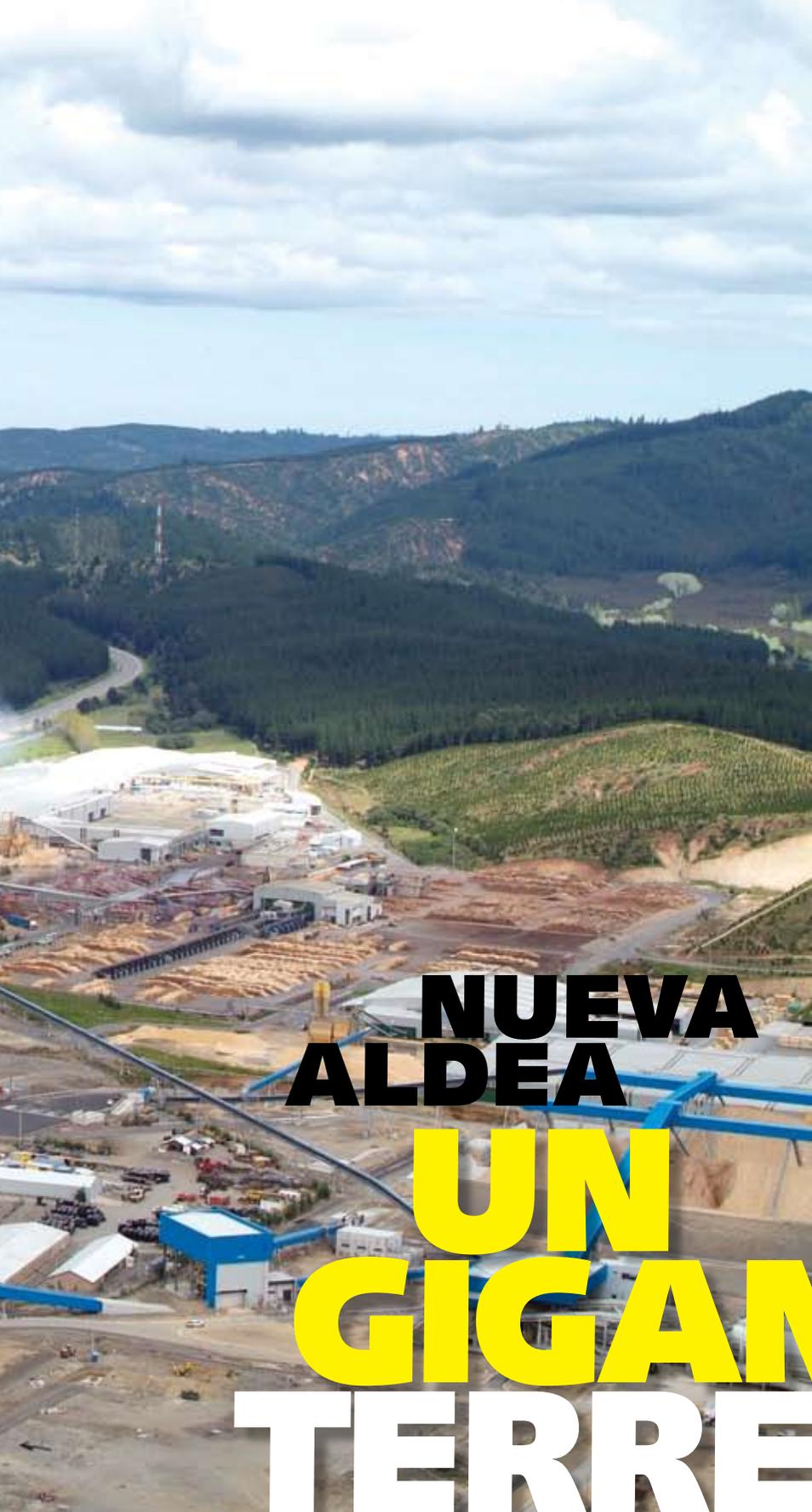


En agosto de 2006 inició sus operaciones la planta de celulosa Nueva Aldea de Arauco, ubicada en la provincia de Ñuble, VIII Región. **Un colosal proyecto industrial que demandó una inversión de US\$ 850 millones y que encierra múltiples retos en el montaje de complejas estructuras y en el tratamiento de efluentes.**





