

ALEJANDRA AMENÁBAR

Arquitecto, Postítulo en Arquitectura y Manejo del Paisaje, Pontificia Universidad Católica de Chile. Decano Facultad de Diseño UDD.

Architect, Postgraduate in Architecture and Landscape Management, Pontificia Universidad Católica de Chile. Dean School of Design UDD.

PAULINA CONTRERAS

Diseñador industrial, magíster en Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío. Máster en Dirección de Marketing y Gestión Comercial ESIC, España. Docente Investigador Facultad de Diseño UDD.

Industrial Designer, Master in Industrial Engineering, Universidad del Bío-Bío. Master in Marketing and Business Management ESIC, Spain. Researcher and Professor School of Design UDD.

VÍCTOR APABLAZA

Ingeniero físico, licenciado en Física Aplicada, doctor en Ciencia de la Ingeniería de Materiales, Universidad de Santiago de Chile.

Physics Engineer, Bachelor degree in Applied Physics, Doctor of Science in Materials Engineering, Universidad de Santiago de Chile.



Prueba de concepto realizada en el Centro I+D CMPC
Hojas en proceso de secado



ACADEMIA / ACADEMY

PAPEL ANTIBACTERIAL EN BASE A CELULOSA Y COBRE
ANTIBACTERIAL PAPER MADE OF CELLULOSE AND COPPER

Por Alejandra Amenábar, Paulina Contreras y Víctor Apablaza

FOTOGRAFÍAS Y MATERIAL GRÁFICO_ PHOTOS AND GRAPHIC MATERIAL: FACULTAD DE DISEÑO UDD

UN EQUIPO DE LA FACULTAD DE DISEÑO DE LA UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO, LIDERADO POR LA DECANA ALEJANDRA AMENÁBAR, HA ESTADO INVESTIGANDO CÓMO CREAR PAPEL ANTIBACTERIAL PARA UTILIZARLO EN DIVERSAS APLICACIONES FUNDAMENTALMENTE SANITARIAS. ACTUALMENTE, LA INVENCION YA CUENTA CON UNA SOLICITUD DE PATENTE Y SE ESPERA QUE EN EL FUTURO LA TECNOLOGÍA LLEGUE AL MERCADO.

A TEAM FROM THE DESIGN SCHOOL AT UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO (UDD), LED BY DEAN ALEJANDRA AMENÁBAR, HAS BEEN INVESTIGATING HOW TO CREATE ANTIBACTERIAL PAPER FOR USE IN VARIOUS APPLICATIONS, MAINLY HEALTH. CURRENTLY, THE INVENTION ALREADY HAS A PATENT APPLICATION AND IT IS EXPECTED THAT IN THE NEAR FUTURE THE TECHNOLOGY WILL HIT THE MARKET.



Planta CMPC Nacimiento, Chile
Producción de celulosa

Chile tiene la mayor reserva de metal rojo en el mundo concentrando el 28% del total mundial en 2011. Según estimaciones de Gobierno, en 2015 se alcanzará una producción de 6.000 (miles de toneladas). El cobre representa el mayor porcentaje de exportaciones y es la mayor fuente de ingreso del país (Sernageomin, 2013), (INE, 2015), (Meller, 2013). Aunque su crucial papel en la economía de Chile está asegurado, es necesario ampliar la mirada y abordar el escaso desarrollo de productos con valor agregado a partir de sus propiedades estéticas, conductivas, térmicas, mecánicas, energéticas, ecológicas y antimicrobianas, entre otras.

En 2008, la Environmental Protection Agency (EPA) certificó la propiedad antimicrobiana del cobre, convirtiéndose en el primer metal sobre el cual recae este reconocimiento. Adicionalmente, la International Copper Association (ICA) junto con la Copper Development Association Inc. han establecido la marca Antimicrobial Copper (Cu+), la cual garantiza con este sello a los productos antimicrobianos en base a cobre, representando una gran oportunidad para la industria de la salud. Por último, la Red Canadiense de Observación de Tendencias en Salud (CNESH) declara al cobre en la lista de referencia de las diez tecnologías nuevas y emergentes más importantes de 2014.

Para la Facultad de Diseño de la Universidad del Desarrollo es importante aportar al fomento del desarrollo de productos elaborados a nivel país a través del diseño y la interdisciplina. El Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2013) sugiere lineamientos estratégicos para que Chile pueda avanzar hacia el desarrollo a partir de la incorporación de la innovación en las políticas públicas. Por otra parte, enfatiza

Chile has the largest reserves of copper in the world, accounting for 28% of the world total in 2011. According to Government estimates, production in 2015 will be 6,000 tons. Copper represents the largest share of exports and is the largest source of income for the country (Sernageomin, 2013), (INE, 2015), (Meller, 2013). Copper will continue to play a crucial role in Chile's economy, but there is a need to expand the gaze and address the low development of value-added products on the basis of its aesthetic, conductive, thermal, mechanical, energetic, ecological, and antimicrobial properties, among others.

In 2008, the Environmental Protection Agency (EPA) certified the antimicrobial property of copper, which became the first metal to be recognized for this quality. In addition, the International Copper Association (ICA) along with the Copper Development Association Inc. established the Antimicrobial Copper (Cu+) brand, a seal that guarantees antimicrobial products based on copper, which represents a great opportunity for the health care industry. Finally, the Canadian Network for Environmental Scanning in Health (CNESH) declared copper in the reference list of the 10 new most important emerging technologies in 2014.

The Design School considers it important to contribute to promote the development of products manufactured in Chile through design and interdisciplinary work. The National Council of Innovation for Competitiveness (2013) suggests strategic guidelines so that Chile may advance towards development by incorporating innovation in its public policies. It also emphasizes the importance of the role of the designer in innovation; the designer being a key player in adding value to natural resources and transferring commodities to products. It is undeniable that natural resources are an asset and wealth for their country of origin, but

el rol del diseñador para la innovación, siendo este, un elemento fundamental en el aporte de valor agregado a los recursos naturales y al traslado de commodities a productos. Es innegable que los recursos naturales en sí son un activo y riqueza para su país de origen, pero es fundamental desarrollar investigación e innovación tecnológica a partir de estos.

