione dell'ultima tratta realizzando, così, il collegamento metropolitano tra le tre porte della città: la *porta dell'aria* con la stazione Capodichino in prossimità dell'omonimo aeroporto internazionale, la *porta del ferro* con la stazione Garibaldi nel nodo ferroviario della stazione Centrale e la *porta del mare* con la stazione Municipio che attraverso il nuovo sottopasso entra direttamente nell'area portuale.
La tratta in costruzione è caratterizzata da 4 km di gallerie e

12

4 stazioni che si aggiungeranno alle 18 stazioni (più Duomo a breve) e ai 18,2 km di gallerie della Linea 1 già in esercizio.

La stazione Centro Direzionale

La prima stazione della tratta in costruzione verso Capodichino e dopo la stazione Garibaldi, è la stazione Centro Direzionale (CDN). Essa è posta nell'omonima area business della città, completata nel 1995, caratterizzata da vetro e cemento secondo la visione dell'architetto giapponese Kenzō Tange. La stazione CDN rompe questa freddezza attraverso la sua maestosa copertura che fa un uso imponente e creativo del legno, adottato nei suoi colori naturali e in forma curva, rettilinea e inclinata così da diventare, con oltre 2000 pezzi, il più grande cantiere del legno in Europa. Il progetto dello studio EMBT Miralles Tagliabue, inoltre, mira a trasformare anche l'uso dell'area realizzando differenti livelli pedonali con spazi pubblici di impatto e sfruttando per essi, quanto più è possibile, la luce naturale.

13. Stazione Centro Direzionale: particolari del montaggio della copertura (giugno 2019)

14. Stazione Tribunale: render della copertura e della sistemazione esterna

15. Stazione Tribunale: lavori (marzo 2019)

16. Stazione Tribunale: vista di superficie (luglio 2019)

La stazione Tribunale

Le stazioni Tribunale e Poggioreale sono affidate all'architetto Mario Botta. Sono stazioni che distano un chilometro l'una dall'altra e, nell'ambito della volontà dell'amministrazione comunale di risanamento e riqualificazione di un'ampia area di industrie dismesse, s'inserisce altresì l'idea del parco lineare di collegamento tra le due stazioni. La stazione Tribunale, a differenza delle altre stazioni, ha una caratteristica forma allungata (poco meno di 200 m) e si pone come un elemento volto a ricucire le aree urbane circostanti. La realizzazione delle opere è in adiacenza alla linea ferroviaria regionale in esercizio, che non ha subito, nelle fasi di lavoro, alcuna interruzione. La stazione Tribunale si sviluppa su due livelli: un piano banchina interrato dotato di 3 binari (con banchina laterale per il binario pari e banchina ad isola per il binario dispari e il terzo binario) che tramite due scale mobili, due ascensori e sei scale fisse porta, attraverso il ballatoio intermedio, al piano mezzanino della stazione, posto a quota strada e completamente fuori terra. Il manufatto in elevazione si presenta come un organismo modulare i cui elementi verticali e orizzontali a sbalzo, grazie alla loro imponenza saranno un elemento distintivo oltre che di pregio architettonico.

La stazione Poggioreale

La stazione Poggioreale è ubicata tra la stazione Tribunale e la stazione Capodichino, nella piazza che costeggia l'ingresso al cimitero di Poggioreale, all'interno del quale c'è il cimitero monumentale, il nucleo originario del cimitero, di grande valore storico e culturale per la preziosità delle sue tombe e delle sue statue, nonché per il gran numero di cappelle e chiese antiche oltre che per il Quadrato degli uomini illustri. Inoltre, l'area di incidenza della stazione è altresì delimitata dall'edificio dell'ex dogana e dal muro finanziere, ultimo esempio di cinta muraria della città di Napoli finalizzata al controllo della tassazione sulle merci. Tale stazione ambi-

