

**Desmantelamiento del sistema de refrigeración de la torre de la central térmica de Puertollano**

# ¡ATENCIÓN! MATERIAS PELIGROSAS PARA DESMONTAR

Deconstruir, a veces, es mucho más complicado que construir. Y si en el proceso están implicados materiales de alto riesgo como el amianto, la dificultad crece. Esto es lo que ocurrió en la central térmica de Puertollano. Un proceso que se desarrolló al ritmo de problema-solución.

**texto y fotos** Manuel Barrero Colete y José María González Garcidebailador (Dir. Técnico y Dir. Comercial de Demoliciones Córdoba).


**ACCESO ÚNICO**

A la izquierda, el único acceso existente a la torre, que se dejó para la entrada del personal a la zona de trabajo

La torre tiene unas dimensiones aproximadas de 120 m de altura y 80 m de diámetro en su base, es decir, equivalente a unos 5.000 m<sup>2</sup> de base. En su interior se encuentra un sistema de filtrado y refrigeración mediante aspersión de agua formado, en su mayoría, por tuberías, aspersores y placas de fibrocemento con contenido de amianto y, por lo tanto, peligrosos. El sistema de refrigeración recoge el agua del reactor con un sistema de colectores que, por medio de aspersores, la vierten hacia el foso de la torre a través de una malla de placas, enfriándola y devolviéndola al sistema para ejercer de nuevo la función de refrigeración del mismo.

**Al dictado de la norma.** A la hora de abordar los trabajos para el desmantelamiento de la torre, es importante la gestión de todos los elementos con contenido de amianto, según marca el RD 396/2006 sobre esta materia. En particular, los elementos a retirar fueron una red de distribución de agua consistente en tubería de

fibrocemento de 150 mm de diámetro; una tubería perimetral de fibrocemento de 150 y 200 mm de diámetro, de regulación de la entrada de aire al interior de la torre, de 250 ml (total: 5.500 ml); y unas placas colocadas verticalmente en el espacio central de la torre, que componían una malla de seis niveles o pisos, a través de la cual caía el agua procedente del condensador. Eran 490.000 placas que, en total, suponían 4.600 toneladas de material con contenido de amianto a desmontar, empaquetar y transportar. Para abordar este proyecto con éxito es necesario tener presente una serie de limitaciones y dificultades que se presentan a lo largo del mismo, como son las condiciones climatológicas, horarios, accesos, evacuación de los materiales y transporte, movimiento de operarios mientras se efectúan las labores de deconstrucción, etc. A continuación se describen los problemas acaecidos durante el desmontaje y las soluciones adoptadas.

**Condiciones climatológicas.** El viento fue uno de los elementos más importantes. La torre presentaba dos fisuras verticales en su falda que, por medidas de seguridad, podían afectar al ritmo de los trabajos. Estas fisuras generaban un problema de estabilidad cuando la velocidad del viento sobrepasaba ciertos límites, previamente establecidos por la propia central. Cuando dichos límites se sobrepasaban se daba la alarma. Desde la central se enviaba un mensaje a los jefes de obra y técnicos de seguridad advirtiendo del peligro para >

UNO DE LOS RETOS FUE ORGANIZAR Y COORDINAR LAS LABORES DE DESMONTADO Y EVACUACIÓN CON EL TRANSPORTE Y EL GESTOR DE RESIDUOS, DE MODO QUE EN LA CENTRAL NUNCA EXISTIERA UN ACOPIO ESPERANDO A SER CARGADO

- proceder al desalojo del personal de la torre hasta el restablecimiento de las condiciones climatológicas idóneas para trabajar con seguridad.

La lluvia también fue un elemento importante. La posibilidad de alguna precipitación durante la ejecución de los trabajos podía suponer la contaminación de agua acumulada en el foso de la torre, contaminando, a su vez, todo el circuito de conducción del sistema de refrigeración de la planta.

Para solventar posibles problemas, se realizó el sellado entre el circuito de refrigeración y el propio foso, incorporando un sistema de filtrado y evacuación autónomo que permitía depurar de sustancias contaminantes el agua acumulada en el interior del foso. De este modo, se evita una posible acumulación de agua contaminada con sustancias peligrosas en el interior del foso y su vertido al exterior.

**Horario de trabajo.** Según la legislación laboral respecto a los trabajos con riesgo de amianto, un trabajador solo puede operar en labores de desamiantado cua-

tro horas por jornada. Según este precepto legal, el personal debía realizar su trabajo durante media jornada, dejando sin actividad ni ocupación el resto de la jornada.

