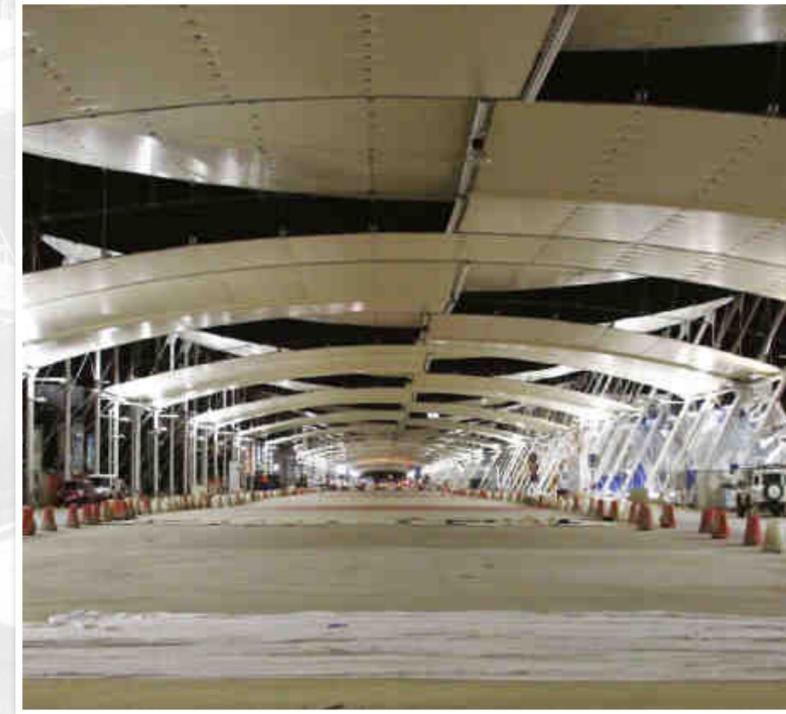


EXPO 2015

Infrastruttura / *Expo* di Expo / *Infrastructure*



EXPO 2015

Infrastruttura di Expo / *Expo Infrastructure*



MM S.p.A.
Via del Vecchio Politecnico, 8
Milano - 20121

www.mmspa.eu

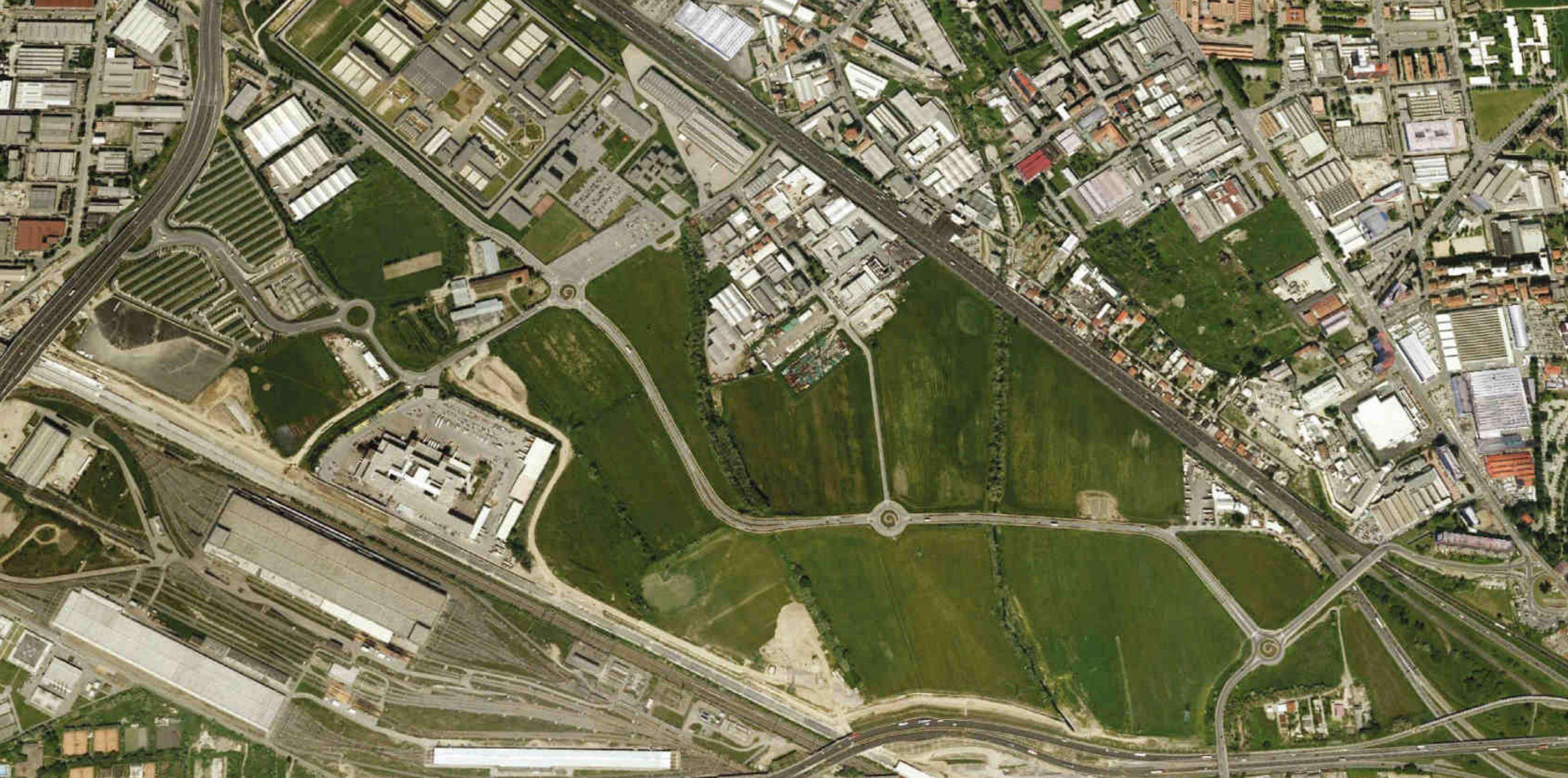




INDICE / SUMMARY



- 8 I CONFINI DI EXPO: IL CONCETTO DI LOOP / *THE EXPO BORDERS: THE LOOP CONCEPT*
- PROGETTAZIONE / *THE PROJECT*
 - L'AMBIENTE / *THE ENVIRONMENT*
 - CANTIERE / *SITE*
 - FOCUS TECNICO / *TECHNICAL FOCUS*
 - ANEDDOTO / *ANECDOTE*
- 28 LA PIASTRA ESPOSITIVA / *THE "PIASTRA" - THE SITE FLOOR*
- PROGETTAZIONE / *THE PROJECT*
 - ANEDDOTO / *ANECDOTE*
 - CANTIERE / *SITE*
- 56 LE STRUTTURE LOGISTICHE DI SUPPORTO / *THE LOGISTICAL SUPPORT STRUCTURES*
- CAMPO BASE LOGISTICO EXPO2015 / *EXPO 2015 LOGISTICAL BASE CAMP*
 - VARCHI DI CANTIERE SITO EXPO / *ACCESSES TO THE EXPO WORKSITE*
 - EXPO CONTROL AND COMMAND CENTER (ECCC) / *EXPO CONTROL AND COMMAND CENTER (ECCC)*
- 64 IL CASTRUM ROMANO: CARDO E DECUMANO / *THE CASTRUM ROMANO: CARDO AND DECUMANO*
- PROGETTAZIONE / *THE PROJECT*
 - FOCUS TECNICO / *TECHNICAL FOCUS*
 - CANTIERE / *SITE*
- 76 GLI ACCESSI PRIMARI / *THE MAIN ACCESSES*
- PROGETTAZIONE / *THE PROJECT*
 - LA NUOVA SCALA DI ACCESSO ALLA STAZIONE / *UNDERGROUND PEDESTRIAN ACCESS TO THE EXPO*
- 84 L'ALBERO DELLA VITA / *THE TREE OF LIFE*
- PROGETTAZIONE / *THE PROJECT*
 - FOCUS TECNICO / *TECHNICAL FOCUS*
 - ANEDDOTO / *ANECDOTE*
- 92 LA COLLINA MEDITERRANEA / *THE MEDITERRANEAN HILL*
- PROGETTAZIONE / *THE PROJECT*
 - FOCUS TECNICO / *TECHNICAL FOCUS*
- 98 IL SITO ESPOSITIVO E IL TERRITORIO / *THE EXHIBITION SITE AND THE TERRITORY*
- IL LOTTO FUNZIONALE 1A / *FUNCTIONAL LOT 1A*
 - IL LOTTO FUNZIONALE 1B / *FUNCTIONAL LOT 1B*
 - FOCUS TECNICO / *TECHNICAL FOCUS*





**I CONFINI DI EXPO: IL
CONCETTO DI LOOP /**
*THE EXPO BORDERS:
THE LOOP CONCEPT*

PROGETTAZIONE / THE PROJECT

La finalità dell'intervento era quella di eliminare tutte le interferenze di carattere viario, idraulico e dei sottoservizi presenti sul sito espositivo, al fine di rendere disponibile l'area dedicata alla futura edificazione delle strutture di Expo 2015. L'intervento, facente parte di un quadro più generale di infrastrutturazione coordinato dal tavolo lombardia, ha riguardato:

- la realizzazione di un percorso viario circolare perimetrale al sito espositivo in grado di risolvere le relazioni con la viabilità esistente;
- la realizzazione di aree di parcheggio;
- il prolungamento del ponte Belgioioso di sovrappasso all'autostrada A4;
- la realizzazione di un corridoio pedonale sotterraneo di accesso al sito Expo partendo dal mezzanino interrato della fermata ferroviaria Rho-Fiera, a sua volta collegata tramite corridoi alla stazione metropolitana M1 di Rho;
- la realizzazione di una nuova scala di accesso alla stazione M1 Rho-Fiera dall'area della Fiera di Pero;
- la deviazione del torrente Guisa, del cavo Viviani, del fontanile Tosolo e del secondario Garbagnate nell'ambito della riorganizzazione del reticolo idrico;
- la risoluzione delle interferenze relative a tutti i sottoservizi presenti sull'impronta della strada perimetrale del sito espositivo (Loop). Tutti gli interventi si sono sviluppati nei comuni di Milano e Rho.

The purpose of the operation was to remove all interferences involving roads, water and the sub-services present on the exhibition site, so that the dedicated area for the future Expo 2015 construction works would be ready and available. The operation was a part of a more general infrastructuring plan coordinated by the Tavola Lombardia and related to:

- creation of a circular perimeter road around the exhibition site that would interrelate with the existing viability;
- construction of parking areas;
- extension of the Belgioioso overpass bridge to the A4 motorway;
- building an underground pedestrian corridor for access to the Expo site starting from the underground mezzanine of the Rho-Fiera railway station, in turn linked by corridors

to the Rho M1 metro station;

- building a new access staircase to the Rho-Fiera M1 station from the Fiera di Pero area;
- deviating the river Guisa, the cavo Viviani canal, the Fontanile Tosolo spring and the Garbagnate secondary as part of the re-organisation of the water network;
- removing of the interferences relative to all the sub-services present on the footprint of the perimeter road of the exhibition site (loop). All these operations took place within the jurisdiction of the council area authorities of Milan and Rho.

VIABILITÀ

Sono stati realizzati i seguenti interventi:

- dismissione della tratta della via Cristina di Belgioioso ricadente nell'area Expo 2015;
- realizzazione della viabilità circolare "Loop Expo": si tratta di una strada a uso esclusivo di Expo che circonda il Sito nei lati nord, sud ed est;
- realizzazione di nuove rampe di collegamento dallo svincolo con la SP 46;
- realizzazione di nuova viabilità di collegamento in direzione Mazzo di Rho;
- realizzazione di una nuova rotatoria di collegamento con le vie Grassi e Stephenson e prolungamento del ponte Belgioioso al di sopra dell'Autostrada A8.

In termini funzionali la viabilità è stata classificata "urbana locale" e "urbana di quartiere".

La sezione tipo adottata per tutte le nuove viabilità è conforme al tipo E "strada urbana di quartiere" (DM 5.11.2001).

VIABILITY

The following operations were carried out:

- removal of the section of the Via Cristina di Belgioioso falling within the Expo 2015 area;
- realisation of the "Expo loop" circular route: this was a road for the exclusive use of the Expo and surrounding the site on the north, south and east sides;
- construction of new connecting ramps from the SP 46 exit;
- creation of new link routes in the Mazzo and Rho directions;
- the building of a new connecting roundabout with the Via Grassi and the Via Stephenson and the extension of the Belgioioso bridge over the A8 motorway.

In functional terms, viability was classified as "local urban" and "district urban". The type of section adopted for all the new routes complies with type E: "district urban road" (law DM 5.11.2001).

DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

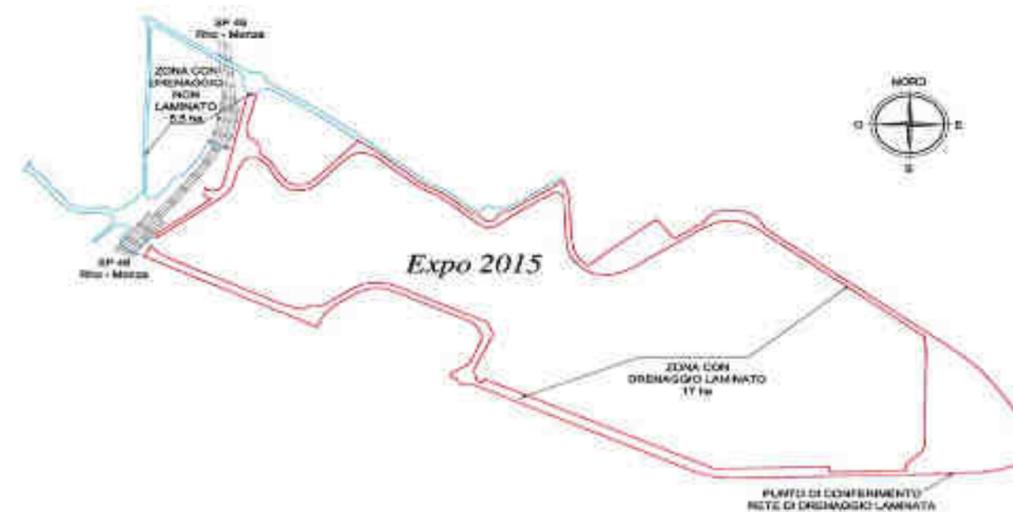
Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche è un progetto di particolare complessità in relazione alla dimensione dell'intervento e alla sua localizzazione in un'area a bassissima infrastrutturazione dal punto di vista dei recettori idrici. Il progetto del sistema di drenaggio delle acque meteoriche gravitanti sulle piattaforme stradali di progetto e sulle aree di intervento a esse pertinenti ha previsto pertanto la laminazione delle acque di pioggia in linea, attrezzando parte della piattaforma stradale di progetto per la posa di tubazioni in c.a. ø150 cm con funzione di accumulo idrico (tubo volano), in modo da garantire, anche con l'ausilio di appositi dispositivi di regolazione, un recapito terminale nella rete fognaria equivalente a un coefficiente udometrico di 20 l/s•ha. Il progetto delle opere riguardanti l'idraulica di piattaforma stradale ha previsto una definizione prioritaria dei bacini di raccolta delle acque meteoriche; in sostanza si è trattato di definire due macro zone:

- zona con drenaggio laminato (superfici stradali di progetto e aree di servizio);
- zona con drenaggio non laminato (riordino dell'attuale sistema di drenaggio sulle zone di riordino delle piattaforme stradali esistenti).

DRAINAGE OF RAINWATER

The drainage system for rainwater was a particularly complex project in relation to the size of the operation and its location in an area having very low levels of infrastructuring from the point of view of water receiving bodies. The rainwater drainage system project bearing on the road platforms of the project and the pertinent areas involved in construction therefore included lamination of the rainwater areas in line, with the equipping of a part of the design road platform for the laying of ø150 cm reinforced concrete pipelines having water collecting functions; this would secure, with the aid of special regulating devices, a terminal collecting point in the sewer system equivalent to a pluviometric coefficient of 20 l/s•ha. The project for the works relating to the road platform water system included a priority definition of the rainwater collecting basins; substantially two macro-zones were defined:

- a zone having laminar drainage (project road surfaces and service areas);
- a zone having non-laminar drainage (re-ordering of the present drainage system on the zones occupied with re-ordering the existing road platforms).



PERCORSI CICLOPEDONALI

Il progetto ha considerato la realizzazione dei seguenti percorsi ciclopedonali:

- via Grandi, Rho: l'intero asse stradale è stato attrezzato con un nuovo percorso ciclopedonale;
- nuova asse di collegamento tra la via Grandi e la via Risorgimento, Rho: anche in questo caso, in continuità con l'itinerario sopra descritto, l'asse stradale è stato attrezzato per intero con una nuova pista ciclopedonale;
- via de Gasperi, Rho/Milano: è stato previsto un nuovo itinerario ciclopedonale lungo il tratto riqualificato della strada;
- via Grassi, Milano: si è riproposto l'itinerario che scavalca, insieme alla strada, l'autostrada A8.

CYCLE AND PEDESTRIAN PATHS

The project considered creation of the following cycle and pedestrian paths:

- Via Grandi, Rho: the whole road structure was equipped with a new cycle and pedestrian path;
- the new link between Via Grandi and Via Risorgimento, Rho: in this case too, in continuation of the above-described route, the road structure was fully equipped with a new cycle and pedestrian path;
- Via de Gasperi, Rho/Milano: a new cycle and pedestrian route was projected along the recovered section of the road.
- Via Grassi, Milano: the route passing over the road, the A8 motorway, was repropose.

FOGNATURA

Il progetto ha previsto lo spostamento delle fognature Ianomi (interferenti con il sito Expo) e la realizzazione della nuova fognatura del sito con recapito nella rete di Milano.

- Rete Rho - Bollate - Baranzate - Pero: gestore Ianomi L'assetto di progetto ha previsto lo spostamento dei collettori Ianomi esistenti d=1.80 m in c.a. per uno sviluppo di 1220 ml, e scatolari 3.40x1.60 m e 4.50x1.70 m in c.a. per uno sviluppo di 960 ml al di sotto dei viali principali Expo ed esternamente lungo la viabilità perimetrale del Sito, senza modifica del regime idraulico della rete esistente.
- Rete città di Milano: gestore MM. Il progetto ha determinato la realizzazione di una nuova rete di collettamento delle acque nere provenienti dal Sito Expo con recapito nella rete della città di Milano (cameretta C1 in via Bertola da Novate).

SEWERS

The project included the moving of the Ianomi sewers (interfering with the Expo site) and the building of the new site sewer which is collected in the Milan network.

- Rete Rho - Bollate - Baranzate - Pero: managed by Ianomi The project design includes moving the existing d=1.80 m reinforced concrete Ianomi collectors, with an extension of 1220 ml, and 3.40 x 1.60 m and 4.50 x 1.70 m reinforced concrete basin collectors for a total extension of 960 ml. beneath the main Expo roads and externally along the perimeter route of the site with no modification to the

hydraulic system of the existing network.

- City of Milan network: managed by MM. The project led to the creation of a new sewage collecting network originating from the Expo site with links into the Milan city network (sewage chamber C1 in Via Bertola da Novate).

ACQUEDOTTO

Il progetto di risoluzione dell'interferenza con il Sito Expo 2015 ha previsto la posa di nuovi condotti DN 500 in GS al di sotto della strada perimetrale (e lungo un asse mediano del Sito). La tubazione DN 500 è stata allacciata alla rete di Milano da via Stephenson e da via Belgioioso. Il collegamento alla rete del polo esterno della Fiera di Rho è avvenuta direttamente dalla tubazione DN 500 ricollocando il punto di allacciamento esternamente all'anello acquedottistico DN 500 di progetto. I pozzi di proprietà Fiera e i relativi collegamenti elettrici e idraulici non sono stati modificati (ad eccezione della tubazione De 315 interferente con i manufatti di collegamento M1-Expo).

AQUEDUCT

The project for removing interference with the Expo 2015 site included laying new GS D500 pipelines below the perimeter road (and along a median axis of the site). The DN 500 pipeline would be linked up to the Milan network from Via Stephenson and Via Belgioioso. The link-up to the external Fiera di Rho site network would take place directly from the DN 500 pipeline by relocating the linking point to externally of the project DN500 aqueduct loop. The wells belonging to the Fiera and the relative electrical and hydraulic collections would not be modified (with the exception of the De 315 pipeline, which interferes with the M1 - Expo connection sections.

LINEE PER RETI ELETTRICHE E TELECOMUNICAZIONI

Le infrastrutture relative a linee per telecomunicazioni (cavi telefonici e fibra ottica), prima collocate in polifore interferenti con il sito Expo 2015, sono state collocate in nuove polifore comunali (24+9 fori) previste al di sotto della nuova strada perimetrale. La polifora 24 fori è stata realizzata con tubazioni in pead De 160 posta lungo il perimetro interno della viabilità Expo, sotto il sedime del marciapiede, e camerette di ispezione ogni 40/50 m circa. La polifora 9 fori è stata realizzata con tubazioni in pead De 160 sita



lungo il perimetro esterno della viabilità Expo, in sede pedonale, e camerette di ispezione ogni 40/50 m circa. La profondità di posa dei cavidotti era tale da consentire la realizzazione dei manufatti di ispezione senza interferire con la posa delle linee acquedottistiche e degli altri sottoservizi presenti (profondità media: 3.50/2.50 m da p.c. di progetto). Le reti elettriche MT e BT (Enel e A2A) e di telecomunicazioni sono state riposizionate nell'ambito delle nuove polifore previste lungo la nuova strada perimetrale. In aggiunta allo schema della doppia polifora 24-9 fori in corrispondenza alla viabilità del "Loop Expo", sono state progettate le seguenti principali opere:

- polifore 9 fori di vario genere;
 - collegamento sotto il sedime autostradale in tubo camicia realizzato con microtunnelling DN 1000 (polifora 24 fori) in affiancamento alle opere di fognatura.
- Per quanto concerne le linee AT sono risultate interferenti con il Sito Expo 2015 le seguenti infrastrutture gestite da Terna Spa:
- linea aerea 132 kV n. 026 "cs Amsa Figino - cp Novate"
 - linea aerea 132 kV n. 543 "cp Musocco - cs FS Fiorenza"
 - linea aerea 132 kV n. 017 "cp Opsiate - cp Fiera - cs Fiorenza".

Il progetto di risoluzione dell'interferenza prevedeva l'interramento delle linee al di sotto della nuova strada perimetrale. Il progetto ha previsto la realizzazione di una polifora 4 fori in Pe 450 N De 200 corrugato doppia parete liscio internamente come da specifiche Terna. La posa delle linee è avvenuta a cura di Terna. Il progetto di risoluzione delle interferenze delle linee AT è stato parte di un più vasto piano di riordino che ha coinvolto, oltre a Expo 2015 anche il PII Cascina Merlata e la nuova strada di collegamento Molino Dorino - A8.

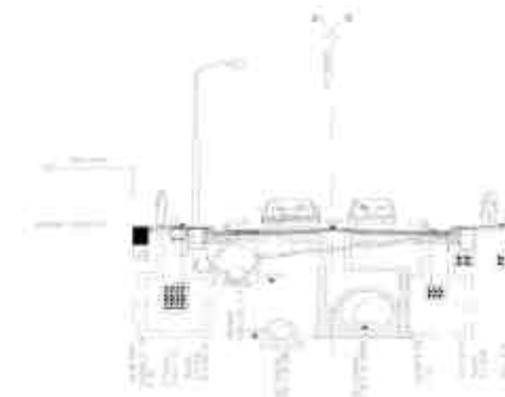
LINES FOR ELECTRICITY NETWORKS AND TELECOMMUNICATIONS

The infrastructures for telecommunications lines (telephone cables and optic fibre) at present located in multiple cable carriers interfering with the Expo 2015 site were removed to new communal multiple cable carriers (24+9 holes) positioned beneath the new perimeter road. The 24-hole multiple cable carrier was made using pead De 160 pipes positioned along the internal perimeter of the Expo

route, beneath the pavement bed, with inspection chambers about every 40/50 metres. The 9-hole multiple cable carrier was made using pead De 160 pipes positioned along the external perimeter of the Expo route, beneath the pedestrian way, with inspection chambers about every 40/50 metres. The cable duct laying depth was sufficient to enable locating inspection units without interfering with the laying of aqueduct lines and the other sub-services present (average project depth - 3.50/2.50 m). The MT and BT electricity grids (Enel and A2A) and telecommunications networks were repositioned in relation to the new multiple cable carriers along the new perimeter road. In addition to the 24 - 9 double-multiple cable carrier diagram, the following main works were designed for the "Expo loop" route:

- 9-hole multiple cable carriers of various types;
 - connection beneath the motorway bed in casing tube realised using DN 1000 microtunnelling (24-hole multiple cable carrier) flanking the sewer works.
- As for the AT lines, the following infrastructures managed by Terna Spa were found to be interfering with the Expo 2015 site:
- geodesic distance 132 kV n° 026 "cs Amsa Figino - cp Novate"
 - geodesic distance 132 kV n° 543 "cp Musocco - cs FS Fiorenza"
 - geodesic distance 132 kV n° 017 cp Opsiate - cp Fiera - cs Fiorenza"

The project for resolving the interference problem included burying lines beneath the new perimeter road. The project involved making a 4-hole corrugated internally smooth double-walled multiple cable carrier in Pe 450 N De 200 as in the Terna specifications; Terna managed the laying of the lines. The project for resolving the issue of the AT line interferences formed part of a vaster reordering plan that involved not only Expo 2015 but also the PII Cascina Merlata and the new Molino Dorino - A8 trunk road.





ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Il progetto di interferenze ha previsto la rimozione totale e temporanea delle palificazioni d'illuminazione pubblica per le zone interessate dai lavori e la realizzazione dei nuovi impianti. Il progetto ha previsto tutte le opere civili (polifore, plinti dei pali, basamenti armati), mentre la parte impiantistica (linee elettriche, pali e corpi illuminanti) è stata progettata e successivamente realizzata dalle aziende che gestiscono gli impianti comunali.

PUBLIC LIGHTING

The interference project included total and temporary removal of the public lighting posts for the zones involved in the work and the realising of new public lighting plant. The project included all the civil engineering works (multiple cable carriers, post plinths, junction box bases), while the plant part (electricity lines, posts and lighting units) was designed and subsequently built by the companies managing council-owned plants.

RETICOLO IDROGRAFICO

L'area all'interno della quale è stato realizzato il Sito Espositivo Expo 2015 era attraversata dal torrente Guisa (detto anche Fugone o Merlata), corso d'acqua appartenente al reticolo idrico principale di competenza regionale, oltre che da altri corsi d'acqua minori, quali il cavo Viviani, il fontanile Tosolo e un canale secondario Villoresi (secondario di Garbagnate). L'assetto plano-altimetrico del torrente Guisa e degli altri

corsi d'acqua minori non era compatibile con le infrastrutture previste nell'ambito del sito espositivo, pertanto è stato necessario individuare gli interventi per la loro deviazione. Per quanto riguarda il torrente Guisa, avendo escluso a priori la tombinatura dell'alveo al di sotto del Sito Espositivo, ne è stato definito un nuovo tracciato nel rispetto delle caratteristiche idrauliche, dei vincoli e delle condizioni al contorno presenti. Un altro intervento previsto nel progetto e finalizzato alla protezione del Sito Espositivo dalle piene veicolate dal torrente Guisa, è stata la progettazione e realizzazione di una vasca di laminazione all'interno dell'area Expo 2015. Tale opera, caratterizzata da una volumetria di 20.000 m³, è composta da una vasca in cemento armato coperta, posta al di sotto dell'area adibita a parcheggio, con lo scopo di ridurre la portata di piena che prosegue verso il tratto tombinato del torrente Guisa in Milano. Il valore compatibile, in base a quanto indicato negli studi dell'Autorità di Bacino del fiume Po, è pari a 8,5 m³/s. Il quadro degli interventi a carattere idraulico sul reticolo idrografico si completa con le deviazioni dei suddetti corsi d'acqua minori, in parte a cielo aperto (cavo Viviani) e in parte tombinati (fontanile Tosolo e secondario di Garbagnate). La sezione del nuovo alveo del torrente Guisa è stata progettata trapezia con larghezza al fondo pari a 5 m, un'altezza di 3 m circa e una pendenza delle sponde pari a 1:1, con protezione delle stesse mediante scogliera in massi squadriati.

In tutte le sezioni l'altezza delle sponde è tale da contenere il livello della piena centennale (assetto attuale e assetto di progetto) con un franco di sicurezza pari a 1 m. Nella zona in cui è stato progettato il collegamento dei manufatti della stazione M1 di Rho-Fiera con il sito Expo, è stato anche progettato lo spostamento del fontanile Cagnola, corso d'acqua del reticolo idrico superficiale di competenza comunale, per uno sviluppo di circa 140 ml, comprensivo delle relative camerette di ispezione, opere di presa e riconsegna alla tombinatura esistente del fontanile.

HYDROGRAPHIC NETWORK

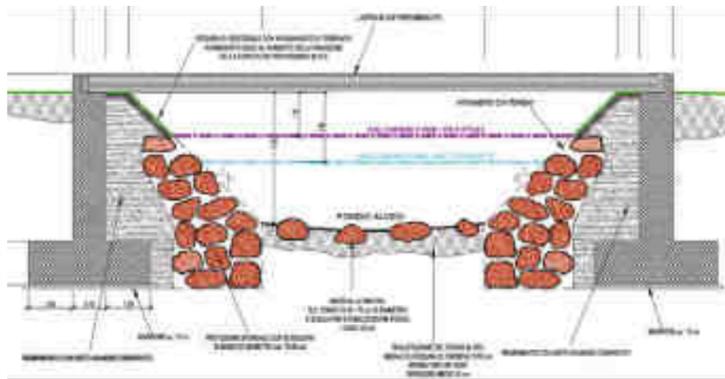
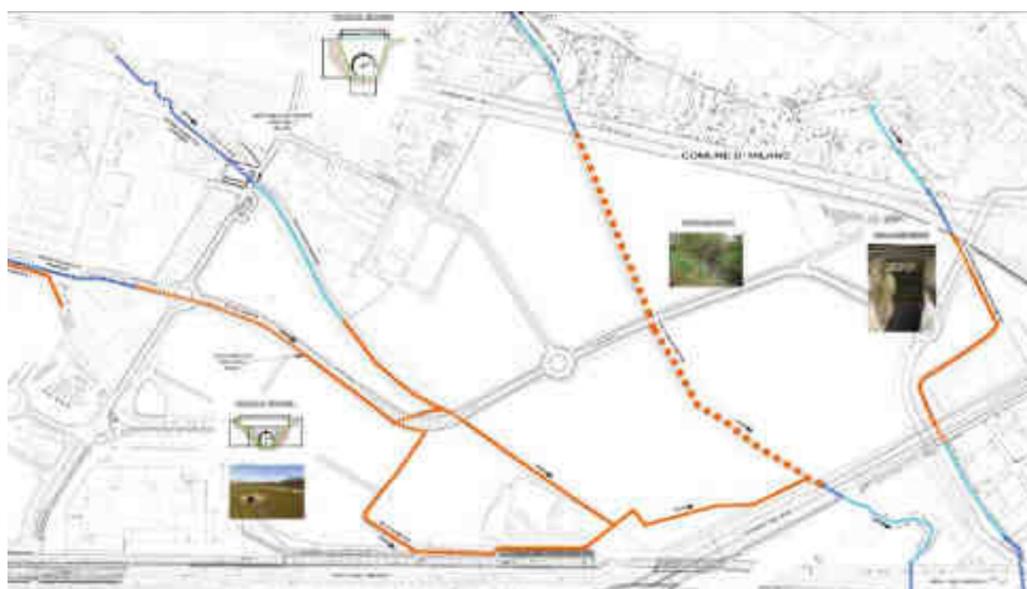
The internal area where the Expo 2015 exhibition was sited was traversed by the river Guisa (also known as the Fugone or the Merlata), a watercourse belonging to the main water network managed by the Regional Authority, as well as other and lesser watercourses, such as the Cavo Viviani canal, the Fontanile Tosolo spring and a secondary channel, the Villoresi (a tributary of the Garbanate).

The planimetric and altimetric situation of the river Guisa and the other lesser watercourses was not compatible with the infrastructures envisaged for the exhibition site, so specifications would have to be drawn up to plan the operations for deviating them. Concerning the river Guisa, having first excluded the possibility of culverting the course below the exhibition site, a new route was devised in respect of its hydraulic characteristics, any constraints and the surrounding conditions. A further operation included in the project and directed at protecting the exhibition site



from swells borne by the river Guisa was the design and construction of a retarding basin internally of the Expo 2015 area. This work, having a 20,000 m³ volume, is composed of a covered reinforced concrete basin, located beneath the area set aside for parking, with the aim of reducing the flood flow towards the culverted part of the river Guisa in Milan. On the basis of information from the Po River Basin Authority, the compatible flow rate is 8.5 m³/s. The general picture of the hydraulic works on the drainage network is completed by the deviation of the above-named lesser watercourses, partly in the open (Cavo Viviani canal) and in part culverted (Fontanile Tosolo spring and Garbagnate secondary). The section of the new bed of the river Guisa was designed in a trapezoidal shape with a bottom width of 5.0 m, a height of about 3.0 m, and a 1:1 inclination of the banks, with a square-block bank protection. In all sections the height of the banks is such as to contain the level of the bore flood (present plan and project plan) with safety margin of 1 metre. In the zone where the link with the M1 Rho-Fiera station buildings with the Expo site was to be positioned, it was planned to move the Fontanile Tosolo spring; this was a watercourse of the surface water network under council authority responsibility, with about a 140 ml extension including the relative inspection chambers and works to the existing culverting of the spring.

OPERE DI ACCESSO PEDONALE OVEST
Costituiscono opere di accesso all'area Expo due collegamenti, rispettivamente tra l'esistente fermata ferroviaria di Rho-Fiera e la futura area espositiva, e tra il mezzanino della stazione M1 Rho-Fiera e l'area antistante i padiglioni espositivi della Fiera di Milano. Il primo collegamento, denominato Accesso Pedonale Ovest, è costituito da un corridoio sotterraneo, che si innesta in corrispondenza dell'esistente uscita nord dalla fermata ferroviaria, diramandosi a est verso una



rampa di risalita all'area espositiva e a ovest verso l'area di realizzazione di un nuovo parcheggio a raso, dove verrà ricollocata la risalita in superficie caratterizzata dalla copertura vetrata denominata "Sfinge". Il secondo collegamento, denominato Accesso Fiera-M1, è costituito da un gruppo scale (tre mobili e una fissa di calibro corrispondente a 10 moduli) che risale, dal mezzanino M1 nell'area antistante la barriera di controllo, per accompagnare l'utenza verso i padiglioni di Fiera che nel 2015 costituivano parte integrante dell'Esposizione Universale.

WEST PEDESTRIAN ACCESS WORKS

Two links formed part of the access works to the Expo area, respectively between the existing Rho-Fiera railway station and the future exhibition area and between the mezzanine of the Rho-Fiera M1 station and the area in front of the exhibition pavilions of the Fiera di Milano. The first link, the West Pedestrian Access, was constituted by an underground corridor, commencing at the existing North exit from the railway station and branching eastwards towards a ramp climbing up to the exhibition area and westwards towards the construction area of a new ground level car park, where the surface exit would be relocated, covered by the glass hood christened the "Sphinx". The second link, the Fiera-M1 access, was constituted by a stairway group (3 moving staircases and a fixed 10-module staircase) which would rise from the M1 mezzanine in the area in front of the control barrier, and direct users towards the Fiera pavilions which in 2015 would constitute an integral part of the Universal Exhibition.

PROLUNGAMENTO PONTE BELGIOIOSO

Si tratta di un sottovia automobilistico a due canne previsto al di sotto della viabilità esistente in prolungamento del ponte Belgioioso nel Comune di Milano. Al fine di limitare al minimo l'interruzione della viabilità, il prolungamento è stato realizzato con una struttura scatolare in conglomerato cementizio armato, realizzata in adiacenza alla viabilità autostradale, su apposita soletta di varo, e posta in opera tramite infissione con sistema a spinta oleodinamica. Il monolite è lungo circa 17 m e ha sezione trasversale rettangolare, con larghezza 28 m e altezza 9 m.

EXTENSION OF THE BELGIOIOSO BRIDGE

This construction is a two-tunnel motor road located below the existing roads and forming an extension of the

Belgioioso bridge in the Milan Council Authority. With the aim of limiting traffic disruption to a minimum, the extension was realised with a box structure made of reinforced concrete conglomerate, built adjacent to the motorway, on a special launch raft and launched using of a hydraulic pushing system. The monolith is about 17.0 m long and has a rectangular transversal section, with a width of 28.0 m and height of 9.00 m.

OPERE A VERDE

Il progetto delle opere a verde connesse alla realizzazione dell'anello verde posto intorno al sito di Expo è consistito nella creazione di una fascia verde che prevedeva opere di forestazione, realizzazione di filari, realizzazione di fasce arbustive e aree a prato. Il contesto territoriale su cui si è mossa la progettazione è stato quello tipico delle zone periurbane poste intorno a Milano. Il territorio è caratterizzato da un alternarsi continuo e disordinato di costruzioni e soprattutto infrastrutture di primaria importanza quali la A4, la A8 e l'Alta Velocità. Vi sono infine residue aree aperte ancora interessate da attività agricola. Il progetto pertanto è stato l'occasione per dare al paesaggio un disegno di insieme che si potesse relazionare con il progetto interno al sito espositivo, avendo anche l'obiettivo di recuperare aree di degrado, effettuare interventi di mitigazione di importanti infrastrutture ed edifici e arredare la viabilità carrabile e ciclopedonale.

Infine si è mirato alla realizzazione di un progetto nel lungo periodo di "verde sostenibile", privilegiando l'utilizzo di specie autoctone e ove possibile tecniche di impianto a basso tasso manutentivo. Il progetto ha previsto le seguenti tipologie paesaggistiche:

- boschi;
- filari regolari lungo i principali assi di collegamento;
- filari posti in modo irregolare "naturaliformi" lungo i canali;
- arredo dei parcheggi e delle zone pavimentate;
- opere di mascheramento;
- arredo delle rotonde.

GREENING WORKS

The greening works project connected with the construction of the green ring realised about the Expo site consisted in the creation of a green belt comprising forestation, tree lines, bushes and lawns. The territorial context of the project

was typical of the perimeter urban zones around the city of Milan. The territory features a continual and disordered alternating of constructions and, especially, infrastructures of primary importance such as the A4, the A8 and the high-speed train lines. There are also open areas still used for agriculture. The project was therefore the chance to give the landscape an overall design that could harmonise with the internal project of the exhibition site, and also included the objective of reclaiming degraded areas, carrying out works to important infrastructures and buildings and furnishing the transport routes and the cycle and pedestrian path. Lastly a long-term sustainable greening project was developed with special use of native species and wherever possible low-maintenance methods. The project included the following landscaping types:

- woods;
- regular tree lines along the main connecting routes;
- irregular "naturalistic" tree lines along the canals;
- parking and paved areas furniture;
- masking works;
- roundabout furnishing.

L'AMBIENTE / THE ENVIRONMENT

Il 22 maggio 2011 la Conferenza dei servizi approva il Piano di caratterizzazione, ovvero il documento che descrive l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere informazioni di base sulle quali prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito. Si comincia così a "bucare" un po' ovunque, in tutto il sito; in totale si faranno 206 sondaggi (carotaggi e trincee) e si preleveranno circa 500 barattoli di terreno da portare al laboratorio. Compresi nei 206 sondaggi ci sono anche 11 piezometri, ovvero dei piccoli pozzi che servono per poter analizzare le acque di falda. Tutto questo accade nell'estate del 2011; il campo base è posizionato in un'area a fianco delle Poste, nel vecchio campo base del passante ferroviario nei pressi di via Cristina Belgioioso. Il personale in campo era costituito da una decina di persone: Expo era ancora sulla carta e nella testa dei progettisti. A settembre e ottobre 2011 iniziano ad arrivare i primi risultati e si capisce quali saranno le prime aree che dovranno essere bonificate.



