

Usos y aplicaciones de la nanocelulosa

Dr. Marc Delgado-Aguilar
LEPAMAP, Universidad de Girona

¿POR QUÉ NANOCELULOSA?

¿Un porqué general?



Globalización



Consumismo

- Generación de necesidades.
- Consumo irresponsable e insostenible.
- Acumulación de residuos.
- Destrucción de la biosfera.

¿Un porqué general?



Las generaciones más jóvenes están siendo educadas a consciencia. La presencia en escuelas de políticas de reciclaje y reutilización es cada vez mayor.

Pero... ¿Es suficiente?

- La sociedad civil no tiene influencia en los procesos de producción.
- Los consumidores hacen uso y disfruto de los productos disponibles en el mercado.
- La mayoría de los productos y materiales utilizados provienen del petróleo.

No renovables



Renovables

¿Un porqué general?

¿Existe la economía lineal? Como concepto, sí.



Pero podría considerarse que aquellas economías basadas en recursos no renovables son economías circulares:

- Hierro, aluminio, estaño...
- Plásticos derivados del petróleo no biodegradables.

FALTA DE PERSPECTIVA

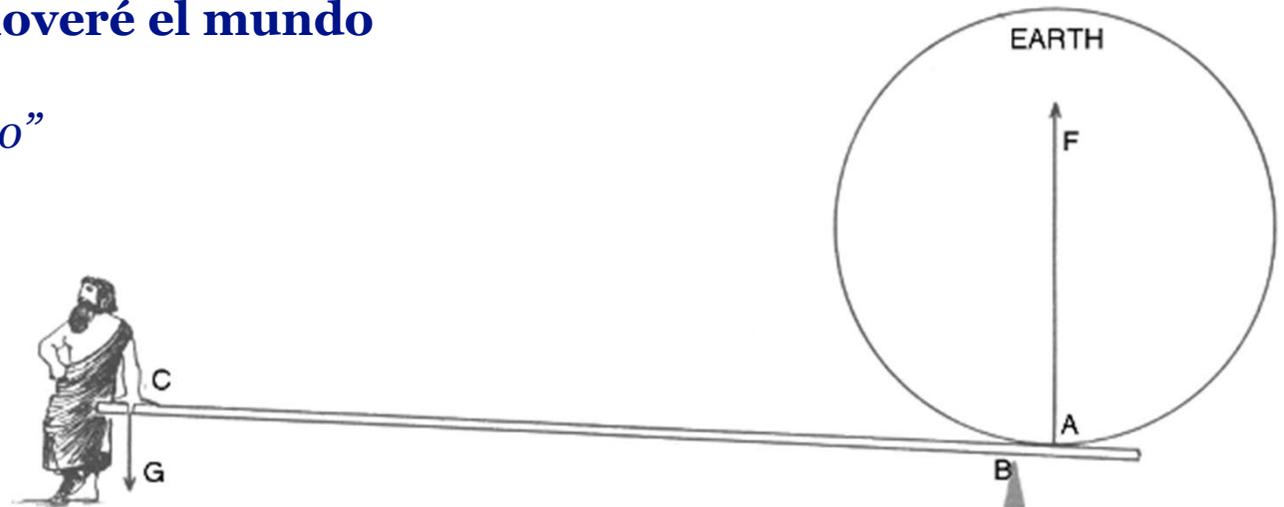
¿Un porqué general?

Necesidades, por orden de prioridad:

1. Sustituir aquellas materias primas no renovables por renovables.
2. Hacer un uso y consumo responsable de los recursos renovables.
3. Maximizar el potencial de los recursos renovables.

Dadme un punto de apoyo y moveré el mundo

The power of “nano”



¿Un porqué general?

- Abundancia.
- Renovable, biodegradable y biocompatible.
- Gran superficie específica.
- Elevadas prestaciones físico-mecánicas.
- Elevada estabilidad térmica.
- De bajo peso.
- Elevada transparencia óptica.
- Iridiscente.
- Gran capacidad de retención de agua.
- Funcionalidad química (post-modificación).
- Estabilidad dimensional.

Material	Tensile strength (MPa)	Elasticity Modulus (Gpa)
Cellulose nanofibrils	10.000	150
302 stainless Steel	1.280	210
Aluminium alloys 380 and LM6	330	71
Zirconia	240	150
Aluminium with 20% particulate SiC	593	121
LDPE	9	0,25
Nylon 30% glass-filled	186	9
Carbon reinforced epoxy composites	503	65

Fuente: Future Markets, Inc

SECTORES POTENCIALES DE APLICACIÓN Y CÓMO DETERMINAR CUÁLES SON LAS CNF MÁS ADECUADAS

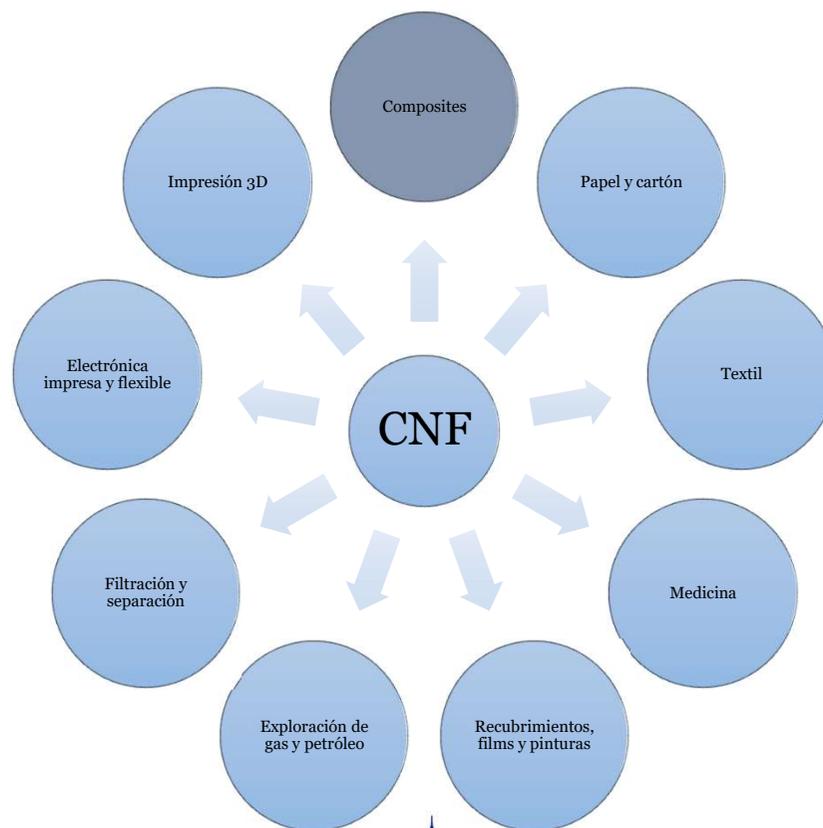
Potenciales sectores de aplicación



Technology Readiness Level (TRL)

Basic concept	Tech concept	Proof of concept	Lab tested	Field tested	Basic prototype	Final prototype	Fully tested	In operation
						Cement additives		
						Printing paper		
			Anti-static coatings			Polymer composites - plastic pack.		
					Transparent barrier films - food pack.			
					Self-cleaning coatings		Rheology modifiers	
							Paper composites	
		E-textiles			Filtration membranes		Hygiene products	
		Drug delivery					Filter media	
		Sensors						
				Insulation				
				Paint additives				
	Aerospace composites			3D printing additives				
	Medical implants			Automotive composites				
			Drilling fluids in oil and gas					
RESEARCH		APPLIED R&D		DEMONSTRATION		COMMERCIAL		

Composites

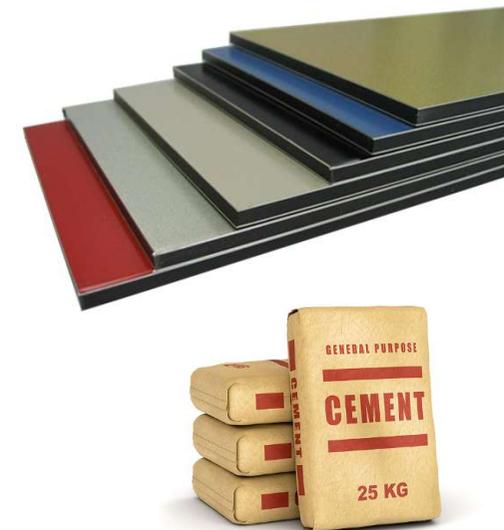


CNF en composites

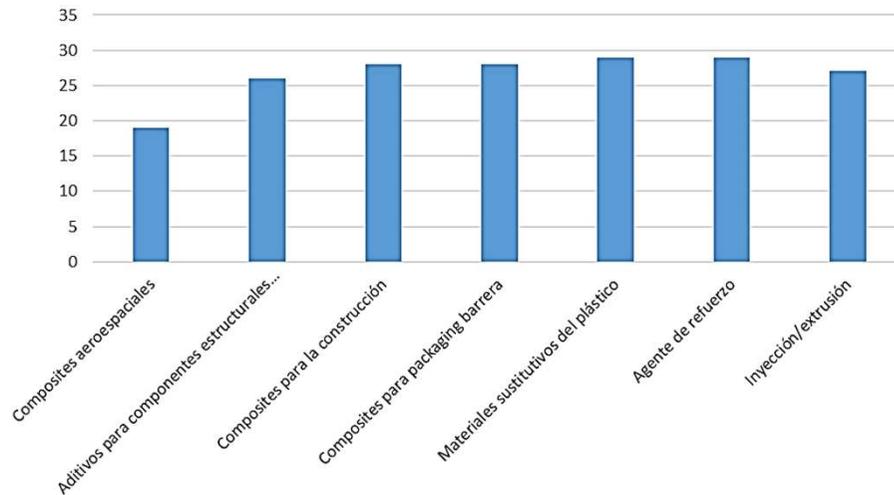
1. Incremento en el uso de *composites* poliméricos.
2. Mayor necesidad de materiales avanzados.
3. Necesidad de materiales de mayores prestaciones.
4. Necesidad de materiales multi-funcionales.
5. Sustitutos de fibra de carbono y de vidrio.

