

Cartografía de la innovación en cobre

Mapping of innovation in copper

LA MINERÍA DEL COBRE EN LOS ANDES PREHISPÁNICOS
MINING OF COPPER IN THE PREHISPANIC ANDES
Diego Salazar

LA MINERÍA DEL FUTURO
THE MINING OF THE FUTURE
Rolando Carmona

COBRE BACTERICIDA: APLICACIÓN EN UNA UNIDAD PEDIÁTRICA
BACTERICIDAL COPPER: APPLICATION IN A PEDIATRIC UNIT
Bettina von Dessauer

EL DISEÑO AL SERVICIO DE LA SALUD DE LAS PERSONAS
DESIGN AT THE SERVICE OF HEALTH
David Vargas, Christian Larsen y Andrea Cabello

ORGULLO PAÍS
COUNTRY PRIDE
Daniela Jorquera

UN NUEVO MATERIAL SUSTENTABLE DE CONSTRUCCIÓN
A NEW SUSTAINABLE BUILDING MATERIAL
María Fernanda Aguirre

LA REVOLUCIÓN DEL COBRE
COPPER REVOLUTION
Luis Améstica

PRENDAS DE VESTIR CON COBRE
CLOTHING WITH COPPER
Aldo Magnasco

LA POSIBILIDAD DE CONTAR CON MUEBLES SANOS E HIGÉNICOS
THE POSSIBILITY OF HAVING HEALTHY AND HYGIENIC FURNITURE
Arauco Vesto

TECNOLOGÍA DE COBRE PARA TODOS
COPPER TECHNOLOGY FOR ALL
Alfonso Gómez

TRANSFORMAR LO ORDINARIO EN EXTRAORDINARIO
TRANSFORMING ORDINARY TO EXTRAORDINARY
Cupron Inc.

CÓMO MEDIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LA PRODUCCIÓN DE COBRE
HOW TO MEASURE THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF COPPER PRODUCTION
Mabel Vega y Claudio Zaror

DIEGO SALAZAR

Licenciado en Antropología con mención en Arqueología, arqueólogo y magíster en Arqueología, Universidad de Chile.

Graduate in Anthropology with mention in Archeology, Archaeologist and Master's degree in Archeology, University of Chile.

CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN MAPPING OF INNOVATION

DIEGO SALAZAR, MAGÍSTER EN ARQUEOLOGÍA / MASTER'S DEGREE IN ARCHEOLOGY

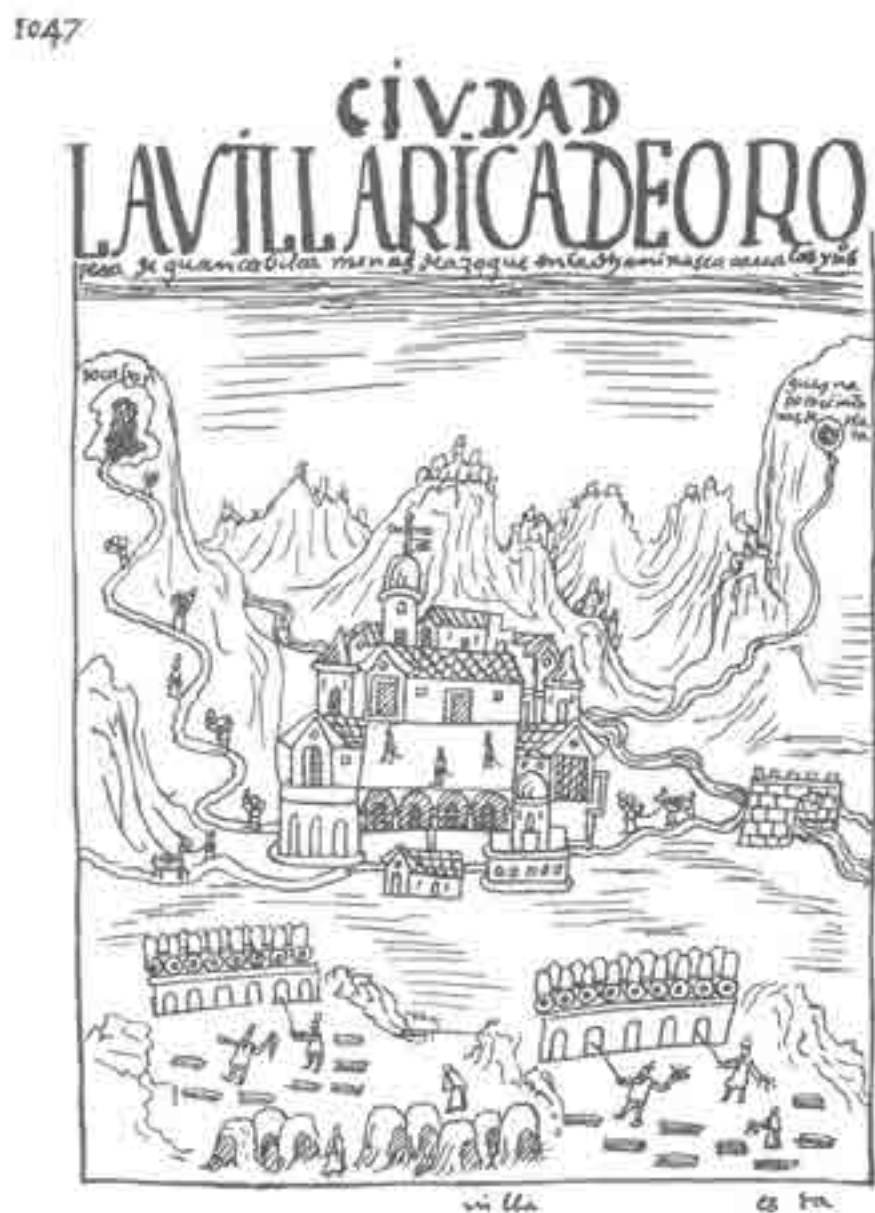
La minería del cobre en los Andes prehispanicos

Copper mining in the prehispanic Andes

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS: DIEGO SALAZAR, BERNARDITA BRANCOLI

AUNQUE ES POCO LO QUE SE SABE DE LA MINERÍA PREHISPÁNICA, LOS ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS HAN LOGRADO DEMOSTRAR QUE EN EL ÁREA ANDINA EXISTÍA ENTONCES UNA TRADICIÓN MINERO-METALÚRGICA PROPIA DE VARIOS MILES DE AÑOS DE ANTIGÜEDAD. DURANTE AQUELLA ÉPOCA, EL COBRE FUE EL METAL PROTAGONISTA Y EL ACCESO A LAS RICAS VETAS MINERALIZADAS DE LA CORDILLERA SE CONVIRTIÓ EN UNA NECESIDAD PARA LA REPRODUCCIÓN ECONÓMICA, SOCIAL, POLÍTICA Y SIMBÓLICA DE LAS SOCIEDADES ORIGINARIAS DE ESTE TERRITORIO.