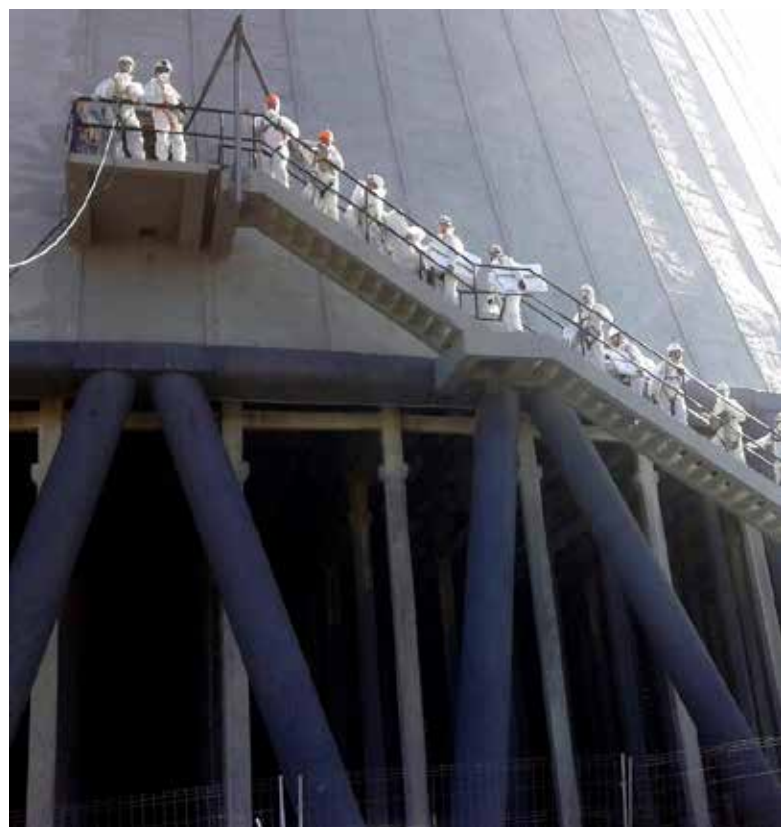
Esto no era factible para el cumplimiento de los plazos, ya que prácticamente se duplicaban, e incorporar más personal no era la solución, porque se hacía imposible organizar los trabajos, dadas las limitaciones de espacio y movimiento que presentaba el interior de la torre. Había que adaptar el método de trabajo a esta situación, de manera que se pudiera operar durante toda la jornada laboral.

El planteamiento presentado para la ejecución de los trabajos optimizando la jornada laboral completa fue el siguiente: de 14:00 a 18:00 se realizó el desmontaje de placas y tuberías. De esta forma, al finalizar el turno de desmontaje se procedía a la realización de una medición ambiental de la zona de actuación, la cual se enviaba al laboratorio para su análisis.

El resultado de dicha medición estaba en obra antes de las 8:30 del día siguiente. Una vez recibida se remitía al personal técnico de la central, así como al órgano competente de Castilla-La Mancha, con objeto de poder comprobar los resultados.

En caso de cumplir las exigencias establecidas, se autorizaba la entrada al interior de la torre sin los equipos necesarios para la manipulación de fibrocemento, permitiendo preparar y organizar los trabajos planificados en el turno tarde. Esta solución fue vital para cumplir con el programa de trabajos previsto.

**Acceso al interior de la torre.** Inicialmente, la torre solo presentaba una entrada a su interior, a través de una puerta situada a 12 m de altura, a la que se accedía por una escalera. Esta entrada era solo para personal. No estaba diseñada para el paso con maquinaria ni para la evacuación de materiales. Se pensó utilizar esta única entrada a la torre solo para el acceso del personal a la zona de trabajo. En cuanto a los



**BUSCANDO SOLUCIONES**

Arriba, montaje de un sistema de carriles guía sobre pilares portantes con polipastos acoplados a modo de puentes grúa para efectuar la evacuación de las placas. Abajo, los trabajadores, cubiertos con las debidas protecciones, entrando a la torre.



**SEGURIDAD**

Arriba, detalle de los carriles guía. En el centro, un trabajador repasa su equipo de protección. Abajo, transporte de las placas ya embaladas.



vehículos, y dada la limitación de puntos de entrada desde el exterior, la ejecución de los trabajos se planteaba desde el foso, por el que accederían tanto el personal como los vehículos y la maquinaria. El inconveniente era la diferencia de cota entre el exterior de la torre y el interior del foso -de 2,5 metros-, por lo que inicialmente, y debido al desnivel existente, no había paso para vehículos, maquinaria ni personal al interior del foso. Por tanto, había que buscar una solución a ese hándicap.