Materials	Specific gravity	Cost
Calcium carbonate	2,71	1 €/kg
Talc	2,69	0,5 €/kg
E-glass fiber	2,6	2 €/kg
Carbon fiber	1,8	15 - 20 €/kg
CNF	1,5	25 - 100 €/kg

Nº of years	Application
1 - 5	Reinforcement films in thermoplastics Binders for fibre preforms Barrier films Nanocellulose foams in concrete and cement
5 - 10	Medical biocomposites incorporating bacterial cellulose Ballistic glass Automotive composites Aerospace composites Additives in wallboard, wood-based structural components, insulation



Oportunidades de las CNF



Mercado/aplicación	Dimensión del mercado	Potencial para grandes volúmenes	Facilidad de comercialización	Panorama competitivo	Coste	Competitividad	Regulaciones legislativas	Market pull	Total
Composites aeroespaciales	4	2	2	2	2	2	2	3	19
Aditivos para componentes estructurales de madera	4	3	4	2	3	2	4	4	26
Composites para la construcción	5	5	3	2	3	2	4	4	28
Composites para packaging barrera	5	3	4	2	3	2	4	5	28
Materiales sustitutivos del plástico	5	5	4	1	2	2	5	4	29
Agente de refuerzo	5	5	4	1	2	2	5	4	29
Inyección/extrusión	5	4	2	1	4	2	5	4	27

Estudios de mercado por subsectores

Categoría	Composites (gran consumo)		Biopackaging		Automoción	
	Valoración	Tendencia	Valoración	Tendencia	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Entrada	↑	Entrada	↑	Entrada	↑
Ingresos	15-30 M\$	↑	10-25 M\$	↑	5-15 M\$	↑
Potenciales ingresos (2025)	600 M\$	↑	500-600 M\$	↑	350 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	112%	↑	>150%	↑	80%	↑
Sensibilidad del precio	Elevada	↓	Elevada	↓	Medio-Elevada	↓
Competidores (empresas)	30 - 40	↑	30-35	≈	20-30	↑
Grado de competitividad	9	↑	9	↑	8	↑
Grado de cambio técnico	Medio	↑	Medio	↑	Elevado	↑

Retos en el sector de los materiales compuestos

Producción

Necesidad de incrementar las capacidades de producción de CNF.

Falta de conocimiento y herramientas de análisis

Debido al elevado grado de novedad, los modelos matemáticos que permiten predecir las propiedades finales de los materiales compuestos son escasos.

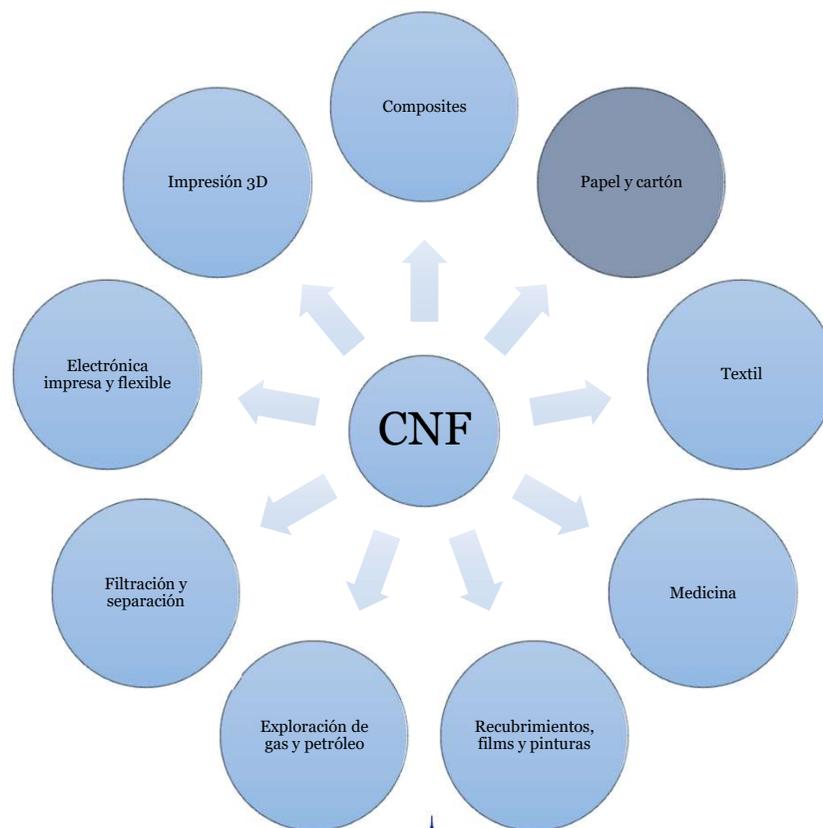
Coste

El sector de la automoción, especialmente, tiene márgenes muy estrechos. El coste es uno de los mayores retos en la producción y procesado de las CNF.

Dificultades de penetración

Existencia de lobbies en el sector, que dificultan la penetración de nuevos productos y materiales.

Potenciales sectores de aplicación



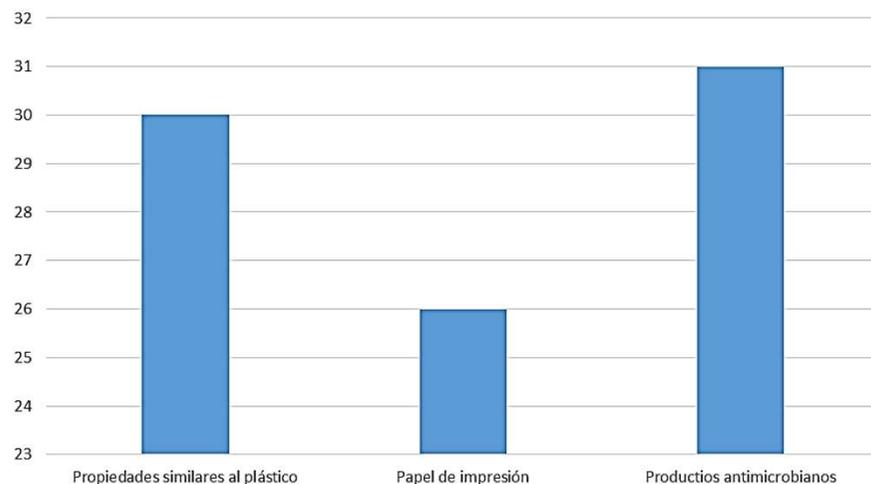
CNF en papel y cartón

1. Necesidad de incrementar la vida útil de los productos.
2. Mejoras en los procesos productivos.
3. Mejorar la reciclabilidad del papel y cartón.
4. Desarrollar nuevos productos sustitutivos de los convencionales.
5. En general, disminuir el impacto medioambiental de los procesos productivos de papel.

Nº of years	Application
1 - 5	Substitutes for synthetic latex binders in board coatings Printing paper High strength, high bulk, high filler content Sheet paper (strength improvement and weight reduction)
5 - 10	Security paper Paper with plastic-like properties



Oportunidades de las CNF

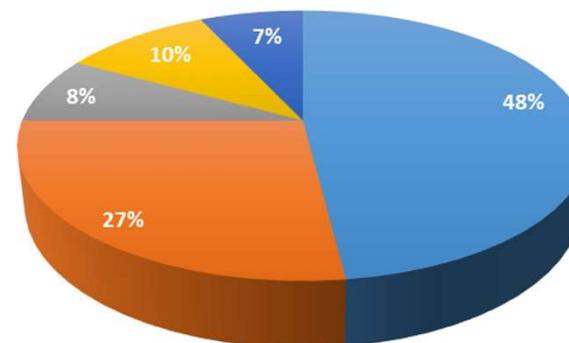


Mercado/aplicación	Dimensión del mercado	Potencial para grandes volúmenes	Facilidad de comercialización	Panorama competitivo	Coste	Competitividad	Regulaciones legislativas	Market pull	Total
Propiedades similares al plástico	5	4	4	3	4	2	4	4	30
Papel de impresión	5	5	4	2	2	2	2	4	26
Productos antimicrobianos	5	5	5	2	3	3	3	5	31

Dimensión del mercado

miles de millones

Región	Ventas 2009 (BN US\$)	Ventas 2015 (BN US\$)	Incremento anual
Europa occidental	191	203	1,26%
Europa este	34	45	6,47%
Oriente medio	22	32	9,09%
África	18	24	6,67%
Norteamérica	165	176	1,33%
Sur y centroamérica	32	44	7,50%
Asia	162	228	8,15%
Australasia	10	11	2,00%
Mundial	634	763	4,07%



■ Packaging ■ Impresión y escritura ■ Tissue ■ Papel de periódico ■ Papeles especiales

Anualmente, se producen **0,4 BN** de toneladas de papel.

Asumiendo que entre masa y superficie, la aplicación de CNF puede estar cerca de un **5 wt%**, representaría una demanda de CNF de **20 M de toneladas**.

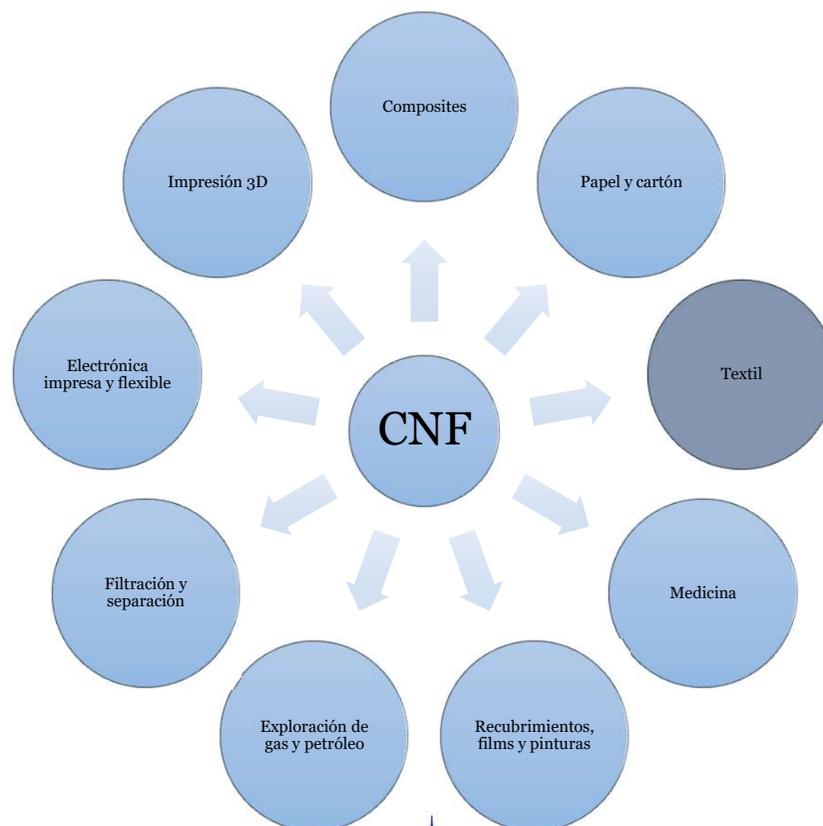
Asumiendo, de modo conservador, que un **5 %** del papel producido contendría CNF, implica que el sector papelerero tendría una demanda anual de **1 M de toneladas de CNF/año**, que se distribuirían como en el gráfico.