Nascono così i comparti, ovvero aree che rimangono recintate per essere sicuri che non vengano scavati i terreni risultati inquinati, almeno fino all'arrivo del certificato di avvenuta bonifica da parte dell'allora Provincia di Milano. È cosa nota che l'iter burocratico per le bonifiche non sia velocissimo e molte erano le preoccupazioni, anche se l'obiettivo per tutti era sempre quello del primo maggio 2015, lontano (mancavano ancora 3 anni e mezzo) ma in realtà sempre più vicino. Si doveva quanto prima 'liberare' qualche comparto, per dare la possibilità all'appaltatore del Loop di disporre delle aree libere per lavorare. MM, con il suo gruppo di progettazione ambientale, inizia a predisporre i progetti di bonifica mentre proseguono le attività di indagine sui terreni (ai tempi Expo non era ancora entrata in possesso di tutte le aree). I primi certificati di avvenuta bonifica che quindi 'liberano' le aree arrivano solo nei primi mesi del 2013; gli ultimi, addirittura nel 2014. Ma il tema ambientale non riguarda solo la contaminazione delle terre. Per una grande opera come Expo è infatti necessaria la Valutazione d'impatto ambientale (VIA) ovvero una procedura amministrativa di supporto per l'autorità competente (come Ministero dell'Ambiente o Regione) finalizzata ad individuare, descrivere e valutare gli impatti ambientali di un'opera, il cui progetto è sottoposto ad approvazione o autorizzazione.

Si comincia quindi, sempre nell'estate del 2011, con le numerose riunioni insieme ai vari enti, per prepararsi alla redazione dello studio di impatto ambientale. Vengono valutati e analizzati moltissimi comparti ambientali:

- assetto urbanistico-territoriale;
- mobilità, accessibilità e logistica;
- energia e emissioni climalteranti;
- qualità dell'aria;
- approvvigionamento idrico e acque reflue;
- corpi idrici superficiali e assetto idraulico;
- qualità dei terreni;
- acque sotterranee;
- paesaggio e beni culturali;
- biodiversità;
- ecosistemi e reti ecologiche;
- agricoltura e pedologia;
- rumore e vibrazioni;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- rifiuti;
- sicurezza, salute e benessere;

È come se avessimo fatto un check-up generale al progetto, all'evento e alla dismissione. Come prima cosa si è intrapresa l'attività di indagine per molti dei comparti ambientali, al fine di studiare il quadro ambientale prima di iniziare i lavori, in modo tale da avere una descrizione del cosiddetto 'stato di fatto'. Prendendo alcuni ambiti, a titolo esemplificativo, si descrive l'iter seguito per mobilità, accessibilità e logistica, per la biodiversità e per il rumore



Figura 1: rappresentazione area macro (arancione) e area meso (azzurra) / Figure 1 representation of the macro (orange) and "meso" (blue) areas

mobilità, accessibilità e logistica

Sono stati studiati diversi ambiti territoriali. Un primo ambito territoriale di riferimento, denominato area "macro" e raffigurato nella Figura 1, in arancione, è quello entro il quale si manifestano gli effetti del traffico veicolare dei visitatori generato da Expo. Si tratta di un'area



di indagine di scala ampia, la cui estensione è stata determinata in modo da ricomprendere le principali direttrici di accesso all'area metropolitana milanese (autostrade, strade extraurbane principali e strade extraurbane secondarie della rete portante), oltre che dal sistema delle tangenziali di Milano: sono state queste le direttrici stradali lungo le quali si sono distribuiti gli spostamenti veicolari diretti ad Expo (siano essi auto, taxi, bus privati o bus navetta). Avvicinandosi al sito, gli effetti degli spostamenti indotti si fanno più significativi. Per l'analisi di questi fenomeni, pertanto, è stato definito un secondo ambito territoriale di riferimento, denominato area "meso" (Figura 2) e rappresentato nella Figura 1 in azzurro. Questo ambito è caratterizzato da una rete infrastrutturale di maggior dettaglio, per la quale è possibile effettuare valutazioni più puntuali in merito alla distribuzione dei veicoli in accesso. L'estensione di tale area è stata determinata in modo da ricomprendere la viabilità di accesso diretto agli ingressi di Expo e quella di accesso al vicino Polo Fieristico di Rho:

- dai veicoli "autorizzati" ad accedere

Figura 2: area meso / Figure 2: "meso" area

direttamente al sito (in particolare alla Porta Est, dedicata a taxi, bus privati e bus navetta) nella fase dell'evento;

- dalle movimentazioni logistiche di merci e rifiuti, sempre nella fase dell'evento;
- dalle movimentazioni dei mezzi di cantiere nelle fasi di realizzazione e dismissione.

Una volta determinati gli ambiti di studio, conoscendo da numerosi studi già effettuati il carico veicolare di tutte le direttrici oggetto di studio, e stimando il traffico indotto sia dai mezzi di cantiere (fase cantiere e dismissione), sia dai visitatori (fase evento), si è potuto ipotizzare l'effetto che l'evento poteva avere sulle infrastrutture viarie.

Per rendere l'idea i valori stimati per gli spostamenti dei mezzi pesanti in uscita/entrata alla porta di accesso del cantiere sono:

- mediamente circa 264 viaggi al giorno (comprensivi di andate e ritorni), a cui corrispondono circa 22 viaggi all'ora, che potevano ridursi a circa 11 viaggi all'ora nelle fasce orarie di punta del traffico ordinario (nelle quali è stato previsto un contenimento delle movimentazioni esterne del cantiere);
 - nella situazione peggiore, ovvero di maggiore attività, circa 540 viaggi al giorno (comprensivi di andate e ritorni), a cui corrispondono circa 45 viaggi all'ora, che potevano ridursi a circa 22 viaggi all'ora nelle fasce orarie di punta del traffico ordinario.
- Tutto ciò ovviamente ha riguardato la parte stradale ma lo studio di impatto ambientale doveva approfondire ogni ambito e visto che si volevano disincentivare i visitatori all'uso dell'auto, è stata necessaria anche una verifica della capacità dei diversi sistemi di trasporto pubblico, partendo dalle ipotesi di spostamenti giornalieri effettuati dai visitatori nel giorno di picco:
- circa 80.750 spostamenti giornalieri in accesso al sito Expo con il treno (di cui 72.949 utilizzando treni suburbani e 7.802 utilizzando treni ad alta velocità, nazionali e regionali);
 - circa 60.750 spostamenti giornalieri con la metropolitana;
 - circa 500 con autobus dei servizi pubblici;
 - circa 47.500 con bus privati (generalmente Gran Turismo);
 - circa 48.750 con l'auto;

- circa 11.750 con il taxi.

biodiversità

Nel settembre 2011 sono state eseguite delle indagini verificando e approfondendo i seguenti aspetti:

- formazioni vegetazionali esistenti;
- flora;
- specie vertebrate terrestri;
- specie invertebrate;
- specie allergeniche, quindi problematiche per la salute umana;
- specie invasive.

Per curiosità del lettore ecco un focus sulla ricchezza faunistica (vedi tabella) esistente nel sito prima dell'inizio dei lavori.

	TAXA	N. SPECIE
ANFIBI		3
RETTILI		5
UCCELLI		37
MAMMIFERI		21
TOTALE		66

Dall'esame dell'area si evidenziava, nonostante i numeri apparentemente abbastanza alti, una discreta povertà faunistica complessiva, costituita per lo più dalle specie più adattabili e generaliste della fauna lombarda. Quelle più specialiste (es. musteli tra i mammiferi, placidi tra gli uccelli, uredeli tra gli anfibi) sono quasi assenti, mentre, anche tra quelle presenti, una discreta parte utilizzava l'area per lo più come area trofica o per la sosta e rifugio.

Una parte particolare di questo studio (specie invasive) si è focalizzata sulla possibile diffusione di specie indesiderate da parte degli espositori, predisponendo delle linee guida mandate a tutti i Paesi ospiti, accuratamente verificati prima dell'ingresso in Italia (controlli aeroportuali) e comunque prima dell'ingresso al sito.

rumore

Per verificare la situazione acustica del 2011 nell'area Expo è stata fatta un'indagine fonometrica sul campo. I diversi punti di misura sono stati scelti in modo da rappresentare adeguatamente la complessa realtà acustica del sito, individuandoli non solo nell'area di intervento ma anche nelle zone circostanti. Nella Figura 3 (in basso) si localizzano i punti di misura, suddividendoli nelle tre diverse tipologie:

- lungo periodo (misure della durata di 1

settimana), evidenziati in rosso.

- lungo termine (misure della durata di 24 ore), evidenziati in blu.

- breve termine (misure della durata di 20 minuti), evidenziati in verde.

Tramite la taratura del modello matematico attraverso le misure effettuate e con il supporto dei dati di traffico derivanti dagli studi relativi, si è provveduto a valutare la propagazione acustica sull'intero territorio, estendendo tale analisi fino alle più significative infrastrutture dell'area. Nell'analizzare i valori di pressione sonora sul territorio si è fatto riferimento al periodo diurno e al periodo notturno.

A questo modello sono state poi aggiunte le diverse previsioni di traffico indotto (cantiere, evento, dismissione) al fine di verificarne l'impatto e valutare quindi delle misure di contenimento.

Dopo un'attenta analisi dello stato di fatto e valutati i possibili impatti dell'opera in oggetto, lo studio di impatto ambientale riporta le necessarie misure di mitigazione (legate direttamente al sito) e compensazione (progetti legati al territorio e finanziati dal soggetto proponente, in questo caso Expo)

Ma la sola previsione non poteva essere sufficiente. Ecco perché l'iter della valutazione di impatto ambientale, con l'istituzione dell'Osservatorio ambientale, prevedeva di monitorare anche quello che effettivamente sarebbe accaduto sul campo. Constatando, cioè, che quello che si era ipotizzato si fosse anche effettivamente concretizzato.

On 22 May 2011, the Services Conference approved the Site Characterisation Plan, or rather the document which describes the actions needed to reconstruct the factors contaminating the environmental matrices in order to gather basic information on which to base actionable and sustainable decisions for site safety and/or reclamation. During this process, the site is "punctured" a bit all over. In all, there will be 206 samples (core and trench) and about 500 cans of soil to take back to the lab. 11 piezometers, or small wells for analysing the groundwater, are also included in the 206 samples.

This all happened in the summer of 2011, with base camp situated in an area beside the Post Offices, at the old Railway Link base camp, near Via Cristina da Belgioiosa.

The field staff consisted of about ten people, and Expo was still at the drawing board and in the planners' minds. In September and October 2011, the first results started to arrive and it became clear which areas would need to be reclaimed first.

Then came the sectors, or rather the areas of contaminated soil contained until the reclamation certificate was produced by the then Province of Milan.

These areas remain closed off to ensure that contaminated soil is not excavated.

Everyone knows that the bureaucratic reclamation process is not the fastest and there were a lot of worries, even though the goal was not until May 2015 (still three and a half years away), but really not that far off at all. First, some sectors needed to be "freed up" so that the loop Contractor would have something to work on.

MM, with its team of environmental planners, began to prepare the reclamation projects while the soil sampling continued (at the time, Expo did not yet own all the areas).

The first reclamation certificates to then "free up" some areas would not arrive until the beginning of 2013; the last ones in 2014.

However, the environment is not just about soil contamination. For a large project like Expo, it is necessary to have an Environmental Impact Assessment, which is an administrative support procedure for the competent authority (such as the Ministry of the Environment or the Region) aimed towards identifying, describing and assessing the environmental impacts of a project subject to approval or authorisation.

Therefore, back in the summer of 2011, countless meetings were held with Agencies in preparation for the Environmental Impact Study. Numerous environmental sectors were assessed and analysed:

- urban-territorial planning;
- mobility, accessibility and logistics;
- energy and climate change emissions;
- air quality;
- water supply and wastewater;
- surface water bodies and water planning;
- soil quality;
- groundwater;
- landscape and cultural assets;
- biodiversity;
- ecosystems and ecological networks;
- agriculture and pedology;
- noise and vibrations;
- ionising and non-ionising radiation;



- waste;

- health, safety and wellbeing

It was like the project, the event and the disposal were getting a check-up.

One of the first items on the agenda was to sample many of the environmental sectors in order to study the environmental profile and get a sense of the "state of affairs" before starting the work.

Let's consider, for example, the processes for mobility, accessibility and logistics, biodiversity and noise.

mobility, accessibility and logistics

Various territorial areas were studied. One of the first territorial areas, called the "macro" area, is shown in orange in Figure 2; this is the area affected by vehicular traffic from Expo visitors during the event. It is a large-scale sample area, which includes the main access routes (highways and primary and secondary suburban carrier network roads) to the metropolitan area of Milan, as well as the system of Milan ring roads - roads that would see vehicle traffic going towards the Expo (cars, taxis, chartered buses and shuttles).

Closer to the Expo site, the effects of the movement induced would be more significant. To analyse these factors, a second territorial area was defined, called the "meso" area (Figure 2), represented in blue in Figure 1. This area features a more detailed infrastructure network, making it possible to perform a more specific assessment of the access vehicle distribution.

The extension of this area was established in order to include access road entrances to the Expo site and the nearby Rho Exhibition Centre

- for vehicles "authorised" for direct access to the site (especially the East Gate, reserved for taxis, chartered

buses and shuttle buses) during the event;

- for logistical movement of merchandise and waste, also during the event;

- for work site vehicles during construction and disposal stages.

Once the fields of study were determined, knowing the vehicle load from all directions because of the numerous previous studies performed and estimating the traffic from work site vehicles (construction and disposal) as well as visitors (during event), we were able to determine the effect the event could have on the various infrastructures.

To give an idea, the estimated heavy vehicle traffic entering/exiting the main work site access gate are:

- on average about 264 trips/day (including round trips), which is about 22 trips/hour, falling to about 11/trips/hour at peak times in ordinary traffic (when movement is expected to be contained within the work site);

- in the worst case scenario, the highest activity, about 540 trips/day (including round trips), which corresponds to around 45 trips/hour, falling to 22 trips/hour at peak times in ordinary traffic.

Obviously, all of the information above relates to the roads, but the Environmental Impact Study must explore every area, and because we wanted to discourage visitors from using cars, it was also necessary to check the capacity of the different public transport systems, starting from estimating the daily visitor trips on the peak day:

- we projected around 80,750 daily trips to access the Expo site by train (72,949 of which would be using Suburban trains and 7,802 using High-Speed, National and Regional trains);

- around 60,750 daily trips to access the Expo site by M1 Metro;

- around 500 daily trips to access the Expo site by public bus;

- around 47,500 daily trips to access the Expo site by chartered bus (typically Gran Turismo);

- around 48,750 daily trips to access the Expo site by car;

- around 11,750 daily trips to access the site by taxi.

biodiversity

In September 2011 some surveys were performed to explore and check the following aspects:

- existing vegetation formations,
- flora,
- land vertebrates,
- invertebrates,
- allergenic species, posing health problems to humans,
- invasive species.

It is interesting to highlight the existing wildlife situation at the Expo site before the work began, as in the following table.

TAXA	N. SPECIE
ANFIBI	3
RETTILI	5
UCCELLI	37
MAMMIFERI	21
TOTALE	66

From an examination of the area, it was clear that, notwithstanding the relatively high number of apartments, there was moderately poor wildlife presence overall, consisting mainly of the most adaptable and common fauna of the Lombardy region. The most specialised (i.e.: Mustelidae among the mammals, Placidi among birds, Urodela among amphibians) were nearly absent, while among those present, only a small part used the area for food, dwelling or refuge.

A particular part of this study (invasive species) focussed on preventing the possible spread of unwanted species by exhibitors, providing guidelines to all the host countries and thorough checks before entering Italy (airport border controls) as well as before entering the site.

noise

To check the acoustic situation of the Expo area in 2011, a field noise study was performed. Different measurement points were chosen to accurately represent the



overall acoustic situation the site. These were identified in areas of future intervention and surrounding areas.

In Figure 3 below, the measuring point locations are divided into three different categories:

- long term (measured over 1 week), highlighted in red.
- medium term (measured over 24 hours), highlighted in blue.
- short term (measured over 20 minutes), highlighted in green.

By calibrating the mathematical model through the measurements taken and with the supporting traffic data from the related studies, the acoustic propagation on the entire territory was assessed, extending this analysis to the most important infrastructures in the area. The diurnal and nocturnal territorial sound pressure values were analysed. The various traffic forecasts (work site, event, disposal) were then added to the model to verify impact and assess containment measures.

After a careful analysis of the state of affairs and assessing the possible impacts on the project, the Environmental Impact Study reported the necessary mitigation (directly connected to the site) and compensation measures. In the end, the Environmental Impact Assessment process, with the establishment of the Environmental Observatory, has allowed for the monitoring of all the aspect that would be verified in the field.

CANTIERE /
SITE

Novembre 2011. È questa la data di inizio del primo vero appalto riguardante l'area che avrebbe ospitato l'evento espositivo. L'obiettivo primario era quello di liberarsi delle precistenze, modificare la rete di sottoservizi adattandola alle future esigenze del sito (mantenendole costantemente in funzione) e deviare il reticolo idrico, piuttosto complesso in considerazione della vocazione storicamente agricola dell'area prima che la città la inglobasse. Fondamentale la realizzazione della prima maglia di urbanizzazione, ovvero: anello stradale e pedonale perimetrale al sito a servizio dello stesso, reticoli fognari, reti di sottoservizi idrici, elettrici, di dati, di illuminazione pubblica, sistemi di gestione delle acque; tutto quanto da connettere con il contesto cittadino limitrofo. E ancora, creare il collegamento alla vicina stazione ferroviaria-metropolitana, i collegamenti alle reti stradali limitrofe di grande scorrimento e realizzare la prima "barriera verde" verso l'esterno. Per realizzare quanto richiesto è stato necessario, ad esempio:

- demolire una centrale di trasformazione elettrica (da alta a media e bassa tensione) che alimentava l'intera Fiera di Milano-Rho, oltre che il più grande centro meccanografico di distribuzione postale di tutta la città di Milano, ricostruendola in un'area non più interferente,



insieme alla rete di adduzione (aerea e interrata) e di derivazione;

- deviare tutti i canali irrigui (naturali e irreggimentati) presenti sull'area: torrente Guisa, cavo Viviani, fontanile Tosolo e secondario Garbagnate; utilizzarli poi per dar vita a quasi 2,5 km di nuovi canali perimetrali e rifornire di acqua canali interni e le darsene previste nel grande disegno progettuale. I suddetti canali, peraltro, sono parte di un ampio reticolo che comprende tutta l'area nord nord-ovest di Milano. Pertanto l'intervento è stata occasione di recupero e valorizzazione dell'intero reticolo idrico e di inserimento di una vasca di accumulo della capacità di 20.000 mc con funzione di regolazione dei flussi idrici. Tale manufatto si inserisce tra le eredità di Expo al tessuto sub-urbano, creando un sistema capace di intervenire nella regolazione dell'andamento di canali e torrenti, sia a difesa della città di Milano, sia per migliorare il soddisfacimento delle richieste idriche legate ai suddetti canali;
- deviare il reticolo fognario presente, fra cui anche un collettore delle dimensioni di 4x3,5 m che tagliava il Sito da nord a sud, inglobandolo nella nuova rete di sottoservizi de sito, garantendone la costante funzionalità;
- eliminare il reticolo stradale presente, compresa una arteria di scorrimento di una certa importanza per i collegamenti da e verso Milano, garantendo sempre continuità viabilistica all'utenza. Tante lavorazioni, diverse fra loro ma con la

necessità di mantenere la continuità e la garanzia del servizio pubblico. Moltissimi soggetti da coinvolgere, fra cui citiamo Enel Distribuzione, Terna, Enel Sole, Snam Rete Gas, A2A Reti Elettriche, MM Servizio Idrico, Amiacque, Telecom Italia, Metroweb, Consorzio Est Ticino Villoresi, Poste Italiane etc. Con ognuno di questi soggetti è stato indispensabile collaborare per concordare la sequenza di interventi più adeguata e compatibile con le particolari esigenze di ognuno di loro e con la necessità di non generare ritardi sulla programmazione delle attività di cantiere. In aggiunta a ciò si sono affacciati via-via gli altri appalti, ognuno con le proprie esigenze, urgenze, scadenze, necessità di aree per portare avanti le proprie lavorazioni. In questo concetto stava tutta la difficoltà del cantiere Expo 2015. Sapere di essere in un ambito del tutto particolare in cui le necessità di ognuno generavano quasi automaticamente difficoltà ad altri e, nonostante tutto, trovare sempre la soluzione per permettere a tutti di compiere il proprio lavoro. L'appalto di realizzazione del Loop, in tal senso, è stato paradigmatico come pochi altri, partendo per primo e trovandosi ogni volta ad "accogliere" i nuovi arrivi, riprogrammando costantemente le proprie attività, nel rispetto dei vincoli imprescindibili per il buon esito dell'intera operazione. Questo è stato l'oggetto dell'operato del gruppo di Direzione Lavori e Coordinamento Sicurezza di MM Spa. Ciò che ha permesso che l'idea di un Loop, applicato al sistema infrastrutturale di Expo, diventasse concretamente uno dei punti di forza dell'intera gestione dell'evento espositivo, è stata la forza del gruppo di lavoro: tecnici preparati e professionisti specializzati, che hanno lavorato in maniera unita e compatta facendo dell'interazione e del confronto un requisito essenziale per risolvere le problematiche e facendo della collaborazione, a tutti i livelli, un atteggiamento dal quale non poter prescindere. Molteplici difficoltà possono essere risolte solo dalla capacità collettiva.

November 2011 This was the start date for the first real contract work relating to the area that was to house the exhibition. The primary aim was to free up the area from existing structures, change the sub-services network to adapt it to site needs (while maintaining it in working order), deviate the water network, rather

complex in consideration of the agricultural traditions of the area before it was incorporated into the city. It was also planned to realise the first urbanisation link-up, i.e. a perimeter road and pedestrian ring serving the site, sewer, underground water, electricity, data management, public lighting networks, water management systems; and everything linked up to the city outskirts context. Furthermore a link was needed to the nearby railway-metropolitan station, as were connections to the bordering high-intensity road networks. Also required was the first "green barrier" to protect the outside environment. To do all of this, it was necessary, for example:

- *to demolish an electricity power station (high, medium and low tension) which powered the whole Milan-Rho Fair, as well as the largest Post Office Distribution centre in Milan, then rebuild it in a non-interfering area together with the access roads (above and below ground) and the trunk roads;*
- *to deviate the irrigation channels (natural and man-made) situated in the area: the river Guisa, the Cavo Viviani canal, the Fontanile Tosolo spring and the Garbagnate secondary, and then to use them to generate almost 2.5 km of new perimeter canals and provide watercourses and mooring places inside the exhibition project area. These canals are also a part of a wide-ranging network that comprises the whole area north-west of Milan, which meant that the operations were also an exercise in renovation and redevelopment of the whole water network, with an improvement in the form of a 20,000 cubic metre storage reservoir for regulating*



water flows. The new construction was in fact left as an inheritance from the Expo for the suburban infrastructure as it created a system that could be used for regulating canals and rivers, for safeguarding the city of Milan but also for improving the capacity for meeting the water demand linked to the mentioned watercourses;

- *the deviation of the sewer network, among which a 4 x 3.5 metre collector cutting through the site from north to south, was incorporated into the new site sub-services network so that its constant state of operative sufficiency was ensured;*
- *the present road network, including a fairly busy and important trunk road to and from Milan, was eliminated, guaranteeing clear traffic flow for the users. So many works, and all different from one another. Guaranteeing continuity of public services. Many concerns were involved in this, among which: Enel Distribuzione, Terna, Enel Sole, Snam Rete Gas, A2A Reti Elettriche, MM Servizio Idrico, Amiacque, Telecom Italia, Metroweb, Consorzio Est Ticino Villoresi, Poste Italiane etc. With each of these entities collaboration was indispensable in order to reach agreement over the best sequence of operations with regard to the special needs of each of them and the further need not to generate delays in the programming of the site works. In addition to this the other contract work gradually started up, each with its own needs, urgencies, deadlines, the need for space for carrying their own operations forward. This is the concept englobing all the difficulties encountered in the Expo Milano 2015 site. There was an awareness of the*



fact that the whole site issue was very unusual, with each operator's needs almost automatically creating difficulties for others; in every case the solution had to be sought and found so that everyone could get on with their own operations. The contract for realising the Loop, in relation to the above, was the best example of all as it started first and therefore had to make room for each of the "new boys" as they came, with a constant re-programming of its activities, in respect of the essential constraints needed for satisfactory completion of the whole operation. This was the role of the Direction of Works and Safety Coordination, managed by MM SpA. This meant that the idea of a Loop for the Expo infrastructural system became in fact a point of great concrete positivity for the whole management of the exhibition, the tour de force of the working group: high-level technical staff and specialised professionals, working in a team, using the tool of interaction and discussion as an essential requisite for the resolution of issues and making collaboration, at every level, a de rigeur requisite for all involved. Many problems can only be solved by a collective effort.

FOCUS TECNICO / TECHNICAL FOCUS

Uno dei temi più complessi legati al comparto edile, con particolare riferimento agli appalti pubblici, è storicamente stato il tema della gestione ambientale del cantiere, delle terre e dei rifiuti. Tale aspetto ha naturalmente avuto un forte impatto anche sugli appalti relativi a Expo 2015, in particolare sull'appalto di realizzazione del sistema infrastrutturale perimetrale (insieme al cantiere della cosiddetta Piastra) che, per natura stessa delle opere da eseguirsi, presupponevano scavi maggiori e quindi, una maggiore produzione di materiale di risulta. A rendere la problematica ancora più ostica sono intervenuti i numerosi interventi legislativi, susseguiti in pochi anni, che hanno reso di non facile applicabilità la già di per sé complessa normativa che regola i rifiuti e sottoprodotti. L'opera di realizzazione del Loop di Expo si è inserita in questo quadro normativo in evoluzione, essendo cominciata prima dell'introduzione delle modifiche legislative, e si è trovata, per questo, a dover recepire "in corsa" le evoluzioni nel frattempo emerse in una fase di esecuzione dei lavori in cui non tutto ciò che era previsto in progetto era stato già scavato. In questo nuovo tracciato legislativo, che aveva profondamente modificato gli approcci, obbligando tutti gli ambiti di lavoro ad adeguarsi, implementando, ognuno per le proprie competenze, le attività preliminari, operative e di controllo inerenti il processo di gestione dei rifiuti, ci si è pertanto trovati a gestire una situazione ibrida. In questa situazione alcune aree presentavano zone già scavate, con rifiuti fermi a bordo scavo da caratterizzare prima di smaltire entro i termini di legge; in altre aree invece, dove le attività di scavo non erano ancora iniziate, si poteva procedere con la caratterizzazione del terreno, prima dell'inizio della sua movimentazione. La Direzione Lavori di MM si è dovuta, quindi, riorganizzare, inserendo tra i propri compiti anche quello della nuova gestione dei materiali da scavo, e impegnando il proprio ufficio nel controllo dell'intero cantiere e nel monitoraggio dell'andamento degli scavi, non solo lungo i fronti di scavo aperti, ma anche nel rilievo dei cumuli.

Si è giunti a definire delle procedure che permettessero di governare tutte le diverse condizioni presenti in cantiere, incrociando le stesse con le diverse alternative di gestione del materiale di scavo normato dal nuovo quadro legislativo. I risultati di questa attività possono essere riassunti in qualche dato:

- 99 giornate di campionamento in contraddittorio con appaltatore, servizio gestione ambientale identificato dall'appaltatore, laboratorio di analisi specializzato, enti di controllo in (eventuale) visita ispettiva;
- 137 verbali di campionamento redatti in contraddittorio con l'appaltatore;
- 407 campionamenti effettuati;
- 1.200 certificati di analisi acquisiti e verificati;
- 396 sopralluoghi effettuati;
- 63 verbali emessi, specifici per le tematiche ambientali;
- 658 non conformità di tipo ambientale rilevate e fatte risolvere;
- 19.957 certificati FIR (Formulario Identificazione Rifiuti) acquisiti e rielaborati per le opportune verifiche.

Vi sono state inoltre alcune zone che hanno comportato un ulteriore e più complesso processo di "pulizia" prima di poter essere riutilizzate, e in particolare quattro aree in cui il terreno si è rivelato essere altamente inquinato, pari a quasi 40.000 mc di materiale, e quattro aree in cui si è intervenuti per rimuovere amianto presente nel terreno (circa 2.400 mc), o sulle coperture (circa 14.000 mq) degli edifici preesistenti. Anche in questo caso la Direzione Lavori ha coordinato tutto il processo di trattamento dei rifiuti, verificando sia la correttezza delle attività, sia la correttezza documentale. L'esperienza di Expo 2015 è stata però anche utile per promuovere metodi innovativi di controllo dei lavori. Nel 2010 Expo 2015 Spa sottoscrisse un protocollo di legalità con la Prefettura UGT di Milano che prevedeva, fra le altre, una serie di disposizioni finalizzate al controllo e contrasto delle infiltrazioni mafiose. Expo ha quindi promosso uno specifico appalto per il controllo di personale e mezzi operativi presso il cantiere del Sito. In tale contesto, gli appalti ritenuti più significativi in fatto di movimento terre sono stati coinvolti nell'installazione di circa 250 apparecchi GPS

sugli automezzi destinati a tale scopo, propri o appartenenti alle imprese subappaltatrici. Tale tecnologia ha così permesso di monitorare gli automezzi per verificarne (all'occorrenza) il percorso eseguito e la coerenza con quanto dichiarato nei documenti presentati, coadiuvando le direzioni lavori nello svolgimento delle attività di competenza.

One of the most complex themes connected to the construction sector, especially the contracted work, has always been that of environmental management of the site, the terrain and the waste. This aspect naturally also had a strong impact on the contracts for Expo Milano 2015, in particular the contract for realising the perimeter infrastructure system (together with the site of the "Piastra", or Floor plan), which by the very nature of the works to be carried out, involved the biggest of the excavation works and therefore a greater amount of waste material. To add to the difficulties of the issues, numerous legal issues emerged over a number of years, which meant the already complex web of legal regulations relating to waste and sub-products were difficult to apply.

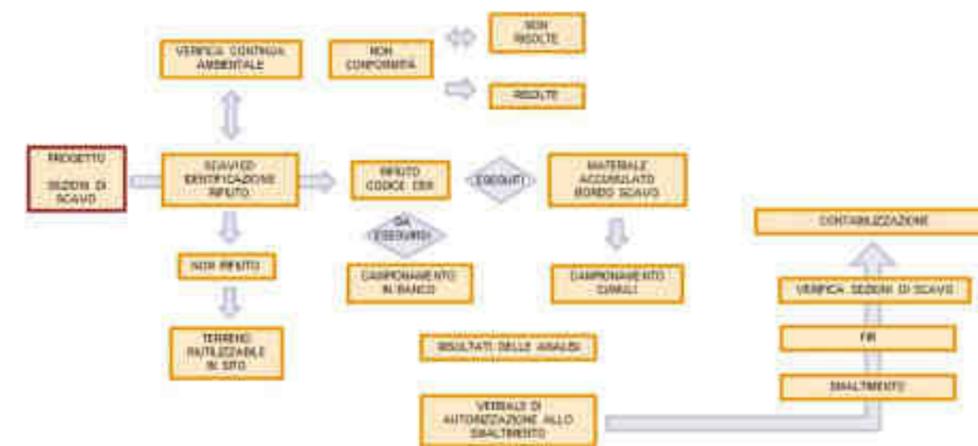
The works for construction of the Expo Loop proceeded in this evolving legislative scenario, where works were begun before the introduction of the legal amendments, and therefore had to accommodate the new laws and regulations (confirmed by the local corporations involved in the authorising procedures) while the work was under way, at a stage during the works when not all excavation of material as included in the project had yet been carried out. In this new legislative framework, with its profound changes, a hybrid situation emerged and had to be managed, with all sectors of the works being obliged to satisfactorily implement, each in its own special area, the preliminary, operational and control activities relating to waste management procedures. In this situation some areas had zones that had already been excavated, with waste piled around the ditches needing characterisation before being eliminated within the regulations required by the law; in other areas where the excavation had not yet commenced, the terrain could be characterised prior to being moved. MM's Direction of Works therefore had to reorganise to find, among its many duties, room for the new management of excavated materials; its office became involved in the control of the whole site, monitoring the progress of the digging, including both the open ditches and the piles of dug earth. Hence procedures were set up, enabling governing all the various conditions present in the worksite and coordinating them with the various

alternatives for management of excavated material regulated by the new legislative framework. The results of this operation can be summed up by the following facts:

- 99 sampling days in dispute with the contractor, environmental management service identified by the contractor, specialised analysis laboratories, control bodies carrying out inspections if necessary;
- 137 sample reports drawn up in dispute with the contractor;
- 407 samples taken;
- 1200 analysis certificates acquired and verified;
- 396 inspections made;
- 63 reports issued, specific for environmental issues;
- 658 environmentally non-compliant cases detected and resolved;
- 19957 FIR certificates (waste identification papers) acquired and processed for the appropriate verifications. Some zones required further and more complex "clean-up" procedures before being re-utilised, and in particular four areas where the terrain was found to be highly

polluted, amounting to 40,000 cubic metres of material, and four areas where asbestos present in the ground or in the roofs (about 14000 square metres) of the pre-existing buildings had to be removed (about 2400 cubic metres). In this case too the Direction of Works coordinated the whole waste treatment process, checking that the working procedures were satisfactory and that they were correctly documented. The Expo Milano 2015 experience was however useful in the developing of novel control methods for the works. In 2010 Expo 2015 Spa signed a legal protocol with the Milan Prefecture UGT which included, among other things a series of regulations directed at controlling and opposing possible Mafia infiltrations. Expo contracting authority issued a specific tender, in relation to the worksite for controlling personnel and work machines in the worksite. In this context, the tenders considered most significant in terms of earth moving operations were involved in the installation of about 250 GPS devices on the motor vehicles working in the earth moving operations; this involved both contractors' own

vehicles and vehicles belonging to sub-contractors. This technology thus enabled monitoring the vehicles the GPS device was mounted on so as to check (where needed) the routes followed by them and their correlation with what was declared in the documents presented; this aided the Direction of Works in performing its own activities.



ANEDDOTO / ANECDOTE

Poche pagine indietro si è accennato al fatto che l'appalto di risoluzione delle interferenze aveva come obiettivo quello di creare un incastro perfetto tra il tessuto urbano esistente e quella che era stata definita come l'area che per sei mesi avrebbe ospitato Expo: far dialogare un intricato intreccio di strade, reti sotterranee di distribuzione e strutture proprie di un pezzo di città già dotato di una propria identità con una “new town” e il suo seguito di infrastrutture, reti di servizi e linee di sottoservizi. In questo scenario, la creazione del Loop perimetrale è stata, senza dubbio, un'acuta idea progettuale, utilissima alla connessione tra il sito espositivo e la maglia urbana delle città di Milano e Rho. Ciò che però il progetto non ha potuto, ovviamente, prevedere fin nel dettaglio era quanto realmente stretti fossero i nodi di questa maglia. Il fatto che attorno all'area Expo ci fossero, oltre alle strade e agli impianti che correavano indisturbati sotto terra, alcune delle più importanti infrastrutture regionali e nazionali era noto e aveva avuto il suo giusto peso nelle scelte effettuate a monte del cantiere. In fase progettuale non era però prevedibile il reale peso che, in fase di esecuzione, avrebbe avuto essere “vicini di casa” di una delle carceri di maggiore dimensione del sistema carcerario italiano (la Casa di Reclusione Milano-Bollate), di una stazione ferroviaria con interscambio autobus e metropolitana (la stazione di Rho-Fiera), di uno dei 21 centri

di meccanizzazione postale di Poste Italiane presenti sul territorio nazionale (il CMP Roserio MI2) e di una delle più grandi realtà fieristiche e congressuali europee (Fiera Milano). Garantire la continuità di servizi pubblici, non era solo un'ipotesi da perseguire, ma una necessità dalla quale non si poteva prescindere. Una delle strutture che spicca nel panorama carcerario nazionale, che, oltre a garantire i normali servizi di detenzione, promuove molteplici attività trattamentali, collabora con diverse cooperative e associazioni e ha una fortissima integrazione nel territorio, non si può assolutamente permettere di rimanere isolata a causa di un cantiere che interviene sulle viabilità limitrofe. La gestione del cantiere, per MM, ha significato quindi rivedere l'organizzazione delle attività da farsi in modo da creare un capolinea provvisorio della linea bus dedicata al Carcere, che garantisse la continuità del servizio di collegamento pubblico con la città. Per ovvi motivi logistici, inoltre, non era possibile privare la struttura, anche solo per un tempo limitatissimo, della fornitura idrica ed elettrica. La Direzione Lavori di MM si è quindi necessariamente dovuta coordinare con i molteplici enti gestori di reti infrastrutturali, più e più volte, nel corso dei lavori, in modo da coniugare le esigenze del cantiere, quelle della Casa Circondariale e quelle degli enti, mantenendo un occhio sempre vigile sui tempi di realizzazione dell'opera: la scadenza da rispettare restava sempre fissa e improrogabile! E mentre da una parte si dialogava con il Carcere di Bollate, dal lato diametralmente

opposto dello stesso cantiere bisognava tener conto anche delle esigenze di Poste Italiane, il cui CMP ha operatività costante 24 ore su 24, 7 giorni su 7 che doveva rimanere tale nonostante la presenza della “fabbrica di Expo”. Ciò ha comportato l'inevitabile necessità di creare viabilità provvisorie sempre fruibili, perché il disagio dell'interruzione stradale, che in altre situazioni poteva essere tollerato, qui non era neppure lontanamente concepibile. La gestione del cantiere non era quindi solo una supervisione alla realizzazione, ma anche un esercizio costante di analisi preventiva delle possibili problematiche, con tempistiche serrate per il confronto e la promozione/definizione di soluzioni alle stesse. Se già una struttura di Poste Italiane non poteva permettersi di fermarsi anche solo per poche ore, è logico immaginare che la stessa problematica, per motivazioni ancora più importanti, la possa avere una stazione attiva per linee urbane, suburbane e di alta velocità. Le interazioni delle attività di cantiere con le aree del sedime ferroviario sono state oggetto di continui monitoraggi e l'esecuzione delle lavorazioni è stata fatta a seguito di confronti continui e diretti con RFI, facendo in modo di ridurre al minimo indispensabile l'interferenza con il normale transito delle linee ferroviarie. Ultima, ma certo non meno impattante sulla storia dell'appalto interferenze, è stata la presenza di Fiera Milano. Fiera Milano non significa solo fiere periodicamente scandite nell'arco dell'anno, ma anche eventi e congressi internazionali che satellitano attorno alle manifestazioni più

blasonate. Fiera Milano, per il cantiere, ha significato organizzare le fasi di realizzazione tenendo conto di un calendario di eventi che dovevano essere garantiti senza disservizi e che, quindi, dovevano inserirsi nella pianificazione esecutiva delle lavorazioni di deviazione dei sottoservizi in modo da alternare continuità e interruzioni temporanee dei servizi senza inficiare in maniera alcuna il verificarsi della manifestazione in fiera.

In the foregoing reference has been made to the fact that the tender regarding resolution of interference between works had the objective of creating a perfect joining-up of the existing urban tissue with what had been defined as the area that for six months would host the Expo: this involved weaving an intricate road system, underground distribution networks and structures belonging to a piece of the city already having its own identity, with what was effectively a “new town” with its own relative infrastructures, service networks and sub-service lines. In this scenario, the creation of the perimeter Loop was, without doubt, an intelligent project idea, extremely useful for the link between the exhibition site and the urban mesh of the cities of Milan and Rho. What the project could not, obviously, have foreseen in detail was how very tight the links of this mesh were in reality. The fact that some of the more important regional and national infrastructures were substantially present in the environs of the Expo area, as well as the roads and underground plant, was known and had been assigned its just weight in the choices made before the site choices were made. During the design stage true weighting could not be given to the fact that during the works the exhibition would

be close neighbours with one of the largest prisons in the Italian prison system (the Milano-Bollate facility), a railway station with a bus link and the metropolitan underground railway (the Rho-Fiera station), one of 21 Post Office sorting centres on national territory (CMP Roserio MI2) and one of the largest trade fair and congress facilities in Europe (the Fiera Milano). Guaranteeing the continuity of the public services, was not a hypothetical issue but a concrete necessity which could not be ignored.

