



# Formación de papel con tecnología de espumas

[Maria Soledad Peresin](#)

***Auburn University, USA***

Elina Pääkkönen, Tiina Pöhler, Petri Jetsu, Erkki Hellen and Harri Kiiskinen

***VTT Technical Research Centre of Finland***

# VTT - Centro de Investigación Técnica de Finlandia S.A.



75 years' experience in supporting our clients' growth with top-level research and science-based results.

Learn more:  
[www.vttresearch.com](http://www.vttresearch.com),  
 #vttpeople, @VTTFinland

- Lider en el ramo de la investigación y de tecnología en los Países Nórdicos.
- Servicios de pericia a nuestros clientes, socios de cooperación, sectores públicos y provados, en Finlandia y en el extranjero.



\* Loikkanen, T. et al. Roles, effectiveness, and impact of VTT. Towards broad-based impact monitoring of a research and technology organisation. 2013. VTT, Espoo. VTT Technology 113. 106 p. + app. 5 p.



Net turnover and other operating income  
 269 M€ (VTT Group 2016)



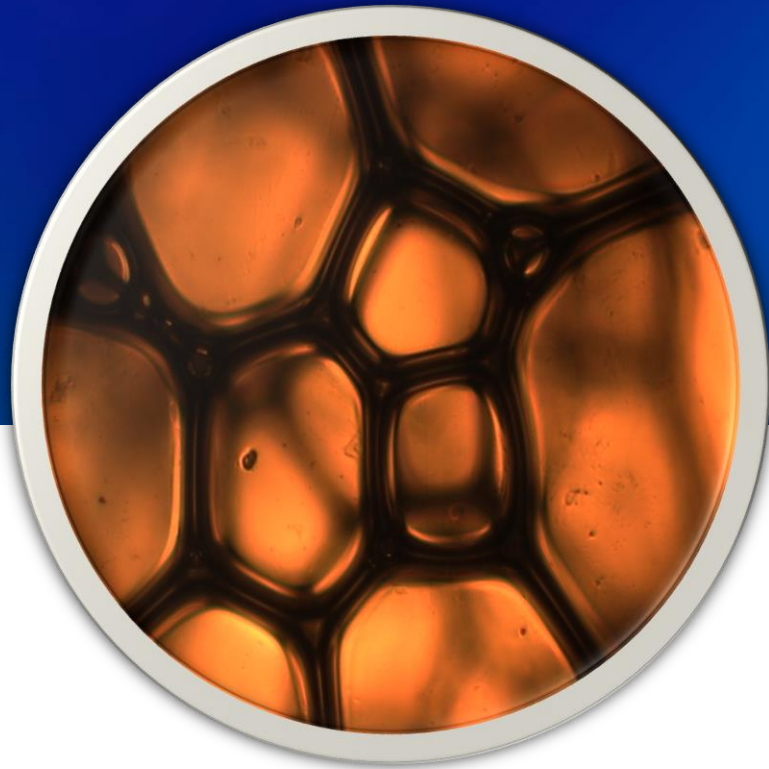
Unique research and testing infrastructure



Personnel 2,414  
 (VTT Group 2016)



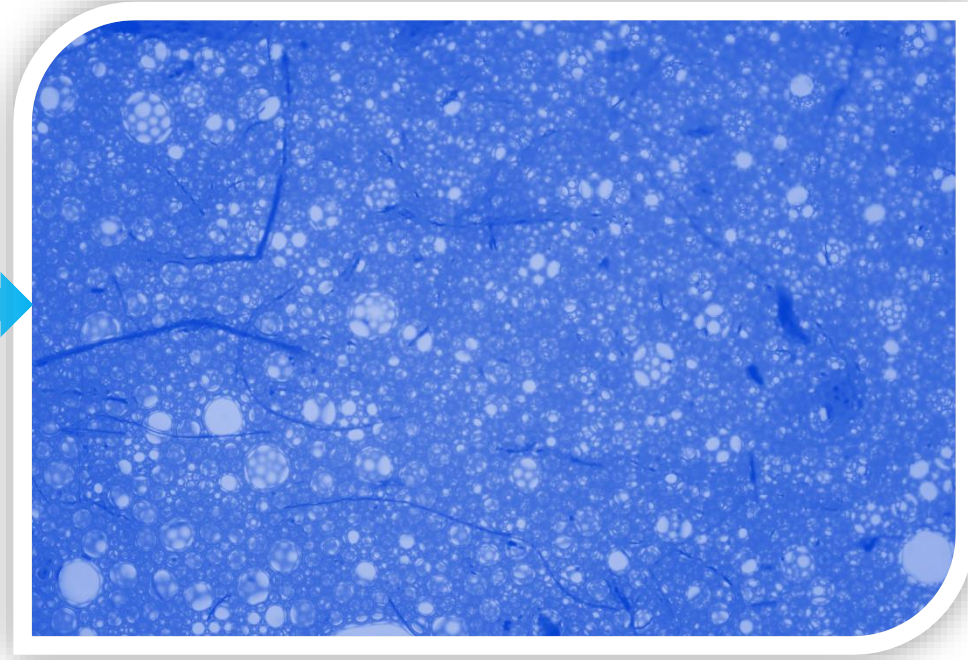
Wide national and international  
 cooperation network



# Introducción a formación de papel con espumas

## Formación con espumas en resumen:

- Fibras y otros aditivos son mezclados con espuma en lugar de agua
- Espuma: agua + agente espumante + aire (30-70%)
- Burbujas de aire previenen la floculación de las fibras en la caja formadora
- Importante: “adecuado tipo” de espuma!



# Beneficios de la formación con espumas

(Desde 2008...)



## Excelente uniformidad

- Mejoras en la calidad
- Utilización de fibras largas
- Menor requerimiento de energía para refinado
- Mejoras en formabilidad térmica

## Baja densidad – alto volumen

- Ahorro en fibras cuando se utilizan agentes de refuerzos/cargas

## Mejoras en drenaje

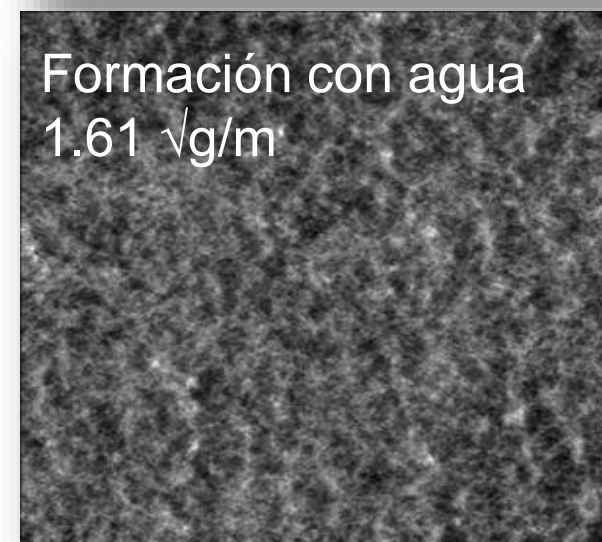
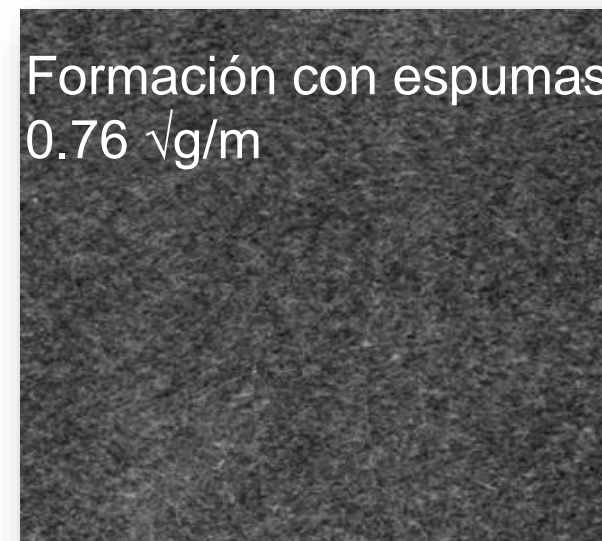
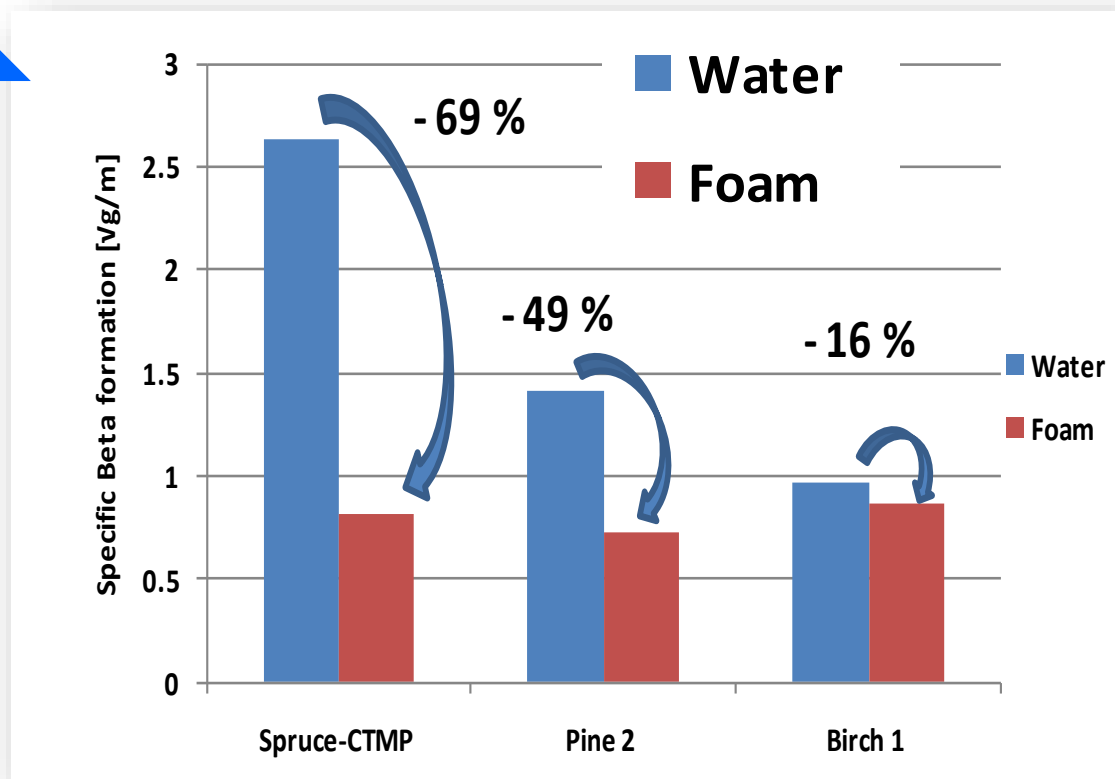
- Ahorros en energía de secado
- Mayores volúmenes debido a menor requerimiento de prensado en húmedo