Retos en el sector del papel y cartón

- Coste competitivo a los almidones comerciales.
- Necesidad de diseñar sistemas de retención y drenaje efectivos.
- Elevada viscosidad de las CNF.
- Desarrollo de CNF capaces de ser dispersadas en presencia de componentes hidrofóbicos.

- Producción a gran escala:
 - Producción *in situ*.
 - Compra a terceros.

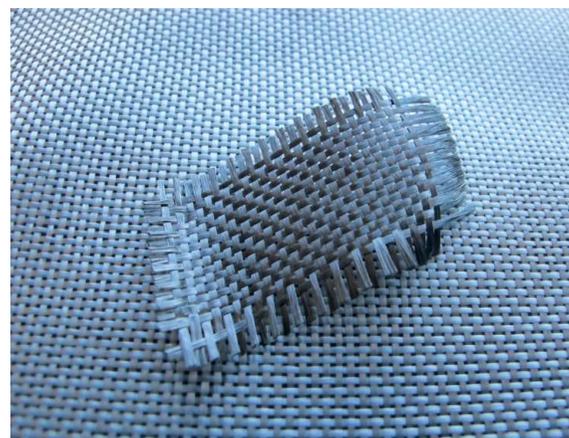
Potenciales sectores de aplicación



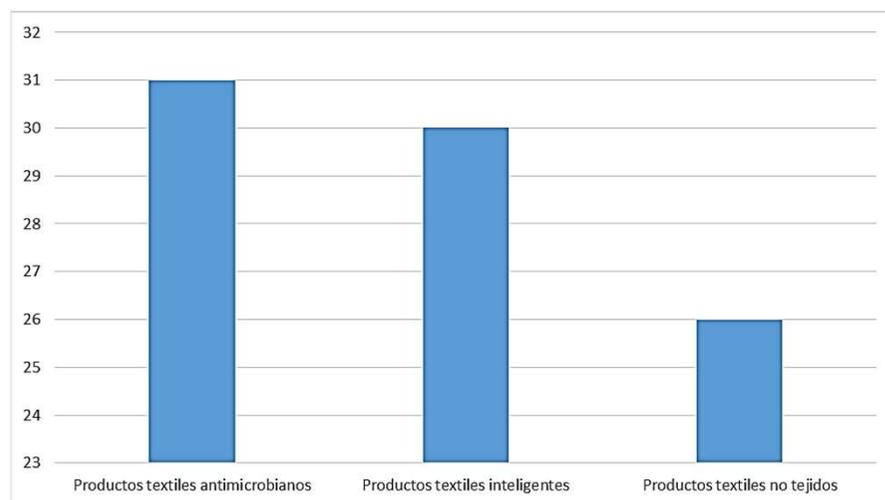
CNF en el sector textil

1. Incremento del mercado de los dispositivos *wearable*.
2. Incremento del mercado de los textiles antimicrobianos.
3. Necesidad de mejorar las propiedades de las telas.
4. Aspectos medioambientales.

Nº of years	Application
5 - 10	Nanocoated/finished textiles (self-cleaning, flame retardant...) Nanocomposite textiles fibre materials (smart textiles, shape memory...) Nanofiber textiles (electrospun nanofibers, conductivity) Nano-based non-wovens (barrier nanofilms in layers)



Oportunidades de las CNF



Mercado/aplicación	Dimensión del mercado	Potencial para grandes volúmenes	Facilidad de comercialización	Panorama competitivo	Coste	Competitividad	Regulaciones legislativas	Market pull	Total
Productos textiles antimicrobianos	5	5	5	2	3	3	3	5	31
Productos textiles inteligentes	4	4	5	3	2	3	4	5	30
Productos textiles no tejidos	5	5	4	3	1	2	2	4	26

Estudios de mercado por subsectores

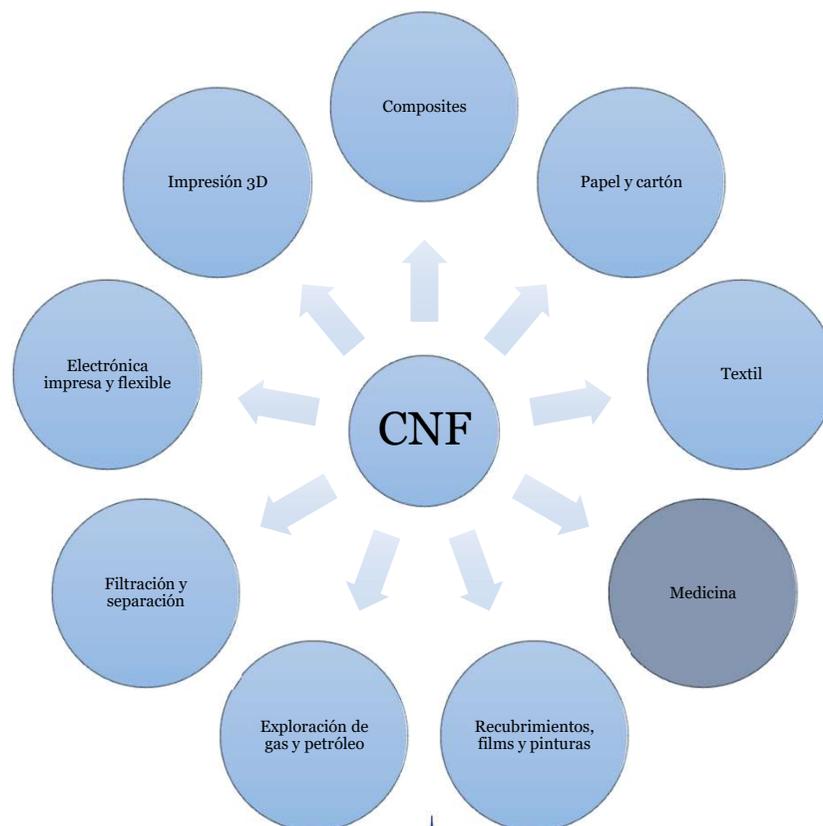
Categoría	CNF en textiles	
	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Entrada	↑
Ingresos	15-40 M\$	↑
Potenciales ingresos (2025)	250-500 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	500%	↑
Sensibilidad del precio	Medio	↓
Competidores (empresas)	30 - 40	≈
Grado de competitividad	8	↑
Grado de cambio técnico	Medio	↑

Mercado/aplicación	Dimensión del mercado (miles de toneladas)	Contenido de CNF	Penetración de mercado (conservadora)	Penetración de mercado (optimista)	Demanda conservadora de CNF (miles de toneladas)	Demanda optimista de CNF (miles de toneladas)
Textiles naturales (algodón y seda)	35000	2%	2%	5%	14	35
Textiles manufacturados	50000	2%	2%	5%	20	50
			Total textiles		34	85

Retos en el sector textil

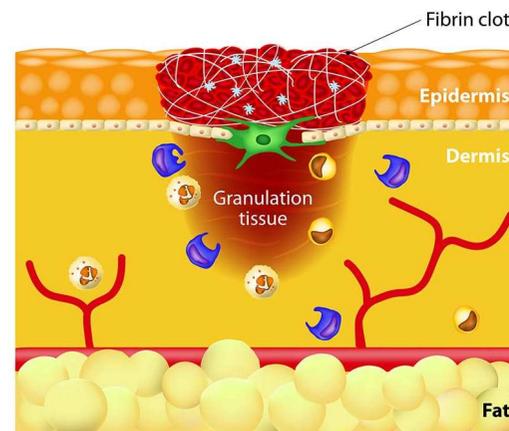
- Fabricación de nanoestructuras poliméricas de porosidad y morfología controlada.
- Elevados costes de fabricación y procesos complicados.
- Posibles irritaciones cutáneas y eliminación sucesiva de los agentes antimicrobianos (con los ciclos de lavado) → estrategias de cross-linking.

Potenciales sectores de aplicación



1. Desarrollo de sistemas mejorados de dosificación controlada de medicamentos para tratamientos de cáncer.
2. Quimioterapia local.
3. Mejorar la biocompatibilidad de los implantes médicos.
4. Desarrollo de apósitos que regulen humedad y antibióticos.

Nº of years	Application
1 - 5	Pharmaceutical binders Wound dressings Lateral flow immunoassay labels
5 - 10	Drug delivery Nanocomposites for enzyme/protein immobilization Biomolecular NMR contrast agents Tissue engineering scaffolds Vascular grafts Scaffolds for bone regeneration Cartilage tissue repair surgical meshes Skin substitute

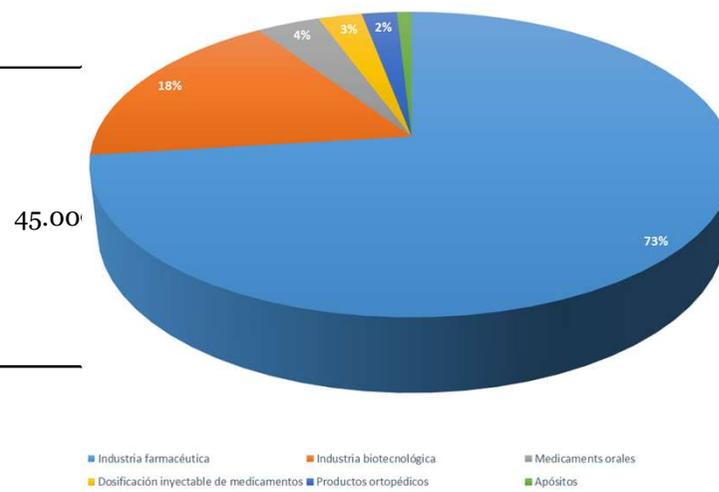


Dimensión del mercado (2015)

Subsector

Industria farmacéutica
Industria biotecnológica
Medicamentos orales
Dosificación inyectable de medicamentos
Productos ortopédicos
Apósitos

