



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Reciclaje interno de los residuos en las fábricas. Reutilización del yeso reciclado para la fabricación de placas de yeso laminado

Autor: Sergio Fernández Casado

Institución: Knauf GmbH

e-mail: fernandez.sergio@knauf.es

Otros Autores:

RESUMEN

Knauf GmbH en su compromiso por alcanzar y fomentar un desarrollo totalmente sostenible, desarrolla e implementa nuevos procedimientos y procesos que limitan la producción de residuos e incrementan la reutilización de los mismos.

Uno de los principales ejemplos es la reutilización del yeso y cartón como principales componentes dentro del proceso de fabricación de placas de yeso laminado (PYL).

Con una inversión de algo más de tres millones de euros, Knauf GmbH cuenta en la fábrica de Escúzar en Granada con una de las más modernas plantas de reciclaje en Europa para placas de yeso laminado.

Esta nueva planta recibe las placas de yeso laminado que no cumplen con los estrictos controles de calidad internos y lo devuelve al proceso valorado como un nuevo recurso natural totalmente listo para utilizarlo de nuevo en el proceso de fabricación.

La nueva planta de reciclaje recibe tres tipos de materiales: placa de yeso laminado húmedo (aquellas placas que no pasan los controles de calidad situados antes del secadero), placa de yeso laminado seco (los situados después del secadero) y el yeso en polvo procedente de otros procesos secundarios, como durante el proceso de corte de las placas al tamaño, previamente requerido por el cliente, y que mediante un moderno sistema es aspirado, filtrado y enviado de nuevo a la planta de reciclaje para su posterior revalorización.

Después del proceso de reciclado obtenemos dos productos: el yeso, ya separado y reciclado y que vuelve a considerarse un recurso para el proceso de producción, y el cartón (procedente de las placas de yeso) y que también se incorpora al proceso para la fabricación de la pulpa.

La reutilización de residuos, la eficiencia energética, la eliminación de procesos externos de reciclaje no selectivos, el ahorro en transporte y mano de obra y sobretodo la posibilidad de limitar el consumo de los recursos naturales son algunos de los beneficios de la nueva planta de reciclaje.

Palabras Clave: Reciclaje; residuos

1 INTRODUCCION

La Nueva Directiva Marco de Residuos de la Unión Europea, con el fin de servir un marco jurídico que sea capaz de gestionar todo el ciclo de vida de los productos, se fundamenta en una continua valorización y reciclaje de los productos.

Dado incluso que la actual Directiva Marco surgía de la necesidad de eliminar la relación que se venía produciendo entre el gran crecimiento económico, debido fundamentalmente en España al sector de la construcción, y la producción de residuos, resulta imprescindible que ahora, y dada la grave crisis global (especialmente económica y financiera) que nos afecta, se deben de reforzar los esfuerzos para gestionar más adecuadamente los residuos y fomentar con un mayor esfuerzo su valorización siguiendo los mismos criterios que se fijan en el marco regulador.

La empresa Knauf GmbH aplica de una manera continua y estricta los más altos estándares de control y calidad del producto. Sin duda uno de los valores añadidos que atesora la compañía es el alto grado de desarrollo técnico y calidad de sus productos.

Sin embargo este alto grado de exigencia provoca que durante el proceso se detecten productos “no conformes”, insuficientes para satisfacer las exigencias de nuestros clientes y tengan que ser retirados del proceso. Lógicamente, y como en la mayoría de de los sistemas de fabricación en línea, existe un rechazo “umbral mínimo”, como ya puede ser por ejemplo el debido al cambio de fabricación del tipo de producto, en la propia secuencia de comienzo o con cualquier otro cambio o actividad que produzca inexorablemente una “Muda” (término japonés que significa rechazo o basura y que se refiere a ese proceso improductivo o carente de valor añadido). Lógicamente el sistema propio de gestión de Knauf GmbH trata de eliminar “mudas” y reducir sus consecuencias a su mínimo valor.

El nuevo proyecto desarrollado por Knauf GmbH en la fábrica de Escúzar en Granada para el reciclaje interno de las placas de yeso laminado ha permitido convertir un proceso lineal de gestión de residuos, con un nulo aprovechamiento posterior del producto a un proceso cíclico cerrado con una revalorización completa del producto.

2 CONSTRUCCION SOSTENIBLE

El sector de la construcción es el mayor responsable del consumo energético y de generación de residuos de todas las actividades humanas. Y por ejemplo, según uno de los numerosos estudios elaborados por Exane para la empresa BNP Paribas se estima que prácticamente el 75% de las viviendas en stock tiene una pobre eficiencia energética y que por cada m² de vivienda que se construye se necesita más de dos toneladas de materia prima.

