

**Zeitschrift:** Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

**Herausgeber:** Società Svizzera Ingegneri e Architetti

**Band:** - (2004)

**Heft:** 1

**Artikel:** Urbanistica e sostenibilità

**Autor:** Ivancic, Aleksander / Alarcòn, Antoni / Montleo, Marc

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-132927>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Introduzione

L'area del quartiere *Besòs* che si affaccia sul mare ospita gli impianti indispensabili per il funzionamento della città di Barcellona e della sua area metropolitana: il depuratore delle acque reflue (EDAR), le installazioni per il trattamento dei rifiuti solidi urbani e il parco delle centrali elettriche di *Besòs*. Nella cornice del progetto di recupero e sviluppo urbanistico dell'area *Fòrum 2004*, sono state inserite varie iniziative volte al miglioramento dei parametri ambientali. Tutte le infrastrutture e gli impianti tecnici sono stati lasciati in loco, non si è fatto ricorso al loro trasferimento lontano da quello che si va trasformando in un nuovo polo di attrazione della città.

## EDAR di Besòs

In base alle indicazioni del Piano di risanamento metropolitano del 1981 e del suo necessario adeguamento alle nuove normative ambientali, sono state portate a termine negli anni azioni rilevanti nell'ambito della stazione di depurazione di *Besòs*. Il progressivo ampliamento della rete di intercettazione, che attualmente si estende sui dodici chilometri della costa tra Mongat e il porto di Barcellona e lungo le due sponde del basso corso del fiume *Besòs*, ha consentito di eliminare i considerevoli riversamenti diretti di acque nere nell'ambiente marino e fluviale. In correlazione con la progressiva estensione della rete, è stato messo in atto anche l'indispensabile incremento della capacità di trattamento del depuratore<sup>1</sup>.

Altre due iniziative essenziali per il miglioramento delle acque litoranee, completate più di recente, sono state la costruzione, da un lato, del nuovo emissario sottomarino e, dall'altro, dell'impianto di trattamento dei fanghi.

L'entrata in funzione dell'infrastruttura per il trattamento dei fanghi ha costituito il primo passo dell'esteso rinnovamento e ampliamento delle installazioni dell'EDAR di *Besòs*. In passato, i fanghi del depuratore, una volta addensati, venivano scaricati in mare attraverso un emissario sottomarino ed erano una delle principali fonti di inquinamento di

questo tratto di costa. Attualmente, la grande quantità di fanghi provenienti dal depuratore (in media 170 tonnellate di materia secca al giorno)<sup>2</sup> viene sottoposta a un trattamento che consiste nella setacciatura, disidratazione ed essiccazione termica, e permette di ottenere un prodotto stabile, facile da manipolare e da trasportare. Questo biosolido può essere impiegato in agricoltura, nel compostaggio o come combustibile.

Gli impianti per il trattamento dei fanghi hanno richiesto l'investimento di circa 7 miliardi di pesetas [42 milioni di euro, n.d.t.]. Poiché il processo di essiccazione richiede ingenti quantitativi di energia, è stato costruito un impianto di cogenerazione della potenza installata di 25 MW, che consente di ottimizzare la produzione e il consumo di elettricità. Dall'altro canto, a causa della peculiare ubicazione del depuratore, collocato al centro di una zona di trasformazione urbana con notevoli limitazioni di spazio, è stato necessario ristrutturare gli attuali moduli di trattamento primario al fine di renderli più compatti e poter disporre della superficie occorrente per l'ampliamento delle strutture di trattamento biologico.

Le varie installazioni sono state coperte, così da evitare problemi di rumorosità e cattivi odori e minimizzare l'impatto paesaggistico. Inoltre, gran parte



La zona del *Fòrum 2004* prima dell'intervento; la centrale di depurazione delle acque è stata modernizzata ed è rimasta nello stesso luogo, integrata sotto la copertura della piazza.

della superficie di copertura del depuratore è stata convertita in una vasta piazza di uso pubblico. La capacità di trattamento è di 600.000 m<sup>3</sup> giornalieri (525.000 m<sup>3</sup> nella prima fase) equivalenti alle necessità di una popolazione di 3.250.000 individui. La superficie totale occupata dal complesso di depurazione è di circa 11,5 ettari.