The prison is one of the most distinctive of its kind in the nation and not only guarantees the usual detention facility but also promotes many behavioural activities, collaborates with various cooperatives and associations and is very strongly integrated into the local territory; there is no way it can be left isolated because of a worksite that is making changes to the surrounding traffic viability. For MM the management of the site thus meant reviewing the organisation of activities such as to create a provisional terminus for the bus lines dedicated to the prison, guaranteeing continuity of the public connections with the city. For obvious logistical reasons, it was not possible to divest the structure, even for a very short time, of its water and electricity supplies. MM's Direction of Works therefore necessarily had to coordinate with the multiple infrastructure management corporations during the course of works, and many times too, to marry the needs of the site, the prison and the corporations, while keeping a beady eye on the timing of the works: the required deadline was fixed and could not be delayed for any reason! While the dialogue with the Bollate prison was going on, another was under way with the Italian Post Office; their sorting office was busy 24/7 and this could not be changed by the presence of the Expo “factory”

worksite. This inevitably led to the need to create constantly-utilisable provisional viability, as the difficulties caused by road works, tolerable in other situations, were not even minimally acceptable in this case. The management of the site was therefore not just supervision of the construction works; it was also an exercise in constant problem solving before the problems occurred, and with very short time slots available for comparison and promotion/definition of them. Considering that a Post Office could not be shut down even for just a few hours, it is easy to comprehend how the same problem exists, and with even greater reason, for a railway station serving urban, suburban and high-speed lines. The site's interactions with the railway areas were continually monitored and the works were carried out constantly in the light of continuous and face-to-face meetings with RFI, with care always being taken to reduce to a minimum any interference with the normal running of the railway lines. Last but certainly not least, the presence of the Fiera Milano also had an impact on the history of this contract work. Fiera Milano is not an operation only hosting trade fairs sporadically during the course of the year; it also stages international events and congresses involving the most publicised and renowned occasions. For the worksite, Fiera Milano meant organising operations while always taking account of a calendar of events that needed to be guaranteed without any disruption, and which therefore had to be included in the executive planning of the works for deviating the sub-services, so as to alternate continuity and temporary interruptions of services without in any way impeding events in the Fiera Milano.



LA PIASTRA
ESPOSITIVA /
THE "PIASTRA" -
THE SITE FLOOR

PROGETTAZIONE / THE PROJECT

Quando nel giugno del 2011 MM ha preso in carico il progetto dell'intera Piastra Espositiva, lo ha fatto certamente con grande entusiasmo e forse con una piccola dose di azzardo. Il progetto in questione riguardava infatti un'area non urbanizzata, posta al confine nord ovest del Comune di Milano, estesa fino al vicino Comune di Rho, di circa 1 milione di metri quadrati. Dopo aver esaminato la documentazione preliminare, esito dell'elaborazione del masterplan di Expo sviluppato dall'Ufficio di Piano di Expo 2015 Spa sotto la guida della Consulta internazionale degli architetti (composta da Stefano Boeri, Jacques Herzog, Richard Burdett, William McDonough e in un primo tempo Joan Bousquet), MM ha strutturato un team di specialisti per ogni disciplina che sviluppasse un progetto da sottoporre al vaglio delle commissioni di valutazione propedeutiche al rilascio del parere favorevole ai fini dell'effettiva fattibilità. Il progetto esecutivo venne alla luce nei primi mesi del 2012 dopo un'attività di progettazione intensa e continua di circa sette mesi per almeno sei giorni a settimana (durante alcuni picchi ci si è spinti fino a sette giorni su sette). Il progetto si rivelò da subito molto complesso in quanto riguardava ambiti molto diversi fra loro e toccava i temi più disparati. La "Piastra", infatti, racchiude al suo interno gli spazi d'acqua, i ponti, le centrali di sollevamento, le cabine di trasformazione, gli accessi, i percorsi, le piazze, le opere a verde definite dai rispettivi ambiti, la collina mediterranea, le architetture di servizio ai visitatori, le tende e tutto l'apparato di impianti tecnologici a servizio dell'Esposizione. Gran parte dell'identità paesaggistica di tutto il sito espositivo è costituita dal paesaggio dell'acqua, un sistema idrico progettato per Expo 2015 tenendo conto che l'area territoriale in cui si pone il sito espositivo è storicamente un'area ricca di acqua (fiumi, torrenti e numerosi cavi irrigui), elemento di rievocazione della memoria dei canali di Milano; ma anche come elemento vitale per la nutrizione, riallacciandosi così al tema "Feeding the Planet, Energy for Life". MM ha sviluppato un progetto che prevede un canale che si estende lungo il perimetro dell'area espositiva come una vera e propria cornice d'acqua e di verde, con dimensioni e identità differenti: canali, bacini, darsene e laghi; si offrono così scorci inediti,

creando zone microclimatiche differenti a seconda delle necessità di confort dei visitatori. Il canale durante il suo percorso definisce simbolicamente un paesaggio d'acqua profondamente legato alle sistemazioni agrarie; sono proprio gli elementi che caratterizzano i sistemi agricoli nel loro senso più ampio che hanno fatto da sfondo e riferimento allo sviluppo progettuale degli spazi verdi, quelli più naturali e quelli più artificiali. Risorse intese sia come naturali (l'acqua, i corsi d'acqua, il suolo, il terreno agricolo, la vegetazione), sia come storico-culturali del territorio (la storia, il patrimonio culturale e la biodiversità). Gli interventi delle opere a verde che si sono proposti sul sito espositivo sono guidati dalla volontà di indagare come l'azione dell'uomo lavori sulla natura e come la natura risponda, per creare un dialogo tra biomi naturali e ambiente spontaneo con l'ambiente coltivato e quello agricolo. Per garantire ai visitatori una visita piacevole e confortevole e una vasta offerta di servizi, il progetto prevede 11 Aree di servizio e ristoro distribuite a circa 200 metri l'una dall'altra, che raggiungono una superficie coperta di circa 20.000 mq e una superficie complessiva delle pertinenze di circa 56.000 mq. A esse si aggiungono altri edifici di servizio, uniformemente disposti sul sito, in prossimità del percorso perimetrale lungo il canale. Le aree di servizio si dispongono perpendicolarmente al Decumano, lungo corsi d'acqua o spazi alberati, in modo da essere immediatamente riconoscibili al visitatore e offrirsi come godibili percorsi secondari di collegamento con il canale esterno e le aree tematiche. Gli edifici inoltre sono caratterizzati da un'elevata qualità dell'impianto architettonico, efficienza, funzionalità e sostenibilità, tutti elementi che determinano fortemente il comfort e la soddisfazione dei visitatori. Ogni area di servizio si affaccia sul Decumano arretrando di 10 metri dallo stesso e allineandosi parallelamente così con le costruzioni dei Paesi partecipanti, vincolati a lasciare un'area non costruita di 10 metri rispetto al Decumano. Si viene a creare in questo modo un ampio spazio aperto antistante, che si caratterizza come spazio relax attrezzato. MM ha eseguito inoltre la progettazione del "mondo sommerso di Piastra", di ciò che in una normale visita al sito non è possibile vedere, ma che è fondamentale per il suo funzionamento e cioè dell'intera rete

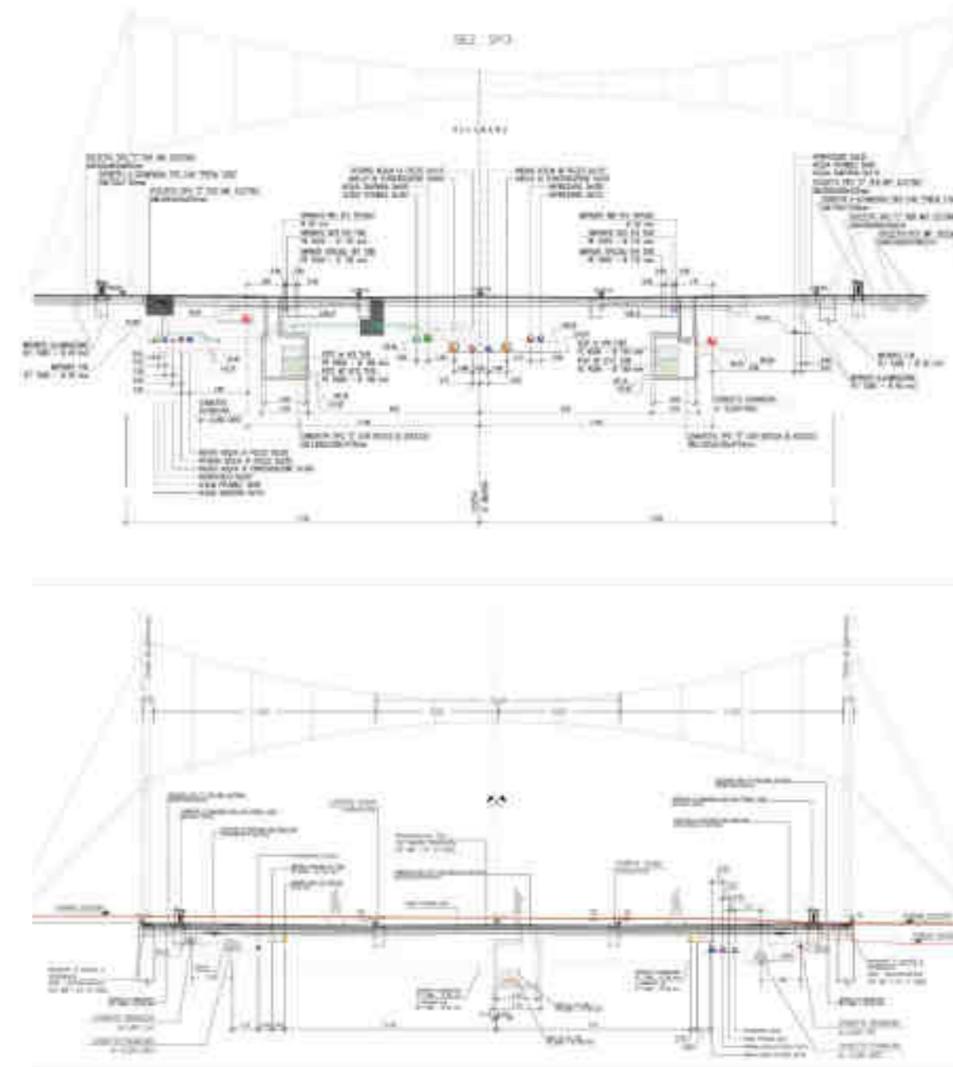
dei sottoservizi. Durante la fase di progettazione esecutiva, partita nel 2011, sono state inserite le reti di sottoservizi dedicate all'impianto di distribuzione acqua potabile, all'impianto distribuzione acqua sanitaria, alla rete acque meteoriche, alla rete delle acque nere, ai drenaggi, agli impianti elettrici, speciali e ICT. Tutte queste reti sono il requisito di base per l'urbanizzazione e l'infrastrutturazione del un nuovo quartiere. La sfida più impegnativa, affrontata durante le fasi iniziali di progetto, è stata quella di integrare, al di sotto dei percorsi principali, tutte le reti. Il masterplan ha subito continue variazioni "fisiologiche" connesse allo studio di soluzioni per l'effettiva realizzabilità delle opere, legate all'intervento di sponsor o partner societari di Expo 2015. In questo scenario "in divenire" MM ha supportato la stazione appaltante, la direzione lavori della piastra espositiva e ha partecipato a tutti i tavoli di coordinamento tecnico per poter garantire l'effettivo allineamento tra richieste dei partecipanti e lavori. MM ha assicurato l'attività di modifica progettuale in tempi rapidissimi, in particolare per la parte di sottoservizi superficiali dedicati agli impianti elettrici, speciali e ICT, al fine di garantire la posa di tutti gli apparati al servizio degli stessi, le cui richieste sono arrivate fino a pochi giorni prima dell'apertura dell'evento espositivo. Una sfida vinta grazie alla caparbietà del team di lavoro che, dopo la consegna del progetto esecutivo, ha impiegato centinaia di migliaia di ore per lo sviluppo delle progettazioni costruttive.

Rete / Network	Lunghezza complessiva / Overall length
Vie d'acqua / Waterways	5 km
Fognatura e drenaggio (acque meteoriche) / Sewers and Drainage (Rainwater)	35 km
HVAC - acqua pozzi - edifici permanenti / HVAC - well-water - permanent buildings	7 km
HVAC - acqua canale perimetrale - edifici temporanei / HVAC - perimeter canal water - buildings temp	16 km
Rete antincendio / Fire prevention network	20 km
Rete acqua potabile / Potable water network	12 km
Rete acqua sanitaria / Sanitary water network	12 km
Distribuzione elettrica / Electricity distribution	650 km
Rete impianti telecomunicazione (ICT) / Telecommunications plant network (ICT)	160 km
Rete impianti sicurezza (speciali) / Safety plant network (special)	150 km

When in June 2011 MM took over the project for the whole Exhibition Floor, it did so with great enthusiasm and perhaps a small dose of derring-do. The project in question related to a non-urbanised area, located at the north-west border of the Milan Council Authority area up to the nearby Rho Council Authority area, of about 1 million square metres. Following an examination of the preliminary documentation, effectively the outcome of the processing of the Expo masterplan developed by the Expo 2015 planning office under the guide of the international panel of experts (made up of Stefano Boeri, Jacques Herzog, Richard Burdett, William McDonough and initially also Joan Bousquet), MM set up a team of specialists in each discipline to develop a project that would, once approved, then be submitted to the judgement of all committees involved for an assessment of its feasibility. The executive project was published in early 2012 after 7 months of intense and continuous activity (at least 6 days a week and even up to 7). The project immediately presented as very complex as it touched on very different areas of speciality and vastly different themes. The "Piastra", i.e. the "Floor" layout plan, included spaces for water, bridges, lifting plant, transformer cabinets, accesses, pathways, squares, greening works defined by respective areas, the Mediterranean Hill, architectures at the service of the visitors, tents and the whole technological plant apparatus in the service of the Exhibition. A great part of the landscape identity of the whole exhibition site is constituted by water, and this is reflected in the hydrological system designed for Expo Milano 2015, in that it takes account of the territorial area in which the exhibition site is set, historically a very watery area, with rivers, streams and numerous irrigation canals. The theme is of water as the evocation of the memory of the Milan canals but also as a vital area for nutrition, thus re-connecting to the "Feeding the planet, energy for life" meme. MM developed a project that included a canal extending along the perimeter of the exhibition area as a true and proper wet border frame, of water and greenery, in differing dimensions and forms: canals, basins, mooring places and lakes; unexpected views that created micro-climatic zones differing from one another to comfortably accommodate the visitors. As it progresses along its course, the canal symbolically defines a waterscape profoundly connected to the agricultural way of life; these are the elements characterising the agricultural systems in their broadest sense which formed the background of reference for the design and development of the green spaces, whether the more natural or the more artificial. These are resources considered as natural (water, watercourses, the soil, agricultural terrain, vegetation), and as territorially of cultural-historical value (history,

cultural treasures, bio-diversity). The greening operations proposed for the exhibition site were informed by the desire to investigate how man's works impose on nature and how nature responds, to create a dialogue between natural biomes and spontaneous environment and the cultivated and agricultural environment. To guarantee the visitors a pleasant and comfortable experience and a vast offering of services, the project included 11 Service and Catering Areas distributed over about 200 metres, creating a total surface covering of about 20,000 square metres and an overall surface of about 56,000 square metres. Other service buildings are added to these, uniformly distributed on the site, in proximity of the perimeter pathway along the canal. The Service Areas are arranged perpendicularly

to the Decumanus, along watercourses or tree-lined spaces, so as to be immediately recognisable to the visitor and to be enjoyable as secondary paths connecting with the external canal and the themed areas. The buildings further featured high-quality architecture, efficiency, functionality and sustainability, all elements leading to great comfort and satisfaction for the visitors. Each service area faced onto the Decumanus, was positioned 10 metres back from the road and thus was aligned parallel with the constructions of the participating countries, who were instructed to leave a non-constructed area of 10 metres from the Decumanus. In this way a large open frontage space was provided, and used as a furnished relaxation space. MM further designed the "submerged world of the Floor", something not usual to



see in a normal visit to the site, but which was fundamental for its functioning, being the entire network of sub-services. During the executive design stage, begun in 2011, the planning of the sub-services networks took place, dedicated to the potable water distribution plant, the sanitary water

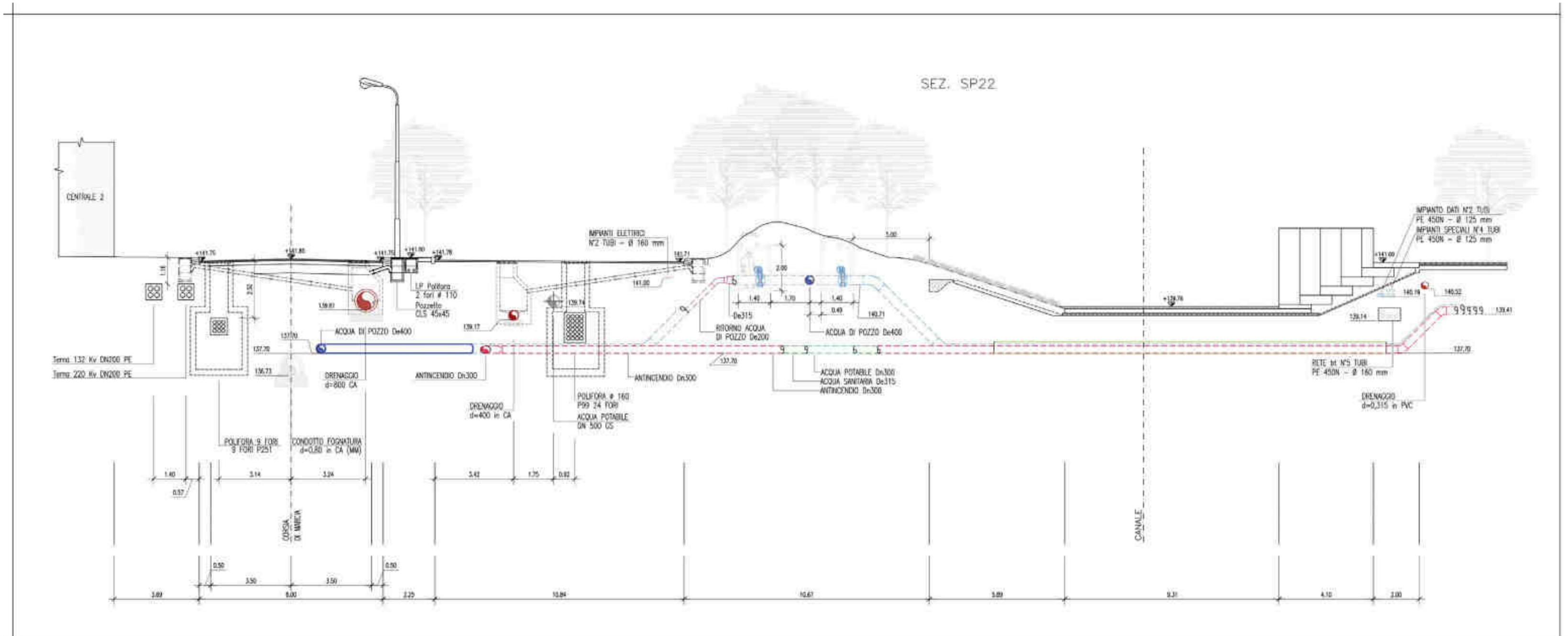
plant, the rainwater network, the sewage water network, drainage, electrical plant, special and ICT plant. All of these networks are the basic requisites for urbanisation and infrastructuring of a new district. The hardest challenge during the initial design steps was integrating all the

networks beneath the main routes of the exhibition. The masterplan was continually touched-up, a "physiological" condition connected to the research for solutions regarding the feasibility of works, linked to the involvement of Expo 2015 sponsors or partner companies.

In this "ongoing future" scenario, MM acted in support of the contracting authority, the Direction of Works of the exhibition area and participated in all technical coordination committees so as to ensure effective alignment of the requests of the participants and works. MM ensured that changes to

the project were very rapidly effected, in particular in relation to the surface sub-service design concerning the electrical, special and ICT plant, with the purpose of guaranteeing the laying of all the service apparatus; these requests were still being made up to only a few days before the opening of

the event. The challenge was met and overcome thanks to the doggedness of the work team which following the publishing of the executive project toiled for thousands of man-hours to develop the building project.





STAZIONE DI SOLLEVAMENTO E RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA POTABILE

La copertura del fabbisogno idrico è stata garantita dell'acquedotto di Milano, gestito anch'esso da MM, tramite la posa di una tubazione DN 500 che recapita circa 180 l/s di acqua alla stazione di sollevamento, post contatore, nominata "centrale 2 - stazione POT 1".

La stazione suddetta doveva garantire che la pressione minima sull'intera Piastra fosse di almeno 20 mca. A valle della stazione di sollevamento, la dorsale di distribuzione attraversa l'intero Sito da ovest ad est ed è costituita da una tubazione in ghisa sferoidale, con tipologia di materiali e posa secondo le specifiche e le prescrizioni del Servizio Idrico Integrato della città di Milano, in modo da rendere possibile l'utilizzo come "rete urbana" nel post evento. Da questa tubazione, a valle delle necessarie valvole di intercetto sono derivate le dorsali dei percorsi secondari realizzate con tubazioni in pead - PE 100 - PN 10 opportunamente dimensionate. Da queste sono poi derivati gli stacchi all'utente finale, normalmente consegnati in un pozzetto in prossimità dell'edificio di pertinenza. Su tutti gli allacci alle utenze finali è stato installato un contatore idrico predisposto per il telecontrollo, con valvola a farfalla a monte e a valle, oltre a tubazione di by-pass. La stazione di sollevamento dell'acqua potabile rilancia l'acqua in arrivo dall'acquedotto.

Il gruppo di pressurizzazione è collegato in aspirazione secondo le previsioni del regolamento del Servizio Idrico Integrato alla tubazione di alimentazione, con una pressione minima garantita in ingresso di 15 mca. Sono stati previsti anche un serbatoio preautoclave opportunamente dimensionato a monte del gruppo di pressurizzazione e un serbatoio autoclave a valle del gruppo di pressurizzazione, a protezione delle pompe stesse, entrambi alimentati da un compressore d'aria.

La stazione in oggetto è costituita da 4 pompe primarie (portata 45 l/s, assorbimento elettrico 30 kw, prevalenza 50 mca), una delle quali di back-up, e da due pompe pilota (portata 35 l/s, assorbimento elettrico 25 kw, prevalenza 50 mca); le primarie operano a velocità fissa, mentre quelle pilota sono asservite a un motore controllato tramite variatore di frequenza (inverter), per adattare la velocità e pertanto la portata alle varie condizioni di carico.



LIFTING PLANT AND POTABLE WATER DISTRIBUTION NETWORK.

The water demand was guaranteed by the Milan aqueduct, also managed by MM, by laying a DN500 pipeline supplying about 180 l/s of water to the lifting plant, post-meter, given the name "Station 2 - station POT 1".

This station must ensure that the minimum pressure over the whole Piastra is at least 20 m.c.m. Downstream of the lifting plant, the distribution line crosses the whole site from west to east and is constituted by a spheroidal iron pipeline, with the type of material and laying system according to the specifications and the prescriptions of the Milan integrated water supply service so as to make it suitable for use as an "urban network" following closure of the exhibition.

The branches of the secondary paths, built with suitably-dimensioned PEAD-PE100-PN10 pipes, extended from this pipeline downstream of the necessary intercept valves. The branches to the final user stemmed from the latter and were usually delivered into a well located in proximity of the building concerned. A remote-controlled water meter was installed on all links to the final users, with a butterfly valve upstream and downstream as well as a bypass pipeline. The potable water lifting plant circulated the water coming from the aqueduct. The pressurising group was connected in aspiration, in compliance with the regulatory conditions of the Water Service, to the supply pipeline, with a guaranteed minimum pressure in inlet of 15 m.c.m. An appropriately-dimensioned pre-autoclave tank is provided, upstream of the pressurising group, and an autoclave tank downstream of the pressurising group, for protection of the pumps, both supplied by an air compressor. This station was constituted by 4 primary pumps (flow rate 45 l/s, electric power uptake 30 kW, head 50 m.c.m.), one of which was back-up, and two pilot pumps (flow rate 35 l/s, electrical absorbance 25 kW, head 50 m.c.m.); the primaries operated at a fixed velocity, while the pilot pumps were enslaved to a motor controlled by an inverter, for adapting the velocity and therefore the flow rate at the various load conditions.

POZZI DI EMUNGIMENTO

Per quanto concerne l'approvvigionamento idrico a uso igienico-sanitario, si è provveduto a realizzare dei pozzi a sud del sito espositivo. Sono stati realizzati: quattro pozzi di emungimento sulla prima falda con portata pari a 30 l/s a una profondità di circa 36 metri e quattro pozzi di emungimento sulla seconda falda con portata pari a 50 l/s a una profondità di circa 60 m. Al fine di garantire la continuità di esercizio in

caso di arresto delle pompe da pozzo è stata inoltre prevista la costruzione di due vasche di accumulo per una capacità minima di 1200 m³ ciascuna, di cui una a uso esclusivo di riserva antincendio. Tali vasche sono situate nella centrale 1 e nella centrale 2. Una tubazione in PEAD-PE100-PN10 convoglia l'acqua prelevata dai pozzi alle due vasche di raccolta. Dalle vasche ha poi origine la rete di distribuzione di acqua igienico-sanitaria. Il numero di pozzi contemporaneamente in funzione è regolato in base ai livelli delle vasche di accumulo.

DRAINAGE WELLS

Concerning water provision for sanitary use, wells were made to the south of the exhibition site. The following were built: four drainage wells on the first aquifer with a flow rate of 30 l/s at a depth of about 36 m and four drainage wells on the second aquifer with flow rate of 50 l/s at a depth of about 60 m. For the purpose of guaranteeing operational continuity on halting of the well pumps, two storage tanks were projected, each having a minimum capacity of 1200 m³, a part of which was designated for exclusive use of the fire-fighting reserve supply. The tanks are situated in station 1 and station 2. A PEAD-PE100-PN10 pipeline conveys the water collected from the wells to the two storage tanks. The sanitary water distribution network is sourced from the tanks. The number of wells contemporaneously in use is regulated on the basis of the levels in the storage tanks.

STAZIONE DI SOLLEVAMENTO E RETE DI DISTRIBUZIONE ACQUA IGIENICO-SANITARIA

La rete è alimentata dalle due stazioni di sollevamento poste all'interno degli edifici dedicati (centrale 1 - stazione SAN 1; centrale 2 - stazione SAN 2). Il fabbisogno di picco è stato stimato in circa 270 l/s. I gruppi di pressurizzazione provvedono a rilanciare la portata necessaria alla rete di distribuzione, in maniera tale da garantire una pressione sufficiente all'utenza e comunque non inferiore a 20 mca. Il gruppo di pressurizzazione è collegato, come parte aspirante, direttamente al serbatoio, mentre a valle delle pompe ci sono quattro serbatoi a membrana, di tipo precaricato, da 500 l cadauno. Ogni stazione è costituita da tre pompe primarie (portata 45 l/s, assorbimento elettrico 30 kW, prevalenza 65 mca.), una

delle quali di back-up, e da due pompe pilota (portata 22,5 l/s, assorbimento elettrico 20 kW, prevalenza 65 mca.). Le pompe primarie operano a velocità fissa, mentre quelle pilota sono asservite a un motore controllato tramite variatore di frequenza (inverter) per adattare la velocità e pertanto la portata alle varie condizioni di carico. Per il dimensionamento delle tubazioni si è tenuto conto di una velocità massima del fluido di 2,5 m/s. Anche in questo caso la rete generale di distribuzione è costituita da una dorsale che attraversa l'intero sito da ovest a est, costituita da tubazioni in PEAD-PE100-PN 10 direttamente interrate lungo il Decumano. Da questa tubazione, stacchi opportunamente dimensionati e posizionati distribuiscono, secondo i fabbisogni stimati, l'acqua potabile, che è consegnata all'utente in un pozzetto in prossimità dell'edificio di pertinenza. In condizioni ordinarie la dorsale principale è sezionata con una valvola a saracinesca che rimane normalmente chiusa, in modo da avere due sottoreti alimentate singolarmente da una stazione di sollevamento. Durante le operazioni di manutenzione su una delle due stazioni, la saracinesca viene aperta e l'intera rete può essere alimentata da una sola stazione di sollevamento.

LIFTING PLANT AND SANITARY WATER DISTRIBUTION NETWORK

The network is supplied by two lifting stations located inside the dedicated buildings (station 1 - station SAN 1; station 2 - station SAN 2). Peak demand was estimated to be about 270 l/s. The pressurising units relay the flow rate necessary to the distribution network, so as to guarantee a sufficient pressure to users and in any case not lower than 20 m.c.m. The pressurising group is connected, as the aspirating part, directly to the tank, while downstream of the pumps 4 preloaded diaphragm tanks are located, each with a 500 l. capacity. Each station is constituted by three primary pumps (flow rate 45 l/s, electric power uptake 30 kW, head 65 m.c.m.), one of which is back-up, and two pilot pumps (flow rate 22.5 l/s, electrical absorbance 20 kW, head 65 m.c.m.). The primary pumps operate at a fixed velocity, while the pilot pumps are enslaved to a motor controlled by an inverter, for adapting the velocity and therefore the flow rate to the various load conditions. As for the dimensioning of the pipes account was taken of a maximum fluid velocity of 2.5 m/s. In this case too the general distribution

network was constituted by a branch crossing the whole site from west to east, constituted by PEAD-PE100-PN 10 pipes buried directly along the Decumanus. From this pipeline appropriately dimensioned branch lines distributed the potable water in accordance with estimated demands, which was delivered to the user in a well close to the building involved. In ordinary conditions the main branch is sectioned with a gate valve which is usually closed, so as to have two sub-networks singly supplied by one lifting plant. During the maintenance operations on one of the stations, the gate valve is opened and the whole network can be supplied by one lifting plant alone.

RETE ACQUE METEORICHE

La rete "acque bianche" raccoglie tutti i contributi di pioggia provenienti dalle superfici impermeabili interne al sito (strade, piazzali e tetti interni ed esterni ai lotti) e ha come unico recapito il canale perimetrale che svolge funzione di vasca di laminazione. In base alla configurazione planoaltimetrica del sito, la rete di drenaggio delle acque meteoriche è stata costruita come un reticolo di tubazioni disposte a pettine lungo i percorsi secondari con pendenza pari a quella del terreno di progetto che, partendo dal Decumano, giungono fino al canale. Le quote di progetto del piano stradale della Piastra degradano, concordemente col terreno, lungo il Decumano, con una pendenza media dello 0.4% in direzione nord ovest - sud est, mentre i percorsi secondari discendono verso il canale a partire dall'asse del boulevard centrale con pendenza uniforme pari allo 0.2%.

Per questo motivo le livellette delle tubazioni per le acque meteoriche sono state per quanto possibile mantenute parallele al piano campagna. Ciò ha permesso di avere profondità di posa ridotte che assicurano lo scarico a gravità nel canale. Uniche eccezioni risultano l'Open Air Theatre e la rampa di accesso ovest per i quali è stato necessario prevedere degli impianti di sollevamento per il recapito delle acque meteoriche nel canale.

Al fine di garantire un'elevata qualità delle acque scaricate, a monte di ogni immissione nel canale è previsto uno scolmatore in grado di separare le acque di prima pioggia; acque che vengono trattate in continuo tramite manufatti disoleatori/dissabbiatori dotati di filtri a coalescenza in grado di trattenere eventuali oli sversati.

Le acque di prima pioggia, dopo il trattamento di disoleazione, vengono, ove possibile, inviate alle vasche di fitodepurazione per ottenere un ulteriore miglioramento qualitativo delle acque. La rampa di accesso ovest è invece dotata di una vasca di prima pioggia in grado di invasare il volume richiesto e avviarlo alla rete per le acque nere.

RAINWATER NETWORK

The rainwater network collects all the rain coming from the waterproof surfaces inside the site (roads, squares and roofs inside and outside the lots) and has as its only outflow link the perimeter canal of the site that performs retarding basin functions. On the basis of the planimetric and altimetric configuration of the site, the rainwater drainage network was constructed as a network of pipelines arranged in herringbone fashion along the secondary paths with the same inclination as the project terrain departing from the Decumanus and reaching the canal. As the project heights of the road plan of the Piastra drop, along with the terrain, along the Decumanus, with an average 0.4% slope in the NW-SE direction, the secondary paths fall towards the canal starting from the axis of the central boulevard, with a uniform slope inclination of 0.2%. The levels of the pipelines for the rainwater were as far as possible maintained parallel to the plane of the countryside.



This enabled keeping laying depths to a minimum, while still ensuring gravity-based discharge into the canal. The only exceptions are the Open Air Theatre and the West Access ramp for which it was necessary to build lifting stations for directing the rainwater into the canal. With the purpose of guaranteeing high discharge water quality, upstream of each discharge into the canal a sluice was included to separate the first flush rainwater; this water is continuously treated using oil and grit separators provided with coalescence filters that retain any oils tipped into the water. The first flush rainwater, following the oil-separating treatment, is as far as possible sent to the sewage treatment tanks so as to achieve a further improvement in the quality of the waters. The West Access ramp is instead equipped with a first flush tank able to receive the demanded volume and send it on to the sewage water network.

RETE ACQUE NERE

La rete per le acque nere raccoglie tutti gli scarichi provenienti dalle aree service (contenenti i ristoranti e i bagni pubblici) dai lotti e dagli edifici interni al perimetro del canale Expo e ha come unico recapito la rete acque nere che è stata realizzata al di sotto della viabilità esterna, nell'ambito dell'appalto "risoluzione interferenze e viabilità", anch'esso di progetto MM. Anche le aree esterne al canale sono servite dalla citata rete esterna acque nere; questa scelta permette di allacciare la quasi totalità delle utenze "a gravità", limitando al minimo gli impianti di sollevamento. A causa della presenza del collettore Ianomi che attraversa il sito a margine della darsena nord, la rete interna al canale è stata suddivisa in due sottoreti distinte con due punti di scarico verso la rete esterna. Al fine di assicurare un corretto deflusso delle acque anche in corrispondenza delle portate minime, la pendenza dei condotti è pari allo 0.4%, a esclusione del tratto terminale dal nodo N0229 allo scarico sud, dove è ridotta allo 0.3% per garantire un'immissione nella rete esterna con un corretto salto di fondo rispetto alla tubazione principale. La rete per le acque nere è costituita da tubazioni in grès ceramico verniciate interamente ed esternamente, con giunti a bicchiere corredati da elementi di tenuta in poliuretano sia sul bicchiere che sulla punta; le tubazioni hanno diametri variabili da un minimo di Ø35 cm a un massimo di Ø50 cm. Le camerette d'ispezione poste a ogni immissione, cambio di direzione e mediamente ogni 30-35 m, sono di c.a. prefabbricato, di tipo circolare di dimensioni interne pari a 1500 mm e passo d'uomo Ø80 cm; ogni pozzetto è dotato di scalette d'accesso alla "marinara" in ghisa rivestita in neoprene e chiusino di ispezione circolare in ghisa classe D400, aventi luce netta pari a 700 mm e anello in gomma antiodore e antirumore. I singoli lotti ed edifici sono serviti grazie a stacchi anch'essi realizzati in grès ceramico di diametro pari a Ø20 cm che sono stati prolungati oltre il limite dei percorsi pubblici al fine di evitare successivi interventi di taglio e ripristino delle pavimentazioni stradali.

SEWAGE WATER NETWORK

The sewage water network collects all the drainage loads coming from the service areas (containing the restaurants and the public toilets) from the lots and the buildings



inside the Expo canal and is directed to only the sewage water network lying below the external roads as part of the "resolution of interferences and viability" contract, also drawn up by MM. The areas external of the canal were also served by the external sewage water network; this choice enables linking almost the totality of the "gravity" users, limiting the lifting stations to a minimum. Owing to the presence of the Ianomi collector crossing the site on the margin of the north mooring place, the network internal of the canal was subdivided into distinct sub-networks with two discharge points towards the external network. With the aim of ensuring a correct outflow of the waters at minimum flow rates too, the inclination of the conduits is 0.4%, with the exclusion of the terminal section from link N0229 to the south discharge where it is reduced to 0.3% so as to guarantee entry into the external network with a weir leap that is correct with respect to the main

pipeline. The sewage water network is constituted by ceramic stoneware pipes, painted inside and outside, with spigot and socket joints equipped with polyurethane seals on both the socket and the spigot; the pipes have variable diameters from a minimum of Ø35 cm to a maximum of Ø50 cm. The inspection chambers located at each entry point, shunt, and on average every 30-35 metres, are made of circular prefabricated reinforced concrete with internal dimensions of 1500 mm and clearance of Ø80 cm; each well is provided with vertical access ladders in neoprene clad iron and a circular inspection manhole cover in class D400 iron with a 700 mm opening and anti-odour and noise insulating rubber ring. The single lots and buildings were served by branches also made of ceramic stoneware having a diameter of Ø20 cm which were extended beyond the limit of the public pathways with the aim of preventing subsequent cutting and repairing interventions of the road pavements.



DRENAGGI

Oltre alle reti di raccolta delle acque superficiali (rete acque bianche) sono state previste anche delle reti di drenaggio allo scopo di evitare la stagnazione e l'accumulo delle acque piovane eventualmente infiltratesi nel terreno. Tali drenaggi sono stati previsti per le aree a verde poste sul bordo esterno del canale e per il terreno di riempimento alle spalle dei muri d'argine del canale.

DRAINAGE

Apart from the collection of surface waters (rainwater network), drainage networks were also included with the aim of preventing stagnation and accumulation of rainwater that may have infiltrated the terrain. This drainage system was devised for the green areas located on the external border of the canal and for the filled terrain behind the walls of the canal bank.



IMPIANTI ELETTRICI, SPECIALI, ICT

I sottoservizi di queste reti sono stati considerati "superficiali" in quanto posizionati a una profondità variabile tra 5 m e 30 cm. Sono i sottoservizi che hanno subito più modifiche, legate all'ingresso dei partner tecnologici, rispetto a quanto previsto nel progetto esecutivo. Le tubazioni sono costituite

da corrugati idonei per la realizzazione di cavidotti, antischiacciamento e lisce internamente, di diametro variabile tra 160 mm e 30 mm.



WIRED ELECTRICAL BOXES, SPECIAL, ICT

The sub-services of these networks were considered to be "surface" structures as they were positioned at a variable depth of between 5 m and 30 cm. These are the sub-services that have been subject to most modifications, a fact linked to the entry of the technological partners, with respect to what is set down in the executive project. The pipes were constituted by corrugated sections suitable for realising anti-crush and internally smooth cable ducts having variable diameters between 160mm and 30mm.



IMPIANTI ELETTRICI: LA SMART GRID
MM si è occupata dello sviluppo della progettazione per la distribuzione dell'energia elettrica MT/BT a tutte le utenze del sito espositivo. Si è mirato a ottenere una rete con le caratteristiche di continuità assoluta e di esercizio e ottimizzazione dinamica e continua della richiesta di energia. Pertanto il progetto, nel 2011, veniva sviluppato con una distribuzione di energia basata su una soluzione "classica" (distribuzione radiale) con l'aggiunta di un anello di emergenza sulle cabine di secondo livello per eventuali riconfigurazioni in caso di guasto. Tale soluzione permetteva di alimentare direttamente in media tensione i vari padiglioni e le stesse aree service, lasciando all'utilizzatore finale la realizzazione della propria cabina di trasformazione MT/BT, garantendo al progetto un elevato livello di flessibilità e libertà, soprattutto per eventuali esigenze di variazione della richiesta di potenza impegnata da ogni singolo padiglione rispetto a quella ipotizzata in questa fase progettuale. L'ingresso, a cantiere avviato, del partner tecnologico Enel Distribuzione, ha comportato una rivisitazione, da parte di MM, dell'intero sistema di distribuzione dell'energia elettrica. Per la prima volta in Italia veniva introdotta la Smart Grid (rete intelligente) al servizio di un'area urbana densa di utenze con carichi ed esigenze diversificate. MM ha quindi sviluppato la progettazione, affiancato dal partner tecnologico, rimodellando tutto l'assetto distributivo di MT e di BT.