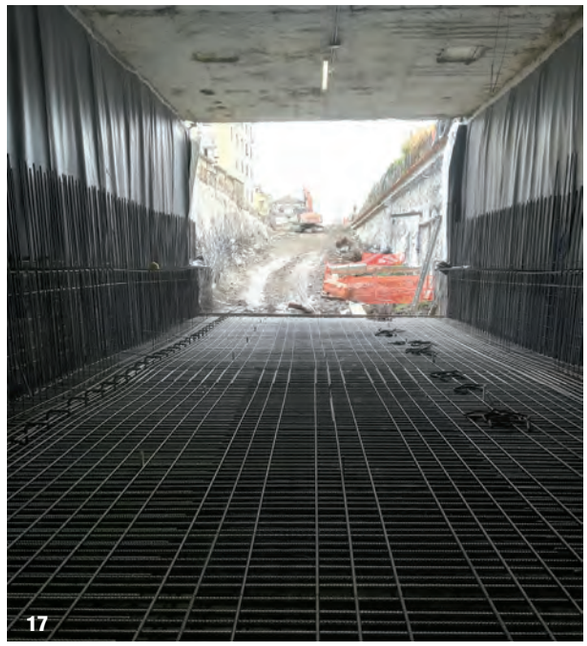
17. Stazione Poggioreale-lavorazioni nella galleria esistente, ora terminate

18. Stazione Poggioreale: taglio della paratia lato Cimitero

19. Stazione Poggioreale, vista di superficie (luglio 2019)

20. Stazione Poggioreale: render della sistemazione esterna

sce a divenire un elemento di integrazione e di interscambio tra viabilità differenti e di riqualificazione di uno spazio pubblico che versava in condizioni di abbandono e di degrado.
I differenti livelli della stazione vengono realizzati all'interno di un pozzo, il cui fondo è consolidato mediante colonne di jet grouting al fine di creare un tappo che impedisca l'ingresso dell'acqua di falda, ed è delimitato sul contorno da paratie opportunamente tirantate, atte a sostenere il terreno circostante e a impedire l'accesso dell'acqua di falda, sia durante la fase di scavo che di realizzazione della stazione stessa. La profondità massima di scavo è pari a circa 16,30 m dal piano stradale, mentre a stazione ultimata la copertura presenterà un ricoprimento di circa 2,00 m.
Le gallerie di banchina saranno realizzate con scavo a foro cieco da effettuarsi per gran parte sotto falda, tramite opportuno consolidamento e impermeabilizzazione, per una lunghezza di circa 40.00 m, e saranno ubicate quasi totalmente al di sotto dell'area cimiteriale. La realizzazione dell'intero manufatto sta avvenendo in fasi parziali che garantiscono la continuità del flusso veicolare lungo via Nuova Poggioreale.