## Combinaciones avanzadas de materiales

- Desde nanofibras a fibras largas
- Productos con propiedades únicas

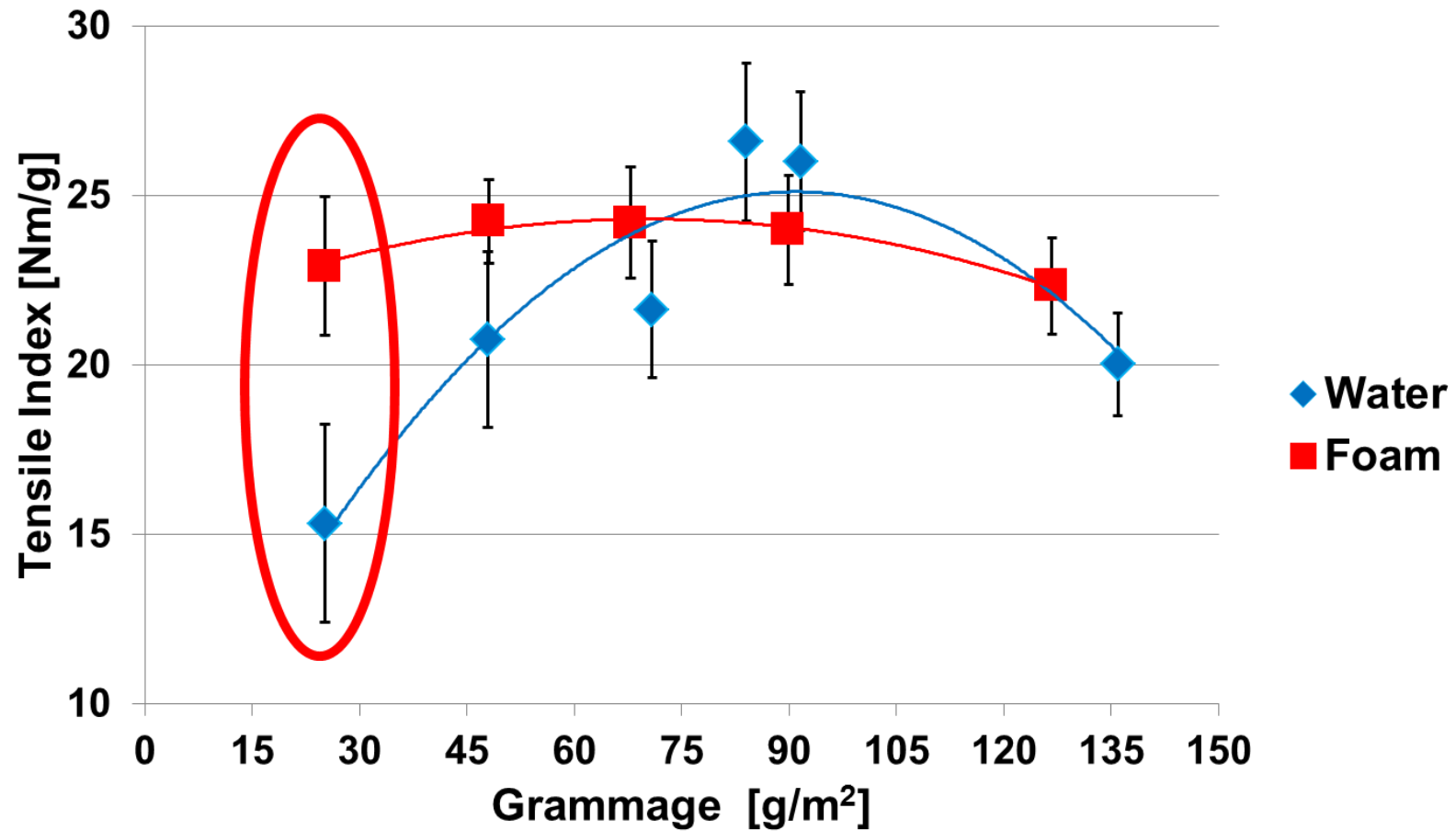
# Superior FORMACIÓN independientemente de la longitud de fibra utilizada

Irregularidades



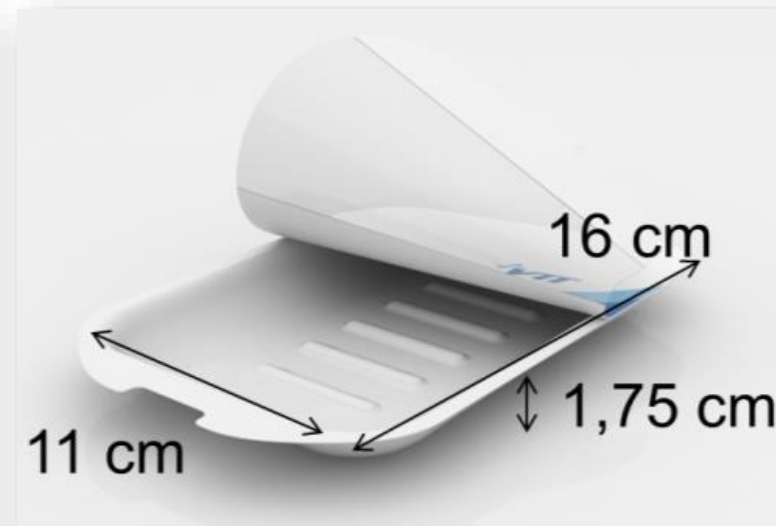
**Beneficios: resistencia, moldeabilidad y mayor consistencia de formación**

# RESISTENCIA a la TENSIÓN a bajos gramajes – Tissue paper



## UNIFORMIDAD: permite empaques moldeables

**Materiales termoformables a partir de fibras:  
gran potencial para reemplazar plásticos  
sintéticos en artículos de empaques**

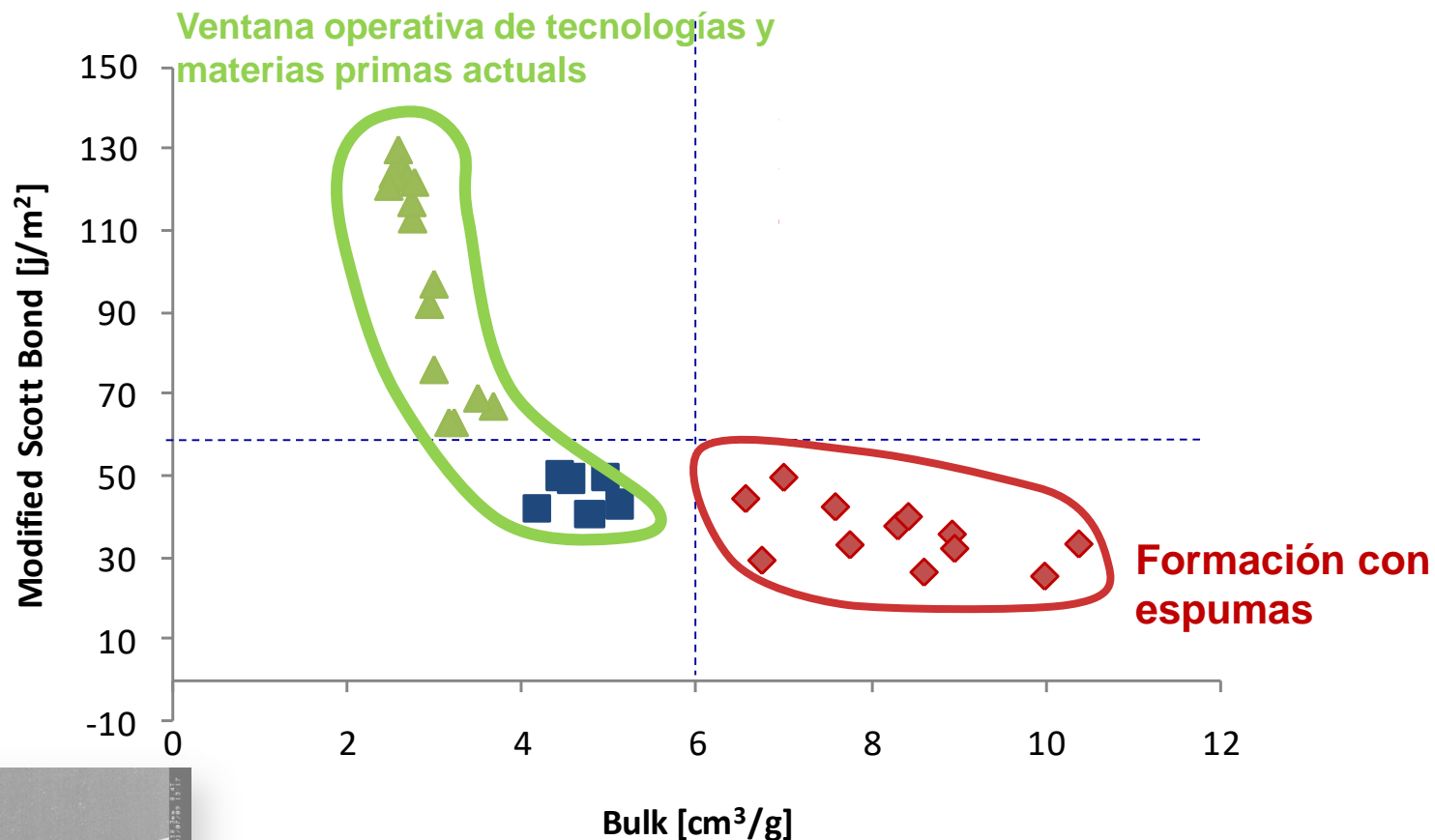




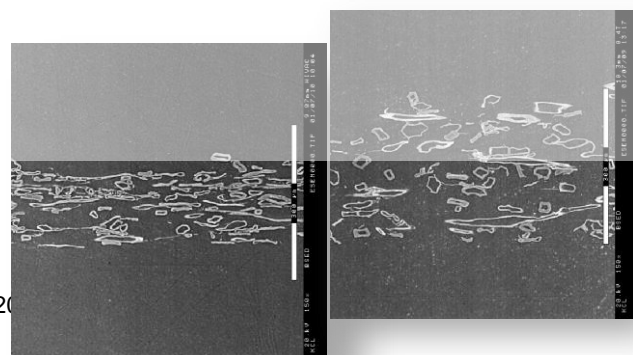
# Significativo AHORRO de MATERIA PRIMA

## Ejemplo: cartones

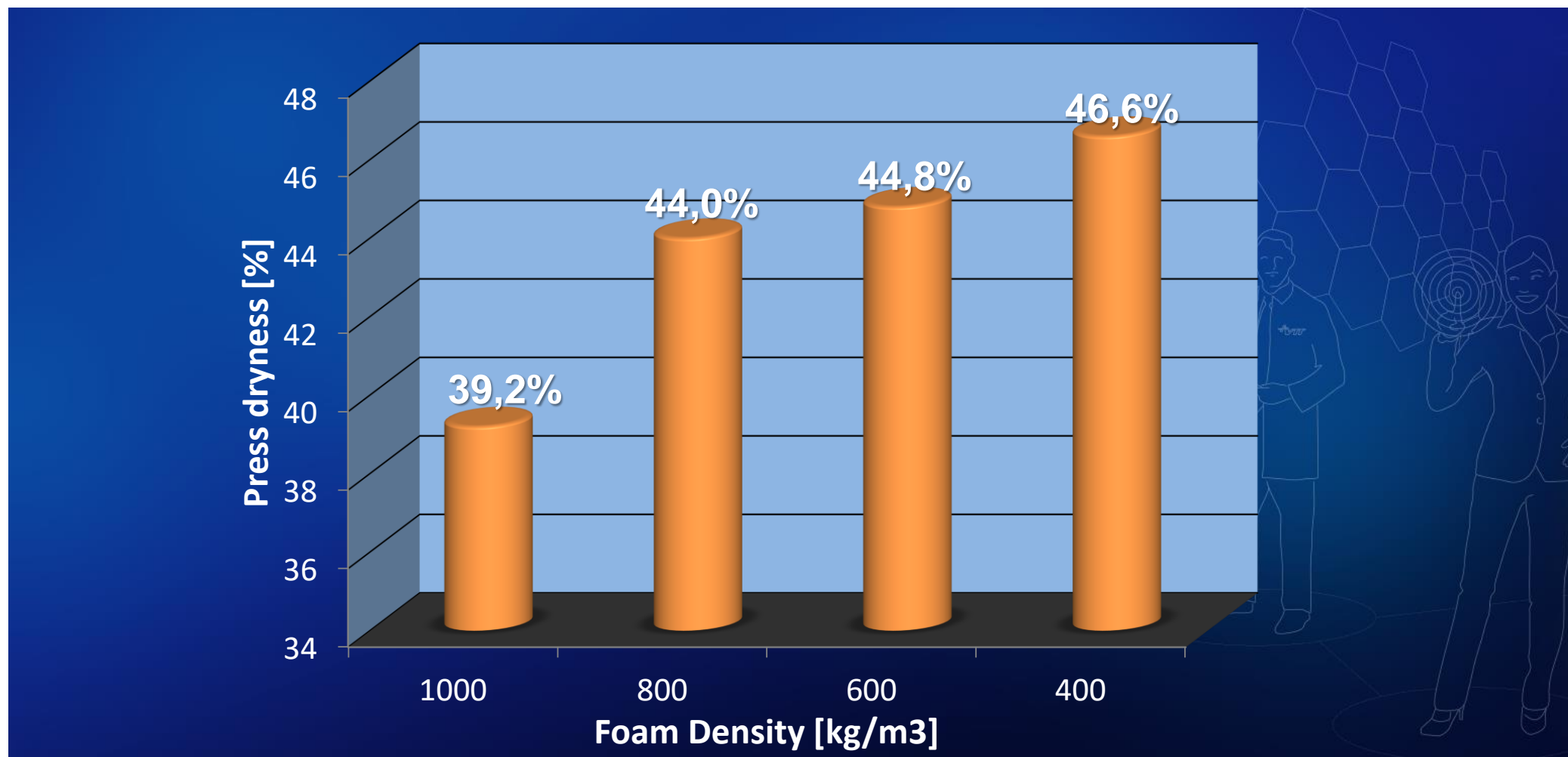
Hojas formadas con espumas son **54% más livianas** que las formadas con agua