Total



Oportunidades de las CNF

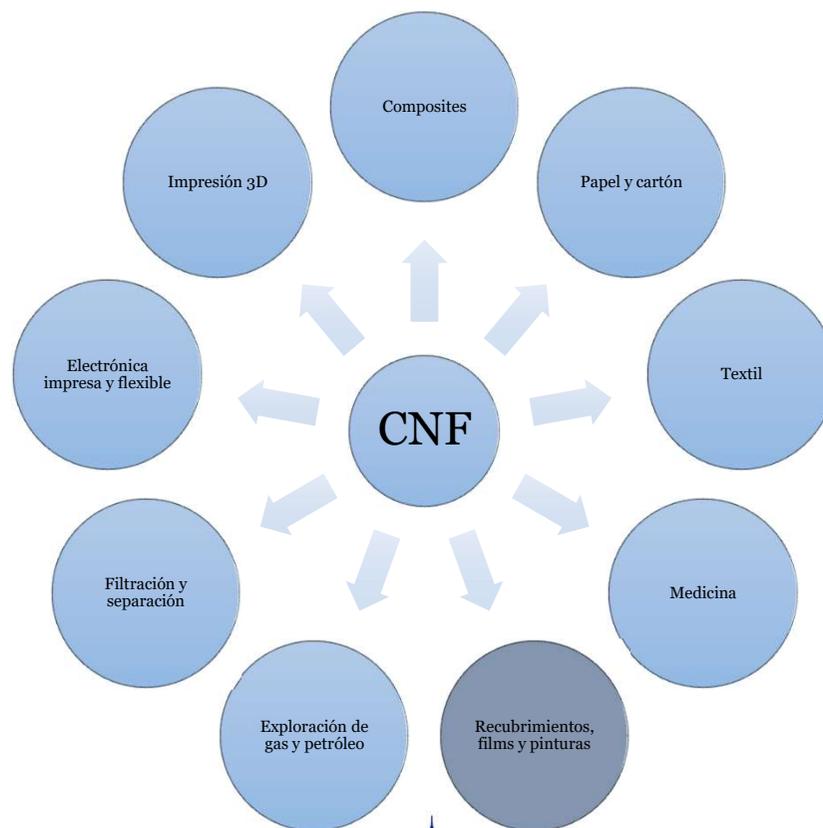
Se estima que, **a corto plazo**, el crecimiento de este sector será de **6.000 M\$/año**.

A largo plazo, el sector de los implantes médicos crecerá en **30.000 M\$/año**.

Retos en el sector de la medicina

- Legislación y regulaciones médicas.
- Estabilidad dimensional de los tejidos nanoestructurados.
- Origen de la materia prima: control exhaustivo en los procesos de producción de pulpa.

Potenciales sectores de aplicación



CNF en recubrimientos, films y pinturas

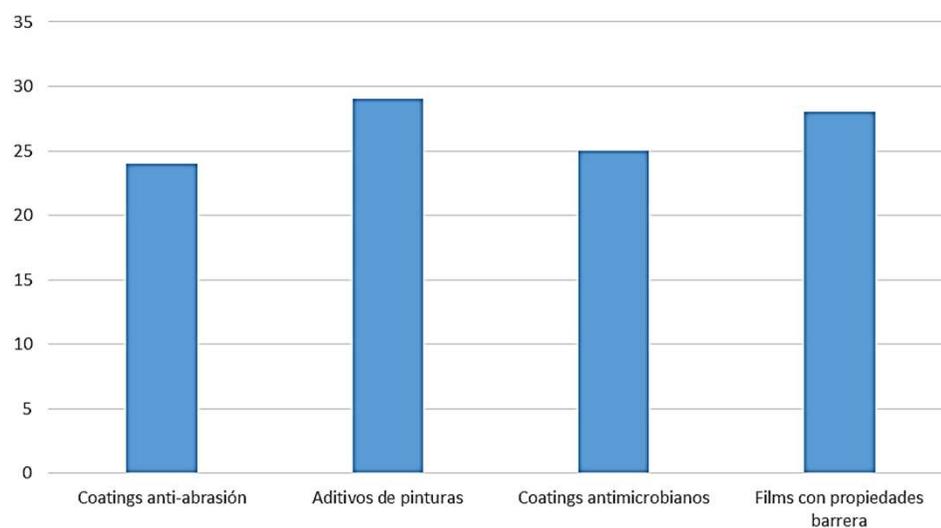
1. Sistemas sostenibles de *coating*.
2. Tintas de seguridad para papel.
3. Recubrimientos de cristales.
4. Aditivos sostenibles en pinturas para madera y resistentes a abrasión.
5. Pigmentos para aplicaciones arquitectónicas.
6. Pinturas resistentes a rayos UV y con elevado grado de hidrofobia.

Nº of years	Application
1 - 5	Barrier films for food packaging Printing paper coatings Environmentally friendly additives in wood paints with improved durability Carriers for nanoparticles Architectural pigments
5 - 10	Iridescent optical security films Anti-abrasion coatings



CNF en recubrimientos, films y pinturas

Oportunidades de las CNF



Mercado/aplicación	Dimensión del mercado	Potencial para grandes volúmenes	Facilidad de comercialización	Panorama competitivo	Coste	Competitividad	Regulaciones legislativas	Market pull	Total
Coatings anti-abrasión	3	3	3	3	3	2	3	4	24
Aditivos de pinturas	5	3	4	2	3	2	5	5	29
Coatings antimicrobianos	5	2	3	2	3	2	3	5	25
Films con propiedades barrera	5	3	4	2	3	2	4	5	28

Estudios de mercado por subsectores

Categoría	CNF en coatings y films	
	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Desarrollo	↑
Ingresos	20-25 M\$	↑
Potenciales ingresos (2025)	300 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	300%	↑
Sensibilidad del precio	Medio-Elevada	↓
Competidores (empresas)	30-40	≈
Grado de competitividad	9	↑
Grado de cambio técnico	Elevado	↑

CNF en pinturas:

- Reducción del *cracking* durante el secado.
- Mayor dureza.
- Menor cantidad de solvente.

CNF en films barrera:

- Estructura densa y, por tanto, baja porosidad.
- Barrera a la grasa y oxígeno. OTR \approx 0 a RH=50%.
- No tóxicos.
- Biodegradables.

CNF en recubrimientos, films y pinturas

Dimensión del mercado (2015)

Subsector	Ingresos (en M\$)
Decoración	54.600
Industrial (general)	23.400
Desarrollo de equipos	19.500
Protección y marina	15.600
Madera	7.800
Packaging	3.900
Bobinas	3.900
Aeroespacial	1.300
Total	130.000



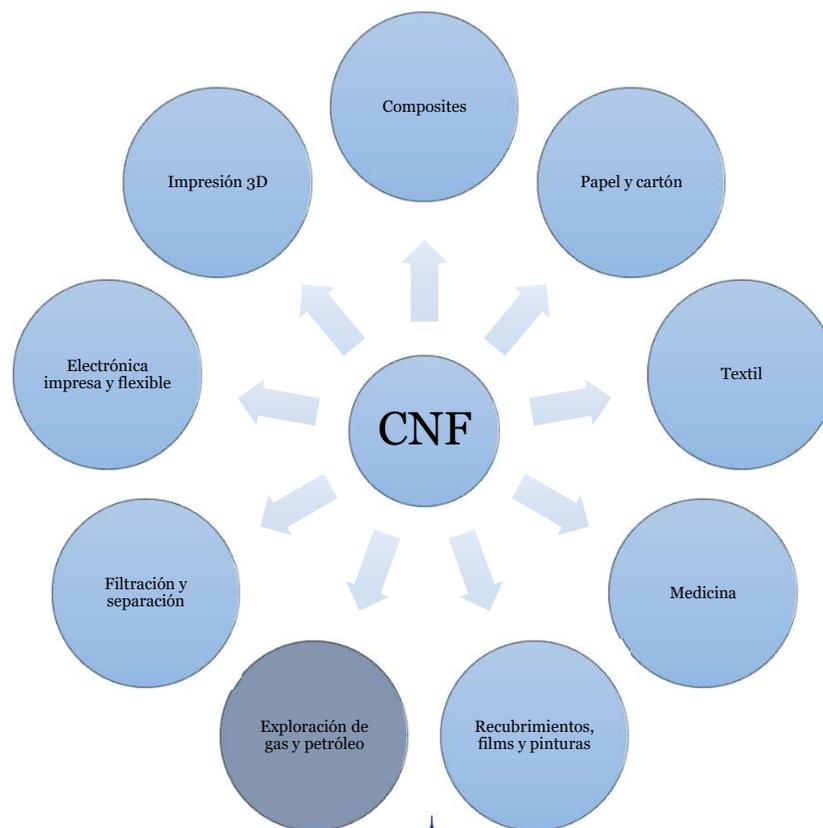
CNF en recubrimientos, films y pinturas



Retos en el sector de recubrimientos, films y pinturas

- Viscosidad excesiva.
- Absorción de agua excesiva.
- Dispersión.
- Transparencia.
- Durabilidad: elevada superficie específica, recubrimientos más expuestos.

Potenciales sectores de aplicación



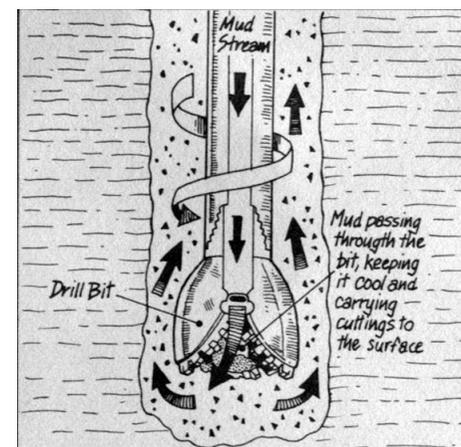
CNF en exploración de gas y petróleo

1. Necesidad de reducir los costes de operación y mejorar la eficiencia.
2. Demanda creciente de nuevos fluidos para extraer petróleo (drilling fluids).
3. Mejorar la exploración en ambientes extremos.
4. Hacer el proceso más sostenible.