ALTHOUGH LITTLE IS KNOWN ABOUT PREHISPANIC MINING, ARCHAEOLOGICAL STUDIES HAVE DEMONSTRATED THAT THE ANDEAN REGION HAD ITS OWN MINING-METALLURGICAL TRADITION SEVERAL THOUSANDS OF YEARS OLD. DURING THAT TIME COPPER WAS THE PROTAGONIST AND ACCESS TO THE RICH MINERALIZED VEINS OF THE ANDES BECAME A NEED FOR THE ECONOMIC, SOCIAL, POLITICAL AND SYMBOLIC REPRODUCTION OF THE ORIGINAL SOCIETIES OF THIS TERRITORY.



La mina de Huancavelica, según un grabado del cronista indígena Guamán Poma de Ayala



➡ Cuadrícula de registro arqueológico minero. Costa II Región de Antofagasta

Es bien sabido que la principal motivación que tuvieron los conquistadores españoles al venir a América fue la avidez de metales preciosos —fundamentalmente oro y plata— con los que esperaban alcanzar fama y fortuna para ellos y sus descendientes. No es menos cierto el hecho de que este puñado de hombres forjó su dominio sobre el continente americano gracias al caballo, los mosquetes, sus pesadas armaduras y filosas espadas de hierro. Las industrias del hierro, el oro y la plata escribieron a partir del siglo XV —en letras trágicas— la historia colonial americana.

Luego de la independencia de los países americanos, la minería de metales preciosos comienza a ceder paso ante el auge de las industrias del estaño, el salitre y el cobre, las que se convierten en el pilar de la economía de algunas de las nacientes repúblicas. En el caso de la minería del cobre, debemos reconocer que aún hoy esta industria es motor de cambios económicos y sociales de repercusión regional, sobre todo en Chile.

La importancia de la minería en los Andes no es nueva, sin embargo. Pese a que los españoles rara vez le prestarían

It is well known that the primary motivation the Spanish conquerors had to come to America was to look for precious metals—gold and silver fundamentally—with which they hoped to achieve fame and fortune for them and their descendants. It is no less true that this handful of men forged their domain over the American continent thanks to the horse, the muskets, their heavy armor and sharp iron swords. From the fifteenth century onwards, the industries of iron, gold and silver wrote the American colonial history in letters covered with blood.

After the independence of the American countries, mining of precious metals begins to give way due to the boom of the tin, saltpetre and copper industries, which become the mainstay of the economy of some of the nascent republics. In the case of copper mining, we must recognize that even today this industry is the engine of economic and social changes of regional impact, especially in Chile.

The importance of mining in the Andes is not new, however. Despite the fact that the Spaniards rarely gave attention to the copper industry, this metal was used to manufacture the canyons which would defend the main colonial ports of the American continent from pirates. In addition, many cities of the continent, including the largest and richest of all, the famous Imperial Village of Potosí, also required a constant supply of metallic copper for minting coins and developing different kinds of instruments. Also, each new city and town founded by the Spanish conquistadors had to build its church, which had to have metallic bells to announce the new ceremonies imposed by Christianity. Metallic copper—either alone or alloyed with tin to produce bronze—is behind some of the major political, economic and cultural processes of the past five centuries of American history.

And if copper mining during the historical era has not been given enough attention, what happened with pre-Hispanic mining?

atención a esta industria, fue el cobre andino el que se usó para fabricar los cañones que defenderían de los corsarios a los principales puertos coloniales del continente americano. Además, muchas ciudades del continente, entre ellas la más grande y rica de todas, la célebre Villa Imperial de Potosí, requerían también de un abastecimiento constante de cobre metálico para la acuñación de monedas y la elaboración de instrumentos diversos. Asimismo, cada nueva ciudad y pueblo fundado por los conquistadores peninsulares debía erigir su iglesia y dotarla de campanas metálicas para anunciar las nuevas ceremonias impuestas por el cristianismo. El cobre metálico —ya sea solo o aleado con el estaño para producir bronce— se encuentra detrás de algunos de los principales procesos políticos, económicos y culturales de los últimos cinco siglos de historia americana.

Y si la minería del cobre durante la época histórica no ha recibido la suficiente atención, ¿qué pasará con la minería prehispánica? ¿Dónde estarán los mineros del cobre precolombino? Desgraciadamente, aún es poco lo que sabemos de ellos. Los estudios arqueológicos durante el último siglo han logrado demostrar que, cuando los españoles llegaron a América, en el área andina existía ya una tradición minero-metalúrgica propia de varios miles de años de antigüedad, y que

se desarrolló en forma completamente independiente del Viejo Mundo¹. Dentro de esta tradición, el cobre fue el metal más utilizado por los distintos orfebres de los Andes, y el acceso a las ricas vetas mineralizadas de la cordillera se fue convirtiendo en una necesidad impostergable para la reproducción económica, social, política y simbólica de las sociedades originarias de este territorio. La creciente demanda por el mineral cuprífero llegaría a ser un importante incentivo para las relaciones de intercambio y los procesos expansionistas de las sociedades estatales andinas.

EL AMANECER DE LA MINERÍA ANDINA

Durante los primeros 10 mil años de la prehistoria americana, los grupos de cazadores y recolectores que habitaron el continente se fueron familiarizando gradualmente con el paisaje de cada región colonizada, conociendo cada vez mejor sus características y adaptándose inteligentemente a los cambios y desafíos que este ambiente natural les imponía. Al poco tiempo, ya conocían la localización de distintos tipos de rocas que tallaban hábilmente para fabricar herramientas tales como puntas de proyectil, cuchillos, raspadores y perforadores. Podría decirse que en estos cazadores arcaicos se comenzó a gestar la epopeya de la minería americana. De hecho, sabían procurarse los

What happened with the copper miners of the pre-Columbian era? Unfortunately, we still know very little about them. The archaeological studies conducted during the last century have demonstrated that when the Spanish arrived in America, the Andean area already had a mining-metallurgical tradition several thousand years old and that developed completely independent from the Old World¹. Within this tradition, copper was the metal most widely used by the goldsmiths of the Andes. Access to the rich mineralized veins of the Andes mountain range became an urgent need for the economic, social, political and symbolic reproduction of the original societies of this territory. The growing

demand for copper ore became an important incentive for exchange relations and the expansionist processes of the Andean state societies.

