

POLITECNICO DI TORINO



# Un futuro per l'ILVA di Taranto?

Proposta progettuale per la conversione e la  
riqualificazione dello stabilimento siderurgico pugliese

Relatori

Prof. Arch. Roberta Ingaramo

Prof. Arch. Maurizio Lucat

Candidato

Alberto Sotirios D'Acquisto

Luglio 2012

## INDICE

Introduzione	3
1. Analisi Preliminari	
a. Informazioni generali sull'ILVA di Taranto	4
b. Processo produttivo dell'ILVA	6
c. Dati sui consumi energetici in Puglia	9
d. "Cultura del rifiuto" in Puglia	10
e. Modalità di smaltimento	14
f. Conclusioni	17
2. Esempi di dismissioni industriali in Italia	
a. Italsider di Bagnoli	18
b. Eternit di Casale Monferrato	19
c. Lingotto di Torino	20
3. Progetto dello stabilimento	
a. Iter della dismissione	21
b. Il nuovo stabilimento	21
c. Forme	22
d. Numeri	23
e. Processo produttivo	23
f. Dimensionamento	29
4. Progetto della ricezione treni	
a. Architettura	31
b. Tecnologie	34
Fonti	37



## Introduzione

Da anni la comunità del capoluogo ionico dibatte sulla necessità di affrontare il problema dell'inquinamento, a fronte di un tasso di tumori fra i più alti in Italia. Le maggiori imputate sono da sempre le tre grandi imprese presenti nell'area industriale, a pochi chilometri dal centro cittadino: lo stabilimento siderurgico dell'**ILVA**, la raffineria dell'**ENI** e il cementificio **Cementir**.

Pur garantendo il lavoro ad una rilevante fetta di popolazione, l'ILVA è ritenuta la maggiore responsabile dei danni ambientali presenti in città. Per questo si discute da tempo su quale debba essere la sua sorte, mettendo in rilievo tre fazioni: chi vuole mantenerla in funzione così com'è; chi vuole dismetterla; chi chiede maggiori investimenti per controlli ambientali.

I primi fanno capo, ovviamente, al Gruppo Riva, ovvero l'impresa che la gestisce: essi sostengono che sono stati fatti grossi investimenti nel settore delle politiche ambientali (più di 1 miliardo di euro dal 1995 a questa parte secondo il Rapporto Ambiente Sicurezza 2011 stilato dalla stessa ILVA, ovvero da quando il Gruppo ha rilevato lo stabilimento dall'Italsider), e che i livelli di agenti inquinanti rilasciati nell'atmosfera sono da qualche anno a questa parte diminuiti sensibilmente, risultando oggi inferiori alle soglie limite.

Chi vuole dismetterla fa invece leva su quelle che sono le evidenti conseguenze dell'inquinamento: alto tasso di tumori, bassa attrattività turistica (sporczia di strade e spiagge, polveri rosse sparse sugli edifici del rione Tamburi, cielo annuvolato da fumi industriali, skyline deturpato) e calo delle produzioni alimentari (presenza spropositata di diossina negli animali da pascolo e nei pesci). La sua dismissione è quindi ritenuta necessaria per ridare "respiro" alla città.

Un'opposizione più moderata è offerta invece da chi chiede maggiori garanzie ecologiche e maggiori controlli da parte del Comune e della Regione, per evitare così che migliaia di persone perdano il lavoro in un'area già afflitta dalla piaga della disoccupazione.

Di pari passo con quella che è la situazione sociale, si fanno sempre più impellenti i problemi legati allo smaltimento dei rifiuti e, parallelamente, allo sfruttamento di risorse energetiche rinnovabili.

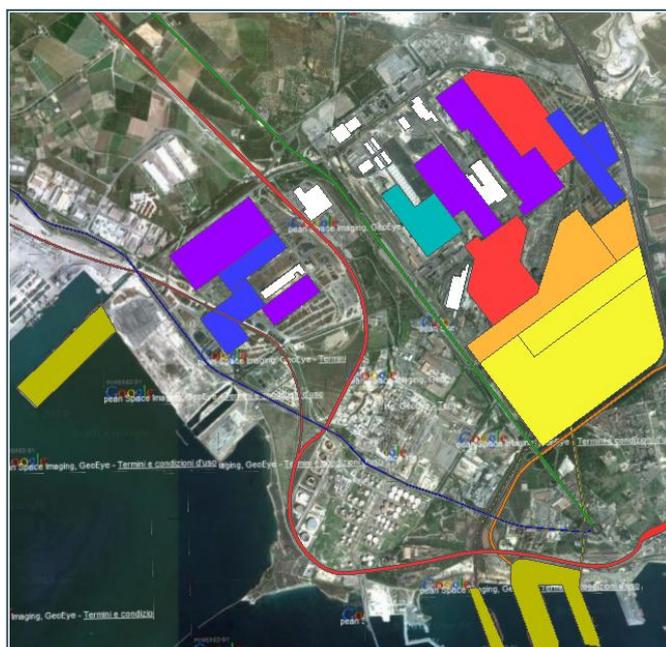
Sulla scorta di quelle che sono le tecnologie sviluppate negli ultimi anni, è oggi possibile ricavare una sensibile quantità di energia (elettrica e termica) proprio dallo sfruttamento dei rifiuti, oltre che sviluppare un mercato a basso costo dei materiali riciclabili con eventuali spunti per lo sviluppo dell'artigianato locale.

Nasce da qui l'idea di fornire un'alternativa funzionale, del tutto ipotetica, all'area dell'ILVA, che cerchi di fare leva su alcuni punti:

- **impatto ambientale quasi nullo**, sia nella costruzione delle nuove strutture, sia nei processi produttivi dei nuovi impianti, sia nei trasporti, sia in una sua ipotetica dismissione futura;
- **valorizzazione architettonica** del complesso, eliminando o riducendo l'impatto visivo degli impianti più alti e garantendo un maggiore comfort visivo a chi vi lavora;
- **valorizzazione economica** che punti al mantenimento o, se possibile, all'innalzamento del numero dei dipendenti e allo sviluppo di un mercato a basso costo dei prodotti riciclati;
- **valorizzazione dei rifiuti come risorsa energetica**, in modo tale da ridurre, a livello locale, sia gli spazi richiesti per le discariche sia la domanda di energia per elettricità e riscaldamento;
- **valorizzazione turistica** della città, secondo l'immagine di un centro urbano pulito ed ecologico;
- **valorizzazione politica** di Taranto come polo territoriale (a livello regionale e non) per lo smaltimento dei rifiuti.

Le analisi preliminari per un progetto architettonico simile sono incentrate sulla descrizione della situazione attuale, a partire dall'odierna organizzazione strutturale, logistica e produttiva del complesso industriale, dai dati sulla produzione di rifiuti in Puglia e dai dati sui consumi energetici locali.

Dopodiché si passerà ad una breve analisi dei problemi e dei vantaggi derivanti dalla dismissione di grandi impianti industriali, ricorrendo agli esempi dell'Italsider di Bagnoli, dell'Eternit di Casale Monferrato e del Lingotto di Torino.



*Contesto attuale con settori produttivi e infrastrutture*

## 1. Analisi Preliminari

### 1a. Informazioni generali sull'ILVA di Taranto

Il complesso siderurgico si occupa della produzione e della trasformazione dell'acciaio. Per dimensioni e mole produttiva, è lo **stabilimento più grande d'Europa** e uno fra i più grandi del mondo.

#### Dimensioni

Esso occupa un'area che si estende per circa **15 km<sup>2</sup>** all'interno del rione Tamburi: vale a dire su un'area pari a circa 20 volte la superficie occupata dalla Città Vecchia di Taranto (nucleo urbano che ha concentrato gran parte della popolazione fino a metà '800).

Dà lavoro a circa 11.000 operai e più di 1000 impiegati.

#### Infrastrutture

I collegamenti comprendono trasporti su gomma, su ferro e via mare.

Le strade permettono collegamenti diretti con la **SS106 Jonica** (in blu) verso Basilicata e Calabria (quindi indirettamente verso Campania e Sicilia), con l'**A14** (in verde) verso Bari e il nord Italia, e con la **SS7 Via Appia** verso Matera (in verde) e Salento (in arancione). La presenza della **stazione ferroviaria** (in rosso) di Taranto nel rione Tamburi permette un collegamento immediato con la rete nazionale, grazie anche alla presenza di binari commerciali riservati alla stessa ILVA per un totale di 200 km.

Attraverso una rete di nastri trasportatori (190 km complessivi), gli impianti sono direttamente collegati al **porto mercantile** (in giallo): lo stabilimento marittimo dell'ILVA comprende il 2° e il 4° sporgente (utili per la discarica di minerali, fossili e coke), la calata 3 e la testata 3° sporgente dell'area portuale (funzionali per l'imbarco). Ogni anno sono mobilitate verso gli impianti produttivi circa 200.000.000 t di materie prime provenienti da imbarcazioni.



*Infrastrutture*

## Produzione

Ogni anno vengono prodotti circa 3.000.000 t di **coke** e 10.000.000 t di **agglomerato**, utili a produrre **ghisa** per 8.000.000 t; dalla ghisa si ricava poi **acciaio solidificato** per circa 9.000.000 t da cui si producono bobine, lamiere, nastri e tubi.

Le lamiere vengono utilizzate per: cantieristica navale, infrastrutture stradali e ferroviarie, costruzioni civili, pale eoliche, sistemi movimentazione terra, sistemi sollevamento, recipienti a pressio, pali, tubi, carpenteria pesante, ecc.

I nastri vengono usati principalmente per: carrozzerie delle automobili, elettrodomestici, profilati, serrande, mobili metallici, recipienti per uso domestico e industriale, ecc.

I tubi vengono utilizzati quasi esclusivamente per il trasporto di fluidi: prodotti petroliferi, acqua, gas, ecc.

## Trasporti

L'85% dei prodotti finiti viene spedito via nave (circa 7.650.000 t); il 13% su gomma (1.170.000 t); il 2% su rotaia (180.000 t).

