

I LUOGHI **DEI ROBOT**

Lo stoccaggio industriale è carico di problematiche complesse sotto il profilo della reversibilità degli spazi e dei percorsi delle macchine delegate alla movimentazione delle merci. "Regole" costruttive e qualità architettoniche per edifici in ... crisi di identità

Jacopo Gaspari

La maggior parte dei distretti industriali delle grandi città così come gli insediamenti produttivi del tessuto diffuso, tipici della pianura padana, sono spesso costellati da una quantità di edifici generalmente caratterizzati da una notevole volumetria, diretta conseguenza di esigenze produttive, e da alcune ricorrenti tipologie costruttive derivanti da fattori di tipo economico e funzionale. Il primo aspetto, legato a una questione dimensionale, produce inevitabili ricadute sulla percezione dell'edificio rispetto al suo intorno e sulla sua capacità di relazione con gli altri elementi del tessuto edilizio. Il secondo, legato ad aspetti più strettamente tecnologico-costruttivi, incide sulla qualità architettonica del manufatto.

In linea di principio, la tipologia dell'edificio industriale presenta un numero di variazioni più limitato

rispetto ad altre in quanto è fortemente vincolata da alcune necessità fondamentali. In primo luogo quella di ottimizzare la superficie disponibile, il che comporta, generalmente, la realizzazione di un unico grande spazio con il minor numero possibile di elementi strutturali a ingombrare le aree di lavoro o di manovra. A ciò si accompagna, inoltre, l'esigenza di coprire grandi luci facendo ricorso, molto spesso, a strutture prefabbricate per contenere i costi. In secondo luogo vi è la necessità di tenere conto delle possibili oscillazioni dei volumi di produzione e di conseguenza della gestione dell'intero ciclo sul quale sono sostanzialmente organizzati gli spazi e la dislocazione stessa degli edifici qualora si tratti di un complesso industriale.

Come e in base a quale principio di necessità aggiungere, quindi, qualità architettonica a una

tipologia edilizia fortemente vincolata a regole economiche, produttive e costruttive piuttosto consolidate? E, inoltre, come individuare nel progetto la possibilità di aprire la strada a tecnologie innovative e a nuovi modelli formali? Non vi sono, naturalmente, risposte univoche a questi interrogativi, sia per l'eterogeneità degli insediamenti produttivi, sia per il diverso approccio con cui le varie aziende si muovono per associare il proprio marchio all'immagine della propria sede. Tuttavia, alcuni interessanti esempi offrono l'opportunità di formulare alcune riflessioni intorno a questi temi. Una delle frontiere per un incremento dell'uso di tecnologie innovative negli edifici industriali è rappresentato dall'introduzione nei processi di produzione di linee automatizzate. Ciò ha, in parte, modificato la natura stessa degli edifici in cui sono alloggiate queste dotazioni, non solo per l'apporto di tecnologia derivato dai processi di automazione, ma anche per la completa assenza di attività antropica che ha prodotto alcune rilevanti ricadute funzionali e formali. Tra gli esempi di magazzini automatizzati quelli delle aziende Erco, Dainese e Gps offrono non solo il pretesto per approfondire il tema delle tecnologie di automazione applicate al settore dello stoccaggio industriale, ma di indugiare sul significato che l'og-

Progettare per la logistica

Input generali	
Spazio unico	
Ridotta quantità di elementi strutturali	
Aree libere per manovre e ingombro merci	
Movimentazione automatizzata	
Grandi luci	
Strutture prefabbricate	
Regole costruttive	
Struttura	Le strutture di stivaggio possono coincidere con le strutture portanti dell'edificio. Elementi di stivaggio e corridoi di distribuzione di notevole altezza per consentire la movimentazione attraverso sistemi automatizzati delle merci
Distribuzione degli spazi	Accesso delle merci: partendo da un unico nastro trasportatore si passa ad un sistema di smaltimento multiplo. Dimensionamento degli spazi gestito sullo standard e sui multipli delle misure degli europallet. E' necessario organizzare la distribuzione dei binari a terra e sotto copertura che consentano lo scorrimento
Involucro	Opaca o traslucida (non c'è attività umana, non c'è necessità di guardare verso l'esterno)

metallico, divengono grandi elementi portanti su cui sono realizzati copertura ed elementi di chiusura verticale. Queste cortine metalliche, che dal



getto architettonico e la sua costruzione rappresentano in questo particolare settore. I tre edifici sorgono in complessi industriali diversi e, tuttavia, sono accomunati da alcune "regole" costruttive fondamentali che sono alla base della realizzazione di edifici di questo tipo. Inoltre, mettono in luce alcune delle possibili declinazioni formali di questa tipologia edilizia e il loro stretto legame con requisiti di tipo funzionale e prestazionale.