# NUEVA ALDEA

# UN GIGANTE TERRESTRE

## FICHA TÉCNICA

### FASE I

**Inversión:** US\$ 150 millones  
**Inicio operaciones:** Fines de 2004  
**Planta de trozado:** 2.087.000 m<sup>3</sup>/año  
**Aserradero:** 450.000 m<sup>3</sup>/año  
**PLANTA GENERADORA**  
**Caldera de poder:** 250 ton/h  
**Vapor de acceso:** 130 ton/h  
**Turbogenerador:** 30MW  
**Planta de terciados:** 210.000 m<sup>3</sup>/año

### FASE II

#### PLANTA DE CELULOSA

**Capacidad:** 856.000 ton/año celulosa blanca (50% pino y 50% eucaliptos)  
**Inversión:** U\$S 850 millones  
**Inicio operaciones:** Agosto de 2006  
**Movimientos de tierra:** 2.400.000 m<sup>3</sup>  
**Hormigón:** 120.000 m<sup>3</sup>  
**Estructuras metálicas:** 13.000 ton  
**Superficie construida edificios:** 70.000 m<sup>2</sup>  
**Línea férrea interior:** 8.000 m  
**Caminos interiores:** 16.800 m  
**Cañerías para procesos industriales:** 180.000 m con un diámetro promedio de 6,5"  
**Cañerías para servicios subterráneos:** 55.000 m con un diámetro promedio de 20"  
**Equipos mecánicos:** 5.200 unidades  
**Estanques de acero:** 250 unidades y 10.000 ton  
**Cables eléctricos:** 1.850 km  
**Motores eléctricos:** 2.050 unidades  
**Instrumentos:** 15.000 unidades

PAULA CHAPPLE C.  
PERIODISTA REVISTA BIT

**IMPRESIONANTE** y monumental. Los imponentes adjetivos sobran cuando se observa la magnitud del Complejo Forestal Industrial (CFI) Nueva Aldea, nombre que responde a un pueblo ubicado en las inmediaciones. En la comuna de Ránquil, a un lado de la ruta del Itata, acceso norte a

Concepción, se emplaza esta colosal obra de ingeniería que representa una inversión de US\$ 1.400 millones. No se exagera en los potentes calificativos del emprendimiento. Anote. La planta de celulosa, inaugurada el 31 de agosto de 2006, cuenta con capacidad para producir 856 mil toneladas anuales de celulosa kraft blanqueada de pino y eucalipto. Además, hay un aserradero con capacidad para procesar 450.000 m<sup>3</sup> por año, una planta de paneles de 225.000 m<sup>3</sup> anuales y otra de trozado de 2.087.000 m<sup>3</sup> al año. Por si fuera poco, se debe sumar la planta térmica con dos unidades cogeneradoras que autoabastecen al complejo de energía eléctrica y aportan el excedente al Sistema Interconectado Central (SIC). Un enorme proyecto. “El CFI Nueva Aldea se gestó a mediados de los ‘80, con el objetivo de transformar plantaciones forestales en productos de valor agregado”, señala Mario Urrutia, gerente de Proyectos de Arauco. El profesional fue el máximo responsable de la construcción del complejo, que tuvo una dirección directa del mandante bajo el concepto de equipo integrado, incluyendo ingeniería externa, proveedores y contratistas.

### La planificación

Única en su género, Nueva Aldea demandó una exhaustiva labor de planificación. La empresa Arauco monitoreó en detalle todo el proceso, desde la concepción hasta la puesta en marcha. “La construcción de la