THE DAWN OF ANDEAN MINING

During the first 10 thousand years of American prehistory, the groups of hunters and gatherers who inhabited the continent became gradually familiarized with the landscape of each colonized region, increasingly knowing their characteristics and intelligently adapting to the changes and challenges that the natural environment imposed on them. Very soon, they knew the location of different types of rocks that they

¹Lechtman, 2014



📍 Ruinas de Huanchaca, antigua fundición de plata. Antofagasta, Chile

óxidos de hierro y de plomo, así como otros minerales, que les servían de base para la elaboración de pinturas y tinturas que empleaban en ocasiones rituales, en diseños corporales y en las representaciones artísticas que plasmaron en paredes de aleros, cuevas y afloramientos rocosos al aire libre.

La mina más antigua conocida hasta ahora en América se encuentra en las costas de Taltal, actual norte de Chile. Se trata de una explotación de hematita y goethita para la elaboración de colorantes, la cual ha sido datada en cerca de 12 mil años².

Hacia el año 4000 a.C., las sociedades cazadoras recolectoras ya habían poblado los más variados rincones del

continente americano y se habían convertido en verdaderos especialistas en sus nichos ecológicos particulares. Toda la geografía andina había sido colonizada: los ambientes costeros, las zonas de quebradas y las alturas del imponente altiplano. A algunos de estos grupos les tocó habitar el ya mencionado “cinturón de cobre” de la actual Región de Antofagasta y otros territorios con importantes reservas de minerales metálicos. Es posible que quienes habían circulado por ahí con anterioridad se sintieran atraídos por el singular brillo y textura que se apreciaba en las rocas verdosas y azuladas que esconden algunas de las serranías andinas. Pero la explotación de estos minerales en sus distintas variedades

skillfully carved to make tools such as weapon points, knives, scrapers, and drillers. It could be said that these archaic hunters were the origin of the epic story of American mining. In fact, they knew how to get the oxides of iron and lead, as well as other minerals, which served as their basis for the development of paints and dyes they employed in rituals to paint their bodies and in artistic representations that they painted on the walls of eaves, caves and rocky outcrops in the open air.

The oldest mine known until today in America is found in the coast of Taltal, in the north of Chile. This is a hematite and goethite operation for the preparation of dyes, which has been dated at around 12 thousand years².

Toward the year 4000 B.C., the hunter-gatherer societies had already inhabited the most varied corners of the American continent and had become true specialists in their particular ecological niches. The entire Andean geography had been settled: the coastal environments, the areas of creeks and the heights of the imposing Altiplano. Some of these groups inhabited the already mentioned “copper belt” of the current Region of Antofagasta and other areas with significant reserves of metallic minerals. It is likely that those who had already circulated in the area before may have felt attracted by the unique brightness and texture of the greenish and bluish rocks hidden in some of the Andean mountains. But the mining of these minerals in their different varieties only began to

²Salazar et al. 2011

La mina más antigua conocida hasta ahora en América se encuentra en las costas de Taltal, actual norte de Chile. Se trata de una explotación de hematita y goethita para la elaboración de colorantes, la cual ha sido datada en cerca de 12 mil años.

The oldest mine known until today in America is found in the coast of Taltal, in the north of Chile. This is a hematite and goethite operation for the preparation of dyes, which has been dated at around 12 thousand years.

solo comenzó a hacerse común en algunos sectores a partir del 3500 a.C. aproximadamente, con la presencia de cazadores y recolectores más especializados que, por entonces, también experimentaban con la domesticación de los camélidos y el cultivo de algunos vegetales. Nacía, por entonces, la minería del cobre andino.

Una de las zonas donde se vivió primero este proceso de acercamiento entre el hombre y las menas cupríferas fue en el actual norte de Chile. Específicamente, en las tierras altas de lo que hoy es la Región de Antofagasta, desde hace varias décadas las excavaciones arqueológicas han identificado la presencia de cuentas de collar elaboradas en malaquita, turquesa y crisocola, entre otros, así como trocitos de mineral de cobre descartados durante el proceso de fabricación de estos adornos.

Nada sabemos de las herramientas usadas ni de los tipos de faenas mineras que organizaron estos cazadores. Desgraciadamente estas evidencias no han sobrevivido hasta nuestros días. Pero en localidades altamente mineralizadas, tales como San José del Abra —también en la actual II Región de Chile—, es común encontrar una mayor intensidad en la ocupación humana a partir del 3000 a.C., y en los

campamentos que utilizaron estos antiguos habitantes quedaron restos del botín verde-azulado que le arrebataron a los cerros metálicos. Gracias a estos hallazgos, hoy sabemos que, al menos en algunas zonas, las poblaciones humanas del Período Arcaico Tardío complementaban sus tradicionales actividades de caza y recolección con una labor minera estacional de pequeña escala y no especializada.

Una situación similar se vivía en otras zonas del vasto universo cultural andino durante este mismo período como, por ejemplo, en las costas y las tierras altas de lo que actualmente es Perú y Bolivia, la costa del norte chileno o el noroeste de Argentina. Todavía la metalurgia no había sido inventada en el mundo andino y es posible que fueran algunas de estas sociedades del Arcaico Tardío quienes, quizás por medio de experimentos, accidentes o de la misma inspiración, descubrieran después de cientos de años el “arte de los metales”. Antes de ello, que parece haber ocurrido en forma independiente en los Andes centrales (Perú) y los Andes centro-sur (sur de Bolivia, noroeste de Argentina y norte de Chile), la minería del cobre ya había hecho su aparición en las culturas andinas, insertándose dentro de un proceso productivo propio y distintivo conocido como lapidaria.

be common in some sectors approximately as from 3500 B.C., with the presence of more specialized hunters and gatherers, which by then also experimented with the domestication of some Andean camelid species and the cultivation of certain plants. That was the time when Andean copper mining began.

One of the first areas to live this process of encounter between man and copper ores was in the current north of Chile. Specifically, in the highlands of what today is the Region of Antofagasta, for several decades now, archeological excavations have identified the presence of collar beads made of malachite, turquoise and chrysocolla, among others, as well as pieces of copper ore discarded during the manufacturing process of these adornments.

We know nothing of the tools used and the types of mining operations that were organized by these hunters. Unfortunately this evidence has not survived to our days. But in highly mineralized

locations, such as San José del Abra— also in Chile’s current Region II—, it is common to find greater evidence of human settlements as from 3000 B.C., and in the camps that were used by these ancient inhabitants there are remnants of the bluish-green booty that they stole from the metal hills. Thanks to these findings, we now know that, at least in some areas, human populations of the Late Archaic Period complemented their traditional activities of hunting and gathering with a seasonal small-scale, non-specialized, mining activity.