## Strutture

Sono cinque le aree produttive all'interno del complesso:

- a. **area Ghisa**: comprende: dieci batterie di forni a coke (cokeria); due linee di agglomerazione minerale; cinque altiforni;
- b. **area Acciaieria**: comprende due acciaierie con convertitori LD e macchine di colata continua (due in un'acciaieria, tre nell'altra);
- c. **area Treni Nastri** (due impianti) e **area Treno Lamiere**;
- d. **area Laminatoio a Freddo**: comprende: macchina per decapaggio; decatreno; linea di elettrozincatura; due linee di zincatura a caldo;
- e. **area Tubifici**: comprende tre impianti per la saldatura longitudinale.

Vi sono poi ulteriori strutture dedicate ai servizi funzionali alla produzione: ente ecologia, SIL (servizio di prevenzione e protezione), vigili del fuoco, ufficio sanitario, formazione, energia, magazzino, logistica, GDO (Garanzia di Qualità) e metodologia di prodotto, ricambi e gestione scorte, produzione gas tecnici, piazzali (per lavori di manutenzione), carpenteria interna e binaria, officine meccaniche, officine elettriche, laboratorio.



## Processo produttivo dell'ILVA

### Approvvigionamento delle materie prime

Avviene con navi transoceaniche capaci di trasportare fino a 320.000 t di minerale.



*Impianti marittimi*

### Stoccaggio

I nastri trasportatori muovono le risorse dall'area portuale verso i parchi primari dove vengono stoccate secondo criteri logistici ed ecologici: i sistemi di protezione tengono conto della collocazione all'interno del parco e del contenimento delle altezze dei cumuli, e prevedono l'uso di prodotti filmanti e di tecniche di umidificazione per limitare le emissioni nell'aria.

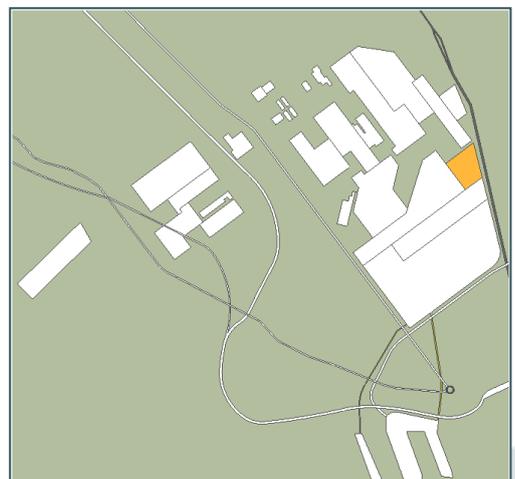
Fra le materie prime raccolte nei parchi, un ruolo preminente è dato dai minerali di ferro, dal calcare e dal carbon fossile.



*Parchi Minerali*

### Minerali di ferro: agglomerazione

Il minerale di ferro viene trattato nell'impianto di preparazione: attraverso la vagliatura e la miscelazione dei diversi tipi di minerali disponibili, consente di ottenere una composizione chimica e una granulometria adatta alla carica in altoforno. La pezzatura fine viene inviata nell'**impianto di agglomerazione** dove, attraverso parziale fusione e sinterizzazione, viene trasformata in una struttura porosa e resistente.



*Agglomerato*

### Calcare: estrazione e lavorazione

Viene estratto dalle cave presenti nello stabilimento, viene frantumato e vagliato. La frazione fine viene miscelata ai minerali per ottenere un agglomerato auto fondente. La frazione più grossa viene trasformata in calce da utilizzare in acciaieria.

### Carbon fossile e coke metallurgico

Il carbon fossile viene trasferito dai parchi alla **cokeria**: attraverso frantumazione e vagliatura, si ricavano catrame e solfato di ammonio, utilizzati come materie prime per altri processi produttivi; il coke metallurgico ottenuto costituisce l'agente chimico riducente nel processo di fabbricazione della ghisa in altoforno.



*Cokeria*

### Produzione di ghisa

Dalla cokeria si passa agli **altiforni**.

Le reazioni chimiche provocate dalla combustione del coke ed altri combustibili con l'aria calda (a 1200° C), generano ossidi di carbonio che reagiscono con gli ossidi di ferro, l'agglomerato e i pellets. Il prodotto finale è ghisa liquida a 1400°C: attraverso carri ferroviari in refrattario (chiamati carri-siluri), viene inviata alle acciaierie.



*Altoforno*

### Produzione di ghisa solida

Parte della ghisa ottenuta negli altiforni, viene solidificata mediante granulazione o colaggio in stampi.

### Produzione di acciaio

Nelle due **acciaierie**, attraverso convertitori LD, la ghisa viene affinata attraverso l'insufflaggio di ossigeno dall'alto e l'immissione di rottame e calce: questo permette di ridurre il tenore di carbonio e trasformarla in acciaio.

In siviera l'acciaio liquido viene trattato con l'aggiunta di ferroleghie che consentono di raggiungere la composizione chimica desiderata, rifinandola poi con trattamenti fuori forno.

Dopodiché entrano in gioco le macchine di colata continua, dove l'acciaio liquido viene colato in forme di rame (raffreddate con acqua) dalle sezioni di dimensione prestabilita. Una serie di spruzzatori d'acqua consentono poi all'acciaio di solidificare. Dei

cannelli ossitaglio, infine, si occupano di tagliare l'acciaio solido ed ottenerne delle bramme, inviate, a seconda del prodotto a cui si vuole pervenire, nel laminatoio lamiere o nel laminatoio a caldo.



*Acciaierie*

### Laminazione di lamiere

Le bramme vengono riscaldate per avere una maggiore plasticità e, attraverso una coppia di rulli, vengono deformate per ottenere lo spessore desiderato. Le proprietà meccaniche delle lamiere vengono poi controllate attraverso raffreddamento accelerato.



*Laminatoio a freddo (celeste) e  
Produzione lamiere (viola)*

### Laminazione a caldo

Anche qui le bramme vengono riscaldate e deformate da rulli; le lamine ottenute vengono avvolte intorno a bobine.

### Laminazione a freddo

Per conferire uno spessore inferiore alle lamine lavorate nella laminazione a caldo, si può ricorrere a laminazione a freddo: dopo un processo di decapaggio che elimina gli ossidi di ferro dalla superficie, le lamine vengono deformate da rulli a temperatura ambiente e poi nuovamente riscaldate (ricottura) per conferirle le proprietà meccaniche richieste.

## Rivestimento

Per migliorare la resistenza a corrosione, le lamine ottenute a caldo e a freddo vengono rivestite da zinco; i metodi utilizzati sono due: immersione del nastro in un bagno di zinco fuso, all'interno degli **impianti zincatura a caldo**; rivestimento elettrolitico, all'interno dell'**impianto di elettrozincatura**.

Si ottengono così lamiere da taglio (vendute sotto forma di rotoli e lamierini) e nastri.



*Produzione nastri e Produzione tubi*

## Produzione di tubi

Le bobine e le lamiere, dopo deformazioni plastiche a freddo, subiscono lavori di calandratura e saldatura longitudinale arrivando al risultato finale. Il prodotto può essere poi sottoposto a trattamenti anticorrosivi.

### 1c. Dati sui consumi energetici in Puglia

A livello energetico, la Puglia si contraddistingue a livello nazionale come un'“esportatrice di energia”, attestando nel 2010 una produzione di 34.915,7 GWh a fronte di una richiesta di 19.497,1 GWh.

Tipo di produzione	Potenza erogata (GWh)
Idrica	2,4
Termoelettrica tradizionale	32.426,1
Geotermica	0
Eolica	2.085,5
Fotovoltaica	401,8
Saldo regionale	-17.664,1
Saldo estero	2.245,4
<b>Energia elettrica richiesta</b>	<b>19.497,1</b>

*Consumi di energia elettrica in Puglia per tipo di produzione nel 2010 (Fonte: Terna)*

A livello di consumi, la quota maggiore spetta al settore industriale, il quale, nel 2010, ha sfruttato 8.230,6 GWh, ovvero il valore più alto fra i consumi nel Sud Italia. Le quote di consumi per i settori terziario e domestico, invece, sono secondi solo alle regioni più popolate, cioè Campania e Sicilia.

Settore	Agricoltura	Industria	Terziario	Domestico	Totale
Bari	144,9	1.056,5	1.509,7	1.314,5	4.025,6
BAT	57,4	306	339,3	376,5	1.079,2
Brindisi	45,6	1.088,5	411,8	442,5	1.988,3
Foggia	115,9	582,3	645,2	591,4	1.934,7
Lecce	68,1	476,4	847,8	891,2	2.283,4
Taranto	79,1	4.720,8	618,9	649,2	6.068
Totale	510,8	8.230,6	4.372,6	4.265,3	17.379,3

*Consumi di energia elettrica [GWh] in Puglia per settore e provincia nel 2010 (Fonte: Terna)*

Nel particolare, si vede come i consumi maggiori spettino in maniera preponderante al settore industriale tarantino, che arriva a dissipare il 27,16% dell'intero computo energetico.

I consumi annui pro capite ammontano a **4.288 kWh per abitante**.

### Situazione ILVA

Per ciò che riguarda l'ILVA di Taranto, i consumi energetici sono soddisfatti in parte dalla presenza di due centrali termoelettriche della Edison al suo interno, in parte dallo sfruttamento delle risorse di scarto del processo produttivo e in minima parte dalla rete elettrica nazionale.