Di conseguenza è stato richiesto un impegno elevato anche alla direzione lavori della piastra espositiva, che è stata affiancata da MM per un coordinamento dinamico che fosse proattivo per le modifiche ai lavori che si sarebbero poi sviluppate "in corsa". MM ha inoltre gestito, durante la fase dei lavori, le richieste di connessione alla rete elettrica che arrivavano da parte dei paesi partecipanti, comprese le inevitabili richieste di aumento dell'energia a disposizione (arrivate anche a pochi mesi prima dell'apertura dall'evento), che sono state gestite efficacemente. MM si è anche occupata del Coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione di questi impianti. Per tale azione

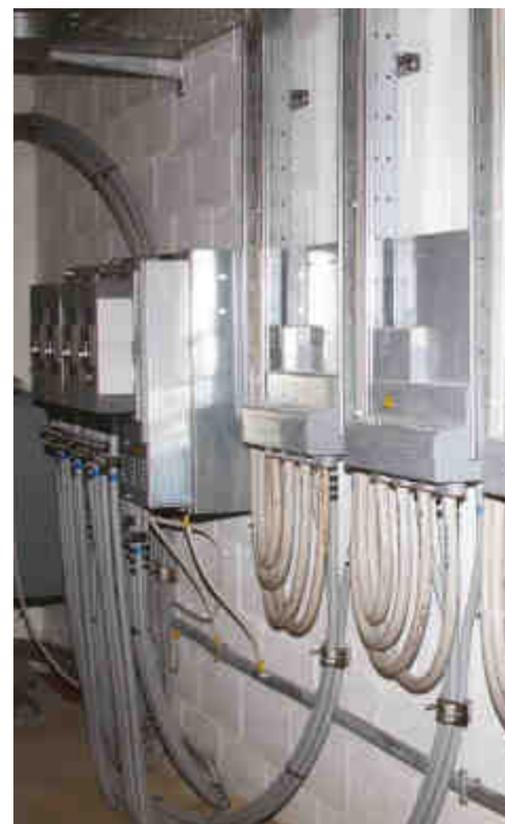
di coordinamento sono stati implementati degli innovativi metodi per la gestione del rischio elettrico, che hanno avuto risultati assolutamente positivi.

WIRED ELECTRICAL BOXES:
THE SMART GRID

MM took responsibility for the development of the mv/lv electricity distribution project for all users of the exhibition site. It was planned to achieve a network having the following features: absolute continuity, generation and dynamic and continuous optimisation of the energy demand.

For this reason, in 2011 the project was developed with an energy distribution based on a "classic" solution (radial distribution) with the addition of an emergency loop, for open use, on the second-level cabinets for eventual reconfigurations in a case of malfunctioning. This solution enabled directly providing medium voltage supply to the various pavilions and the service areas, leaving the final user to install its own mv/lv transformer cabinet, thus guaranteeing the project a high level of flexibility and freedom especially for any requests for changing the power supply guaranteed to each single pavilion with respect to what was first planned during the design stage of the project. The entry of technological partner Enel Distribuzione when the site was already under way triggered a rethink by MM of the whole electricity distribution system. A smart grid was introduced for the first time in Italy, to serve an urban area with a high user density and diverse needs.

lanked by its new technological partner, MM therefore developed a project involving a remodelling of the mv and lv distribution plan. Consequently the Direction of Works of the exhibition "floor" was requested to work extra hard, together with MM, to create a proactive dynamic coordination for the modification of the works which would then be developed as works proceeded. During the work operations stage, MM also managed requests for connection to the electricity network from participating countries, including the inevitable requests for increase of available energy (which were made up to only a few months from the opening of the event), all of which were efficiently handled. MM was also involved in safety coordination during the stage of execution of works for these plants. Novel methods for managing electrical risk were implemented during this coordinated activity, which resulted in truly positive outcomes.



FOCUS TECNICO

Quali requisiti hanno guidato la progettazione della distribuzione di energia elettrica? Si è mirato a ottenere una rete con le seguenti caratteristiche: continuità assoluta di esercizio e ottimizzazione dinamica e continua della richiesta di energia. Il partner individuato da Expo per la gestione della rete di media tensione è stato Enel Distribuzione, che ha proposto di dotare il sito espositivo di una rete innovativa tale da permettere l'erogazione dell'energia in modo "intelligente" nella gestione dei carichi e dotata di caratteristiche distributive tali da garantire i requisiti progettuali. Tale rete (o Smart Grid) è una particolare rete di distribuzione composta da due elementi: una rete di telecomunicazione e una rete di distribuzione elettrica. La combinazione di queste due reti permette di ottenere una gestione "intelligente" sotto vari aspetti, e con un'efficienza maggiore rispetto alla rete di distribuzione elettrica tradizionale. Qualche numero approssimativo per capire la rete:

- 40 km di cavi
- 7 cabine primarie
- 14 cabine secondarie
- 64 cabine "entra-esci"
- 30 trasformatori MT/BT da 630 kVA

La fornitura di energia elettrica da parte dell'ente erogatore (A2A) viene derivata dalla sottostazione "Musocco" con 10+10 cavi (feeder) primari, che si attestano in sette cabine di consegna.

A fianco di queste cabine sono posizionate le sette cabine primarie da dove ha origine la distribuzione elettrica dedicata al sito. Ogni cabina primaria alimenta due cabine di distribuzione secondarie, dalle quali parte la distribuzione dedicata a una specifica area: tale porzione di rete, definita "petalo", in modalità di esercizio ordinario, risulta del tipo ad anello chiuso, e garantisce una riconfigurazione automatica della rete in caso di guasto. Infatti in questo caso in uno dei petali, parte della rete può essere automaticamente riconfigurata, passando da assetto in anello chiuso (assetto servizio ordinario) a radiale (assetto in caso di guasto).

Le cabine secondarie sono posizionate negli interrati delle aree service, e interconnesse tra di loro con un anello di sicurezza, tenuto normalmente aperto. Le quattordici cabine, dette secondarie, hanno due funzioni:

- trasformazione da media a bassa tensione con l'obiettivo dell'alimentazione dei servizi comuni del sito espositivo (illuminazione normale e di sicurezza della viabilità, prese di servizio per stand, locali impianti speciali e ICT, utenze per climatizzazione e distribuzione acqua potabile, videowall, etc.);
- smistamento della fornitura di media tensione per alimentazione padiglioni dei Paesi partecipanti. Per ogni cabina secondaria è previsto un locale, adiacente alla stessa, dove sono posizionati dei gruppi di continuità elettrica "ups" dedicati all'alimentazione degli apparati di telecomando e all'alimentazione degli apparati di illuminazione per emergenza. Dalle quattordici cabine secondarie sono derivati i petali. Ogni petalo è composto da una serie di cabine interrate "entra-esci" che alimentano le singole utenze espositive. I parametri principali di controllo della rete sono misurati tramite l'impiego di "smart termination": le terminazioni dei cavi di media tensione sono realizzati con all'interno un dispositivo elettronico in grado di misurare i parametri energetici rilevati su ogni singola fase. La comunicazione fra le protezioni MT, le "smart termination" e il sistema automatico di gestione delle stesse è realizzato in fibra ottica: grazie a tale tecnologia è possibile minimizzare i tempi di comunicazione ed evitare qualsiasi possibile interferenza del segnale di carattere elettromagnetico; inoltre la banda di trasmissione

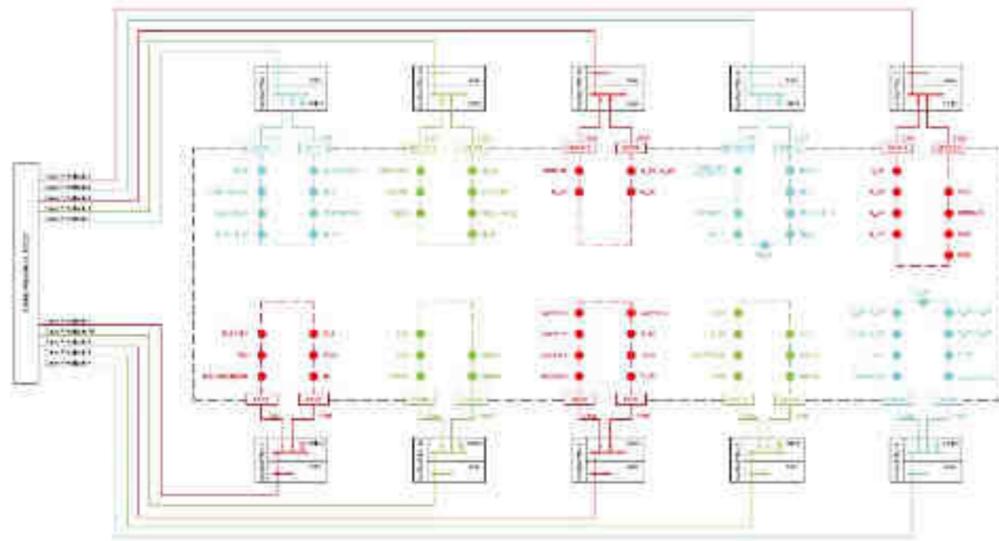
permette la trasmissione di grosse moli di dati in tempi minimi. Il sistema così realizzato permette in tempo reale di riconfigurare la rete in caso di guasto azzerando i tempi di disservizio e riequilibrando i carichi distribuiti.

TECHNICAL FOCUS

Which requirements guided the electricity distribution plan? The target was to obtain a network having the following features: absolute working continuity and dynamic and continuous optimisation of the energy demand. The partner identified by Expo for management of the medium-voltage network was Enel Distribuzione, which provided the exhibition site with a state-of-the-art grid meaning energy could be distributed "intelligently", with smart management of loads and having a mode of distribution that could guarantee project requirements. A "smart grid" is a special distribution network composed of two elements: a telecommunications network and an electricity distribution network; the combination of these two networks enables a "smart" management to be achieved under various aspects, and with greater efficiency than the traditional electricity distribution network. Here are a few approximate numbers which help to understand the network:

- 40 km di cavi
- 7 primary cabinets
- 14 secondary cabinets
- 64 "in and out" cabinets
- 30 MV/LV 630 kVA transformers

The supply of electricity by the dispenser corporation



(A2A) branched from the "Musocco" sub-station with 10 + 10 primary cables (feeders) which headed at seven delivery cabinets. These cabinets are flanked by the seven primary cabinets from which the site-dedicated electricity distribution originated. Each primary cabinet powered at least two secondary cabinets which distributed power to a specific area: this portion of network, known as a "petal" in usual operating mode, was of the closed-loop type, and ensured an automatic reconfiguration of the network in case of malfunctioning. In fact in this case, one of the "petals" of the network could be automatically reconfigured, passing from the closed-loop plan (usual service plan) to a radial plan (emergency default plan). The secondary cabinets were positioned in the underground zones of the service areas and were interconnected by a usually-open security loop. The fourteen cabinets termed "secondary" had two functions:

- transformation from medium to low voltage with the objective of powering the "common services" of the exhibition site (normal lighting and safety of viability, service link-ups for stands, special and ICT local plant, users for air conditioning and distribution of potable water, video-walls, etc.);
- medium-voltage sorting for supply to the pavilions of the participating countries.

A room was included for each secondary cabinet, adjacent to the cabinet, where two UPS batteries were positioned and dedicated to supplying remote control apparatus and powering the emergency lighting apparatus. The petals branched off from the fourteen secondary cabinets. Each petal was composed of a series of "in-out" underground cabinets which power the single exhibition users. The main control parameters of the network were measured by the use of "smart termination": the terminals of the medium-voltage cables were realised with an electronic device inside able to measure the energy parameters detected on each single phase.

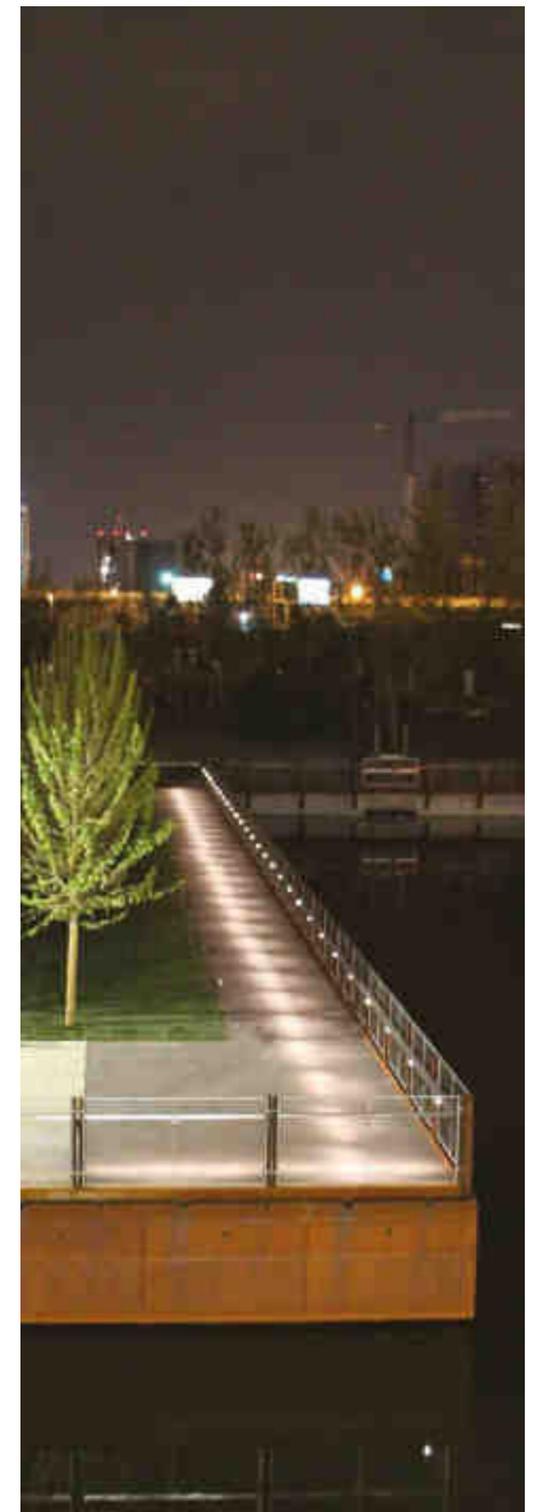
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

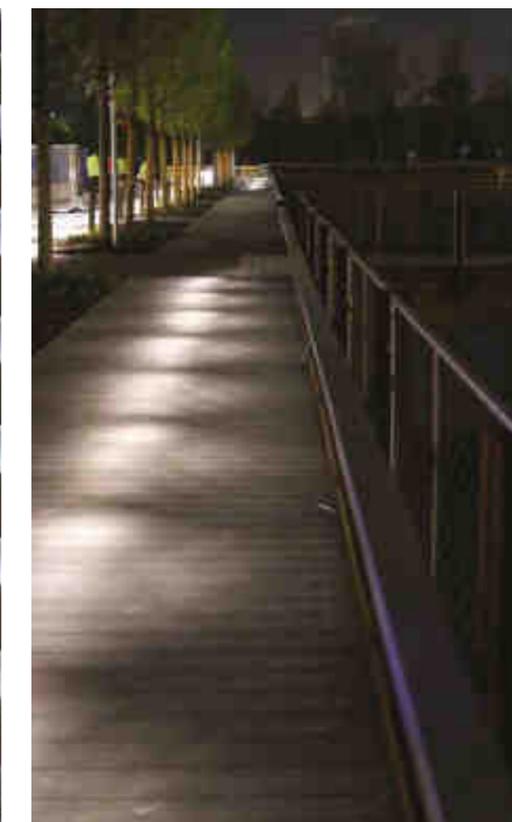
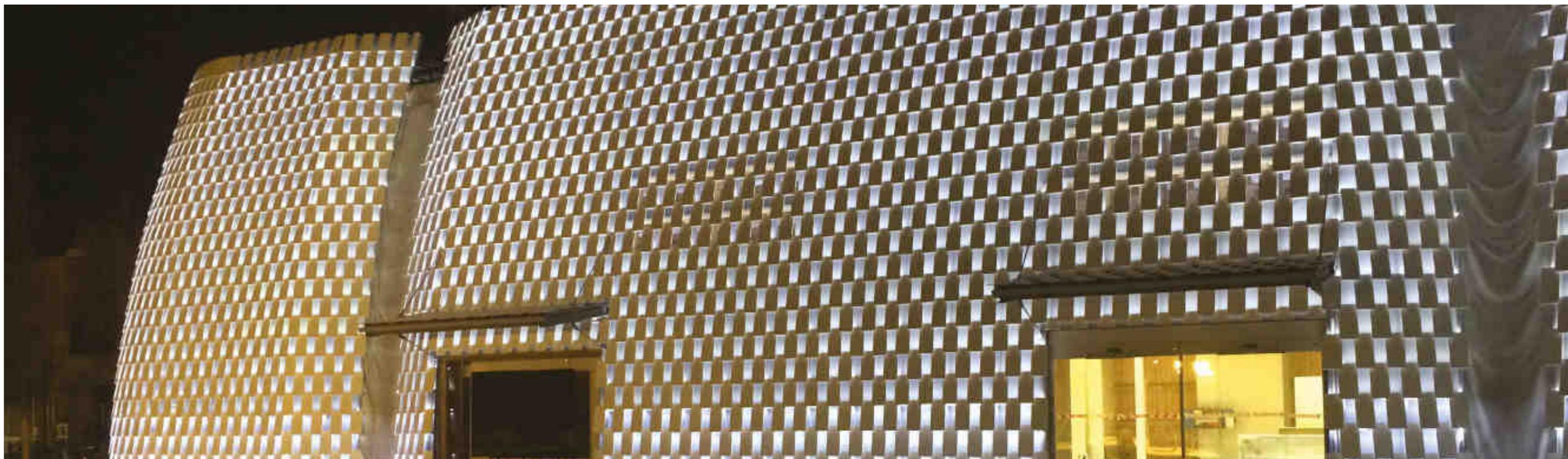
MM si è occupata della progettazione dell'intero impianto di illuminazione del sito espositivo coniugando le esigenze di illuminazione al servizio dei percorsi pedonali e veicolari con le esigenze architettoniche e scenografiche richieste dalla particolarità dell'opera. La progettazione ha avuto inizio nel 2011 con l'individuazione di una soluzione che ha tenuto conto delle ultime innovazioni tecnologiche disponibili sul mercato: si trattava del primo

impiego di tecnologia led su un ambito esteso urbano. La scelta di questa tecnologia ha comportato un grosso sforzo progettuale per l'individuazione di apparecchiature e soluzioni che portassero al risultato sperato. L'ingresso del partner tecnologico Enel Sole e la continua evoluzione del mercato dei corpi illuminanti hanno richiesto un impegno costante da parte di MM nell'affiancamento della stazione appaltante (Expo 2015) e della direzione lavori di piastra per il coordinamento tecnico continuativo, dovuto alle continue modifiche agli impianti, causate dall'elevata frequenza di variazione del masterplan e per l'affinamento dei corpi illuminanti da utilizzare per garantire l'illuminazione richiesta. La rete è stata progettata per essere gestita e integrata con l'Energy Management System (EMS); tutti gli apparecchi di illuminazione sono gestiti e programmati attraverso il sistema di telecomando, che permette la verifica punto a punto interfacciandosi con la Smart Grid realizzata da Enel Distribuzione attraverso il network garantito dall'infrastruttura in fibra ottica fornita da Telecom e dagli apparati di interconnessione.

LIGHTING PLANT

MM was responsible for the design of the whole lighting plant of the exhibition site, and sought to marry the lighting needs of the pedestrian and vehicle thoroughfares with the architectonic and visual requirements demanded by the special nature of the Expo. The project took form in 2011 with the identification of a solution that espoused the latest technological solutions available on the market: this was the first use of LED technology in a large urban development. The choice of this technology meant a huge effort in design terms to seek out and find the apparatus and solutions that would bring about the desired results. The entry of Enel Sole as a technological partner and the ongoing market evolution in lighting unit technology engendered constant efforts by MM to aid the contracting body (Expo 2015) and the direction of works on the site Floor for continuing technical coordination, because of the continuous plant modifications required by the very frequent changes to the masterplan and for the refining of the lighting units so as to guarantee the desired quality of lighting. The plant was designed to be managed by and integrated





with the Energy Management System (EMS); all lighting units were managed and programmed via the remote control system, which enabled point-by-point control and interfacing with the smart grid created by Enel Distribuzione across the network and guaranteed by the Telecom-supplied optic fibre infrastructure and the interconnecting apparatus.

FOCUS TECNICO

L'obiettivo principale del progetto di illuminazione dell'area espositiva è stato quello di caratterizzare le varie zone e le funzioni che vi si svolgono attraverso una soluzione illuminotecnica che desse rilievo alle installazioni, sottolineasse i percorsi e permettesse alla luce di svolgere la funzione di linguaggio progettuale e scenografico e non solo visivo. La ricerca per creare un ambiente caratterizzato dai contrasti ed eterogeneo ha portato all'individuazione e alla suddivisione dell'area in diverse tipologie di zone, che l'illuminazione ha reso evidenti, riconoscibili

e uniche. L'area espositiva è stata interamente dotata di apparati illuminanti dotati di tecnologia led. Questo è stato uno dei primi impieghi totally-led per aree aventi un'estensione "metropolitana" in Italia. Il progetto in seguito è stato ulteriormente affinato dal "Global and official partner for lighting solutions" Enel Sole. Tutti gli apparati illuminanti vengono gestiti da un sistema di telecontrollo, a onde convogliate che "viaggiano" sullo stesso cavo di alimentazione del corpo illuminante, che fa capo alle aree service. Da qui, mediante una rete dedicata in fibra ottica (realizzata da Telecom e Cisco su specifica di Enel Sole), è possibile, dal centro di controllo ECCC (Expo Control and Command Center) posizionato in via Drago, implementare le funzioni di accensione, spegnimento, regolazione del flusso luminoso e segnalazione in caso di guasto. Per l'illuminazione dei percorsi principali e secondari è stato introdotto un innovativo apparato illuminante: "Archilede High Performance". 730

di questi apparati illuminanti, sul Decumano e sul Cardo, sono stati installati sui pali di supporto delle tende. Ogni palo è stato dotato di un apparato illuminante rivolto verso il basso, per una illuminazione a luce diretta con ottica asimmetrica e due rivolti verso l'alto, indirizzati sulle tende per illuminazione a luce indiretta. Le flange, appositamente progettate, hanno permesso un'installazione semplice e agevole, evitando interventi meccanici sulla struttura delle tende. Tutti questi apparati illuminanti potranno essere riutilizzati in una successiva ricollocazione in aree urbane, a traffico motorizzato e/o pedonale. 534 corpi illuminanti sono stati collocati sui percorsi secondari, ossia le strade perpendicolari al Decumano e poste tra i padiglioni. L'illuminazione dei percorsi secondari e delle piazzette adiacenti è stata realizzata mediante l'installazione degli Archilede HP su pali di 6 m di altezza, posizionati con interdistanza di circa 20 m. MM si è occupata, inoltre, del coordinamento

tra i diversi partner per l'ingegnerizzazione dei pali dedicati ai percorsi secondari: su questi supporti sono state installate, oltre alle periferiche dedicate all'illuminazione, le periferiche di videosorveglianza, filodiffusione e wi-fi. MM si è anche occupata del Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione: una sfida impegnativa, vinta. Un piccolo esempio: nella fase di cantiere, sui 246 pali dedicati ai percorsi secondari e sui pali di sostegno delle tende, erano previste le operazioni, spesso simultanee, di posa della fibra ottica dedicata al wi-fi da parte di Telecom, posa di telecamere e diffusori sonori da parte di Selex, posa di alimentazione elettrica per wi-fi e illuminazione da parte di Bilfinger e posa di apparati di illuminazione da parte di Enel Sole. L'illuminazione delle vie d'acqua, delle darsene e di tutto il sistema che, attraversando il sito, crea spazi liquidi tra i padiglioni, fondendosi insieme al verde, è stata realizzata con 968 apparecchi Bollard dal design tradizionale e dotati di ottica mono/bi direzionale. È stato inoltre sviluppato dal partner Enel Sole, per i percorsi lungo i canali, l'apparato illuminante denominato "Bollard Expo": un'innovazione che, sfruttando in modo innovativo la rifrazione della luce sull'apparecchio, permette una diffusione all'esterno della luce e un'illuminazione contemporanea della colonnina di supporto. L'illuminazione dei percorsi che confinano con le zone d'acqua, caratterizzati da passerelle in legno, è stata garantita da 1.186 apparati installati lungo il corrimano, con un sistema di staffaggio appositamente ingegnerizzato per il sito espositivo. Per i ponti pedonali sono stati utilizzati degli apparati la cui forma richiama le bitte delle banchine portuali. L'illuminotecnica degli Hortus è stata studiata per evidenziare questi giardini dotati di pergole e sedute, per un'area di 27.000 metri quadrati: dei 723 corpi illuminati, alcuni sono stati dedicati all'illuminazione delle bordure perimetrali. Più precisamente si è utilizzato un corpo illuminante costituito da un sottile stelo di altezza pari a 1,3 metri, posizionato secondo un'interdistanza che richiama proporzioni auree. Mentre altri corpi, un po' più tradizionali, a luce diretta, montati su pali di altezza 4 metri,

garantivano l'illuminazione funzionale dei vialetti e delle aree di sosta. I grandi spiazzi per l'afflusso del pubblico, come il perimetro del Lake Arena nel quale è stato collocato l'Albero della Vita, le aree limitrofe a Expo Center e Padiglione Zero o lo spazio antistante a Cascina Triulza, sono stati illuminati con sistemi multi-proiettore, installati su palo, al fine di rendere l'impianto di illuminazione poco invasivo nel contesto architettonico. Sono stati previsti più apparecchi, fino a un massimo di sei per ogni palo e altezze variabili da 6 a 9 metri per i pali stessi. La Collina mediterranea, considerata uno degli elementi principali dell'area espositiva perché dalle sue salite è possibile ammirare l'intero sito, è stata illuminata con diverse soluzioni adatte ai vari ambiti: strisce led in corrispondenza del corrimano sulle rampe, Bollard per le aree verdi e sulle sommità apparecchi di arredo urbano appositamente progettati per evidenziarne la cima. Il perimetro esterno del sito espositivo (Loop) è stato dotato di 720 apparati illuminanti, con una suddivisione in 12 zone funzionali. Ogni zona funzionale è dotata di un quadro comando che permette un "telecontrollo a isola", tramite il quale si può gestire con degli interruttori crepuscolari e fotocellule l'accensione e lo spegnimento dei lampioni. Per questi impianti è stato scelto un tipo di tecnologia che fosse in grado di uniformarsi con il sistema di illuminazione pubblica della città di Milano, per poterlo integrare nel sistema di illuminazione viaria pubblica alla conclusione dell'evento espositivo. Il progetto e la successiva implementazione hanno avuto come basi i criteri di risparmio energetico, facilità di manutenzione, piacevolezza del vivere e quindi il pieno rispetto ambientale, estetico, funzionale ed ecosostenibile. Questi obiettivi, pienamente conseguiti, sono stati parti fondamentali del successo dell'evento espositivo.

TECHNICAL FOCUS

The main objective of the lighting project for the exhibition area was to characterise the various zones and functions with a technical lighting system that enhanced the installations, highlighted - literally - the walkways and elevated the lighting to the status of design and dramatic language, and not just a visual

function. The search for an environment featuring contrasts, that is, a heterogeneous experience, involved identifying and sub-dividing the area into various categories of zone, which with the help of the lighting could be brought out, be identifiable and unique. The exhibition area was entirely covered by LED technology lighting apparatus. This was one of the first uses of totally-LED technology for areas of a "metropolitan" size in Italy. Later the project was further refined by the Enel Sole "Global and official partner for lighting solutions". All the lighting units were managed by a remote control system, run by PLT devices, which were carried on the same power cable powering the lighting unit, and which was headed at the service areas. Via a dedicated optic fibre network (supplied by Telecom and Cisco following Enel Sole specifications), all lighting functions, including switching-off, regulation of light flow and signalling in case of malfunctioning could be directed from the Service Areas, specifically from the ECCC control centre located in Via Drago. A novel lighting unit was used for the illumination of the main and secondary roads, known as the "Archilede high performance". 730 of these lighting units were installed on the tent support poles on the Decumanus and Cardo. Each post was provided with one downwards-facing lighting unit to give direct lighting with optical asymmetry and two facing upwards, directed onto the tents to cast indirect lighting. The specially-designed flanges enabled simple and uncomplicated installation and also obviated the need for mechanical operations on the structure of the tents. All of the lighting apparatus was re-utilisable in a subsequent relocation in urban areas, whether bearing motorised vehicular or pedestrian traffic, or both. 534 lighting units were located on the secondary paths, i.e. those perpendicular to the Decumanus and positioned between the pavilions. The lighting of the secondary paths and the adjacent squares was realised by installation of the Archilede HPs on 6-metre high posts, positioned at distances of about 20 metres. MM also managed coordination among the various partners for the engineering of the posts for the secondary paths: alongside the peripherals dedicated to lighting, those dedicated to video-surveillance, radio and Wi-Fi connections were also installed on these light supports. MM was also involved in safety coordination during the execution of works stage: a great challenge, from which it emerged victorious. A small example: during the worksite stage, the 246 posts dedicated to the secondary paths and the tent support poles were

often simultaneously fitted with optic fibre for Wi-Fi by Telecom, television cameras and loudspeakers by Selex, electricity for Wi-Fi and lighting by Bilfinger and lighting apparatus by Enel Sole. The lighting of the watercourses, the mooring places and the whole system that crossed the site and created watery spaces between the pavilions, blending with the greenery, another distinctive feature of the exhibition site, was created using 968 Bollard units of traditional design and with a mono/bi-directional feature. Partner Enel Sole developed, for canalside paths, a special lighting unit called the "Expo Bollard", which had a novel way of exploiting light refraction on the unit to create an external diffusion of the light while also illuminating the support pole. Pathway lighting on the paths bordering the watery areas, which had timber walkways, was created by 1186 units installed along the handrail, with a bracketing system specially engineered for the exhibition site. For the footbridges, units evoking portside mooring bitts were used. The Hortus lighting was designed for bringing out the beauty of these gardens, equipped with pergolas and seating and covering an area of 27000 square metres; of the 723 lighting units; some were dedicated to illuminating the border displays. More precisely, a lighting unit constituted by a slim 1.3 metre high stem was positioned at a distance from the others, to suggest golden ratios. Other units, a little more traditional, were lit directly, mounted on posts at 4 metres height, guaranteed functional illumination of the lanes and resting areas. The broad spaces where the public would gather, rather like in town piazzas, located in areas around the perimeter of the Lake Arena, where the Tree of Life stands, areas around the Expo Centre and the Padiglione Zero, the space before the Cascina Triulza, were all lit with multi-projector systems, installed on posts, with the objective of limiting the number of supports necessary for making the lighting plant as minimally invasive as possible in the architectonic context. A number of units, up to a maximum of 6, were installed on each single pole, and the posts were of variable heights, from 6 to 9 metres. The Mediterranean Hill, constituted one of the main features of the exhibition area because of its role as a great vantage point for admiring the whole site, was illuminated using various solutions suited to the various scenarios: LED strips at the handrail on the ramps, Bollards for the green areas, and on the top urban furnishing units specially designed to pick out the summit. The external perimeter of the exhibition site (Loop) was equipped with 720 lighting units,

subdivided into 12 functional zones. Each functional zone was equipped with a control panel for local remote control, which could be used to manage dusk-switches and lighting and dousing sensors for the lamps. A type of technology was chosen, for these plants, that was able to blend with the Milan city public lighting system, so that on conclusion of the exhibition it could be integrated into the street public lighting system. The project and the following implementation were based on energy-saving criteria, ease of maintenance, joy of life and full respect for the environment, in aesthetic, functional and eco-sustainable terms. These objectives, fully attained, were a fundamental part of the success of the exhibition.

IMPIANTI MECCANICI

MM ha sviluppato la progettazione degli impianti meccanici per coniugare le esigenze di fornitura idrica a basso impatto ambientale. Il progetto è stato quindi sviluppato con l'obiettivo di distribuire l'acqua per il condizionamento degli edifici, l'uso potabile e sanitario, antincendio, garantendo la massima modularità di impiego e scalarità di impianto. Sono state adottate soluzioni innovative per quanto riguarda il condizionamento, utilizzando l'acqua di canale per gli impianti degli edifici "temporanei" (e quindi evitando l'utilizzo di acqua prelevata dalla falda). È stato inoltre garantito un attento supporto alla direzione lavori per verificare che lo svolgimento dei lavori avvenisse in aderenza al progetto, anche in virtù delle numerose modifiche effettuate sul masterplan a valle della chiusura della progettazione; questo è stato possibile affiancando fin da subito la società Expo in un coordinamento tecnico efficace.

MECHANICAL PLANT

MM developed the project for the mechanical plant with the scope of marrying the needs for water supply with a low environmental impact. The project was therefore developed with the aim of distributing water for air conditioning in the buildings, potable and sanitary water, and water for fire-fighting, ensuring maximum plant use modularity and scaling. Novel solutions were employed for air conditioning, using canal water for the "temporary" building plants (and therefore preventing use of water sourced from the aquifer). A careful watching support was kept on the direction of works

to verify that the works were carried out in line with the project requisites, also in the light of the numerous changes made to the masterplan following the conclusion of the project; this was possible by flanking the Expo company in an effective technical coordination right from the outset.



FOCUS TECNICO

Gli impianti meccanici al servizio del sito espositivo, progettati da MM, sono:

- impianto antincendio;
- impianto rete acqua potabile;
- impianto rete acqua condensazione e falda;
- impianto rete acqua sanitaria e irrigazione.

Questi impianti, comunemente chiamati "fluidomeccanici", assicurano la fornitura di acqua per molteplici usi nel pieno rispetto dell'ambiente.

TECHNICAL FOCUS

The mechanical plant in the exhibition site, designed by MM, was as follows:

- *fire-fighting plant*
- *potable water network plant*
- *condensation water and aquifer network plant*
- *sanitary water and irrigation network plant*

These plants, usually called "fluid-mechanical", ensured water supply for many uses in full respect of the environment.

IMPIANTO ANTINCENDIO

Il progetto dell'impianto idrico antincendio, per lo spegnimento manuale del fuoco in caso di emergenza, è suddiviso in tre stralci funzionali:

- le riserve idriche antincendio e le stazioni di pompaggio;

- la rete antincendio generale di distribuzione, comprensiva degli idranti stradali soprasuolo;

- gli idranti installati all'interno dei diversi fabbricati protetti e la rete che li alimenta, comprensiva degli attacchi motopompa per diversi fabbricati.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento dell'acqua necessaria si è stabilito, al fine di rendere la rete indipendente dalla rete pubblica di acqua potabile, di utilizzare acqua di falda, che è stata dimensionata per essere emunta e soddisfare le diverse necessità idriche del sito secondo gli usi consentiti. Si è pensato di posizionare le tubazioni direttamente interrata lungo il Decumano.

La rete di distribuzione ha una conformazione ad anello (anello principale). Ciò garantisce la possibilità di distribuzione in tutta la rete da ambedue le centrali antincendio previste a servizio del sito espositivo. L'anello principale è intercettato in sei punti, per eventuali operazioni di manutenzione.

La disposizione delle valvole a saracinesca è stata scelta in maniera tale da non escludere



mai entrambe le centrali di sollevamento dal servizio dell'anello. Le sotto-aree in cui è diviso il sito sono servite a loro volta da una rete ad anello (anello secondario) con maglia interna per garantire il servizio per ogni edificio o padiglione da due lati: ogni edificio è infatti servito da due stacchi separati, posizionati in due punti contrapposti del lotto su cui insiste l'edificio stesso, per garantire una maggior sicurezza di esercizio.

Il dimensionamento di tutto l'impianto antincendio è stato condotto ipotizzando due incendi contemporanei all'interno del sito. Questo livello di sicurezza prevede che, in caso di incendio, debba essere garantito il funzionamento contemporaneo di quattro idranti stradali e di tre idranti interni agli edifici. La portata d'acqua garantita è sufficiente per fronteggiare un incendio in un edificio con livello di pericolosità elevato (che all'interno del sito, potrebbe essere rappresentato da Palazzo Italia), livello che comporterebbe la disponibilità di una portata

pari a 38 l/s. La progettazione prevede che le due centrali antincendio siano situate affianco alle centrali dell'acqua sanitaria e siano separate da setti per rendere le riserve di acqua indipendenti fra di loro in maniera da mantenere in ciascun serbatoio antincendio il volume minimo richiesto.

FIRE-FIGHTING PLANT

The fire-fighting plant project, for manual extinguishing of the fire in emergencies, was subdivided into three functional strands:

- *fire fighting water reserve tanks and pumping stations;*
- *the general distribution fire-fighting network, including surface-level road hydrants;*
- *hydrants installed inside the various protected buildings, and the network supplying them including motor pump fittings for various buildings.*

As regards the provision of the necessary water it was decided, for the purpose of rendering the network independent of the potable water public network, to use aquifer water, the aquifer being dimensioned for use in meeting various site water needs in compliance with the

allowed uses. The pipes were buried directly beneath the Decumans. The distribution network had a looped conformation (main loop). This ensured that water from both the fire-fighting stations at the service of the exhibition site could be distributed throughout the whole network. The main loop was intercepted at six points for eventual maintenance operations. The arrangement of the gate valves was chosen so as never to cut off both the lifting stations from access to the loop. The sub-areas into which the site was divided are in turn served by a looped network (secondary loop) with an inner link for guaranteeing service for each building or pavilion from two sides: in fact each building was served by two separate parts, positioned at two opposite points of the lot containing the building, so as to ensure greater safety in the workplace. The dimensioning of the whole fire-fighting plant was planned in the hypothetical situation of two fires breaking out inside the site at the same time. This hypothetical level of safety involves, in a case of fire, a guarantee of the contemporary functioning of four road hydrants and three hydrants inside the buildings. The guaranteed water flow rate was sufficient for fighting a fire classifiable as very highly dangerous in a building (which in the context of the site might be the Palazzo Italia); the water supply level would need to be 38 l/s. In the project, the two fire-fighting stations were situated by the flanks of the sanitary water stations and were separated by walls so that the water reserves were independent of one another - this meant each fire-fighting tank could maintain the minimum volume required.

IMPIANTO RETE ACQUA POTABILE

La rete dell'acqua potabile è al servizio di tutte le utenze previste nel complesso di Expo.

La copertura del fabbisogno idrico di acqua potabile è assolta dalla fornitura da parte dell'acquedotto di Milano, per una portata di picco pari a 180 l/s. Tale collegamento convoglia l'acqua a uso potabile a una centrale di sollevamento, posta all'interno di un edificio dedicato, che provvede a ribilanciare la portata necessaria alla rete di distribuzione, in maniera tale da garantire una pressione sufficiente all'utenza idraulica più sfavorita. Oltre a quanto sopra esposto il progetto di MM prevede una dorsale di distribuzione attraverso l'intero sito da ovest a est lungo il Decumano; da questa tubazione, stacchi opportunamente dimensionati e posizionati distribuiscono, secondo i fabbisogni stimati, l'acqua potabile alle diverse utenze presenti nel sito.

POTABLE WATER NETWORK PLANT

The potable water network was at the service of all the expected users in the EXPO complex.