A similar situation was lived in other areas of the vast Andean cultural universe during this same period, like, for example, on the coast and the highlands of what is now Peru and Bolivia, the coast of northern Chile or the northwest of Argentina. Metallurgy had still not been invented in the Andean world and it is possible that some of these societies of the Late Archaic Period, possibly by

En síntesis, tras miles de años viviendo de la caza y la recolección, un eficiente proceso de adaptación al medio ambiente desértico llevó a numerosas poblaciones humanas de los Andes a modificar sus estilos de vida, integrando la domesticación de animales, la horticultura y el sedentarismo. Y la primera minería del cobre surgió en algunos sectores de los Andes Meridionales como parte de este importante cambio cultural. Los cazadores-recolectores comenzaron a extinguirse gradualmente del paisaje andino, dando paso a los primeros agricultores-pastores de Sudamérica. Serían estos últimos quienes habrían de desarrollar la metalurgia, consolidando definitivamente el modo de vida del antiguo minero andino.

means of experiments, accidents or mere inspiration, may have discovered the “art of metals” after hundreds of years. Prior to that, what seems to have occurred independently in the Central Andes (Peru) and the South Central Andes (south of Bolivia, northwest Argentina and northern Chile), copper mining had already made its appearance in the Andean cultures, inserting themselves in an own productive, distinctive process known as lapidary or the art of cutting and engraving precious stones.

In summary, after thousands of years living from hunting and gathering, an efficient process of adaptation to the desert environment led numerous human populations in the Andes to modify their lifestyles, introducing the domestication of animals, horticulture and a sedentary lifestyle. And the first copper mining emerged in some sectors of the southern Andes as part of this important cultural change. The hunter-gatherers began to gradually disappear from the Andean landscape giving way to the first farmers-pastors of South America. These would be the ones that would develop metallurgy, definitely consolidating the way of life of the ancient Andean miner.

TOWARD SPECIALIZATION

In the course of the first millennium before our era, the wave of cultural changes in the Andean world

RUMBO A LA ESPECIALIZACIÓN

A lo largo del primer milenio antes de nuestra era, la ola de cambios culturales que se vivió en el mundo andino se fue consolidando y por todas partes hacen su aparición aldeas sedentarias en las que su población dependía en forma creciente de la agricultura y el pastoreo de la llama y la alpaca. Se daba inicio al denominado Período Formativo, el cual abarca entre 1500 a.C. y 500 d.C., aproximadamente. En esos momentos, se comienzan a utilizar nuevas tecnologías que acompañarán a los modos de vida de las sociedades andinas. Surge la metalurgia del oro, el cobre, la plata —incluyendo aleaciones entre estos— y, posteriormente, el bronce.

consolidated and sedentary villages started appearing everywhere whose population increasingly depended on agriculture and the raising of llamas and alpacas. This was the beginning of the Formative Period, which spans between 1500 B.C. and 500 A.D., approximately. At that time, the new technologies that accompanied the ways of life of the Andean societies started to be used. The metallurgy of the gold, copper, silver —including alloys among these metals— and, later, bronze emerged in this period.

The north coast of Peru and the northwest of Argentina were the areas where pre-Hispanic metallurgy technology would reach its highest development, without prejudice to the fact that almost all communities produced their own domestic metal objects, such as punches, chisels, needles and some decorations.

The mining activity was further intensified to meet not only the growing demand of the precious stone cutting and engraving industry itself—the use of beads and pendants of copper ore became popular—, but also of the metallurgical industry. On the other hand, metal objects and, in particular, decorations and emblems such as axes, mallets or plates, served as privileged items to express the social hierarchies of the Andean societies. Also, copper ore began to be required to be offered in some religious ceremonies.

La costa norte del Perú y el noroeste de Argentina fueron las zonas donde la tecnología metalúrgica prehispánica alcanzaría su mayor desarrollo, sin perjuicio de que casi todas las comunidades producían sus propios objetos domésticos de metal, tales como punzones, cinceles, agujas y algunos adornos.

La actividad minera se intensificó para abastecer no solo la demanda creciente de la propia industria lapidaria —se popularizó el uso de cuentas y colgantes de mineral de cobre—, sino también de la metalúrgica. Por otra parte, los objetos metálicos y, en especial, los adornos y los emblemas tales como hachas, mazos o placas, servían como vehículo privilegiado para expresar las jerarquías sociales que se institucionalizaron en las sociedades

Considering this background, it is easy to understand that from 1500 B.C. onwards, copper mining experienced exponential development that, except for some periods of decline during Colonial times, has not ceased until today.

The need to have access to copper resources meant a challenge to the social and economic organization of the societies of the South American grand massif. Communities that did not inhabit mineralized territories, had to obtain the valued ore through complex exchange systems and have access to distant resources, while the populations that lived in the copper belt started increasing mining production in order to sell their surplus in the interregional market. That is why it is common to find archaeological evidence of copper minerals at hundreds of miles from the places where it was mined.

It was during the rise and development of complex societies and large states, that Andean copper mining reached its greatest expression in terms of volumes of production and circulation, and organizational and logistic complexity. In the southern Andes, the main centers for the production of metal goods were concentrated in the Bolivian Altiplano and especially in the northwest of Argentina, where one of the main metallurgist industries of the pre-Columbian Andean territory developed. Compared to these major

andinas. Asimismo, el mineral de cobre comienza a ser requerido para ser ofrendado en algunas ceremonias religiosas.

Considerando estos antecedentes, es fácil comprender que, a partir de 1500 a.C. en adelante, la minería del cobre va a ir experimentando un auge exponencial que, salvo por algunos períodos de merma durante la Colonia, no cesará hasta la actualidad.

La necesidad de acceder a recursos cupríferos significó un desafío para la organización social y económica de las sociedades del gran macizo sudamericano. Aquellas comunidades que no habitaban territorios mineralizados, debían procurarse el preciado mineral por medio de complejos sistemas

A partir de 1500 a.C. en adelante, la minería del cobre va a ir experimentando un auge exponencial que, salvo por algunos períodos de merma durante la Colonia, no cesará hasta la actualidad.

From 1500 B.C. onwards, copper mining experienced exponential development that, except for some periods of decline during Colonial times, has not ceased until today.



 Museo de la Gran Minería del Cobre

de intercambio y acceso a recursos distantes, mientras que algunos de los pueblos del cinturón de cobre comenzaron a incrementar la producción minera con el objetivo de obtener excedentes para el “comercio” interregional. Es por eso que es común encontrar evidencias arqueológicas de minerales cupríferos a cientos de kilómetros de sus lugares de extracción.

Fue durante el auge y desarrollo de sociedades complejas y grandes estados, que la minería del cobre andina alcanzaría su mayor expresión en términos de volúmenes de producción y circulación, y complejidad organizativa y logística. En los Andes del Sur, los principales centros productores de bienes metálicos se concentraron en el altiplano boliviano y especialmente en el noroeste argentino, donde se desarrolló

una de las principales industrias metalurgistas del territorio andino precolombino. Comparada con estos importantes centros de producción, la metalurgia en el norte de Chile fue siempre menos relevante, pero la actividad minera fue en cambio un sello característico, especialmente de los atacameños. Los estudios arqueológicos de las últimas décadas han demostrado que las principales aldeas de la región lograron organizar complejos sistemas de control, producción y distribución de los minerales de cobre que abundan en la zona.