17

16

18

19

20

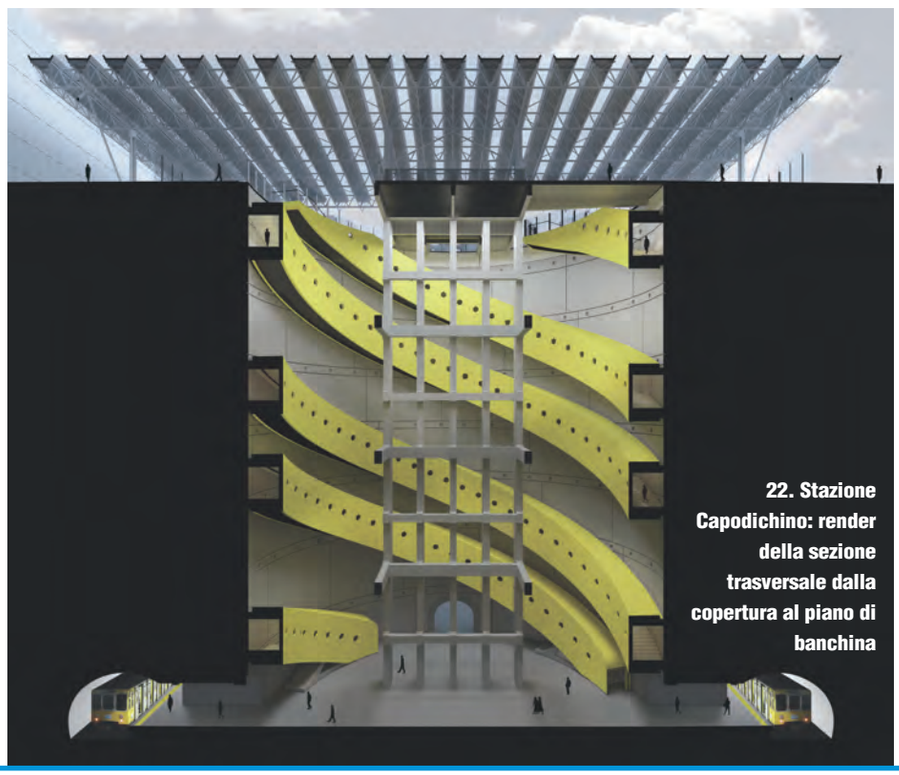
La stazione Capodichino

Il progetto della stazione di Capodichino rappresenta un significativo contributo alla riqualificazione dell'area aeroportuale che si avvia così ad essere un eccellente nodo di interscambio modale. La stazione è posizionata a distanza pedonale dalle aree arrivi e partenze dell'aeroporto ed è caratterizzata da un'architettura attraente nella parte emergente e spettacolare nella parte sotterranea. Il progetto architettonico è a firma dello studio londinese Rogers Stirk Harbour+Partners.
La stazione è realizzata in un profondo pozzo centrale a sezione circolare in cui il trasporto meccanizzato con 8 ascensori centrali è affiancato in maniera scenografica da scale fisse, a geometria elicoidale lungo la direttrice del pozzo, costituite da blocchi di calcestruzzo prefabbricato e precompresso lasciati a vista in maniera assolutamente attrattiva. Il solaio dell'atrio, occupando solo in parte il pozzo di stazione, consentirà di far penetrare fino alla profondità di 48 m la luce naturale.
Il sostegno dello scavo è realizzato attraverso una parete cilindrica in pannelli di paratie, realizzati con idrofresa, tra loro compenetrate e capaci di minimizzare l'impatto sull'ambiente circostante ed offrendo una risposta più omogenea alla distribuzione delle sollecitazioni sul piano radiale dell'opera di sostegno. Lo scavo è sostenuto, dunque, dalla parete cilindrica che si estende dal piano campagna (92 m s.l.m.) fino a 10 m al di sotto della quota di fondo scavo (34 m s.l.m.) ed essendo la falda posta a una quota variabile tra i +5 m e i +10 m s.l.m. le opere si sviluppano ben al di fuori della stessa. Un solettone di fondo di 2,5 m chiude il fondo pozzo. Il rivestimento definitivo in calcestruzzo armato è predisposto con attacchi atti ad accogliere le mensole di appoggio dei conci delle scale.
Le metodologie esecutive delle gallerie di stazione sono di tipo tradizionale e prevedono, a seguito della fase di consolidamento dei terreni sciolti, la fase dello scavo con un mezzo meccanico dotato di un ripper e un pre-rivestimento con centine e spritz beton, e successivamente la realizzazione dell'arco rovescio, dei piedritti e della calotta, che costituiranno il rivestimento definitivo.

Gli sviluppi futuri

Con le immagini, più che con le parole, in questa nota abbiamo voluto descrivere una tratta della L1 che pochi conoscono ma che, da qui a qualche anno, molti utilizzeranno. La descrizione di quanto stiamo facendo, però, non poteva e non può non passare attraverso un cenno, ancorché sintetico, della storia di una metropolitana che tecnici illuminati e lungimiranti hanno voluto (e continuano ancora oggi) a volere grande e unica nel suo genere.
La grande esperienza con la L1 della società Metropolitana di Napoli SpA ha fatto sì che essa entrasse nella progettazione e nella costruzione delle opere civili della L6 (di cui è concessionaria Hitachi Rail STS), oltre che nella recente progettazione e costruzione del prolungamento della L1 dalla stazione di Capodichino a fino alla stazione Di Vittorio, interscambio con la rete ferroviaria regionale in costruzione. Inoltre, sempre grazie all'energia della MN, la città di Napoli potrebbe avere presto un nuovo museo: il MAM, il Museo Aperto della Metropolitana. La missione di questa futura fon-

21. Stazione Capodichino: vista dal bordo pozzo di stazione (luglio 2019)



22. Stazione Capodichino: render della sezione trasversale dalla copertura al piano di banchina

Napoli Underground/2

Mobilità sostenibile Napoli e l'Italia raccolgono la sfida

REALTÀ CONSOLIDATA OLTREALPE, FUTURO IN CORSO D'OPERA NEL BELPAESE ANCHE GRAZIE A ESEMPI LUNGIMIRANTI COME QUELLI CHE VEDONO PROTAGONISTA IL CAPOLUOGO PARTENOPEO. STIAMO PARLANDO DELLA "GREEN MOBILITY", UN OBIETTIVO DA RAGGIUNGERE INVESTENDO COSPICUAMENTE NEL POTENZIAMENTO DELLA RETE METROPOLITANA CHE, PROPRIO COME A NAPOLI, DIVENTA CONNETTORE DI DIVERSI MODI DI TRASPORTO.