L'opera di riorganizzazione delle infrastrutture per il pretrattamento e il «trattamento primario» ha comportato la realizzazione di un nuovo ciclo di tipo lamellare con ispessitore incorporato che occupa solo due dei nove moduli di decantazione dell'antico impianto.

Tali lavori, così come la maggior parte dell'opera civile di trattamento biologico, inclusa l'ampia piazza pubblica realizzata sulla copertura del depuratore, sono stati portati a termine nel 2003. La consegna delle opere restanti, ovvero quelle relative agli apparati e installazioni elettromeccaniche del biologico, è prevista per il termine del 2005.

La ristrutturazione e l'ampliamento del depuratore di Besòs per le caratteristiche della sua ubicazione, lo spazio limitato e i tempi ridotti, presentavano una grande complessità esecutiva, accresciuta dalla necessità di effettuare i lavori con gli impianti operanti per la maggior parte del tempo e, in ogni caso, senza che le eventuali riduzioni dei livelli di trattamento nelle fasi più critiche della realizzazione, influissero negativamente sulla qualità delle acque di balneazione.

#### Piani energetici

Il modello energetico attuale presenta due caratteristiche opposte: da un lato, tende a concentrare la generazione di elettricità allontanandola dall'utenza finale e, dall'altro, decentralizza la generazione dell'energia termica. I cicli termici di generazione elettrica presentano un'efficienza limitata per la natura stessa del processo termodinamico in base al quale funzionano; in tale processo viene dissipata nell'ambiente circostante la maggior parte dell'energia sotto forma di calore residuo. I sistemi di climatizzazione decentralizzati soffrono anch'essi di gravi limitazioni funzionali e offrono scarse possibilità di ottimizzazione.

Per questo motivo è auspicabile una ricentralizzazione degli apparati di produzione energetica. E ciò presuppone la transizione a un sistema che incorpori, oltre ai grandi generatori, impianti di dimensioni medie e piccole distribuiti sul territorio in base alla domanda.

Nel concetto di generazione locale o distribuita coesistono due aspetti differenti: l'energia elettrica e quella termica possono essere infatti prodotte sia attraverso la combustione di fonti fossili, sia me-

diate l'utilizzazione di fonti rinnovabili e lo sfruttamento del potenziale locale (energia solare, trattamento dei rifiuti urbani, biogas, ecc.). I piccoli dispositivi situati nei pressi dell'utenza aumentano la disponibilità delle fonti di approvvigionamento e assicurano la fornitura anche nel caso di guasti generalizzati.

All'interno di tessuti urbani compatti, aree industriali o punti nevralgici come il litorale di Besòs, la domanda energetica, sia elettrica che termica, è piuttosto elevata. Questo fatto ha giustificato la progettazione di sistemi di generazione localizzati che fossero in grado di soddisfare tutte le esigenze dell'utente finale. La generazione congiunta di energia elettrica e termica implica un'efficienza notevolmente superiore nell'impiego del combustibile rispetto a quella di apparati indipendenti.

A questo proposito, nell'ambito del *Fòrum Barcelona 2004*, sono state sviluppate varie iniziative che rendono possibile un sostanziale miglioramento dei parametri ambientali, ad esempio: il sotterramento delle linee elettriche lungo il tratto finale del fiume, il rinnovamento del parco centrali mediante la sostituzione dei cicli di vapore con cicli combinati, l'introduzione del processo di essiccazione dei fanghi nell'EDAR. Contemporaneamente a queste misure, è stato portato a termine un piano di integrazione degli impianti che incrementa l'impiego delle energie rinnovabili e di quella residua. La realizzazione di queste installazioni si innesca sul concetto di generazione distribuita dell'energia e costituisce un ulteriore passo avanti nella restituzione di un ambiente meno inquinato e più salubre.

I tre assi portanti del piano summenzionato sono i seguenti:

1. messa in opera di infrastrutture per la climatizzazione centralizzata che utilizzino le fonti locali di energia;
2. costruzione di una centrale fotovoltaica urbana;
3. proposta di una normativa per l'uso efficiente dell'energia e sfruttamento delle fonti rinnovabili negli edifici del *Fòrum 2004*.