Resuelto el problema del acceso, se planteaba una dificultad clave para el desarrollo de los trabajos. ¿Cómo iban a circular por el foso la maquinaria y los vehículos? Se comprobó que era imposible introducir medios de elevación mecánicos con un alcance de trabajo mínimo de 14 m, como plataformas elevadoras para el personal, carretillas elevadoras, etc. Visto el entramado de pilares existente y el escaso espacio entre ellos, se determinó la imposibilidad de realizar el desmontaje de las placas desde la parte inferior del sistema de refrigeración y, por lo tanto, desde el foso. Quedó así descartada la, a priori, mejor opción, que era desmontar desde el interior del foso.

Tras proceder a la comprobación y estudio de la estructura de la torre, se verificó que existía un espacio entre algunas diagonales y la separación de los pilares interiores del foso que permitía introducir un camión y circular dentro del foso en un solo sentido.

Se realizaron dos rampas, con una anchura aproximada de 3 metros, con material seleccionado y con una pendiente del 15% para salvar el desnivel existente entre el fondo del foso y la coronación del muro perimetral de contención. De esta forma, se soluciona el problema del transporte de placas y tuberías desmontadas, para lo cual fue necesario efectuar huecos en los vanos donde se habían construido las rampas, a través de los cuales se realizó la bajada del material. ➤



**SEIS NIVELES**

Unas placas colocadas verticalmente en el espacio central de la torre componían una malla de seis niveles o pisos, a través de la cual caía el agua procedente del condensador.

➤ **Evacuación de las placas.** Era obvio que el desmontaje de las placas y tuberías debía ejecutarse desde el interior de la torre y sobre el mismo sistema de refrigeración. En este punto apareció un inconveniente determinante, que fue la evacuación de placas y tuberías realizando el desmontaje desde el interior.

Para la evacuación de las placas desmontadas se propuso la realización de huecos en lugares específicos del entramado de placas, a través de los cuales se posibilita la evacuación del material.

En este punto ya se contaba con la posibilidad de introducir un vehículo en el foso, para la carga y transporte del material al exterior de la torre y el sistema de huecos de evacuación de las sacas al foso. Quedaba por establecer el sistema de transporte del material ya ensacado a dichos huecos y su descenso a la zona de carga. Hay que recordar que existe una diferencia de altura de 14,5 metros hasta la base del foso. Tras muchas deliberaciones y prueba de diferentes opciones, se decidió que el más

idóneo era un sistema de traslación del material de manera mecánica mediante carriles guía sobre los pilares portantes con polipastos acoplados a modo de puentes grúa. En consecuencia, se decidió montar un carril guía por cada tres calles, permitiendo y agilizando el trasiego de las placas y evitando tener que hacerlo de forma manual.

Al mismo tiempo, sobre los carriles guía, los operarios instalaron los polipastos encargados de trasladar las placas o tuberías hacia los huecos de evacuación. Estos polipastos fueron elegidos minuciosamente en función de su velocidad de traslación, elevación y su capacidad de carga. Iban provistos de cabestrantes, que fueron los que portaron las sacas y realizaron su posterior descenso a través de los huecos de evacuación.

El orden de los trabajos realizados fue, en primer lugar, la retirada de tuberías interiores. Las tuberías de distribución de agua fueron los primeros elementos que se desmontaron al encontrarse sobre el sistema de placas. Dicho desmontaje se rea-

lizó de manera mecánica con útiles especiales diseñados al efecto.

**La limitación del movimiento** de personal en el interior de la torre fue otro aspecto a tener en cuenta después de decidir realizar el desmontaje desde el interior de la torre. El propio sistema de pilares sobre el que se sustentaban las placas y tuberías suponía un problema de movilidad para el personal, que debía desmontar y trasladar 490.000 placas y 2.500 m de tubería al exterior de la torre.

Hubo que buscar un sistema para la circulación de todo el material desmontado hasta la zona de evacuación, que no supusiera un trasiego continuo de personal, dada la limitación de movimiento que el interior de la torre presenta.

**Orden de desmontaje de tuberías.** Una vez desmontado el sistema de tuberías o colectores, la zona quedó libre y con espacio suficiente para retirar los bloques de placas que formaban el sistema. Por su sistema de instalación hubo



que preparar unos útiles especiales para el mejor desmontaje de las mismas por parte del operario y cumplir con los ritmos de la planificación de obra. De esta forma, también se solucionó la falta de movimiento del personal en el interior de la torre. Las placas fueron retiradas una a una y depositadas sobre los otros vanos para, posteriormente, ser transportadas por el polipasto hacia su evacuación.