Risorsa energetica	Potenza erogata (GWh)
Carbon fossile + coke	25.125
Catrame	-665,83
Gas naturale	3.761,39
Gas sider. ILVA a Edison	-6.422,78
Energia elettrica da rete nazionale	1.550,56
Energia elettrica da Edison	1.468,61
Vapore da Edison	840,28
Carburanti	152,22

*Consumi energetici dell'ILVA nel 2009 (Fonte: ILVA Taranto)*

### 1d. "Cultura del rifiuto" in Puglia

#### Produzione e gestione dei rifiuti

I dati sulla raccolta dei rifiuti solidi urbani (RSU) nel 2011 hanno evidenziato un notevole incremento percentuale della quota di differenziata a livello regionale rispetto al 2010: in Puglia **si ricicla il 18%** degli RSU, equivalente di 350.000 t su



RSU Puglia	Quantità (t)	Codice CER
Frazione organica umida	44.924,24	20 01 08 20 03 02
Rifiuti di giardini e parchi	12.831,74	20 02 01
Carta e cartoni	109.169,30	20 01 01 15 01 01
Vetro	43.373,15	15 01 07 20 01 02
Plastica	24.363,99	15 01 02 20 01 39
Legno	29.693,20	15 01 03 20 01 37 20 01 38
Metallo	3.423,69	15 01 04 20 01 40
Tessili	4.386,84	20 01 10 20 01 11
RAEE	6.420,21	20 01 21 20 01 23 20 01 35 20 01 36
Misti	21.420,16	Vetro/alluminio Vetro/plastica/alluminio Altro
Farmaci	321,95	20 01 31 20 01 32
Contenitori T/FC	35,23	15 01 10 15 01 11
Contenitori e accumulatori	99,27	20 01 33 20 01 34
Vernici, inchiostri, adesivi e resine	6,32	20 01 27 20 01 28
Oli vegetali	129,07	20 01 25
Oli minerali	3,34	20 01 26
Pneumatici fuori uso	1.045,95	16 01 03
Rifiuti misti dalla pulizia del suolo pubblico	1.515.949,26	20 03 01 20 03 03
Ingombranti	14.699,61	20 03 07
Rifiuti da C&D	18.043,96	Inerti
Altro	55.940,29	Altro smaltimento Altro recupero
<b>Totale</b>	<b>1.906.280,77</b>	

*RSU prodotti in Puglia nel 2011 e classificazione CER (Codice Europeo dei Rifiuti) (Fonte: Regione Puglia)*



Mediamente la quota di rifiuti differenziati si mantiene su valori bassi rispetto ai livelli nazionali: nel 2010 la media nazionale si attesta infatti al 31,7%, di cui: 47% nel Nord-est, 40,1% nel Nord-ovest, 28,1% nel Centro, 21,3% nel Sud e 15% nelle Isole.

La Puglia si rivela essere, quindi, anche al di sotto della media del Sud Italia, con picchi negativi nei comuni di Taranto (8,7%) e Foggia (9%).

A livello amministrativo, la regione è stata suddivisa in quindici bacini di utenza chiamati **Ato**, ovvero Ambiti Territoriali Ottimali: quattro in provincia di Foggia, quattro fra le province di Bari e BAT, due in provincia di Taranto, due in provincia di Brindisi e tre in provincia di Lecce.



Quota di raccolta differenziata dei rifiuti negli Ato pugliesi nel 2011 (Fonte: Regione Puglia)

L'unico Ato che mette in evidenza livelli di raccolta differenziata ottimali è quello denominato BR2 (che raccoglie 9 comuni della porzione sud-occidentale della provincia di Brindisi), il quale raggiunge il 44,87%. I rifiuti pro capite, ovvero i rifiuti prodotti mediamente da ogni cittadino, si stimano in circa **554 kg per abitante** nel Sud Italia (Fonte: ISTAT).

Regione	RSU prodotti (t)	Quota differenziata (%)	RSU differenziati (t)
Abruzzo	688.712	24,0	165.290,88
Basilicata	224.963	11,3	25.420,82
Calabria	944.435	12,4	117.109,94
Campania	2.719.170	29,3	796.716,81
Molise	136.367	10,3	14.045,80
Puglia	2.150.340	14,0	301.047,60
Sicilia	2.601.798	7,3	189.931,25
<b>Totale</b>	<b>9.465.785</b>		<b>1.609.563,10</b>

RSU prodotti e differenziati nel 2009 (Fonte: ISPRA)

Le statistiche, in definitiva, mettono in evidenza che, nonostante un discreto miglioramento negli ultimi anni, lo smaltimento dei rifiuti in maniera differenziata è ancora poco praticato e la “cultura del rifiuto” non è ancora entrata a far parte delle abitudini di vita della cittadinanza.

### Situazione ILVA

Le politiche di gestione dei rifiuti all'interno dello stabilimento ILVA permettono già da anni di recuperare o smaltire in loco il 99% dei rifiuti prodotti, limitando fortemente problemi di logistica per il loro deposito. Problematiche sorgono, comunque, dalle modalità di recupero che prevedono il riuso/smaltimento di sostanze inquinanti.

Recupero interno	Recupero esterno	Smaltimento interno	Smaltimento esterno	Totale
935.292	36.450	96.901	11.033	1.079.677

*Rifiuti (t) prodotti dall'ILVA nel 2009 (Fonte: ILVA Taranto)*

Rifiuti smaltiti all'interno	Quantità (%)
Fanghi e residui di filtrazione	28,7
Polveri di pulizia	5,1
Polveri di abbattimento fumi	0,1
Polveri dalla produzione di calce	0,9
Rifiuti prodotti dal trattamento fisico e meccanico superficiale dei materiali	5,8
Refrattari	48,9
Fanghi da impianti trattamento acque	1,6
Materiali filtranti	1,4
Rifiuti dall'attività di costruzione e demolizione	1,4
Imballaggi	2,2

*Partizione delle tipologie di rifiuti prodotti e smaltiti dall'ILVA nel 2009 (Fonte: ILVA Taranto)*



## 1e. Modalità di smaltimento

Rifiuto	Riciclabile	Non riciclabile	Vantaggi	Processo
Carta e cartone	stampa commerciale, sacchetti e contenitori, scatole medicinali, cartoni bevande e alimentari	materiali non cellullosici, contenitori prodotti pericoli, carte sintetiche, carte fotografiche, carte e cartoni sporchi	minori costi smaltimento, minori costi produzione, minori costi stoccaggio, difesa ecologica, produzione energia, minore impatto ambientale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raccolta e stoccaggio</li> <li>2. Selezionamento</li> <li>3. Pressatura e legamento in balle</li> <li>4. Sminuzzamento</li> <li>5. Sbiancamento</li> <li>6. Riduzione in poltiglia</li> <li>7. Affinamento</li> <li>8. Aggiunta di cellulosa vergine</li> </ol>
Rifiuti sanitari	contenitori di vetro, rifiuti di imballaggio, rifiuti metallici, rifiuti mense, liquidi fissaggio radiologico, oli, batterie e pile, toner, mercurio, pellicole e lastre fotografiche	rifiuti pericolosi e contaminati		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Raccolta in contenitori speciali</li> <li>2. Sterilizzazione se riciclabile –</li> </ol> Termodistruzione se non riciclabile
Pile e accumulatori	batterie seconde: piombo, nichel-cadmio, nichel-idruro metallico, ioni e polimeri di litio	batterie prime: zinco-carbone, alcalino-manganese, litio, zinco-aria, ossido d'argento	consumi energetici ridotti di 1/3 per la lavorazione del piombo, riuso di piombo e materiali plastici	<b>Pile:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Metodo pirometallurgico:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Macinazione</li> <li>2. Separazione magnetica del ferro</li> <li>3. Cottura in fornaci per recupero mercurio, cadmio e zinco</li> </ol> </li> <li>b. <i>Metodo idrometallurgico:</i> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Macinazione</li> <li>2. Separazione</li> <li>3. Lavaggio per recupero soluzione elettrolitica</li> <li>4. Lisciviazione acida e riducente</li> <li>5. Purificazione per cementazione</li> <li>6. Recupero zinco metallico ed MnO<sub>2</sub></li> <li>7. Concentrazione e purificazione per recupero acqua e reattivi</li> </ol> </li> </ol>

				<b>Accumulatori:</b> 1. Stoccaggio 2. Carico in tramoggia 3. Frantumazione 4. Separazione del pastello 5. Separazione di metalli e plastiche 6. Neutralizzazione parte liquida 7. Fusione pastello 8. Raffinazione del piombo
Indifferenziata			minori costi stoccaggio, recupero energetico	Combustione in termovalorizzatore
Legno	bancali, cassette frutta, casse imballaggio, travi demolizione, assi, pallets, mobili vecchi, bobine cavi elettrici, potature		difesa ecologica, prevenzione di degradazione anaerobica inquinante	1. Riduzione a volumi standard 2. Pulizia 3. Frantumazione in chips 4. Separazione 5. Raffinazione 6. Essiccazione 7. Pulitura a secco
Metalli	contenitori alimentari, fustini, secchielli, latte, fusti industriali			1. Separazione magnetica 2. Pulitura 3. Frantumazione 4. Destagnazione 5. Fusione
Oli	oli chiari, oli esausti	oli scuri	no inquinamento fogne	<i>a. Rigenerazione:</i> 1. Disidratazione 2. Deasfaltazione 3. Raffinazione finale <i>b. Combustione</i> <i>c. Trattamento d. Termodistruzione</i>
Alluminio	lattine, barattoli, contenitori alimentari, fogli alimentari	ferro vecchio, contenitori sostanze tossiche	no estrazione bauxite, risparmio energetico (95%)	1. Separazione magnetica 2. Pressatura 3. Pretrattamento antivernici 4. Fusione 5. Stampaggio
Tetra pak			risparmio economico, risparmio energetico, difesa ecologica	1. Separazione strati 2. Riutilizzo plastiche, metalli e inchiostri