#### Centrale fotovoltaica

La centrale fotovoltaica del *Fòrum 2004* costituisce un eccellente esempio di integrazione di grandi superfici di captazione solare in spazi urbani. Sorge su pergole disegnate da Martínez Lapeña e Torres, che si convertono in elementi visibili e significativi dell'arredo urbano nell'area del *Fòrum*. Permette di disporre di un vasto spazio libero che può essere dedicato al passeggio o all'allestimento di iniziative culturali. Altri vantaggi della sua collocazione sopraelevata sono la compatibilità con lo

spazio pubblico e l'ombreggiamento, piuttosto importante per quanto riguarda il suo microclima, della piazza del *Fòrum*. Va sottolineato che la centrale ha un impatto positivo a favore della tecnologia fotovoltaica e allo stesso tempo caratterizza in maniera specifica l'ambiente in cui è ubicata. Tuttavia, un'installazione centralizzata ha anche altri vantaggi. Da un punto di vista puramente tecnico, questo sistema può raggiungere una maggiore efficienza e permette ottimizzazioni e controlli del funzionamento più accurati rispetto ai piccoli impianti decentralizzati. Inoltre, a differenza di quel che avviene in questi ultimi, la sua connessione alla rete può essere notevolmente perfezionata; mentre la manutenzione, affidata a un personale altamente qualificato ed esperto di impianti fotovoltaici, è più rigorosa. In una struttura di questo tipo è maggiore (per unità energetica installata) anche l'elettricità prodotta e quindi immessa in rete per essere venduta.

Le apparecchiature montate e le soluzioni costruttive rispondono a rigorosi criteri qualitativi. Le prove di collaudo indicano una resistenza a venti di velocità superiore ai 250 km/h.

Dopo aver attentamente esaminato le forme proposte per i supporti e le condizioni ambientali - specialmente la forza dei venti e i requisiti di sicurezza - è stato deciso di limitare a 55 metri sul livello del suolo l'altezza della pergola principale. A partire da questa decisione sono stati concepiti due piani di captazione differenziati:

- un elemento particolarmente alto e visibile in forma di piano inclinato della superficie di circa 4'800 m<sup>2</sup> (per una potenza di 443 kw), denominato *Pergola Escuela de Vela*;
- due elementi in forma di portici di circa 15 metri d'altezza collocati sulla spianata. Questi ultimi, della superficie totale di circa 14'500 m<sup>2</sup>, hanno una sezione a «dente di sega». La superficie orientata a sud sostiene i pannelli fotovoltaici, mentre quella orientata a nord alloggia serramenti di cristallo. L'area utile coperta dall'impianto è di circa 6'700 m<sup>2</sup> per una potenza massima di 860 kw.

La potenza totale è di circa 1,3 mw. La centrale, connessa alla rete elettrica ad alta tensione, genera approssimativamente 1,6 gwh annui, l'equivalente dei consumi di 800, 1'000 abitazioni. L'elettricità così prodotta evita lo spreco di 4,47 gwh/anno di energia primaria e permette di ridurre le emissioni di 742 tonnellate di CO<sub>2</sub> e 31 tonnellate di inquinanti primari l'anno.

### Sistema di climatizzazione centralizzata (District Heating and Cooling)

Il sistema di climatizzazione centralizzata è stato introdotto nell'ambito cittadino per estendere la gamma dei servizi offerti e in tal modo aumentare la vivibilità dello spazio urbano. Questo servizio presuppone l'accorpamento a livello locale (quartiere) della produzione del calore e del «freddo» necessari per la climatizzazione di stabili di ogni tipo e, eventualmente, per scopi industriali.

I sistemi centralizzati di riscaldamento e climatizzazione degli edifici consentono di ottimizzare la gestione e aumentare l'efficienza energetica, tanto dal punto di vista della generazione che da quello dell'offerta, e di conseguenza contribuiscono a ridurre l'impatto ambientale. Questo tipo di sistema dà anche la possibilità di utilizzare l'energia rinnovabile o residua, nel caso in cui sia disponibile in prossimità della zona di domanda. Un ottimo esempio del concetto di sfruttamento delle possibilità locali è la rete di climatizzazione del litorale di *Besòs* che utilizza come fonte gli impianti per il trattamento dei rifiuti e il calore risultante dalla loro incinerazione.