Uno de los casos más paradigmáticos e interesantes proviene de la célebre mina Las Turquesas, ubicada al interior de los terrenos de la actual División Salvador de Codelco³. Aunque originalmente fue considerada una operación de la

production centers, metallurgy in the north of Chile was always less relevant but, on the other hand, the mining activity was a distinctive characteristic, especially of the Atacameño people. Archaeological studies conducted in recent decades have shown that the main villages of the region were able to organize complex systems of control, production and distribution of the copper ores that abound in the area.

One of the most paradigmatic and interesting cases comes from the famous mine “Las Turquesas”, located on the grounds of the current El Salvador Division of Codelco³. Although it was originally considered an operation from the time of Inca influence,

recent studies have shown that the exploitation of this deposit started during the Formative Period and continued operating until immediately Inca times. Although this turquoise mine is located more than 500 kilometers away from the oases of the Salar de Atacama, separated from them by an endless depopulated area almost without water resources, today we know that those who organized the mine’s exploitation were populations that came from the surroundings of the current San Pedro de Atacama village. Such was the importance of this resource at the regional level, that a society sent actual colonies over long distances to obtain it. That is why it is possible to think that these are the first

³Iribarren, 1971; González y Westfal, 2010.

época de influencia inca, trabajos recientes han demostrado que la explotación de este yacimiento comenzó durante el Período Formativo y se mantuvo en actividad hasta tiempos inmediatamente incaicos. Si bien esta mina de turquesa se encuentra a más de 500 kilómetros de distancia de los oasis del Salar de Atacama, separada de ellos por un interminable despoblado casi carente de recursos de agua, hoy sabemos que quienes organizaron su explotación fueron poblaciones venidas justamente desde los alrededores del actual San Pedro de Atacama. Tal era la importancia de este recurso a nivel regional, que una sociedad enviaba verdaderas colonias a largas distancias para procurárselo. Por eso es posible pensar que estemos frente a los primeros mineros especializados de los Andes, dedicados en forma exclusiva a esta actividad durante algunos meses al año, lo que a su vez explicaría las grandes dimensiones de las operaciones extractivas. Esta verdadera “colonia” atacameña que se había instalado en Las Turquesas incluía no solo mineros, sino también artesanos lapidarios expertos en el trabajo de esta piedra semipreciosa.

En las inmediaciones de la mina, los arqueólogos han estudiado un extenso campamento

specialized miners of the Andes, dedicated exclusively to this activity during some months of the year, which in turn explains the enormous dimensions of mining operations. This actual “colony” that had settled at “Las Turquesas” included not only miners, but also craftsmen experts in cutting and engraving turquoise.

In the immediate vicinity of the mine, archaeologists have studied an extensive camp, where the craftsmen processed turquoise to make beads and other ornaments⁴. It is possible that hundreds and thousands of

habitacional, en el cual los artesanos procesaban la turquesa para convertirla en cuentas de collar y otros adornos⁴. Es posible que cientos y miles de “joyas” de turquesa fabricadas en este lugar hayan circulado por los más variados rincones de la geografía surandina.

En la actualidad, se conocen en Chile otras minas de cobre explotadas por los indígenas antes de la llegada de los incas. En la zona de San José del Abra, por ejemplo, al noreste de Chuquicamata, se había organizado un sistema con varias operaciones de pequeñas dimensiones explotadas simultáneamente por familias de raigambre atacameña.

Puede establecerse, por lo tanto, que durante la historia precolombina anterior a los incas, la sociedad atacameña fue especializándose en la explotación de minerales de cobre. Los grupos de trabajo accedían a amplios espacios mineralizados localizando sus labores extractivas en filones y vetas de alta ley y de depositación superficial, tales como las que ocurren en Caspana, San Bartolo, San José del Abra, Conchi Viejo, Chuquicamata, El Salvador y, posiblemente, la costa desértica desde Taltal hasta la desembocadura del río Loa⁵.

turquoise “jewels” manufactured in this place may have been taken to the most diverse corners of the south Andean geography.

At the present time, other copper mines are known in Chile that were operated by the indigenous peoples before the arrival of the Incas. In the San José del Abra area, for example, northeast of Chuquicamata, a system had been organized with multiple small operations that were simultaneously exploited by families of Atacameño origin.

⁴González y Westfal, 2010.

⁵Núñez, 1987.

LA LLEGADA DE LOS INCAS

Para cuando el Imperio Inca se expande por todo el territorio andino —a contar del siglo XV— las diversas sociedades locales ya habían logrado organizar complejos sistemas de intercambio y acceso directo a recursos minero-metalúrgicos distantes. Esto fue aprovechado por los hábiles administradores del gran Estado andino, siendo parcialmente modificado con el propósito de aumentar una vez más los volúmenes productivos. Sucede que con el advenimiento del Tawantinsuyu —como se conoció al Imperio de los incas—, la demanda sobre minerales y metales nuevamente se vio incrementada. Las autoridades incaicas debían contar con amplias reservas de estos bienes para agasajar a los

dirigentes de las comunidades sometidas, como una forma de asegurar su lealtad y colaboración, y de mantener las relaciones de reciprocidad que habían adquirido con ellas.

Esto significó que en algunas regiones los trabajadores y artesanos debieron dedicarse en forma exclusiva a la extracción de materias primas y a la producción de objetos terminados, multiplicándose los especialistas de tiempo completo en este rubro. Estaría entonces en manos del Estado o bien de sus propias comunidades de origen, la responsabilidad de satisfacer para ellos las necesidades básicas de alimento, vestidos, protección y otras, mientras se ocupaban de la producción minero-metalúrgica para el inca.

Los incas no solo consiguieron aumentar la fuerza de trabajo sino que lograron una mayor especialización en el proceso productivo.

The incas did not only manage to increase the labor force but also achieved greater specialization in the production process

It can be stated, therefore, that during the pre-Columbian history prior to the Incas, the Atacameño society gradually specialized in the mining of copper ores. The working groups had access to large mineralized areas and located their mining operations in areas of high-grade veins and superficial deposition, such as those that occur in Caspana, San Bartolo, San José del Abra, Conchi Viejo, Chuquicamata, El Salvador and, possibly, the desert coast from Taltal to the mouth of the Loa River⁵.