Plastica	contenitori PE, PET e PVC, contenitori liquidi, flaconi prodotti igiene, contenitori alimenti, polistirolo imballaggi, borse nylon, pellicole	contenitori non PE, PET o PVC, contenitori sostanze pericolose, giocattoli, custodie cd, musicassette, videocassette, piatti, bicchieri, posate, tubi dentifricio, bottiglie olio, rifiuti ospedalieri, beni durevoli (es. elettrodomestici), articoli edilizia, grucce appendiabiti	minore impatto ambientale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pressatura</li> <li>2. Separazione</li> <li>3. Riciclaggio: <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Meccanico</i>: Lavorazione termica o meccanica</li> <li>b. <i>Chimica</i></li> <li>c. <i>Combustione in termovalorizzatore</i></li> </ol> </li> </ol>
Pneumatici				<ol style="list-style-type: none"> <li>a. <i>Ricostruzione</i>: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selezione</li> <li>2. Raspatura</li> <li>3. Ispezione</li> <li>4. Riparazione</li> <li>5. Soluzionatura</li> <li>6. Vulcanizzazione</li> <li>7. Controllo</li> <li>8. Finitura</li> </ol> </li> <li>b. <i>Pirolisi</i>: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lavorazione termica</li> <li>2. Scissione</li> <li>3. Condensazione</li> </ol> </li> <li>c. <i>Combustione in termovalorizzatore</i></li> <li>d. <i>Riciclo meccanico</i>: <ol style="list-style-type: none"> <li>d.a. Triturazione meccanica</li> <li>d.b. Processi criogenici</li> <li>d.c. Processi elettrotermici</li> </ol> </li> </ol>
RAEE	90% apparecchiature di illuminazione, elettrodomestici			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bonifica</li> <li>2. Smontaggio</li> <li>3. Separazione</li> <li>4. Lavorazione meccanica</li> </ol>
Vetro	bottiglie, vasetti, cocci rotti	ceramica, porcellana, lampadine, specchi, cristalli	difesa ecologica, riuso vetri non riciclabili, risparmio economico, risparmio materie prime	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Separazione manuale</li> <li>2. Separazione granulometrica</li> <li>3. Frantumazione</li> <li>4. Aspirazione corpi leggeri</li> <li>5. Fusione</li> </ol>

Modalità di trattamento dei rifiuti (Fonte: gestione-rifiuti.it)

## 1f. Conclusioni

Le analisi preliminari evidenziano come l'attuale organizzazione aziendale sia ben strutturata e collaudata, dal punto di vista logistico, produttivo ed energetico. Presa visione di questo, si può pensare di mantenere l'odierno assetto di filiera che coniuga area portuale, area di stoccaggio, produzione, finizione e spedizione. Alcune delle strutture attualmente utilizzate possono essere mantenute e finalizzate allo smaltimento dei rifiuti, alla loro lavorazione per il riuso e ai servizi affini.

Dal punto di vista di una eventuale gestione dei rifiuti, si nota come la mole di produzione commerciale annua dell'ILVA sia organizzata per sostenere una quantità notevolmente superiore ai rifiuti prodotti nello stesso periodo in tutta la regione Puglia: questo rende possibile ipotizzare un raggio di raccolta dei rifiuti che coinvolga l'intero Mezzogiorno (escludendo la Sardegna e includendo l'Abruzzo per motivi puramente geografici).

Le analisi sulla produzione energetica evidenziano come non vi sia un'emergenza che riguardi la richiesta di energia elettrica, in quanto la Puglia risulta esserne addirittura un'esportatrice. E' evidente però che attualmente l'ILVA consuma molto, nonostante l'utilizzo di risorse alternative (e antiquate), arrivando a dissipare il 9% di tutta l'energia elettrica sfruttata in Puglia. Un eventuale ridimensionamento degli impianti sarebbe quindi di ulteriore aiuto per l'economia locale, potendo anche contare sull'apporto di energia elettrica prodotta dal nuovo stabilimento ipotetico.



## 2. Esempi di dismissioni industriali in Italia

### 2a. Italsider di Bagnoli

Il caso più eclatante di dismissione industriale mal pianificata, è quello del complesso del quartiere Bagnoli di Napoli, dove la “pigrizia” politica e gestionale ha portato, a vent’anni dalla chiusura dello stabilimento, a non averne ancora concluso la bonifica.

#### Storia

L’ILVA di Bagnoli sorge nel 1905 secondo un piano su larga scala per lo sviluppo industriale dell’Italia meridionale. Sul finire degli anni ’60 (una volta cambiata denominazione in Italsider), mostrandosi necessario un ampliamento per aumentarne la produzione, viene richiesta al Comune di Napoli la possibilità di espandere lo stabilimento. La concessione viene negata e l’Italsider è costretta a pianificare la chiusura che avverrà definitivamente nel 1992. Gli altri due complessi presenti nella zona, Cementir ed Eternit, sono costretti ad adeguarsi: il primo converte la sua produzione; il secondo chiude nel 1970, e la sua bonifica verrà ritenuta completa nel 1989.

#### Società Bagnoli S.p.A.

È la prima società cui l’IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale) affida la gestione dei fondi stanziati dallo Stato (400 miliardi di lire) per la bonifica e la riconversione dell’area. Dal 1996 al 2002, dopo numerosi sondaggi geognostici, essa riesce a portare a termine il 95% delle demolizioni, il 65% degli smontaggi (con macchinari smontati o rivenduti) e il 30% delle bonifiche, risultando quindi notevolmente indietro rispetto a quanto prefissato.

#### Bagnoli Futura S.p.A.

Il PUE (piano urbanistico esecutivo) per la realizzazione della “Bagnoli Futura” viene presentato nel 2000 e approvato nel 2005. La gestione passa quindi dalla Società Bagnoli alla Bagnolifutura, la quale deve occuparsi di completare la bonifica e lo smantellamento delle preesistenze e dare il via alla costruzione delle nuove strutture.

#### Progetto

L’opera principale della riqualificazione riguarda la realizzazione di un **Parco urbano**, il cui concorso progettuale è stato vinto dal gruppo diretto dall’arch. Francesco Cellini. Il progetto, oltre la realizzazione di lunghi viali alberati, prati, laghi artificiali, area giochi per bambini e diversi giardini tematici, prevede il riuso di sei strutture dell’ex Italsider, ovvero: l’Impianto di Trattamento delle Acque del treno di laminazione, che diventa l’Acquario tematico; l’Officina meccanica, che diventa la sede dei Napoli Studios; l’Altoforno e Batteria

Cowper, che diventano il Museo della Civiltà e del Lavoro; la centrale termoelettrica; il Capannone Morgan, che ospita l'ombracolo fotovoltaico; l'Acciaieria, che diventa la Città della Musica.

La **spiaggia di Coroglio** viene resa balneabile e munita di passeggiata pedonale e ciclabile: lungo il lato interno sono stati poi previsti una serie di laghi artificiali per gli sport d'acqua.

Altra opera prevista, è il **Parco dello Sport**: ai piedi del costone di Posillipo, si è pensato ad una serie di crateri che discendono verso valle, volendo così ricordare l'andamento dei Campi Flegrei. Il centro prevede numerosi campi sportivi, due laghi artificiali e un campeggio a tre stelle.

Più riserve insistono invece riguardo la realizzazione del **Porto Canale** nella zona ricettiva: l'intenzione di realizzare a Bagnoli un **polo turistico** da diporto si scontra infatti con la natura del territorio che, a causa delle forti correnti, rende difficile realizzare una sede portuale classica; per questo il progetto in corso di approvazione prevede lo scavo di un canale che ospiti il porto, andando però a ledere una serie di vincoli paesaggistici e creando quindi numerose polemiche.

Ai privati è stata invece ceduta quota parte delle superfici per realizzare il **Polo tecnologico dell'ambiente**, con l'intento di dare vita ad un centro all'avanguardia nel campo della ricerca ambientale.

## Problematiche

A vent'anni dalla chiusura dell'Italsider non si è ancora pervenuti ad una totale bonifica dell'area, con tracce di amianto che permangono tuttora nelle vicinanze dell'ex Eternit. Il terreno è stato più volte analizzato portando alla luce anche la presenza di metalli pesanti, mentre le falde acquifere fanno riscontrare valori superiori alla norma di ferro, manganese e idrocarburi.

I danni ambientali sono quindi enormi, e continuano ancora oggi a causare gravi conseguenze anche sulla salute umana, sebbene la pericolosità dell'amianto sia ben conosciuta dal 1962.

Tutto questo è legato in buona misura alla lentezza gestionale delle opere di bonifica, accompagnata oltretutto alla lentezza burocratica nell'approvare il piano urbanistico per la realizzazione della nuova Bagnoli.

All'inefficienza amministrativa si collegano, di conseguenza, una serie di danni economici: denaro pubblico mal gestito; area totalmente improduttiva per decenni; migliaia di posti di lavoro andati persi.

## 2b. Eternit di Casale Monferrato

Quella che sembra essere una **catastrofe ambientale** certificata, non trova ancora una diretta corresponsione nel campo architettonico, ma mette in evidenza le difficoltà incontrate nella bonifica e nella comunicazione di un problema quale è l'amianto.

Lo stabilimento, sorto nel 1906 nel piccolo centro piemontese, è stato chiuso nel 1984 dopo le incedenti pressioni dell'opinione pubblica dovute all'elevatissimo numero di casi di mesotelioma nella zona. Il problema di fondo è stato proprio nella mancanza di informazione sui rischi cui i dipendenti incorrevano, sebbene, come detto, da più di vent'anni fosse risaputa la pericolosità delle fibre di amianto per la salute umana.

Proprio per questo, nel 2012, i due dirigenti imputati, Stephan Schmidheiny e Jean Louis de Cartier, sono stati condannati a sedici anni di reclusione e al pagamento di oltre 15 milioni di euro complessivi perché ritenuti colpevoli di non aver informato e protetto adeguatamente i propri dipendenti.

L'area dell'ex Eternit, dopo **più di vent'anni**, è tutt'oggi sottoposta a bonifica da parte del Comune di Casale Monferrato e i danni ambientali, comportati dalla dispersione delle fibre di amianto, provocano annualmente circa cinquanta morti nella sola Casale, un morto ogni 5 minuti in tutta Europa (secondo dati UE).

## 2c. Lingotto di Torino

Una delle riconversioni di complessi industriali meglio riuscite è sicuramente quella del vecchio stabilimento produttivo della FIAT.

La struttura, progettata nel 1915 dall'ing. Mattè-Trucco, si rese obsoleta dopo l'apertura degli impianti di Mirafiori e fu definitivamente dismessa nel 1982. Tuttavia era intento della FIAT **mantenere in vita il complesso**: si decise così di indire un concorso di idee fra venti architetti di fama mondiale invitati dall'avv. Giovanni Agnelli e dal dott. Cesare Romiti. L'incarico venne affidato nel 1985 a Giuseppe de Rita, Roberto Guiducci e Renzo Piano.