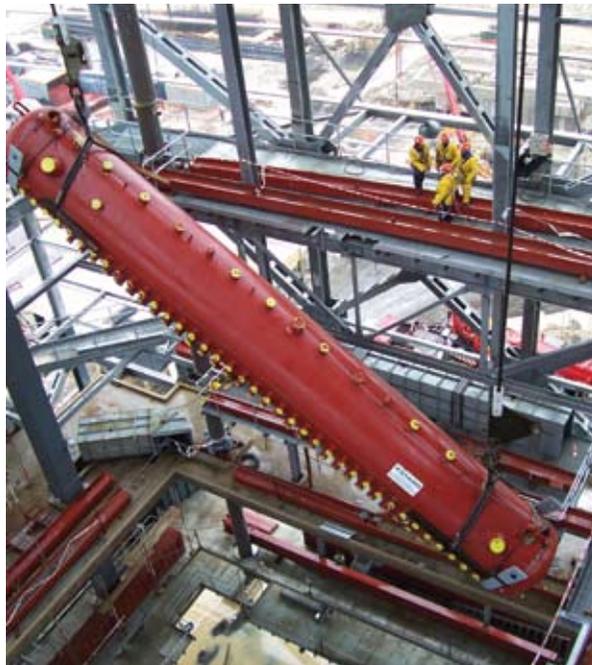
**Montaje por dos.** Vista de la caldera recuperadora y cómo se fueron montando los paños de 12 metros. Al lado montaje final de la gigantesca chimenea.

**Gran pericia y** cerca de 10 horas demoró el izaje del domo ubicado en el interior de la caldera recuperadora.

planta de celulosa Nueva Aldea, inserta en el CFI, implicó numerosos desafíos. Para empezar, debimos planificar e iniciar las obras en momentos en que aún nos encontrábamos construyendo la planta Valdivia. Esto nos obligó a optimizar nuestros recursos humanos, manteniendo altos estándares de calidad en ambos frentes”, comenta Mario Urrutia.

La programación cumplió un rol clave, poniendo énfasis en actividades críticas. “El proyecto incluyó diversas etapas como la licitación, planificación de faenas, administración de contratos e inspección de obras”, afirma Carlos Rojas, gerente de construcción de Arauco. Los esfuerzos en coordinación resultaron imprescindibles, en especial si se considera que sólo para construcción de la planta de celulosa se gastaron 19.000.000 de horas hombre y 23.800.000 hh para la ejecución total del complejo industrial.

Por otra parte, en la construcción y montaje de la Planta de Celulosa Arauco se organizó las obras según una distribución geográfi-



ca, incluyendo todas sus disciplinas desde las excavaciones hasta los montajes electromecánicos.

### La caldera y el domo

Echeverría Izquierdo Montajes Industriales desarrolló las labores relacionadas con la planta térmica y la caldera de poder del complejo, además construyó los evaporado-

**Vista lateral de la caldera recuperadora, cuya altura es equivalente a la de un edificio de 35 pisos.**



res, la planta de tratamiento de agua, las torres de enfriamiento y cuatro turbogeneradores con un total de 170 megawatts. Es decir, se actuó en el mismo corazón de la planta de celulosa Nueva Aldea.

“Participamos en las dos etapas de la celulosa. Una empezó en septiembre de 2003 con la construcción de una caldera de poder de 45 metros de altura con capacidad para procesar 230 toneladas de vapor por hora y que en su peak requirió más de 700 personas”, comenta Raimundo Rivera, ingeniero administrador de Echeverría Izquierdo.

Esto era sólo el comienzo. Después vendría una obra mayor: El montaje de la caldera recuperadora, fabricada por la compañía sueca Aker Kvaerner, la tercera más grande del mundo con 90 metros de altura, equivalente a un edificio de 35 pisos. El equipo genera vapor que se usa para el secado de la pulpa, y alimenta dos turbinas generadoras de energía. Ya se imaginan que no sería nada fácil la faena de montaje, en especial instalar en su parte superior elementos extraordinariamente pesados, como el domo de 138 toneladas que se ubica a 76 metros de altura. Éste consiste en el elemento receptor del vapor de la caldera, “como un calefont que calienta numerosos tubos con agua”, indicó Miguel Cerna, jefe de terreno de Echeverría Izquierdo. Claro que las preocupaciones se iniciaron con el traslado que requirió de un camión especial. “Se descargó a 40 m del lugar de izaje. El tema era trasladar esta unidad y colocarlo bajo la caldera, trabajo que se complicó aún

más por el barro causado por las excesivas lluvias invernales”, indicó Cerna.

