

## **BWTC DE BAHRAIN**

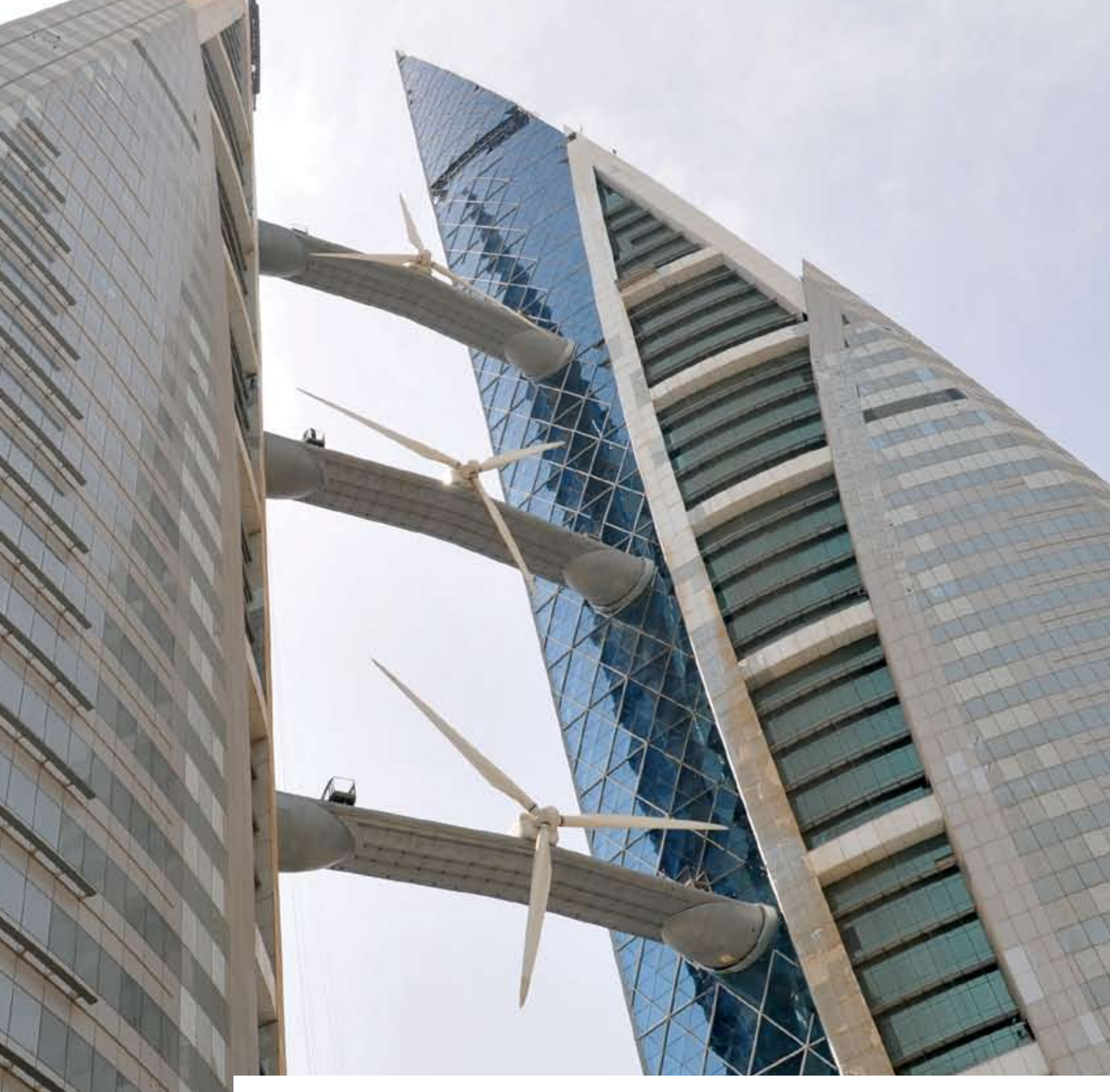
# **LAS TORRES DEL VIENTO**

■ Tres turbinas eólicas unen las dos torres que conforman el Bahrain World Trade Center, un conjunto arquitectónico asiático que destaca por ser uno de los pioneros en la integración de energía renovable a su estructura. ■ Una instalación a gran escala que no estuvo exenta de desafíos constructivos para incorporar una fuente limpia de energía al edificio. Integración renovable en las torres del viento.

GERALDINE ORMAZÁBAL N.  
PERIODISTA REVISTA BIT



IMÁGENES GENTILEZA MARCELO CAPRIOGLIO



# A

**UNQUE PAREZCA PARADÓJICO**, un país que tiene como base de su economía la producción de petróleo, sorprende con un edificio que integra turbinas eólicas en su diseño. El proyecto sienta un precedente de integración armónica entre las fuentes renovables de energía y el desarrollo económico.