El año 2012 se formaliza la creación del área de Investigación y Postgrado de la Facultad de Diseño. Sus líneas de investigación son:

1. **Innovación interdisciplinaria:** investigación en metodologías de educación en diseño, creatividad aplicada, y transferencia de diseño a la empresa.
2. **Nuevos materiales:** investigación para el desarrollo de materiales innovadores y su aplicación a la industria a través del diseño.

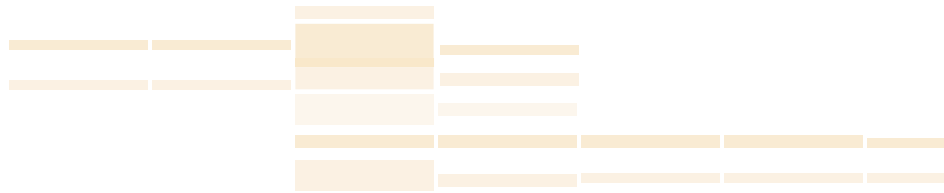
La línea de investigación en nuevos materiales fue impulsada por la decano e investigadora, Alejandra Amenábar, quien decide explorar las potencialidades del cobre como real oportunidad país. Su propuesta consiste en mezclar dos materias primas clave en el país —la celulosa y el cobre— para el desarrollo de papel antibacterial. Con el fin de comprobar la novedad, nivel inventivo y aplicación industrial de esta idea, se realizó un informe de búsqueda internacional del

it is essential to develop research and technological innovation to increase their value.

The Postgraduate and Research area of the Design School of Universidad del Desarrollo was formally created in 2012: Its lines of research are:

1. **Interdisciplinary Innovation:** research in education methodologies in design, applied creativity, and transfer of design to companies.
2. **New materials:** research for the development of innovative materials and their application to the industry through design.

The line of research in new materials was driven by the dean and researcher at the Design School, Alejandra Amenábar, who decided to explore the potentialities of copper as a real opportunity for the country. Her proposal is to mix two key raw materials in Chile—cellulose and copper—to develop antibacterial paper. In order to verify the novelty, inventiveness and industrial applicability of this idea, she developed an international search report on the status of the technique and patentability of the invention: “Antibacterial paper made of cellulose and copper.” The status of the technique was studied by the law firm Castro & Sainz, considering patent databases of the World Intellectual Property Organization (WIPO), the Patent Office (EPO), the United States



Visita planta CMPC Nacimiento, Chile
Victor Apablaza, experto CMPC y Alejandra Amenábar

estado de la técnica y patentabilidad para la invención: “Papel antibacterial en base a celulosa y cobre”. Este proceso estuvo a cargo del estudio de abogados Castro & Sainz, considerando bases de datos de patentes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), de la Oficina de Patentes (EPO), de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO), y una base de datos comercial, con información disponible para más de 78 países, incluyendo Japón, China, Corea, y el sistema Inpadoc. La estrategia de búsqueda consideró dos elementos claves: (1) Forma del agente biocida y (2) Método de preparación del papel.

De esta manera, Castro & Sainz seleccionó patentes de invención para análisis de cruzamiento con los objetivos planteados en el proyecto y señaló sugerencias sobre potenciales usos de la tecnología más allá de las propiedades biocidas.

El análisis de patentabilidad determinó que existe un gran espectro de oportunidades de desarrollo, ya que los procesos de fabricación y tipos de partículas pueden variar largamente. Además, no se encontraron aplicaciones industriales del material papel antibacterial a nivel nacional e internacional, lo que fundamenta la viabilidad inventiva de este, dando origen a un proyecto altamente patentable. Se concluye que este proyecto es un nicho no explorado, coherente a las líneas de investigación de la Facultad de Diseño Innovación interdisciplinaria y Nuevos materiales, que evidencia alto potencial innovador en el desarrollo y aplicación de la tecnología a distintos campos a través del diseño de valor agregado en sectores como la salud, el agrícola, el gastronómico, entre otros. También, se visualiza impacto económico

Patent and Trademark Office (USPTO), and a commercial database, with information available for more than 78 countries, including Japan, China, Korea, and the Inpadoc system. The search strategy considered two key elements: (1) The form of the biocidal agent and (2) The paper preparation method. Castro & Sainz selected invention patents to analyze whether there was any crossing with the objectives set forth in the project, and suggested potential uses of the technology beyond the biocidal properties.

The analysis of patentability determined that there is a wide range of development opportunities as the manufacturing processes and types of particles can vary widely. In addition, no industrial applications for antibacterial paper were found nationally or internationally, confirming the viability of this invention and giving rise to a highly patentable project. It was concluded that this project is an unexplored niche, consistent with the lines of research of the Design School, Interdisciplinary Innovation and New Materials, which shows a high innovation potential for the development and application of the technology to various fields through the design of added value in areas such as health, agriculture and gastronomy, among others. Also, an economic impact is viewed in the generation of new industries and the contribution to the social problems relating to public health, hygiene, food and waste handling, due to the widespread use and multiple functions that this new biocidal material will open.

ACADEMY, COMPANY AND INTERDISCIPLINE

The ability to perform interdisciplinary work to respond to the creative challenges imposed by the new and changing settings of today's productive world in

Visita planta CMPC Nacimiento, Chile
Experto CMPC y Alejandra Amenábar



Para la Facultad de Diseño es importante aportar al fomento del desarrollo de productos elaborados a nivel país a través del diseño y la interdisciplina.

The Design School considers it important to contribute to promote the development of products manufactured in Chile through design and interdisciplinary work.

en la generación de nuevas industrias y aporte a las problemáticas sociales relativas a la salud pública, higiene, manejo de alimentos y residuos, debido al amplio uso y múltiples funciones que abriría este nuevo material biocida.