Potable water demand was met by the Milan city aqueduct, with a peak flow rate of 180 l/s. This link conveyed the potable water to a lifting station, located inside a dedicated building, which relayed the necessary flow rate to the distribution network, thus ensuring sufficient pressure as far as the worst-positioned of the users. As well as what is set out above, MM's project included a distribution line across the whole site from west to east along the Decumans; suitably-dimensioned and positioned branches ran off from the line and distributed potable water to the various site users in line with estimated demands.

IMPIANTO RETE ACQUA

CONDENSAZIONE E FALDA

L'Esposizione si è svolta nel periodo compreso tra i mesi di maggio e ottobre 2015, pertanto si è reso necessario assicurare il servizio di raffrescamento estivo per gli edifici temporanei durante il periodo dell'Esposizione, oltre al servizio di riscaldamento invernale relativamente agli edifici che sarebbero rimasti in sito anche dopo la fine della manifestazione. A tale scopo il progetto è stato sviluppato per un sistema di trasporto ad anello primario di acqua di condensazione superficiale per le utenze non permanenti e di un sistema di trasporto ad anello di acqua di pozzo per le utenze permanenti anche dopo l'Esposizione.

La distribuzione di acqua per scopi di climatizzazione ha permesso di utilizzare sistemi di climatizzazione indipendenti per ogni edificio che avessero come caratteristica l'impiego di sistemi di condensazione frigorifera/termica ad acqua.

- Impianto acqua condensazione

La dislocazione funzionale degli edifici di Expo afferenti al sito espositivo permette di poterli servire attraverso un circuito di acqua industriale ad uso di condensazione frigorifera. La quasi totalità degli edifici (con esclusione degli edifici "permanenti") è quindi servita da una rete di acqua prelevata dal corso d'acqua Villorosi. L'impianto è stato dimensionato con un sistema di captazione, pressurizzazione e filtrazione dell'acqua prelevata per una portata di punta di 700 l/s. Il progetto prevede che l'acqua trattata sia pressurizzata in rete con elettropompe di adeguata portata e prevalenza e sia distribuita con due dorsali principali di trasporto di mandata e altre di ritorno con

re-immissione dell'acqua, in più punti, nel canale perimetrale del sito espositivo.

Da queste dorsali sono derivati degli stacchi principali e, da questi, stacchi secondari, dimensionati in relazione ai fabbisogni di acqua di condensazione di ciascuna utenza, che vanno ad alimentare lotti ed edifici.

Al fine di controllare che il salto termico tra l'acqua prelevata dal canale perimetrale e quella immessa non superi i 3° C, sono state previste due stazioni di misura della temperatura, all'inizio e alla fine del canale.

- Impianto acqua di falda

Per gli edifici "permanenti" la climatizzazione è indipendente con impianti autonomi, e il progetto prevede che sia realizzata tramite sfruttamento dell'acqua prelevata dalla falda, dimensionata per una portata massima di prelievo pari a 128 l/s con funzionamento estivo e una portata massima di prelievo pari a 205 l/s, per funzionamento invernale. Il circuito acqua di falda, alimentato attraverso 8 pozzi di emungimento realizzati appositamente per l'evento espositivo, eroga una portata totale di 270 l/s per permettere in contemporanea il funzionamento del circuito di condensazione e anche il reintegro delle vasche acqua sanitaria e antincendio.

Condensation water and aquifer network plant

The exhibition was to take place in the period comprised between the months of May and October 2015, and therefore it would be necessary to ensure a summer cooling service for the temporary buildings during the exhibition, as well as a winter heating service for the buildings that would remain on-site after the closure of the Universal Exhibition. For this reason the project included a primary loop conveying system of surface condensation water for the non-permanent users and a loop conveying system of well water for the permanent users, which would continue after the closure of the exhibition. The distribution of water for conditioning purposes meant independent climate-control systems could be used for each building having, as a feature, the use of water-based condensation cooling/heating systems.

• Condensation water plant

The functional location of the buildings on the exhibition site means that they can be served by an industrial water circuit for refrigeration condensation. The almost-totality of buildings (with the exclusion of the "permanent" buildings) is thus served by a water network collected from the Villorosi watercourse. The plant was dimensioned with a capture,

pressurisation and filtration system of the water collected, at a peak flow rate of 700 l/s. In the project design the treated water is pressurised in the network using electric pumps having suitable flow rate and head and is distributed along two main delivery branches and another two return branches with return of the water, at two points, into the perimeter canal of the exhibition site. Main spurs depart from the branches, and secondary conduits from these, dimensioned in relation to the condensation water demand for each user and supplying lots and buildings. For the purpose of checking that the thermal gradient between the water collected from the perimeter canal and the water returned does not exceed 3°C, two temperature measuring stations are installed, one at the start of the canal and another at the end of it.

• *Aquifer water plant*

For the permanent buildings, climate control was independent with autonomous plants, and in the project this is achieved by using water taken from the aquifer, dimensioned for a maximum collection flow rate of 128 l/s during the summer and a maximum collection rate of 205 l/s during the winter. The aquifer water circuit, supplied by 8 drainage wells specially constructed for the exhibition event, delivered a total flow rate of 270 l/s for contemporaneously enabling the functioning of the condensation circuit and also the reintegration of the fire-fighting and sanitary water tanks.

IMPIANTO RETE ACQUA SANITARIA E IRRIGAZIONE

Per un corretto utilizzo delle risorse idriche, il fabbisogno necessario per le utenze di acqua ad uso sanitario (wc e irrigazione) è soddisfatto attraverso acqua di emungimento dei pozzi realizzati appositamente per l'evento, ubicati nel sottosuolo in prossimità del sito. A tal fine è stato redatto un "mastodontico" progetto per una specifica rete di distribuzione dell'acqua sanitaria a servizio di un numero elevatissimo di servizi igienici, ripartiti su tutto il sito e per l'impianto di irrigazione.

SANITARY WATER AND IRRIGATION NETWORK PLANT

For correct use of the water resources, the demand for sanitary water users (bathrooms and irrigation) was met by drainage water from the specially-bored wells for the exhibition event and located in the subsoil in proximity of the Expo site. For this purpose a huge project was drawn up for a specific distribution network of sanitary water to serve a very high number of hygienic services distributed over the whole site as well as the irrigation plant.

IMPIANTI SPECIALI

La progettazione degli impianti speciali è stata una delle sfide più importanti per consentire lo svolgimento di un evento con oltre 20 milioni di visitatori. A valle della progettazione esecutiva, Expo ha ricercato partner altamente specializzati per la fornitura dei sistemi. Per quelli di sicurezza è stata selezionata l'azienda Selex, che insieme a Cisco e Telecom ha fornito la propria soluzione per la sicurezza del sito espositivo. A valle di questa scelta sono state fornite migliaia di ore di assistenza al coordinamento tecnico alla stazione appaltante e, successivamente, alla direzione lavori dell'appalto Piastra per contribuire a rendere funzionale quanto precedentemente predisposto, a livello di progetto, con le nuove soluzioni tecniche, proprietarie, individuate. Il lavoro di base svolto da MM con la progettazione esecutiva è stato revisionato in appena quattro mesi, mantenendo la medesima qualità progettuale. Expo 2015 è stata la prima smart city a integrare una rete in fibra ottica dedicata alla sicurezza. Questa rete, progettata da MM secondo le specifiche dei partner Cisco e Telecom, ha garantito l'assoluta continuità di esercizio oltre a elevati standard di sicurezza.



SPECIAL PLANT

The design of special plant for the Expo was one of the greatest challenges for the smooth running of an event expecting over 20 million visitors. On completion of the executive design, Expo sought highly-specialised partners for supply of the systems. Selex was selected to build the safety systems and together with Cisco and Telecom this company provided its own solution for the security of the exhibition site. Following this choice thousands of working hours were provided to the technical coordination of the contracting authority and then to the Direction of Works of the Floor contract, as a contribution to realising the project as designed, with new technical, proprietary solutions. MM's original work of executive project design was overhauled in just 4 months, but lost nothing in terms of project quality. Expo 2015 was the first "smart city" to set up an optic fibre network dedicated to safety. This network, designed by MM in line with partners Cisco and Telecom, guaranteed absolute functioning continuity and high safety standards.

FOCUS TECNICO

La categoria "impianti speciali" è composta dagli impianti che garantiscono la sicurezza delle persone (safety) e la sicurezza degli oggetti (security). Sono stati previsti, al servizio delle aree esterne, i seguenti impianti:

- impianto antintrusione perimetrale e videosorveglianza;
- impianto evacuazione sonora per emergenza;
- impianto supervisione e controllo.

Per ogni edificio sono stati previsti, oltre agli impianti sopra elencati, un impianto di rilevazione incendio e un impianto di antintrusione/controllo accessi. Il controllo e la ricezione di questi allarmi è stato garantito dal centro di comando e controllo ECCC posizionato in via Drago, in un'area esterna al sito. Gli impianti speciali di Expo sono interconnessi mediante una rete di tipo MAN dedicata in fibra ottica, isolata e con alto grado di ridondanza. Una "Metropolitan Area Network" interamente dedicata alla sicurezza: mai in Italia una tale estensione di rete era stata dedicata a un singolo evento. La rete è stata posata da Telecom con il partner Sirti, su progetto di MM, su un'estensione di circa 150 km ed è stata dotata di apparati attivi di Cisco, a loro volta gestiti da Selex. La rete, progettata in modo da garantire molti gradi di ridondanza, è composta da due data center. Questi erano inizialmente collocati

nell'Expo Center, poi il "baricentro" della rete è stato spostato a ovest del sito espositivo. Successivamente la società Expo ha mutato la destinazione funzionale di Expo Center e ha destinato dei locali posizionati negli interrati delle aree service ai data center. MM, chiamata a modificare il progetto a base di gara, si è quindi ritrovata davanti ad una ulteriore sfida: adattare dei locali non idonei per ospitare dei data center (prevedendo quindi un impianto elettrico e di condizionamento idoneo e dedicato) alla nuova, vitale funzione e riprogettare la rete in fibra ottica.

Inoltre, l'ingresso dei partner tecnologici Cisco e Selex ha complicato ulteriormente la riprogettazione, in quanto l'intera rete al servizio degli impianti speciali si sarebbe dovuta integrare con le loro richieste in termini di apparati e funzionalità. Una caratteristica peculiare degli impianti speciali è stata l'ingegnerizzazione di una "cassetta attiva" che ha permesso la connessione delle periferiche, distribuite sulle aree esterne (e in particolare sui pali), alla rete in fibra ottica. Questa cassetta, a tenuta stagna, è stata posizionata nei pozzetti stradali percorsi dalla rete in fibra ottica. In questo modo, ovunque passasse un cavo in fibra ottica afferente alla rete degli impianti speciali, si sarebbe potuto installare un nuovo apparato, garantendo un'espandibilità d'impianto senza precedenti. Le periferiche degli impianti speciali sono state installate su determinati pali predisposti per la connessione alle "cassette attive", a loro volta interconnesse alla rete dati. Vediamo nel dettaglio l'impiantistica speciale progettata per il Sito.

TECHNICAL FOCUS

The "special plant" category was composed of the plants that guarantee the safety of persons and security of objects. External areas were served by the following plants:

- *an anti-intrusion perimeter and video-surveillance plant;*
- *emergency acoustic broadcasting and evacuation plant;*
- *supervision and control plant.*

Each building was fitted not only with the above-listed plants but also with a fire-detecting plant and an anti-intrusion/access control plant. Control and reception of these alarms was guaranteed by the ECCC command and control centre located in Via Drago, in an area external of the site. The special plants of the exhibition site are interconnected by a dedicated optic fibre MAN network, isolated and

with a high degree of redundancy. A "Metropolitan Area Network" entirely dedicated to safety and security: there had never been any network of this size for a single event in Italy. The network was laid by Telecom with its partner Sirti, in compliance with the MM project, over an extension of about 150 km and was equipped with Cisco active units, in turn managed by Selex. The network was designed so as to guarantee a high degree of redundancy and was made up of two data centres. These were initially located in the Expo Centre; later the "centre of gravity" of the network was moved to the west of the exhibition site. Subsequently the Expo company changed the functional destination of Expo Centre, and destined the rooms located in the underground parts of the service areas to the data centres. MM was therefore required to change the tendered project and found itself facing a new challenge: adapting unsuitable rooms for hosting the data centres (and therefore installing a suitable and dedicated electricity and conditioning plant) to the new, vital function and redesigning the optic fibre networks to cope with the moving of the centre of gravity into the service areas. Furthermore, the entry of technological partners Cisco and Selex further complicated the redesign of the project, as the whole special plants service network was called upon to meet their demands in terms of apparatus and operability. A distinguishing feature of the special plants was the engineering of an "active junction box" which enabled connection of the peripherals, distributed on the external areas (and in particular on the posts), to the optic fibre network. The sealed junction box was positioned in the road conduits containing the optic fibre network; so wherever there was an optic fibre cable connected to the special plants network, a new unit could be fitted, guaranteeing an unprecedented capacity for plant expansion. The peripherals of the special plants were installed on posts predisposed for the connection of the "active junction boxes", which in turn were connected to the data network. We now take a more detailed look at the special plants designed for the exhibition site.

IMPIANTO ANTINTRUSIONE PERIMETRALE

Al fine di garantire, oltre alla sicurezza, anche la necessaria fruibilità e versatilità degli impianti, anche in considerazione di una finestra temporale di utilizzo limitata ai pochi mesi dello svolgimento dell'evento, e di un loro eventuale riutilizzo in condizioni e per scopi che non possono essere attualmente immaginati, l'impianto prevede l'utilizzo di un sistema di telecamere a circuito chiuso con integrate le funzioni di controllo antintrusione, in particolare:

- 358 telecamere termiche e ottiche posizionate lungo il perimetro;
- 145 telecamere ottiche posizionate sui varchi pedonali e veicolari di ingresso.

ANTI-INTRUSION PLANT

With the aim of guaranteeing not only the safety but also the necessary exploitability and versatility of the plants, and bearing in mind the limited time of use envisaged (a few months - the duration of the event), and a possible re-utilisation of them at a later time in conditions and for purposes that could not at first be predicted, the plant included the use of a closed-circuit television camera system integrating the functions of anti-intrusion control, in particular:

- *358 thermographic and optical television cameras positioned along the perimeter;*
- *145 optical television cameras positioned on the pedestrian and vehicle entry areas.*

IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

Il progetto ha previsto l'installazione di telecamere per la sorveglianza delle aree interne agli edifici comuni del sito espositivo. Sono quindi state installate:

- 83 telecamere posizionate su Cardo e Palazzo Italia;
- 114 telecamere posizionate nei Cluster;
- 59 telecamere posizionate in Cascina Triulza;
- 931 telecamere posizionate nelle aree service;
- 117 telecamere posizionate sulle passerelle pedonali PEF e PEM;
- 50 telecamere posizionate nel Padiglione Zero e nell'Expo Center.

VIDEO-SURVEILLANCE PLANT

The project included the installation of television cameras for surveillance of the internal areas of the common buildings of the exhibition site. The following were installed:

- *83 television cameras positioned in the Cardo and Palazzo Italia;*
- *114 television cameras positioned in the Clusters;*
- *59 television cameras positioned in Cascina Triulza;*
- *931 television cameras positioned in the service areas;*
- *117 television cameras positioned on the PEF and PEM pedestrian walkways;*
- *50 television cameras positioned in the Padiglione Zero and the Expo Centre.*

IMPIANTO EVACUAZIONE SONORA PER EMERGENZA

L'impianto di diffusione sonora di evacuazione (EVAC) serve per diffondere messaggi relativi alle procedure da adottare in caso di emergenza. Il sistema è stato progettato per essere utilizzato non solo per diffondere messaggi di allarme, ma anche altre comunicazioni sonore in condizioni ordinarie, ad esempio la musica o annunci. Al fine di garantire una copertura efficace dell'area espositiva, sono stati installati:

- 1.300 diffusori sonori;
- 14 centrali per amplificazione e diffusione;
- 100 km di cavo per la connessione dei diffusori alle centrali di riferimento;
- interconnessione in fibra tra tutte le centrali per il controllo centrale posizionato in ECCC (Centro Di Controllo e Comando di Expo).

EMERGENCY ACOUSTIC BROADCASTING AND EVACUATION PLANT

The acoustic broadcasting and evacuation plant, shortened to EVAC for the sake of brevity, is for broadcasting messages relating to the procedures to be adopted in cases of emergency.

The system was defined for use not only for broadcasting alarm messages, but also for other sound communications in ordinary conditions, for example music or announcements. With the aim of guaranteeing an effective covering of the exhibition area, the following were installed:

- 1300 loudspeakers,
- 14 amplification and broadcasting stations;
- 100 km of cable for connecting the speakers to their relevant stations;
- fibre interconnection among all the stations for the purposes of the control centre positioned in the ECCC (Expo Control and Command Center).

IMPIANTO DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

La progettazione di questo impianto ha permesso il controllo, dal centro ECCC, di tutti i parametri elettrici, idraulici e di sicurezza per poter gestire in maniera predittiva la manutenzione del sito e poter rispondere prontamente a eventuali allarmi/anomalie, che si sarebbero potute verificare in qualunque punto. Questo impianto ha previsto l'interconnessione di tutte le periferiche degli impianti elettrici, meccanici e speciali tramite la rete in fibra

ottica al centro di controllo, che poteva così avere una visione globale e in tempo reale dell'andamento del funzionamento di tutte le periferiche impiantistiche, compresi gli impianti di rilevazione incendio e antintrusione/controllo degli accessi installati negli edifici, per un totale di punti controllati superiore a 15.000. Un impianto ulteriore, introdotto dal partner Selex, è stato il sistema di comunicazioni sicure "tetra": per garantire l'installazione di questo impianto si sono rese necessarie le pose di tralici per antenne, non previste in progetto esecutivo. Gli impianti speciali hanno garantito la sicurezza del sito espositivo, raggiungendo un ambizioso obiettivo: l'assenza di pericolo percepito dai frequentatori e dai lavoratori oltre all'incolumità dei beni fisici.

SUPERVISION AND CONTROL PLANT

The design of this plant enabled control from the ECCC centre of all electrical, hydraulic and security parameters for predictively managing the maintenance of the site and for enabling prompt reaction in response to any eventual alarms/faults occurring anywhere. This plant included the interconnecting of all the peripherals of the electrical, mechanical and special plants via the optic fibre network at the control centre, which could thus obtain an overall and real time overview of all plant peripheral functioning, including the fire-detecting and anti-intrusion/control plant of the buildings, with a sum total of over 15,000 points controlled.

A further plant, introduced by the partner Selex, was the "tetra" safe communications system: for this plant installation antennae support trellises needed erecting, a measure not included in the executive project. The special plants ensured the safety and security of the exhibition site, achieving an ambitious objective: the absence of danger perceived by visitors and workers as well as a sense of personal safety.

IMPIANTI ICT

MM si è occupata anche dello sviluppo dell'impiantistica ICT (Information and Communication Technology) dedicati al sito espositivo. Inizialmente, erano state previste delle distribuzioni al servizio dei Paesi espositivi che avevano come "baricentro" di distribuzione unico l'edificio Expo Center. Successivamente, l'ingresso dei partner Cisco, Telecom, Came, Western Union, Samsung e la

continua evoluzione del mercato nell'ambito dell'informatica, ha richiesto la modifica di tutto quanto era inizialmente previsto, adattando quanto richiesto dai partner al sito espositivo. MM è stata quindi coinvolta nel coordinamento dei partner con la stazione appaltante e con la direzione lavori di Piastra, per fornire continua assistenza e per sviluppare le soluzioni progettuali idonee per le continue richieste che arrivavano da tutti i protagonisti della fornitura dei servizi ICT fino a poche ore prima dell'apertura dell'evento. Expo 2015 è così diventata la prima manifestazione mondiale di questo livello che può definirsi "full IP": ovvero una manifestazione in cui si sono basate interamente sul digitale la gestione di tutte le infrastrutture, la gestione e interconnessione di tutti i sistemi e servizi realizzati dagli altri partner della manifestazione: dalla sicurezza all'energia, dall'illuminazione ai pagamenti.

ICT PLANTS

MM supervised the installation of the various plants at the service of the site dedicated ICT plants. Originally connections were set up to serve the participating countries; the sole nerve centre for these services was the Expo Centre. Following the entry of partners Cisco, Telecom, Came, Western Union, Samsung into the fray, and with the constant evolution of the market in the sector of Information Technology, modifications to all the original plans were needed so as to adapt the requests of the partners to the exhibition site. MM was therefore involved in the coordination of the partners vis à vis the contracting authority and with the Floor Direction of Works, so as to provide assistance and develop project solutions that would adequately field the continuous requests arriving from all the prime ICT service providers up to a few hours before the opening of the event. Expo 2015 thus became the first exhibition in the world at this level that could be defined "full IP": an exhibition based entirely on digital technology for the management of all infrastructures, management and interconnection of all systems and services realised by other partners in the exhibition - from safety/security to energy, from lighting to payments.

FOCUS TECNICO

Le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) sono l'insieme dei metodi e delle tecnologie che permettono la trasmissione di informazioni. MM si è occupata

della progettazione dell'infrastruttura di rete, estremamente innovativa, basata su 160 km di fibra ottica posata da Telecom e, con oltre 2.700 punti di accesso alla rete wi-fi realizzata interamente da Cisco, ha costituito quello che può essere definito il "sistema nervoso" della smart city, sulla quale si sono integrati quei sistemi e i servizi che hanno consentito a tutti di vivere al meglio l'esperienza Expo. Quantità enormi di dati e informazioni sono state processate e instradate online dai due data center, installati nelle aree service, con una potenza elettrica impiegata cadauno di circa 80 kw. MM ha progettato i due data center seguendo le specifiche di fabbisogno di energia elettrica e smaltimento termico indicati da Cisco, e predisponendo una infrastruttura al loro servizio che ha avuto come base la continuità assoluta di erogazione di energia elettrica e l'ottimale smaltimento termico generato dagli apparati installati. Per permettere la creazione di questa infrastruttura, sono stati modificati i locali ad hoc, con l'installazione di quadri elettrici dedicati e sistemi ups per garanzia di continuità di erogazione dell'energia elettrica. Sono stati predisposti dei gruppi frigo e dei canali dedicati al servizio di questi locali, con alimentazione degli stessi dedicata. Un altro aspetto della progettazione di MM ha riguardato l'alimentazione elettrica dei circa 1.000 access point wi-fi al servizio delle aree esterne del sito espositivo. La distribuzione elettrica è stata progettata con il criterio di creare, in caso di fallimento di una linea, il minore disservizio possibile. MM ha inoltre curato la progettazione delle fondazioni delle antenne che sono state impiegate dagli operatori telefonici nazionali, in particolare modo Telecom, per l'installazione dei ripetitori GSM/LTE.

Relativamente agli edifici di Expo, MM ha curato la progettazione del cablaggio strutturato al servizio degli impianti ICT, che è stato poi utilizzato da Cisco per l'allestimento delle reti informatiche mediante le quali sono stati garantiti i servizi dati e telefonici.

TECHNICAL FOCUS

ICT technologies (Information and Communications Technology) are the assembly of methods and technologies

enabling transmission of information. MM managed the design of the network infrastructure, extremely innovative, based on 160 km of optic fibre laid by Telecom and with over 2700 access points to the Wi-Fi network realised entirely by Cisco; this constituted what can be defined as the "nervous system" of the smart city, on which all systems and services that enabled making the Expo a better experience for everyone involved were integrated. An enormous quantity of data and information was processed and placed online by the two data centres, installed in the service areas, with about 80 kW electric power supply for each centre. MM designed the two data centres on the basis of the demand specifications for electricity and heat dissipation provided by Cisco, and predisposed an infrastructure for the purpose based on absolute continuity of energy provision and excellent dissipation of the heat generated by the apparatus installed. The rooms were adapted to create this infrastructure, with the installation of dedicated electric control panels and UPS systems guaranteeing continuity of electricity supply. Refrigerating units were predisposed, as well as water supply from canals reserved for the use of these rooms, with dedicated supply to them. A further aspect of MM's design plan related to electric power supply to about 1000 Wi-Fi access points at the service of the external areas of the exhibition site. Electricity supply was designed with the criterion of creating as small a disturbance as possible if a line should fail. MM also managed the design of the foundations of the Antennae which were used by national telephone operators, especially Telecom, for installation of the GSM/LTE repeaters at the service of the exhibition area. Concerning the Expo buildings, MM supervised the design of the structured cabling for the ICT plants, which was then used by Cisco to set up the IT networks guaranteeing data and telephonic services.

I NUMERI (FONTE CISCO)

Mediamente durante la manifestazione ogni giorno sulla rete sono transitati oltre 1,9 terabyte di dati, e si sono connessi circa 60.000 utenti. Il giorno di maggior picco, il 24 ottobre 2015, ci sono state 116.706 connessioni uniche e 3 terabyte di traffico e a tutti è stato garantito il livello di banda previsto: 5 mega in download e anche in upload. Tutti online a tutte le ore del giorno, con un picco mediamente fra le 17 e le 18 e un'abbondante quantità di traffico individuale (mediamente 40,6 mega a testa) con collegamenti anche piuttosto lunghi, della durata media di 42 minuti al giorno, (18,8% degli utenti

connessi da 30 a 60 minuti e il 14,3% connessi da 1 a 5 ore).

L'esperienza Expo per gli utenti è stata facilitata ed esaltata da una massiccia adozione di forme di comunicazione video e interattive, sfruttate sia dall'organizzazione sia dai Paesi partecipanti. In tutta l'area di Expo erano presenti circa 120 postazioni video tra display, totem e 20 e-wall di grandi dimensioni. MM ha progettato le infrastrutture al servizio di queste postazioni; successivamente Cisco ha fornito il sistema per gestire i contenuti, l'interattività e le applicazioni veicolate su di essi, adottando tecnologie sperimentate in contesti quali stadi e arene per spettacoli. Tramite la rete ICT, ad esempio, sono stati gestiti gli scenari al servizio dell'Albero della Vita e i contenuti che il Cirque du Soleil trasmetteva sui videowall dai suoi server posizionati in Canada.

THE NUMBERS (SOURCED FROM CISCO)

On average, there were more than 1.9 terabytes of data traffic each day during the exhibition, and about 60,000 users were connected. The peak day, October 24th 2015, saw 116,706 single connections and 3 terabytes of traffic, and all were guaranteed the projected band provision, with 5 megabytes for downloading and uploading. So everyone was online at all hours; peak use was on average at between 5 and 6 in the evening. So: everyone online, and everyone producing an abundant quantity of individual traffic (on average 40.6 megabytes per individual) and evidently staying connected for quite some time, as the average length of connection was 42 minutes per person per day, with 18.8% of users being connected for between 30 and 60 minutes and 14.3% for from 1 to 5 hours. The Expo experience for users was facilitated and improved by a massive use of video and interactive forms of communication, exploited both by the organisation and by the participating countries. Overall in the Expo area there were about 120 video stations including displays, totems and 20 large-dimension e-walls. MM designed the infrastructures at the service of these stations, and later Cisco supplied the system for managing the contents and the interactivity and applications transiting on it, using experimental technologies in contexts such as stadia and arenas for shows. The ICT network, for example, was used to manage the events at the Tree of Life, as well as the Cirque du Soleil's visual materials projected onto the video walls from its servers located in Canada.

ANEDDOTO / ANECDOTE

Martedì 31 maggio 2011 un folto gruppo della direzione progettazione di MM si riunì negli uffici di Expo 2015, ai tempi situati in via Lambruschini, per incontrare i progettisti responsabili della società e assistere alla presentazione del progetto masterplan.

Da quel momento in poi, fino alla notte precedente l'inaugurazione dell'Esposizione, gran parte dello staff di progettazione MM ha partecipato all'ingegnerizzazione della Piastra e dei suoi manufatti principali fin nei minimi dettagli.

Tuesday May 31st 2011: a large group from the MM Direction of Project team was convened in the Expo 2015 offices, at the time situated in Via Lambruschini, to meet the company design managers and attend the presentation of the project masterplan. From that moment on, up to the night preceding the inauguration of the Expo, the majority of the MM design staff participated in the engineering of the Floor and its main buildings down to the smallest details.

CANTIERE / SITE

Fra le molte unicità che hanno caratterizzato "l'esperienza Expo", una in particolare ha riguardato l'organizzazione del sito durante la fase di realizzazione: si è configurata infatti una condizione totalmente anomala di "cantiere nel cantiere", ovvero la presenza di una moltitudine di appalti (oltre 200 nelle fasi conclusive di preparazione del Sito), insistenti contemporaneamente sul sedime dell'appalto generale di realizzazione della cosiddetta Piastra Espositiva. Questa condizione, atipica nel panorama nazionale, ha richiesto la collaborazione di innumerevoli soggetti, a vario titolo competenti (enti istituzionali, committenza, direzioni lavori, uffici di coordinamento sicurezza, organismi di controllo, imprese, etc.), per impostare, nel solco della normativa italiana, linee guida specifiche che garantissero l'esecuzione delle opere nel rispetto delle procedure e dei livelli di sicurezza. La legislazione infatti non prevede la possibilità che vi siano differenti appalti operanti

contemporaneamente sullo stesso sedime e non prevede neppure un livello di commistione come quello che si rendeva manifestamente necessario per la riuscita di ogni parte del sito. I canoni normativi avrebbero voluto invece che i lavori di edificazione di tutti i manufatti (Padiglioni dei Paesi, Padiglione Italia, i Cluster, gli Accessi, l'Albero della Vita, Padiglione Zero, Expo Center, per citarne qualcuno) iniziassero solo una volta completati i lavori di predisposizione degli spazi comuni (strade, percorsi pedonali, aree verdi comuni, canali, predisposizioni impiantistiche, etc.). Ciò non era evidentemente possibile. La sfida quindi è stata quella di creare un sistema di gestione e controllo del sito capace di governare la coesistenza di tutti, consentendo ad ognuno di raggiungere le aree di propria competenza, permettendone l'esecuzione delle attività nel rispetto degli altri e garantendo comunque il contemporaneo completamento delle opere comuni. Ciò è stato possibile solamente agendo in maniera coordinata su molteplici fronti:

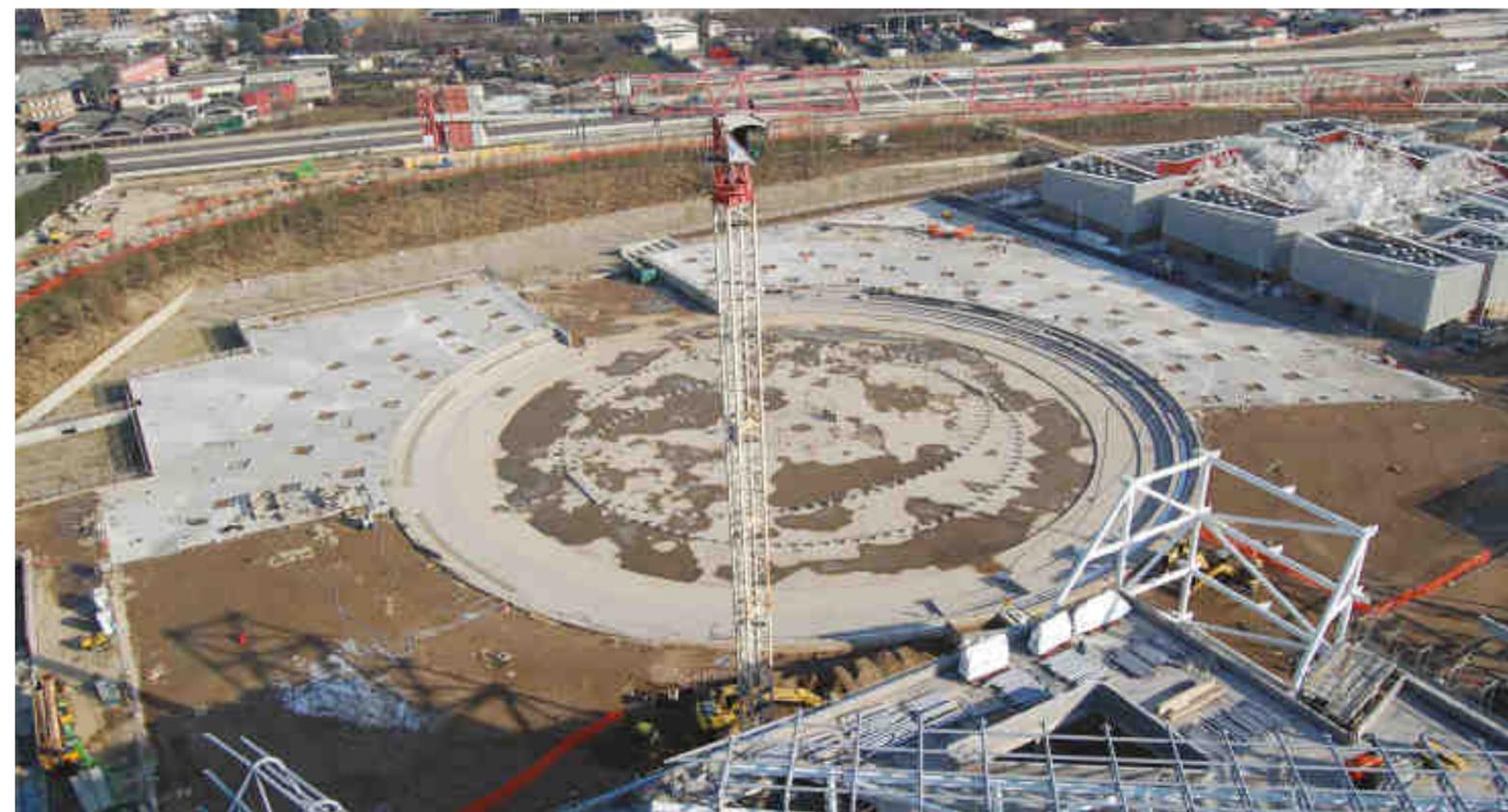
- redazione di linee guida ad hoc per la regolamentazione degli accessi al cantiere, degli spazi comuni, dell'installazione di mezzi di sollevamento fissi, della gestione di tutte le richieste di utilizzo di spazi comuni per esigenze personali, etc.; una sorta di "regolamento di condominio" che, partendo dagli obblighi normativi comuni a tutti, delineasse le regole di convivenza fra appalti divisi solamente da una recinzione;
- creazione di una serie di strutture specificatamente dedicate alla gestione degli spazi comuni e all'interfaccia con i Paesi partecipanti al fine di assicurare i loro lavori nel rispetto degli appalti direttamente gestiti da Expo 2015 Spa e delle regole sopra descritte;
- coinvolgimento dei Coordinatori per la sicurezza in fase di esecuzione (CSE) come interfaccia fra la committenza Expo 2015 Spa e ogni singolo cantiere, per assicurare la corretta applicazione delle suddette linee guida e la gestione del conseguente flusso documentale;
- creazione di squadre dedicate alla gestione della viabilità interna di cantiere e alla progressiva e costante modifica della stessa in funzione delle esigenze via via risultanti;
- e infine richiedendo la collaborazione di tutte

le imprese presenti, con particolare riferimento alle imprese affidatarie, che investendo risorse umane ed economiche, tempo ed energia hanno reso possibile il raggiungimento dell'obiettivo comune, ovvero l'apertura del Sito Espositivo il 1 maggio 2015.

Among the single realities characterising the "Expo experience", one in particular concerned the organisation of the site during the realisation stage: a totally anomalous condition resulted, effectively a "site within a site", i.e. the presence of a multitude of contractors (more than 200 during the final steps of site preparation), all working at the same time on the general contract work for realisation of the exhibition Floor. This condition, atypical for Italy, required the collaboration of a huge number of parties, having various areas of competence (state corporations, suppliers, directors of works, etc.) for setting, within the limits of Italian regulations, specific guidelines guaranteeing the carrying out of the works in respect of the procedures and the safety/security levels. The law does not in fact contemplate that there might be different contractors working at the same time in the same place; neither does it legislate for an assortment of operators like the one that was obviously necessary for the success of each part of the site. The regulatory principles basically ruled that the construction works for all the buildings (the Pavilions of the various countries, the Padiglione Italia, the Clusters, the accesses, the Tree of Life, the Padiglione Zero, the Expo Centre, just to name a few) should begin only following completion of the works for predisposing the public spaces (roads, pedestrian paths, common green areas, canals, plant predisposition, etc.). This was clearly impossible. The challenge was to create a management and control system for the site that could govern the co-existence of everybody, so that everyone could get access to where they were needed, and so that the works could be carried out in full respect for the others, and therefore guaranteeing the contemporaneous completion of the common area works. This was possible only by acting in a coordinated way on a variety of fronts:

- drawing up ad hoc guidelines for regulating access to the site, the public spaces, the installation of fixed lifting means, the management of all requests for use of common spaces for personal needs, etc; a sort of "block regulation set" which starting from the regulatory obligations concerning everybody involved would outline the rules for cohabitation between contractors who were separated only by fencing;

- creation of a series of structures specifically dedicated to the management of common spaces and interfacing with the participating countries with the aim of making sure they could fulfil the requirements of their contractual agreements with Expo 2015 SpA in respect of the above-described rules;
- involvement of the safety coordinators during the works stage (CSE) as an interface between the Expo 2015 SpA principal and each single worksite, so as to ensure the correct application of the above-described guidelines and the management of the consequent flow of documentation;
- creation of teams dedicated to the management of internal site viability and the progressive and constant modification thereof as a function of constantly emerging needs;
- and lastly requiring the collaboration of all the companies present, with particular reference to the contractor companies, which by investing human and economic resources, time and energy, made achieving the common object possible, being the opening of the Exhibition site on May 1st 2015.





LE STRUTTURE LOGISTICHE DI SUPPORTO / *THE LOGISTICAL SUPPORT STRUCTURES*

La gestione di un'area come Expo 2015, per le sue dimensioni fisiche, ma anche per il livello di complessità intrinseco, è stata una vera sfida. Ciò però deve intendersi valido non solo nella fase di apertura al pubblico bensì anche nella fase di cantiere. Per qualche anno all'interno dell'area si sono alternati centinaia di operai (divenuti migliaia nei mesi conclusivi), di automezzi, di escavatori, di autovetture, di piattaforme elevatrici, etc. Questo enorme volume di persone e mezzi aveva bisogno di una regolamentazione per dare risposta a due esigenze imprescindibili: ottimizzare il lavoro di tutti gli appalti in essere e rispettare le prescrizioni normative con riferimento agli aspetti di legalità negli appalti pubblici. Per soddisfare tali esigenze la società Expo 2015 si è quindi dotata di una serie di strutture a supporto del cantiere prima e del sito espositivo poi, coinvolgendo anche in questo caso MM.

The management of an area such as Expo 2015, in relation to its dimensions and its intrinsic level of complexity, was a real challenge. This is not to be understood purely in terms of while the exhibition was open to the public but also during the worksite stage. For a number of years the site was inhabited by an alternating band of hundreds of workers (rising to thousands in the final months), motor vehicles, diggers, lift platforms and more besides. This enormous volume of personnel and vehicles needed regulating so that it could function essentially and efficiently, and so that the contract work in progress could be optimised in respect of the regulations regarding the legal requirements for public tendered work contracts. To meet these needs the Expo 2015 company equipped itself with a series of support structures for the worksite and then for the Exhibition Site itself, and MM was involved in setting this up.