Come funziona, dunque, un magazzino automatizzato? E quali sono i vincoli e gli obiettivi del progetto di questo tipo di fabbricati rispetto a quelli di tipo "ordinario"?

In primo luogo, vi è una straordinaria coincidenza tra struttura e funzione, nel senso che ciò che sostiene funge, nel contempo, da contenitore.

Ne deriva che le strutture, generalmente a traliccio

punto di vista strutturale sono un telaio essenzialmente vuoto, corrispondono, una volta riempite di merce, a un pieno dal punto di vista figurativo e percettivo. All'interno, si alternano così pieni e vuoti corrispondenti rispettivamente a elementi di stivaggio e corridoi di distribuzione. In secondo luogo, si nota un notevole incremento dell'altezza del fabbricato. La possibilità di movimentare la merce attraverso un sistema robotizzato ha determinato un aumento del numero dei livelli non solo per ottimizzare e concentrare lo stoccaggio, ma anche per rendere economicamente vantaggiosa la scelta della soluzione automatizzata.

Questi due aspetti hanno due conseguenze abbastanza immediate. Una di natura funzionale organizzativa, l'altra di tipo figurativo-costruttivo. La prima è legata alla dimensione, alla geometria e

alla movimentazione delle macchine e dei dispositivi che costituiscono il sistema automatizzato, la seconda alla tecnologia costruttiva utilizzata che tende a distinguere nettamente la struttura dall'involucro edilizio. Per meglio comprendere quanto i vincoli funzionali incidano sulla concezione di questi spazi è necessario esaminare almeno indicativamente le varie parti che compongono il sistema automatizzato. Esso si basa su una serie di elementi fissi o di supporto e su alcuni elementi mobili. Il punto di maggiore complessità è dato dal luogo di accesso delle merci, poiché partendo da un unico nastro trasportatore si deve passare a un sistema di smistamento multiplo. In linea di principio, ogni elemento ha una geometria che è conformata alle dimensioni standard degli euro-pallet, cioè i bancali su cui sono imballate le merci. Questo impone il dimensionamento di ogni spazio in funzione di queste unità e dei loro multipli. Il sistema di smistamento è un piano orizzontale costituito da profili metallici su cui scorrono dei carrelli trasportatori, la cui dimensione corrisponde a quella di un pallet, che operano secondo movimenti roto-traslazionali e direzionano la merce nella corsia assegnata. Il percorso della merce è tracciato mediante un codice, normalmente controllato da un lettore ottico, che consente di conoscere l'esatta collocazione di ogni pallet lungo tutto il percorso sino alla destinazione finale. A ogni corsia corrisponde, generalmente, un binario a terra e uno in copertura sui quali scorre un dispositivo traslo-elevatore. Un ulteriore binario scatolare, disposto a terra in posizione laterale, funge da trasmissione dati ed elettronica. L'elemento traslo-elevatore è costituito da una base a scorrimento sul binario inferiore, da un supporto verticale che la collega al binario superiore e da una piastra mobile che si muove verticalmente sul supporto stesso. Grazie a questo dispositivo ogni pallet raggiunge la cella assegnata sulle griglie di stoccaggio. Qualora l'altezza delle griglie di stoccaggio sia notevole, per eliminare gli eventuali problemi di instabilità laterale che potrebbero occorrere sull'elemento verticale di supporto, possono essere aggiunti alcuni elementi trasversali che fungono da ulteriori guide a scorrimento sui traversi del traliccio metallico di sostegno delle linee di deposito. L'interno dell'edificio appare così come una grande "macchina" che definisce una volumetria tendenzialmente prismatica la cui geometria è legata essenzialmente al numero e all'estensione delle grandi linee tralicciate di stivaggio. Con esse coincide anche la struttura portante del fabbricato il cui rapporto con