Nº of years	Application
1 - 5	Oil recovery applications Non-settling suspension for pumping sand, coal, drilling muds Membranes for separation
5 - 10	Titanium dioxide-coated nanocellulose aerogels for oil-spills

Estudios de mercado por subsectores

Categoría	CNF para gas y petróleo	
	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Desarrollo	↑
Ingresos	10-15 M\$	↑
Potenciales ingresos (2025)	350 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	41%	↑
Sensibilidad del precio	Media	↓
Competidores (empresas)	20-30	≈
Grado de competitividad	8	↑
Grado de cambio técnico	Elevado	↑



CNF en exploración de gas y petróleo

Retos en el sector de exploración de gas y petróleo

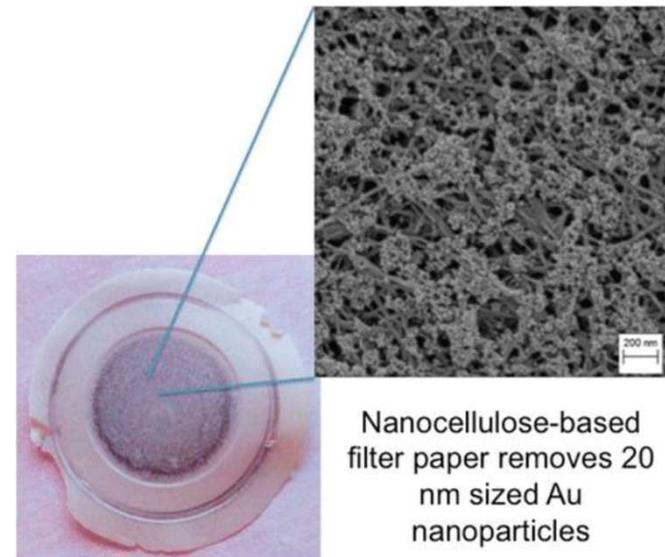
- Falta de innovación en la industria: se desean bajar los costes a baja inversión ante la incertidumbre del petróleo.
- Mercado de difícil acceso: lobbies.
- Falta de concienciación de la industria de la necesidad de incrementar la eficiencia de exploración.
- Industrialización, dispersión de las CNF y movilidad de nanosensores.

Potenciales sectores de aplicación

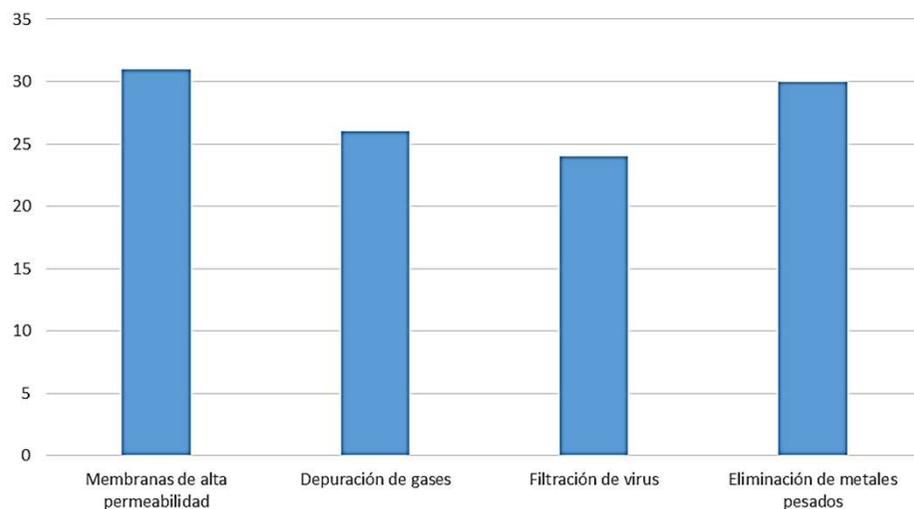


1. Mejora de los sistemas de membrana → baja selectividad.
2. Reducir costes en la producción de membranas.
3. Tratamiento de aguas residuales.
4. Necesidad de mejorar la calidad del aire (NO_x, CO, VOCs, ozono...).
5. Reciclabilidad de las membranas.

Nº of years	Application
1 - 5	Paper based virus removal filters
5 - 10	Water filters
	Membranes for selective absorption
	Air filtration



Oportunidades de las CNF



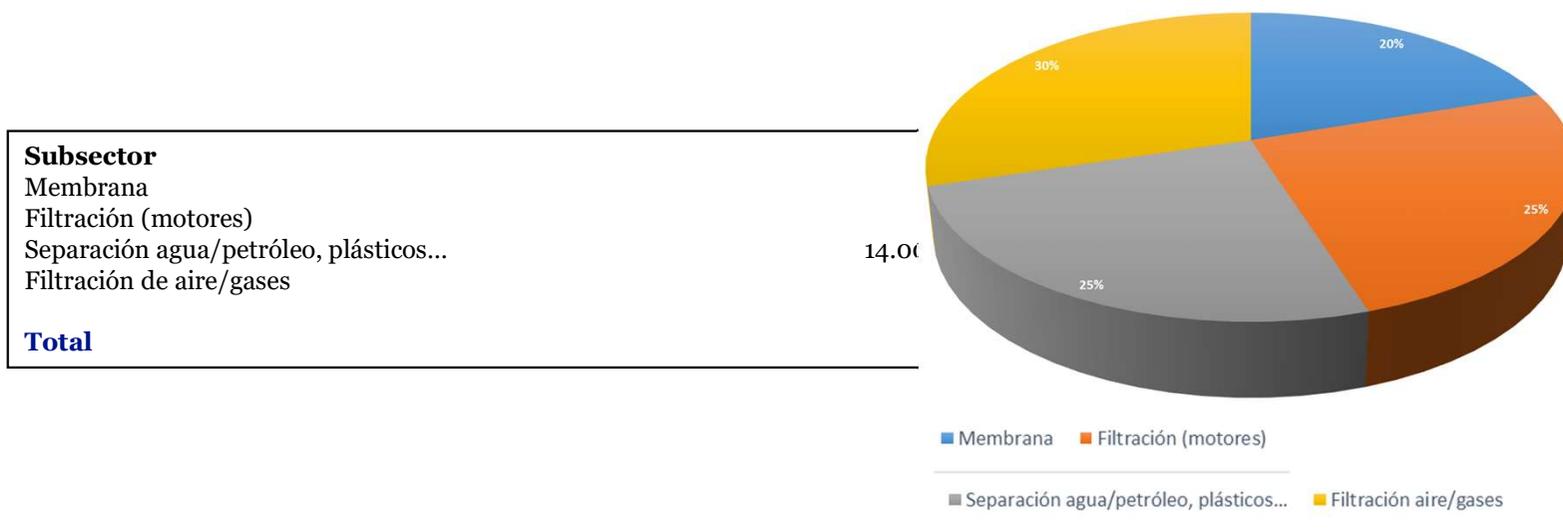
Mercado/aplicación	Dimensión del mercado	Potencial para grandes volúmenes	Facilidad de comercialización	Panorama competitivo	Coste	Competitividad	Regulaciones legislativas	Market pull	Total
Membranas de alta permeabilidad	5	3	3	3	4	4	5	4	31
Depuración de gases	5	4	2	3	2	3	3	4	26
Filtración de virus	5	2	3	2	3	2	3	4	24
Eliminación de metales pesados	4	4	5	3	2	3	4	5	30

Estudios de mercado por subsectores

Application	Competitive materials	Advantages of CNF	Current market size
Membranes for Water Treatment (incl. Desalination) and Wastewater Treatment	<p>Membranes</p> <ul style="list-style-type: none"> Reverse Osmosis: < 1 nm Nano-Filtration: 1 – 10 nm Ultra-Filtration: 10 – 100 nm <p>Other nanomaterials</p> <ul style="list-style-type: none"> Electrospun nanofiber membranes Carbon nanomaterial membranes 	<ul style="list-style-type: none"> Nanopaper membranes and filters that are compostable after use. High flux. Low pressure drop. High retention capability against bacteria and bacteriophages. 	Global membrane market estimated at \$11 billion in 2015 (desalination 35% of this market)

Categoría	CNF en filtración	
	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Desarrollo	≈
Ingresos	Negligible	≈
Potenciales ingresos (2025)	250 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	NA	↑
Sensibilidad del precio	Medio-Elevado	≈
Competidores (empresas)	< 5	≈
Grado de competitividad	7	≈
Grado de cambio técnico	Elevado	↑

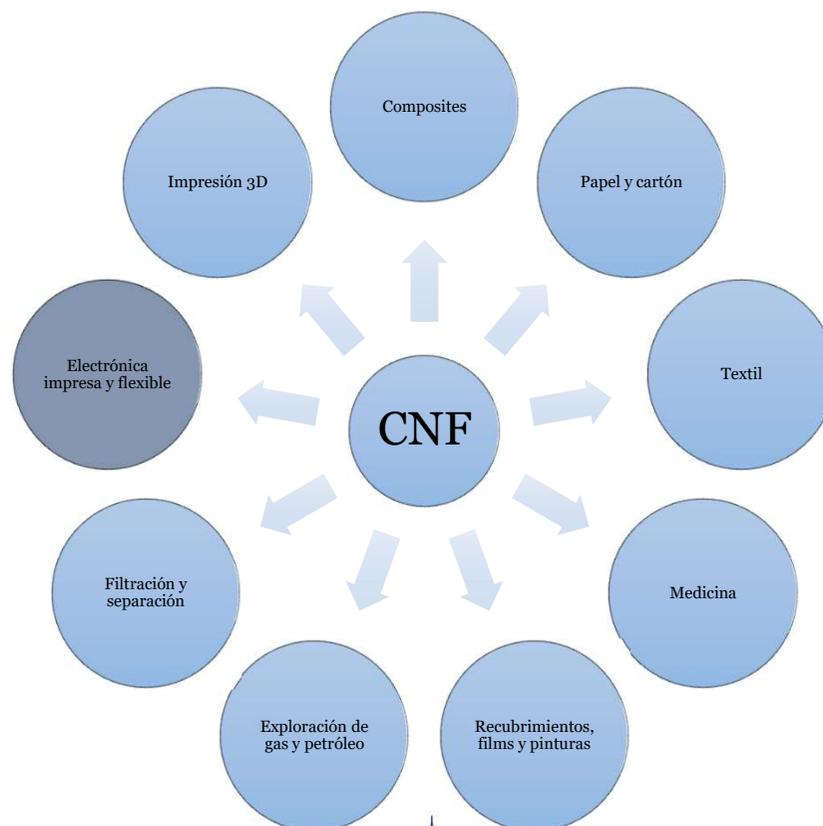
Dimensión del mercado (2015)



Retos en el sector de filtración y separación

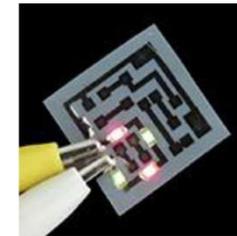
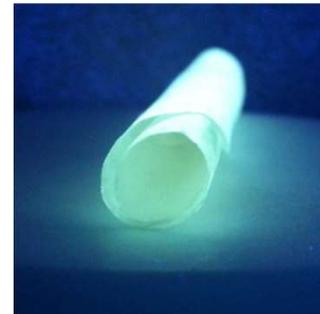
- Inestabilidad térmica en desalinización de agua.
- Requerimientos de altas presiones.
- Precipitación de contaminantes.
- Colmatación de las membranas.
- Escalado industrial → elevado consumo energético.