CAMPO BASE LOGISTICO EXPO2015 / EXPO 2015 LOGISTICAL BASE CAMP

Ogni “grande opera” porta con sé molteplici appalti e innumerevoli aziende impegnate. Se poi la grande opera si compone di decine di appalti, è chiaro che le imprese impiegate diventano moltissime. Questo aspetto, legato al fatto che l'area di cantiere si situava agli estremi della periferia milanese (quindi senza quella fittissima rete di strutture e servizi tipica della città meneghina), ha portato la società Expo 2015 Spa a immaginare un luogo che fosse riferimento per tutti i soggetti coinvolti; una sorta di casa

comune dove, chi era interessato, poteva trovare base di appoggio multifunzionale. L'aspetto pratico si mescolava poi a uno di tipo più teorico, quasi filosofico, che però è diventato in seguito uno dei cardini su cui si è fondato il successo dell'Esposizione Universale: la vicinanza. Avere una casa comune per gli operai, ma anche (e per alcuni aspetti soprattutto) per i tecnici, è stato senza ombra di dubbio fondamentale. Nasce così il progetto del Campo Base Logistico Expo 2015. Nel Comune di Rho è stata individuata un'area di circa 40.000 mq in cui Expo 2015 Spa ha realizzato e messo a disposizione delle imprese appaltatrici, impegnate nella realizzazione del vicino sito espositivo, uno spazio attrezzato e dotato di

tutta una serie di servizi logistici atti a rendere più agevole il loro lavoro. Dotato di guardiana per il controllo accessi che regolava, secondo un'apposita procedura, l'ingresso di mezzi di cantiere, veicoli di proprietà personale e operatori, il Campo Base ha ospitato, in uno spazio opportunamente recintato e sorvegliato, gli alloggiamenti del personale operativo non residente in zona, gli ambienti per la somministrazione dei pasti alle maestranze, le aule per lo svolgimento delle attività di formazione e informazione dei lavoratori, gli uffici della Direzione lavori e il Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, assieme a una serie di spazi destinati a specifiche funzioni di supporto alla gestione del Campo Base, tra



cui gli uffici security, le sale di rappresentanza e di relax, gli ambulatori per la somministrazione delle prime cure, tutto quanto completato da aree attrezzate a verde e spazi destinati alla sosta di autovetture e mezzi di varia natura. Gli edifici destinati ad accogliere questi servizi erano per lo più strutture prefabbricate, di una o più livelli, dotate di idonea attrezzatura per poter svolgere a pieno la propria funzione, pur rimanendo, per ovvia creazione, destinati all'utilizzo temporaneo e allo smantellamento al termine dell'evento espositivo. Ferree procedure di gestione regolavano l'utilizzo del Campo Base: l'ingresso all'area era consentito ai soli possessori di badge elettronico; le aree di parcheggio erano accessibili solo ai veicoli con targa registrata e autorizzata; i servizi di mensa e ristorazione erano erogati secondo turni organizzati e differenziati. L'intero complesso è stato a servizio degli appaltatori e degli addetti ai lavori per tutto il periodo di costruzione dell'area destinata all'Esposizione, ed è stato destinato, in seguito alla chiusura di tutti i cantieri e all'inaugurazione della manifestazione, ad accogliere l'alloggiamento del personale delle forze dell'ordine operative in Expo da maggio a ottobre 2015.

Every “great work” involves many contracts and therefore very many contractors. If the great work is made up of tens of contracts, clearly the companies involved are very many. This aspect, plus the fact that the site was situated at the outermost of the Milan suburbs (and therefore not an area well served by typical city structures and services), brought the Expo 2015 company to envisage a place that would be a point of reference for all the subjects involved; a sort of home for those who wished to find a multi-functional home base. The practical aspect was then confronted with the more theoretical, almost theoretical side, which later became one of the hinges on which the success of the universal exhibition was founded: nearness. Having a common base for all workers, but also (and from some points of view fundamental) for technical professionals, was without doubt fundamental. It led to the birth of the Expo 2015 logistical Base Camp. An area of about 40,000 square km was designated in the Rho Council Authority area, where Expo 2015 SpA created and made available for contracting companies engaged in the building of the nearby Exhibition site a space that was equipped and provided with a whole series of logistical services with the purpose of making their work easier. The Base Camp provided a body of guards for control of accesses regulating, in a special procedure, entrance of site vehicles, private and operators' vehicles into a fenced and guarded space, which

contained the housing for the non-locally resident personnel, canteens for workers, rooms for training and intelligence communication, offices for the Direction of Works and the Safety Coordination in Execution Stage, together with a series of spaces set aside for specific support functions for the management of the Base Camp itself, among which security offices, representatives' rooms, rest and relaxation rooms, first aid surgeries, with the final touch of green spaces and car parking areas for vehicles of various types. The buildings destined to house these services were mostly prefabricated structures, provided with suitable equipment for the proper carrying out of their functions, while remaining temporary in nature and destined to be dismantled at the end of the exhibition. Strict management procedures regulated the use of the Base Camp: entry to the area was allowed only for bearers of the special digital badge; the parking areas were accessible only for vehicles having a registered and authorised registration plate; canteen and restaurant services were dispensed only in organised and differentiated time slots. The whole complex was placed at the service of contractors and working personnel for the whole period of construction of the area designated for the exhibition, and following the closure of all the worksites and the inauguration of the show, was used for housing Law and Order personnel working in the Expo from May to October 2015.

VARCHI DI CANTIERE SITO EXPO / ACCESSES TO THE EXPO WORKSITE

La normativa italiana prevede che i cantieri temporanei o mobili, come quelli edili, debbano essere recintati per delimitarli dall'ambiente esterno. Prevede inoltre, a vari livelli, il controllo delle imprese occupate, nonché delle maestranze impiegate.

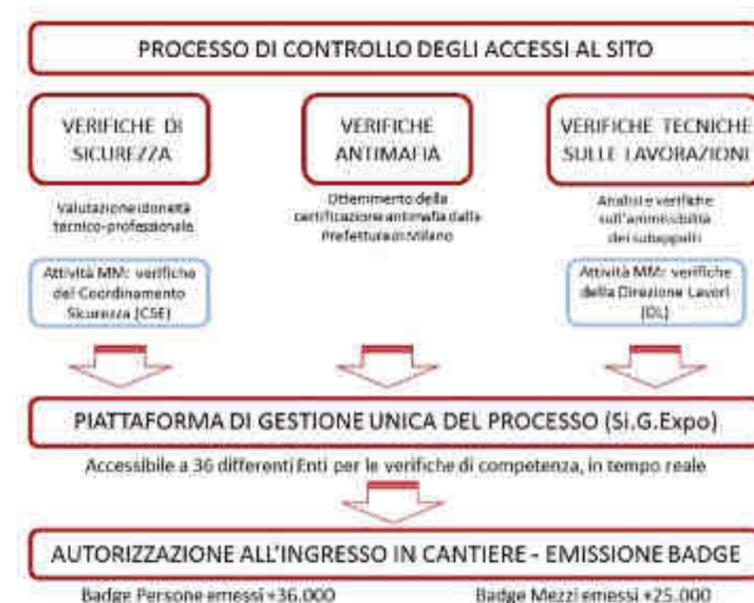
Facile a dirsi, meno facile a farsi se il cantiere in questione ha un perimetro di oltre 10 km, con molteplici strade di avvicinamento e migliaia di persone e mezzi che giornalmente (più volte al giorno) entrano ed escono dal cantiere. Coniugare quindi l'imprescindibile costante controllo sul personale operativo in cantiere, con le necessità di gestire enormi quantità di passaggi al giorno, fu una delle tante sfide affrontate durante gli anni del cantiere. Per farlo fu costruito un vero e proprio sistema di gestione del processo autorizzativo e di controllo con strutture appositamente dedicate, che ha permesso di condensare decine di passaggi formali e burocratici secondo uno schema preciso. L'ingresso e l'uscita di oltre 60.000 (potenziali) soggetti autorizzati all'accesso era regolato attraverso una serie di varchi di controllo dislocati in differenti punti del perimetro del cantiere per intercettare i differenti flussi di traffico.

Ogni varco era quindi dotato di una serie di tornelli evoluti a riconoscimento biometrico per l'accesso del personale, oltre a una serie di corsie automatiche riservate agli automezzi in ingresso e uscita. Più precisamente, ogni tornello era dotato di telecamere speciali in grado di riconoscere una persona in funzione dei tratti somatici e confrontarla con la fotografia appositamente scattata al momento del rilascio del badge. Pertanto, appoggiando il badge al lettore e guardando in camera, il sistema (a cui ogni tornello era collegato tramite apposita rete dati) era in grado di confrontare le due immagini e stabilire, con grandissima precisione, la corrispondenza badge-persona e autorizzarne l'ingresso. In modo analogo, per i mezzi vi era un sistema di telecamere capace di leggere automaticamente la targa verificandone la

corrispondenza con i dati del badge (anch'esso letto in maniera automatica, senza necessità di scendere dal mezzo); una sorta di telepass, ulteriormente evoluto.

Ogni varco era altresì dotato di guardiana che, oltre a custodire i server del singolo varco (in comunicazione con la centrale di gestione dell'intero sistema), era fornita degli spazi necessari per accogliere il personale, sempre pronto a intervenire per gestire ogni possibile evento. MM con le attività di Direzione lavori e Coordinamento sicurezza ha gestito e coordinato l'appalto durante le sue varie fasi. L'attività chiave è stata quella di coordinare l'attività dell'appalto specifico con le esigenze di tutti gli altri appalti, con particolare riferimento alla Piastra e alla realizzazione del perimetro infrastrutturale del Sito (Loop). Questo perché l'appalto prevedeva la realizzazione di una serie di varchi, da realizzarsi in momenti diversi in funzione del progredire del cantiere e dell'incremento delle maestranze impegnate. Disposti lungo il perimetro del sito di cantiere, in funzione sia della viabilità limitrofa, sia delle esigenze del cantiere stesso. Ciò ha significato valutare, per ognuna delle strutture da installarsi, le lavorazioni in corso da parte di tutte le altre imprese presenti e le lavorazioni che si sarebbero dovute fare, al fine di individuare le aree che avrebbero potuto essere dedicate a questa delicatissima funzione fino al 30 aprile 2015. Da quel momento i varchi hanno cessato la loro attività e sono stati demoliti, o riconvertiti (per tempo) nei varchi di accesso per gli addetti ai lavori. Pertanto le aree scelte, non solo dovevano non interferire con le attività di cantiere, ma anche con il sito durante l'apertura al pubblico. Ciò riesce solo in parte a rendere l'idea del complesso sistema che sta dietro a un'azione banale come accedere/uscire al/dal luogo di lavoro (e del lavoro necessario per realizzarlo), se lo si vuole fare nel pieno rispetto della normativa italiana, pur ricordando che tutto ciò è stato un corollario all'attività vera e propria che era consegnare in tempo le opere. A conclusione "dell'esperienza Expo" si può comunque affermare che tutto il sistema qui rappresentato ha portato a ottimi risultati in termini di gestione del flusso di persone e imprese, riconosciuti pubblicamente anche da tutti gli organi di controllo.

Under Italian law, temporary or mobile workplaces, such as building sites, must be fenced off and separated from the surrounding environment. However the law does impose control of the companies at work, at various levels, and the crafts involved. This is easy to say, but less simple to do if the site in question has a perimeter of longer than 10 km, with many access roads and thousands of people and means that enter and exit daily, and in many cases a number of times each day. Carrying out a constant control on the working personnel on the site, with the need to manage enormous quantities of entries/exits per day, was one of the major challenges faces during the worksite years. To do it, a true and proper process management system was set up, with dedicated structures, which condensed tens of formal and bureaucratic steps into a precise protocol. The entry and exit of potentially more than 60,000 authorised subjects was regulated via a series of control access points located at different points of the perimeter of the site for intercepting the different flows of traffic from and towards the site. Each entrance was provided with a series of state-of-the-art turnstile with biometric recognition for access to personnel, as well as a series of automatic lanes reserved for vehicles entering and leaving. More specifically, each turnstile was equipped with special television cameras able to recognise a person from his or her features and compare it with a photograph taken at the time of issuing that person's badge. Therefore, by placing the badge on the reader and looking at the camera, the system (to which each turnstile was connected via data network) could compare the two images and very precisely establish the correspondence between badge and person and authorise entry. Likewise, in the case of vehicles there was a system of television cameras that could automatically read the vehicle registration plate at entry and check that it corresponded to the badge data (also read automatically without any need to get out of the vehicle); a sort of advanced tele-pass system. Each entrance was further equipped with guards who not only oversaw the single entry (in communication with the central management station of the whole system) but were also provided with office space for the needs of personnel and were always ready to intervene if necessary on all occasions. Together with the Direction of Works and Safety Coordination, MM managed and coordinated the contract work during its various stages. The key activity was to coordinate the activity of the single contractors with the needs of all other contractors, with specific reference to the creation of the infrastructural perimeter of the site.



This was because the contract work included setting up a series of entries/exits, to be made operational at various times in line with the progress of the site and the increase in trades involved, arranged along the perimeter of the worksite and working as a function of the perimeter viability and site requirements. This meant evaluating, for each of the structures to be installed, the work in progress of all the other contractors present and the works that needed to be done, for the purpose of identifying the areas that could be dedicated to this very delicate function up to April 30th 2015. From this time on the entries/exits ceased their activity and were demolished or reconverted into accesses for the work personnel. Therefore the chosen areas not only had to avoid interfering with site activities but also with the site itself during the period of being open to the public. The above gives only an idea of the complexity of the system underpinning even a simple act such as entering and exiting the workplace (and the efforts that were necessary for setting it up), all in compliance with Italian law, and bearing in mind that this was only a corollary to the true and proper task in hand which was to hand over the works on deadline. To conclude, it can be stated that the entire system described in this section led to excellent results in terms of management of the flow of personnel and companies, a fact publicly recognised by all the control bodies.



EXPO CONTROL AND COMMAND CENTER (ECCC) / EXPO CONTROL AND COMMAND CENTER (ECCC)

Inizialmente il centro di controllo dedicato alla gestione e alla supervisione dell'evento espositivo era previsto nell'Expo Center. Nel febbraio del 2013, la società Expo 2015, in accordo con gli enti deputati alla sicurezza (prefettura, questura, autorità militari, comando vigili del fuoco etc.) decide di posizionare il centro di controllo al di fuori del sito espositivo, per ragioni di sicurezza. Viene chiesto a MM di progettare un centro di controllo integrato, ristrutturando una sede della protezione civile e della polizia locale già esistente e posizionata in via Drago, a pochi chilometri in linea d'aria dal sito espositivo. La progettazione ha avuto alcune regole fondamentali: continuità assoluta di esercizio dell'energia elettrica, capillare infrastruttura dedicata alle reti informatiche al servizio dei videowall, impianti di safety&security dedicati allo stabile ad alte prestazioni. Al primo piano dell'edificio è stato inserito il centro di controllo che riceve, su un apparato di videowall dedicati, le immagini di tutte le telecamere di controllo dell'area espositiva, le mappe grafiche sulle quali viene visualizzato in tempo reale ogni tipo di allarme ricevuto dagli impianti speciali in sito e, ovviamente, il controllo dei flussi di visitatori che convergevano verso il sito espositivo, riuscendo a individuare con precisione i picchi di afflusso e gli ingressi sotto massima pressione, per agevolare in maniera efficiente il lavoro dello staff tecnico. La composizione della centrale di comando e controllo (ECCC: Expo Command and Control Center, poi anche denominato EC³) è stato il primo esempio innovativo di centrale di comando replicabile in qualunque ambito urbano, nella quale vengono gestiti i flussi informativi di una smart city. Il sistema, basato sull'approccio innovativo di integrazione di tutte le tecnologie installate dai partner tecnologici (Telecom, Cisco, Selex, Came, Samsung, Best Union, Enel distribuzione, Enel Sole, Siemens tra i più importanti) riesce a integrare in un'unica piattaforma tutte le informazioni provenienti dal sito espositivo. Tramite questa piattaforma è stata quindi possibile l'attuazione della regia dell'evento espositivo, il coordinamento e il tracciamento di

tutti i processi tecnologici, logistici e di pubblica sicurezza, tutto ciò "in remoto". Dalla stessa piattaforma sono state elaborate e trasmesse agli operativi di campo tutte le richieste/informazioni necessarie per la gestione dell'evento Expo. Qui infatti convergevano le segnalazioni provenienti dal sito in merito a esigenze di manutenzione, pulizia, interventi vari che venivano poi elaborati e smistati ai vari sistemi operativi di campo, fra cui anche la manutenzione e conduzione operata da numerose imprese sotto il coordinamento dei tecnici MM.

Initially the control centre dedicated to the management of all controls and supervision of the exhibition was to be set up in the Expo Centre. In February 2013 the Expo 2015 company, in agreement with the public corporations deputed to safety/security (the Prefecture, Police, Military authorities, Traffic Police, Fire Service, etc.) decided to position the control centre externally of the exhibition site for reasons of security. MM was requested to design an integrated control centre, by restructuring existing premises belonging to the Public Safety Authority and the local police located in Via Drago, a few kilometres as the crow flies from the exhibition site. The design was constrained by a few basic rules: absolute continuity of electric power supply, capillary infrastructure dedicated to the data networks serving the videowall, high-level safety and dedicated security plants for the building. The control centre was installed on the first floor of the building, and received, on a dedicate videowall apparatus, images from all the control television cameras in the exhibition area, the graphic maps on which each time of alarm received from the special on-site plants was displayed in real time and, obviously control of the flow of visitors converging towards the exhibition area, so that peaks of flow could be identified as well as the entries at maximum pressure, so as to efficiently facilitate the work of the technical staff. Setting up the Command and Control Centre (ECCC): The Expo Command and Control Centre □ for brevity EC³ □ was the first innovative example of a command centre that could be replicated in any urban surrounding, in which the data flows of a smart city are managed. Based on a novel approach for integration of all the technologies installed by the technological partners (Telecom, Cisco, Selex, Came, Samsung, Best Union, Enel Distribuzione, Enel Sole, Siemens being among the most important) the system managed to integrate, in a single platform, all data in arrival from the exhibition site. This platform was used for the setting up of the direction of the exhibition, the coordination and tracking of all the

technological, logistic and public safety processes, and all by "remote control". The Centre was also used for processing and transmitting all requests/information necessary for the management of the Expo event to all field operative. All notices coming from site relating to maintenance requests, cleaning, and other various interventions were sent here, processed and sorted to the various field operational systems, among which maintenance and supervisions operated by numerous companies under the coordination of MM's technical staff.

FOCUS TECNICO

L'Expo command and control center è stata la centrale operativa per la gestione ordinaria e straordinaria della sicurezza dell'evento. Le infrastrutture di comunicazione sicure realizzate nell'ECCC sono state capaci di interagire con le reti esistenti più eterogenee, al fine di garantire

comunicazioni mission critical criptate, gruppi chiusi anche eterogenei, sistemi di messaging e di localizzazione puntuale degli utenti. Inoltre l'utilizzo di una piattaforma di "communications service" ha reso possibile l'integrazione delle diverse reti. Agli operatori vengono presentati tutti gli eventi provenienti dal sito espositivo in un quadro d'insieme integrato, successivamente vengono forniti degli strumenti di supporto alle decisioni per la definizione e la gestione degli allarmi sulla base di procedure standard predefinite in accordo al piano di sicurezza. Sono inoltre forniti degli strumenti di pianificazione, gestione e monitoring delle attività previste dall'agenda di Expo. Qui si trovano anche le postazioni dedicate a ogni singolo partner per la gestione delle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria. Il layout funzionale è stato suddiviso

in aree dedicate al controllo del sito, aree dedicate al controllo della pubblica sicurezza e delle aree di Milano e di sale per il "crisis management", fortunatamente mai utilizzate durante lo svolgimento dell'evento.

TECHNICAL FOCUS

The Expo Command and Control Centre was the operational station for the schedules and unscheduled management of event safety/security. The communications infrastructures relating to safety set up in the ECCC were able to interact with the most heterogeneous existing networks, with the purpose of guaranteeing encrypted missioncritical communications, closed but also heterogeneous groups, messaging systems and prompt tracing of the users. Furthermore the use of a communications service platform made interaction between the various networks viable. All the events coming from the exhibition

site were presented to the operators in an integrated overview and then support tools for decision-making were provided so that the definition and management of the alarms on the basis of standard predefined procedures included in the security plan would be followed. Planning, management and monitoring tools of the activities included in the Expo agenda were also provided. The Centre also housed stations dedicated to each single partner, for the management of scheduled and unscheduled maintenance operations. The functional layout was subdivided into areas dedicated to control of the exhibition site, areas dedicated to control of public safety/security of the exhibition site and to the areas of Milan and rooms for crisis management, which were fortunately never used during the exhibition.





**IL CASTRUM ROMANO:
CARDIO E DECUMANO /**
*THE CASTRUM ROMANO:
CARDIO AND DECUMANO*

PROGETTAZIONE / THE PROJECT

CARDO E DECUMANO

Il Decumano, il Cardo e i percorsi est e ovest costituiscono rispettivamente i percorsi e gli ingressi principali al sito espositivo.

Il Decumano attraversa l'intero sito in senso longitudinale, avendo una larghezza di 34 metri e uno sviluppo di circa 1.430 metri. Ai suoi estremi si trovano i percorsi est e ovest.

Il Cardo, che attraversa tutta Expo in senso trasversale, presenta due segmenti, a nord e sud del Decumano, di lunghezza rispettivamente pari a circa 183 metri e 77 metri e una larghezza pari a 34 metri. L'incontro fra Cardo e Decumano determina la formazione di una piazza quadrata (Piazza Italia) di dimensioni 73 x 73 metri. Il Cardo è ulteriormente delimitato a nord e sud da due piazze: Piazza del Lago e Piazza della Porta d'Acqua. La prima si sviluppa attorno alla sagoma circolare del Lake Arena e presenta un primo anello in gradoni prefabbricati in calcestruzzo, un secondo in pavimentazione con inerti a vista e un ultimo ambito circostante in calcestre. La seconda piazza è di dimensioni quadrate ed è caratterizzata da una alberatura con maglia regolare 6x6 e una pavimentazione in calcestre. Sia il Cardo che il Decumano sono suddivisi in "campi" di pavimentazione lunghi 20 metri e larghi 34 (pari alla larghezza del percorso). Ciascun campo è delimitato ai lati da una cunetta di larghezza pari a 50 cm; inoltre nel senso della lunghezza vengono identificate cinque differenti colorazioni della pavimentazione.

CARDO AND DECUMANUS

The Decumanus, Cardo and the East and West paths constituted respectively the main paths and entrances to the exhibition site. The Decumanus crossed the whole exhibition site in a longitudinal direction and is 34 metres wide and about 1430 metres long. The East and West paths were located at its ends and were designed to be in harmony with their surroundings.

The Cardo, crossing the exhibition site in a transverse direction, was divided into two segments, north and south of the Decumanus, respectively about 183 metres and 77 metres long and 34 metres wide. Where the Cardo and Decumanus met there was a square (Piazza Italia) measuring 73 x 73 m. The Cardo was also delimited

north and south by two piazzas: The "Piazza del Lago" (Lake Square) and the Porta D'Acqua (Water Portal). The Piazza del Lago developed around the circular profile of the Lake Arena and had a first ring of prefabricated concrete steps, a second ring of pavement with in-view aggregate and a last surrounding ring in battered earth. The second piazza was square and features a treeline in a regular 6x6 pattern and a battered earth flooring. The Cardo and Decumanus were both subdivided into "areas" of flooring (20 metres long and 34 metres wide) that was of the same dimensions as the pathway). Each area was delimited at its sides gutter measuring 50 cm; the flooring boasted five different colourings along its length.

SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

Le sistemazioni superficiali delle aree pavimentate sono state, come tutte le altre componenti paesaggistiche, una caratteristica fondamentale nella progettazione del sito espositivo, in quanto il disegno e le finiture partecipano a quella valorizzazione e sottolineatura del modello "a Castrum Romano" del masterplan come



archetipo dello sviluppo della città contemporanea e come nuovo rapporto tra città e campagna.

L'identificazione delle scelte generali sono state guidate dai seguenti principi:

- la chiara identificazione della gerarchia dei percorsi, anche a facilitare l'orientamento del visitatore all'interno del sito;
- la scansione ritmica dei lotti dei partecipanti e dei percorsi (i principi generatori del masterplan);
- la continuità dei percorsi trasversali dall'asse principale verso il canale, in modo da garantire il "contatto visivo" tra il Decumano e gli spazi d'acqua. MM Spa si è occupata della progettazione esecutiva delle pavimentazioni di tutto il sito espositivo, coniugando la scelta dei materiali con le caratteristiche innovative, le performance e la qualità estetica degli stessi.

Una caratteristica essenziale per la valutazione del materiale da impiegare è stata quella dei tempi di posa, anche in considerazione delle vaste dimensioni delle superfici e delle eventuali operazioni straordinarie durante i sei mesi di apertura dell'evento. Tutte le pavimentazioni sono state pensate in modo che potessero sostenere un doppio uso: durante il giorno per i visitatori e per i piccoli veicoli di servizio; durante le ore notturne per un'innumerabile flotta di mezzi adibiti alla manutenzione e a quelle operazioni di logistica necessarie all'operatività del sito il giorno successivo. Al di sotto di ciò che si vede, i sottofondi sono stati adeguatamente definiti per poter permettere il passaggio di mezzi pesanti. Solo le fasi di completamento sono state effettuate dopo i passaggi cantieristici più pesanti.



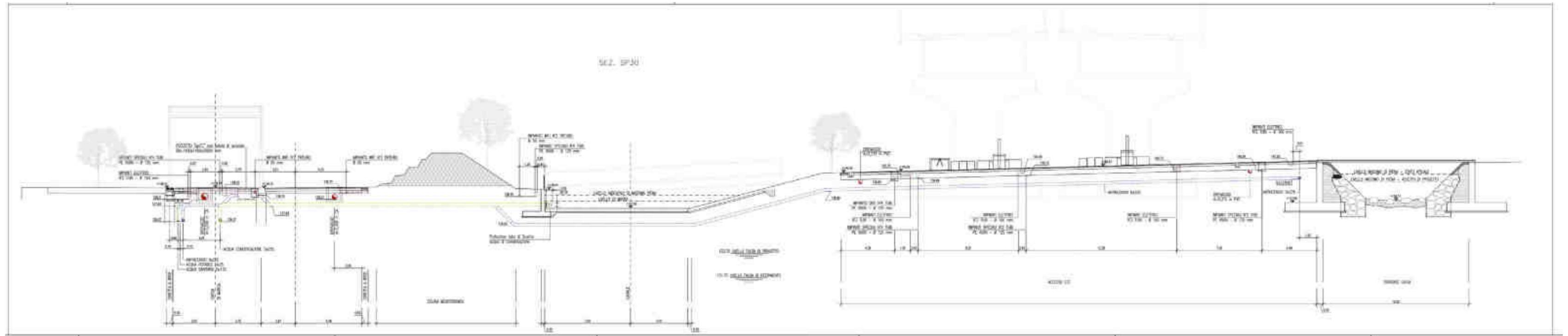
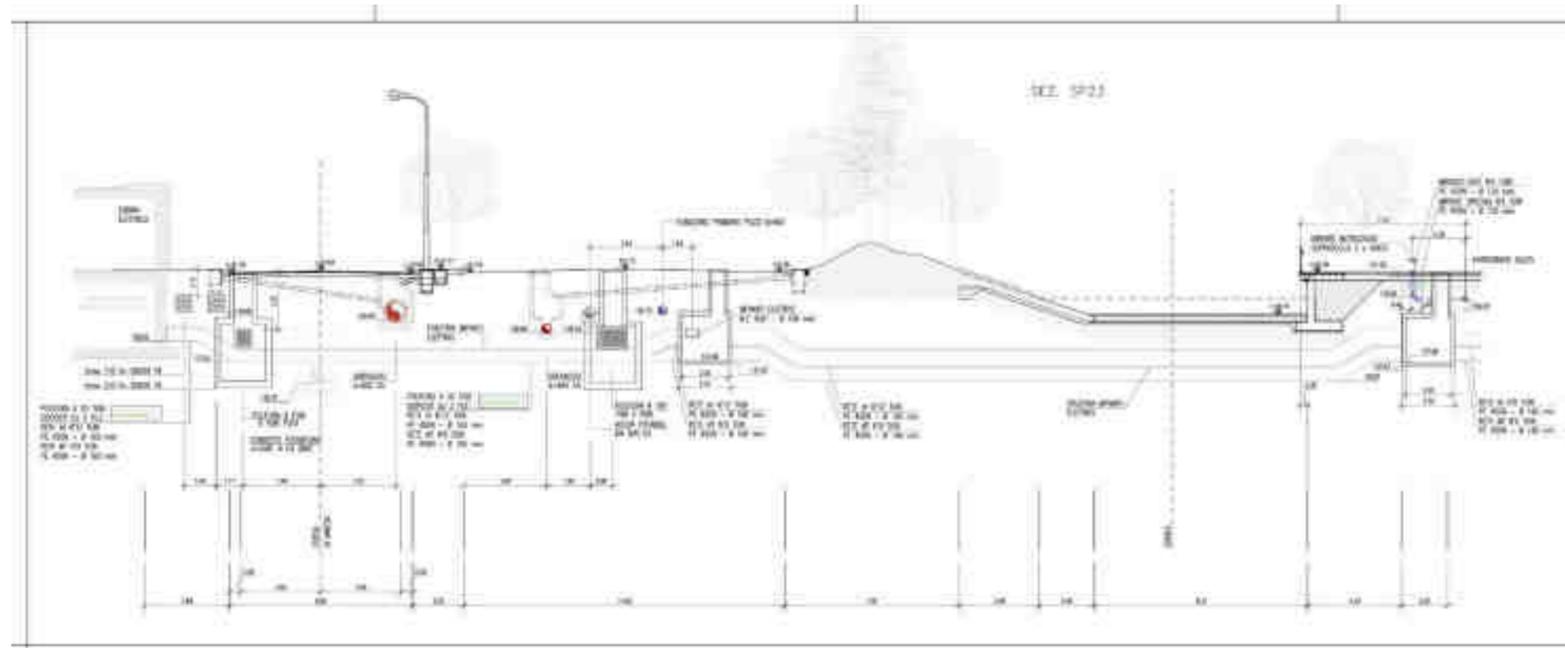
La progettazione, inoltre, ha avuto come ulteriore elemento essenziale la volontà di creare un evento "barrier free" e "fully accessibile" secondo le indicazioni dello "Universal Design" e in accordo con quanto definito dalla "Convenzione delle Nazioni Unite sui diritti delle persone con disabilità" ratificata dall'Italia il 15 maggio 2009.

SURFACE SYSTEMS

The surface systems for the paved areas were, as with all the other landscaping components, a fundamental feature of the design of the exhibition site, as the design and finishing belong to the characterisation of the "Castrum Romano" theme of the masterplan, as an archetype of the development of the contemporary city and as a new partnership between town and country.

The general choices were made with the following guiding principles in mind:

- clear identification of the hierarchy of the paths, including facilitating the orientation of the visitor internally of the site;
 - rhythmic scanning of the participant lots and the paths (the main generators of the masterplan);
 - the continuity of the paths transversal to the main axis towards the canal, so as to guarantee visual contact between the Decumanus and the water spaces.
- MM SpA supervised the executive planning of the flooring for the whole exhibition site so as to marry the choice of materials with their innovative, performance and aesthetic quality characteristics. An essential characteristic for the evaluation of the material to be used was the laying time, among other things in consideration of the vast dimensions of the surfaces and the eventual unscheduled operations during the six months of the opening of the event. All floorings were devised in such a way as to have double functions: during the day they were dedicated to the visitors and small service vehicles, whereas during the night-time they were used by a huge fleet of maintenance and logistical operations vehicles necessary to keep the site functional for the following day. Beneath the visible parts, the underground areas were sufficiently large to enable passage of heavy vehicles. Only the completion stages were carried out after the heaviest site operations were completed. The project further included the essential element of the desire to create a barrier-free and fully-accessible event, following the tenets of "Universal Design" and in compliance with the "United Nations Convention on the rights of persons having disabilities", ratified by Italy on May 15th 2009.*



PERCORSI SECONDARI E PERCORSI BORDO CANALE

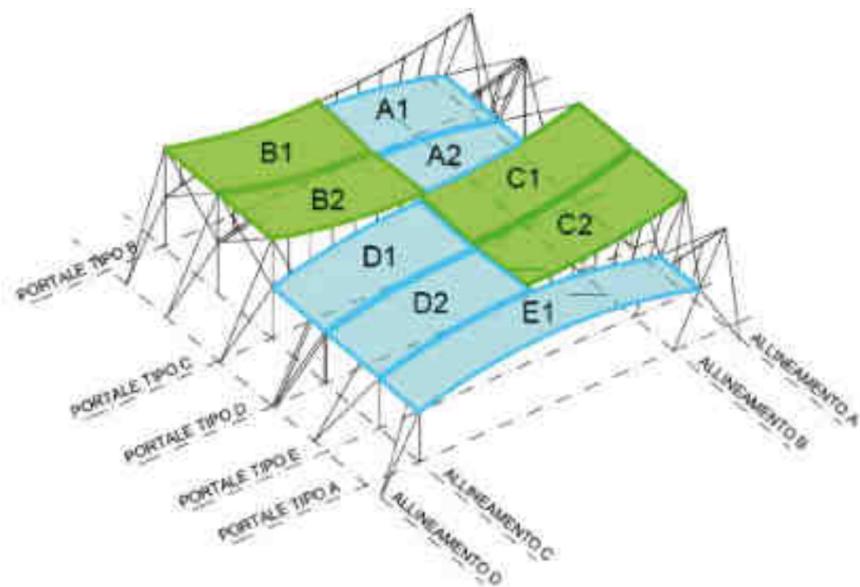
L'intero sviluppo dei percorsi di distribuzione all'interno del sito è composto da una rete di circa 30 km in cui spiccano sicuramente il Cardo e il Decumano, che pure non funzionerebbero senza tutti i percorsi secondari e terziari che definiscono in modo geometrico la griglia del sito. All'interno di questa rete assumono particolare interesse i percorsi situati ai bordi del canale perimetrale e sulle darsene, la cui definizione progettuale è stata molto complessa dal punto di vista tipologico. Le darsene sono le appendici del canale a fondo cieco che si staccano dai rami del canale per arrivare fino in prossimità del Decumano. Il loro orientamento risulta quindi essere perpendicolare all'asse pedonale principale del sito. Sulle darsene è sempre previsto l'affaccio delle aree service, destinate a ospitare le strutture per la ristorazione collettiva per i visitatori. Per poter risolvere tutte le situazioni generate dall'incontro di un camminamento pedonale con uno "spazio di acqua", è stato realizzato un abaco di almeno 9 tipologie di percorso, a sbalzo o in appoggio, che tenessero conto, per esempio, del tipo di sponda, della presenza di una vasca di fitodepurazione e del contatto con una briglia per correggere la quota di fondo del canale artificiale, in modo da garantire sempre il corretto scorrimento dell'acqua al suo interno.

SECONDARY AND CANALSIDE PATHS

The whole extension of the distribution paths in the site was composed of a network of about 30 km in which the Cardo and Decumanus surely excelled but which would not function without all the secondary and minor paths which defined the site grid. Within this network, the paths located at the edges of the perimeter canal and the mooring places, subjects of very complex design from the typological point of view, assumed a special importance. The mooring places were blind spurs on the canal that left the main branch to reach down to close-by the Decumanus; they were orientated perpendicular to the main pedestrian drag of the site. There were always service areas in the vicinity of the mooring places, providing the structures for visitor dining and refreshments. To resolve all the situations generated by the meeting of a pedestrian walkway with a "water space", a system of at least nine types of path was created, cantilevered or grounded, taking account, for example, of the type of bank, the presence of a phytoremediation plant and contact with an inlet for correcting the level of the artificial canal bottom so as always to guarantee a correct water flow inside it.

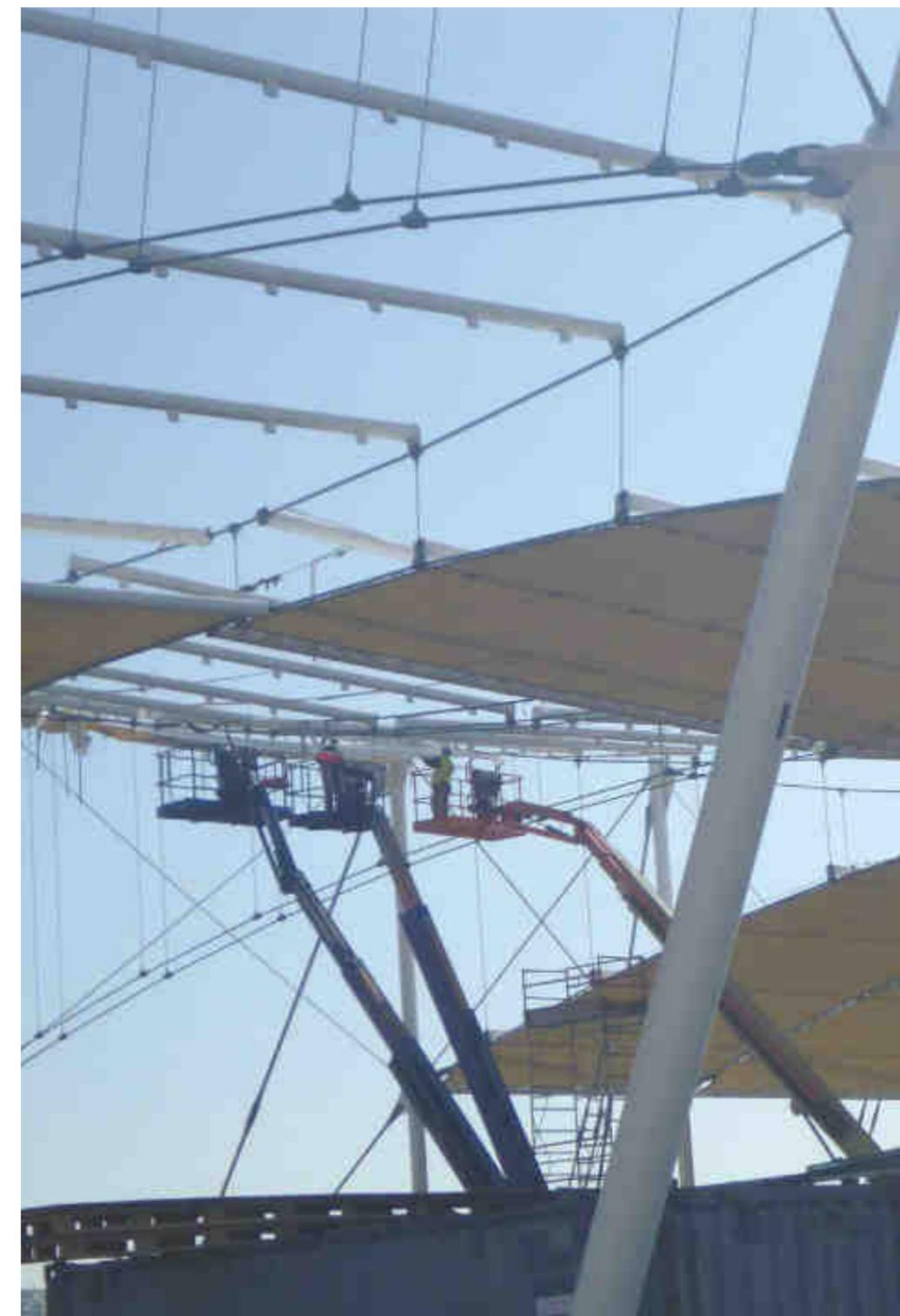
TENDE

Le tende sono state un elemento di forte identità per l'evento espositivo: hanno svolto l'importante funzione di copertura dei camminamenti principali del sito. La progettazione sviluppata, con la collaborazione di prestigiosi professionisti, ha privilegiato la ricerca di strutture leggere, con basso impatto delle opere, alta velocità di costruzione e alti livelli di "prefabbricabilità" e sostenibilità. Le tende sono state realizzate con materiali ecosostenibili, durabili (nei tempi previsti delle opere) e riciclabili. La chiara impronta "territoriale" segnata dal Decumano e dal Cardo è replicata con grande leggerezza ed efficacia compositiva dalle tende poste a un'altezza variabile. Al comfort fisico – quindi - si è legato un comfort percettivo, visivo e compositivo di chiara impronta urbana. La struttura portante di Cardo e Decumano è composta da 5 portali "tipici" in acciaio che si susseguono per tutta la lunghezza dei viali fino a formare l'ossatura di base. La successione dei portali prevede una campata a botte e l'alternanza di due doppi moduli ad ala che vanno dalla quota più bassa di 7 metri fino a un'altezza di 14 metri. La superficie complessiva coperta dalle tende è di circa 120.000 mq. Queste sono sostenute da una sequenza di pali in acciaio tirantati, intervallati ogni 10 metri parallelamente ai percorsi principali. Alle basi dei pali sono stati previsti i corrugati per le alimentazioni elettriche e di segnale dedicate alle periferiche sopra ospitate.