**Preparación y embalaje** de las placas. Al tratarse de una importante cantidad de material, la planificación estimada (plazo de 50 días) obligaba a un alto ritmo de trabajo, por lo que se previó una rápida acumulación de material desmontado, obligando a una rápida y ágil acción de preparación y embalaje del material para su posterior transporte. Hay que tener en cuenta que, según la planificación, la retirada diaria de placas debía de ser de unas 9.800 unidades, sin contar con las tuberías. Dado que cualquier sistema de

precintado a implantar no se podía realizar en el foso (por falta de espacio y capacidad de movimiento), había que buscar la manera de realizarlo desde el interior de la torre, sobre el sistema de refrigeración y en la propia zona de desmontaje. Analizado este aspecto, se apreció que ni en el foso ni en el interior de la torre se daban las condiciones óptimas para implantar uno o varios sistemas de embalaje con material plástico y paletizado del mismo para su posterior transporte. En cuanto a la preparación y embalaje de las placas, y después de todo lo anteriormente mencionado, se procedió a realizar el desmontaje de placas y tuberías, depositando el material retirado en sacos *big bags* homologados para el amianto y de medidas específicas, los cuales permitieron agilizar el movimiento interior y la evacuación de las placas con la ayuda de carriles guía y polipastos.

**Transporte de material y acopios.** Desde la dirección de obra se sugirió no mantener acopios de ma-

## La obra en cifras

placas retiradas:  
**490.000 unidades**

**5.500**



metros lineales de tubería retirada  
total de toneladas retiradas:



**4.600**

media de placas retiradas diariamente:  
**9.800 unidades**

**4.600**



unidades de sacas consumidas

**92 toneladas** gestionadas de media diaria



**50 días** plazo de ejecución

**40 personas,** entre técnicos y operarios





PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS OPTIMIZANDO LA JORNADA LABORAL, DE 14:00 A 18:00 SE SE DESMONTABAN LAS PLACAS Y TUBERÍAS Y, AL FINALIZAR, SE REALIZABA UNA MEDICIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA DE ACTUACIÓN, LA CUAL SE ENVIABA AL LABORATORIO PARA SU ANÁLISIS

un espacio limitado en sus instalaciones o, normalmente, las mismas no están preparadas para aceptar tal cantidad de residuo en tan poco tiempo. No fue fácil, por tanto, encontrar un gestor que asumiera en su totalidad la gestión del material y, sobre todo, al ritmo de transporte y movimiento que iba a generarse.

Nuevamente, apareció un hándicap que fue necesario resolver para cumplir con la especificación del proyecto de no mantener acopios durante los trabajos en las instalaciones y en el programa de tiempo previsto. La forma de proceder ante esta adversidad fue contactar con dos gestores autorizados. El gestor principal fue Recicor XXI, SL, empresa perteneciente al Grupo Barea, contando con otro gestor de apoyo.

**Actuación premiada.** Este trabajo fue galardonado por la Asociación de Descontaminación de Residuos Peligrosos (ADRP) con el premio de Descontaminación 2015. El jurado que falló este premio valoró especialmente la planificación y complejidad de los trabajos llevados a cabo, así como la protección a los trabajadores y las técnicas empleadas.

Más información en [www.demolicionescordoba.es](http://www.demolicionescordoba.es)

terial en la obra durante y al finalizar las distintas tareas, por lo que el sistema de trabajo debía de tener en cuenta este condicionante y permitir que el material prácticamente fuera retirado y cargado inmediatamente al vehículo de transporte para ser enviado al gestor.

Esto suponía un nuevo reto, pues había que organizar y coordinar todas las labores de desmontado y evacuación con el transporte y el gestor, de tal manera que en la central nunca existiera un acopio esperando a ser cargado.

A este respecto, hay que tener en cuenta que la carga diaria a transportar al gestor para cumplir con este requisito estaba calculada en unas 92 toneladas.

Solucionada la evacuación de las sacas, así como su descenso hacia el foso con los cabestrantes de los polipastos, el sistema permitía la carga directa de las sacas sobre el vehículo que la transportaba al gestor. De esta forma, se conseguía cumplir con las exigencias de evitar los acopios en obra y agilizar al máximo el propio transporte, posi-

**ESTRUCTURA**

Dado el poco espacio entre algunas diagonales de la estructura de la torre, se decidió que los vehículos circularan en un solo sentido. Era la forma de garantizar la seguridad.

bilitando cumplir con el programa de trabajos establecido, así como con las indicaciones dadas por la propiedad.

**Los gestores autorizados.** Los gestores que aceptaban este tipo de residuos o bien contaban con