ACADEMIA, EMPRESA E INTERDISCIPLINA

La capacidad de trabajo interdisciplinario es una exigencia para los profesionales de hoy, de modo de que puedan responder a los desafíos creativos que imponen los nuevos y cambiantes escenarios que se dan en el mundo productivo, en el campo tecnológico y en la cultura de las organizaciones. Esta complejidad requiere un traslape de responsabilidades e interdependencia con el diseño y producción de bienes innovadores (CINDA, 2013).

El proyecto, surge desde la interdisciplina, con un equipo con experiencia y capacidades científicas y tecnológicas que, al complementarse con el diseño avanzado, amplía las proyecciones de desarrollo y transferencia de productos innovadores. Como miembros de esta iniciativa se cuentan a las investigadoras Alejandra Amenábar Figueroa y Paulina Contreras Correa, al co-investigador y doctor experto en desarrollo de materiales Víctor Apablaza Barraza, y diversos investigadores invitados en las distintas etapas del proyecto.

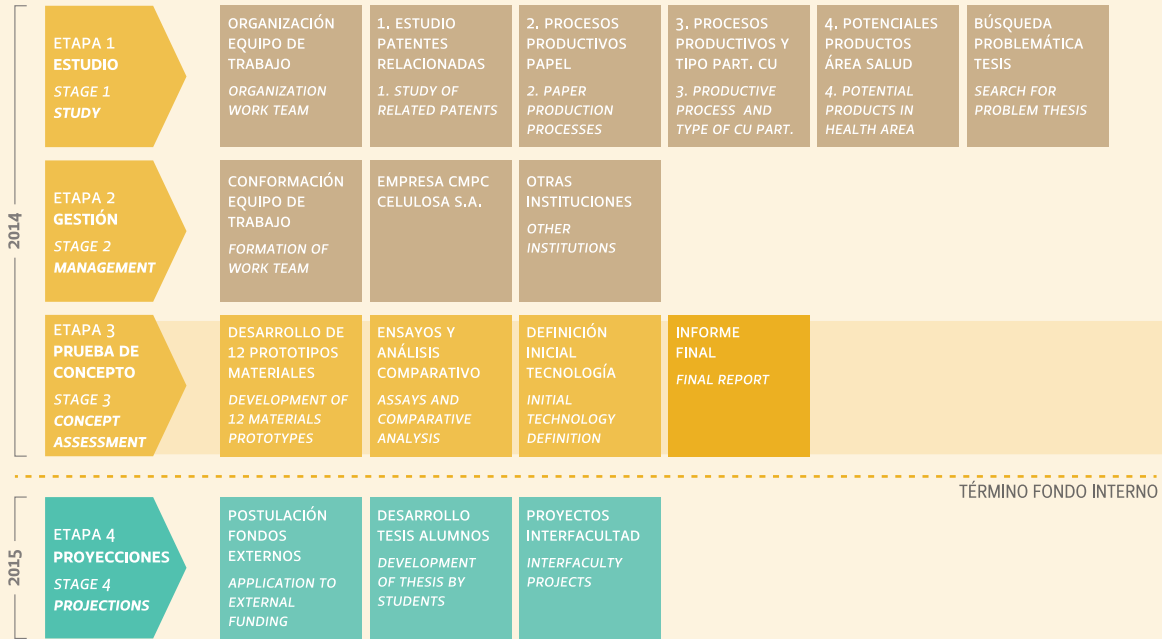
La innovación debe considerarse como un proceso interactivo en el que la empresa, además de adquirir conocimiento mediante su propia experiencia en los procesos de diseño, desarrollo, producción y comercialización, aprende constantemente de sus relaciones con diversas fuentes

the technological field and in the culture of organizations is a requirement for today's professionals. This complexity implies an overlap of responsibilities between professionals of different disciplines, and interdependence in the design and production of innovative goods (CINDA, 2013). This project arises from an interdisciplinary environment, with a team with experience and scientific and technological capabilities that complemented with advanced design, extends the projections of development and transfer of innovative products. The members of this initiative are researchers Alejandra Amenábar and Paulina Contreras Correa, the co-researcher and PhD, expert in materials development, Víctor Apablaza Barraza, and various guest researchers at the different stages of the project.

Innovation must be regarded as an interactive process in which the company, in addition to acquiring knowledge through its own experience in the processes of design, development, production and marketing, is constantly learning from its relations with various external sources, such as universities¹. With a clear focus on transfer, this research started in the academia but shortly established a strong connection with the company. Working together with CMPC Celulosa S.A. has been fundamental to develop a research project with real projections of developing at an industrial level, concentrated on the application of knowledge with a focus that will permit contributing to the Chilean society by encouraging economic and social development. CMPC Celulosa has provided specialized infrastructure for the production of paper at a laboratory scale, chemical, biochemical, physical and material resistance analysis equipment, and professionals who are

DIAGRAMA PROYECTO

ESTUDIO EXPERIMENTAL DE DESARROLLO DE PAPEL ANTIBACTERIAL POR ADICIÓN DE COBRE PARA APLICACIONES MÉDICAS



externas, como son las universidades¹. Con un claro foco en la transferencia, esta investigación parte en la academia, pero tempranamente gestiona una fuerte conexión con la empresa. El logro de un trabajo conjunto con CMPC Celulosa S.A. ha sido clave para efectuar una investigación con proyecciones reales, enfocada en la aplicación de conocimiento con sentido, que permita aportar a la sociedad chilena a través del fomento del desarrollo económico y social. CMPC Celulosa ha aportado infraestructura especializada para la fabricación del material a escala de laboratorio, equipamiento de análisis químico, bioquímico, físico y de resistencia de

experts in paper production. This has permitted experimenting and conducting research in situ, planning a rapid transfer of antimicrobial paper to an industrial level. The initial investigation entitled “Experimental study of the development of antibacterial paper by adding copper for medical applications” was funded by the Internal Fund of Universidad del Desarrollo.