Acto seguido y sorteados los obstáculos de la descarga, el domo se debía elevar inclinado por ser de mayor tamaño que el interior de la caldera. Sólo preparar la maniobra de izaje tomó 10 días, ya que se colocaron estructuras de refuerzo sobre la caldera para apoyar los equipos, involucrados en la maniobra de elevación. Se debieron asumir rigurosas medidas de seguridad porque los trabajadores cumplían faenas en andamios a 90 metros de altura.

“Utilizamos gatos hidráulicos de procedencia suiza de la empresa VSL (empresa perteneciente al holding de Echeverría Izquierdo) de alta capacidad y las grúas de mayor capacidad disponibles en el país. En total se ocuparon 2 grúas de 300 y 500 toneladas y 24 entre 25 y 200 toneladas, pero además dos gatos hidráulicos con capacidad de 70 toneladas cada uno. El domo se montó en unas 10 horas”, recuerda Rivera. La faena se inicia

con la inclinación gradual del domo hasta quedar en forma horizontal a 40 m de altura, para finalmente instalarlo en el mismo sentido. “Esta fue indudablemente la actividad constructiva más riesgosa del proyecto. Por ello, identificamos esta área como el corazón del complejo”, expresa Rivera.

El tema se pone interesante porque hay más retos potentes como la prueba hidráulica de la caldera. “Tras unir más de 66 km de tuberías y 12 mil toneladas de equipos, colocamos agua a presión para comprobar que no existían fugas. El resultado fue positivo. Después se encendió la caldera, y a las 48 horas ya funcionaba”, recuerda Cerna.

Alta eficacia y exactitud era la norma en la unión de los paneles de la caldera, que requirieron soldaduras especiales y operadores sumamente calificados. Además, en la caldera se empleó soldadura que actúa como un sello hermético. Los resultados fueron positivos. “Hay estadísticas que establecen que para una caldera como la de Nueva Aldea hasta un 3% de rechazo es aceptable y en nuestro caso fue del orden del 1,9% de rechazo, un resultado exitoso”, señaló Rivera.

El armado de la chimenea de la caldera recuperadora demandó nuevos esfuerzos. “Eran paños de seis metros. Hacíamos una unión y las izábamos en tramos de 12 metros. El riesgo consistió en montar andamios de más de 100 metros de altura y trabajar a esa altura”, indica Cerna. Tanto para la caldera recuperadora como para la chimenea, se emplearon grúas de alto tonelaje y gran capacidad de pluma.

Algunos datos de peso. Las obras realizadas por Echeverría Izquierdo ocuparon más



**COMPACTACIÓN DE SUELO Y ASFALTO:** Vibroapisonadores (2T, 4T, diesel), placas simples y reversibles, rodillos.

**EQUIPOS PARA HORMIGÓN:** Reglas y cerchas vibratorias, alisadores, vibradores internos y externos (eléctricos y neumáticos), convertidores de frecuencia, martillos demoledores, cortadoras de piso y manuales, herramientas manuales, accesorios.

**BOMBAS Y GENERADORES:** Motores bencineros de 4 a 20 hp, motobombas (aguas limpias, tragasolidos y diafragma), bombas sumergibles, generadores bencineros y diesel de 2.3 a 60 KVA, torres de iluminación.

Región	Arica	Iquique	II	III – IV	V	VI	VII	VII – IX – X – XI	XII	RM
Distribuidor	Agropiemonte	Reptal S.A.	Reptal S.A	Sermicon Ltda.	Multiequipos	Abside S.A.	Com. Livic	Comercial KE	Diteco S.A.	Tecna Maq
Sev. Técnico	Agropiemonte	GS Ingeniería	Reptal S.A. Wercke Punto Norte	Sermicon Ltda.		Abside S.A.	Com. Livic	Comercial KE	Diteco S.A.	CST, Tecna Maq

**SERVICIO DE ARRENDADORES DE ARICA A PUNTA ARENAS.**

Wacker Maquinarias Chile Ltda. El Rosal 5000, Huechuraba, Santiago. Fono: (2) 753 6700 – Fax: (2) 753 6705  
**ventas@wacker.cl – www.wacker.cl – www.wackergroup.com**

**Secuencia del izamiento y montaje de las MC-Towers, posteriormente revestidas de acero inoxidable.**

de 2.100 trabajadores durante 23 meses, se destinaron más de 4.800.000 hh, se dedicaron 20.683 horas a la prevención de riesgo y más de 5.000 en capacitación.