Se trata de la isla de Bahrain, la nación más pequeña de la región del Golfo Árabe en Asia. ¿El proyecto? El Centro Mundial de Comercio de Bahrain (BWTC en inglés), un complejo formado por dos torres idénticas unidas a través de tres turbinas eólicas.

Más referencias. Ambos rascacielos tienen forma puntiaguda, alcanzan los 240 metros de

Los aerogeneradores pesan 68 toneladas cada uno e incorporan un control de parada para cuando la velocidad del viento excede el límite de seguridad: 20 m/s máximo.



## FICHA TÉCNICA

### BAHRAIN WORLD TRADE CENTER

**UBICACIÓN:** Mananá, Isla de Bahrain, Asia

**ARQUITECTO:** Shaun Killa

**DESARROLLO PROYECTO:** WS Atkins & Partners

**CÁLCULO ESTRUCTURAL:** Elsam Engineering  
**CONSTRUCTORA:** Ramboll Danmark, Norwin A/S

**ALTURA DE LAS TORRES:** 240 m

**PISOS:** 50 cada torre

**ÁREA TOTAL:** 121.200 m<sup>2</sup>

**ESPACIOS:** La planta baja está formada por tres pisos de altura y alberga un centro comercial de 160 tiendas, restaurantes, cafés, entre otros espacios. 1674 estacionamientos.

**AÑO DE CONSTRUCCIÓN:** 2007-2008

altura y poseen 50 pisos cada uno. Sin embargo, lo más destacable son los tres aerogeneradores. Integración arquitectónica y renovable.

## PUENTES Y TURBINAS

Imitando la forma y el concepto de las velas de los barcos, el BWTC fue diseñado en el marco de un plan maestro para remodelar un hotel y un centro comercial existentes en una prestigiosa zona de Manama, la capital del país. La arquitectura impresiona y además presenta una novedad sumamente llamativa: el proyecto aspira a producir entre el 11 y 15% del consumo eléctrico total del edificio, a través de energía eólica. El viento del golfo árabe hace navegar los barcos en alta mar y también se transforma en energía para el desarrollo de las actividades al interior del edificio.

Para ello, tres puentes unen las torres y soportan los aerogeneradores. Estas estructuras están ubicadas a 60, 96 y 132 metros de altura, poseen 31,7 metros de longitud y pesan 11 toneladas cada una. Por su parte, cada turbina alcanza las 68 toneladas.

Las cifras del proyecto dejan en claro que la seguridad estructural representó uno de los mayores desafíos a la hora del diseño, principalmente referida a los puentes porque deben soportar y absorber tanto el peso como las vibraciones inducidas por el viento y el funcionamiento de las turbinas.

Los estudios para los cálculos de las cargas fueron abordados por un equipo multidisciplinario. Los diseñadores de los puentes y el fabricante de los aerogeneradores, en conjunto, evaluaron aproximadamente 200 casos diferentes de carga para cada turbina, validando los procesos operacionales y asegurando que ambos resistirían sin fatiga excesiva de material.

Desde la oficina de comunicaciones del BWTC especifican a Revista BIT que entre los problemas técnicos más serios advertidos figuraban el ruido y la vibración de los aerogeneradores. "Esto se solucionó insertando cojinetes en los extremos de los puentes, donde conectan con los edificios, para que el movimiento de estos elementos no afecte en exceso a la estructura de las torres".

Por otro lado, los puentes son ovoidales para fines aerodinámicos y siguen la forma de una V uniendo las torres para producir la separación adecuada con las hélices (1,12 m), y para evitar desviaciones en condiciones de funcionamiento extremas.

Además, para garantizar la operación segura del sistema y para reducir al mínimo cualquier impacto estructural o de vibración en el edificio, los aerogeneradores

## Alta eficiencia energética con Homigón Celular



Para instalar los puentes y las turbinas en altura, una grúa de 270 m fue instalada entre las torres durante las faenas.

revisión más cuidadosa una vez al año. Por otro lado, la vida útil de las hélices se estima en 20 años y la del generador junto con la caja de engranajes más del doble de ese lapso. Los costos razonables y la baja mantención permitieron materializar el proyecto. Un tema no menor, ya que en más de una ocasión los mandantes desisten de incorporar energías renovables en sus proyectos, porque pueden representar más del 20% del total de la inversión.