Ennio Cascetta
Presidente
Metropolitana di Napoli SpA

Il tema della mobilità urbana sostenibile è, nell'ultimo decennio, uno degli argomenti di maggior dibattito delle politiche regionali, nazionali ed europee. Nel corso degli anni, l'Unione Europea ha patrocinato diverse iniziative volte a promuovere la mobilità sostenibile: è evidente che nelle aree metropolitane ad alta densità abitativa, mobilità sostenibile voglia dire trasporto pubblico locale (TPL) e, quindi, rete infrastrutturale di ferrovie, metropolitane e tram. Non è un caso che la maggior parte delle città metropolitane europee abbia costruito un'offerta infrastrutturale, di trasporto rapido di massa, molto solida e cospicua. Scelte diverse, invece sono state fatte in Italia, dove ad oggi scontiamo un forte ritardo in termini di mobilità sostenibile. Dal confronto della dotazione italiana di infrastrutture ferroviarie con quella di quasi tutti i paesi europei, i ritardi italiani sono evidenti (tab. 1). Basti pensare che la sola città di Madrid, può contare una rete metropolitana (292 km) più estesa di tutte le città italiane messe insieme. Il trasporto su gomma, in aggiunta, risulta poco confortevole e competitivo a causa di un parco veicolare vetusto: 11,4 anni è l'età media del parco autobus, contro una media europea EU5 di 8,3 anni.
Inoltre in Italia si registra una dotazione automobilistica per abitante che è ai primi posti in Europa e nel mondo.

1. La pluripremiata stazione Toledo della Linea 1 della metropolitana di Napoli

TAB. 1 DOTAZIONE DI TRASPORTO RAPIDO DI MASSA - CONFRONTO EUROPEO[1]

	Km di rete Metropolitana	Km di rete Tranviaria	km di rete Ferroviaria Suburbana
Parigi	220	106	587
Madrid	292	-	367
Londra	464	28	464
Berlino	148	190	332
Milano	101	126	184
Roma	60	40	195
Napoli	37	12	67
Torino	13	84	45
Genova	7	-	35
Catania	6	-	4

1. Fonte: *Allegato al Documento di Economia e Finanza*, 2017.

2. Fonte: *Legambiente, elaborazioni su dati US Metropolitan Transport Commission*, 2011.

3. Henke I., Bazzichelli T. (2018), *Il ruolo chiave delle città metropolitane nella politica di sviluppo della mobilità pubblica: nuove regole, nuovi investimenti [The key role of cities in the urban mobility policies: new laws and new investment]; Ingegneria ferroviaria*, vol.12, pp. 979-1002.

4. Cascetta E. (2006), *La sfida dei trasporti in Campania. Mobilità integrata e sviluppo sostenibile.* Electa, Napoli.

5. Cascetta E. e Pagliara F. (2008), *Integrated railways-based policies: The Regional Metro System (RMS) project of Naples and Campania. Transport Policy15*, pp. 81-93.

Nelle città con più di 250mila abitanti, la dotazione automobilistica è di 57 autovetture ogni 100 abitanti: il 70% in più della media EU5 (33 autovetture ogni 100 abitanti)[2]. Non a caso il trasporto privato è di gran lunga il più utilizzato nelle città metropolitane: in media, nelle 14 città metropolitane, il 64% degli spostamenti giornalieri per motivo casa-studio e casa-lavoro è effettuato con mezzi privati (auto e motocicli) e per alcune città, come ad esempio Cagliari, si raggiungono valori pari all'81%.

Il ritorno del progetto

Per invertire questa tendenza e promuovere una mobilità sostenibile, negli ultimi anni il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha promosso una serie di iniziative volte a incentivare (e finanziare) il trasporto rapido di massa delle città italiane. Tra gli obiettivi dichiarati dell'Allegato DEF 2016 (*Connettere l'Italia- Strategie per le infrastrutture di trasporto e logistica*) vi è uno sviluppo urbano sostenibile, definendo target di mobilità sostenibile e ripartizione modale da raggiungere della mobilità urbana. Inoltre, dal 2014 ad oggi, sono state realizzate: 27,4 km di rete metropolitana, 35 nuove stazioni metropolitane, 32 km di rete tranviaria e 67 nuove fermate. Nell'allegato DEF 2017 (e successivi aggiornamenti del 2018 e 2019) sono stati individuati i principali interventi strategici per lo sviluppo della rete infrastrutturale delle città metropolitane per un valore di 23 miliardi e un fabbisogno residuo di oltre 2,5 miliardi di euro. Il completamento degli interventi individuati non è però sufficiente a colmare i fabbisogni di infrastrutture per la mobilità delle aree urbane. Terminato il periodo di transitorio, per accedere ai finanziamenti per i nuovi investimenti, le città metropolitane dovranno presentare progetti di fattibilità in coerenza con quanto definito nel Nuovo Codice degli Appalti (Dlgs 50/2016 e successive modifiche e integrazioni Dlgs 56/ 2017). Si è, quindi, dato impulso a una progettazione di alta qualità, in quanto l'assenza di progetti ha penalizzato moltissimo gli enti locali. Sono state assegnate risorse statali anche per predisporre progetti di fattibilità, secondo le nuove regole, con l'applicazione di analisi costi-benefici in linea con la normativa recentemente definita, per valutare l'opportunità economica e sociale di realizzare o meno una determinata infrastruttura e l'ordine di priorità[3].