The choice of the copper format and its physical-chemical and size and shape considerations are crucial for the study. Several patents evidence the biocidal application of copper and copper salts, both organic and inorganic, in a variety of materials. It is scientifically accepted that the mechanism by which fungi,

¹ Freeman, 1998.

PRUEBA DE CONCEPTO Y ANÁLISIS PAPEL ANTIBACTERIAL



1.

Medición de propiedades físico-mecánicas: Resultados dentro de los estándares ISO que trabaja CMPC.

Measurement of physical-mechanical properties: Results within the ISO standards which CMPC works with.

2.

Espectroscopía de Absorción Atómica. Optical Emission Spectrometry (ICP): Análisis de retención de cobre en el producto final.

Atomic Absorption Spectrometry. Optical Emission Spectrometry (ICP): Copper retention analysis in the final product.

3.

Análisis antibacterial. Prueba microbiológica estándar: ISO 20645:2004. Bacterias probadas: Staphylococcus aureus ATCC® 6358TM Klebsiella pneumoniae ATCC® 4352TM: Buen efecto antimicrobiano y halo de inhibición en muestras con mayor porcentaje de cobre.

Antibacterial Analysis. Standard Microbiological Test: ISO 20645:2004. Bacteria tested: Staphylococcus aureus ATCC® 6358TM, Klebsiella pneumoniae ATCC® 4352TM: Good antimicrobial effect and inhibition halo in samples with the highest percentage of copper.

4.

Observaciones SEM Scanning Electron Microscope: Análisis de morfología e incorporación de cobre en la matriz de papel.

Scanning Electron Microscope (SEM) observations: Analysis of the morphology and incorporation of copper in the paper matrix.

5.

Distribución de partículas por microscopía óptica de fluorescencia: Análisis de distribución del cobre en la matriz de celulosa.

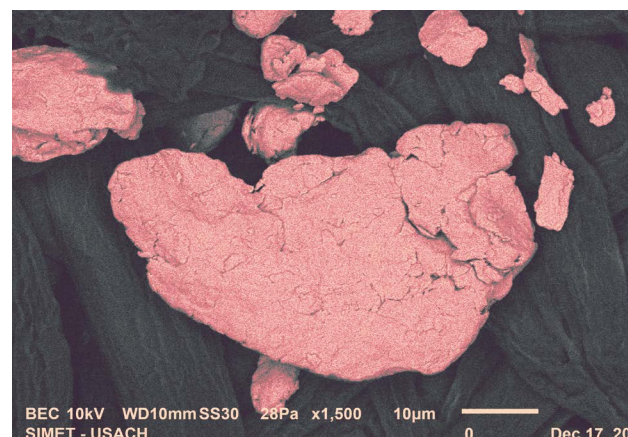
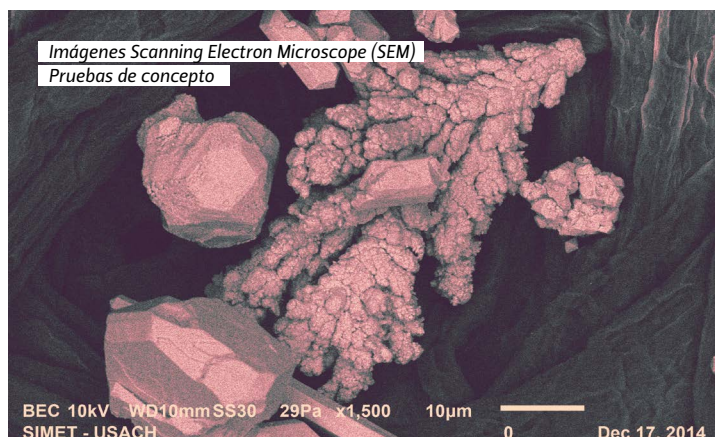
Distribution of particles by fluorescence optical microscopy: Analysis of the distribution of copper in the cellulose matrix.

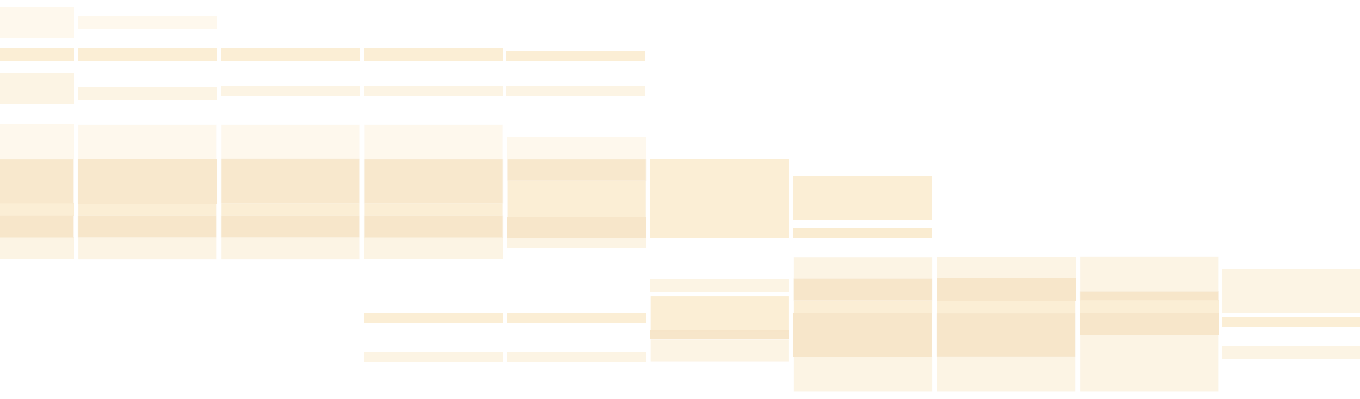
Los resultados fueron sistematizados en:

1. Informe: Fortalezas y debilidades de las intervenciones en el proceso productivo.
2. Informe: Análisis y estudios sobre las hojas de papel en base a celulosa y cobre.