Beneficio: combinación de espumas y agentes de refuerzo (microfibrillas de celulosa)

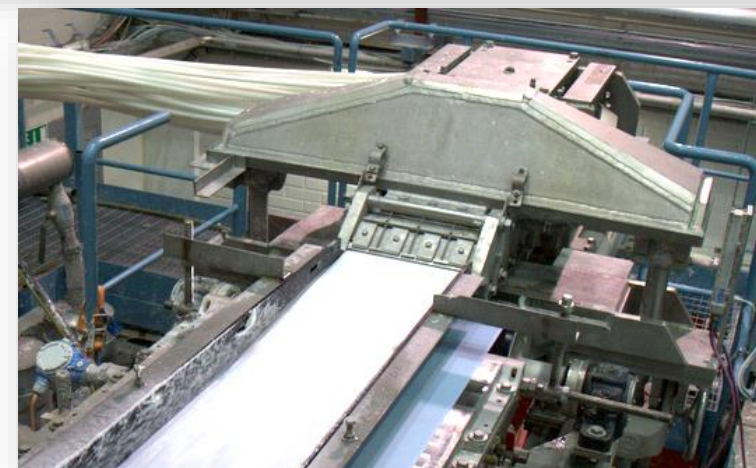
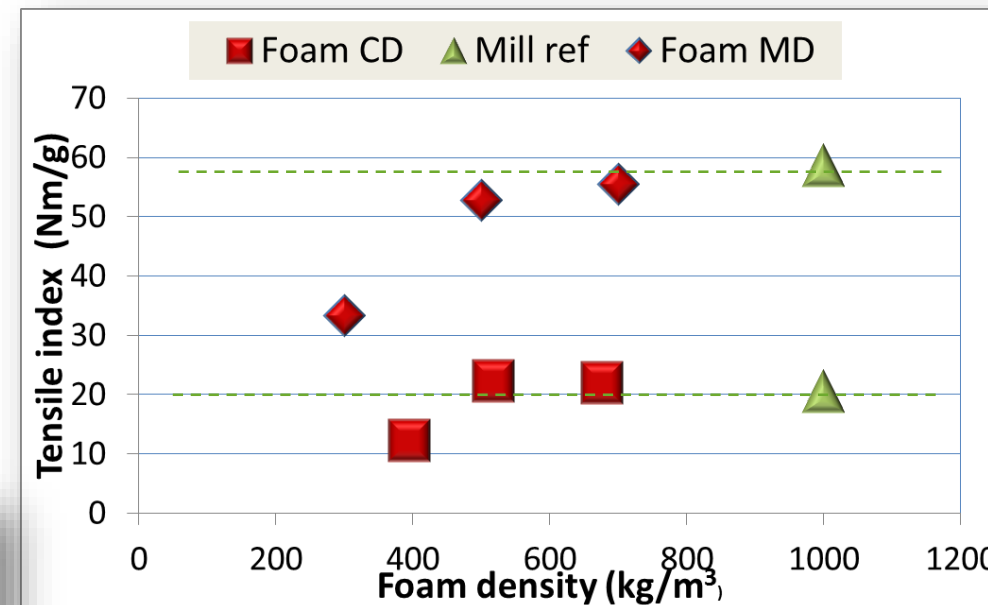
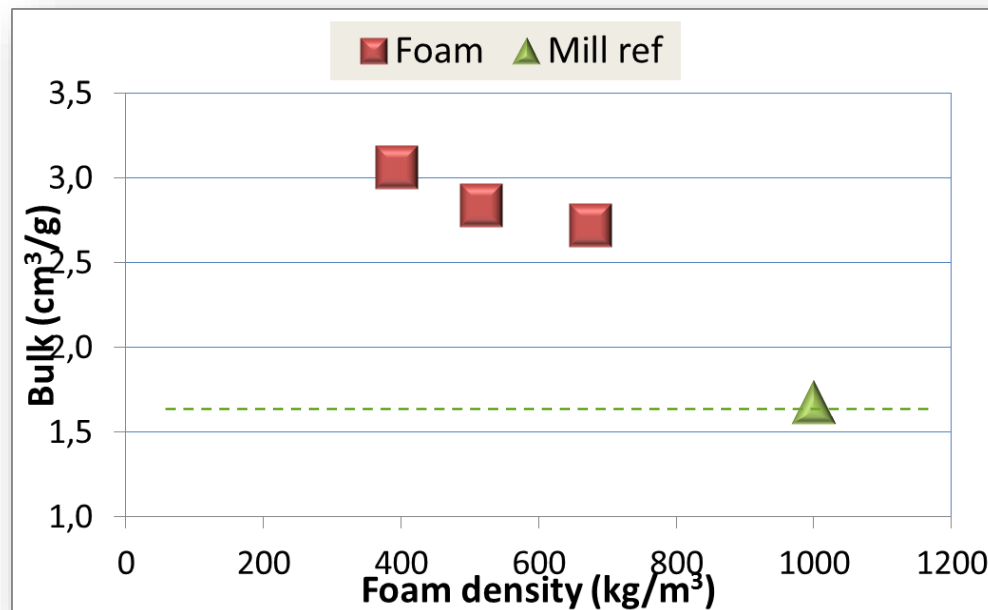


# Mejoras en drenaje – Escala piloto



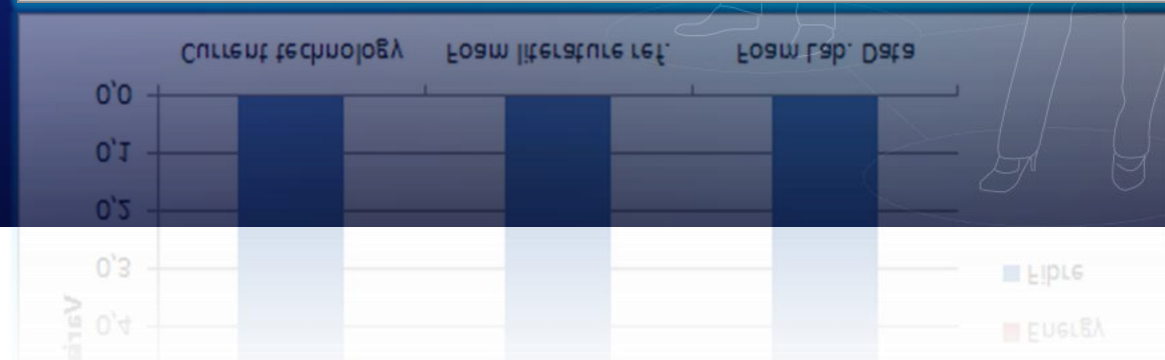
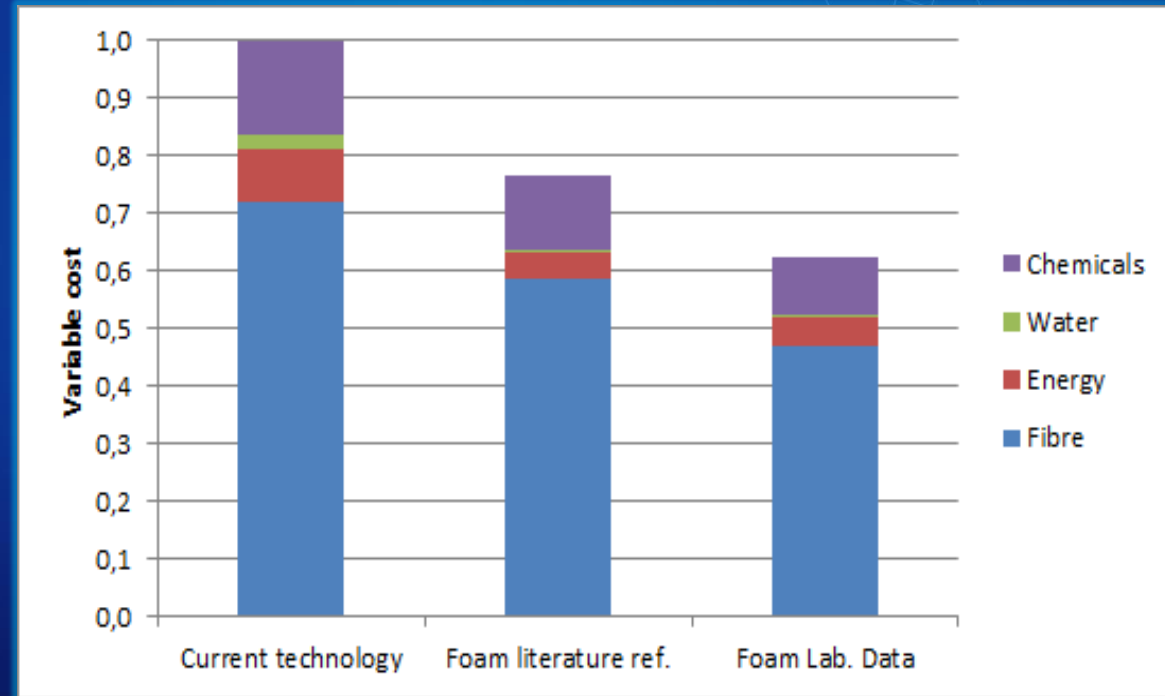
# RESISTENCIA a bajos gramajes – Escala piloto

- Demostración con mezcla convencional en planta
- Gramaje: 40 g/m<sup>2</sup>



# Salto cuali/quantitativo en EFICIENCIA de RECURSOS

- **Significativo ahorro de recursos**
  - Ahorro de material prima (>aire)
  - Menor consumo energético (menos energía de secado por bajo gramaje y mas fácil drenado)
  - Menores gastos en químicos y aditivos por el menor gramaje y las mejoras en retención
- **Sustentabilidad**
  - Hasta 40% menos huellas de emisiones de carbon y agua





# Escalado de laboratorio a piloto

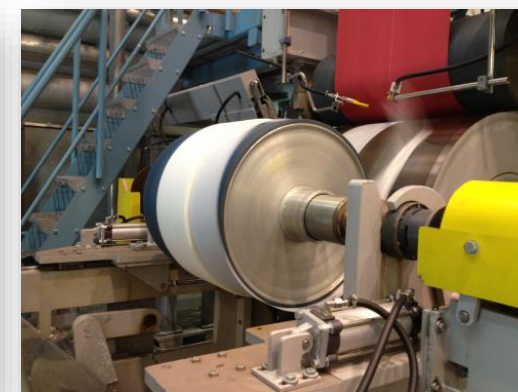
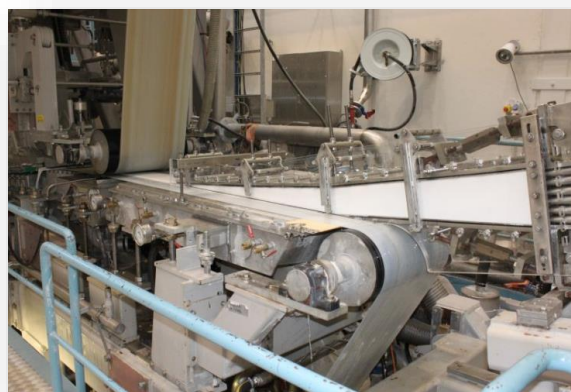
Webinar timeline:

PILOTING

# Infraestructura SUORA

**SUORA ofrece una excelente infraestructura y personal capacitado para el desarrollo de testeo y escalado de nuevas tecnologías, materiales de partida, químicos y conceptos de procesos.**

- Infraestructura flexible para investigación sobre el procesos de manufactura de papel y desarrollo de nuevos productos
- Mas de 600 medidas del proceso on-line
- **Unica planta de formación con espumas a escala piloto** con velocidades de hasta 1000 m/min
- Operacional con cantidades pequeñas de material (<50 kg secos)



# Especificaciones de la infraestructura SUORA



## Especificaciones técnicas:

- Ancho 300 mm
- Velocidad de diseño 2000 m/min
- Velocidad de testeo <1000 m/min
- Varias opciones de configuración
  - Gap former
  - Hybrid former
  - Fourdrinier
  - Built 2001
- Prensa nip extendida (350 mm nip)
  - Built 2007
- Plataforma de automatización Metso DNA
- Proceso de diagnóstico Savcor Wedge
- Secado off-line



# Socios para el escalado



storaenso



European Union

European Regional Development Fund



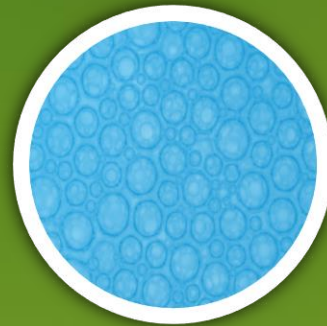


# Materiales sustentables a partir de combinaciones novedosas de materias primas

**F  
U  
T  
U  
R  
O**



**Fibras naturales**



**Espumas**



**Nanomateriales**



**Materiales ultra livianos**



**Fibras regeneradas**



**Fibras sintéticas**



**Químicos funcionales**

# Valor agregado para no-tejidos

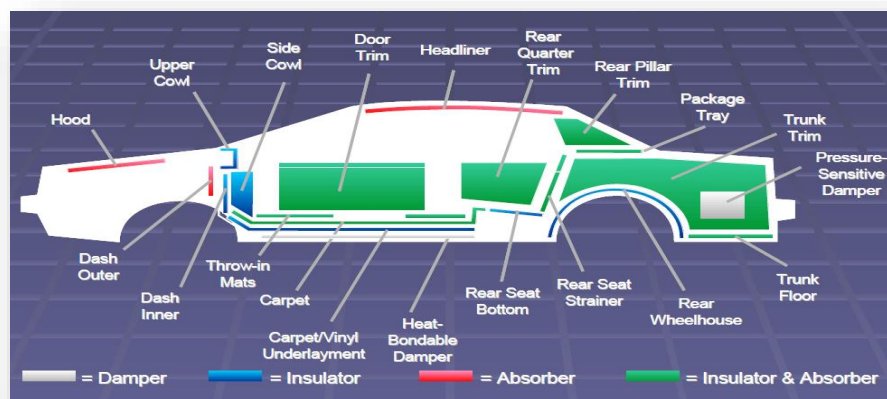
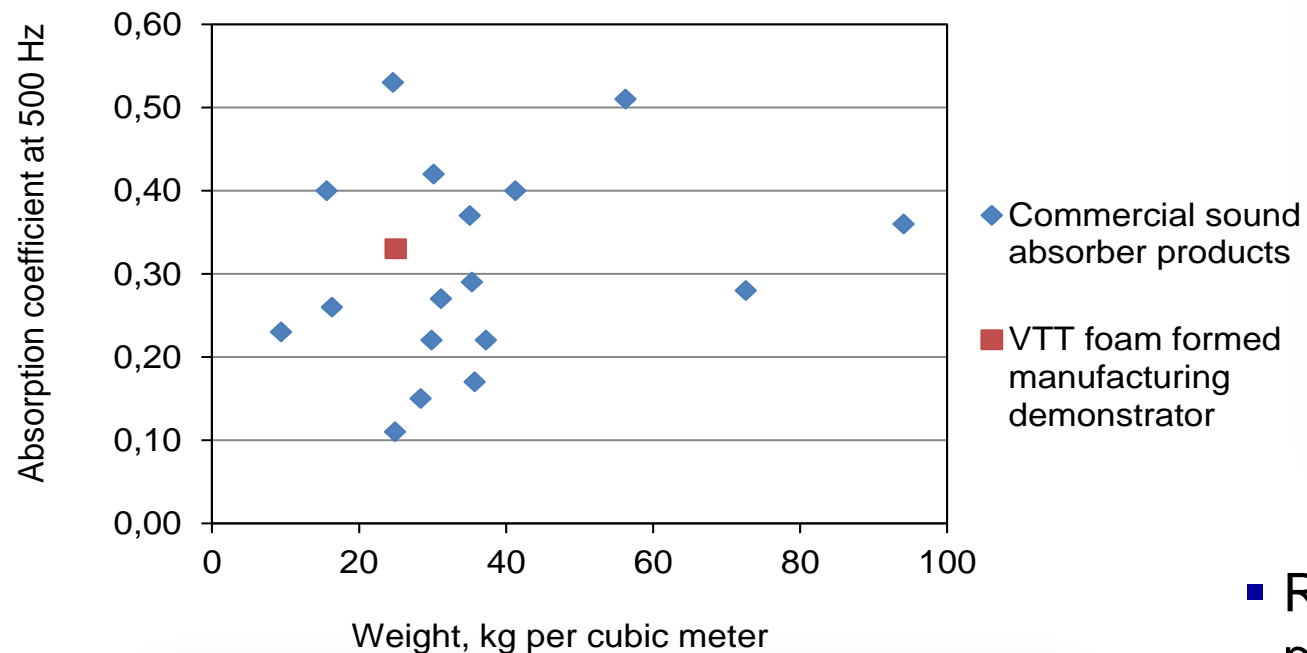


- Sustentabilidad: incorporación de fibras naturales
- Excelente formación



- Eficiencia de producción
  - Altas velocidades
  - Altas consistencias

# Materiales para aislamiento acústico



- Resultados prometedores para frecuencias menores a 500 Hz
  - 0.3 espumas VTT's
  - 0.1-0.6 productos comerciales
- Sin optimización estructural

# Comentarios finales

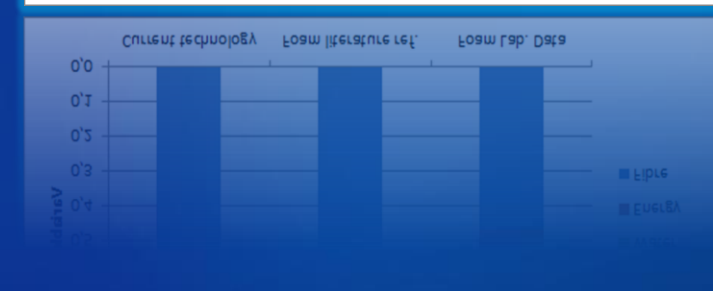
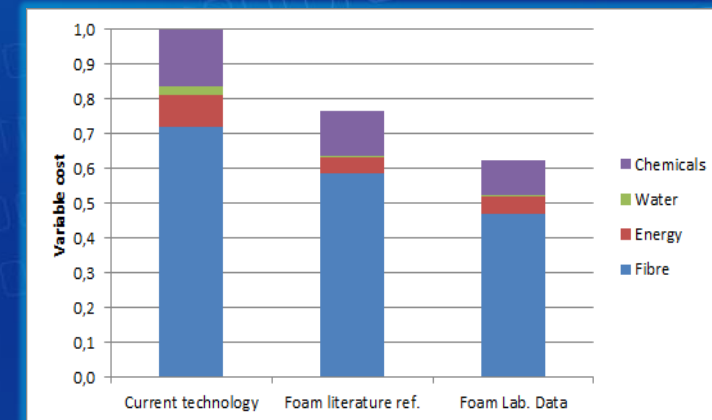
- Varios beneficios de formación con espumas en producción de papeles y cartones
  - Excelente formación
  - Baja densidad (alto volumen)
  - Mejoras en drenaje
  - Combinaciones avanzadas de materias primas
- Rápida adaptación a escala piloto
  - Planeamiento comenzó 01/2012; start-up 10/2012
  - Reels 03/2013; 900m/min 02/2014
- Adecuada para infraestructuras existentes
  - Corridas con agua y con espuma utilizan la misma caja de entrada
- Tecnología versátil que expande el uso de fibras naturales a varias aplicaciones novedosas



# Perspectivas

- Próxima generación de plataforma de manufactura para productos a partir de fibras
  - Productos de baja densidad y ahorros energéticos
  - Diferenciación de productos -> propiedades únicas
  - Explotación de combinaciones sostenibles de materias primas
  - Remodelación de líneas de manufactura existentes con bajos costos de inversión
- Mejoras competitivas para productos actuales
- Diferenciación de los competidores: rápida adaptación a las necesidades de futuros mercados
- Soluciones sostenibles tanto para grandes compañías como para PyMES

## Tecnología utilizada industrialmente hoy (no-tejidos)





# Nanocelulosas y su utilización en mejoramiento de propiedades de papel

[Maria Soledad Peresin](#)

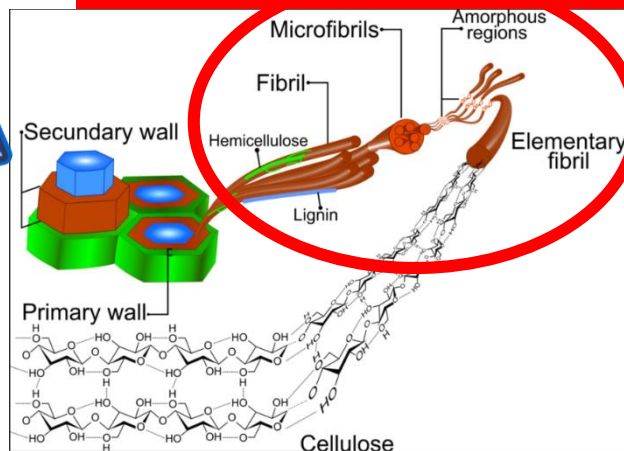
***Auburn University, USA***

Panu Lahtinen, Jani Lehmonen, Heli Kangas, Katariina Torvinen, Sari Liukkonen, Asko Sneck, Tekla Tammelin and Jaakko Pere  
***VTT Technical Research Centre of Finland,***

# INTRODUCCIÓN a NANOCELULOSAS



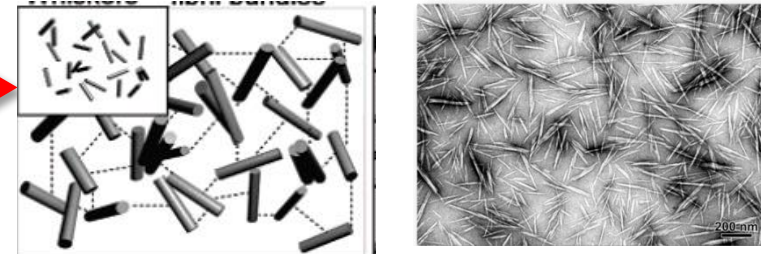
**Deconstrucción  
de fibras**



John Rojas, et al DOI: 10.5772/61334

## Nanocristales de cellulose (CNC)

Hidrólisis  
ácida

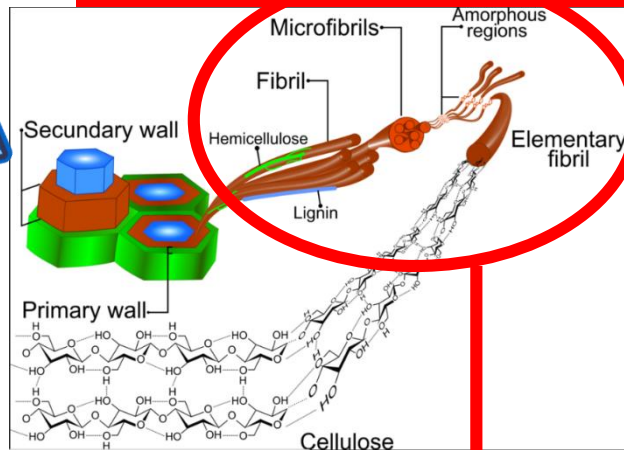


Peresin et al. *Biomacromolecules* (2010) 11, p. 674  
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules* (2007) 8 p.1934