Potenciales sectores de aplicación

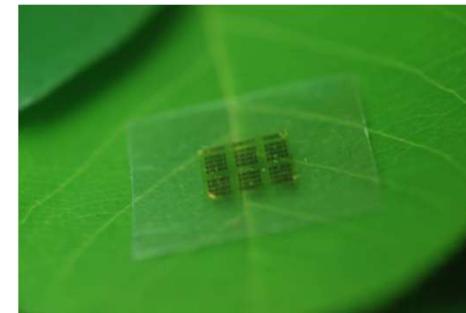


1. Las CNF son biobasadas, biodegradables, transparentes y, sus films, flexibles.
2. Presentan propiedades barrera.
3. Baja porosidad y excelentes propiedades de impresión.

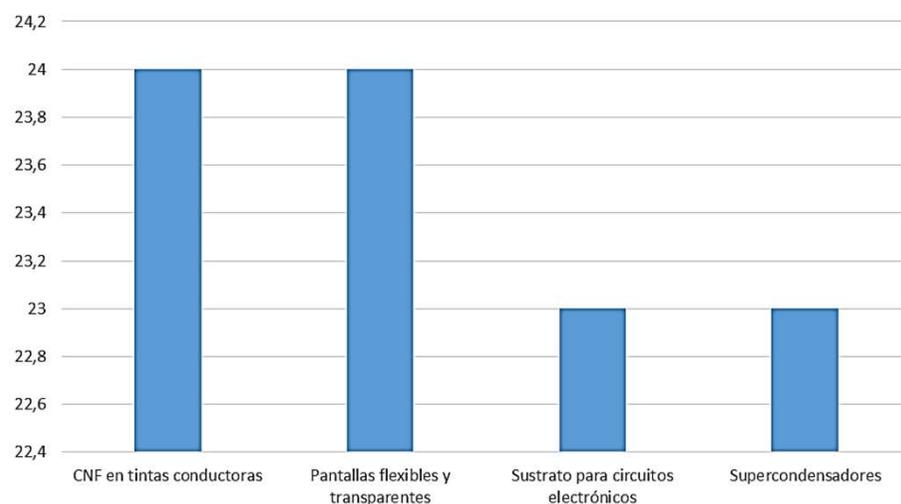
Characteristics	Nanopaper properties
Surface roughness (nm)	<5
Optical transmittance at 550nm (%)	~90 - 92
Haze (550nm)	<1
Maximum loading stress (Mpa0)	100-400Mpa
CTE (ppm/K)	<20
Renewable	high
Biodegradable	Yes



Nº of years	Application
5 - 10	Flexible transistors for printed electronics Conductive additive to substrates in flexible electronics Conductive paper for electrodes Point of care biosensors Strain sensors Flexible solar panels Fluorescent and dosimetric detection



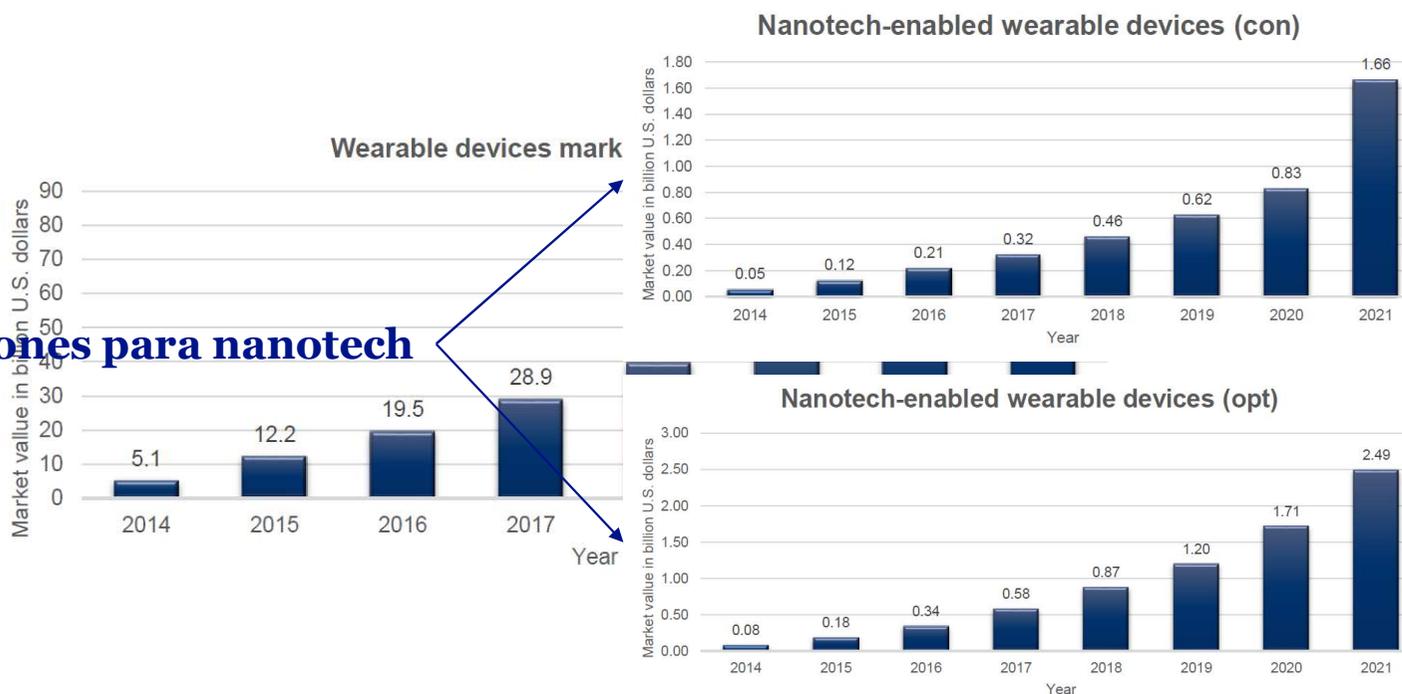
Oportunidades de las CNF



Mercado/aplicación	Dimensión del mercado	Potencial para grandes volúmenes	Facilidad de comercialización	Panorama competitivo	Coste	Competitividad	Regulaciones legislativas	Market pull	Total
CNF en tintas conductoras	5	4	4	1	3	1	3	3	24
Pantallas flexibles y transparentes	5	2	2	1	4	2	4	4	24
Sustrato para circuitos electrónicos	3	2	2	2	4	2	4	4	23
Supercondensadores	3	2	2	2	4	2	4	4	23

Dimensión del mercado (previsiones)

Previsiones para nanotech



Estudios de mercado por subsectores

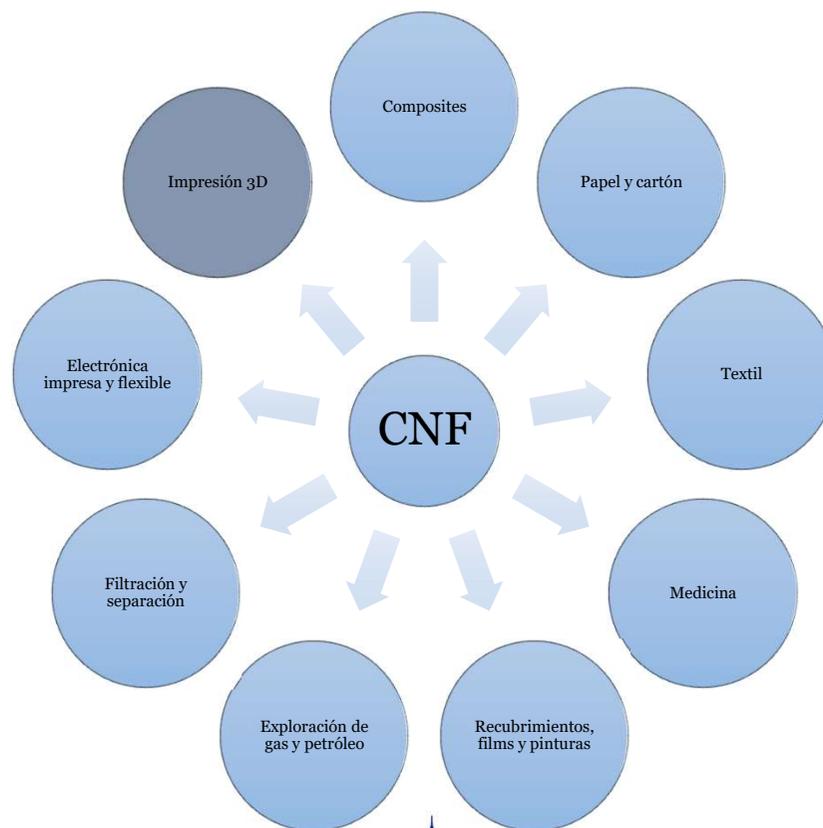
Competencia	Ventajas de CNF	Dimensión del mercado
Vidrio	Electrónica "verde"	2015: 25 M\$
Thin-film metálicos	Elevada transparencia	2020: > 500 M\$
Plástico	Flexibilidad	
Grafeno 2D	Conductividad térmica	
Nanotubos de carbono	Bajo coste	

Categoría	CNF en electrónica	
	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Desarrollo	↑
Ingresos	Negligible	↑
Potenciales ingresos (2025)	500 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	> 400%	↑
Sensibilidad del precio	Media	↓
Competidores (empresas)	< 10	≈
Grado de competitividad	9	≈
Grado de cambio técnico	Elevado	↑

Retos en el sector de electrónica impresa y flexible

- Adaptación de los procesos de producción de dispositivos electrónicos.
- Integración con productos ya existentes.
- Elevada competitividad en el mercado, sobretodo del sector plástico.

Potenciales sectores de aplicación



CNF en impresión 3D

1. Obtención de materiales estructurados en 3D por impresión 3D biodegradables.
2. Obtención de materiales por impresión 3D de elevadas prestaciones físico-mecánicas.
3. Desarrollo de dispositivos basados en CNF sin necesidad de instalaciones auxiliares.
4. Refuerzo de materiales termoplásticos que actualmente se utilizan en impresión 3D.