**Preparando celulosa**

En el CFI Nueva Aldea, el grupo de empresas SalfaCorp ejecutó los contratos de preparación de maderas, planta química, máquina, secado y línea final, a través de su filial Salfa Montajes. Asimismo se hizo cargo de la materialización del edificio corporativo y de control, mediante Salfa Construcción. “La logística y programación de un sinnúmero de actividades simultáneas representó un enorme desafío, destinando gran cantidad de recursos humanos especializados y equipamiento. En el momento de mayor actividad, operaron simultáneamente 25 grúas con capacidades entre 20 y 300 toneladas, mientras diariamente se trasladaba 1.800 personas desde su alojamiento a las faenas”, explica Fernando Zúñiga, gerente general de Ingeniería y Construcción de SalfaCorp.

Los principales hitos que enfrentó esta empresa consistieron en la construcción de 3 MC-Towers, estanques de 37 m de alto y 15 m de diámetro, revestidos en acero inoxidable en su interior. En el montaje se emplearon dos grúas de 120 y 230 toneladas, esta última reticulada sobre oruga. En las uniones se aplicó soldadura MIG, a través de un carro montado sobre planchas que soldaba por el exterior y el interior simultáneamente. El carro tenía la ventaja de ser autónomo, con un



Las tecnologías en soldaduras fueron importantes en el proyecto como la de arco sumergido que se utilizó en el descortezador, mejorando los rendimientos de la obra.



motor que generaba electricidad, soldaba y giraba. Sólo requería dos operadores, uno dentro y otro fuera del elemento.

Las soldaduras tuvieron un papel relevante. Por las altas exigencias de las faenas de montaje, se incorporaron nuevas tecnologías en los procesos de soldaduras como TIG semiautomática, proceso MIG y soldadoras de arco sumergido.

En el sistema MIG (Metal Inert Gas), un sistema de alimentación impulsa en forma automática y a velocidad predeterminada el alam-

bre-electrodo hacia el trabajo o baño de fusión, mientras la pistola de soldadura se posiciona a un ángulo adecuado y se mantiene a una distancia tobera-pieza, generalmente de 10 mm.

Las tres torres acumuladoras de pulpa están revestidas de acero inoxidable ya que a ellas llegan componentes corrosivos. “Frente a estos requerimientos, diseñamos un sistema específico de andamios colgantes y aplicamos soldadoras MIG para unir las planchas de acero”, indica Zúñiga.

En nuestros días, las exigencias tecnológicas en cuanto a calidad y confiabilidad de las uniones soldadas, obligan a adoptar nuevas modalidades. Entre éstas destacan el sistema TIG semiautomática y una soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza el intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizarse metal de aporte.

Fue así como en el taller de piping se utilizó soldadura TIG semiautomática con una máquina DVT de alimentación continua. A esto se sumaron rotadores motorizados con la cañería girando y un operador fijando la soldadura. La velocidad de los rotadores para soldar cañerías era el equivalente de 150 mm/min a 200 mm/min. “Una de las primeras aplicaciones de este sistema en Chile. Logramos un rendimiento superior en el soldado de cañerías. Además, el MIG se utilizó para soldar estanques y revestimientos inoxidables”, señala el ejecutivo de SalfaCorp.