### Progetto

Il cantiere prende vita nel 1991, cominciando dalla ristrutturazione dell'edificio delle presse che viene destinato a ospitare fiere e grandi manifestazioni culturali. L'intera riorganizzazione viene completata nel 2002 con la realizzazione dei seguenti spazi: centro direzionale FIAT; centro commerciale 8 Gallery (nel primo piano); uffici (ai piani alti); fiera di Torino (già citata); pinacoteca Agnelli; centro congressi; alberghi alberghi (quattro e cinque stelle); multisala cinematografica; ristorante panoramico (all'ultimo piano); clinica odontoiatrica distaccata delle Molinette; sede distaccata del Politecnico del corso di Ingegneria dell'Autoveicolo; Bolla (struttura vetrata per meeting di sedici partecipanti); eliporto.

Il nuovo complesso riesce a **mantenere l'aspetto della vecchia fabbrica**, non andando quindi ad intaccare l'aspetto urbano preesistente, ma riuscendo allo stesso tempo a **rinnovare e a incrementarne l'interesse culturale ed economico**.

### 3. Progetto dello stabilimento

#### 3a. Iter della dismissione

Come visto, la dismissione di grandi complessi industriali comporta una fase di smantellamento e di bonifica che può avere una durata di anni, se non decenni.

Nel caso dall'ILVA di Taranto, presupponendo la decisione di chiudere lo stabilimento (per esempio per la volontà di de-localizzarsi), si può ipotizzare uno scenario che preveda le seguenti fasi: 1) due anni di tempo per verificare le possibilità di stabilirsi in un altro sito e prendere contatti con le amministrazioni per testare le disponibilità economiche e concordare le politiche di sviluppo; 2) un anno per completare le ultime consegne ed annunciare a dipendenti e cittadinanza l'imminente chiusura (di pari passo anche la Cementir, strettamente collegata all'ILVA nel suo ciclo produttivo, è costretta a fare lo stesso); 3) cinque anni per completare il trasferimento dei macchinari e dare inizio allo smantellamento dei capannoni; 4) cinque anni per rimuovere le superfici cementificate ed asfaltate; 5) cinque anni per portare a termine la bonifica delle aree più compromesse.

Con una stima del genere, si può quindi pensare che la totale dismissione possa verificarsi in un periodo compreso **fra i quindici e i vent'anni** circa.

#### 3b. Il nuovo stabilimento

L'intera area dell'ILVA, bonificata e con ampi spazi di natura che riaffiorano, è dunque pronta per il nuovo intervento. Come detto, il progetto qui proposto prevede la costruzione di un impianto per la raccolta e la valorizzazione dei rifiuti, in grado, per mole di materiale lavorato, di smaltire quanto prodotto nell'intero Mezzogiorno.

Lo stabilimento è suddiviso in aree tematiche all'interno delle quali, in base alla natura e al tipo di smaltimento, vengono lavorati i diversi tipi di rifiuti:

- a. **Parco Ecologico**, dove vengono smaltiti organico, legno, carta e cartone;
- b. **Area Pneumatici**;
- c. **Area Vetro**;
- d. **Area Rifiuti da C&D**
- e. **Area Chimica**, per la lavorazione di plastica, RAEE, rifiuti sanitari, ecc.;
- f. **Area Alluminio e Misti**, dove vengono smaltiti confezioni "Tetra Pak" e simili;
- g. **Area Metalli**;
- h. **Termovalorizzatore**, per lo smaltimento dei rifiuti indifferenziati e non riutilizzabili.

A questi vanno aggiunti i settori adibiti ai servizi subordinati al riciclaggio:

- i. Due **aree di ricezione**: una sulla testata 3° sporgente per i carichi provenienti via mare; una all'interno del Parco Ecologico per i carichi provenienti via treno;
- j. **Parco Tecnologico**, con laboratori scientifici per l'innovazione attraverso RAEE ed altri rifiuti;
- k. **Parco dell'Arte**, per la lavorazione dei tessuti e lo sviluppo dell'artigianato;
- l. **Parco Storico**, con le "reliquie" del passato industriale e un camino panoramico;
- m. **Parco dello Sport**, per valorizzare le cave di calcare presenti nell'area est;
- n. **Area Esposizioni**, per valorizzare gli attuali Parchi Minerali;
- o. **Locali Commerciali**, sul 4° sporgente;
- p. **Carico Navi**, sul 2° sporgente e sulla calata 3.

Come previsto da uno dei piani di sviluppo della città, l'area in progetto è attraversata da una linea di metropolitana leggera. Le fermate previste sono cinque e corrispondono a: Parco Ecologico; Parco Tecnologico; incrocio degli impianti delle Aree Pneumatici, Rifiuti da C&D, Vetro e Chimica; incrocio fra l'Area Metalli e il Termovalorizzatore; Area Esposizioni.

### 3c. Forme

Il nuovo assetto progettuale prevede un drastico cambiamento rispetto all'attuale impostazione industriale, dove dominano percorsi e strutture antiquate che determinano forme e ambienti cupi. Questo progetto intende invece valorizzare l'intera area per farne un punto di riferimento urbano e non solo.

Il nuovo stabilimento viene reso come il **ramo di un tiglio** (albero discretamente diffuso nel tarantino) che diparte dalla città vecchia e si allunga verso nord-ovest lungo l'asse costituito dalla SS7, diramandosi con foglie e gemme verso gli impianti veri e propri.

Queste forme naturali determinano percorsi e aree, con una disposizione dinamica data dall'effetto prospettico delle foglie (e non semplicemente appiattito) con giochi d'ombra dati dalle diverse tipologie di colture presenti.

Le aree degli impianti che vengono determinate in questo modo, tengono comunque conto delle preesistenze, andando a confinare aree simili a quelle odierne e limitando così la nuova cementificazione ad aree già precedentemente "compromesse".

### 3d. Numeri

Una stima approssimativa sulla mole di rifiuti che verrebbe trattata, conduce ai seguenti risultati:

- ogni anno devono essere trattati circa **10 milioni di tonnellate di rifiuti** prodotti in tutto il sud Italia, circa 27.000 tonnellate al giorno;
- dovranno quindi transitare circa **350.000 container l'anno** (circa 1000 al giorno), adottando un trasporto attraverso container da 40 piedi (12 x 2,4 x 2,6 m) con peso massimo a pieno carico di circa 30 tonnellate;
- ipotizzando poi l'uso dei treni merce attualmente in commercio, capaci di trasportare circa 25 container l'uno, e ponendosi nella situazione peggiorativa in cui i trasporti avvengono solo "su ferro", ogni anno transiteranno nella zona ricezione circa **14.000 treni merce** (circa 40 ogni giorno);
- garantendo un servizio attivo per circa 18 ore al giorno (due turni lavorativi), si può stimare che transiteranno circa **due treni l'ora**.

### 3e. Processo produttivo

Grazie alla presenza di un collaudato sistema di collegamenti interni, viene mantenuto lo stesso percorso di filiera, invertendone però la direzione. L'attuale assetto prevede infatti che dall'area portuale a sud le materie prime vengano innanzitutto inviate ai Parchi Minerali, poi lavorate nella zona nord-est e infine trasferite nei settori ad ovest dove vengono rifinite e preparate alla spedizione.

**Invertire la direzione** consente di:

- avere la zone di ricezione nel punto più lontano dal centro cittadino (2,5 km circa);
- favorire l'arrivo dei treni da tutta Italia, riducendo il transito di treni merci in città a quelli provenienti dalle province di Brindisi e Lecce;
- dare luogo ad un'area esposizioni con prodotti finiti laddove ora vengono raccolte le materie prime grezze;
- scaricare prodotti finiti non maleodoranti nel punto più vicino alla città.



*Processo produttivo attuale in rosso; processo produttivo di progetto in verde*

## Ricezione

I rifiuti vengono trasportati verso lo stabilimento attraverso treni merce o via mare. **Viene escluso il trasporto via terra** in ragione di due motivi: a) nella logica di un impianto ecologico, è fuori luogo incentivare una forma di trasporto a così alto impatto ambientale; b) pur ipotizzando la commercializzazione e la diffusione entro i prossimi vent'anni di veicoli alimentati da fonti rinnovabili o a ridotte emissioni nocive, non è concepibile intasare le strade in uscita dalla città con file ininterrotte di tir.

La ricezione avviene quindi via mare per le imbarcazioni provenienti dalla Sicilia (disincentivandone l'abuso perché anche questo comporta un notevole impatto ambientale) e via treno per le altre regioni limitrofe.

Via mare le navi attraccano alla testata 3° sporgente dove i container vengono stipati (se in eccesso rispetto a quanto possono lavorare i singoli impianti) e sottoposti ad una prima fase di controllo. Dopodiché vengono inviati, attraverso la rete ferroviaria interna, allo stabilimento vero e proprio.

Stesso principio vale per la ricezione via treno che avviene all'interno del Parco Ecologico. La stazione prevede quattro corsie: due centrali dedicate al transito dei passeggeri con una fermata adibita alla metropolitana leggera (progetto attualmente in fase di studio presso il Comune di Taranto); due laterali per la fermata dei treni merce, che in questo modo hanno un'ora di tempo per scaricare e ripartire.

## Parco Ecologico

La zona di ricezione dei rifiuti è posizionata all'interno del Parco Ecologico per permettere ai container di organico, legno e carta di essere immediatamente lavorati ed evitare così che vengano dispersi cattivi odori.

I tre settori concorrono al **mantenimento di una piccola foresta** all'interno del parco finalizzata all'ottenimento di alberi. Una soluzione del genere è applicata da diversi decenni nel nord Europa, dove la forte richiesta di legname viene soddisfatta dalle coltivazioni private che permettono in questo modo di evitare fenomeni di disboscamento. In questo caso particolare, l'Area Organico si occupa di concimare il terreno con il compost ottenuto dal materiale riciclato, l'Area Legno provvede al mantenimento degli alberi e delle piante integrandone poi il legname nuovo con quello riciclato, e l'Area Carta & Cartone ne ottiene la cellulosa utile per generare nuova carta riciclata.