The results were systematized in:

- 1. Report: Strengths and weaknesses of the interventions in the productive process.*
- 2. Report: Analyses and studies on the sheets of paper made of cellulose and copper.*





materiales, y sus profesionales expertos en producción de papel. Esto ha permitido la experimentación y desarrollo in situ de la investigación, proyectando una transferencia a escala industrial de papeles con características antimicrobiales. La investigación inicial titulada “Estudio experimental de desarrollo de papel antibacterial por adición de cobre para aplicaciones médicas” fue financiada por el Fondo Interno de la Universidad del Desarrollo.

La elección del formato de cobre y sus consideraciones físico-químicas, de tamaño y forma son un tema crucial para la investigación. Varias patentes documentan la aplicación biocida del cobre y sales de cobre, orgánicas e inorgánicas, en diversos materiales. Está científicamente aceptado que el mecanismo por el cual hongos, bacterias y virus son inactivados y/o eliminados por los iones de cobre es por la penetración de estos en el microorganismo a través de su membrana celular, alterando sus sistemas vitales (permeabilidad de la membrana, degradación de proteínas, inhibición de reacciones enzimáticas, entre muchos otros efectos dañinos).

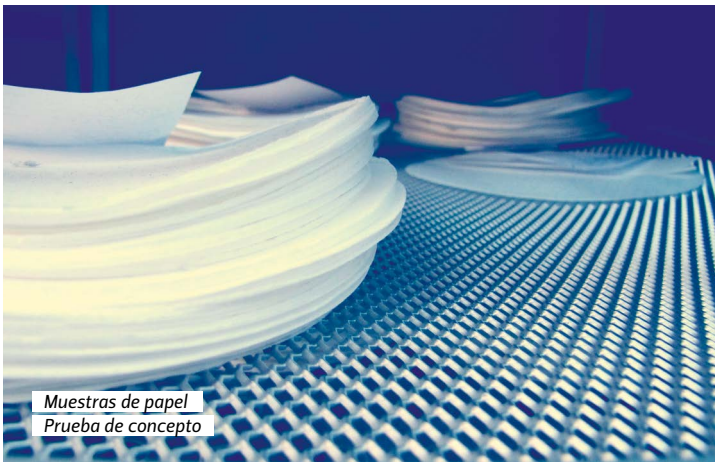
Se definieron dos tipos de formato de cobre logrando muestras de papel en ambos casos, lo que permitió contrastar las similitudes y diferencias de resultados biocidas entre las morfologías aplicadas. La prueba de concepto del papel antibacterial se desarrolló en el Centro I+D de CMPC, ubicado en Nacimiento, Chile. Se intervino el proceso productivo de fabricación estándar de papel según la Norma ISO 5269-1:2005, mediante la mezcla de dos tipos de cobre con pulpa de celulosa en distintas proporciones, obteniendo 12 muestras diferentes de papel y sus replicados, donde cuatro muestras obtuvieron resultados antibacteriales positivos.

El equipo de investigación logró una tecnología inicial. Sin embargo, es necesario continuar un estudio científico tecnológico que aborde los espacios de mejora detectados, buscando un proceso de alta eficiencia viable para ser insertado en la industria y el mercado.

bacteria and viruses are inactivated and/or eliminated by the copper ions is their penetration through the microorganism's cell membrane, thereby altering their vital systems (membrane permeability, protein degradation, enzymatic reactions, among many other harmful effects).

Two types of copper formats were defined and paper samples were achieved in both cases, allowing us to compare the similarities and differences in the biocidal effects between the copper morphologies applied. The proof of concept of the antibacterial paper was conducted in the R&D Center of CMPC, in Nacimiento, Chile. The standard paper manufacturing process according to ISO Standard 5269-1:2005 was modified by mixing 2 types of copper with cellulose pulp in various proportions, getting 12 different samples of paper and their copies, where 4 samples showed positive antibacterial results.

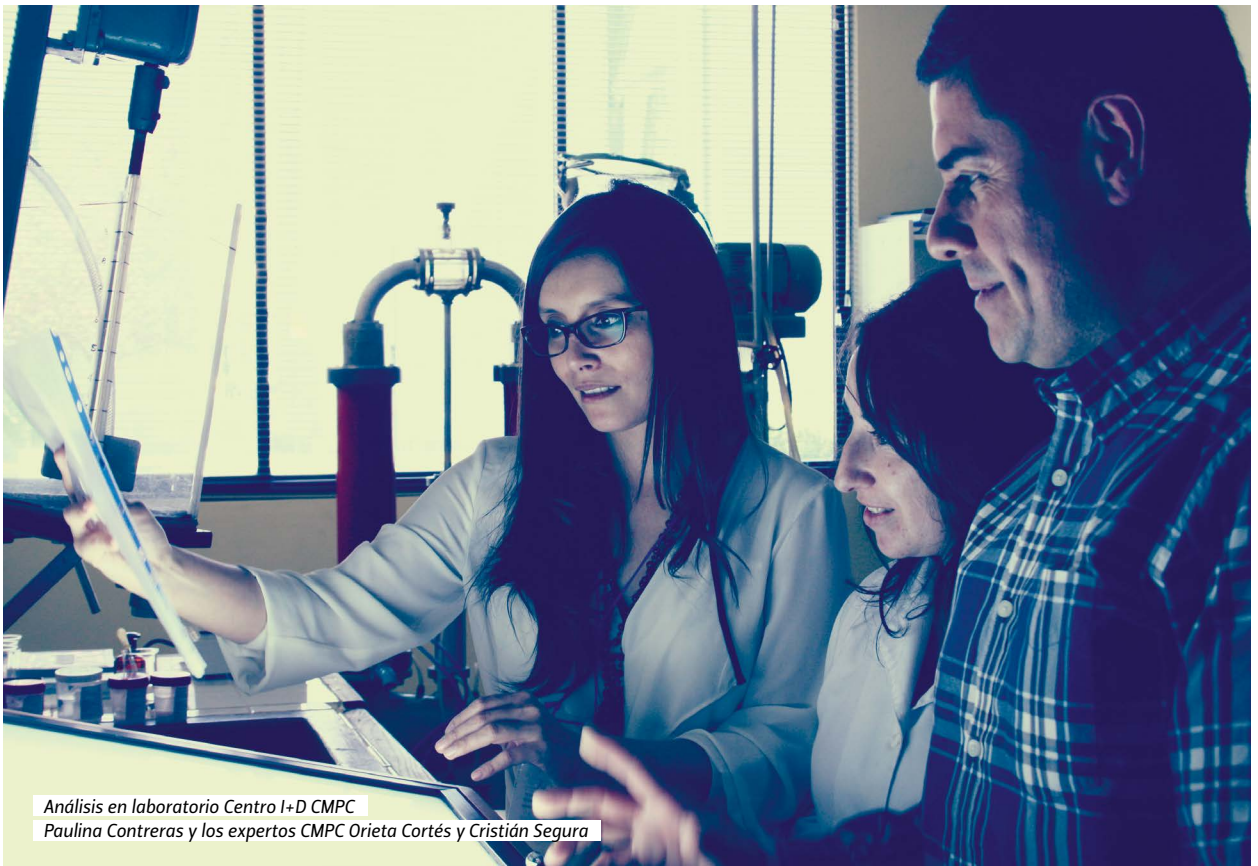
The research team achieved an initial technology. It is necessary, however, to continue with a scientific technological study that addresses the room for improvement, looking for a highly-efficient viable process that can be used in the industry and the market.