La cura del ferro

In questo contesto, possiamo dire che Napoli e la programmazione, progettazione e realizzazione della sua metropolitana (Linea 1) possono essere citate come *best practice*. Il progetto della Linea 1 di Napoli inizia nel 1997, quando il nuovo consiglio comunale di Napoli approvò il suo primo atto di pianificazione territoriale: il Piano Comunale dei Trasporti. L'obiettivo del Piano era ridurre l'uso del trasporto privato in favore di quello pubblico, potenziando la rete di quest'ul-

timo[4 5]. Il modello di sviluppo del sistema di trasporto, che si decise di adottare, può essere ben riassunto dall'oramai famoso slogan "*la cura del ferro*". Con tale espressione si è voluto evidenziare che la soluzione ai problemi di mobilità di un'area, all'epoca tra le più congestionate d'Italia ma allo stesso tempo più densamente abitate (l'area metropolitana di Napoli conta 3,5 milioni di abitanti), era sviluppare un sistema metropolitano capillare, capace di coprire tutto il territorio, e che potesse divenire il modo prevalente per spostarsi oltre che il principale elemento di coesione tra le diverse aree della regione. Il Piano risultò un documento decisamente innovativo rispetto al passato, in perfetta coerenza con la nuova stagione di pianificazione e programmazione delle infrastrutture in Italia. Infatti, non definiva scelte immutabili da realizzare in un indefinito intervallo di tempo, ma si proponeva come un moderno strumento di supporto alle decisioni. Nel Piano Comunale dei Trasporti si decise di prolungare quella che era chiamata la linea "Collinare" (che collegava i Colli Aminei con il Vomero) fino alla stazione di Dante e creare un nodo d'interscambio con la storica linea metropolitana di Napoli, la Linea 2.

Nel quadro generale del progetto della Linea 1, particolare attenzione è stata dedicata al comfort e alla bellezza delle stazioni[6]: esse, non più mero terminale di trasporto, diventano luoghi unici e ben riconoscibili del territorio, un simbolo per il nuovo trasporto collettivo e un'occasione per un'importante riqualificazione urbanistica delle aree circostanti[7]. La metropolitana diventa quindi un "museo aperto" che, con le sue stazioni dell'arte, accompagna il turista che, godendo delle magnifiche installazioni, vive una sorta di percorso ininterrotto nel mondo dell'arte. La progettazione delle stazioni è stata affidata ad architetti di fama internazionale come Gae Aulenti, Domini Perrault, Atelier Mendini, Oscar Tousquet Blanca, Álvaro Siza che, insieme alle istallazioni di noti artisti contemporanei come Jannis Kounellis, Joseph Kosuth, Mimmo Paladino, Sol Lewitt e Mario Merz, hanno contribuito alla definizione di ogni singola stazione con caratteristiche proprie e distintive. Gli effetti di tali scelte, 20 anni dopo sono ormai evidenti. La stazione Toledo (fig. 1) costruita su progetto dell'architetto catalano Oscar Tousquets Blanca è stata premiata come la più impressionante d'Europa dal quotidiano *The Daily Telegraph* e successivamente la CNN l'ha eletta la più bella d'Europa.