Entonces, ¿qué se está haciendo mal?, ¿por qué no se es capaz de cambiar el modelo de gestión hacia un sistema más sostenible? y sobretodo ¿cuál es el papel que deben de jugar los distintos protagonistas en todo esto?

Durante muchos años el sector de la construcción en España ha sido uno de los motores económicos y protagonistas en la generación de RCD (residuos de construcción y demolición). Durante esta fase de expansión la gran cantidad de volumen de residuos generados ha superado en muchos casos la capacidad de los diversos planes de gestión de la mayoría de las comunidades autónomas. En España la mayor parte de estos residuos aún se envían a vertedero y esto elimina cualquier posible aprovechamiento energético y/o valorización. Sin embargo esta nueva etapa de crisis económica viene marcada por el incremento de la actividad en proyectos de rehabilitación y restauración y no tanto por la construcción de vivienda nueva en la que se ha producido una desaceleración muy acusada. Según el Ministerio de Vivienda las cifras indican que en España el 'stock' de viviendas que existía a primeros del año 2010 era de unas 700.000 viviendas.

Esto implica que la caracterización, así como la cantidad de los residuos producidos en esta nueva etapa también se verá modificada. Según datos del PNIR 2007-2015 (Plan Nacional Integrado de Residuos) los residuos de construcción y demolición en función del tipo de construcción y por m² de edificación son de aproximadamente 120kg/m² para obras de nueva edificación en viviendas y de 338,7 kg/m² para obras de rehabilitación. Esto implica que con este nuevo protagonismo en el sector de la rehabilitación y restauración se puede estar generando casi 3 veces más de residuos por m² de superficie.

Con la necesidad de ir eliminando aquellos sistemas de gestión insostenibles surge el concepto o la filosofía de la Construcción Sostenible donde se trata de apostar por modelos y políticas verdes que aboguen, entre otros puntos, por un análisis sostenible y eficaz de los distintos ciclos de vida de los productos. La gestión correcta de los productos para su reciclaje, reutilización o revalorización es uno de los factores de equilibrio de la construcción sostenible.

Todo lo que influye en la construcción: energía, espacio, orientación, aire, agua, materia prima y residuos ha de ser capaz de gestionarse de una manera totalmente eficaz y sostenible. En algunos casos los responsables de implementar y controlar los distintos modelos serán los arquitectos, otras veces los constructores, fabricantes, gestores de residuos,... hasta llegar al cliente final que es el habitante y al que también se le ha de reclamar protagonismo y exigir comportamientos y actitudes responsables para que realmente se pueda alcanzar un modelo de gestión único totalmente sostenible.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE PLACAS DE YESO LAMINADO

Para comenzar veamos brevemente en qué consiste el proceso de fabricación de las placas de yeso laminado...

El yeso es uno de los materiales de construcción más antiguos. Parece ser que el origen se puede remontar al Oriente Medio pues los sumerios y asirios lo utilizaron en gran abundancia dado que allí existían extensos afloramientos de rocas yesíferas.

A partir del siglo XVIII se generaliza el empleo de yeso en toda la construcción europea. Es entonces cuando comienza el conocimiento científico de este material. Así en 1768, Lavoisier presenta en la Academia de Ciencias el primer estudio científico que presta base a la preparación del yeso. Poco después Van't Hoff y Le Cahtelier explican en base científica el fenómeno de la deshidratación.

El yeso se encuentra muy repartido en la corteza terrestre y en España especialmente donde se encuentran grandes reservas y los yesos de mayor calidad en Europa. El yeso natural resulta de la precipitación de cristales de sulfato cálcico dihidratado. El dihidrato se combina en una proporción del 20,92% y alterna con las láminas de sulfato cálcico uniéndose a través de puentes de hidrógeno de modo que enlaza un oxígeno de ión sulfato de una capa con una capa con un oxígeno de un ión sulfato de la adyacente, estando además el oxígeno de la molécula de agua coordinado con un ión calcio.

La propiedad principal del yeso como elemento constructivo es la característica que tiene al someterla a una fuente de calor, desprenderse de parte de las moléculas de agua para posteriormente recombinarse, hidratarse nuevamente e iniciar su etapa de fraguado o endurecimiento. Y aunque el proceso pueda parecer sencillo la aparición de distintas fases (anhidrita tipo III, anhidrita II, anhidrita I, semihidrato y dihidrato) durante el proceso requiere un control continuo y estricto de la calidad final del producto.