il mondo esterno è demandato completamente all'involucro. La "pelle" dell'edificio può essere opaca per scandire l'ingombro e i limiti fisici della volumetria, oppure traslucida per lasciare intravedere lo scheletro meccanico contenuto all'interno. L'atto architettonico trova una profonda identità con quello costruttivo. L'associazione tra scelta tecnologica e percezione della forma risulta intuitibile. Ciò che appare meno immediato è il potenziale che si cela dietro questo concetto duale. In base al tipo di percezione che l'edificio offre di sé e in base alle scelte operate sui materiali, l'involucro può essere trasformato in un atto di comunicazione visiva fortemente connesso alle strategie di marketing dell'azienda. Nel caso ciò avvenga, l'atto architettonico assume anche una valenza comunicativa che, deriva dall'identificazione dell'edificio con la marca aziendale. Il passaggio chiave in cui è possibile individuare l'apporto di qualità tecnologica e formale al tipo dell'edificio industriale risiede nella scelta del sistema costruttivo che, costituito di parti, componenti e strati più o meno complessi, trasforma il contenuto del magazzino in una macchina strutturale e il contenitore in un'interfaccia con il mondo esterno. Il rapporto con il contesto, infatti, si differenzia dalle altre tipologie edilizie perché in questi edifici, non essendo presente attività antropica, non vi è l'esigenza di guardare verso l'esterno, ma di mostrarsi all'esterno. Su questa considerazione si fonda l'idea di lavorare sull'involucro per farlo divenire elemento di variabilità nel tessuto e per attribuirgli nuovi significati di relazione con un intorno che può essere di volta in volta diverso.



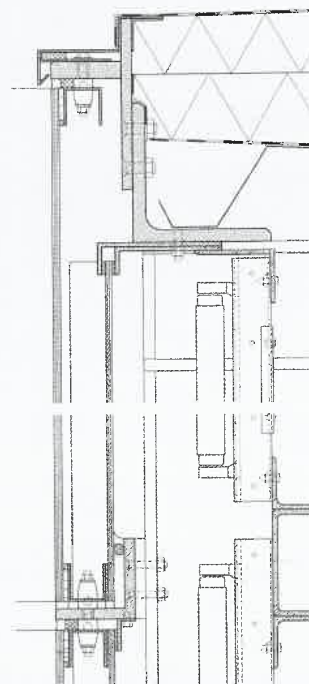
ERCO P3

SCHNEIDER + SCHUMACHER

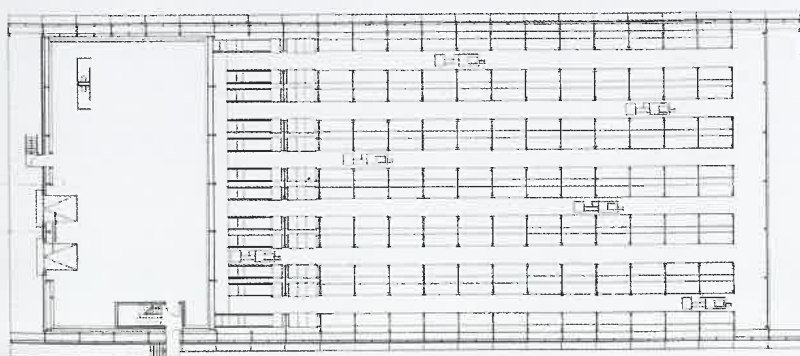
Il deposito automatizzato dell'azienda Erco offre l'occasione per approfondire alcune scelte tecnologiche ponendoli in relazione con aspetti legati a "forma" e "comunicazione". Sulla scorta di ciò appare piuttosto immediato come l'ubicazione dell'edificio e la conformazione del sito abbiano influenzato le scelte dei progettisti. L'edificio è un prisma retto di notevoli dimensioni, lungo 73,6 metri, largo 29,6 e alto 23, che si adagia, guardando la valle, sul versante di un ter-

reno in pendenza. Ciò risulta apparentemente paradossale poiché, non essendo prevista all'interno del deposito la presenza di addetti, nessuno può godere della vista del paesaggio.