TENTS

The tents were a strongly identifying element for the exhibition: they had the important function of covering the main walkways on the site. The project developed, with the collaboration of prestigious professional, privileged the search for light structures, with a low impact on the works, high-speed erection and top prefabrication and sustainability specifications. The tents were made using eco-sustainable, durable (for the time of the exhibition) and recyclable materials. The clear "territorial" feature of the Decumanus and Cardo was complemented by the lights and compositional effectiveness of the tents, positioned at variable heights. So the physical comfort was added to by a perceptive comfort, visual and compositional, with a clearly urban feature. The bearing structure of the Cardo and Decumanus was composed of 5 "typical" steel portals spread along the whole length of the boulevards to form the basic skeleton. The succession of portals included a barrel vaulted span and the alternation of two double-wing modules ranging from a lower height of 7 metres up to a top height of 14 metres. The overall surface covered by the tents was about 120,000 square metres. The tents were supported by a sequence of tied steel poles set at 10 metre stages parallel to the main paths. Corrugated panels were placed at the base of the poles, for the electrical and signals connections dedicated to the peripherals installed on the poles.



FOCUS TECNICO

I moduli strutturali a doppio effetto sono composti da:

- tensostruttura in funi in acciaio ad alta resistenza con configurazione spiroidale aperta: le due funi, portante e stabilizzante, hanno curvatura contrapposta e sono presollecitate mediante un campo di forze di trazione verticalmente auto equilibrate. La presollecitazione è applicata mediante martinetti idraulici che agiscono sui capicorda regolabili posti alle estremità della fune stabilizzante;
- due cavalletti piani d'ancoraggio d'estremità formati da una colonna in tubo d'acciaio e due tiranti in fune spiroidale aperta in acciaio ad alta resistenza, con capocorda regolabile, che si collegano a metà altezza della colonna e in sommità. A questi cavalletti compete la funzione di portare alle fondazioni il carico verticale e il tiro orizzontale trasmesso dalla tensostruttura;
- manto di copertura in membrana ordita da arcarecci disposti trasversalmente tra le tensostrutture, fatta eccezione per la copertura dell'accesso ovest realizzata mediante cuscini pneumatici in ETFE.

Su ciascun modulo la copertura in membrana si sviluppa per metà luce a livello della fune portante (copertura "alta") e per metà luce a livello della fune stabilizzante (copertura "bassa"): questo determina nella copertura un andamento trasversale (rispetto all'asse del percorso) delle pendenze che permettono un flusso delle acque meteoriche dalla parte superiore alla parte inferiore. In corrispondenza della mezzeria (in cui si passa con discontinuità dalla copertura inferiore) sono previsti sistemi per la regimentazione dell'acqua e la necessaria sovrapposizione della copertura. Il sistema longitudinale di controventamento e dei giunti strutturali prevede che questi siano collocati in corrispondenza dei sistemi tensostrutturali doppi e che il sistema di controventi in funi a croce di Sant'Andrea colleghi il nodo di sommità di ciascuna colonna con il nodo intermedio delle due colonne adiacenti.

TECHNICAL FOCUS

The double-acting structural modules are composed of:

- the tensile tent structure, being high-resistance steel cables with an open spiral configuration: the



two cables, bearing and stabiliser, had an oppositely configured curvature and were pre stressed by means of a force-field of vertically self-balancing traction; the pre-stressing was applied by hydraulic jacks acting on the adjustable cable-heads positioned at the end of the stabilising cable;

- two flat end anchoring mounts formed by a steel tube column and two high-strength open spiral steel tie rods with an adjustable cable head, which were connected halfway up and at the top of the column; these mounts had the function of bringing the vertical load and the horizontal pull transmitted by the tensile structure down to the foundations;

- the covering mantle in woven membrane form with purlins being arranged transversally between the tensile structures, with the exception of the covering of the West Access, which was made using ETFE pneumatic cushions.

On each model, the membrane covering developed for half of its extension at the level of the bearing cable ("high" covering) and for the other half at the level of the stabilising cable ("low covering"); this created a transverse extension of the covering (with respect to the axis of the walkway) of the inclinations which caused the rainwater to flow from the upper part to the lower part. Systems were fitted at the halfway line (passing discontinuously from the lower covering) for regulating the water and the necessary superposing of the covering. The longitudinal wind-screening system and the structural joints meant that the joints were located at the double tensile structures and the cross-cables wind-screening system connected the top node of each column with the intermediate node of the two adjacent columns.

LE SCULTURE DI DANIEL LIBESKIND

A coronamento di Piazza Italia sono state inserite nei vertici del quadrato di intersezione fra Cardo e Decumano le sculture dell'archistar Daniel Libeskind a sottolineare l'importanza simbolica dei due percorsi principali.

THE SCULPTURES OF DANIEL LIBESKIND

To lend majesty to Piazza Italia, sculptures by the celebrated Daniel Libeskind were placed in the corners of the intersection between the Cardo and the Decumanus, to underline the symbolic importance of the two main paths.



CANTIERE

Quanto può essere difficile realizzare un percorso pedonale lungo oltre 2.000 metri, largo come l'intera Autostrada A8 e quasi interamente coperto da una tensostruttura alta 15 metri? Può esserlo moltissimo, se deve essere fatto nel mezzo di uno dei cantieri più estesi d'Europa, relazionandosi con un contesto in continua evoluzione e dovendo contemporaneamente fungere da asse viario di smistamento per oltre 150 altri singoli cantieri e fino a 9.500 persone contemporaneamente impegnate a realizzare freneticamente il proprio spazio espositivo. Lo è ancor di più se tale struttura non si configura solamente come arteria principale dei flussi di visitatori, ma assume il ruolo fondamentale di convogliamento e distribuzione della maggior parte delle reti infrastrutturali interrate (acqua, elettricità, rete dati, reti di smaltimento, etc.), oltre a fornire "base di appoggio" alle strutture di sostegno delle tende per l'ombreggiamento e di gran parte dei sistemi di controllo e audio-diffusione. Il Castrum, e in particolare il Decumano, sono stati tutto questo: spina dorsale dell'intero sito espositivo fin dalle fasi embrionali quando, a parte le attività di realizzazione del Loop perimetrale, l'immensa area vedeva ancora la presenza di poche lavorazioni con ampi spazi a disposizione. Ma già a inizio 2014, momento nel quale venne montato il cosiddetto mock-up dell'architettura tessile di copertura (il campione del sistema strutturale che, replicato per oltre 1,5 km avrebbe protetto i visitatori durante le lunghe passeggiate sotto il sole), la situazione complessiva del cantiere era assai diversa: il Loop perimetrale stava prendendo forma; le architetture di servizio vedevano completata la prima fase di realizzazione dei livelli interrati e di tutti i corpi scala e si preparavano ad accogliere le strutture in elevazione; Cascina Triulza era nel pieno dei propri lavori di ristrutturazione; i TCP (Thematic Corporate Pavillions) erano alla fase conclusiva di montaggio delle strutture reticolari e tutte le aree dedicate ai Cluster preparavano le platee di fondazione. Tutto ciò si tradusse in un deciso incremento di personale e mezzi impegnato nel cantiere e quindi nella necessità di una maggiore attenzione alla regolamentazione della viabilità interna. Non si poteva infatti permettere il passaggio di personale sul Decumano, al di sotto delle sezioni interessate dalle fasi di montaggio della tensostruttura. L'interdizione di ogni singolo troncone doveva però necessariamente corrispondere con la disponibilità di transito sui percorsi secondari, che

pertanto dovevano rimanere sufficientemente liberi per consentire l'agevole transito dei mezzi di cantiere. Iniziò così un gigantesco "tetrìs" all'interno del quale ogni casella (area di lavoro) doveva necessariamente poter lavorare senza impedire ad altri la stessa libertà, attraverso un coordinamento massiccio delle esigenze di tutti gli operatori, per permettere a ognuno di raggiungere e di svolgere il proprio lavoro, giorno e notte. La struttura delle tende venne montata in circa 8 mesi, da febbraio a ottobre 2014, ma il modus operandi proseguì fino agli ultimi giorni di aprile 2015 in maniera sempre più estrema, arrivando a definire lassi di tempo pari a un singolo turno di lavoro per eseguire una lavorazione e lasciare spazio a qualcun'altro. Le tende infatti erano solamente un tassello, seppur fondamentale, del mosaico necessario per dare piena vita al Castrum. Si susseguirono i completamenti impiantistici (infilaggio cavi), la realizzazione dei sottofondi stradali e degli elementi di raccolta delle acque piovane, la successiva asfaltatura, la posa di tutti i chiusini (ed erano migliaia) e per ultima la verniciatura finale di tutta la pavimentazione (lavorazione che richiedeva grande attenzione e precisione al fine di non compromettere la qualità del lavoro eseguito). Tutto questo mentre le maestranze intorno arrivavano a toccare quota 9.500.

SITE

How difficult can it be to realise a pedestrian walkway that is over 2000 metres long, as wide as the A8 motorway and almost entirely covered by a 15 metre high tensile tent structure? It can be extremely difficult, if it has to be done in the middle of one of the biggest construction sites in Europe and has to be built against a background of continuous evolution, and also has to be a main sorting road for more than 150 other sites and up to 9500 people engaged at the same time in frenetic activity in their own exhibition stands. It is still more difficult if the structure is not just a main arterial route for the flow of visitors but is also the fundamental route for transporting and distributing the majority of the underground infrastructure networks (such as water, electricity, data networks, sorting networks, etc.), as well as providing the "rest base" for the tent support structures for shading a substantial part of the control and sound-broadcasting systems. The Castrum, and in particular the Decumanus, were all of the above: the backbone of the exhibition site right from its conception, when apart from the activities of building the perimeter loop, the immense area was

still largely free of worksites, and therefore had much available space. But already at the start of 2014, when the "mock-up" of the textile covering architecture (the sample of the structural system which, replicated for over 1.5 km, would protect the visitors during their long walks in the sun), the situation on the site was very different: the perimeter Loop was taking shape, the service architectures saw the completion of the first stage of construction of the underground levels and the whole stairwell and were preparing to mount the elevation structures; Cascina Triulza was in the full flow of restructuring works, the TCPs (Thematic Corporate Pavillions) were at the final stages of mounting of the reticular structures and all the areas dedicated to the Clusters were preparing the foundation platforms. All of this was translated into a decisive increase in personnel and work machines on the site and therefore the need for greater attention to the regulation of the internal viability: personnel were banned from walking on the Decumanus beneath the sections involved in the mounting steps of the tensile tent structure. Prohibition of entry to each single branch therefore necessarily meant coordinating the availability of transit on the secondary paths, which therefore had to be sufficiently free to facilitate transit for the work machines on the site. Thus a gigantic "tetrìs pattern" was commenced in which each lot (working area) absolutely had to be able to work without denying others the same freedom, following a massive coordination of all operators' needs, so that everyone could reach their workplace and carry out their work, day and night. The structure for the tents was up in about 8 months, from February to October 2014, but the working system described above was maintained and made progressively stricter up to the final days of April 2015, when even only a single shift, in some cases, might be allowed for carrying out a particular work before having to free up space for someone else. In fact the tents were only one tile, however fundamental, in the mosaic that became necessary to breathe life into the Castrum: there followed the final set-up of the plants (installing the cabling), the creating of the underground areas beneath the roads and the rainwater collection tanks, the subsequent asphalting, the fixing of all the manhole covers (and there were thousands of them) and lastly the final painting of the whole flooring (this required great attention and precision in the following stages so as not to compromise the quality of the work carried out). All of this while the craftsmen around the site numbered 9500 souls.





GLI ACCESSI PRIMARI /
THE MAIN ACCESSES

LA GESTIONE DEI FLUSSI
DEI VISITATORI /
VISITOR FLOW
MANAGEMENT

PROGETTAZIONE / THE PROJECT

ACO – ACCESSO OVEST

Il progetto che MM ha sviluppato per l'accesso ovest riguarda il principale ingresso per i visitatori del sito. Risulta direttamente collegato al piano mezzanino della fermata metropolitana e della stazione ferroviaria, con un percorso che si sviluppa con un piano inclinato di pendenza media del 4,8%, con pianerottoli piani di raccordo ad intervalli regolari e gradonate in granito nel tratto scoperto in corrispondenza delle tasche di servizio. Al termine del piano inclinato si trova il sistema di accesso costituito da una serie di tornelli, archetti e x-ray. Il progetto prevedeva una parte coperta centrale denominata corridoio e due corpi laterali a formazione di due tasche architettoniche, nelle quali hanno trovato alloggio i principali servizi di accoglienza dei visitatori. Dalla rampa inclinata si accede direttamente alle due tasche laterali, che si sviluppano su aree poste su due differenti livelli.

ACO – WEST ACCESS

The project developed by MM for the West Access related to the main entrance for site visitors. It was directly connected to the mezzanine floor of the metro train and overground railway station, with a moving ramp extending with an inclination on average of 4.8%, with flat connecting landings at regular intervals and granite steps at the service compartments. At the end of the moving ramp there was an access system constituted by a series of turnstiles, arches and x-ray machines. The project included a covered central part, i.e. a corridor, and two lateral parts formed as two architectonic compartments, in which the welcome services for the visitors were located. Access to the two compartments, which develop on areas at two different levels, was from the moving ramp.



ACE – ACCESSO EST

Il progetto dell'accesso est riguarda l'ingresso dedicato ai visitatori che accedevano al sito tramite trasporto su gomma di carattere pubblico privato e collettivo (taxi, navette, autobus privati). L'area individuata si trova al di sotto del viadotto di collegamento tra l'autostrada A8 e la tangenziale ovest il cui progetto era seguito da un altro soggetto. Nella fase iniziale la progettazione del viadotto non era ancora conclusa e di conseguenza era lecito aspettarsi modifiche, in corso d'opera, che sarebbero state impattanti sulla programmazione degli interventi. I progettisti MM hanno sviluppato un progetto flessibile che tenesse conto di un possibile "margine di posizionamento" dei piloni costituenti la struttura del viadotto (non ancora realizzato, né tantomeno consolidato progettualmente), affinché non si verificassero interferenze future con la collocazione dei tornelli. Si è ipotizzato che questo accesso sarebbe stato raggiunto da un alto numero di veicoli su gomma per un totale circa del 30% complessivo del flusso di visitatori stimato. L'accesso est è uno dei due più importanti accessi al sito dell'Esposizione universale. Il visitatore che arrivava dal parcheggio adiacente (per mezzo di taxi, bus navetta, autobus o automobile) poteva raggiungere il sistema di controllo e ingresso attraverso 6 ponti pedonali realizzati dalla "copertura" del torrente Guisa. Inoltre, sui lati nord e sud sono stati collocati due

ponti carrabili di attraversamento del torrente aventi funzione di collegamento con la viabilità perimetrale e destinati alla circolazione di servizio ed emergenza. Così come per l'accesso opposto, il sistema era controllato da una serie di tornelli, archetti e x-ray. Le biglietterie si trovavano tra la parte terminale del parcheggio e la fascia dei tornelli, sia prima che dopo gli attraversamenti pedonali sul torrente Guisa.

ACE – EAST ACCESS

The design for the East Access concerns the entrance for visitors reaching the site in vehicles, either public, private and shared (taxis, buses, private coaches). The area is situated below the linking viaduct between the A8 motorway and the West Ring Road; this project was not managed by MM. During the initial design stage the viaduct was not yet completed and consequently it was logical to wait for on-going modifications which would have an effect of the planning of works. MM developed a flexible project taking account of a possible "positioning margin" of the pylons constituting the structure of the viaduct (not yet built, nor even firmed up at project level), so that there would be no future inferences with the positioning of the turnstiles. It was imagined that this access would be used by a large quantity of road vehicles, to a total of about 30% of the estimated visitor flow. The East Access is one of the two most important site accesses to the Universal Exhibition. The visitor arriving in the adjacent car park (by shuttle, bus or motor car) would reach the control and entry system via 6 pedestrian bridges built by the "covering" of the river Guisa. Furthermore, on the north and south sides two vehicle bridges were to be built crossing the river, linking with the perimeter road and destined for emergency and service traffic circulation. As with the opposite access, the system was controlled by a series of turnstiles, arches and x-ray machines. The ticket booths will be located between the terminal part of the car park and the turnstiles rank, both before and following the pedestrian crossings on the river Guisa.



ACCESSI PEDONALI E VEICOLARI

MM si è occupata anche della progettazione degli accessi pedonali e veicolari al servizio del Sito Espositivo. Nell'ambito della progettazione a base di gara, conclusa nel 2011, gli accessi pedonali erano stati dotati di controllo biglietti (tornelli) come filtro di ingresso, mentre gli accessi veicolari erano stati dotati di un dispositivo a barriera fisica in grado di respingere qualunque tipo di veicolo. Successivamente, nel 2013, è sopraggiunta la necessità di installare dei dispositivi di sicurezza per rendere il sito espositivo dotato di un filtraggio di "tipo aeroportuale". Inoltre, l'ingresso di partner di livello internazionale ha richiesto la modifica di quanto previsto con il progetto esecutivo. Anche in questo ambito MM si è trovata di fronte a una grande sfida: la riprogettazione in tempi stretti di tutti gli impianti al servizio degli accessi con il conseguente affiancamento alla direzione lavori di Piastra per l'inserimento delle modifiche in tempo reale. I varchi veicolari prevedevano, tramite una nuova dotazione di controllo per l'accesso, differenti dissuasori e una nuova tipologia di

sbarre. MM ha riprogettato in tempi rapidi anche i sottoservizi afferenti a questi dispositivi, variati rispetto a quanto previsto in origine. Le coperture delle tornellerie di accesso sono state progettate da MM rispondendo a una sfida molto particolare: oltre a una illuminazione che garantisse la sicurezza dei visitatori e il comfort visivo per gli addetti ai lavori, hanno dovuto garantire la protezione e l'immunità alle intemperie delle apparecchiature dedicate al controllo dei visitatori installate al di sotto delle stesse. L'esclusivo tornello di controllo, inoltre, appositamente progettato per Expo, ha richiesto un'infrastruttura in fibra ottica e rame per la comunicazione dei dati con i server dedicati installati nei data center ICT gestiti da Cisco. Anche questa rete, compresa l'individuazione di una soluzione innovativa per la gestione della rete dati ("cassetta attiva"), è stata progettata da MM in stretto coordinamento con i partner tecnologici. Per ogni singolo accesso, inoltre, è stato previsto un monitor per l'indirizzamento del flusso dei visitatori, e una telecamera per il rilevamento del volto del singolo visitatore. Anche queste dotazioni

sono state progettate da MM tre mesi prima dell'inizio dell'evento. Gli accessi hanno permesso l'ingresso nel sito espositivo di circa 20 milioni di visitatori senza alcun tipo di disservizio e con la massima sicurezza. Anche questa sfida ingaggiata da MM è stata brillantemente vinta.

PEDESTRIAN AND VEHICLE ACCESSES

MM managed the design of the pedestrian and vehicle accesses at the service of the exhibition site. In the description of the tender offer of 2011, the pedestrian accesses included ticket control (turnstiles) as an entry filter, while the vehicle accesses were to be equipped with a physical barrier able to refuse entry to any type of vehicle. Later, in 2013, the need emerged to install safety devices to make the exhibition site more alike to an airport in its filtering mode. Furthermore, the entry of partners of international importance required a change to the specifications of the executive project. MM in this case too found itself facing a great challenge, i.e. the redesigning, in a very narrow time slot, of the access services with the consequent real-time inserting of the new design modifications in the direction of works for the Floor.

The vehicle accesses were to have a new control mode for entry, including different dissuaders and new types of barriers. MM also rapidly redesigned the sub-services connected with these devices, which were varied with respect to what was envisaged before the changes. The coverings for the access turnstiles were designed by MM in response to a very special challenge: as well as the need for a lighting style ensuring visitor safety and visual comfort for the ticket personnel, they had also to guarantee protection and shelter from the apparatus dedicated to the control of the visitors installed beneath the coverings. The exclusive control turnstile, specially developed for the Expo, required an optic fibre and copper wire infrastructure for data communication with the dedicated servers in the ICT data centres managed by Cisco. This network too, including finding a novel solution for management of the data network (active junction box), was designed by MM in strict collaboration with the technological partners. Each access would also be equipped with a monitor for directing the flow of visitors, and a television camera for detecting the face of the single visitor. These extras were also designed by MM three months prior to the start of the event. The accesses afforded entry of about 20 million visitors to the exhibition site with no blips and in excellent levels of safety. This was another of the challenges that MM overcame with distinction.

FOCUS TECNICO

Gli accessi pedonali erano controllati da 250 tornelli automatici, 40 dei quali sono stati appositamente studiati per gestire l'ingresso dei visitatori diversamente abili. Per i varchi veicolari, invece, sono state fornite le automazioni per cancelli scorrevoli e per barriere stradali e 80 dissuasori per la protezione e la selezione delle entrate perimetrali di passaggi carrai. Ogni coppia di dissuasori era collegata a un compressore che ne permetteva l'innalzamento e l'abbassamento. Il sistema integrato di controllo accessi poteva essere controllato anche attraverso 100 dispositivi palmari. Fulcro della piattaforma tecnologica un nuovo tornello progettato ad hoc per Expo 2015, in grado di leggere tutti i tipi di titoli d'ingresso, in formato cartaceo, Qr Code, Rfid o Nfc per consentire l'accesso dei visitatori e degli espositori anche da mobile, utilizzando smartphone e tablet. Pensato per integrarsi con le tecnologie di tutti i partner di Expo 2015, ciascun tornello è stato inoltre dotato di un software per la lettura biometrica che permetteva l'ingresso esclusivamente a personale qualificato e abilitato. Ogni tornello era connesso alla rete Ethernet che permetteva il controllo dei dati in tempo reale e consentiva il passaggio del singolo visitatore. Inoltre è stata predisposta una connessione UTP la cui attestazione era poi effettuata in una "cassetta attiva" appositamente progettata con caratteristiche di tenuta all'acqua e collocata nei pozzetti afferenti alla rete dei sottoservizi dedicati al singolo accesso. Al suo interno è stato inserito uno switch di tipo industriale, fornito da un partner tecnologico, interconnesso al singolo tornello mediante connessione UTP. Ogni singolo switch è stato collegato al data center di riferimento mediante una rete in fibra ottica dedicata. Ogni cassetta attiva è stata inoltre dotata di due linee di alimentazione indipendenti, per la garanzia della continuità di erogazione di corrente elettrica. Ogni accesso è stato dotato di una macchina per analisi x-ray e di circa 4 metal detector. Queste apparecchiature hanno garantito un livello di sicurezza di tipo "aeroportuale". Anche l'impiantistica elettrica alla base di ogni accesso è stata studiata con la massima cura per garantire un livello di erogazione costante. Gli accessi pedonali sono stati dotati di telecamere

dedicate per il rilevamento del volto del singolo visitatore. Queste facevano capo a uno switch di campo, installato in appositi rack stradali, che a loro volta sono stati connessi in fibra ottica a uno switch contenuto in un locale tecnico di riferimento, tramite il quale veniva garantita l'interconnessione con il Centro di controllo operativo (ECCC). Infine, per ogni accesso pedonale, è stato previsto un monitor informativo che permetteva l'indirizzamento del flusso dei viaggiatori, indicando i tornelli dedicati a persone disabili, scolaresche, etc. La progettazione delle alimentazioni e della rete dati al servizio di questi monitor ha tenuto conto della necessità della massima flessibilità di cambio dei messaggi visualizzati sui monitor, in tempi rapidi, mediante delle consolle ubicate nelle biglietterie adiacenti il singolo accesso, oppure dal Centro di controllo operativo.

TECHNICAL FOCUS

The pedestrian accesses are controlled by 250 automatic turnstiles 40 of which were specially developed for managing the entry of differently-able visitors. For the vehicle accesses, instead, automated systems were installed for sliding gates and road barriers, as well as 80 dissuaders for protection and selection of the perimeter entrances for vehicles. Each pair of dissuaders is connected to a compressor which raises and lowers it. The integrated control system can also be controlled via 100 hand-held devices. The fulcrum of the technological platform is a new turnstile, designed ad hoc for Expo 2015, that can read all types of entry passes in paper form, Qr Code, Rfid or Nfc for granting access to the visitors and exhibitors from mobile devices, i.e. smartphones and tablets. Being designed so as to integrate the technologies of all Expo Milano 2015 partners, each turnstile is further equipped with software for biometric reading affording entry exclusively to qualified and verified personnel. Each turnstile is connected to the Ethernet network enabling data control in real time and allowing passage of the single visitor. Further, a UTP connection was set up, headed to an "active junction box" specially designed, waterproof and located in the wells connected to the sub-services dedicated to the single accesses. An industrial-type switch supplied by a technological partner was installed in the box and interconnected to the single turnstile via a UTP connection. Each single switch was connected to the reference data centre by a dedicated optic fibre network. Each active junction box was equipped with two independent power supply lines for guaranteeing

continuity of electricity supply. Each access was equipped with an x-ray analysis machine and about 4 metal detectors. These apparatus ensured an "airport-style" security level. The electrical plant too at the base of each access was developed with the greatest of care to ensure a constant level of delivery. Each pedestrian access was provided with a dedicated television camera for detecting the face of each visitor. These television cameras head up to a field switch, installed in road racks, which in turn are connected by optic fibre to a switch contained in a reference technical room, which guarantees interconnection with the operational control centre (ECCC). Lastly, an information monitor was installed for each pedestrian access enabling directing the flows of visitors by indicating the turnstiles for disabled persons, school parties etc. The design of the power supplies and the data network at the service of these monitors took account of the need for maximum flexibility in the rapid changing of the messages displayed on them, from consoles located in the ticket booths adjacent to the single accesses, or from the operation control centre (EC³). The displayed message could be changed and adapted to the varying entry requirements.

LA NUOVA SCALA DI
ACCESSO ALLA STAZIONE /
THE NEW ACCESS STAIRWAY
TO THE STATION

Il progetto del nuovo punto di arrivo per tutti coloro che si avvicinavano a Expo 2015 dalla stazione Rho-Fiera nasce dall'idea di introdurre in modo inusuale il tour ai padiglioni e alle opere presentate nell'area espositiva. MM ha lavorato sull'idea del nuovo accesso alla stazione ferroviaria partendo dalla suggestiva immagine egizia della Sfinge. È nato così il progetto della copertura in acciaio e vetro, arcaica nelle forme ma avveniristica nella realizzazione finale, in cui piccole e geometrizzate campiture cristalline elaborano, associano, inventano e rifrangono le immagini. Lo staff di progetto ha seguito anche la progettazione del corridoio di collegamento fra la stazione ferroviaria e l'accesso all'esposizione realizzando i due nuovi lucernari: due piramidi di vetro (il riferimento all'architettura egizia si ripete) tagliate lungo una linea diagonale che garantiscono l'illuminazione naturale del percorso. Per amplificare l'effetto di captazione della luce





di questi due nuovi occhi vetrati, lo spessore di cemento armato della copertura è stato rivestito di uno strato di acciaio a specchio e sotto i lucernari sono stati appesi due prismi che rifrangono e scompongono il sole che vi penetra in un arcobaleno di colori. La stazione accoglie, anche, le opere di due giovani artisti premiati in occasione del concorso “Arte sotto Milano” promosso da MM, Expo 2015 e Accademia di Belle Arti di Brera: “Istanti” di Antonio Gramegna e “Cartografie Immaginarie” di Veronica Menna.

The project for the new arrival point for all people visiting Expo 2015 from the Rho-Fiera station began with the idea of introducing an unusual itinerary for the tour of the pavilions and the works presented in the exhibition area.

MM worked on the idea of the new access to the railway station starting from the evocative ancient Egyptian image of the Sphinx. Thus the project design for the covering, using steel and glass as covering, was archaic in its forms but futuristic in its final construction, in which small and geometric crystalline backgrounds elaborated, associated, invented and refracted the images. The project staff also followed the project for the linking corridor between the railway station and the access to the exhibition by realising the two new skylights: two glass pyramids (with another nod to ancient Egypt) cut along a diagonal line and guaranteed natural lighting over the corridor. To amplify the light-capturing effect of these two new glass eyes, the reinforced concrete body was clad with a layer of mirrored steel and two prisms were hung beneath the skylights to reflect and deconstruct the penetrating sunlight into a rainbow of colours. The station also houses the works of two prize-winning young artists, winners of the “Arte sotto Milano” competition promoted by MM, Expo 2015 and the Accademia di Belle Arti di Brera: “Istants” by Antonio Gramegna and “Cartografie Immaginarie” by Veronica Menna.





L'ALBERO DELLA VITA / *THE TREE OF LIFE*

ARCHITETTURA CHE
DIVENTA EMOZIONE /
*ARCHITECTURE AS
FEELINGS*

Nel centro di Lake Arena si trova l'Albero della Vita che, con i suoi meravigliosi giochi d'acqua, i suoi allestimenti luminosi e sonori ha rappresentato il cuore pulsante del Padiglione Italia, il luogo in cui moltissimi spettatori si riunivano per una pausa durante la visita al Sito e assistevano a spettacolarizzazioni modulari diurne e notturne ricche di effetti speciali tridimensionali che sfruttano le più avanzate tecnologie. L'Albero della Vita è stato considerato il simbolo dell'Esposizione universale italiana del 2015 e lo si ritrova ancora adesso nel logo della società Arexpo, titolata a sviluppare tutta la fase del post evento.

The Tree of Life was located in the Lake Arena, with its marvellous water displays, its light and sound systems representing the beating heart of the Italian Pavilion, the place where a multitude of spectacular events would take place, perfect for a moment of relaxation during the visit of the site, and forming the backdrop for shows both day and night, rich in special three-dimensional effects exploiting the most modern technologies. The Tree of Life was considered the real symbol of Expo 2015 and can be seen in the logo of the Arexpo company, which developed the whole post-event stage.

PROGETTAZIONE / THE PROJECT

Il progetto è stato sviluppato da Marco Balich. Durante l'evento l'Albero è stato il "trampolino" per spettacoli visivi e sonori, la cui realizzazione è stata possibile attraverso l'impiego di fontane programmabili situate sul fondo del Lake Arena, impianti speciali per la realizzazione di effetti di illuminotecnica architettuale in movimento, proiezioni di immagini appositamente realizzate, grafiche laser e giochi di fumi e di pirotecnia di tipo teatrale. L'Albero della Vita, posto sul basamento realizzato sotto la quota fondo lago, si compone delle seguenti parti: "le radici" in legno lamellare che sovrastano la piazza circolare posta ai piedi; "il tronco" in tubo d'acciaio con all'interno una scala elicoidale e rivestito con struttura in legno lamellare; "la chioma" con struttura in legno lamellare sostenuta in sommità da stralli in acciaio e con terrazza panoramica. MM ha contribuito attivamente alla progettazione strutturale dell'Albero, ideando un apposito basamento posto al centro dell'Arena al di sotto della quota di fondo insieme alla centrale di pompaggio dell'acqua (CPL), situata a nord-est. Quest'ultima, prelevando l'acqua del canale perimetrale, garantiva, mediante apparati impiantistici posti al suo interno, il funzionamento delle fontane usate per gli spettacoli dell'albero. Il progetto esecutivo comprende, oltre al basamento, la struttura in elevazione e l'impiantistica a cui è stato collegato tutto l'allestimento scenotecnico. Attraverso una passerella che attraversa il Lake Arena si giunge ai piedi del manufatto, la piazza che dà accesso al corpo centrale dell'Albero dove una scala elicoidale garantisce il collegamento dei vari livelli fino ad arrivare alla terrazza.

The "Tree of Life" project was developed by Marco Balich. During the event the Tree was the inspiration for visual and sound presentations, made possible by the addition of programmable fountains situated on the bottom of the Lake Arena, special plants for realising architectural moving light effects, projection of specially-realised images, laser graphics and theatrical smoke and firework displays. The Tree of Life was positioned on a base built beneath the lake bottom, and was made up of the following parts: the "roots" made of laminated

wood overlying the circular piazza located at its feet; the "trunk" made of steel tubing with the helical staircase inside it and clad with a laminated wood structure; the "branches" made of laminated wood supported at the summit by steel stays and with a panoramic terrace. MM actively contributed in the structural design of the Tree by developing a special base located at the centre of the arena beneath the bottom level together with the perimeter canal water pumping station (CPL), situated in the north-east, which by collecting water from the perimeter canal guaranteed, with the plant apparatus positioned inside it, the functioning of the fountains used for the Tree shows. The executive project further comprised the



elevation support structure and the plant to which the whole theatrical set up was connected. A walkway crossing the Lake Arena led to the feet of the Tree, i.e. the square affording access to the central body of the Tree where a spiral staircase connected of the various levels and stretched up to the terrace. The project included a covered central part, i.e. a corridor, and two lateral parts formed as two architectonic compartments, in which the welcome services for the visitors were located. Access to the two compartments, which develop on areas at two different levels, was from the moving ramp.

FOCUS TECNICO

Il progetto architettonico dell'Albero della Vita affonda le sue origini in uno dei periodi artistici più fervidi dell'arte italiana: il Rinascimento. Le radici dell'Albero che si dispongono sul Lake Arena richiamano la Piazza del Campidoglio di Michelangelo, mentre la piazza posta alla base dell'Albero richiama il disegno della piazza rinascimentale anche nella disposizione della finitura marmorea. L'Albero della Vita è un manufatto visivamente riconoscibile che si sviluppa per un'altezza massima di 35 metri. Le radici sono realizzate in elementi di legno lamellare



che si diramano dal fusto verso le estremità del Lake Arena adagiandosi sullo specchio d'acqua, mantenute al di sopra del lago mediante elementi di sostegno in carpenteria metallica. Dalla piazza si sviluppa la passerella di collegamento al Lake Arena riservata ai soli addetti ai lavori e interdotta al pubblico. La chioma che si sviluppa fino a una larghezza massima di 33 metri è costituita da elementi il legno lamellare sostenuti da stralli collegati al nucleo in acciaio. All'interno dell'Albero si sviluppa una scala a pianta circolare ovvero la terrazza panoramica riservata ai tecnici

addetti alla manutenzione e allo spettacolo. Il nucleo centrale è costituito da un elemento cilindrico in acciaio suddiviso verticalmente in conci "customizzati" per ospitare al loro interno la scala di arrivo in sommità. Il nucleo è rivestito da una doppia spirale incrociata sovrapposta in legno lamellare con funzioni estetiche e parzialmente strutturali nella parte bassa, fissato su 12 postazioni di aggancio con tirafondi in grado di resistere a una sollecitazione di 100 tonnellate in trazione e in compressione. I "rami" che compongono la chioma dell'Albero vengono sorretti da una serie di tiranti a X muniti di flange di accoppiamento. Il montaggio dei conci ad anello in successione verticale, previa applicazione degli elementi in legno lamellare a doppia spirale incrociata, è stato previsto a terra. La curvatura torsionale dei "rami" è stata applicata in fase di costruzione delle travi lamellari e successivamente registrata attraverso dadi autobloccanti per la regolazione in opera delle distanze dalle strutture acciaio/legno. I sistemi di diffusione sonora e di proiezione video hanno richiesto l'allestimento di torri di proiezione. Per alloggiare, proteggere e fissare stabilmente i proiettori video previsti è stata necessaria la costruzione di due torri alte circa 10 metri con 4 piani intermedi portanti. Queste consentono la realizzazione di sistemi di appoggio dei proiettori con elevata stabilità, per ottenere la massima precisione durante le fasi di proiezione. Inoltre due torri analoghe opportunamente posizionate garantiscono gli effetti audio necessari durante gli spettacoli.

TECHNICAL FOCUS

The architectural design of the Tree of Life was firmly planted in one of the most fervent artistic eras of Italian Art, the Renaissance. The tree roots stretching over the Lake Arena evoked Michelangelo's Piazza del Campidoglio, while the square situated at the base of the Tree recalled the Renaissance Piazza, not least because of its finishing touches in marble. The Tree of Life was a visually distinctive construction developing over a maximum height of 35 metres. The roots were made of laminated wood members branching from the stem towards the ends of the Lake Arena, stretching onto the water surface and being held above the lake by metal support elements. The square was the starting point for the linking walkway to the Lake Arena, reserved for site personnel and not for public use. The tree branches developing up to a maximum width of



33 metres was constituted by laminated wood members supported by stays fixed to the steel nucleus. A spiral staircase extends inside the tree, reaching to the top treadable plane, i.e. the panoramic terrace reserved for technical staff charged with maintenance and show set-up. The central nucleus was constituted by a steel cylindrical element vertically sub-divided into "customised" segments for housing the staircase leading to the summit. The nucleus was clad by a double and crossed spiral made of laminated wood having aesthetic and partially structural functions in the lower part, fixed on 12 hook-up positions with ground anchors able to withstand stresses of 100 t in traction and compression. The "branches" making up the spread of the Tree of Life were supported by a series of X-shaped ties having coupling flanges. The mounting of the ring segments in vertical succession, prior to application of the crossed double-spiral laminated wood members was done from ground level.

The torqued curving of the "branches" was applied during the construction stage of the laminated beams and subsequently adjusted using self-blocking nuts for on-site adjustment of the distances from the steel/wood structures.

The sound broadcasting and video projection system required the setting up of projection towers. To house, protect and stably fasten the video projectors, two approximately 10-metre high towers had to be built, with 4 intermediate bearing planes enabling the installation of projector-bearing systems with great stability properties, for obtaining maximum precision during projections. Moreover, two similar towers, appropriately positioned, guaranteed the audio effects required during shows.

ANEDDOTO

Nella seconda metà del 2014 la realizzazione dell'Albero della Vita fu oggetto di profonde discussioni all'interno di Expo 2015. Il ritardo che era stato accumulato nelle fasi iniziali dell'esecuzione delle opere, in particolare in corrispondenza di Palazzo Italia e della zona del Lago, preoccupava il management di Expo. In questo contesto l'Albero della Vita, essendo un'installazione pensata in aggiunta al Lake Arena e realizzata quale opera complementare al Lago, costituiva un possibile rischio per il completamento della realizzazione. Rischiare un "incompiuta" al centro del Lake Arena poteva provocare una pesante ricaduta reputazionale per Expo. A fine ottobre 2014 la scelta sulla realizzazione dell'Albero della Vita non era ancora stata presa. In quello stesso periodo Expo chiese a MM di svolgere il ruolo di Responsabile della fase esecutiva di Padiglione Italia, nonché di subentrare nell'attività di Direzione dei lavori di Palazzo Italia



e di tutte gli altri appalti legati alla partecipazione italiana (fra cui gli stessi allestimenti dell'Albero della Vita). Una delle prime scelte poste al Responsabile della fase esecutiva fu quella di fornire un'analisi tecnica sull'opportunità di realizzare l'Albero. Di fatto MM aveva la responsabilità di scegliere se eseguire l'opera. La scelta era difficilissima. Viste le attività in corso si sapeva che l'opera (di grandissima complessità e difficoltà realizzativa) doveva essere costruita, completata, testata e avviata in meno di quattro mesi, coordinandola con il completamento della Lake Arena, con il montaggio delle fontane del Lago e con la messa in acqua dell'intero canale. Fu una decisione da "far tremare i polsi" basata sull'esperienza e su una valutazione del progetto e delle persone impegnate nella realizzazione fatta in poche ore. La decisione ha poi portato alla realizzazione di quello che è stato uno dei simboli di Expo Milano 2015. Sicuramente, visto ora, un grande successo, ma quanta angoscia nella scelta e quante difficoltà nei mesi successivi per permettere la realizzazione contemporanea di queste opere! E' stata sicuramente grande la capacità del

Coordinamento di sicurezza di MM di garantire la realizzazione in sicurezza di un'opera con così tante sovrapposizioni in pochi mesi.