# INTRODUCCIÓN a NANOCELULOSAS



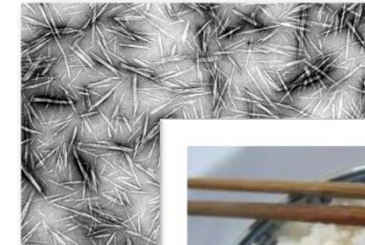
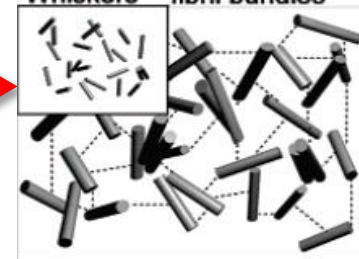
## Deconstrucción de fibras



John Rojas, et al DOI: 10.5772/61334

## Nanocristales de celulosa (CNC)

Hidrólisis ácida

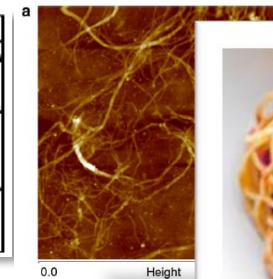
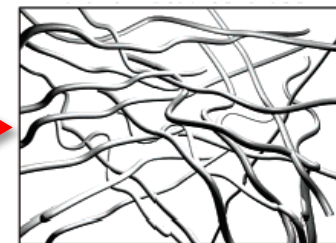


Peresin et al. *Biomacromolecules*  
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules*



## Nano/microfibrillas de celulosa (CNF/MCF)

(Pre-tratamiento enzimático/químico)  
Tratamientos mecánicos



Pitkänen et al. *Cellulose* (2014) 21 (6)  
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules* (2007) 8 p. 100-105

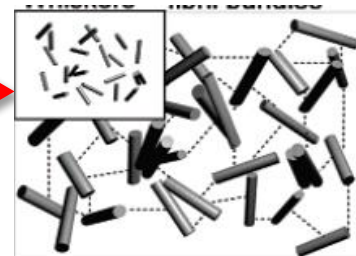


# INTRODUCCIÓN a NANOCELULOSAS

- Procesos químicos, hidrólisis ácida
- “Ladrillos” cortos
- Alta cristalinidad
- Posible auto-ensamblado
- Reología definida

## Nanocristales de celulose (CNC)

Hidrólisis  
ácida →



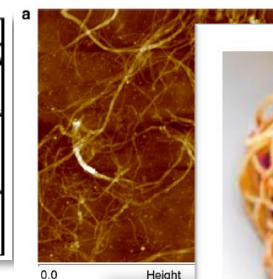
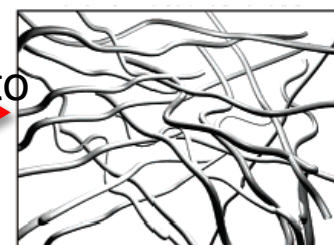
Peresin et al. *Biomacromolecules*  
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules*



- Procesos mecánicos (o químico-mecánicos)
- Fibrillas largas
- Ambas regiones: cristalinas y amorfas
- Auto-ensamblado
- Pseudoplástico – comportamiento reológico varía según el proceso de manufactura

## Nano/microfibrillas de celulosa (CNF/MCF)

Pre-tratamiento  
enzimático/  
químico) →  
Tratamientos  
mecánicos



Pitkänen et al. *Cellulose* (2014) 21 (6)  
Adaptado de Pakko et al. *Biomacromolecules* (2007) 8 (1)



# Potencial en aplicaciones y mercados claves

Mercado	Tamaño (k ton)	Loading, %	Penetración en el mercado, %	Demanda (k ton)	TCCA estimada, %
Papeles y cartones	400,000	5	5-10	<b>1000-2000</b>	6
Excipientes	<b>4,600-550,000</b>	2-10	2,5-6	<b>2-3300</b>	4-5
Empaques: materiales compuestos	16,000	5	5-10	40-80	4-5
Films para empaques: altas propiedades de barrera	1,600	50	3-10	24-80	5
Pinturas y recubrimientos	40-44,000	2	3-6	26-53	4
Textiles sintéticos	50-56,000	2	2-5	20-56	4
Textiles naturales	35,000	2	2-5	14-35	4
Combustibles (Oil&Gas)	17,500	1	5	9	
Materiales compuestos de fibras naturales	5,500	2	3-7	3-8	<b>10-12</b>
No-tejidos	7,000	2	5	7	
Adhesivos	4,000	2	5	4	
Cementos	15-16,000	0,5-1	2-5	1,5-8	7-8
Recubrimientos funcionales y para barrera (en papeles y cartones)	2,000	2	3-6	1-2	4-5

Fuentes: RISI, NANOCELLULOSE: Technology, Applications and Markets (2014); Future Markets, The Global Market for Nanocellulose, March 2015; September 2016

# Nanomateriales celulósicos – Estado de la producción



# Productos existentes en el mercado

Nippon Paper  
 Asahi Kasei  
 Imerys  
 Oji Holdings  
 Borregaard  
 JeNaCell  
 Mitsubishi Pencil  
 UPM  
 Stora Enso & Elopak  
 American Process Inc.



Fuente: SE web-site



Fuente: Uni-ball web-site

Medicina  
 Terapéutica  
 Pañales  
 Cosméticos  
 No-tejidos  
 Pinturas  
 Alimentos  
 Tinta de lápizceras  
 (gel rollerball)  
 Medios de cultivo  
 Empaques

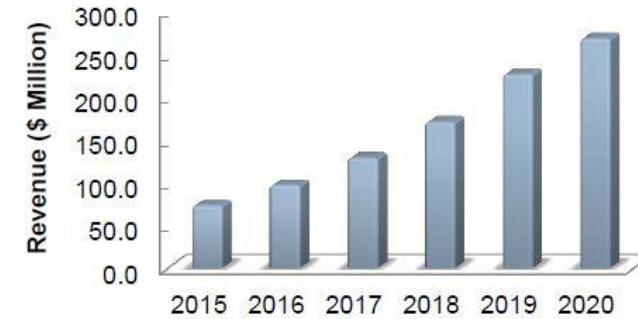


Fuente: Google

# Mercados para nanocelulosos

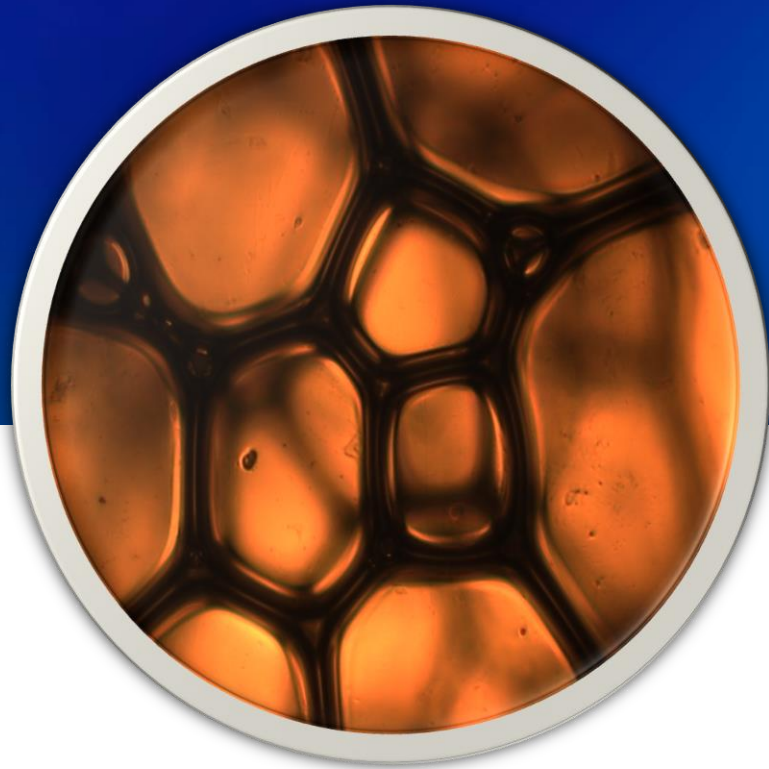
- Según Frost & Sullivan, el Mercado de nanocelulosos ha generado ingresos alrededor de
  - **\$73 M in 2015**
  - Con expectativas de alcanzar **\$268 M in 2020**, con TCCA de **29.7%**

NC Market: Revenue Forecast, Global, 2015-2020



Fuente: Frost & Sullivan. Emerging Applications of nanocellulose technology (TechVision). D6DF-TV. May 2016.