Nell'area sono poi previste ulteriori aree tematiche dedicate a diverse tipologie di coltura e gestite da aziende private.

Questo settore costituisce, nelle intenzioni di progetto, il nuovo polmone verde di Taranto.

## Area Pneumatici

Attraverso la rete ferroviaria interna, i container vengono condotti dalle aree di ricezione allo stabilimento vero e proprio.

Nell'attuale Acciaiera 2 vengono lavorati gli pneumatici: essi sono in parte sottoposti ad un processo di ricostruzione, riuscendo ad ottenerne all'80% un nuovo pneumatico, e in parte inviati al Termovalorizzatore.

Il loro stoccaggio avviene in un'area coperta e con una durata massima di pochi giorni, essendo facilmente soggetti alla proliferazione di insetti.

## Area vetro

Le componenti trasparenti vengono trattate nell'attuale settore dedicato alla rifinitura dei tubi.

Dopo essere stato separato dagli altri materiali e frantumato, i cocci di vetro vengono fusi e rilavorati per ottenere nuovo vetro.

E' uno dei pochi materiali che non può essere destinato alla combustione in Termovalorizzatore in quanto non sviluppa energia.

## Area Rifiuti da C&D

Nella porzione settentrionale di quello che oggi è il settore della Produzione nastri 2, vengono trattati i rifiuti prodotti nei cantieri edili, ovvero i cosiddetti rifiuti da costruzione e demolizione (C&D).

Essendo questo un rifiuto prodotto in grande quantità (per lo meno in Italia) e non avendo un iter specifico di trattamento (in quanto molto eterogeneo), costituisce uno dei punti più delicati nella catena della riqualificazione.

In base al tipo di materiale rinvenuto si sviluppa una determinata modalità di riciclo:

- primario, se può essere immediatamente riutilizzato senza alcuna lavorazione;
- secondario, se viene lavorato per via meccanica (cosa che non ne restituisce le proprietà iniziali);
- terziario, se implica un trattamento chimico (che lo riporta alle caratteristiche iniziali).

## Area Chimica

Nella zona sud della Produzione nastri 2, ben collegata al Termovalorizzatore, sorge invece la zona dedicata alla riqualificazione e allo smaltimento dei materiali ad alto impatto ambientale, che secondo le procedure odierne vengono solitamente smaltiti in inceneritori o stoccati in contenitori speciali. In

particolare ci si riferisce alla lavorazione di plastica, RAEE, rifiuti sanitari e rifiuti speciali.

La plastica viene lavorata nelle seguenti modalità:

- nei laboratori chimici, dove viene scomposta in monomeri e rigenerata;
- nel Parco dell'Arte, dove può essere modellata a convenienza dell'artigiano;
- nel Termovalorizzatore, dove la sua combustione può sviluppare una notevole energia.

I RAEE invece, ovvero i rifiuti da apparecchiature elettroniche ed elettriche, vengono prima bonificati, attraverso la rimozione delle componenti inquinanti, e poi smontati per recuperarne i materiali.

Rifiuti sanitari e rifiuti speciali, infine, subiscono una prima fase di trattamento che ne prevede la bonifica (attraverso la sterilizzazione dei prodotti sanitari per esempio) e il recupero di quanto è possibile riutilizzare.

Inoltre la presenza di laboratori chimici permette lo sviluppo di un settore di ricerca.

### Area Alluminio e Misti

La lavorazione dell'alluminio e dei prodotti misti avviene nell'attuale Produzione nastri 1. L'alluminio non viene trattato al pari degli altri metalli in quanto, essendo un materiale molto diffuso, c'è una maggiore convenienza economica ed energetica nel lavorarlo così com'è, senza fonderlo in forni comuni. Si evita così di estrarre ulteriore bauxite per ottenere nuovo alluminio e **si risparmia il 95% dell'energia** che servirebbe per produrlo.

Per rifiuti misti si intendono invece i prodotti composti da più materiali strettamente connessi. Un esempio su tutti è la confezione "Tetra Pak", composta da carta al 75%, polietilene al 20% e alluminio al 5%. Le soluzioni in questo campo sono varie:

- si possono separare gli strati attraverso un pulper ad alta densità;
- si può ottenere compost attraverso vari processi meccanici e chimici;
- si possono bruciare i contenitori nel Termovalorizzatore per sfruttarne le alte capacità comburenti (2 t di contenitori = 1 t di petrolio).

### Area Metalli

Così come l'alluminio, anche i metalli vanno fusi per essere resi riutilizzabili. Dopo una fase di separazione ed una di destagnazione (lo stagno è malleabile e non garantisce l'ottenimento di un buon prodotto), il metallo viene fuso a temperature medie che si aggirano intorno ai 1500 °C (arrivando a temperature massime di 3500 °C per la fusione del carbonio puro).

Il settore occupato è quello attualmente destinato all'Acciaieria 1.

## Termovalorizzatore

Sulla scia delle esperienze nord europee, si può sostenere che l'efficienza raggiunta dai moderni termovalorizzatori garantisce minime emissioni di agenti inquinanti e un ottimo rendimento di produzione energetica (che ad oggi si attesta intorno al 90%).

Questo tipo di impianto deve comunque ricevere particolari attenzioni. Infatti il suo utilizzo deve essere limitato a rifiuti di cui si conosce la natura e accompagnato ad una corretta gestione dei filtri; ed essendo questa la destinazione finale dei rifiuti indifferenziati, si rende quindi necessario attuare un controllo preliminare

Di pari passo però, questo settore (collocato per analogia funzionale nell'attuale area degli altiforni) rappresenta il cuore della produzione energetica dell'intero stabilimento: dalla combustione dei rifiuti (a temperature che devono mantenersi quanto più possibile basse) si genera calore, che a sua volta viene convogliato in una rete di teleriscaldamento oppure convertito in energia elettrica.

Le attuali esperienze, tuttavia, non permettono ancora di ricavare un surplus energetico dalla combustione dei rifiuti, dovendo consumare più energia di quanta se ne produca. Riuscendo però a progettare un impianto in modo corretto, secondo criteri di efficienza energetica, si può creare un circolo virtuoso della cogenerazione termica che coinvolga tutti i forni e, in generale, le fonti di calore disseminate all'interno dello stabilimento, minimizzando così le dispersioni energetiche e massimizzando la produzione di nuova energia.

## Parco dell'Arte

I tessuti e tutti gli altri tipi di rifiuti vengono messi a disposizione di artigiani, professionisti, studenti e gente comune, che all'interno di questa area possono trovare una gamma di rifiuti riutilizzabili.

Il Parco dell'Arte, posizionato nell'odierno Laminatoio a freddo, è pensato per dare vita ad un mercato a basso costo di prodotti riciclati, nonché stimolare (con la presenza di un liceo artistico, di un'accademia d'arte, o simili) la creatività degli utenti, con esposizioni periodiche di lavori artistici realizzati con materiale dello stabilimento.



## Parco Tecnologico

Nell'area a nord, dove oggi sorgono parcheggi e servizi secondari, sono previsti laboratori di ricerca scientifica. L'obiettivo è quello di creare un polo tecnologico che fornisca anche un supporto ai diversi settori dello stabilimento e alle aziende presenti nell'area, cercando di incrementarne il rendimento e fornendo nuovi spunti per lo sfruttamento dei rifiuti.

## Parco Storico

Questo parco tematico punta al mantenimento delle attuali strutture presenti all'interno della cokeria e della produzione agglomerato, in linea con i principi dell'archeologia industriale. Un percorso attraverso le batterie di forni a coke accompagna i visitatori lungo una ricostruzione della storia di Taranto e della sua industria, fino ad arrivare al "famigerato" camino E312 (ad oggi considerato il fulcro delle emissioni inquinanti dell'ILVA) trasformato, in progetto, in un ascensore panoramico per la visione dell'intera città da 210 m di altezza.

## Area Esposizioni

I prodotti ottenuti dalle aziende presenti all'interno dello stabilimento vengono stoccati e periodicamente esposti nella zona dei Parchi Minerali. Quest'area, aperta al pubblico, è un'espansione del Parco dell'Arte, differenziandosene però per la presenza di prodotti lavorati e rifiniti.

E' pensabile, vista la sua estensione, prevedere al suo interno un'ampia zona dedicata al verde ed un'area destinata a concerti e manifestazioni pubbliche.

## Carico Navi & Locali Commerciali

L'Area Esposizioni è direttamente collegata alla zona portuale attraverso due nastri trasportatori: quello orientale conduce le merci esposte verso i due moli dedicati al carico delle navi (2° sporgente e calata 3) e verso la stazione di carico dei treni posizionata nelle vicinanze del porto; quello occidentale permette ai visitatori dell'Area Esposizioni di spostarsi ai Locali Commerciali presenti lungo il 4° sporgente.

## Parco dello Sport

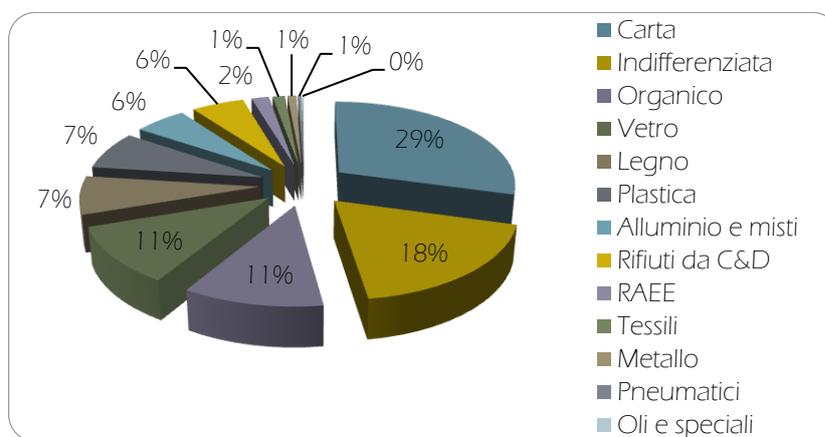
Del tutto estraneo, o quasi, al processo di riqualificazione dei rifiuti, è il Parco dello Sport. La sua collocazione permette di sfruttare gli spazi che attualmente vengono impiegati come cave di calcare da parte dell'ILVA, permettendo di ipotizzare la progettazione di campi sportivi che utilizzino le pendenze esistenti per posizionare gradinate, spogliatoi e servizi affini.