ANECDOTE

In the second half of 2014 the building of the Tree of Life was the object of profound discussion inside Expo 2015. The delay was more crucial during the initial stages of the works, in particular concerning Palazzo Italia and the Lakes zone, and was a considerable worry for the Expo management. In this context the Tree of Life, being an installation, had been conceived of as an addition to the Lake Arena and was built to complement the Lake, but constituted a risk for the completion of works. The risk of having an unfinished work in the Lake Arena could occasion a heavy drop in the Expo's reputation. At the end of October 2014 the decision to build or not to build the Tree of Life had not yet been taken. During the same period Expo asked MM to manage the executive stage of the Italian Pavilion, as well as to become involved in the activities of the Direction of Works for Palazzo Italia and all the other contracts linked to the Italian participation (among which the setting up of the Tree of Life). One of the first

choices the manager of the executive stage was called upon to make was that of providing a technical analysis, or not, of what was needed to build the Tree. MM had, effectively, the responsibility of choosing whether or not to build the Tree of Life. It was an extremely difficult choice to decide on: the evidence of the works in progress showed that this work (of great complexity and difficult to realise) would have to be realised, completed, tested and actuated in less than four months, and in coordination with the completion of the Lake Arena, the assembling of the lake fountains and the flooding of the whole canal. This was a teeth-on-edge decision based on experience and an evaluation of the project and the personnel involved in the construction that was made over only a few hours. The decision led to the creation of what became one of the great icons of Expo Milano 2015. Seen from the comfortable viewpoint of hindsight, it was surely a great success, but in reality at the time caused great anxiety in the choices made and huge difficulties over the contemporary development of all the adjacent works; MM's Safety Coordination can indisputably claim to have guaranteed security during these works, which involved so much overlapping over those few months.





**LA COLLINA
MEDITERRANEA /**
*THE MEDITERRANEAN
HILL*

PROGETTAZIONE / THE PROJECT

All'estremità del Decumano è situata la Collina Mediterranea, considerata uno degli elementi "iconici" del sito espositivo, il punto più suggestivo da cui ammirare l'evento. MM ne ha curato la progettazione esecutiva. La Collina è stata progettata in modo da rendere la visita fruibile da tutti, prevedendo un sistema di rampe che porta il visitatore sulla cima, da dove può godere la vista del sito ammirando, tra l'altro, le tende che ricoprono i percorsi pedonali allo scopo di proteggere i visitatori da una giornata piovosa o da una troppo soleggiata. La Collina, la cui altezza inizialmente prevista era di 22 metri, costituisce il "negativo topografico" dell'anfiteatro all'aperto ed è stata concepita come un "manufatto paesaggistico", ovvero un elemento "puro" costituito solo da terreno e vegetazione. Lo sviluppo piramidale si eleva su una base a triangolo scaleno, con il lato posto a meridione più corto, il lato lungo affacciato sul sito e il terzo lato, esposto a nord-est, che si pone di fronte all'ingresso dell'accesso est. È costituita da una base di fondazione per garantire la resistenza al taglio, un nucleo centrale dotato di drenaggi per garantirne l'adeguata stabilità, un rilevato strutturale esterno costituito da terreno di riporto con spessore variabile, e infine da uno strato di terreno. Il nucleo originariamente previsto ammontava a circa a 22.200 mc, mentre il rilevato strutturale e terreno coltivo a 60.600 mc, per un totale di 82.850 mc. La costruzione è avvenuta per strati, simultaneamente al nucleo e alla parte superficiale. La necessità di includere anche uno dei padiglioni chiave dell'evento espositivo, il padiglione "Slow Food", ha richiesto la riprogettazione della Collina per poter ospitare, sulla base del triangolo originariamente previsto, un'area sulla quale sarebbero stati poi predisposti i piccoli edifici in legno e gli orti dedicati. MM si è quindi occupata anche di questa riprogettazione, che ha comportato un importante abbassamento dell'altezza originariamente prevista, anche in funzione della velocizzazione dei lavori (questo adeguamento è stato richiesto solo 12 mesi prima dell'inizio dell'evento espositivo), e di una modifica della base di supporto. Inoltre si è dovuto procedere alla

riprogettazione dei sottoservizi dedicati agli impianti in quanto, da semplice "illuminazione scenica", il "complesso Collina" ora richiedeva uno spazio attrezzato come un vero e proprio "padiglione".

The Mediterranean Hill is located at the end of the Decumanus and is considered one of the iconic emblems of the exhibition site. MM supervised the executive design of the Mediterranean Hill, which became the most evocative point from which to admire the exhibition site during the event. It was designed so that it would be available to all, as it included a system of ramps leading the visitor up to the summit from where she or he could enjoy the view of the Site and admire, among other things the tents covering the pedestrian walkways and protecting the visitors from a rainy day or the glare of the sun. The original project height of the hill was 22 metres, constituting the "topographical negative" of the amphitheatre, and was conceived as a "landscape construction", i.e. a "pure" element constituted by only terrain and vegetation. The pyramid shape rose from a scalene triangular base, with the southern side being the shortest side, while the long side faced the exhibition site and the third side, north-east facing, was positioned in front of the East Access. The hill was constituted by a foundation base ensuring shear resistance, a central nucleus, provided with drainage systems for ensuring adequate stability, a relief external structure constituted by brought-in terrain and having a variable thickness, and lastly by a layer of terrain. The nucleus originally conceived was about 22,200 cubic metres, while the structural relief and the terrain for planting was 60,600 cubic metres, giving a total of 82,850 cubic metres. The construction was made in layers, together with the nucleus and the surface part. The need to include one of the key pavilions of the event, the "Slow Food" pavilion, required a re-designing of the hill so that it could leave free, on the base of the originally-projected triangle, an area where small wooden buildings and dedicated kitchen gardens could be located. MM therefore took on the task of revamping the project, which included significantly lowering of the originally-planned height, not only but also linked to the speeding-up of the works (this change in design was requested only 12 months prior to the start of the exhibition event), and connected to the change in the support base shape and dimensions. It was further necessary to proceed to the re-designing of the sub-services dedicated to the plants, since for a simple "scenic illumination", the "hill" complex now required a space that was equipped very much like an actual pavilion.



FOCUS TECNICO / TECHNICAL FOCUS

La Collina è stata progettata in modo da rendere la visita fruibile da tutti. La scelta strategica è stata quella di avere un sistema di rampe progettate con accuratezza sia nella forma che nei materiali e ben integrato sul piano paesaggistico-architettonico con lo spazio circostante. Le rampe dovevano costituire un sistema di percorsi inclusivo accessibile a tutti, anche ai portatori di disabilità. Essendo però, in alcuni casi, lo sviluppo delle rampe assai considerevole, anche se la pendenza massima è del 3.2 %, si è deciso di affiancare anche un sistema di scale. Le rampe potrebbero risultare difficilmente praticabili da parte di persone che vanno incontro a un facile affaticamento (con particolari disabilità motorie che non utilizzano la sedia a ruote) come anziani, cardiopatici, incidentati o persone che trasportano oggetti pesanti. Per gran parte di questi utenti, infatti, si rivela spesso più agevole l'utilizzo di una breve scala, che comporta un tratto minore da percorrere, piuttosto che lunghi sviluppi longitudinali di rampe. La Collina è costruita attorno a un doppio percorso a spirale di rampe con scalinate poste ai vertici che lo intersecano ripetutamente. I percorsi partono in corrispondenza dell'asse del Decumano, per poi incrociarsi lungo la falda rivolta verso il viadotto e ancora in corrispondenza dell'asse del Decumano. In prossimità della cima il tratto che li congiunge è sostanzialmente in piano. Alla luce della loro ridotta pendenza non sono previsti pianerottoli intermedi. I percorsi a rampa sono previsti con pavimentazioni omogenee e antisdrucchiolevoli, prevedendo opportune zone di riposo dotate di sistemi di seduta (panchine) poste a distanza regolare. L'intenzione era quella di utilizzare pavimentazioni con leganti polimerici e inerti di pietre naturali o a base cementizia con inerti a vista (es. il calcestruzzo architettonico), in modo da garantire un grado ottimale di comfort (prestazionale e di temperatura). Le rampe sono dotate per tutto il loro sviluppo di un doppio corrimano in acciaio Corten, elemento fondamentale per la sicurezza. Infine, alcune rampe sono state dotate di sedute fisse, disposte in modo tale da non intralciare il passaggio, per permettere agli ospiti una pausa



rinfrancante lungo il percorso.

Le scalinate e i loro pianerottoli intermedi assecondando l'andamento della Collina, planimetricamente assumono una conformazione trapezoidale con una sezione minima di 2.5 metri. Scalinate e pianerottoli sono costituiti da elementi monolitici in calcestruzzo prefabbricato colore grigio chiaro e sono dotate di parapetti e doppi corrimani.

The hill was designed so as to be accessible to all visitors. The strategic choice was to have a ramps system designed carefully both in its shape and in the materials, and well integrated in the landscaping-architectonic sense, with the surrounding spaces. The ramps had to be a system of paths, accessible by all, including people with disabilities. In some cases, however, the ramps were rather steep, though the maximum inclination was 3.2%, and it was decided to build a flanking set of staircases. The ramps

might have turned out to be hard to negotiate for people subject to fatigue (with particular motor disabilities but not wheelchair users), such as the elderly, people with heart problems, accident victims or people carrying heavy objects. The majority of these users found using a short staircase easier, as it constituted a shorter distance to cover rather than long longitudinal extensions of ramps. The hill was built around a double-spiral pathway of ramps with flights stairs located at the vertices, which



repeatedly intersect the pathway. The paths departed from the Decumanus, and then crossed over along the aquifer facing towards the viaduct and again at the Decumanus; in proximity of the summit the section that conjoined them was substantially flat. As their inclination had been reduced, no intermediate landings were included. The ramped pathways were paved homogeneously and anti-slip, and included appropriate rest zones equipped with seating (benches) placed at regular distances.

The intention was to use flooring with polymeric bonds and natural-stone aggregates or concrete bases with in-view aggregates (for example architectonic concrete), so as to guarantee an excellent degree of comfort (in terms of performance and temperature). The ramps were equipped over their whole extension with a double-handrail in Corten steel, a fundamental element for safety and assistance. Lastly, fixed seats were provided on some of the ramps, positioned so as not to reduce the free

passage section of the ramps and constitute an obstacle, constituted by monolithic modular elements made of cls with the seating plane made of wooden planks suitable for outside use. The stairways and their intermediate landings, following the shape of the hill, assume a trapezoidal planimetric conformation with a minimum section of 2.5 metres. Stairs and landings are constituted by light-grey reinforced-concrete monolithic members and are equipped with parapets and double-handrails.



IL SITO ESPOSITIVO E IL TERRITORIO / *THE EXHIBITION SITE AND THE TERRITORY*

LA NUOVA ARTERIA VIARIA DI ZARA-EXPO / *THE NEW ARTERIAL ROAD BY ZARA EXPO*

Nel masterplan dell'area espositiva di Expo si prevedeva l'accessibilità al sito attraverso tre principali porte: la porta ovest, tramite la stazione della metropolitana M1 e tramite la stazione RFI di Rho-Fiera; la porta sud, meglio nota come Cascina Merlata, per i flussi di traffico provenienti dall'autostrada e dalla tangenziale e la porta est, denominata Roserio. Quest'ultima era stata individuata prevalentemente per accogliere il trasporto su gomma di carattere pubblico e collettivo (taxi, navette, autobus privati) proveniente sia dalla città di Milano che dalla rete autostradale, prevedendone l'utilizzo da circa il 40% dei visitatori.

Al fine, però, di garantire un agevole accesso dalla Porta Est è stato necessario intervenire sul quadro infrastrutturale dell'area Roserio, realizzando, ex

novo, una viabilità di collegamento tra via Eritrea e il sito Expo: la così detta "Zara-Expo".

Sulla base delle provenienze/destinazioni dei flussi di traffico connessi a Expo 2015 (cittadini ed extraurbani), l'intervento è stato suddiviso in due lotti funzionali A e B. Il lotto funzionale 1A, che collega via Eritrea a via Stephenson, per garantire l'accessibilità per le provenienze cittadine, e il lotto funzionale 1B, che collega il nuovo svincolo di Cascina Merlata e le rampe del collegamento Molino Dorino-tangenziale ovest-A4 con via Stephenson e con il sito espositivo, per consentire l'accessibilità per le provenienze extraurbane.

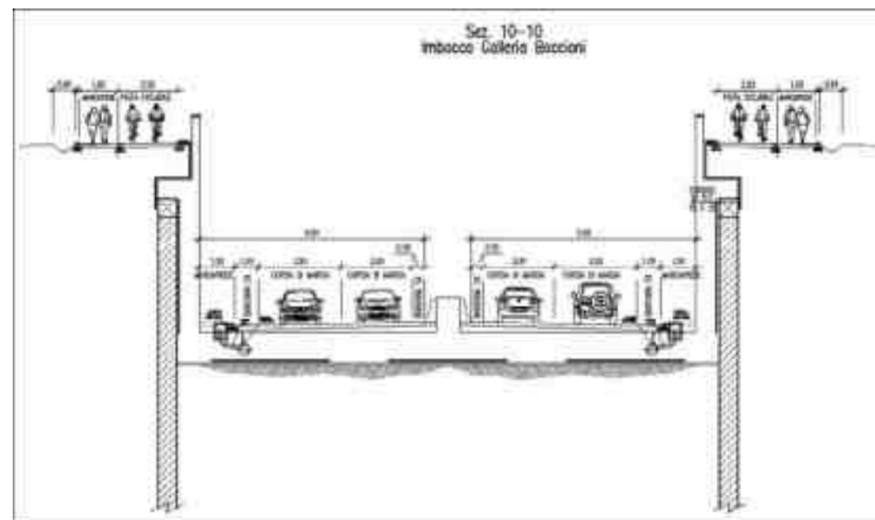
In the masterplan for the Expo exhibition area, accessibility to the site via three main portals was planned:

the West Access, via the M1 Metro station and the Rbo-Fiera RFI station, the South Access, between known as the Cascina Merlata, for the traffic flows coming from the motorway and the ring road and the East Access known as the Roserio. The East Access was prevalently set up to receive public and collective motor transport means, i.e. taxis, shuttles, private coaches, coming both from Milan and the road network, which would amount to about 40% of total visitors. To guarantee easy entry from the East Access it was necessary to intervene on the infrastructural set-up of the Roserio area and build - from new - a link road between Via Eritrea and the Expo Site, christened the "Zara-Expo". On the basis of the origin/destination of the flows of traffic to and from Expo 2015 (city and extra-urban), the intervention was sub-divided into two functional lots, A and B. To guarantee accessibility for city traffic, functional lot 1A, served to link Via Eritrea to Via Stephenson, and functional lot 1B, connected the new Cascina Merlata exit and the ramps of the A4 Molino Dorino link - West Ring Road - with Via Stephenson and the exhibition site, for enabling access for extra-urban traffic.

IL LOTTO FUNZIONALE 1A / FUNCTIONAL LOT 1A

I lavori riguardanti il lotto funzionale 1A, avviati alla fine del mese di luglio 2013, hanno riguardato, in particolare:

- la formazione di una nuova intersezione con via Eritrea, regolata tramite un incrocio semaforizzato;
- il prolungamento e l'adeguamento del sottopasso esistente tra largo Boccioni e via Stephenson, per consentire l'attraversamento di largo Boccioni, sottopassando il sistema di connessione alla città di Milano dall'autostrada A4;



- la realizzazione, al di là del sopramenzionato sottopasso, di un sistema di tre rotatorie, al fine di garantire la connessione con la viabilità locale e, in particolare, con la via Stephenson, attraverso la quale è stato realizzato il collegamento all'area Expo 2015.

La realizzazione del nuovo tracciato veicolare, di lunghezza pari a circa 1,8 km, di cui circa 600 metri in galleria in modo da non interferire con la zona di Quarto Oggiaro, ha inevitabilmente implicato una trasformazione urbanistica che ha migliorato la qualità ambientale dell'intera area. Ad esempio, le rampe del sottopasso esistente tra largo Boccioni e via Stephenson sono state trasformate e oggi sono utilizzate quale pista ciclabile e nuovo cunicolo dei sottoservizi, mentre la zona delle tre rotatorie è stata oggetto di completa riqualificazione, ottenendo un ampliamento significativo dei parcheggi esistenti

attraverso la costruzione di un nuovo ponte e modificando contestualmente la viabilità.

The works relating to functional lot 1A, started at the end of the month of July 2013, primarily concerned:

- *the forming of a new intersection with Via Eritrea, regulated by a crossroads with traffic lights;*
- *the prolongation and equipping of the underpass between Largo Boccioni and Via Stephenson for enabling Largo Boccioni to be crossed, passed below the link system with the city of Milan from motorway A4;*
- *the creation, as well as the above-mentioned underpass, of a system of three roundabouts with the purpose of guaranteeing the link with the local road system and, in particular, with Via Stephenson through which the link to the Expo 2015 area was realised.*

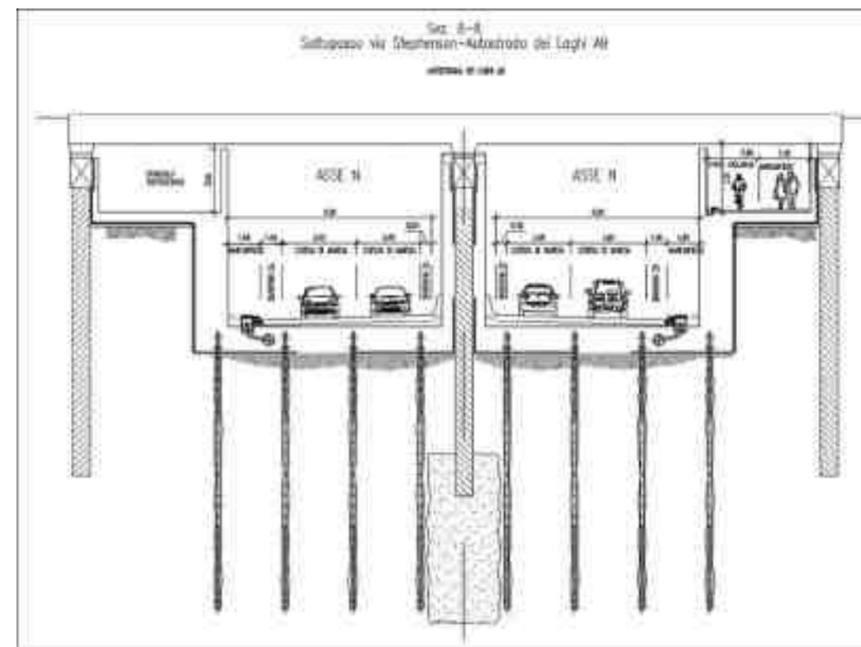
The realisation of the new vehicle route, about 1.8 km long of which about 600 metres in the tunnel, for the purpose of preventing interference with the

roads were reopened to public traffic progressively, as they were completed, with the exclusion of the new tunnel between Via Eritrea and Via Stephenson which, during the Expo 2015 period, was destined only for the use of authorised means of public and collective transport (taxis, shuttles, private coaches) so as to ensure a route dedicated to vehicles in arrival from the city centre.

IL LOTTO FUNZIONALE 1B / FUNCTIONAL LOT 1B

I lavori riguardanti il lotto funzionale 1B, avviati alla fine del mese di marzo 2014, si sviluppano dalla rotatoria all'intersezione tra via Stephenson e via Musatti, realizzata nell'ambito del lotto 1A, sottopassando il sedime dello scalo ferroviario di Milano Certosa, sino alla rotonda di via Barzaghi, sul lato est del Cimitero Maggiore, collegandosi alla tangenziale ovest e agli afferenti svincoli autostradali. La via Stephenson, nel tratto che conduce verso l'area Expo, è stata profondamente ridisegnata con l'inserimento di uno svincolo a due livelli che consente di gestire i flussi da e per il sito espositivo e quelli con le aree poste tra le ferrovie e il Cimitero Maggiore. La viabilità è stata modificata con formazione di corsie a raso per raggiungere lo scavalco dell'autostrada A4 e da qui il sito espositivo, nonché l'ospedale Sacco, e di corsie in galleria per sottopassare – tramite la realizzazione di due monoliti a spinta – il sedime ferroviario, collegandosi alla viabilità di connessione con le autostrade A4 e A8 e con la tangenziale ovest. Il manufatto sotterraneo, realizzato mediante la costruzione di due monoliti in calcestruzzo aventi luce interna di circa 10 x 10 m e lunghezza di circa 90 m, costruiti fuori opera e spinti sotto il fascio dei binari partendo dall'area di via Barzaghi, sottopassa lo scalo ferroviario di Milano Certosa, comprendente 16 binari e, probabilmente, costituisce uno dei maggiori interventi di tale tipo sinora eseguiti in Italia. L'intervento ha compreso:

- un'infrastruttura stradale, con una parte di 350 metri di sottopasso ferroviario; opere di sistemazione a verde e di modifica/adeguamento/rifacimento delle reti dei sottoservizi;
- la realizzazione di un tratto di pista ciclopeditone collegata a quella eseguita nell'ambito del lotto 1A;



Quarto Oggiaro district, inevitably implicated an urban transformation which would improve the environmental quality of the whole area. For example, the existing underpass ramps between Largo Boccioni and Via Stephenson were completely transformed, and are today used as a cycle pass and a new sub-services tunnel, while the three-roundabout zone was the object of complete requalification, with a significant increase in size of the existing car parks and the building of a new bridge that redesigned viability in the zone.

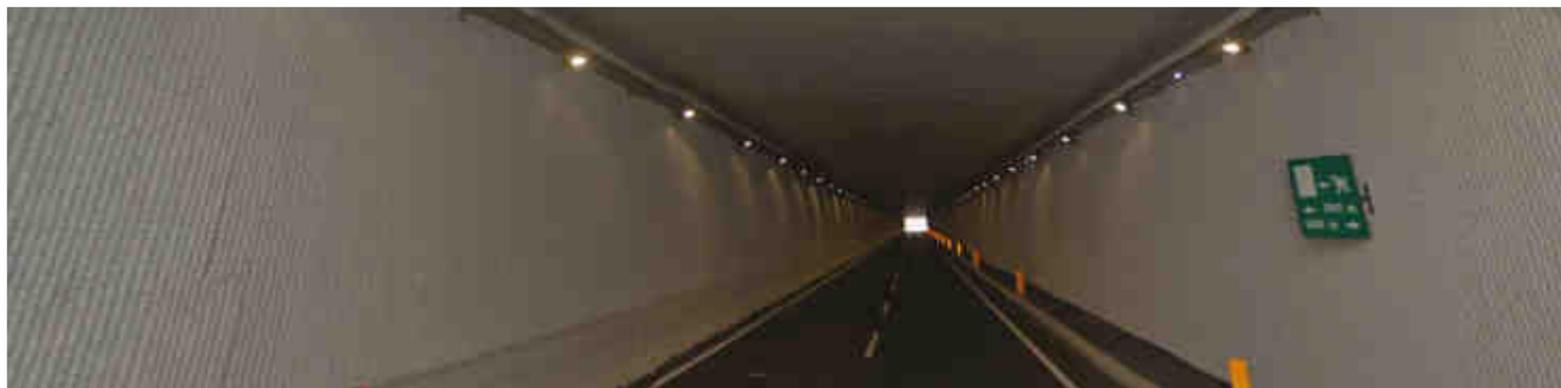
CANTIERE

Per ciò che riguarda invece la gestione del cantiere, per poter dar corso all'esecuzione delle opere, è stato necessario il coinvolgimento di tutta una serie di soggetti interessati, a partire dalle aziende che gestiscono le reti dei pubblici servizi: Atm per gli interventi di modifica del percorso tranviario, gli uffici della polizia locale preposti alla gestione della viabilità e la Soprintendenza ai beni archeologici per l'assistenza agli scavi. In considerazione dell'impatto dei cantieri di Expo sulla viabilità locale diretta alle attività industriali e commerciali presenti lungo via Stephenson, anche a fronte della chiusura dell'omonimo sottopasso, è stato necessario coordinare questi interventi anche con i rappresentanti di Assolombarda, concordando

misure di mitigazione, al fine di limitare il più possibile i disagi legati al traffico di cantiere sulla viabilità ordinaria. Le sedi stradali sono state riaperte al traffico ordinario man mano che venivano completate, ad esclusione della nuova galleria tra via Eritrea e via Stephenson che, nel periodo della manifestazione Expo 2015, è stata destinata al solo transito dei mezzi autorizzati, di carattere pubblico e collettivo (taxi, navette, autobus privati), per poter assicurare un percorso dedicato ai mezzi provenienti dal centro cittadino.

SITE

As for the management of the site, to get the works under way it was necessary to involve a whole series of interested parties, starting from the companies managing the public service networks: ATM, for the modification works to the tramway system, the offices of the Local Police for management of viability, and the Superintendence of Archaeological Treasures for assistance with the excavations. In consideration of the impact of the Expo worksites on the local viability directed to industrial and commercial activities present along Via Stephenson, including the closure of the underpass, it was further necessary to coordinate these operations with representatives of Assolombarda so as to agree on mitigating measures and thus keep to a minimum any issues relating to any impact of the worksite traffic on normal viability. The



- opere di messa in sicurezza di carattere ambientale dell'area della ex cava colmata di via Triboniano. L'apertura al traffico della strada di collegamento Zara-Expo, da via Eritrea a via Bertola da Novate, è avvenuta entro la data di inaugurazione dell'evento espositivo. L'attivazione del collegamento con la rotatoria Barzaghi posta al di là del sedime ferroviario, in vicinanza al Cimitero Maggiore, passando sotto al parco ferroviario, è stata invece possibile solo all'inizio del mese di agosto 2015, essendo tra l'altro subordinata ad autorizzazioni di carattere ambientale, avendo interessato parte del sedime della ex cava di via Triboniano.

The works relating to functional lot 1B, set up at the end of the month of March 2014, extend from the roundabout at the intersection between Via Stephenson and Via Musatti, part of the works of lot 1A, passing beneath the railway station of Milano Certosa, up to the roundabout of Via Barzaghi located on the east side of the Cimitero Maggiore (cemetery), and linking to the West Ring Road and the motorway connections. In the section going towards the Expo area, Via Stephenson was profoundly redesigned, with the entry of a two-level link road for enabling management of the flows to and from the exhibition site and the flows to the areas between the railways and the Cimitero Maggiore. Viability was changed with the formation of ground-level carriageways for reaching the A4 Motorway flyover, and from there the exhibition site, as well as the Sacco hospital, and carriageways in the tunnel for passing beneath - with the realising of two thrust monoliths - the railway lines, thus reaching the link roads with motorways A4 and A8, as well as with the West Ring Road. The underground construction, built with two concrete monoliths with clearances of about 10x10 metres and about 90 metres

long, was built off-site and thrust beneath the rail beds starting from the area of Via Barzaghi; it passes beneath the 16-track Milano Certosa railway station and probably constitutes one of the largest operations of its kind ever to have been carried out in Italy. The operations included: - a road infrastructure, with a 350 metre railway underpass; greening operations for modifying/ updating/ renovation of the sub-services networks; - building a section of cycle and pedestrian path connected up to the section carried out in the works of lot 1A; - safety works of an environmental nature in the area of the filled ex-quarry of Via Triboniano. The opening to traffic of the Zara Expo link road, from Via Eritrea to Via Bertola da Novate was carried out before the inauguration date of the exhibition. The activation of the connection with the Barzaghi roundabout located beyond the railway bed, in the vicinity of Cimitero Maggiore and passing beneath the railway park, was only possible at the start of August 2015, among other things being subordinated to authorisation of an environmental nature as it impinged a part of the bed of the ex quarry in Via Triboniano.

CANTIERE

Anche per il lotto 1B, così come per i lavori del lotto 1A, per poter dar corso all'esecuzione delle opere è stato necessario il coinvolgimento di tutta una serie di soggetti interessati e in particolare la società RFI (Rete Ferroviaria Italiana Spa), a fronte della necessità di coordinare gli interventi di realizzazione del sottopasso ferroviario senza gravare sulla attività di gestione dell'esercizio, garantendo nel contempo il passaggio in sicurezza sia degli oltre 800 treni al giorno che transitavano nelle zone interessate dai lavori, sia lo svolgimento in sicurezza delle attività di cantiere

all'interno delle aree ferroviarie.

Le nuove infrastrutture stradali, aventi carattere definitivo, assumono una notevole importanza per l'intero sistema viabilistico della zona a nord della città di Milano, consentendo di superare l'ostacolo prima costituito dalle linee ferroviarie e collegando l'area commerciale e industriale di via Stephenson con il sistema autostradale e la tangenziale ovest, creando inoltre nuovi percorsi atti a diminuire i flussi di traffico del nodo di largo Boccioni.

SITE

Also in the case of lot 1B, like for the lot 1A works, in order to start up operations it was first necessary to involve a whole series of interested parties and in particular the RFI (Rete Ferroviaria Italiana Spa - The Italian Railways Company), because of the need to coordinate operations for building the railway underpass without impinging on the management of the building works, while at the same time ensuring that the more than 800 trains per day which transited in the zones where the work was to take place did so in absolute safety, while equally guaranteeing the safe progress of the worksite within the railway precincts. The new road infrastructures were permanent and therefore assumed a great importance for the whole traffic system in the zone to the north of the city of Milan. The works would obviate the obstacle constituted by the railway lines and connect the commercial and industrial area of Via Stephenson to the motorway system and the West Ring Road, also creating new routes that would reduce the flows of traffic in the Largo Boccioni node.

FOCUS TECNICO

Tra le varie problematiche tecniche affrontate, due temi meritano particolare attenzione:

quello ambientale e quello di realizzazione del sottopasso ferroviario, tra loro connessi. Il primo tema riguarda la costruzione all'interno della ex cava colmata di via Triboniano di parte della nuova infrastruttura stradale. È stato quindi necessario condividere con i vari enti di controllo gli interventi da effettuare, tenendo presente tra l'altro che le indagini preliminari svolte avevano evidenziato la presenza di gas derivante dalla trasformazione di materiale organico e vegetale con cui era stata riempita la ex cava.

Preliminarmente alle attività di scavo è stato quindi necessario realizzare un sistema di pozzi per l'estrazione dei gas interstiziali, in particolare costituiti da metano. È stato poi previsto, al di sotto della nuova piattaforma stradale, un sistema di raccolta ed eliminazione gas che potrebbero essere prodotti nel tempo dopo la messa in esercizio della strada. Al fine di garantire l'impermeabilità tra i nuovi manufatti e il resto della cava, sotto alla zona a raso della nuova strada sono stati stesi teli impermeabili, mentre i manufatti interrati sono stati eseguiti con calcestruzzo additivato, utilizzando il cosiddetto metodo della "vasca bianca". Per quanto riguarda il sottopasso ferroviario è stato necessario ricorrere a monoliti indipendenti, dato il limitato interasse tra le fondazioni delle pile dell'esistente viadotto su cui è posizionato uno dei binari in esercizio. Nel sedime della ex cava è stata realizzata una grande vasca di varo, avente una dimensione di circa 76 x 47 metri, comunque non sufficiente per la costruzione dei due monoliti suddivisi ciascuno in tre parti. Per problemi di velocizzazione della costruzione, i primi due conci del primo monolite sono stati eseguiti in corrispondenza dell'asse di spinta, mentre il terzo concio è stato realizzato lateralmente e spostato di circa 15 metri prima della spinta, in coda ai due conci nel frattempo fatti avanzare al di sotto del fascio binari. Sono stati quindi realizzati i primi due conci del secondo monolite, poi spostati sull'asse di varo, creando lo spazio per la costruzione del terzo concio. È stato così possibile effettuare le operazioni di spinta dei monoliti in tempi estremamente ridotti, di circa un mese per ogni sottopasso. Per garantire la sicurezza sia dei convogli in transito, sia delle maestranze impegnate sui lavori, sono stati installati:

- un sistema di monitoraggio, al fine di poter rilevare in tempo reale eventuali cedimenti che avrebbero potuto determinare difetti alle caratteristiche geometriche del binario; - un sistema di protezione del cantiere per la segnalazione dei treni in transito con avvisi acustici e visivi.

Per il sostegno dei binari è stato impiegato il cosiddetto sistema tipo "Verona" approvato da RFI, costituito da un graticcio di travi metalliche facenti funzione di ponte ferroviario appoggiate su micropali, eseguiti a lato e nell'interasse dei binari, completato da un sistema di appoggi e rulli. Tale sistema ha permesso l'avanzamento dei monoliti senza modificare il tracciato planometrico della linea ferroviaria. La messa in funzione del tratto di strada sottopassante il sedime ferroviario è avvenuto solo dopo 6 mesi dall'avvio dei lavori di scavo della vasca di varo all'interno della ex cava colmata. Il raggiungimento di tale obiettivo, che sulla carta si presentava, sia dal punto di vista tecnico, sia soprattutto temporale, quasi irrealizzabile, è stato possibile conseguentemente a uno sforzo congiunto dei vari soggetti interessati. Ciò ha permesso di superare i vari momenti di criticità incontrati, anche grazie alla capacità di adattamento al variare delle esigenze che si sono presentate durante l'esecuzione dell'opera.

TECHNICAL FOCUS

Among the various technical problems that presented themselves, two strands are of particular interest: the environmental issue and the question relating to the railway underpass, which are interconnected. The first theme related to the construction inside the filled ex-quarry of Via Triboniano of a new road infrastructure. It was necessary to share, with the various control bodies, the operations to be carried out, in the light of the fact that the preliminary research had highlighted the presence of gases deriving from the transformation of organic and vegetable materials the ex-quarry had been filled with. Prior to the excavation activities it was therefore necessary to build a well system for the extraction of the interstitial gases, in particular composed of methane. Also projected, below the new road platform, was a collection and removal system of gases which might be produced over time during the setting up of the road. With the purpose of guaranteeing the waterproofing of the new constructions

and the rest of the quarry, waterproof sheeting was spread below the ground-level zone of the new road, while the buried constructions were built with treated concrete, using the "watertight concrete tank" method. As for the railway underpass, it was necessary to resort to independent monoliths, given the limited interaxis between the foundations of the piles of the existing viaduct, on which one of the working rail tracks is positioned. A large launch raft was built in the land around the ex-quarry, having dimensions of about 76x47 metres, which was however not sufficient for the construction of the two monoliths, each sub-divided into three parts. For issues connected with improving the rapidity of the construction, the first two segments of the first monoliths were built at the thrust axis, while the third segment was built laterally and moved by about 15 metres before the thrust at the back end of the two segments in the meantime advanced to beneath the area bearing the track. Thus the first two segments of the second monolith were constructed and then moved onto the launch axis, creating the space for the third segment. It was then possible to carry out the thrust operations on the monoliths very quickly, about a month for each underpass. To guarantee the safety of both the convoys in transit and the personnel working on the constructions, both a monitoring system, having the task of real time detection of any landslips that might cause defects in the geometrical characteristics of the rail line, and a protection system of the worksite, for signalling trains in transit with audio and visual warnings, were installed. For the support of the rail tracks, the "Verona" type system, approved by RFI, was used, constituted by a trellis structure of metal beams functioning as a railway bridge rested on micropiles, built by the side and in the interaxis of the rails, completed by a support and roller system that enabled the monoliths to be advanced without modifying the planimetric and altimetric route of the railway line. The section of road passing below the railway bed was only opened for traffic after six months from the start of excavation works for the launch raft inside the filled ex-quarry. The attaining of this objective, which both on paper and from the technical point of view, and especially from the time point of view appeared impossible to achieve, became possible thanks to a joint effort among the various parties involved, who made it possible to avoid the various critical points and moments of difficulty that cropped up; this was also made possible by the parties' willingness to adapt to the challenges that they faced during the carrying out of the works.

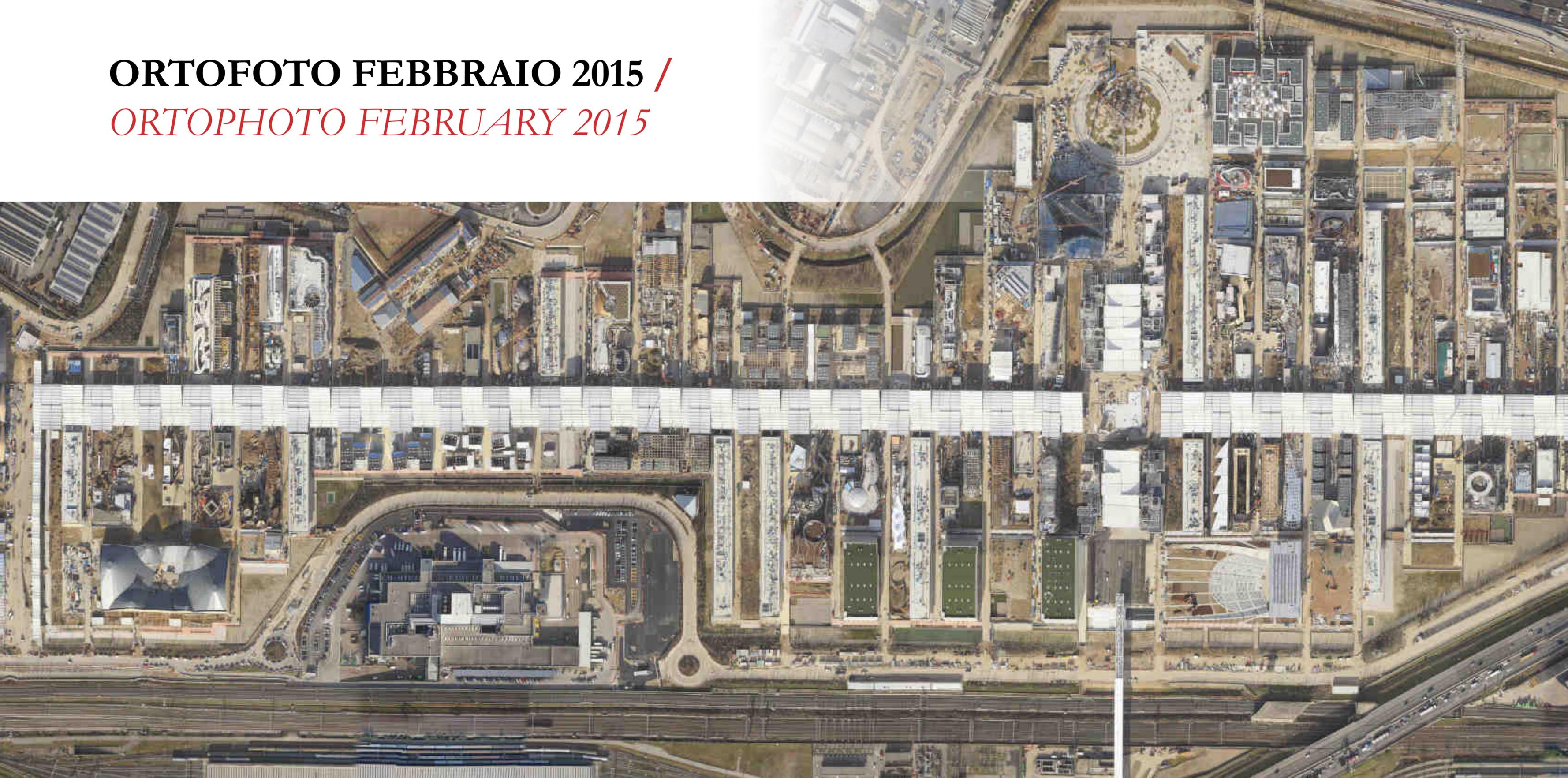
ORTOFOTO SETTEMBRE 2013 /
ORTOPHOTO SEPTEMBER 2013



ORTOFOTO FEBBRAIO 2014 /
ORTOPHOTO FEBRUARY 2014



ORTOFOTO FEBBRAIO 2015 /
ORTOPHOTO FEBRUARY 2015



CREDITI / *CREDITS*

Photo Archive:

Le fotografie provengono dall'archivio di MM Spa;
Nel caso in cui sia stato impossibile contattare gli autori,
restiamo a disposizione per il legittimo riconoscimento del copyright.

Courtesy of images of:

All photographs come from the MM's archive.

In case of the impossibility to contact the authors,

we remain available for the legitimate copyright recognition.