Muestras de papel
Prueba de concepto



Pulpa de celulosa
Prueba de concepto



Análisis en laboratorio Centro I+D CMPC
Paulina Contreras y los expertos CMPC Orieta Cortés y Cristián Segura



Prueba fisicomecánica, Centro I+D CMPC

PATENTAMIENTO

Basado en los potenciales que presenta el proyecto se postuló al 1º Concurso de Patentamiento VRID – iCono UDD 2014, logrando el financiamiento de la búsqueda del estado del arte, asesoría para el patentamiento y protección de las invenciones a nivel nacional (solicitud de patente ante el Inapi) e internacional (inicio de trámites de solicitud de patente bajo convenio PCT) en los países que el Comité Interno determinó.

Los resultados de la investigación se concretaron en la solicitud de patente de invención: Título: Materiales basados en celulosa que incorporan un agente biocida basado en cobre. N° de solicitud: 201500921. Titular solicitante: Universidad del Desarrollo. Esta solicitud de patente de invención tiene como Inventores a: Alejandra Amenábar Figueroa, Paulina Contreras Correa, Víctor Apablaza Barraza, quienes formaron parte del equipo de investigación.

iCono UDD ha sido clave en la gestión de la propiedad intelectual, de acuerdos de colaboración en investigación y apoyo en la obtención de fondos públicos, facilitando los procesos, entregando herramientas y estrategias en función de hacer verdadera innovación a través de la transferencia del conocimiento a la empresa.

PATENTING

Based on the project's potential, we participated in the 1st Patenting Contest VRID – iCono UDD 2014, and got financing to look for the state of the art, advice for patenting and protection of inventions, nationally (patent application before the INAPI) and internationally (starting patent application under the PCT agreement) in the countries that the Internal Committee determined. The results of the investigation were materialized in the application for a patent for invention: Title: Cellulose-based materials that incorporate a biocidal agent containing copper. Application number: 201500921. Applicant: Universidad del Desarrollo (UDD). The inventors of this application for a patent for invention are: Alejandra Amenábar Figueroa, Paulina Contreras Correa, and Víctor Apablaza Barraza, who were part of the research team.

iCono UDD has been central in processing the intellectual property, collaboration agreements in research, and supporting to obtain public funds, facilitating the process, providing tools and strategies to ensure true innovation by transferring knowledge to the company.

PROYECCIONES

El proyecto ha logrado una solicitud de patente y se ha postulado al fondo externo Fondef IDeA 2015 bajo el título “Desarrollo, validación y piloto industrial de tecnología para la producción de papel antibacterial en base a celulosa y cobre, folio: ID15II0609”. Se cuenta con resultados que justifican el escalamiento de la investigación tales como: información preliminar de los efectos en celulosa intervenida con cobre en términos de sus propiedades físico mecánicas, ópticas y atómicas; distribución e incorporación del cobre en la matriz de celulosa; y propiedades biocidas de este material compuesto para dos cepas de bacterias.

A partir del logro de un papel con actividad antimicrobiana comprobada, que se basa en la incorporación de microestructuras de cobre dentro de una matriz de celulosa, en una segunda etapa se buscará optimizar morfológicamente microestructuras de cobre que permitan la aplicación industrial de la prueba de laboratorio, obteniendo así un material con fines comerciales y con actividad microbiológica caracterizada. El desarrollo de este material es propuesto en tres etapas:

1. Desarrollo y definición de formato de cobre.
2. Desarrollo y definición de prototipo del proceso.
3. Análisis y ensayos para la definición de características biocidas, físico-mecánicas, degradación del papel y determinación del estándar de operación del nuevo material.

Actualmente la investigación está centrada en optimizar las condiciones de fabricación a nivel de piloto industrial, donde el trabajo en conjunto con CMPC es crucial. Se espera obtener un producto terminado con el estándar de calidad requerida, determinando el ámbito de aplicación y la dimensión del conocimiento generado sobre el proceso de fabricación. Se proyecta además una etapa de transferencia a CMPC donde se espera desarrollar la prueba industrial del papel antibacterial.