En cuanto a la fabricación del yeso; este abarca varios procesos (extracción, trituración, cribado, molienda, calcinación, preparación de la mezcla, fraguado y secado)

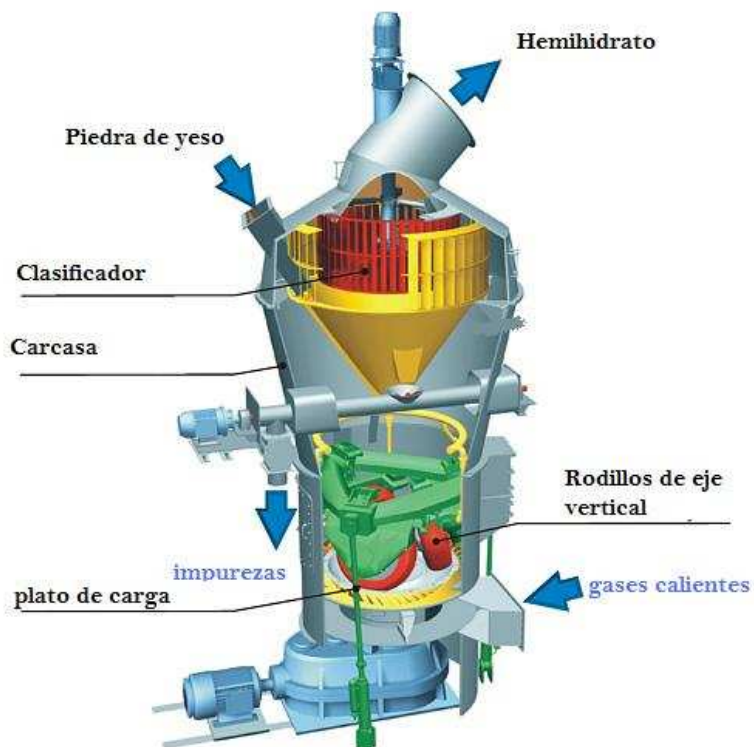
La primera etapa es la extracción misma de la materia prima. En este caso Knauf GmbH solo utiliza en España para la fabricación yeso natural, el cual se encuentra en la Naturaleza en yacimientos generalmente depositado en capas que pueden llegar a espesores de más de sesenta metros.

El mineral destinado a fabricación es arrancado mediante voladura, triturado y cribado a un tamaño adecuado y regular para posteriormente ser transportado a fábrica.

Una vez que el material es recepcionado en fábrica se procede a la molienda en tamaños micrométricos y a su deshidratación para obtener semihidrato. Posteriormente se procede a la mezcla del yeso con el resto de aditivos y que conformaran el alma de la placa de yeso laminado. A partir de aquí la placa transcurre a través de una cinta transportadora donde ya se inicia el proceso de fraguado y va tomando su forma laminar definitiva; i.e., dos láminas de celulosa multihoja o cartón que envuelvan el alma de la placa de yeso. Aquí es donde se le da al producto el espesor, el ancho, la forma de bordes adecuados y finalmente y tras el secado la longitud deseada.

Pero el proceso clave dentro de la fabricación de yeso es la calcinación del mismo. Lógicamente el producto ha de ser de un tamaño regular y adecuado para que se produzca el cambio de fase adecuado de una manera lo más continua y precisa posible.

Existen varios procesos de calcinación, en seco o húmedos, en marmitas horizontales, marmitas verticales, hornos rotatorios horizontales, hornos verticales dobles, hornos de calcinación Flash u hornos de parrilla móviles entre otros.



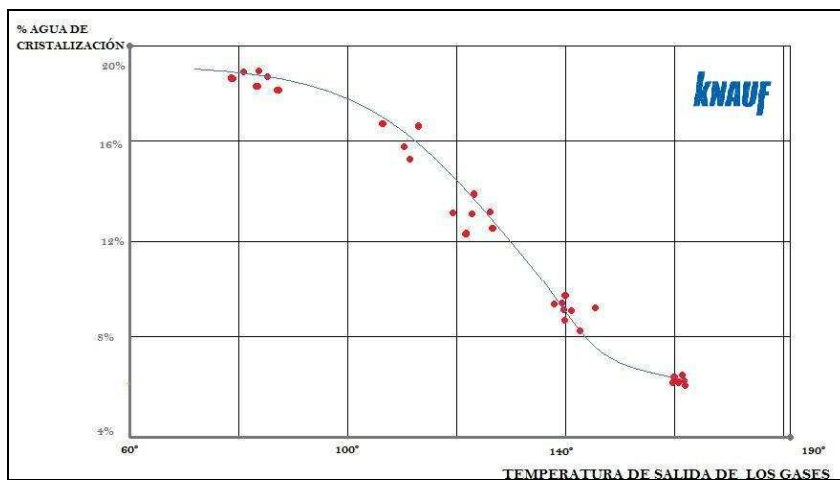
Pero principalmente y para la fabricación de placas de yeso laminado se tratan de hornos verticales de molienda y calcinación en tipo continuo. En este tipo de procesos el material se calcina y muele conjuntamente en unas cámaras de combustión de gas natural y mediante unos filtros y sistemas de aspiración se va captando el hemihidrato que posea una determinada granulometría.