De los métodos de soldadura que emplean electrodo continuo, el proceso de arco sumergido desarrollado simultáneamente en EE.UU. y Rusia a mediados de la década del 30, es uno de los más difundidos universalmente. Es un proceso automático, en el cual, un alambre desnudo es alimentado hacia la pieza. Este proceso se caracteriza porque el arco se mantiene sumergido en una masa de

**TAREA PENDIENTE**

Entre los proyectos pendientes se encuentra la construcción y puesta en marcha del sistema de conducción y descarga de efluentes al mar, de acuerdo a la Resolución de Calificación Ambiental 51/2006 que aprobó por unanimidad el respectivo Estudio de Impacto Ambiental. La tubería atravesará las comunas de Ránquil, Coelemu y Trehuaco, de la VIII Región. Se compone de un sistema de conducción terrestre a través de una tubería de 1.200 mm de diámetro y de 50,8 km de largo, que finalizará en el sector Boca Itata, ubicado en el extremo norte de la desembocadura del río Itata en el mar. En este punto se conectará a un emisario submarino de 2,3 km que en su extremo dispondrá de un difusor de 280 metros, ubicado a una profundidad de 30 a 35 metros.



fundente, provisto desde una tolva, que se desplaza delante del electrodo.

La soldadura de arco sumergido se utilizó en el armado en terreno de los descortezadores, que cuentan con planchas de alto espesor. Estas unidades tienen 35 m de largo y 5,5 m de diámetro, obligando al empleo de un carro multitractor que avanza en sentido contrario al elemento para una soldadura más rápida”, comenta.

Las aplicaciones incrementaron la productividad, obteniendo altos estándares de calidad. Se instaló un taller de fabricación de spool de cañerías altamente automatizado con mesa de corte, rotadores motorizados y un sistema de soldadora TIG semiautomática.

Otro reto se encontró en la construcción del edificio de máquinas de 70 metros de longitud. El montaje consistió en la instalación de cuatro grúas torres, dos a cada lado, que se desplazaban sobre rieles para cubrir el largo total del edificio y abarcar todos los frentes de trabajo.

## Montaje de gigantesco elementos correspondientes a los descortezadores.

### Línea de fibra y caustificación

Las faenas parecían no tener fin. Aún queda por reparar la construcción y el montaje de que comprendía digestores, máquinas lavadoras, pulpa, designificación, caustificación y horno de cal, que estuvo a cargo de Sigdo Koppers. Un contrato bajo la modalidad “fast track”, que significó desarrollar la obra con planos con la tinta fresca y suministros recién desembarcados. Entre las faenas destacaban la fabricación de dos digestores continuos de más de 60 m de altura y 8 m de diámetro cada uno, y el montaje del horno de cal de 130 m de largo, 4,8 m de diámetro y 800 toneladas. En esta última labor se emplearon dos grúas Manitowoc 4100 de 200 toneladas de capacidad cada una. “Por la estrechez del programa, hicimos montajes en elementos prearmados de mayor tamaño debiendo adosar el Ringer a una de las grúas para alcanzar las 300 toneladas”, afirma Matías Gutiérrez, ingeniero administrador de la empresa.

El Ringer consiste en un aditamento de la grúa que incrementa la capacidad de carga, existiendo sólo dos máquinas de este tipo en Chile. “Hicimos grandes montajes. En el horno de cal la pieza más pesada tenía 170 toneladas, y en el área de fibra instalamos una torre (Pressure Difuser) de 125 toneladas. Los montajes más altos y de mayor alcance se dieron en la parte superior de los digestores, con segmentos que pesaban 52 toneladas montados a 75 metros de altura”, indica Gutiérrez.

Hay más. En el digestor las astillas son literalmente cocidas con una sustancia denominada licor blanco, a alta temperatura y presión. El licor blanco consiste en una solu-

ción acuosa compuesta por sulfuro de sodio (Na<sub>2</sub>S) e hidróxido de sodio (NaOH). Su función es romper las uniones de lignina y liberar las fibras de celulosa. El digestor continuo consiste en un gran estanque cilíndrico de numerosas secciones, con una red de tuberías que adicionan y extraen los líquidos de cocción. Posee un eje vertical para revolver la mezcla y una tubería para drenar la celulosa. El rango de temperatura del proceso varía entre 130° C y 170° C, siendo más alta en la parte superior del digestor (etapa inicial). “Es una auténtica olla a presión que exige uniones 100% perfectas, inspeccionadas con RX sin posibilidad de errores”, indica Gutiérrez. Por otro lado, en el montaje de cañerías se trabajó con diferentes materiales, tales como acero al carbono, aceros inoxidable 304 y 316, titanio, aleación 254 SMO, Duplex, FRP y PVC”.