Tuttavia, la scelta dei progettisti in merito all'orientamento si spiega attraverso l'idea che è alla base dell'intero edificio. Il magazzino deve essere un elemento che esibisce se stesso nel paesaggio. A catalizzare l'attenzione non è tanto questo intendimento, peraltro non nuovo in architettura,



quanto le modalità con cui esso viene tradotto fisicamente. Sfruttando la morfologia del sito, l'edificio è stato in parte interrato determinando due diverse altezze sulle due testate, una completamente vetrata e ampia verso la vallata, una compressa e scandita dai varchi di carico degli autoarticolati sul lato di accesso. Questo differente trattamento risulta evidente anche nella sezione longitudinale dove sul lato verso gli accessi sono disposti, su più piani, gli uffici e i servizi, mentre sul lato verso la valle è organizzato, a tutta altezza, il deposito automatizzato. Quest'ultimo, come consuetudine, è organizzato in lunghe e alte file di griglie di contenimento per una capacità massima di circa 7000 pallet. Dalla vasca di contenimento del terreno, realizzata in calcestruzzo armato, si sviluppano verticalmente i tralicci metallici delle linee di stivaggio che fungono anche da elementi intermedi di sostegno della copertura. Tra di essi sono collocati i dispositivi automatizzati per la movimentazione dei pallet, mentre un'ulteriore struttura esterna in profili metallici funge da supporto strutturale per l'involucro esterno. Analizzando la tecnologia utilizzata per la sua realizzazione si comprende pienamente la modalità scelta dai progettisti per dare seguito all'idea sottesa all'edificio. L'involucro è, infatti, costituito da una lunga cortina traslucida ottenuta con un doppio strato di pannelli u-glass, sostenuti da un'opportuna sottostruttura, cui sono interposti 140 elementi illuminanti collegati a una centralina elettronica.



Al centro, vista complessiva delle sedi Erco.

A sinistra in alto, vista notturna del fronte principale della sede Erco. La luce permette di vedere la struttura meccanizzata dell'edificio rendendola protagonista del gesto architettonico.

A sinistra, pianta della sede Erco (Foto Erco).

In alto, dettaglio dell'involucro della sede Erco.

Sulla sottostruttura metallica, a sua volta connessa agli elementi portanti, è disposto un doppio strato di u-glass in cui sono alloggiati tubi fluorescenti colorati collegati a una centralina elettronica (Foto Erco).

(Le fotografie, dove non sia diversamente indicato, sono di J. Hempel)

DAINESE

SILVIA DAINESE

A differenza della sede Erco, a stretto contatto con il paesaggio naturale, il complesso Dainese si trova in uno dei distretti industriali della città di Vicenza in un lotto prospiciente l'autostrada Milano-Venezia che costituisce il principale asse di collegamento viario del Nord Italia. Questa condizione ha, in buona misura, se non orientato quantomeno condizionato le scelte progettuali. Anche in questo caso, l'edificio ha un orientamento particolare. Risulta, infatti, ruotato rispetto ai preesistenti edifici attigui sia al fine di ottimizzare la superficie disponibile in base al regolamento locale sia in funzione della sua percezione dalla sede autostradale. Il complesso Dainese occupa una superficie di circa 6000 metri quadrati e, con l'intervento realizzato tra il 2003 e il 2004, si è dotato di uno dei magazzini automatizzati più grandi d'Europa. Il principale problema nella sua realizzazione era quello di rendere quello che poteva apparire un semplice volume funzionale come qualcosa di fortemente caratterizzato. In questo caso, l'idea di mostrare l'interno dell'edificio utilizzando ampie superfici

vetrate non è apparsa la soluzione più adeguata sia per le condizioni climatiche, ma soprattutto per la molteplicità dei punti di vista da cui è possibile osservare l'edificio. Andava, inoltre, considerata la peculiare condizione di chi avesse potuto notarne la presenza viaggiando ad alta velocità sull'autostrada. L'idea di un volume opaco prese rapidamente piede, ma rimaneva necessario trovare una definizione volumetrica ottimale, una sintesi del concetto di magazzino-macchina che ben rappresentasse un'azienda che produce abbigliamento tecnico e complementi per il motociclismo. "La struttura interna è un'enorme griglia tridimensionale in metallo nella quale si stoccano scatole pic-

cole e grandi, giacche, tute... Ho pensato perciò che per definire il corpo di questa "macchina" avremmo dovuto realizzare un abito minimale, una copertura (autonoma), che non cercasse di camuffare l'interno con forme gratuite. Il risultato è stato un parallelepipedo con spigoli vivi, enfatizzati dalla strombatura del volume che ricorda un forziere." Così la progettista sintetizza le fasi ideative dell'edificio. Ma la costruzione svela altri particolari. In primo luogo le strombature dei due lati di testa marcano l'orientamento dell'edificio, la cui sagoma netta e spigolosa si coglie nel veloce transitare sull'asfalto, identificando un doppio fronte: uno rivolto al segno dell'infrastruttura autostradale che in quel punto è sollevata dal piano campagna, l'altro rivolto alla strada di accesso. In secondo luogo, attraverso una visione a più ampia scala, questo orientamento si coglie dalle colline circostanti per il differire dell'edificio dal tessuto in cui è ricompreso. Da tale distanza è possibile valutare le dimensioni del fabbricato.