THE ARRIVAL OF THE INCAS

By the time the Inca Empire expanded throughout the Andean territory—as from the fifteenth century—, the various local societies had already succeeded in organizing complex systems of exchange and had direct access to distant mining-metallurgical resources. This was taken advantage of by the clever administrators of the great Andean state, which forced the local societies to partially modify their system with the purpose of increasing once more production volumes. With the advent of the Tawantinsuyu—as the Inca Empire was known—, the demand for minerals and metals again rose. The Inca authorities needed large reserves of these goods to entertain the leaders of the conquered communities, as a way to ensure their loyalty and collaboration, and to maintain the relations of reciprocity. This meant that in some regions, the workers and

artisans were devoted exclusively to the extraction of raw materials and to the production of finished objects, the full-time specialists increasing in number. The State or the communities of origin were responsible for meeting the basic needs of food, clothing, protection and others, while the specialized workers took charge of mining and metal production for the Inca.

Studies conducted in the localities of San José del Abra and Conchi Viejo have shown that toward 1450 A.D., mining on the part of small groups per task was abolished and was replaced by a larger contingent of specialist miners, who were devoted full-time exclusively to mining operations. All of them had been recruited (as part of the traditional institution of the mita) among the main villages of the Atacameño era, and remained in the mining villages for about three months, after which they were replaced by a new shift of mitayos⁶. In this way, the regional authorities significantly increased production volumes, and avoided altering the agricultural and pastoral productive cycles that had to be taken care of by these same individuals in their own communities of origin. Not in vain the organizational capacity of the Inca state is a cause for admiration to the present time.

The mining operation of El Abra and Conchi Viejo was specialized to maximize production. In fact, instead of the system of small mines scattered around the area, the Incas decided to concentrate the miners



Herraje de cobre colonial. Iglesia de San Francisco de Chiu Chiu (siglo XVII). II Región de Antofagasta

Los estudios en las localidades de San José del Abra y Conchi Viejo han demostrado que hacia el 1450 d.C. se abolió el sistema de explotación por parte de pequeños grupos de tarea y se reemplazó por un contingente mayor de especialistas mineros, esta vez de tiempo completo y dedicación exclusiva a las faenas extractivas. Todos ellos habían sido reclutados (como parte de la tradicional institución de la mita) entre las principales aldeas atacameñas de la época, y permanecían en las localidades mineras durante cerca de tres meses, tras lo cual eran reemplazados por un nuevo turno de mitayos⁶.

around the principal veins in the area (turquoise and pseudomalachite, mainly)⁷. Operations were started with the extraction of the mineralized blocks from the walls of the mines, which were transferred to a pithead where they were subjected to a first stage of crushing and selection. Rocks selected were again transported in leather or woolen bags to a “workshop” located about 80 meters from the mine for secondary crushing. There the rock was crushed again and those with higher mineral content selected for their ultimate transportation to other locations in the region that would be responsible for manufacturing the items of adornment, redistributing the mineral for religious ceremonies

⁶ Se le llamaba mitayos a los indígenas que servían la mit'a o tributo en fuerza de trabajo al inca.

De esta forma, las autoridades regionales aumentaron notablemente los volúmenes de producción, evitando alterar los ciclos productivos agrícolas y pastoriles que debían atender estos mismos individuos en sus propias comunidades de origen. No en vano la capacidad organizativa del estado inca es causa de admiración hasta nuestros días.

La faena minera en El Abra y Conchi Viejo estaba especializada para maximizar la producción. De hecho, en vez del sistema de pequeñas minas dispersas por la localidad, los incas decidieron concentrar a los mineros en torno a las

and organizing the metallurgical production phases. In this way, the Incas did not only manage to increase the labor force but also achieved greater specialization in the production process, which also resulted in greater mining efficiency and an increase in annual production volumes.

There are other large-scale copper mining operations organized by the Incas in what today is Chilean territory. One of them is in the interior of La Serena, in the semi-arid zone of the north of Chile, specifically in the localities of Almirante Latorre and Puntudos⁸. Large open pit operations, and a mining camp located in areas of low agricultural productivity, were the result

principales vetas de la localidad (turquesa y pseudomalaquita, principalmente)⁷. Las operaciones se iniciaban con la extracción de los bloques mineralizados de las paredes de las minas, para luego trasladarlos a bocamina donde eran sometidos a una primera etapa de chancado y selección. Las rocas seleccionadas eran nuevamente transportadas en capachos de cuero y sacos de lana hacia un “taller” de chancado secundario, ubicado a unos 80 metros de la mina. Allí la roca volvía a ser triturada y las de mayor contenido mineral seleccionadas para su transporte definitivo hacia otras localidades de la región que se encargarían de la confección de los objetos de adorno, de la redistribución del mineral para las ceremonias religiosas y de la organización de las fases productivas metalúrgicas. De esta forma, los incas no solo consiguieron aumentar la fuerza de trabajo sino que lograron una mayor especialización en el proceso productivo, lo cual también trajo como consecuencia una mayor eficiencia extractiva y un incremento en los volúmenes de producción anuales.

En lo que hoy es territorio chileno se conocen otras faenas mineras cupríferas de gran escala organizadas por los incas. Una de ellas se encuentra al interior de La Serena, en la zona del norte semiárido, específicamente en las localidades de Almirante Latorre y Los Puntudos⁸. Grandes operaciones a cielo abierto y un campamento minero ubicados en sectores

de escasa productividad agrícola, fueron el resultado de la habilidad de los incas para mover recursos y poblaciones con el objeto de incentivar la producción de ciertas artesanías que eran necesarias para la reproducción del orden sociopolítico que impulsieron.

No hay duda de que durante el Período Tardío, la minería del cobre en los Andes alcanzó su mayor complejidad organizativa y los más grandes volúmenes de producción. Pese a ello, los incas rara vez modificaron la tecnología de las zonas mineras conquistadas, sino que aprovecharon el conocimiento milenario de las propias poblaciones locales. Su gran aporte fue, pues, organizativo. Y en este ámbito ninguna cultura indígena americana pudo emularlos.