RETOS? Producir materiales funcionales a la vez que mantienen su imprimibilidad.

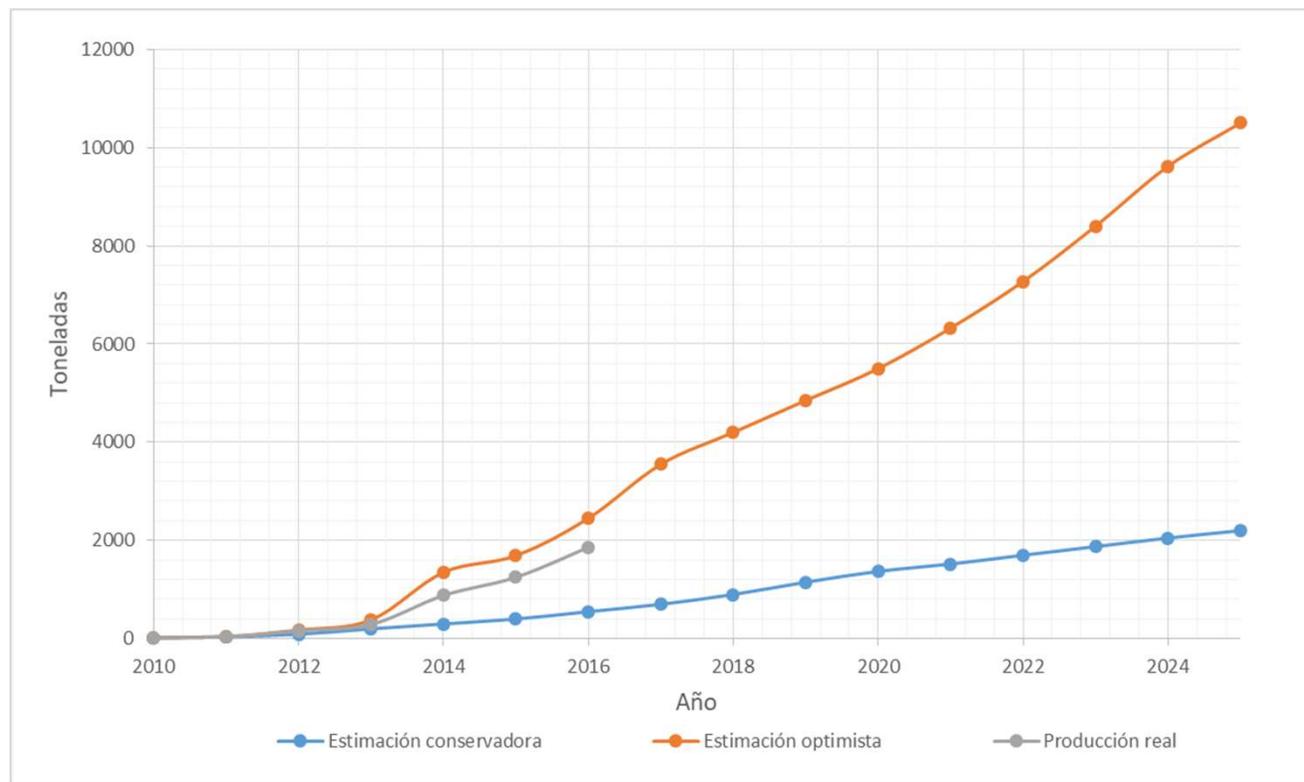
Application	Competitive materials	Advantages of cellulose nanofibers	Current market size
3D Print Load Bearing Parts	<ul style="list-style-type: none"> • ABS, PLA, PC, PP resins, nylon, acrylate resins (mixed with thermoplastics). Other nanomaterials <ul style="list-style-type: none"> • Graphene • Carbon Nanotubes 	<ul style="list-style-type: none"> • Lower cost • Does not use petroleum base • High thermal stability. 	2015 3D printing plastic resins market: ~\$250-\$300 million

Categoría	CNF para impresión 3D	
	Valoración	Tendencia
Edad del mercado	Desarrollo	↑
Ingresos	< 2 M\$	↑
Potenciales ingresos (2025)	< 100 M\$	↑
Crecimiento anual (2015 - 2016)	40-50%	↑
Sensibilidad del precio	Medio-Elevado	↓
Competidores (empresas)	< 10	≈
Grado de competitividad	6	↑
Grado de cambio técnico	Elevado	↑

Potencial demanda anual de CNF

Mercado/aplicación	Dimensión del mercado (miles de toneladas)	Contenido de CNF	Penetración de mercado (conservadora)	Penetración de mercado (optimista)	Demanda conservadora de CNF (miles de toneladas)	Demanda optimista de CNF (miles de toneladas)
Papel y cartón	400000	5%	5%	10%	1000	2000
Materiales compuestos (NF)	5500	2%	3%	7%	3,3	7,7
Aditivos para cemento	16000	1%	2%	5%	3,2	8
Textiles naturales	35000	2%	2%	5%	14	35
Textiles procesados	50000	2%	2%	5%	20	50
Composites para packaging	16000	5%	5%	10%	40	80
Films con elevadas prop. Barrera	1600	50%	3%	10%	24	80
Coatings para papel y cartón	2000	2%	3%	6%	1,2	2,4
Excipientes	550000	10%	3%	6%	1375	3300
Pinturas y recubrimientos	44000	2%	3%	6%	26,4	52,8
Total					1021	2051

Producción anual de CNF



Demanda vs. producción

¿Cubren, las previsiones de producción, la demanda estimada?

Atendiendo a las estimaciones conservadoras...

Estimación	Producción (Tn)	Demanda (Tn)
Conservadora	2.200	1.021.000
Optimista	10.500	2.051.000

En un escenario conservador:

La producción estimada para el 2025 representa el **0,2%** de la demanda.

En un escenario optimista:

La producción estimada para el 2025 representa el **0,5%** de la demanda.

¿Por qué existe esta diferencia tan abismal?

1. Logística: coste de transporte elevado.
2. Formato de venta:
 - *Gel.*
 - *Polvo.*
 - *Aerogel.*
 - *Film.*
 - ...
3. A día de hoy, equipos no específicos con poca capacidad de producción y de elevado coste.
4. Incertidumbre:
 - *Colocación en distintos mercados.*
 - *Legislación.*
 - *Competitividad en el mercado.*

¿Cuál es el panorama?



Productor de CNF

- Distintos grados
- Distintos sectores
- Producción y caracterización
- Envío
- **Producir y vender**



Proceso de producción integrado

- CNF hechas a medida
- Producto específico para consumo propio
- Muy focalizado en los intereses propios

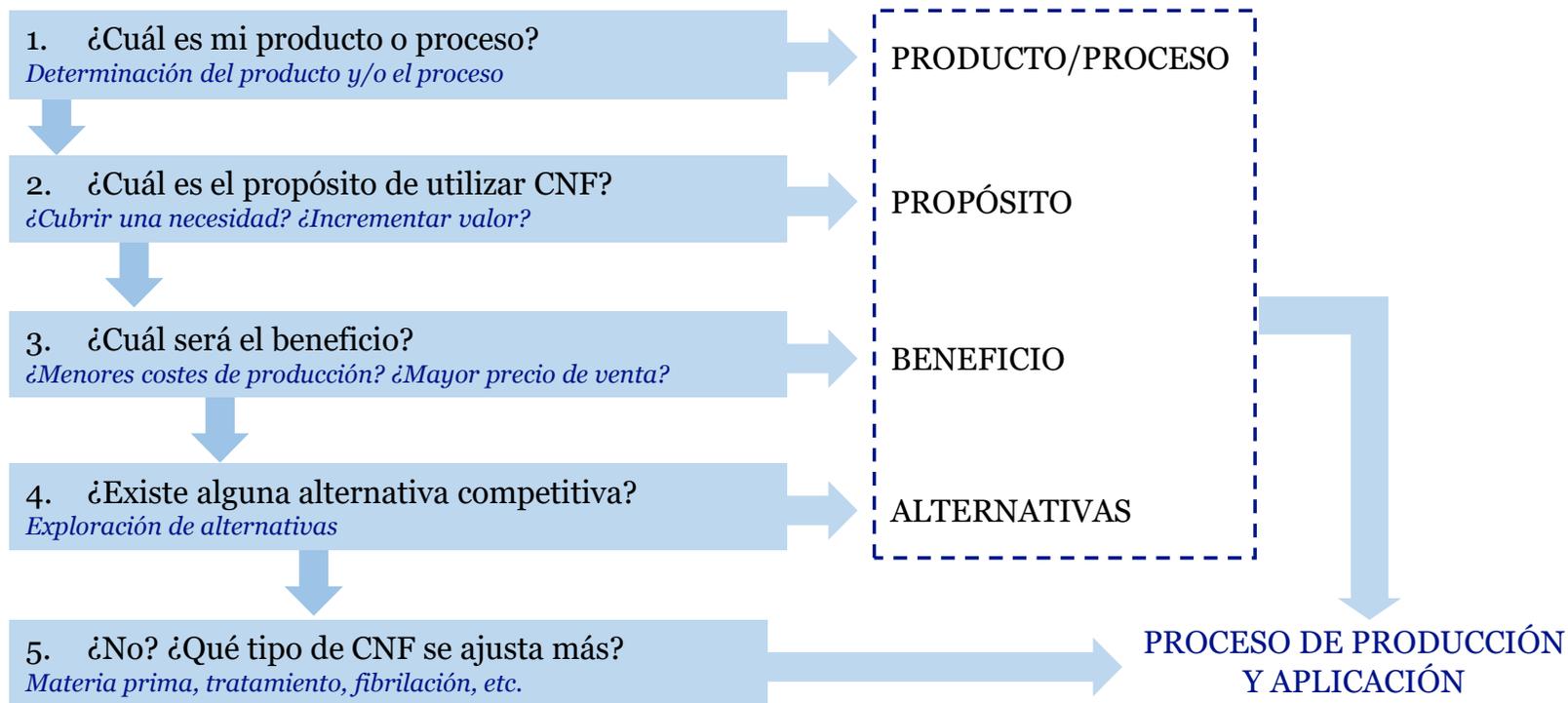
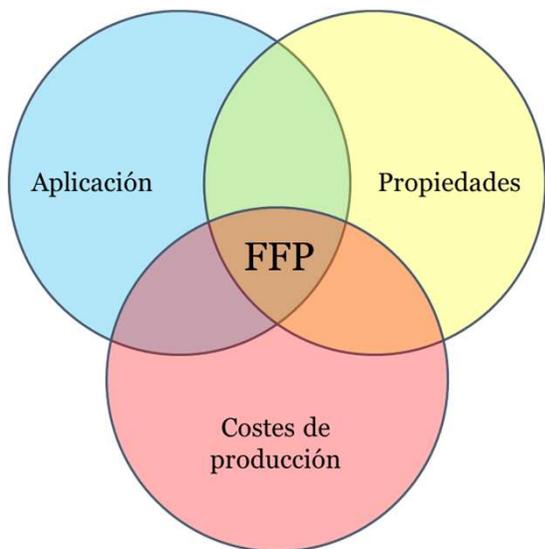