### EL DISEÑO

Otro aspecto desafiante fue la óptima captura del viento. El equipo de Atkins, el estudio de arquitectura que diseñó la obra, ubicó el edificio y las turbinas con orientación norte para captar el viento predominante. Además, el conjunto está diseñado para optimizar el paso del viento en el sector donde están ubicadas las hélices. Las plantas de las torres tienen forma elíptica y actúan como perfiles aerodinámicos concentrando la brisa y acelerando su velocidad natural.

Así, el posicionamiento y el diseño aerodinámico permiten un régimen igual de velocidad del viento en cada uno de los tres aerogeneradores, balanceando la producción de energía: la hélice superior y la inferior producen 109 y 93% respectivamente, al ser comparadas con el 100% de la turbina media.

El diseño apuntó a aumentar el potencial de generación. De esta forma, la fuente alternativa es capaz de generar entre 1.100 y 1.300 megavatios-hora de electricidad, eliminando aproximadamen-

incorporan un control de parada para cuando la velocidad del viento excede el límite de seguridad: 20m/s máximo. Las precauciones incluyeron pruebas. En abril de 2008 las turbinas se pusieron en marcha simultáneamente durante cuatro días y no se registraron conflictos por ruido o vibración.

Aunque su diseño haya previsto minimizar las vibraciones y el ruido, las turbinas son muy similares a las que se utilizan en los parques eólicos estándar, un hecho que influyó para mantener los costos en los rangos previstos originalmente por el mandante. "La inversión en el sistema de generación no superó el 3% del valor total del proyecto y tiene un período de retorno de dos años y medio", señalan desde comunicaciones de BWTC.

En cuanto a los requerimientos de mantención, la caja de engranajes de las turbinas seleccionadas necesita un mantenimiento simple cada cuatro meses y una



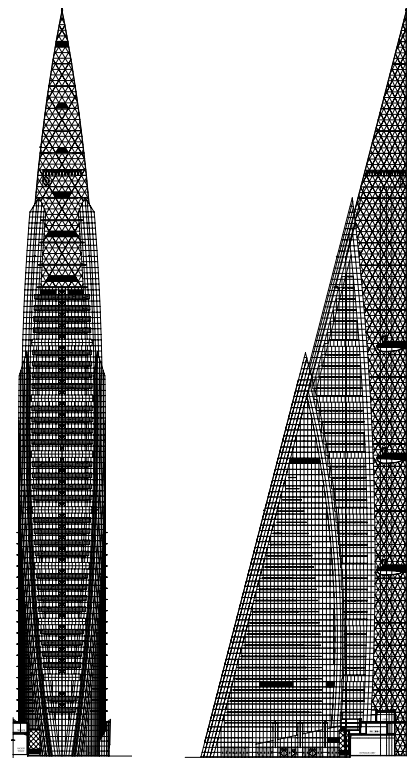
## Viviendas Sociales Lo Espejo Casas Energéticas

## PRUEBA DE LAS TURBINAS

La operación de las turbinas comenzó formalmente en abril de 2008 y después de ocho meses de seguridad diaria y pruebas en terreno, fueron certificadas por el organismo oficial que distribuye la electricidad en la isla de Bahrain. Las turbinas fueron probadas simultáneamente por primera vez a lo largo de cuatro días, durante los cuales las velocidades del viento variaron entre los 4 y 9 m/s, siendo registradas 14 horas de producción de energía. En tal lapso, no se registraron emisiones de ruido o vibraciones.



Las torres capturan la energía del viento como las velas de los barcos para navegar.



te 55.000 kg cúbicos de emisiones de carbono al ambiente cada año.

### MÁS EFICIENCIA

Bahrain se encuentra en una región desértica y semidesértica, por lo tanto, la escasez de agua es uno de los principales problemas que obligan a un uso eficiente de este recurso en cualquier nuevo desarrollo.

El diseño responsable del BWTC no podía quedarse en la integración de las turbinas a la estructura y se hizo cargo de esta realidad considerando otras opciones sustentables: uso de vidrios que reducen la irradiación solar y la infiltración a través de las ventanas; conexión al sistema distrital para enfriamiento del edificio, solución urbana que utiliza agua desalada y cuenta con niveles más eficientes de uso de la energía; espejos de agua en el ingreso del edificio para proporcionar refrigeración por evaporación local; alcantarillados y sistemas para reutilización de agua, entre otras medidas que han sido reconocidas nacional e internacionalmente junto al diseño innovador.



El viento del golfo árabe se transforma en energía para el desarrollo de las actividades al interior del edificio.

La integración arquitectura, construcción y energía renovable avanza en el mundo. El proyecto recibió el premio LEAF Awards 2006 al mejor uso de tecnología en un proyecto a gran escala y el galardón de Diseño Sostenible del mundo Árabe de la Construcción. Arquitectura y construcción. ■

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

#### ARTÍCULOS RELACIONADOS

-“Parques eólicos en Chile. Soplan fuerte”. Revista BiT N° 69, Noviembre de 2009, pág. 69.