La cura dei campi è affidata alle varie aziende presenti all'interno dello stabilimento. E' inoltre pensabile che questa area possa essere destinata alla localizzazione del **nuovo stadio di calcio di Taranto**, visto l'attuale stato di degrado dello stadio Iacovone.

### 3f. Dimensionamento

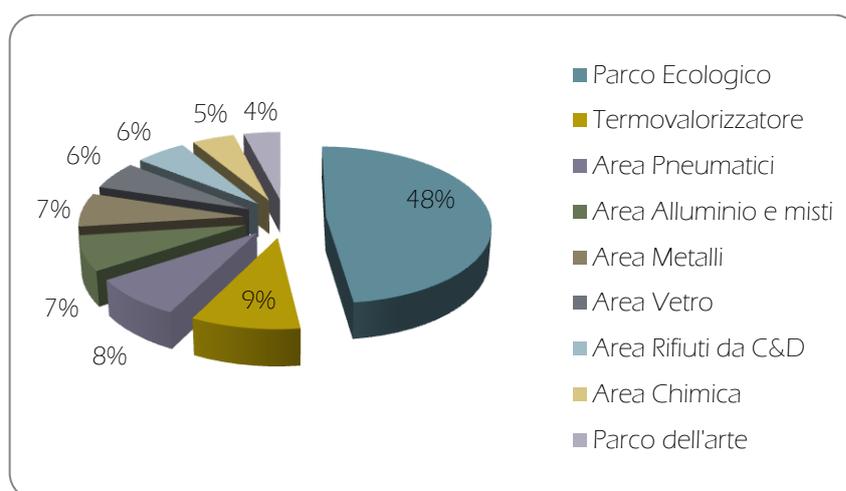
#### Rifiuti per settore

Una volta definiti quali siano le differenti aree in cui è organizzato lo stabilimento, può essere abbozzata una stima sulla mole di rifiuti che vi transiterà ogni giorno e il numero di addetti che potrebbero esservi coinvolti. Presupponendo una grande virtuosità da parte dell'intera popolazione, si ipotizza che la quota di rifiuti differenziati si attesti all'80%. In questa maniera, mantenendo fisse le proporzioni tra i rifiuti prodotti ai giorni nostri, si può dire che i rifiuti raccolti quotidianamente siano divisi all'incirca nella seguente maniera (valori e percentuali arrotondati):



*Distribuzione percentuale delle tipologie di rifiuti in arrivo allo stabilimento*

Nel progetto dello stabilimento poi, tenendo anche conto di questi valori, sono state definite le aree di competenza dei singoli rifiuti:



*Distribuzione percentuale delle aree tematiche all'interno dello stabilimento*

## Occupazione

Per quanto riguarda l'occupazione, si può indicativamente assegnare un operaio ogni due tonnellate di rifiuti, cui vanno aggiunti dirigenti, tecnici e addetti ai servizi affini (mense, pulizie, manutenzione, ecc.) per un totale di altre 1.500 persone (calcolando un lavoratore ogni dieci operai). Si può quindi arrivare a calcolare all'incirca **15.000 assunzioni**.

## Riassumendo

Rifiuti	Settore	Superficie (ha)	Operai	Addetti	Quantità al giorno (t)	Densità operai (op./ha)
Carta, Organico, Legno	Parco Ecologico	250	6.500	650	13.000	26
Indifferenziata	Termovalorizzatore	49,5	2.500	250	5.000	50,5
Vetro	Area Vetro	43	1.500	150	3.000	35
Plastica, RAEE, Pericolosi, Speciali, Oli	Area Chimica	37,5	1.275	128	2.550	34
Alluminio e Misti	Area Alluminio e Misti	36	750	75	1.500	21
Rifiuti da C&D	Area Rifiuti da C&D	30	750	75	1.500	25
Tessili	Parco dell'Arte	29,5	175	18	350	6
Metalli	Area Metalli	24,5	125	13	250	5
Pneumatici	Area Pneumatici	21	50	5	100	2,5
<b>Totale</b>	<b>Aree produttive</b>	<b>521</b>	<b>13625</b>	<b>1364</b>	<b>27250</b>	<b>26</b>

L'indicatore "Densità operai" sta ad indicare qual è il rapporto tra il numero di lavoratori e la superficie del settore di riferimento. Risulta evidente quanto, in proporzione, siano grandi le superfici di Parco dell'Arte, Area Metalli ed Area Pneumatici: se per il primo il discorso riguarda la necessità di avere uno spazio che sappia dialogare col cittadino, offrendo spazi espositivi, laboratori artistici ed aree verdi, per i secondi due si tratta invece di garantire un comfort lavorativo quanto più possibile ottimale, dovendo rapportarsi con modalità di lavorazione dei materiali, tempi di smaltimento e spazi di stoccaggio che rendono preferibile avere grandi spazi verdi in cui gli operai possano "respirare".

Di contro, l'alta densità riscontrata nel Termovalorizzatore è giustificata dal fatto che prima e dopo il trattamento, il rifiuto indifferenziato non debba subire particolari interventi (che non siano quelli impiantistici di filtraggio).



## 4. Progetto della ricezione treni

### 4a. Architettura

#### Scelta del tema

Dopo una progettazione su area vasta, l'attenzione è passata sullo sviluppo in dettaglio di uno dei nuovi edifici previsti. La scelta è ricaduta sulla stazione di ricezione dei treni in quanto non richiede approfondite conoscenze nell'ambito delle modalità di smaltimento dei rifiuti (come varrebbe per gli altri settori dello stabilimento) e perché dal punto di vista architettonico offre la stimolante opportunità di creare una nuova porta d'accesso alla città.

#### Forma

L'idea è quella di simulare un'onda verde che sommerge i container che giungono alla stazione, andando a riprendere in sezione il **nastro di Moebius**, simbolo del riciclaggio.

Per forme, struttura e rapporto con la natura, l'ispirazione architettonica è fornita dal **Centro Paul Klee** di Renzo Piano a Berna, seppur con molteplici richiami al pensiero architettonico di **Santiago Calatrava**.

#### Funzionamento

Ipotizzando uno scenario futuro, una delle possibili conseguenze delle politiche di risparmio energetico unite ad un eventuale ammodernamento delle infrastrutture, potrebbe portare alla riorganizzazione delle ferrovie: in questo progetto viene ipotizzato l'uso di monorotaie per treni a trazione magnetica, come quelli attualmente utilizzati a Shanghai ("Maglev")

La struttura è organizzata per permettere il passaggio contemporaneo di quattro treni: due corsie centrali rendono possibile il passaggio "veloce" dei treni passeggeri (sia nazionali sia metropolitani); due laterali favoriscono la sosta dei treni merce.

Quelle centrali si mantengono allo stesso livello del terreno circostante lungo tutta la stazione (ovvero 300 m), risultando però più alte rispetto al piano di calpestio di 10 m. Al centro della struttura, tra le due corsie, è posizionata la fermata della metropolitana leggera, unica per entrambi i sensi di marcia e ampia 58 x 5 m. I passeggeri, tramite due vani scala posti ai lati della fermata e dotati di ascensore, attraversano le due corsie laterali e scendono al piano di calpestio dove ci sono gli uffici e i magazzini.

Le due corsie laterali sono invece funzionali al carico e allo scarico dei container. Attraverso una pendenza del 2%, si discostano dalle due centrali e giungono alla quota di 10 m sotto la quota del terreno: questo dislivello

permette di ottimizzare lo spazio interno, garantendo un'area di scarico per le merci posta al di sotto delle corsie sopraelevate centrali e larga 25 m. Dieci travi reticolari poi, di sezione 3,8 x 3,8 m e disposte ogni 30 m (distanza di interasse) hanno la doppia funzione di sorreggere il ponte e di trasportare i container verso i magazzini attraverso carri-ponti.

## Struttura

Undici travi arcuate sul versante settentrionale e undici pilastri incurvati su quello meridionale costituiscono lo scheletro portante dell'involucro. I primi affondano nel terreno attraverso due diramazioni: una verticale che scandisce gli spazi interni; una obliqua visibile dall'esterno. La distanza interasse corrisponde a 30 m.

Le fondazioni sono costituite da plinti e cordoli. Al fine di garantire un migliore comportamento statico, la diramazione obliqua delle travi arcuate affonda in plinti con la faccia superiore inclinata in direzione sud, in modo da limitarne le sollecitazioni all'inflessione.

L'andamento della struttura portante suddivide l'edificio in dieci campate, che, nella parte nord, corrispondono a dieci magazzini per i container, mentre, a sud, nel volume interposto fra le basi delle travi arcuate, lasciano il posto a due piani dedicati ad uffici e relativi servizi connessi (mensa, bar, ecc.).

Le coperture, invece, sono costituite da grandi vetrate sul versante nord e superfici verdi a sud. Il loro equilibrio statico è garantito da controventi orizzontali.

Anche le pareti est ed ovest sono vetrate, con moduli romboidali da 5 x 5 m (misure massime oggi) costituiti da materiale riciclato di vario colore, disposti in maniera tale da essere più scuri nelle zone maggiormente esposte al sole e più chiari in quelle con minore illuminazione.