La Facultad de Diseño ha logrado partir desde el origen del producto, desarrollando un nuevo material con una mirada estratégica, que requirió intervenir desde el proceso productivo, para obtener un resultado de alto valor agregado y alta diferenciación. El proceso de innovación del “papel de cobre” implica un paso gigantesco para la Facultad, que se ha propuesto los desafíos de posicionar el diseño como propulsor de innovación en la industria, y preparar alumnos y futuros diseñadores alineados con el desafío país de agregar valor a la producción nacional.

PROJECTIONS

The project has achieved a patent application and has applied to the external fund Fondef IDeA 2015 under the title “Development, validation and pilot of industrial technology for the production of antibacterial paper made of cellulose and copper, page: ID15II0609.” The results justify the escalation of the research such as; preliminary information of the effects in cellulose intervened with copper in terms of its physical-mechanical, optical and atomic properties, the distribution and incorporation of copper in the cellulose matrix, and the biocidal properties of this composite material for two strains of bacteria.

We obtained a paper with proven antimicrobial activity based on the incorporation of microstructures of copper in a matrix of cellulose. In a second stage we will seek to morphologically optimize microstructures of copper that will enable the industrial application of the laboratory test, thereby obtaining a material for commercial purposes with a characterized microbiological activity. We propose developing this material in three stages:

1. *Development and definition of the copper format.*
2. *Development and definition of the prototype of the process.*
3. *Analysis and testing to define the paper’s biocidal, physical-mechanical, and degradation features and determining the new material’s operation standard.*

Currently research is focused on optimizing the manufacturing conditions of the industrial pilot, where joint work with CMPC is crucial. We hope to produce a finished product with the required quality standard, and we will determine the scope of application and the knowledge generated about the manufacturing process. We also plan to implement a stage of knowledge transfer to CMPC, where we hope to develop the industrial test of the antibacterial paper, with a 3-year horizon to bring the technology to the market.

The Design School has started from the origin of the product, developing a new material with a strategic view, which required intervening from the productive process to obtain a result with high added value and differentiation. The process of innovation of the “paper made of copper” implies a giant step for the School, which has set itself the challenge of positioning design as a springboard for innovation in the industry, and preparing students and future designers aligned with the country’s challenge of adding value to domestic production.

ANÁLISIS DE NORMATIVAS

Respecto de la regulación aplicable al uso de papel bactericida con aplicaciones de cobre, se definió analizar el papel antibacterial en materia de alimentos ya que es la aplicación con mayores restricciones y/o riesgos por su relación directa con el consumo humano. En base a la revisión en Chile del Reglamento Sanitario de los Alimentos (D.S. N° 977 de 1996, del Ministerio de Salud), el artículo 125 podría presentar dificultades debido a que establece: "Los metales en contacto con los alimentos y sus materias primas no deberán contener más de uno por ciento de impurezas constituidas por plomo, antimonio, zinc, cobre, cromo, hierro, estaño considerados en conjunto, ni más de 0,01 por ciento de arsénico, ni otros contaminantes constituidos por metales o metaloides que puedan considerarse nocivos. Asimismo, los utensilios, recipientes, envases y aparatos fabricados con metales, no deberán ceder las sustancias antes señaladas en cantidades superiores a las indicadas". Los objetivos específicos del proyecto abordan ajustar y definir la concentración mínima de cobre para lograr propiedades biocidas, y controlar el alojamiento de cobre en la matriz de papel. Esta fijación será un desafío clave para cumplir con el Reglamento Sanitario de los Alimentos en Chile.

Otras normas revisadas en Estados Unidos (Federal and Drug Administration, FDA) y España (Reglamento N° 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo) no especifican directamente el cobre como contaminante o sustancia nociva.

El proyecto considera realizar un estudio de normativas nacionales e internacionales que consideren regulaciones aplicables al papel para uso en alimentos, salud, así como normativas ambientales del proceso productivo del papel antibacterial.

ANALYSIS OF REGULATIONS

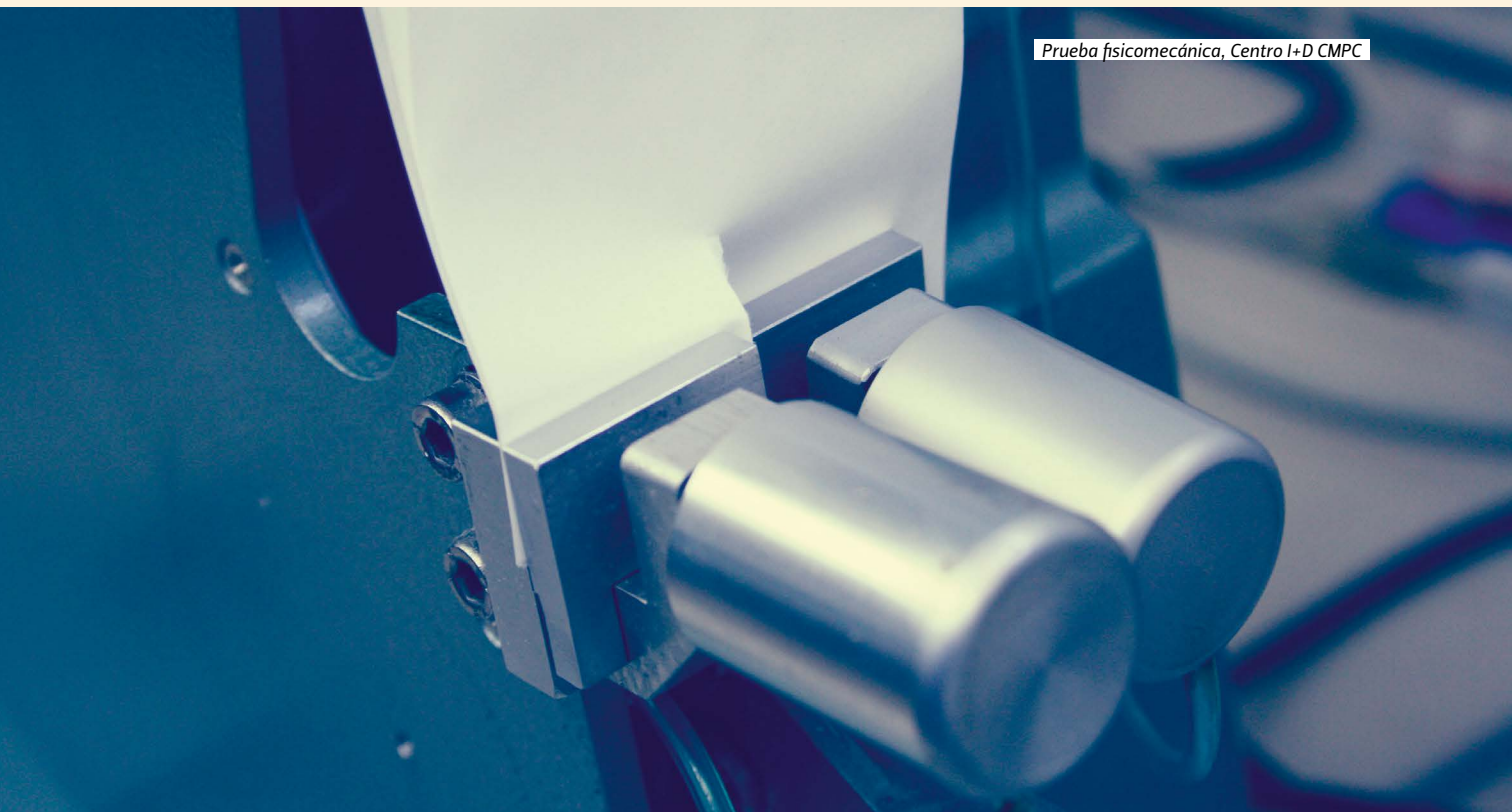
With regard to the regulations applicable to the use of bactericidal paper containing copper particles, we defined analyzing antibacterial paper in the food industry, as this is the application with the greatest restrictions and/or risks due to its direct relationship with human consumption.