La llegada de los españoles a América fue el comienzo del fin de la minería andina del cobre. Como es bien sabido, los conquistadores pusieron su énfasis en la industria del oro y de la plata, destinando los mayores contingentes de mano de obra a dichas actividades. Por otra parte, el ámbito de lo ceremonial y las jerarquías políticas, que habían sido el mercado privilegiado para la producción metalúrgica precolombina, fueron duramente afectados por la conquista española y sus aspiraciones de civilizar a los indígenas. Como consecuencia de estos hechos, la minería del cobre andino mermó ostensiblemente a contar de 1530. No obstante lo anterior,

earmarking the largest quota of labor to these activities. On the other hand, the sphere of the ceremonial and political hierarchies, which had been the privileged “market” for pre-Columbian metallurgical production, were severely affected by the Spanish conquest and its aspirations of “civilizing” the indigenous peoples. Consequently, Andean copper mining eroded ostensibly after 1530. Notwithstanding, we should mention that in some areas its production continued with the objective of meeting the demand from the new Hispanic colonial market (mainly, cañons, working tools and household items, bells and coins). Over the nearly three centuries of colonial rule, there were many copper mining operations of modest dimensions. The main ones were organized around the higher-grade veins in the Bolivian Altiplano (Oruro, Lípez, La Paz, Carabuco and Corocoro), the Peruvian sierra (Cerro de Pasco), northern Chile (Conchi Viejo, Copiapó and

debemos mencionar que en algunas zonas se le siguió produciendo con el objetivo de atender la demanda ejercida por el nuevo mercado colonial hispano (cañones, instrumentos de trabajo y domésticos, campanas y monedas principalmente). A lo largo de los casi tres siglos de dominio colonial, existieron numerosas explotaciones de cobre de dimensiones modestas. Las principales se organizaron en torno a las vetas de más alta ley en el altiplano boliviano (Oruro, Lípez, La Paz, Carabuco y Corocoro), la sierra peruana (Cerro de Pasco), el norte de Chile (Conchi Viejo, Copiapó y La Serena), y aún el noroeste y centro de Argentina (Salta, Mendoza), entre otros⁹.

La mayor parte de la tradición milenaria ha desaparecido. Las tecnologías han sido modificadas y las antiguas instituciones desarticuladas. Pero el conocimiento empírico se ha conservado en la tradición del minero andino, siendo traspasada de generación a generación. Y como parte de este conocimiento, ha sobrevivido también una forma particular de entender esta actividad en la cual lo simbólico y lo técnico coexisten codo a codo. El rito no es algo ajeno a la tecnología minera andina. Antes bien, es una tecnología cuya presencia permite mantener la armonía entre seres humanos y naturaleza, la armonía entre la sabiduría milenaria del hombre andino y su trabajo.

La Serena), and even northwest and central Argentina (Salta, Mendoza), among others⁹.

Most of the millenarian tradition has disappeared. Technologies have been modified and the old institutions disarticulated. But the empirical knowledge has been maintained in the tradition of the Andean miner, being passed on from generation to generation. And as part of this knowledge, a particular way of understanding this activity has also survived, in which the symbolic and technical closely coexist. The rite is not something alien to the Andean mining technology. Rather, it is a technology whose presence allows maintaining the harmony between human beings and nature, and the harmony between the timeless wisdom of the Andean man and his work.

⁹ Barba, 1967; Bargalló, 1955.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHY REFERENCES

- Barba, A., 1967 (1640). *Arte de los metales*. Editorial Potosí, Sociedad Geográfica y de Historia, Bolivia.
- Bargalló, M., 1955. *La minería y la metalurgia en la América Española durante la época colonial*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Berenguer, J., 2004. *Caravanas, interacción y cambio en el Desierto de Atacama*. Sirawi Ediciones, Santiago de Chile.
- Bird, J., 1979. “The ‘Copper man’: a prehistoric miner and his tools from northern Chile”. En, E. Benson (ed.): *Pre-Columbian metallurgy of South America*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection, Washington, Estados Unidos.
- Camus, F., 2003. *Geología de los sistemas porfíricos en los Andes de Chile*. Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago de Chile.
- Iribarren, J., 1962. “Minas de explotación por los Incas y otros yacimientos arqueológicos en la zona de Almirante Latorre, Departamento de La Serena”, *Boletín del Museo Arqueológico de La Serena*.
- Iribarren, J., 1971. “Una mina de explotación Incaica: El Salvador- Provincia de Atacama”, *Boletín de Prehistoria*.
- Lagos, G., H. Blanco, V. Torres & B. Bustos, 2002. “Minería, minerales y desarrollo sustentable en Chile”. En, *Equipo MMSD América del Sur: Minería, minerales y desarrollo sustentable en América del Sur*. IIEED / WBCSD, Londres.
- Núñez, L., 1987. “Tráfico de metales en el área centro-sur andina: hechos y expectativas”, *Cuadernos del Instituto Nacional de Antropología*.
- Shimada, I., 1994. “Pre-hispanic metallurgy and mining in the Andes: recent advances and future tasks”. En, A. Craig & R. West (eds.): *In quest of mineral wealth. Aboriginal and colonial mining and metallurgy in Spanish America*: 37-73. Baton Rouge, Estados Unidos.
- Vicuña Mackenna, B., 1883. *El libro del cobre I del carbón de piedra en Chile*. Imprenta Cervantes, Santiago de Chile.

⁷ Salazar, 2008.

⁸ Iribarren, 1962; Cantarutti, 2013.



Camión de faena minera

ROLANDO CARMONA

Ingeniero civil de Industrias con mención en Mecánica, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, que junto a su familia fundó Drillco Tools. Cofundador y expresidente de Minnovex, un grupo industrial que recopila conocimiento acerca de proveedores mineros en Chile.

Civil Industrial Engineer with mention in Mechanics of the Pontificia Universidad Católica de Chile, who along with his family founded Drillco Tools. Co-founder and former president of Minnovex, an industrial group that gathers knowledge about mining suppliers in Chile.

CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN *MAPPING OF INNOVATION*

ROLANDO CARMONA, COFUNDADOR DRILLCO TOOLS / *CO-FOUNDER DRILLCO TOOLS*

La minería del futuro

The mining of the future

FOTOGRAFÍAS *_PHOTOS:* ARCHIVO CODELCO

LA MINERÍA ES UNA INDUSTRIA CENTRAL PARA EL FUTURO DE CHILE. HASTA HOY LO HA SIDO POR SU CONTRIBUCIÓN EN DIVISAS E IMPUESTOS. SU NATURAL DECLIVE DEBIERA DAR PASO AL SURGIMIENTO DE UNA NUEVA INDUSTRIA, CONSTRUIDA SOBRE SUS RAÍCES, DE MODO QUE, EN LUGAR DE DEJAR SOLO MINAS ABANDONADAS Y UNA HERENCIA DE PASIVOS AMBIENTALES, LEGUE AL PAÍS UNA ECONOMÍA BASADA EN EL CONOCIMIENTO.

La industria minera —en Chile y el mundo— se encuentra desafiada. Múltiples requerimientos sobre su gestión hacen que hoy los proyectos mineros se hayan vuelto más difíciles de financiar y operar.

El boom de los *commodities*, dejó a la industria con un elevado costo tanto de operación como de proyectos. Las leyes de los yacimientos, envejecidos, están en progresiva declinación. La escasez de agua y de energía, y el alto costo de esta última, ponen serias limitaciones al desarrollo de nuevos proyectos. Las comunidades donde operan se encuentran empoderadas y no están dispuestas a ver sus territorios amenazados con pasivos ambientales, y demandan mayor participación en los beneficios del negocio minero. Y todo esto ocurre en medio de un ciclo de bajos precios, que ya se prolonga por varios años.