-“Rascacielos en Madrid. Los cuatro galácticos”. Revista BiT N° 63, Noviembre de 2008, pág. 64.

#### ■ EN SÍNTESIS

El diseño de las torres que componen el complejo Bahrain World Trade Center se inspira en la forma de las velas de los barcos, que utilizan la energía del viento para navegar. Este detalle arquitectónico, sumado a las turbinas eólicas, transforma la brisa marina en viento de alta velocidad en el pasillo central, posibilitando la generación de energía.

BIT 75 NOVIEMBRE 2010 ■ 81



**Unidad de Negocios Ingeniería & Construcción**  
*“Agregando valor a la Construcción y al Desarrollo Industrial”*

*Estamos presentes en los rubros de:*

*Retail, Edificios de Infraestructura, Centros de Salud, Hoteles y Casinos, Educativa, Infraestructura Vial.*



Proyecto Costanera Center, RM.



Estaciones de Metro, RM.



Gran Casino de Copiapó.



Hotel Explora, Torres del Paine.



Estadio Chiquihue, Puerto Montt.



Clínica Las Condes.

*Nuestros Servicios:*

*Construcción de Obras Cíviles • Infraestructura • Proyectos EPC*

**SALFACONSTRUCCION**  
UNA EMPRESA SALFACORP

**CONSTRUCTORA SALFA**  
UNA EMPRESA SALFACORP

**DESTECINGENIERIA**  
UNA EMPRESA SALFACORP

Avda. Presidente Riesco 5335, Piso 11, Las Condes, Santiago.  
 Teléfono: (56 2) 898 0000 Fax: (56 2) 470 0021



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

# TABLEROS DE CONTROL DE INCENDIO INTELIGENTES PARA TODA LA VIDA

En vez de reportar alarmas a través de localidades genéricas o zonas, los tableros inteligentes de control de incendio IFC (Intelligent Fire Controllers) de Johnson Contros pueden ubicar en forma exacta cada elemento, identificando su nombre y status. Esto evita generar situaciones confusas y ahorra tiempo en una situación de siniestro. Así como su negocio necesita crecer, el diseño modular de nuestros controladores permite agregar tableros adicionales y nuevos elementos mientras su emprendimiento también se expande. Esta flexibilidad significa ahorrar costos importantes en su inversión.

Lo mejor de todo, usted puede integrar nuestros paneles IFC al sistema de Control Centralizado Metasys® de Johnson Controls o a cualquier otro a través del protocolo abierto BACNet. El resultado final es una única red que integra fácilmente su sistema de prevención de riesgo con el control centralizado, suministrando mayor visibilidad y control sobre la operación de su edificio.

Tenemos un amplio rango de paneles IFC que pueden acomodarse en sus necesidades. Johnson Controls ofrece sistemas inteligentes direccionables desde un simple panel hasta un completo sistema integral para aplicaciones en larga escala.

## PERFORMANCE SUPERIOR EN UNA MENOR ESCALA

El tablero IFC-320 está diseñado para entregar sofisticación y operación superior para pequeñas aplicaciones. Por ser auto-programable, se permite configurarlo en segundos. Programaciones adicionales se pueden realizar de manera fácil y rápida, además el IFC-320 está homologado por la NFPA (National Fire Protection Association), cumpliendo con los requerimientos de tiempo de respuesta.

## FLEXIBILIDAD QUE SE ADECUA A SUS NECESIDADES

El tablero IFC-640 está diseñado con modularidad para atender a aplicaciones medianas a grandes. Si su edificio requiere un sistema independiente o en una red integrada, el IFC-640 es ideal para este tipo de aplicación.

## CAPACIDAD Y PERFORMANCE

El tablero IFC2-3030 está adaptado para las necesidades de cambio de su edificio. Puede ser aplicado desde instalaciones medianas hasta multi-site .

**Si necesita obtener mayores  
informaciones, contáctenos  
al 427-2101**



## Johnson Controls Chile

Av. Los Maitenes Oriente, 1261 - Pudahuel  
Núcleo Empresarial ENEA - Santiago  
Tel: 427-2100 / Fax: 444-9922

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



# LÍDERES EN PROTECCIÓN PASIVA CONTRA EL FUEGO

ACCURATEK PRESENTE  
EN LAS GRANDES OBRAS DEL PAÍS

## Otras Soluciones:

- Sellos Corta-Fuego
- Puertas Corta-Fuego
- Pisos Técnicos
- Aislación Termo-Acústica



Obra: GNL Mejillones



**Accuratek**  
TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS

[www.accuratek.cl](http://www.accuratek.cl)