Motore intermodale

Gli effetti della Linea 1 sulla mobilità urbana sono altrettanto evidenti: ogni anno gli utenti sono 45 milioni, numero destinato ad aumentare quando il progetto della metropolitana, di qui a qualche anno, sarà concluso e la linea raggiungerà l'aeroporto di Capodichino: saranno così messe così in collegamento le tre porte della città, punti critici di ingresso e interscambio, attraverso la stazione Municipio, la stazione Garibaldi e, appunto, la stazione Capodichino. A titolo di esempio, napoletani e turisti dall'aeroporto internazionale di Capodichino potranno raggiungere il Molo Beverello (dove partono gli aliscafi per le isole) utilizzando solo la Linea 1 della metropolitana, impiegando circa 26 minuti (considerando anche il tempo necessario per raggiungere la stazione a piedi e il tempo di attesa); il centro storico di Napoli (per esempio Piazza Bellini) in circa 30 minuti e, con un solo interscambio con la Linea 2 presso la stazione Museo, anche il quartiere Fuorigrotta (posto nel versante Ovest della città) in meno di 1 ora.

2. Una metropoli interconnessa: facciata dell'aeroporto di Capodichino

3. Particolare della stazione Garibaldi

4. Stazione marittima con il Molo Beverello: con la L1 completata sarà possibile raggiungerla in soli 26 minuti dall'aerostazione

6. Cascetta E., Gravagnuolo B. (2014), *Le Metropolitane ed il futuro delle città in Clean edition*, Napoli.

7. Cascetta E., Cartenì, A., Henke I., (2014b), *Stations quality, aesthetics and attractiveness of rail transport: empirical evidence and mathematical models [Qualità delle stazioni, estetica e attrattività del trasporto ferroviario: evidenze empiriche e modelli matematici]; Ingegneria Ferroviaria*, pp. 307-332.

23. Stazione Capodichino: vista dal fondo pozzo di stazione (aprile 2019)

dazione, sostenuta da grandi partner privati, sarà garantire un servizio di fruizione culturale gratuito, continuativo e innovativo finalizzato, tra l'altro, a provvedere alla onerosa manutenzione delle numerosissime opere d'arte oltre che promuovere e ospitare programmi culturali. Un grande cambiamento che porterà la cultura a essere sempre più motore di crescita e sviluppo attraverso la fruizione gratuita, la cura e la valorizzazione del patrimonio della nostra metropolitana. Il viaggio non finisce qui. Nella volontà di chi guida la società oggi e di tutti coloro che ci lavorano, le sfide quotidiane non sono abbastanza per ritenersi soddisfatti e, quindi, si lavora contemporaneamente a sfide future che faranno sì, siamo certi, che ci leggiate (e ci visitiate) ancora!

Per la stesura di questa nota è stato prezioso attingere dall'imparagonabile energia del Presidente di Metropolitana di Napoli SpA, il prof. ing. Ennio Cascetta, nonché dall'esperienza dei Direttori, in particolare degli ingegneri Roberto Cocchi e Antonello De Risi, oltre che di tutti i tecnici della MN. Altresì preziosa è stata la consueta disponibilità dei colleghi delle imprese socie che, nonostante le tante difficoltà, lavorano alacremente al completamento della L1.

24. Stazione Capodichino: costruzione del portale di collegamento tra pozzo TBM e galleria

Bibliografia e Sitografia

[1] Cartenì A., De Guglielmo M.L., Pascale N. *Congested urban areas with high interactions between vehicular and pedestrian flows: a cost-benefit analysis for a sustainable transport policy in Naples, Italy*. The Open Transport Journal. Bentham Open, Vol. 12, 2018.
[2] Cartenì A., Henke I., Moliterno C. *A cost-benefit analysis of the metro Line 1 in Naples, Italy*. WSEAS Transactions on Business and Economics, Vol. 15, 2018.
[3] Cascetta E., Cartenì A. *A quality-based approach to public transportation planning: theory and a case study*. International Journal of Sustainable Transportation. Taylor & Francis, Vol. 1, 2014.
[4] Cascetta E., Cartenì A. *The hedonic value of railways terminals. A quantitative analysis of the impact of stations quality on travellers behaviour*. Transportation Research Part A, pp. 41-52, 2014.
[5] Cascetta E., Cartenì A., Henke I. *Stations quality, aesthetics and attractiveness of rail transport: empirical evidence and mathematical models* [*Qualità delle stazioni, estetica e attrattività del trasporto ferroviario: evidenze empiriche e modelli matematici*]. Ingegneria Ferroviaria, pagg. 307-332, 2014.
[6] Cascetta E., Pagliara F. *Integrated railways-based policies: The Regional Metro System (RMS) project of Naples and Campania*. Transport Policy, pp. 81-93, 2008.
[7] http://www.beniculturali.it/mibac/export/MiBAC/sito-MiBAC/Contenuti/visualizza_asset.html_249254064.html
[8] www.metropolitanadinapoli.it