Una struttura quasi parallela è costituita poi dallo scheletro delle corsie sopraelevate centrali. Difatti questa è costituita da particolari volte, plinti e cordoli sfalsati di 15 m rispetto alla struttura principale: questo perché, come detto, le travi reticolari predisposte a reggere il ponte hanno anche il compito di trasferire i container dalla zona di scarico ai magazzini, e devono quindi essere in grado di attraversare la parete nord senza incrociare i pilastri incurvati. Queste due corsie, oltretutto, sono separate dall'ambiente interno, trovandosi all'interno di un tunnel vetrato che mantiene le condizioni ambientali esterne.

In particolare, le volte utilizzate per lo scarico dei pesi delle corsie centrali prendono spunto dalle forme e dalle strutture ideate da Santiago Calatrava. A

partire dalla forma stilizzata della lisca di un pesce, si è ricostruita una struttura simile ad una classica volta a botte (seppur privata delle porzioni laterali alle basi e costituita da due arcate in acciaio inclinate e legate vicino alla base), al cui centro si sviluppa una serie di arcate ellittiche (atte a simulare la spina centrale della lisca) legata alle arcate laterali attraverso dei travetti (che ne simulano le ossa). Questa struttura rende molto più leggera la percezione del ponte e dona al tutto un aspetto di maggiore valenza estetica.

## Materiali

I materiali strutturali, pur non essendo propriamente ecosostenibili, sono ricavati in buona parte dalla demolizione e dalla lavorazione dei capannoni ILVA.

Archi, travi reticolari, "scheletro" della ferrovia, passerelle, pilastri, controventamenti e strutture di supporto sono realizzati in acciaio (es. telai dei serramenti esterni e struttura portante dei vani scala). Le fondazioni (plinti e travi di collegamento) e le solette che compongono il ponte di passaggio dei treni, invece, sono realizzate in cls armato (non essendoci ad oggi alternative valide).

Per il resto predominano materiali naturali: pavimentazioni e muri contro terra sono realizzati in tufo tarantino; i percorsi pedonali e varie rifiniture in laterizio; pareti degli ambienti interni in terra cruda; serramenti interni e schermature esterne in legno.

Buona parte di questi materiali può essere ottenuta riciclando: oltre al già citato acciaio (che deve comunque essere fuso e lavorato), si può fare affidamento soprattutto sul legno e sul vetro: per il primo non sono richieste grandi prestazioni strutturali e quindi non si necessita di caratteristiche performanti; per il secondo si può fare affidamento sul riciclaggio delle bottiglie di vetro che, in varia tonalità, andranno a comporre il mosaico delle vetrate est ed ovest.

## Sicurezza

Non essendo l'interno della struttura direttamente raggiungibile via strada ed avendo ipotizzato l'uso di monorotaie, si può pensare di creare una soletta più ampia che colleghi questa stazione alla stazione centrale di Taranto, permettendo, in caso di emergenza, ad ambulanze, vigili del fuoco, ecc. di raggiungere immediatamente il centro attraverso una delle corsie dei treni (ovviamente con opportuna coordinazione dei responsabili dei treni).

## Esterno

La stazione è posta a diretto contatto con il Parco Ecologico, fruibile per i dipendenti e per i visitatori attraverso servizi di bike sharing e noleggio di auto elettriche posti nelle immediate vicinanze dell'ingresso.

## 4b. Tecnologie

### Criteri

In un'ottica di risparmio energetico ed impatto ambientale minimo, l'intera struttura è organizzata in maniera da ottimizzare tutti gli apporti esterni in termini energetici. In questo progetto si fa comunque leva su alcune tecnologie in fase di sviluppo e che fra vent'anni si ritiene verosimile vedere usualmente in commercio.

### Riscaldamento

Per quanto riguarda la climatizzazione degli ambienti, visto il volume complessivo, si deve necessariamente garantire un sistema di condizionamento (due aree tecniche poste ai vertici del settore nord), che, in buona parte, fa affidamento su alcuni accorgimenti che ne riducono notevolmente le modalità di utilizzo (limitandolo quasi esclusivamente a situazioni di emergenza).

Il riscaldamento è quasi del tutto garantito a costo zero da un impianto a pavimento in cui è convogliata l'acqua calda prodotta negli impianti di lavorazione dei rifiuti, e, vista la posizione interrata degli ambienti lavorativi, da un impianto geotermico (attivo in minima parte in inverno). A questo va aggiunto poi l'apporto della copertura trasparente a nord (in estate schermata) che oltre ad aumentare l'afflusso di calore, garantisce una migliore illuminazione degli ambienti interni senza andare a creare disturbi visivi grazie alla presenza delle celle fotovoltaiche.

### Raffreddamento

Per il raffreddamento si punta invece ad integrare l'impianto geotermico ad un impianto a soffitto che convoglia l'acqua fredda dal mare (talassotermico). A questo si accompagnano altri due fattori: la grande inerzia termica fornita ai settori degli uffici e dei magazzini dal terreno circostante; l'ombreggiamento che consente di illuminare gli spazi interni grazie esclusivamente alla luce diffusa proveniente da nord, est ed ovest, limitando così l'apporto degli infrarossi.

### Ventilazione

La ventilazione, integrata negli impianti di climatizzazione, è garantita quasi esclusivamente da sistemi elettrici quando si è in assenza di vento. In sua presenza però, si fa grande affidamento sulle correnti naturali per favorire il ricambio d'aria all'interno (con la mediazione di scambiatori di calore).

In particolare ci sono due sistemi che puntano ad ottimizzare questo fattore: uno, particolarmente utile in estate, è composto da una serie di schermature poste alla sommità della copertura nord, che, anche attraverso la

conformazione della copertura sud che favorisce il convogliamento delle correnti, permette di introdurre aria nei giorni ventosi grazie alla possibilità di aprirsi naturalmente in base alla pressione comportata dal vento; l'altro, a costo zero e costante tutto l'anno, è costituito dall'apporto dato dal passaggio all'interno del tunnel vetrato dei treni, che entrando convogliano una discreta quantità di aria verso l'alto ed uscendo fanno lo stesso verso il basso.

### Illuminazione

L'edificio, come detto, risulta per gran parte ombreggiato. Quindi la luce entrante si limita a quella diffusa, durante le giornate estive, mentre in inverno l'apertura di una porzione degli schermi verdi permette un'illuminazione diretta da sud, se pur limitata dalle celle fotovoltaiche e dal tunnel vetrato che affievolisce ancor di più la luce verso gli uffici.

Questi ultimi, comunque, sono dotati di aperture a nastro zenitali che seguono la pendenza del terreno, e sono quindi direzionate verso nord.

Nelle ore serali e in presenza di cielo annuvolato è necessario l'utilizzo dell'impianto di illuminazione, che per gli ambienti "di mezzo" (ovvero l'area di passaggio e sosta dei treni che non corrisponde né ad un ambiente esterno né interno) è disposto lungo le fasce laterali delle solette delle corsie sopraelevate, mentre per uffici e magazzini è disposto lungo gli spigoli superiori delle sale.

Grande attenzione è stata dedicata poi ai fenomeni di abbagliamento, che, in una zona come quella del tarantino (molto soleggiata) possono comportare grande fastidio sia ai dipendenti sia ai macchinisti e ai passeggeri dei treni. In questo senso sono state studiate le disposizioni delle superfici vetrate. Con una scansione continua dei pilastri arcuati che reggono le coperture verdi, si sono ottenute a sud delle vetrate che degradano allontanandosi dalla stazione e che sono costituite da elementi che vanno da vetri con fattore di trasmissione luminosa molto basso a vetri quasi del tutto trasparenti: questo permette ai treni (che si presuppone rallentino in prossimità della stazione) di non subire shock visivi entrando ed uscendo. Altra disposizione presa è quella delle pareti vetrate ad est ed ovest: i moduli di vetro colorati, oltre a garantire una migliore qualità estetica alle facciate, permettono di avere maggiore uniformità della luce in entrata grazie alle differenti tonalità di colore (più scure dove l'incidenza luminosa è maggiore e viceversa).

### Acqua

La raccolta dell'acqua piovana costituisce uno dei problemi maggiori, essendo la struttura collocata sotto il livello del terreno. Attraverso un sistema di griglie posizionate lungo le pareti est ed ovest, e alla base delle coperture, l'acqua viene convogliata in punti di raccolta sotterranei e riutilizzata in vario modo (pulizie, wc, giardinaggio, ecc.).

## Energia

La domanda di energia elettrica è soddisfatta esclusivamente dalla presenza di moduli verdi sulla copertura meridionale dello stabile, costituiti da celle in grado di ottenere energia scomponendo l'acqua in idrogeno ed ossigeno attraverso processi di fotosintesi artificiale. Questo sistema è ancora in fase di studio presso il MIT (Massachusetts Institute of Technology) ma si ritiene che la sua diffusione possa avvenire nel giro di dieci anni.

Altra importante componente nel saldo energetico della struttura, come visto, è dato dal calore sviluppato nei processi di smaltimento dei rifiuti all'interno dello stabilimento vero e proprio, che permette di soddisfare al 100% la richiesta di energia termica.

A supporto di questo collaborano comunque la presenza di altri impianti: geotermico; talassotermico; di condizionamento.

L'intero complesso, quindi, riesce a ricavare tutta l'energia attraverso fonti rinnovabili e attraverso la cogenerazione nei processi di smaltimento, potendo addirittura diventare una fonte di energia rivendibile a terzi.



## Fonti

[www.ilvataranto.com](http://www.ilvataranto.com)

[www.rifiutiebbonifica.puglia.it](http://www.rifiutiebbonifica.puglia.it)

ILVA, Rapporto Ambiente Sicurezza 2011

ISTAT, Indicatori ambientali urbani 2010

ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani 2011

[www.terna.it](http://www.terna.it)

[gestione-rifiuti.it](http://gestione-rifiuti.it)

[www.legambiente.it](http://www.legambiente.it)

[www.bagnolifutura.it](http://www.bagnolifutura.it)

[www.afeva.it](http://www.afeva.it)

[www.pinacoteca-agnelli.it](http://www.pinacoteca-agnelli.it)

[www.comune.taranto.it](http://www.comune.taranto.it)

<http://web.mit.edu/newsoffice/2011/sun-free-photovoltaics-0728.html>