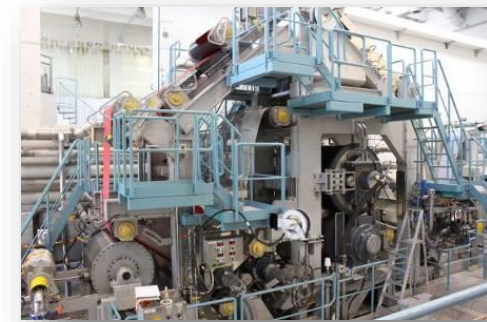




# Ejemplos de resultados

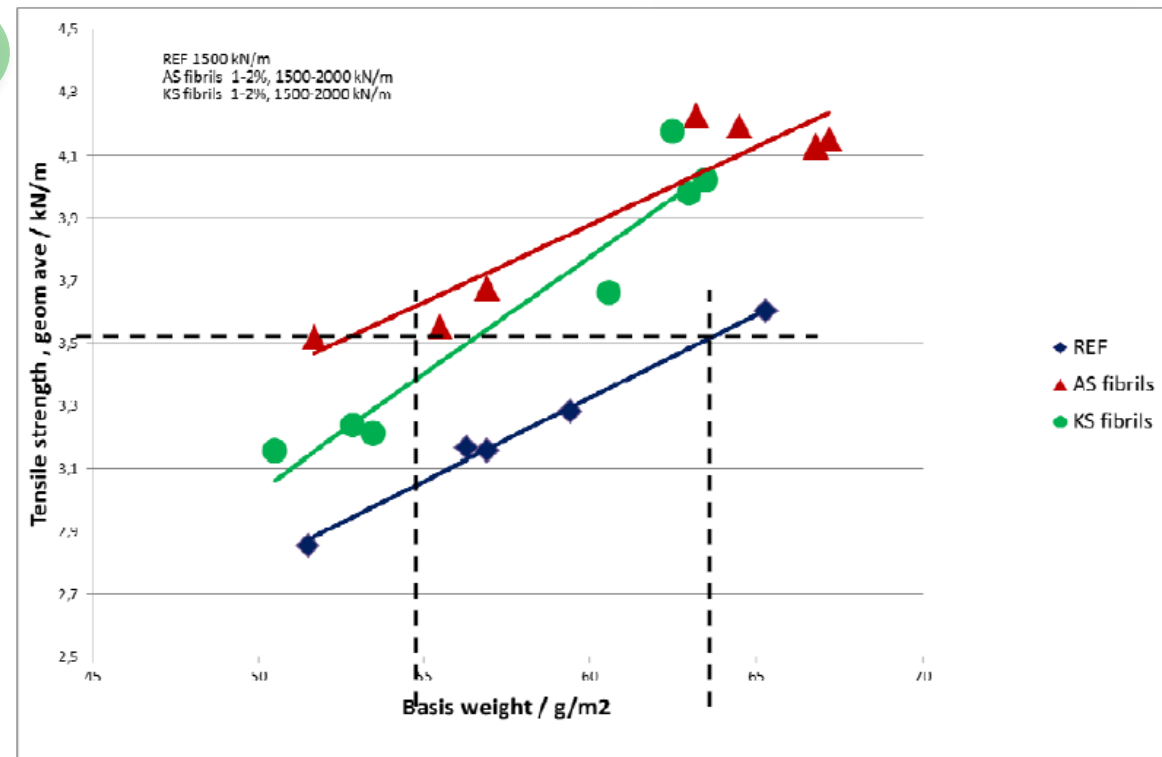
# Estructuras de baja densidad

## Adición de 1-2% de nanocelulosa al papel Ensayado @ VTT SUORA



**Aumento de resistencia a bajas dosis sin comprometer drenaje**

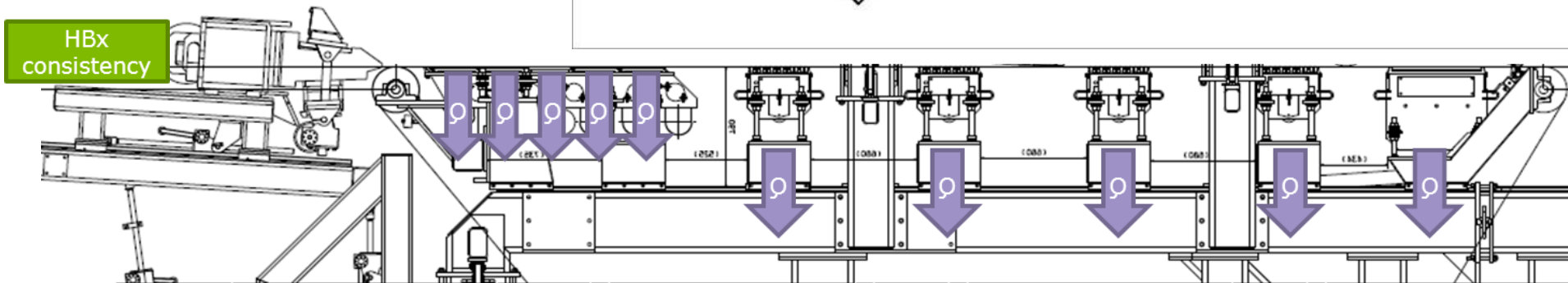
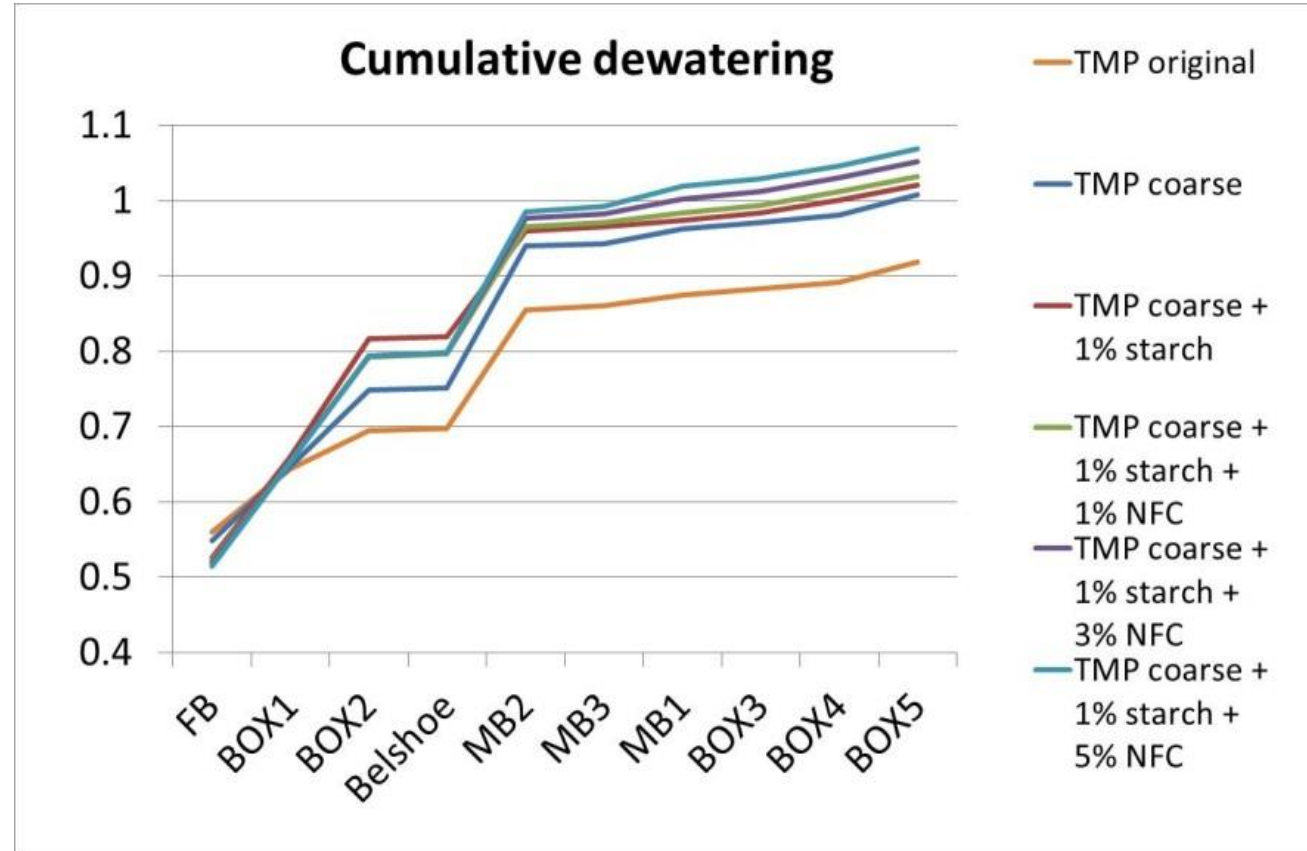
- Reducción de drenaje en la formadora
- Aumento del 1-3%-unidades en sólidos secos despues de prensado
- Sin cambios en formación o retención
- **Aumento de Resistencia a la tracción (~8g/m<sup>2</sup> en reducción de gramaje)**
- Aumento significativo en modulo elástico
- Resistencia a la flexion permanence constante
- 20-30% menor porosidad
- ~4%-unidades menor opacidad



# Información detallada en drenaje en condiciones reales de proceso

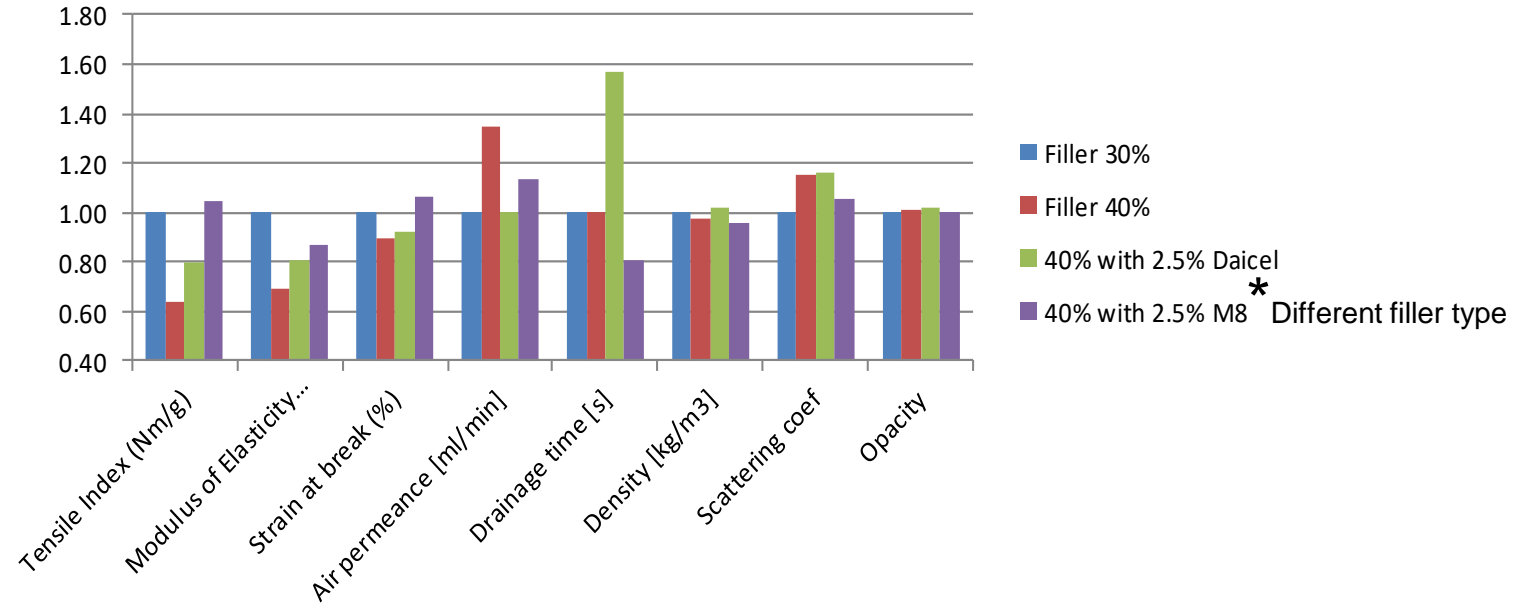
Ensayos piloto: cartones

- La adición de CMF disminuye el *drenaje inicial* pero
- drenaje total es mejorado con la adición de CMF

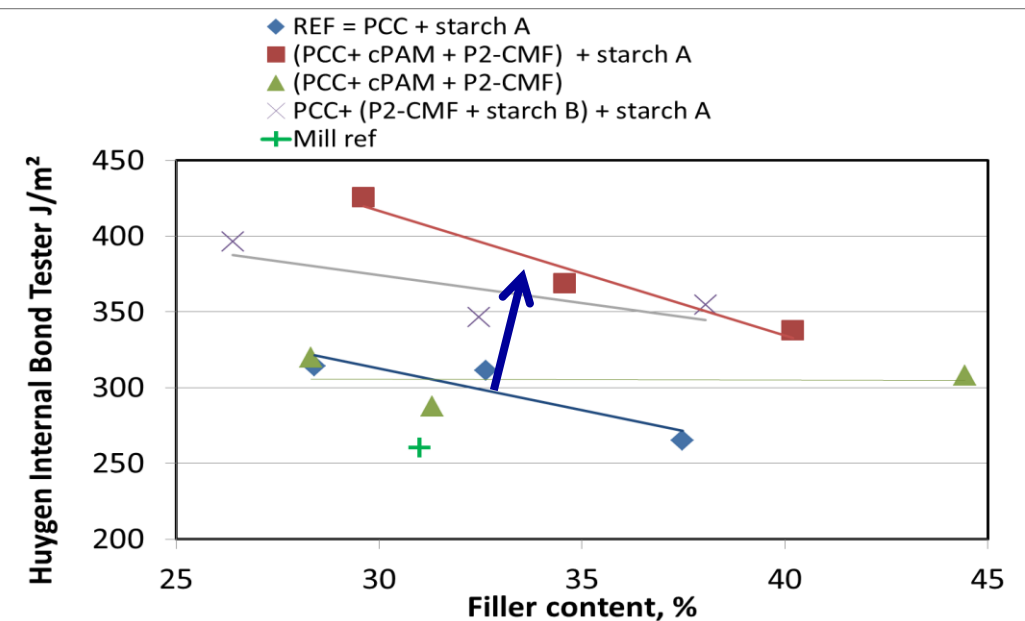
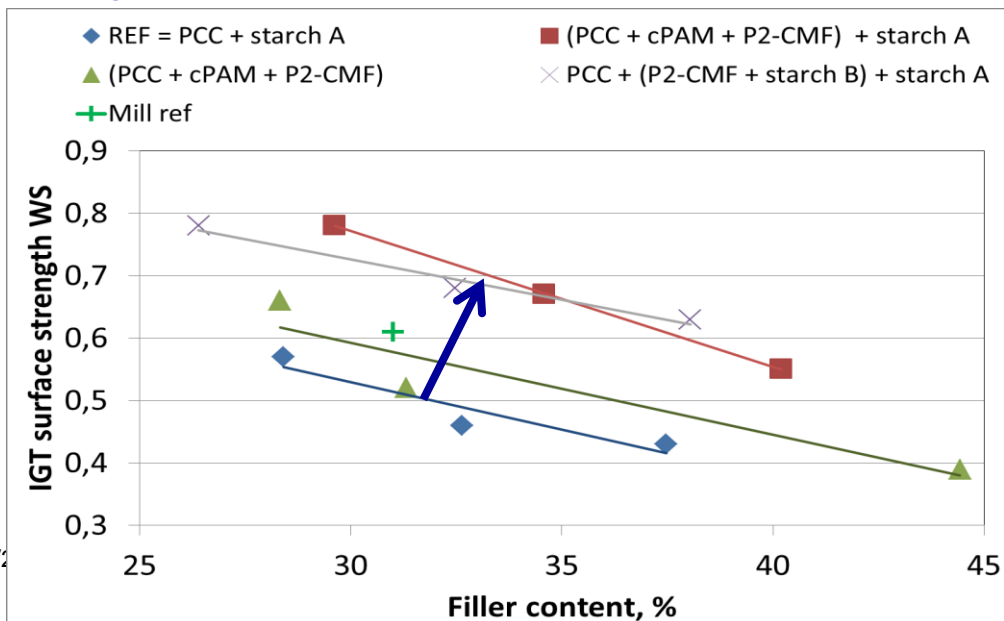