A Molino vertical de rodillos de tipo continuo. Fuente: MPS Group

Y es precisamente en este momento del proceso de calcinación donde se incorpora al proceso el material ("yeso reciclado") proveniente de la planta de reciclaje.

Al añadir yeso reciclado al proceso de fabricación de placas de yeso laminado existen una serie de factores que se deben de tener en cuenta ya que pueden variar o modificar las características finales del producto.

Para definir como afecta la alimentación adicional del yeso reciclado se tiene en cuenta principalmente el grado de cristalización del yeso durante la fase de calcinación, el cual está relacionado con la temperatura de salida de los gases. Mediante el estudio de la temperatura de salida de los gases podemos definir como está afectando a nuestro sistema la incorporación de producto reciclado.



B Control de la obtención del hemihidrato mediante la temperatura de los gases de salida

Lógicamente existen numerosos parámetros que afectan la temperatura de proceso; la velocidad de calentamiento, la agitación o turbulencia de la masa, la inclusión de materiales “contaminantes” o no deseados, la regularidad en la entrada de material y fundamentalmente la granulometría del yeso empleado.

Y especialmente uno de estos factores se ve alterado por la incorporación de yeso reciclado: la granulometría.

El yeso proveniente de reciclaje es un yeso que anteriormente ha sido molido, calcinado y de nuevo molido. Esto provoca que se trate de un producto más molturado y como la conductividad térmica del yeso es muy baja, los granos de mayor tamaño se cuecen mucho más lentamente que los finos. Esto provoca que las diferencias de densidad de la piedra de yeso ejercen una mayor velocidad sobre la deshidratación cuando se trabaja con granos gruesos que cuando se realiza con granos finos.

CONTROL DEL PROCESO PARA EL RECICLAJE INTERNO

Durante el proceso y mediante modernos sistemas totalmente automatizados cualquier material, desechado o no conforme, es automáticamente liberado, apartado de la línea de producción y transferido paralelamente a la planta de reciclaje.

A través del ciclo o proceso de fabricación de las PYL se generan tres tipos de residuos:

1. *Producto No Conforme “Húmedo”*, detectado mediante los sistemas de control antes del secadero. Generalmente este tipo de material es el que se produce en la línea al modificar alguna de las características del producto. En este sentido Knauf GmbH dispone en su fábrica de Escúzar de la más moderna tecnología para realizar este tipo de cambios de una manera continua, sin paradas y totalmente automatizada. Pero ello no evita que exista una muy pequeña cantidad de material que durante este tipo de transiciones no llegue a alcanzar la calidad máxima requerida.

2. Producto No Conforme “Seco”, si se produce algún tipo de alteración durante alguno de los procesos las variables del sistema pueden llegar a modificar la calidad final del producto. Si este producto final no consigue alcanzar los estándares mínimos es apartado y reenviado a la planta de reciclaje. Al tratarse de una etapa posterior al proceso de secado la característica común de este tipo de producto es que se trata de un producto seco y por lo tanto su reacción a los procesos posteriores durante el reciclaje van a ser totalmente diferentes que el producto para reciclaje “húmedo”.
3. “Polvo de yeso” proveniente de los procesos de corte y cizallamiento de la placa donde se ajusta al tamaño y dimensiones especificado por cada cliente. Knauf GmbH ha diseñado sistemas especiales de cizalladura y corte que permiten minimizar la cantidad de polvo generado. El material de polvo de yeso es aspirado, filtrado y enviado automáticamente a la planta de reciclaje, donde se mezclará con los otros dos tipos de productos rechazados.