El SMO es una aleación inoxidable con altos niveles de Cromo (Cr) y Molibdeno (Mo) patentada por la empresa Avesta, aleación empleada en procesos químicos donde existe presencia de medios muy agresivos (como elevadas concentraciones de cloruros y altas temperaturas).

Si algo queda claro es que la Línea de Fibra también incluyó múltiples faenas tales como el armado y montaje de 14 Torres y Estanques simultáneamente, que totalizaron más de 5 mil toneladas. “Con alrededor de 4.000.000 de horas hombre directas, el proyecto significó un gran desafío para nosotros que superamos aplicando todas las disciplinas de las

**En la línea de fibra uno de los desafíos fue el armado de dos digestores continuos.**





**Vista de las torres de enfriamiento de hormigón, en cuya construcción se ocuparon grandes paneles de moldaje de 100 toneladas. En la imagen inferior el tratamiento primario de los efluentes líquidos.**

obras civiles y montaje”, acota Eduardo Lauer, gerente de operaciones de Sigdo Koppers.

### Los efluentes líquidos

En la producción de celulosa se generan efluentes líquidos siendo procesados en la planta de tratamiento. Ésta los somete a tres tipos de procesos de depuración: primario, secundario y terciario. “En el primario se retiran por medio de sedimentación los sólidos suspendidos; en el secundario a través del proceso de lodo biológicamente activado, y la tercera consiste en la purificación biológica relacionada con variables como los componentes organoclorados, la demanda biológica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO)”, indicó Heime Toiviainen, especialista de la empresa finlandesa Aquaflo, proveedora de la tecnología para el tratamiento de los riles.

Entre el nivel primario y secundario el agua presenta una temperatura cálida, que disminuye al pasar por una torre de enfriamiento. “En el tratamiento terciario se reduce principalmente el color para luego ser descargados los efluentes en el río Itata”, agrega el ejecutivo.

La empresa constructora Belfi-BCF Limitada estuvo a cargo de la construcción y montaje de la plantas de tratamiento de aguas y efluentes que incluyó la instalación del sistema emisario – difusor, que se extiende desde el sistema de tratamiento de la planta hasta el río. “Instalamos unos 5 km de cañerías desde el emisario terrestre al delta del río, trazado que obligó a desarrollar complejas maniobras y logísticas muy prolijas y detalladas”,



y gestión medioambiental del proyecto (“BAT”, Best Available Technology), con blanqueo ECF (libre de cloro elemental). Esta modalidad será exigida por la Unión Europea a sus plantas de celulosa a partir de este año. Por último,

sostiene Renato Vargas, ingeniero administrador de Belfi-BCF.

Las faenas en el río incluyeron el uso de máquinas dragadoras para así ubicarse cinco metros en el fondo del río. “No se podía aplicar una excavadora estándar, por ello usamos una de 60 toneladas adaptada con elementos especiales para excavar a 10 metros de profundidad”, indica Vargas. En las labores bajo el agua participaron buzos, que enfrentaron la dificultad de la baja visibilidad. “Se trabajó prácticamente a ciegas. Además, fue necesario usar explosivos ya que nos encontramos con abundante roca”, recuerda Vargas.

Desde el punto de vista ambiental, la planta de celulosa está siendo sometida a dos auditorías seleccionadas por la Corema, una nacional asignada a la empresa Knight Piésold y otra internacional a cargo de la compañía brasileña Centro Nacional de Tecnologías Limpias Senai.

Tecnología de punta se utilizó en el diseño

las instalaciones cuentan con sistemas de captación e incineración de gases concentrados y diluidos, lo que reduce a eventos puntuales la percepción de los olores típicos de estos procesos productivos. ■

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

### EN SÍNTESIS

**La construcción de la Celulosa Nueva Aldea de Arauco comprende el montaje de importantes estructuras como la caldera recuperadora junto con el domo y dos digestores continuos, obras que demandaron exigentes técnicas de izado y soldaduras especializadas.**

**En la ejecución de esta mega planta nada quedó al azar. Debe entrar en operaciones a más tardar en agosto de 2006, lo que supuso interesantes retos logísticos para las empresas nacionales y extranjeras participantes del proyecto.**