Per soddisfare la domanda termica del complesso di edifici costruiti nell'ambito del *Fòrum*, tenendo presente l'affidabilità necessaria per il buon funzionamento della struttura così come i criteri di efficienza e risparmio energetico, è stato progettato un sistema di produzione di acqua fredda e calda (District Heating & Cooling) basato sullo sfruttamento dell'energia termica (vapore) procedente dall'impianto di valorizzazione energetica del *Besòs* e sull'utilizzo dell'acqua marina per la dissipazione del calore di condensazione. Si voleva dotare l'area del *Fòrum* di un apparato funzionale rispettoso dell'ambiente, in linea con i criteri di ottimizzazione energetica e sostenibilità definiti dal *Pla De Millora Energètica de Barcelona*<sup>4</sup> e dal *Libro Verde* della Commissione Europea<sup>5</sup>, che costituisce un modello di applicazione di queste tecnologie nell'area mediterranea.

Esistono vantaggi aggiuntivi che rendono appetibili tali sistemi. Presentiamo a seguire un sommario dei principali:

- si evita di dover dotare gli edifici dei corrispondenti dispositivi per la produzione di acqua fredda e calda, il che comporta: risparmio di spazio, eliminazione dei rumori, maggiore flessibilità nella progettazione architettonica, eliminazione delle torri di refrigerazione, riduzione della potenza elettrica impiegata, abbattimento dei costi di manutenzione.
- La produzione centralizzata evita i picchi di consumo, ha un'elevata affidabilità e facilita

l'integrazione di apparecchiature che sfruttino l'energia residua, rinnovabile o sistemi di risparmio energetico quali quelli di assorbimento o cogenerazione.

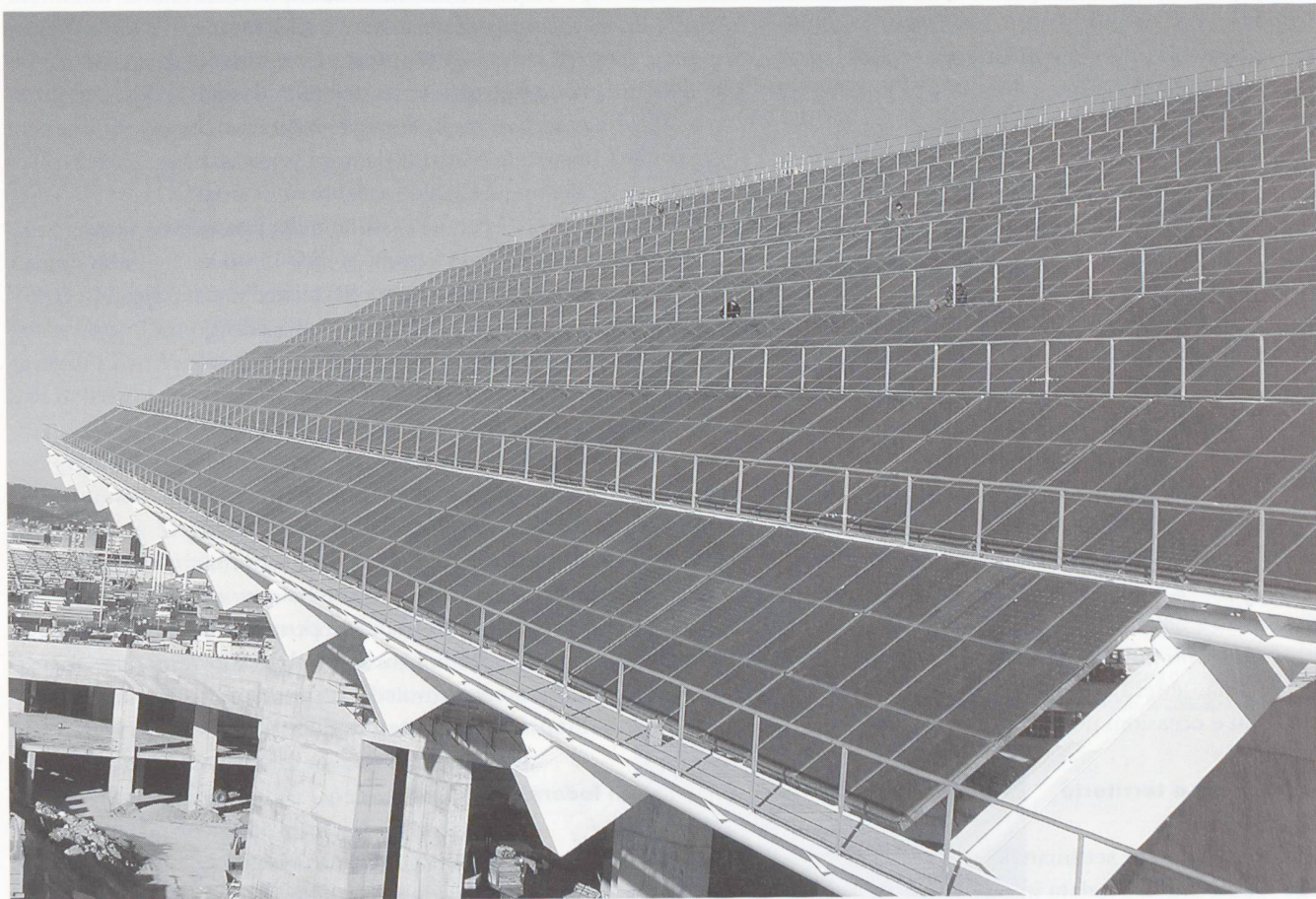
- L'utilizzo di un'unica centrale, in luogo di centrali più piccole in ciascuno degli stabili interessati, riduce la quantità globale di refrigerante potenzialmente dannoso per l'ambiente. I sistemi di controllo sono più rigorosi e assicurano una maggior protezione ambientale.
- Lo sfruttamento dell'economia di scala consente una riduzione dei costi di manutenzione e installazione.

La rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda è costituita da un sistema a quattro tubi che utilizza condutture precoibentate e dotate di un sistema molto preciso di rilevamento delle perdite. I salti termici (9 °C in basso e 30 °C in alto) sono stati selezionati perché, garantendo il corretto funzionamento del sistema, ammettono una minore portata d'acqua con una conseguente riduzione delle dimensioni della rete e dei costi di installazione. Anche così il diametro delle tubature della rete (che ha una lunghezza di 3 chilometri) è considerevole, fino a 900 mm per alcuni tratti del circuito di distribuzione del freddo.

In ciascuno degli edifici esiste una stazione ricevente dei trasferimenti di energia, formata essenzialmente da scambiatori di calore a placche acqua/acqua, da un sistema di misurazione dell'energia e da un apparato di regolazione e controllo. Attraverso il circuito primario di detta unità circola l'acqua della rete di distribuzione che trasferisce l'energia necessaria al secondario (il circuito interno al fabbricato) per soddisfare l'intera domanda. Le centrali riceventi ubicate in ciascuno dei palazzi hanno dimensioni significativamente inferiori a quelle dei dispositivi convenzionali per la generazione di freddo e calore.

#### Note

1. La portata attuale dell'impianto è nell'ordine di 550.000 m<sup>3</sup> giornalieri, con oscillazioni, misurate su base mensile, tra i 420.000 e i 670.000 m<sup>3</sup> al giorno. Il grande incremento durante i mesi caldi, quando è più basso il livello delle acque, è dovuto all'incanalamento del fiume *Besòs* nell'EDAR, al fine di proteggere le zone balenabili delle spiagge circostanti.
2. Il medesimo impianto tratta anche i fanghi dell'impianto di *Montcada*, che arrivano attraverso le tubazioni posate lungo il corso del fiume *Besòs*.
3. SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, ecc.
4. *Pla de Millora Energètica de Barcelona, Ayuntamiento de Barcelona, Barcelona Regional, 2002.*
5. *Libro Verde «Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético»*, COM (2002) 321 final, Comunità Europea, 2002.



Vista del grande pannello fotovoltaico della pergola «Escuela de Vela»