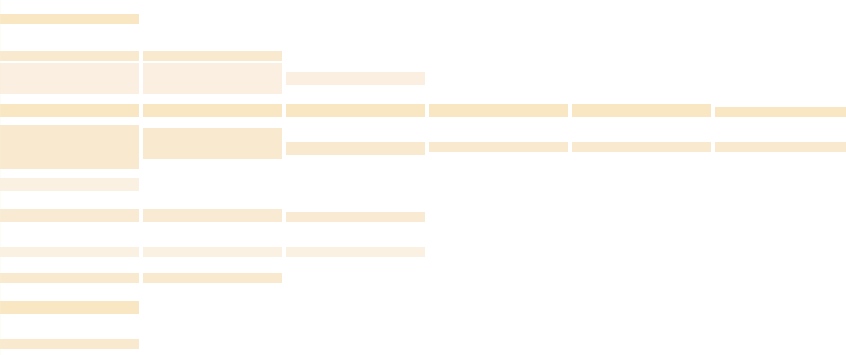
Article 125 of the Chilean Food Safety Regulation (D.S. N° 977 of 1996 of the Ministry of Health), could present difficulties because it establishes that: "Metals in contact with food and its raw materials shall not contain more than one percent of impurities consisting of lead, antimony, zinc, copper, chromium, iron, tin, altogether, or more than 0.01 percent of arsenic, or other contaminants consisting of metals or metalloids that may be considered harmful. Also, utensils, containers, packaging and equipment manufactured with metals, must not release the substances mentioned above in quantities greater than those indicated." The specific objectives of the project are adjusting and setting the minimum concentration of copper to achieve biocidal properties and checking the contents of copper in the paper matrix. This setting will be a key challenge to comply with the Chilean Food Safety Regulation.

Other standards reviewed in the USA (Food and Drug Administration FDA) and Spain (Regulation No. 1935/2004 of the European Parliament and the Council) do not directly specify copper as a contaminant or harmful substance.

The project contemplates conducting a study of national and international regulations considering regulations applicable to paper for food and health uses, as well as the environmental regulations of the production process of antibacterial paper.

Prueba fisicomecánica, Centro I+D CMPC





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHY REFERENCES

- Antimicrobial Copper, 2012. *Antimicrobial Copper*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://www.antimicrobialcopper.com/es/centro-de-noticias-y-descargas/presentaciones/introducción-a-antimicrobial-copper.aspx>
- Cinda, 2000. *Las nuevas demandas del desempeño profesional y sus implicancias para la demanda universitaria*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://www.cinda.cl/download/libros/LASNUE-1.PDF>
- Cnic, 2013. *Surfeando hacia el futuro. Chile en el horizonte 2025*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: http://www.innovacion.gob.cl/wp-content/uploads/2013/08/orientaciones_estrategicas.pdf
- Cochilco, 2015. *Informe de tendencias del mercado internacional del cobre*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://www.mch.cl/wp-content/uploads/sites/4/2015/01/Informe-Tendencias-Cochilco-Enero-2015.pdf>
- EPA, última actualización 9 de mayo de 2012. *EPA registers copper-containing alloy products*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://www.epa.gov/pesticides/factsheets/copper-alloy-products.htm>
- Freeman, C. (1998) *La economía del cambio tecnológico*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: https://www.innova.uned.es/webpages/innovaciontecnologica/mod1_temal/estudio17.pdf
- ICA, 2012. *International Copper Association*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://copperalliance.org> y <http://procobre.org/es/noticias/cobre-antimicrobiano-entre-los-diez-desarrollos-tecnologicos-mas-importantes-del-2014>
- Meller, P., 2013. *El rol del cobre para que Chile alcance el pleno desarrollo*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://www.aminerals.cl/2013/05/17/cual-es-el-rol-que-ha-tenido-el-cobre-en-el-crecimiento-de-chile>
- Sernageomin, 2013. *Anuario de la minería de Chile*. Recuperado: 11 agosto 2015, desde: <http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/estadisticas/anuario/anuario2013.pdf>