4 RECICLAJE DE PLACAS DE YESO LAMINADO. EXPERIENCIAS PREVIAS Y PROYECTO PILOTO

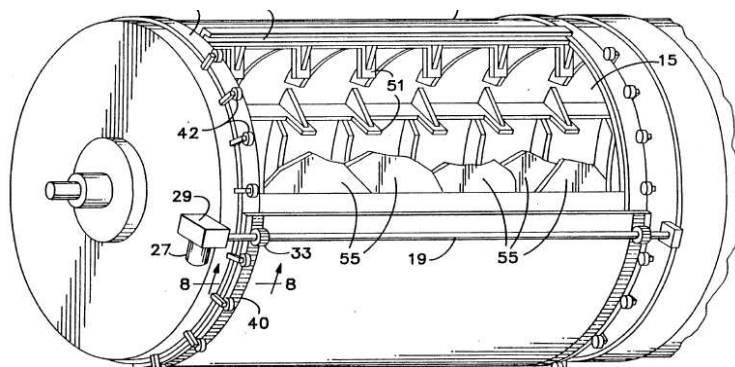
Prácticamente la mayoría de las placas de yeso están compuestas de una mezcla de yeso y aditivos envuelto en dos láminas de celulosa y cartón. Prácticamente el 91% de la placa es yeso, un 7% cartón y el resto son aditivos u otras sustancias inertes que acompañan al yeso desde su origen.

El reciclaje de placas de yeso laminado es algo bastante reciente en Europa, no siendo así en países como Canadá o EEUU donde la placa de yeso es un producto con historial y hegemónico en su uso como elemento constructivo en edificios de tipo residencial y oficinas. Según la “National Association of Home Builders” en EEUU se genera en la construcción de una vivienda familiar individual media americana (aprox. de superficie unos 185 m²) unos 5,5 kilogramos de residuo de placa de yeso laminado por metro cuadrado.

Desde los años 80 por ejemplo ya se vienen desarrollando en Canadá políticas de gestión para el reciclaje de placas de yeso laminado a través de diversos programas. Una de las empresas especialistas en el reciclaje de las placas de yeso laminado es la canadiense New West Gypsum Recycling desde donde se ha diseñado un programa para la construcción de centros de reciclaje que son capaces de tratar anualmente unas 250.000 toneladas de yeso, aproximadamente el yeso necesario con el que se podría producir casi treinta millones de metros cuadrados de placas de yeso laminado. Esta cifra, aunque supone tan solo un 6% de toda la cantidad de placa de yeso laminado que se vende anualmente en el mercado de la construcción en Canadá, es parte de un proyecto que consigue recuperar y valorizar un residuo para la fabricación de placas de yeso laminado, reduciendo costes económicos, medioambientales y evitando en su medida el consumo de recursos naturales.

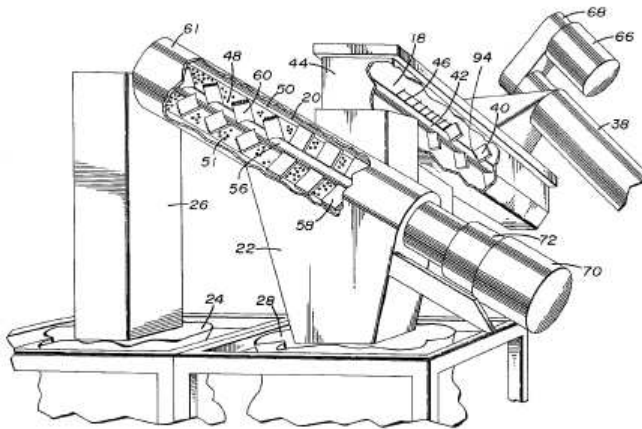
También en EEUU se vienen realizando numerosos esfuerzos en este sentido y especialmente por parte de las administraciones de los diferentes estados que son los que tienen la mayoría de las competencias en gestión de residuos y que exigen un reciclaje totalmente selectivo en las deconstrucciones.

Desde principios de los 80 se vienen registrando en este sentido numerosas patentes sobre distintos sistemas para el reciclado de las placas de yeso pero quizás el sistema que viene siendo más utilizado es el que se basa en un tromel con malla perforada circular y con circulación interna del producto.



C Esquema de la patente diseñada por John Knez. 1993.USA

Otras variantes al reciclado de la placa de yeso laminado es realizar el cribado en mallas horizontales y con sistemas auxiliares mediante sinfines con clasificación gravimétrica.



D Esquema de la patente diseñada por Daniel Tudahl y Gary Bush. Año 2000.USA

Actualmente existen en EEUU numerosas empresas dedicadas al reciclaje en exclusiva del yeso. Por ejemplo una de las empresas que mayor innovación tecnológica está desarrollando en este campo es "Andela Products", quién ya ha patentado un sistema automatizado y móvil para el reciclaje de PYL.



E Alimentador del sistema reciclaje para yeso de "Andela Products". Modelo AGBR-11

En Europa la penetración del mercado de la placa de yeso laminado en tabiquería supera en la mayoría de los países el 90%. Aunque no existen datos concretos de penetración para todos los estados miembros, se calcula que en Europa se construyen y recubren anualmente más de 1.300 millones de m² de superficie (tabiques, trasdosados, techos y suelos) lo que constituye aproximadamente poder cubrir una superficie como el doble del área que comprende el termino municipal de Madrid.