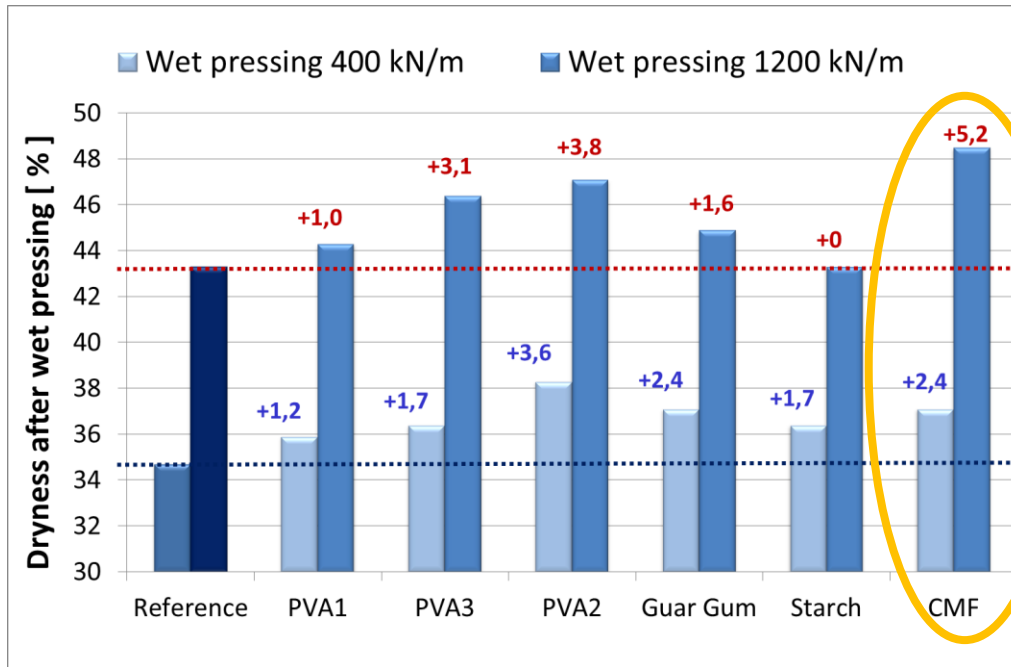
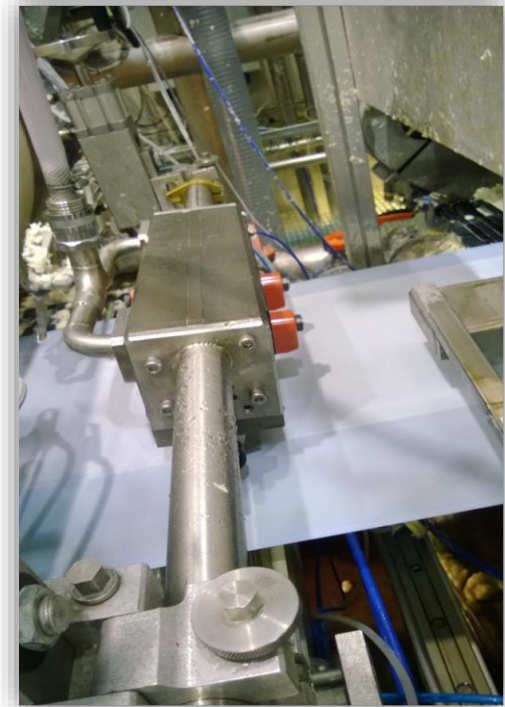
# Aumento en el contenido de aditivos: PCC-cPAM-CMF



## Mejoras en resistencia superficial & de adhesión interna Scott Bond



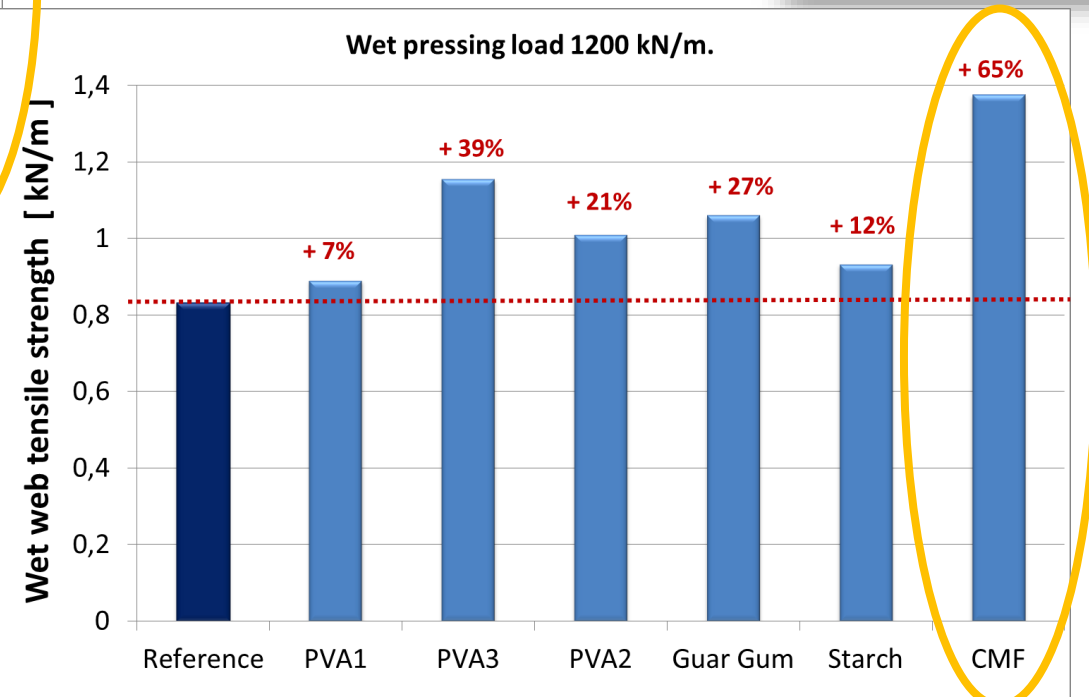
# Competitivo respecto a la aplicación de otros polimeros en la sección de wire (espumas)



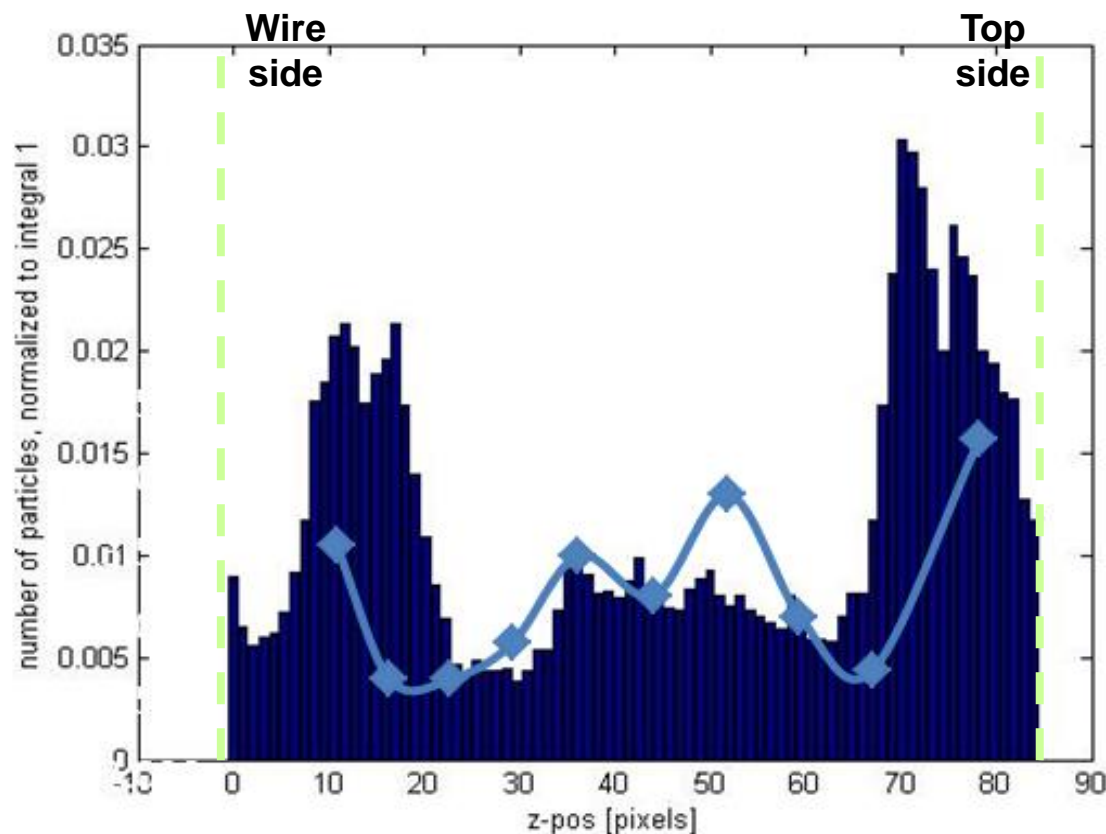
Hoja hasta 5% mas seca luego de la sección de prensado

→ Ahorros energéticos significativos

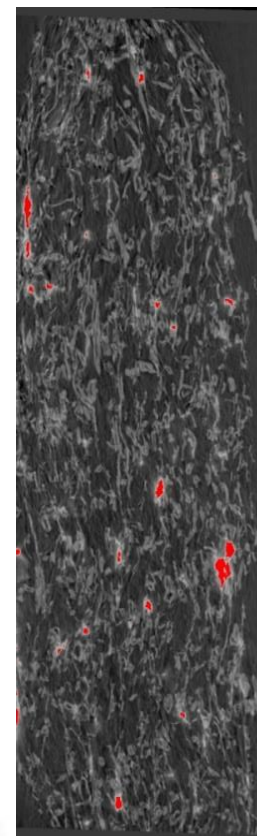
Aumentos significativos de Resistencia en húmedo con el agregado de CMF



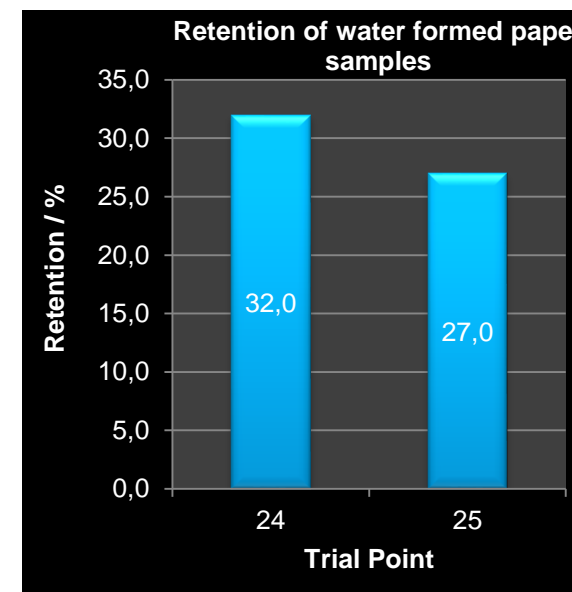
# Medida de la distribución y retención de CMFs en condiciones reales de proceso