Productor de pulpa

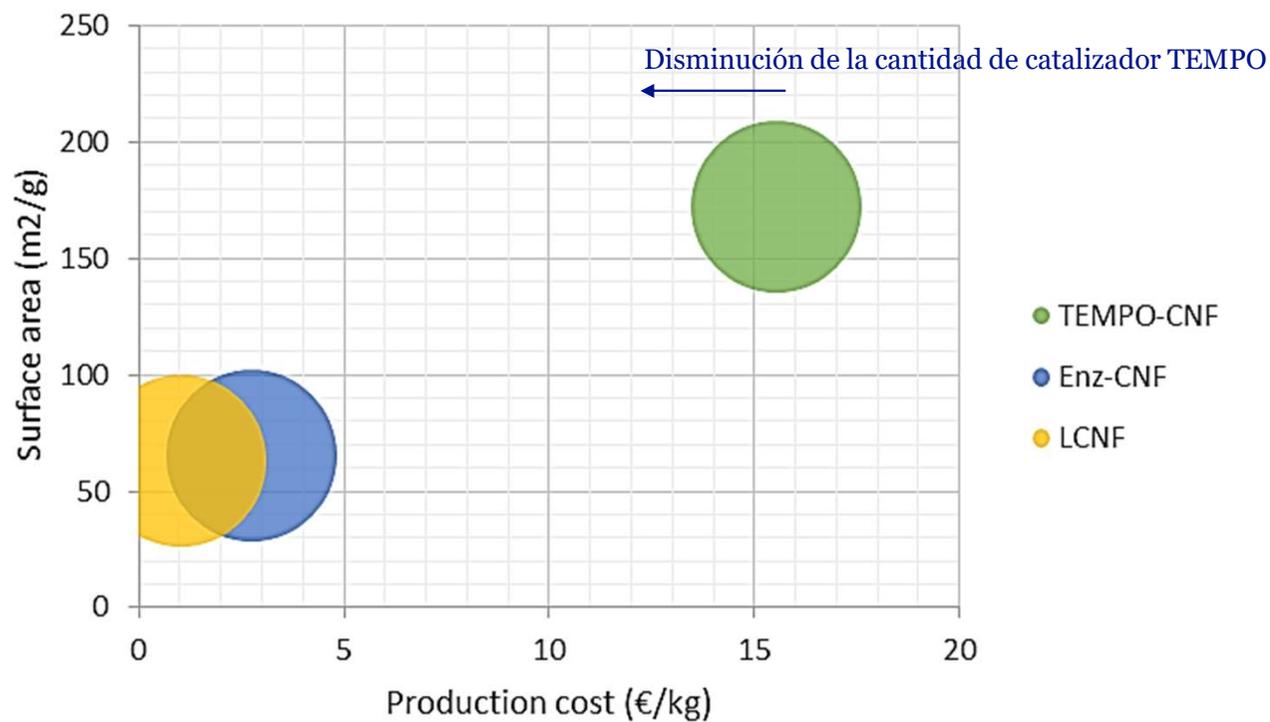
- ¿Por qué no producir pulpas con mayores prestaciones?
- Pulpa+CNF: proceso integrado

PERO TODO ESTO... ¿CUÁNTO CUESTA?

Filosofía *fit-for-purpose*



Filosofía *fit-for-purpose*



Filosofía *fit-for-purpose*



TEMPO-CNF

Enz-CNF

Mec-CNF

EXPERIENCIAS A ESCALA PILOTO DEL GRUPO LEPAMAP

El grupo LEPAMAP: experiencias a escala piloto



Lugar: PAGORA, Grenoble (Francia)
Fecha: Abril 2016

Dos días intensos de pruebas a escala piloto.

Soportes: BKEP (sin refinar y ligeramente refinada)

Aditivos: LCNF y agentes de retención

Metodología...



El grupo LEPAMAP: experiencias a escala piloto

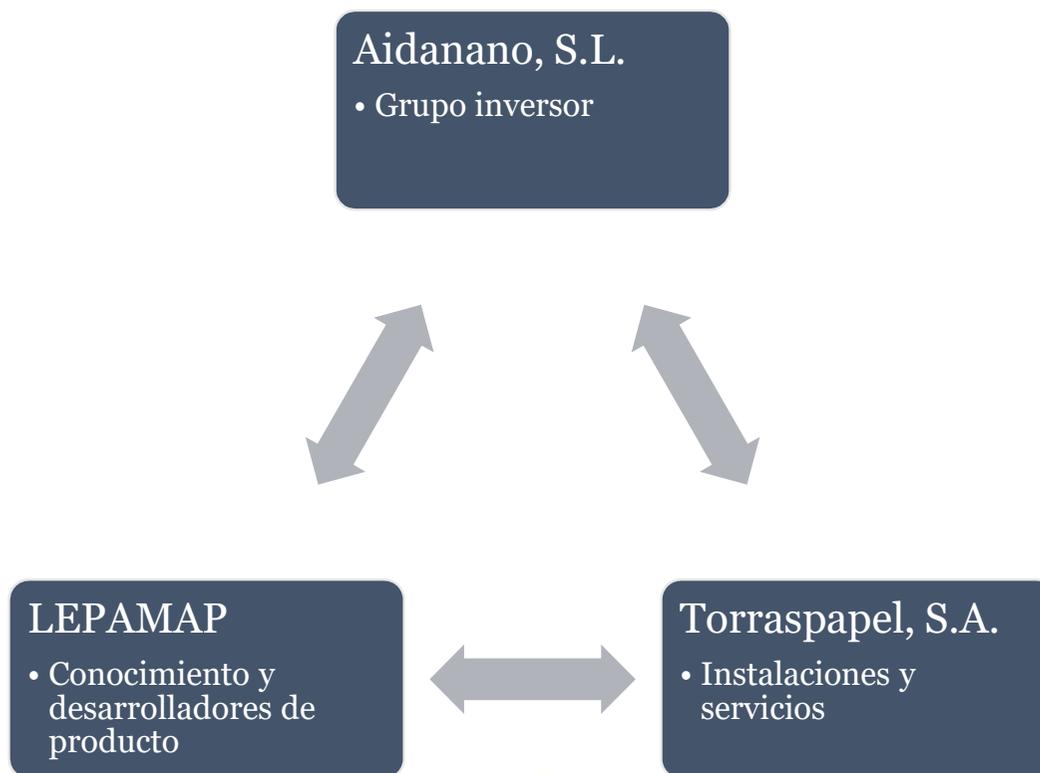


El grupo LEPAMAP: experiencias a escala piloto



1. Se corroboraron los resultados de laboratorio a escala piloto.
2. La metodología debe mejorar. Sistema en *batch*.
3. Incrementos muy significativos mediante la adición de un 3 wt% de LCNF.
4. Disminución de la capacidad de drenaje.
5. Forzosamente hay que disminuir el gramaje (línea de agua muy avanzada).

El grupo LEPAMAP: experiencias a escala piloto



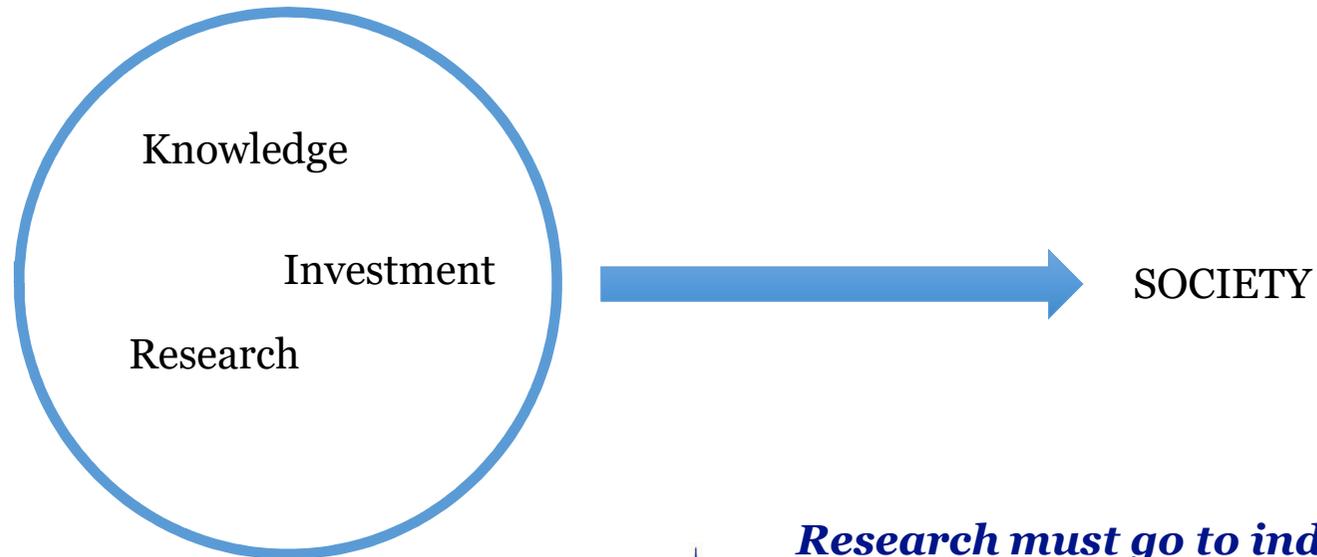
El grupo LEPAMAP: experiencias a escala piloto



¿Cómo?

research *policies* *investment*

ALIGN



Research must go to industry

¡Gracias por su atención!

Marc Delgado-Aguilar

Director Técnico del Grupo de investigación LEPAMAP

Departamento de Ingeniería Química, Agraria y Tecnología
Agroalimentaria

Escuela Politécnica Superior, Universidad de Girona

m.delgado@udg.edu