La creciente demanda de la placa de yeso laminado por sus excelentes cualidades para la construcción y rehabilitación, ofreciendo al consumidor mejores prestaciones a un menor coste e impacto medioambiental conllevó la necesidad de desarrollar especialmente en los países del norte de Europa; como Dinamarca, Suecia, Noruega, Holanda o Inglaterra, modelos de gestión específicos para este tipo de productos.

El grupo Knauf GmbH ha realizado en países como Alemania, Dinamarca o Reino Unido entre otros, diversos acuerdos con empresas especializadas únicamente en el reciclaje de las placas de yeso con el fin de utilizar yeso reciclado.

Una de las empresas con mayor desarrollo en Europa en este campo es la compañía danesa “Gypsum Recycling Group” que recicla anualmente más de un millón de toneladas de yeso procedente de residuos de placas de yeso laminado utilizadas en la construcción y con el que desarrollan proyectos las cinco principales empresas productoras a nivel mundial: USG, Knauf GmbH, Saint Gobain y Lafarge, National Gypsum.

Experiencias previas de Knauf GmbH en España

Para reciclar las placas de yeso laminado rechazadas durante el proceso de fabricación y con el fin de obtener datos sobre el comportamiento de la placa de yeso laminado durante el proceso de reciclaje y separación de sus componentes (yeso y cartón) Knauf GmbH planteó diversas pruebas piloto en las que se contemplaban los distintos comportamientos del producto al pasar a través de un sistema de molienda y cribado con tromel de parrilla y criba circular móvil.

Para este proyecto se utilizó dos de los tres tipos de materiales que se originan como residuo durante el proceso de fabricación de PYL: producto no conforme “húmedo” y producto no conforme “seco”.

Una de las principales investigaciones a llevar a cabo en este sentido era ver las diferencias de comportamiento de los productos en función de su humedad y como esto podía afectar al proceso, especialmente a su cribado y posterior separación del yeso y cartón.

El proceso resulta en sí mismo sencillo: tras una trituración previa se realizaba el cribado del material se realiza mediante la parrilla que se encuentra girando continuamente y que deja pasar a través de su malla los materiales más finos. Por la cola del tromel sale el material no cribado y que se descarga a través de la cinta longitudinal. En este caso el cribado se realizó a diez milímetros.



F Tromel de cribado con la mezcla de materiales

Este tipo de tromeles giran a unas 18 rpm lo que en este caso suponía un inconveniente ya que al girar a tan poca velocidad el material no le da tiempo a subir con el giro y provocar con una mayor caída (efecto cascada), con un mayor impacto y consecuentemente una mejor fracturación.

En la primera prueba se trabajó con placa de rechazo húmeda, que sale de la cinta de fábrica justo antes de la entrada a calcinación. Esta placa pasa por un desmenuzador situado al final de esta misma cinta triturando la placa en trozos de tamaño muy variable y logrando una primera separación del yeso y cartón. En este sentido se pudo observar por los resultados obtenidos que una cierta humedad beneficiaba el proceso de separación ya que permitía que el yeso y el cartón se clasificaran mejor.



G Material de rechazo húmedo



H Material de rechazo seco

En una segunda etapa se trabajó con placa de rechazo seca. Estas placas no pasan, como en el caso anterior, por un desmenuzador con lo que la placa apenas se fragmenta durante su manipulación en tamaños que pueden rondar los 30, 40 o incluso 80cm de largo.



I Obtención del yeso reciclado

Los resultados obtenidos nos permitieron trabajar y seguir desarrollando y diseñando un sistema óptimo para reciclar placas de yeso laminado consiguiendo una separación lo más eficiente posible entre el yeso y el cartón.

Los resultados obtenidos reflejaban la recuperación de más del 50% de material, aún cuando en una primera etapa no se realizaba ningún tipo de molienda adicional y el material se procesaba en cribado tal como se

recepionaba, y el ahorro por tonelada es aún así considerable debido al elevado gasto que supone la carga y transporte a vertedero de las placas de rechazo.

El rendimiento del proceso se debía por lo tanto incrementar desde un punto de vista técnico siendo básicamente un proceso previo de molienda en el que permitiría obtener una mejor clasificación. La luz de malla se configuró en un primer momento en 10mm. Pruebas posteriormente realizadas en laboratorio para materiales previamente triturados permitían obtener resultado plenamente satisfactorio para luces de malla por debajo de los 5mm. Con las pruebas realizadas con la malla de cribado a una luz de 10mm, el contenido del cartón que se había incorporado dentro de la fracción de yeso reciclado era ligeramente superior al 1,3%. El objetivo de reducirlo por debajo de 0,3% se conseguiría posteriormente en las pruebas de laboratorio bajando la luz de malla.