- **Línea sólida: "Tape splitting"**
- **Barras: Microtomografía de Rayos X**

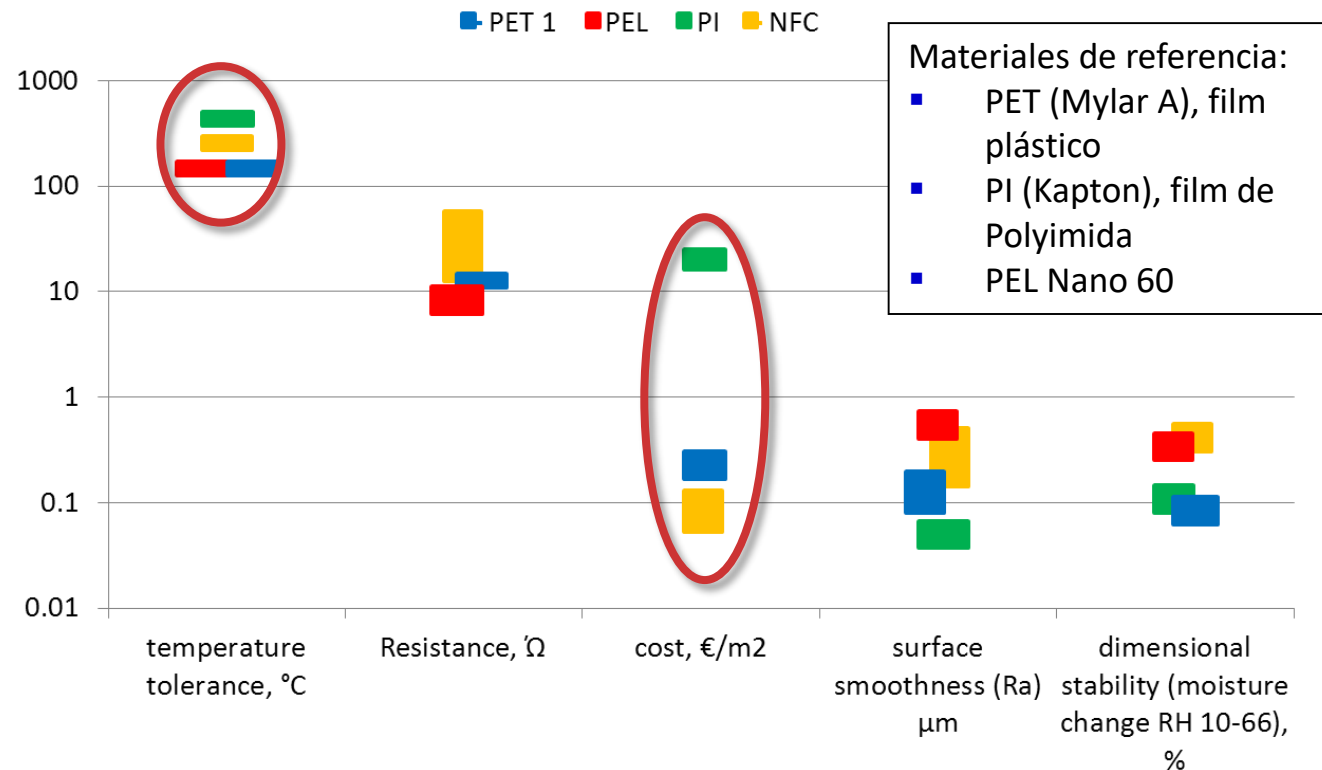


Evaluación de la efectividad de CMF en el sistema de retención de aditivos



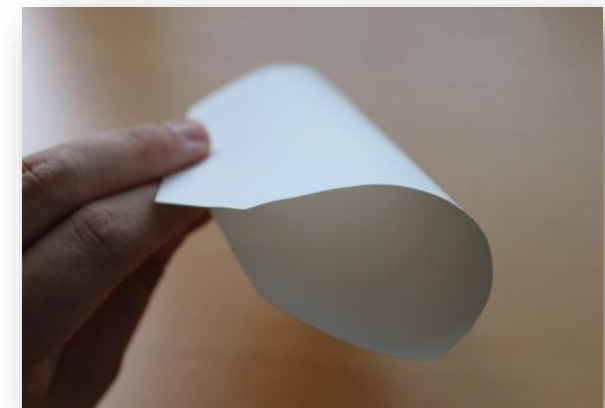
**Fig.1** Imagen tomada con microtomografía de Rayos X de la sección transversal de una muestra de papel. CMF se visualiza en color rojo.

# Substratos de papel para electrónicos impresos tolerantes a altas temperaturas y con costos competitivos



Demos exitosas:

- Conductores (inkjet)
- LC-resonadores (impresión de pantalla)
- Etiquetas de comunicación de campo próximo RFID tag (impresión de pantalla)
- Transistores (flexo-printing)

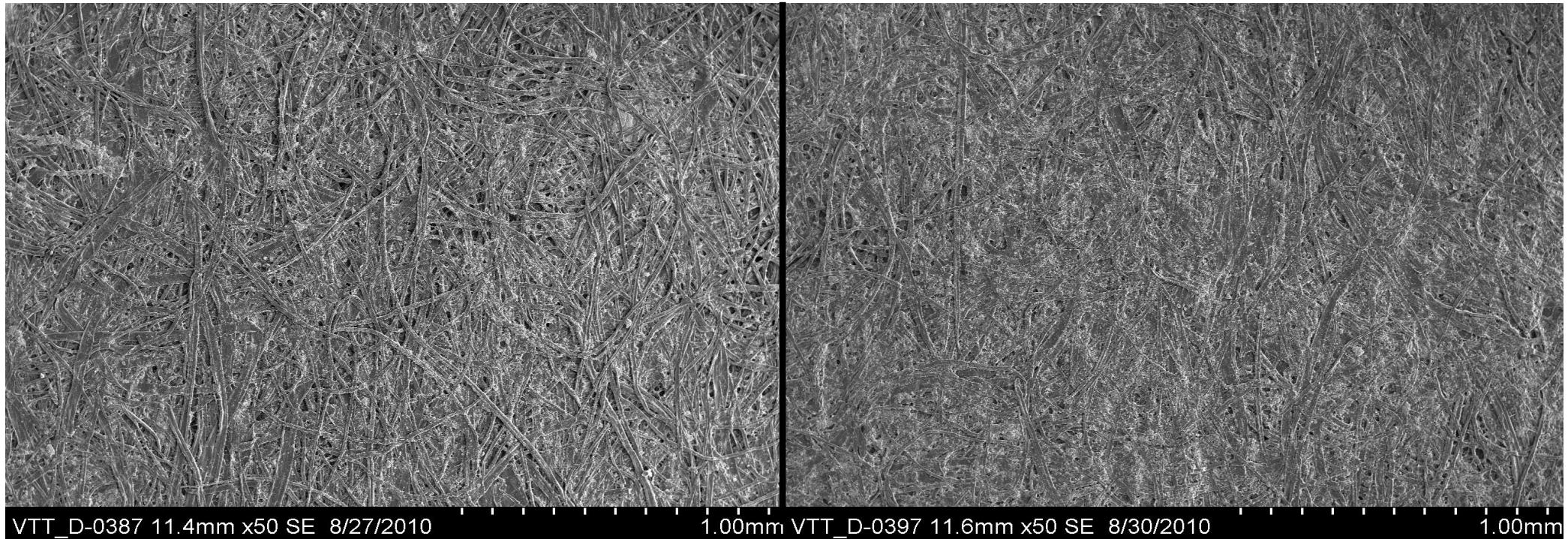


Sustratos: of 50-80 % pigmentos y cargas (e.g. CaCO<sub>3</sub>, kaolin) y 20-50 % CMFs

# Tratamiento superficial de papel con CMF

Imágenes SEM x50 de superficies de papel (sin calenderado)

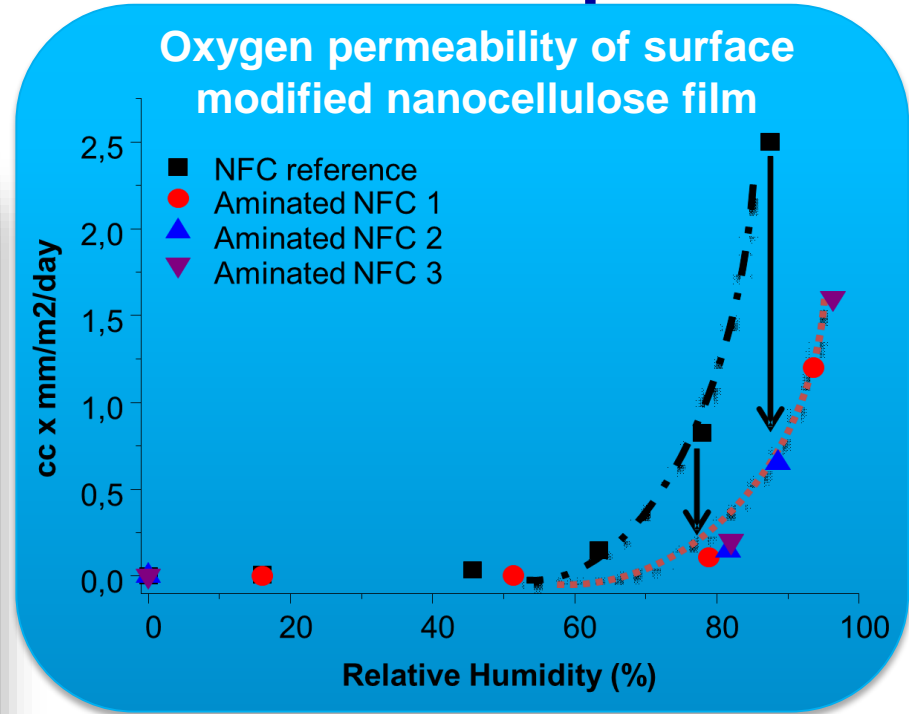
Carga de CNF < 1 g/m<sup>2</sup>



**Papel base**

**Papel recubierto con CNF**

# Produccion de films de nanocelulosa a escala piloto



- Varios metros de film
  - Excelente calidad de impresion
  - Sin derrames ni tinta a través del film (20 µm films)
  - Estructuras conductoras
- Translúcido
- Tolerante a la humedad
- Excelentes propiedades de barrera contra O<sub>2</sub> y grasa

## Conclusiones

- CMF es una alternativa versátil y con mucho potencial para ser utilizada como aditivo en la producción de papeles y cartones
- A bajas dosis, produce un aumento de la resistencia del papel sin comprometer el drenaje de agua (si inicial!)
  - Estabiliza sistemas coloidales -> aumento del contenido de cargas, (reduce costos), propiedades adicionales
  - Mejora en Resistencia superficial, adhesión interna Scott Bond, en húmedo y proporciona ahorros energéticos
  - Mejoras en rugosidad superficial (recubrimientos)
  - Nuevos materiales -> films, electrónicos impresos, etc.

**Muchas gracias por su atención!!**

**Maria Soledad Peresin**  
**[soledad.peresin@auburn.edu](mailto:soledad.peresin@auburn.edu)**

**Tekla Tammelin**  
**[tekla.tammelin@vtt.fi](mailto:tekla.tammelin@vtt.fi)**

**Erkki Hellén**  
**[erkki.hellen@vtt.fi](mailto:erkki.hellen@vtt.fi)**



# VTT Ltd.: uso de microfibras de celulosa (CMFs) en papeles y cartones

- **Personalización del proceso de química en húmedo**
  - Desarrollo de sistemas de retención y dosaje optimizado
  - Caracterización de eliminación de agua a escala piloto
  - Efectividad de refuerzo garantizada a través de mediciones de la distribución de CMF en el producto.
  - Comparación de eficiencia en costos: CMF's vs. otros aditivos de refuerzo
- Mejora en la resistencia: en ambos casos, formación con tecnología en húmedo y con espumas, fijación de agregados de aditivos, etc.
- Aplicación de CMFs y otros aditivos con tecnologías de espumas en la sección de formación
- Procesamiento: bombeo, mezclado, preservación, reología
- Producción energéticamente eficiente de CMFs con enzimas
- Desarrollo de análisis de CMFs
- Modificación de superficie a través de recubrimientos
- Seguridad
- Concentración de suspensiones de CMFs