Un prisma lungo 81 metri, largo 36 e alto 29 si erge da un solido basamento di calcestruzzo armato che lo radica al suolo. La massa del basamento comunica la gravità dei carichi contenuti. La finitura del calcestruzzo a vista è stata ottenuta con l'uso di morali in legno d'abete inchiodati ai casseri prima del getto.

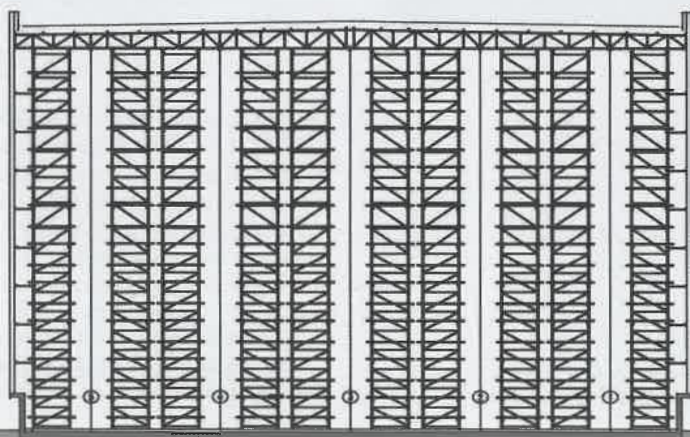
La struttura autoportante in acciaio è ancorata a una platea gettata su 213 pali di fondazione profondi 24 metri.

La struttura reticolare, oltre a servire come sistema di stoccaggio verticale e sostenere il peso delle unità di carico e alle sollecitazioni dei traslo-elevatori, è dimensionata per la spinta del vento, per i carichi di copertura e dei rivestimenti di facciata.

Nelle corsie vuote lasciate tra le linee di stoccaggio si snoda il meccanismo dei dispositivi automatizzati che, regolati da una centrale operativa, agiscono all'interno del fabbricato. Per l'involucro esterno sono stati utilizzati pannelli di zinco-titanio ossidato con fughe ridotte al minimo, per ottenere una finitura di colore "nero" (uno dei colori aziendali), muta, neutrale. Per ridurre al minimo i consumi di energia elettrica dell'edificio, sono stati utilizzati pannelli isolanti, solitamente usati per le celle frigorifere, ed è stata creata una camera d'aria tra questi e il rivestimento di zinco. Il pacchetto di rivestimento è composto da pannelli coibentati di 10 cm di spessore e profili d'acciaio a "omega" per consentire la ventilazione e sostenere le lastre di rivestimento da 2.40 per 0.60 metri, spesse 15/10 di millimetro, in lega di zinco-titanio con patina superficiale color grigio antracite scuro.

In alto, vista interna del magazzino e del corpo di collegamento con gli edifici preesistenti (foto di P. Warchol).

Al centro, vista complessiva della sede Danese. A sinistra, sezione trasversale del deposito automatizzato Danese (foto Danese).



L'intervento per l'ampliamento della sede della società GPS nasce essenzialmente dalla necessità di rispondere a una diminuzione del carico di incendio del preesistente deposito del complesso industriale. Situato a Schio, in prossimità della nuova bretella di collegamento con l'asse autostradale, si sviluppa su un lotto privo di rilevanti segni architettonici. Per questa ragione il progettista ha orientato la definizione della costruzione nella direzione di un elemento di confine capace di relazionarsi con l'esistente connotando, nel contempo, il fronte di maggiore visibilità. Vista la necessità di creare una struttura adeguata a massimizzare il contenimento in un'area non molto ampia, la scelta è ricaduta sulla tipologia del magazzino automatizzato. Il progetto del magazzino intensivo GPS è stato realizzato coniugando aspetti architettonici con aspetti funzionali. Non si tratta di un comune e anonimo parallelepipedo industriale, ma di un volume dinamico dal cuore meccanico.