5 NUEVO CICLO CERRADO INTERNO DE RECICLAJE PARA LAS PLACAS DE YESO LAMINADO EN KNAUF GmbH

Con las experiencias previas obtenidas de las distintas pruebas realizadas en España y en Europa por parte de Knauf GmbH y bajo la coordinación y dirección de los departamentos de I+D+I de los centros de Madrid e Iphofen (Alemania) se diseñó, planificó y llevó a cabo una de las más modernas y tecnológicamente más desarrolladas plantas de reciclaje para el tratamiento y valorización de las placas de yeso laminado.

La fábrica de KNAUF Escúzar está situada en los alrededores de Granada, a 30 Km. de la ciudad. Tiene de fondo a Sierra Nevada y un entorno rural, representado por campos de olivos entre los que la imagen de la fábrica se ha incorporado mostrando un gran respeto a su entorno.

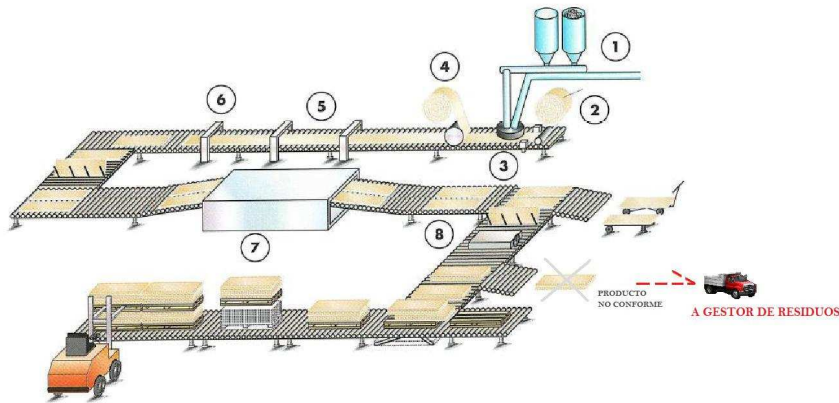
KNAUF inició los trabajos de su nueva fábrica en Escúzar en Enero del año 2005 y dio por finalizada su primera fase de obra en Diciembre de 2007. En marzo del 2008 se encontraba en el mercado su primera producción.

Con una capacidad de producción de 50.000.000 de m² al año y una velocidad de producción de 100m/minuto KNAUF Escúzar es sin duda la fábrica de placas de yeso laminado más moderna de España. Está construida en una superficie total de 172.000 m². Además de la fábrica de placas de yeso laminado y de la nueva planta de reciclaje, dentro de sus instalaciones cuenta con una fábrica de perfiles y una fábrica de productos en polvo ensacado.



J Vista general de la planta de reciclaje de la fábrica de Knauf GmbH en Escúzar (Granada)

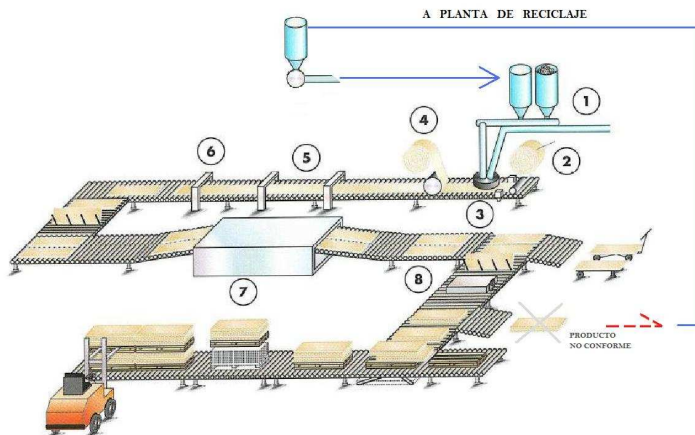
Con la construcción de la nueva planta de reciclaje se reconfigura el esquema productivo de la planta para convertirse, de un esquema lineal abierto mediante una gestión externa de residuos de PYL, a un sistema cíclico con gestión autónoma y automática de reciclaje de PYL.



K Esquema del proceso antiguo (lineal abierto).

- 1.- Yeso, agua y aditivos
- 3.- Mezcladora
- 5.- Láser e impresión en placa
- 7.- Secadero

- 2.- Cartón (anterior)
- 4.- Cartón (posterior)
- 6.- Cizalla
- 8.- Sierra



L Esquema del nuevo proceso (Cíclico).