Per questioni legate alla distanza di rispetto

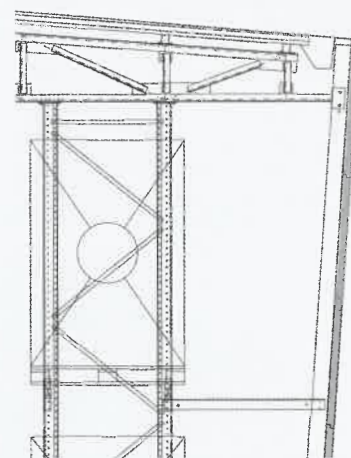
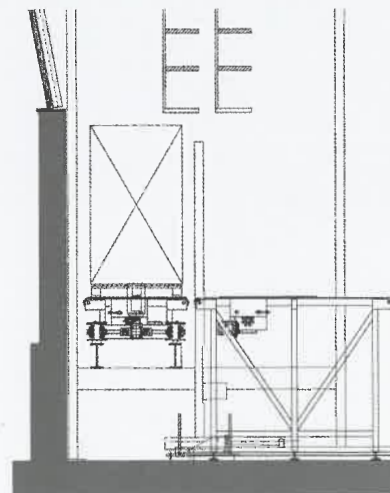
dai confini, l'area di intervento è costituita da una lunga fascia compresa tra gli edifici esistenti e la strada di collegamento. Ne deriva che il nuovo volume ha assunto una forma allungata e stretta, definita in alzato da tagli trasversali inclinati che lo suddividono in due distinte unità, una di distribuzione, l'altra di deposito. Quest'ultima è costituita da un prisma lungo 75 metri, largo 12 e alto 20. Se si considera l'esigua larghezza, rispetto alla consuetudine degli edifici destinati a stoccaggio, la capienza di circa 3000 pallet appare ragguardevole.

Il progetto logistico è stato definito sulla base delle caratteristiche qualitative e quantitative dei flussi di materiale in entrata e in uscita dallo stabilimento GPS in ordine a capacità di stoccaggio, sistema di movimentazione e sistema di gestione. La soluzione adottata è quella del magazzino automatizzato autoportante con stoccaggio in doppia profondità e prelievo a mezzo forcole telescopiche collocate su due trasloelevatori. La doppia profondità ha consentito di massimizzare lo spazio disponibile e di limitare le dotazioni robotizzate.

Il magazzino ha la funzione di stoccare e gestire pallet contenenti materia prima, semilavorati e prodotto finito. Tutto il materiale circolante all'interno della fabbrica trova collocazione nella nuova struttura. Le unità di carico vengono introdotte nel magazzino già munite di una loro identificazione per mezzo di un codice a barre collocato sulla base del pallet. Ciò consente di conoscere in ogni momento l'ubicazione della merce.

Il sistema di gestione del magazzino è in dialogo costante con il centro gestionale di fabbrica, con il quale scambia, attraverso uno specifico software di diagnostica, informazioni in ordine a missioni di carico/scarico, mappatura delle unità di carico, stato del magazzino. In media il sistema robotizzato è in grado di garantire una capacità di movimentazione pari a 150 ingressi e 150 uscite in 8 ore.

La struttura autoportante in acciaio è saldamente ancorata ad un elemento basamentale in calcestruzzo armato rispetto al quale i lati dell'involucro metallico si sviluppano con



andamento inclinato. Ciò è ottenuto grazie all'ausilio di una sottostruttura, pure metallica, che varia la distanza del rivestimento rispetto al traliccio portante.

Nel suo insieme l'edificio funziona come un grande muro che protegge l'intero complesso rispetto alla strada e nel contempo, interrotto in alcuni punti, segnala viste e percorsi preferenziali. L'inclinazione delle pareti accentua l'effetto dato dalle diverse prospettive sottolineando la gerarchia dei volumi e dei collegamenti.

In alto, dettaglio del dispositivo di movimentazione. Sopra, dettaglio del nodo di collegamento tra il traliccio metallico portante verticale e la travatura reticolare di sostegno della copertura.

L'inclinazione delle superfici dell'involucro è ottenuta variando la dimensione dei bracci di collegamento della sottostruttura.

In basso, pianta del deposito automatizzato Gps.

Al centro, il lungo "muro" costituito dal volume tagliato del magazzino automatizzato Gps.

A sinistra, vista interna del magazzino automatizzato Gps.

(Fotografie di Zerbato).