Tal como comentábamos anteriormente la planta de reciclaje se alimenta de tres tipos de materiales en función de su origen:

1. Polvo de yeso
2. Material no conforme "húmedo"

3. *Material no conforme "seco"*

Los tres tipos de material se receptionan en el hangar o almacén de materia prima de la planta de reciclaje.



M Detalle del material de "polvo de yeso"



N Detalle del material de reciclaje "húmedo"



O Detalle del material de reciclaje "seco".

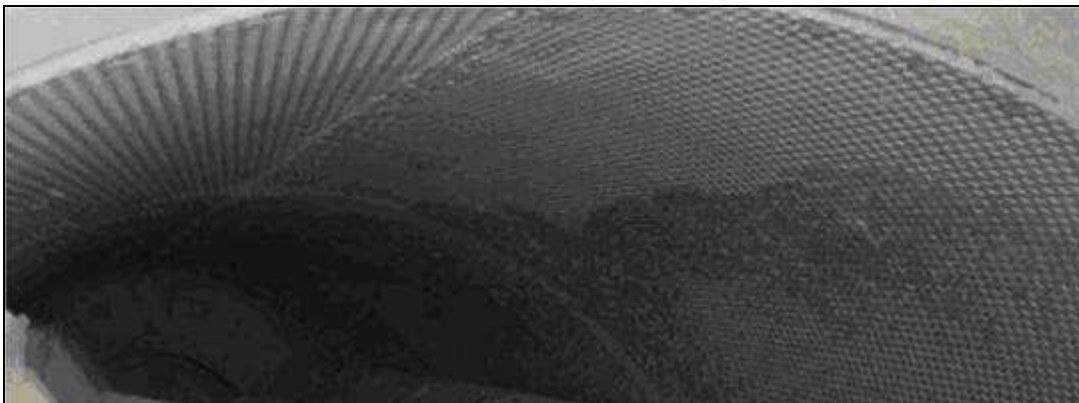
La planta se va alimentando de los tres tipos de material produciéndose una mezcla homogénea en cada operación que es capaz de reducir las pequeñas variaciones en el proceso que se producirían bajo la influencia si hubiera predominancia de alguno uno de los tipos de material.



P Tolva de recepción y trituración en sinfín.

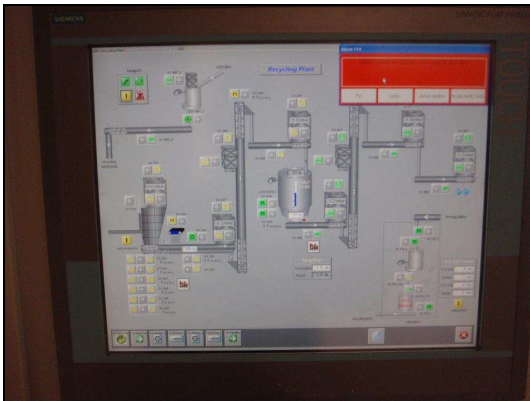
El material depositado en la tolva de recepción es posteriormente conducido a través de sinfines, elevadores y cintas transportadores hasta un sistema de molienda y cribado circular rotatorio.

Posteriormente aún pasan un segundo proceso de cribado que permite eliminar el yeso aún retenido en las finas partículas de cartón.



Q Detalle del tromel secundario de cribado

Durante el proceso y a través de un sistema de aspiración y filtrado totalmente automatizado se consigue la separación del yeso y el cartón.



R Control y seguimiento automatizado del proceso operativo

Finalmente el yeso reciclado es conducido de nuevo a la entrada de calcinación donde entra a formar parte de nuevo del proceso para la fabricación de PYL.

El cartón es enviado a un sistema de prensado automatizado y en procesamiento continuo del que se obtiene briquetas de cartón listas para ser utilizadas de nuevo en el proceso.



S Formación de briquetas de cartón listas para su utilización

A pesar de todo lo explicado en este documento no se debe de olvidar que el principio básico de la sostenibilidad es que aquella energía que se gestiona de una manera más limpia, más eficaz y más sostenible es la que nunca se llega a consumir.

Y sin embargo todos los beneficios de la nueva planta de reciclaje; reutilización de residuos, la eficiencia energética, la eliminación de procesos externos de reciclajes no selectivos, el ahorro en transporte y mano de obra y la posibilidad de limitar el consumo de los recursos naturales son los valores que justifican y valoran el compromiso continuo de la empresa Knauf GmbH con un desarrollo totalmente sostenible.

*Sergio Fernández Casado
MBA & Ingeniero Superior de Minas
Octubre de 2010*