Los accionistas están cada vez menos dispuestos a financiar nuevos proyectos bajo estas condiciones. Sin embargo,

THE MINING INDUSTRY IS ESSENTIAL TO THE FUTURE OF CHILE. TO THE PRESENT DAY IT HAS ALSO BEEN FUNDAMENTAL BECAUSE OF ITS CONTRIBUTION IN TERMS OF CURRENCY INFLOW AND INCOME FROM TAXES. ITS NATURAL DECLINE SHOULD GIVE WAY TO THE EMERGENCE OF A NEW INDUSTRY BUILT ON ITS ROOTS, SO THAT, INSTEAD OF LEAVING ONLY ABANDONED MINES AND A LEGACY OF ENVIRONMENTAL LIABILITIES, IT MAY ENDOW THE COUNTRY WITH THE BEST OF LEGACIES: A KNOWLEDGE-BASED ECONOMY.

The mining industry—in Chile and globally—is being challenged. Multiple management demands have led mining projects to become increasingly more difficult to finance and operate. The boom in commodities left the industry with high cost operations and projects. The grades of the aged deposits are progressively declining. The shortages of water and power, and the high cost of the latter, pose serious limitations to the development of new

es imposible pensar un futuro sin producción de minerales; la humanidad necesita sus metales para sostener su estándar de vida. ¿Cómo pensar una minería diferente, que resuelva estos desafíos y sea sustentable en el largo plazo?

Una nueva minería requiere una renovada forma de pensar el problema. No será suficiente mejorar la eficiencia de los procesos actuales; será necesario revisar los paradigmas en que descansa. Temas como la minería de gran tamaño, como la que prevalece en Chile, la exploración de yacimientos cada vez más profundos y remotos, los sistemas intensivos en uso de agua, la disposición masiva de relaves y otros desechos contaminantes, la intervención de comunidades asentadas en territorios cada vez más próximos a los grandes centros urbanos, la depredación de glaciares, entre otros, no podrán ser resueltos con una mirada convencional.

Todo apunta a la necesidad de enfrentar estos desafíos con un proceso de diseño en el amplio sentido del concepto. La minería ya no puede seguir operando como un ente autónomo, aislado en un entorno lejano y desconocido para el país. Más bien, debe salir al encuentro de la población, del ciudadano común, abrir sus puertas y compartir su enorme potencial generador de riqueza y de conocimiento, en un proceso virtuoso de sinergia con la comunidad.

La industria minera explota recursos no renovables, por lo cual la pregunta de qué sucederá cuando se terminen es

projects. The communities in which mining companies operate are empowered and are not willing to see their territories threatened with environmental liabilities, and demand greater participation in the benefits of the mining business. And this all is happening in the middle of a cycle of low prices that has already lasted several years.

Shareholders are increasingly less willing to finance new projects under these conditions. It is impossible to imagine, however, a future without production of minerals; humanity needs metals to sustain its standard of living. How can we rethink a different mining? One that resolves these challenges and is sustainable in the long term?

A new mining requires a new way of thinking about the problem. Improving the efficiency of the current processes will not be enough; it will be necessary to revise the paradigms on which traditional mining rests. Topics such as large-sized mining like the one that prevails in Chile, the exploration of increasingly deep

Una nueva minería requiere una renovada forma de pensar el problema. No será suficiente mejorar la eficiencia de los procesos actuales; será necesario revisar los paradigmas en que descansa.

relevante, por distante que dicho evento esté en el tiempo. ¿Con qué se reemplazarán los minerales cuando su extracción se haya agotado? ¿Qué dejaremos a las generaciones venideras cuando se hayan terminado? ¿Un conjunto de minas abandonadas y una herencia de pasivos ambientales por generaciones? ¿Cómo será un Chile sin minería? ¿Qué otra industria reemplazará al “sueldo de Chile”?

NUEVOS PARADIGMAS

La minería necesita repensar su forma de hacer, desde la búsqueda de nuevos yacimientos, hasta el cierre de minas. Si se tiene en cuenta la velocidad de avance de las tecnologías en todos los campos del quehacer humano, surgen múltiples oportunidades para ello.

A modo de ejemplo, en Australia, se encuentra en pleno desarrollo un Centro de Investigación Colaborativa (Collaborative Research Center o CRC, como se les conoce en inglés) abocado a cómo se buscan nuevos depósitos de minerales bajo cubierta profunda.

Los CRC son un modelo usado en Australia para hallar soluciones a problemas complejos y de gran escala, que afectan a una industria específica. Ahí confluyen empresas que requieren la solución, los centros de investigación y universidades, los proveedores con capacidades de transferir y escalar industrialmente las soluciones desarrolladas, el gobierno con

and remote deposits, processes with intensive use of water, the disposal of massive tailings and other contaminating waste, the intervention of communities settled in territories that are increasingly closer to the major urban centers, and the depredation of glaciers, among others, may not be resolved with a conventional approach.

Everything points to the need of addressing these challenges with a design process in the broad sense of the concept. Mining can no longer continue to operate as an autonomous entity, isolated in a distant environment unknown to the country. Rather, it must go out and meet the population and the common citizen, open its doors and share its enormous potential of generating wealth and knowledge, in a virtuous process of synergy with the community.

The mining industry extracts non-renewable resources; therefore the question of what will happen when the resources are depleted is relevant, no matter how distant in time that may be. What will replace minerals when their extraction has exhausted

A new mining requires a new way of thinking about the problem. Improving the efficiency of the current processes will not be enough; it will be necessary to revise the paradigms on which traditional mining rests.

sus agencias que facilitan y co-financian el esfuerzo, entre otros. Estos CRC cuentan con una gobernanza explícita, con instancias de *accountability* públicas y con un claro foco en que los resultados de las investigaciones que se llevan a cabo sean transferidas a la industria demandante.

El CRC australiano que busca desarrollar la nueva frontera de tecnologías de exploración de yacimientos es conocido como Deep Exploration Technologies. La ambición última es incluso llegar a hacer sondeos sin hacer perforaciones, transmitir la data de exploración en tiempo real y en forma remota, a la nube, donde pueda ser analizada desde cualquier parte del mundo. Se busca evitar hacer sondeos múltiples que consumen recursos, implican el traslado de equipos y personal especializado y afectan los territorios donde estos potenciales yacimientos puedan estar.

Por cierto que una ambición de esta magnitud requiere la participación de múltiples especialistas y el desarrollo de un conjunto de programas de investigación de alta complejidad. Parte importante de este proyecto lo constituyen alrededor de 50 programas de doctorado con alumnos de tres universidades australianas. Pero es el enfoque de colaboración, de hacer concurrir a diversos actores, el que hace posible este tipo de programas.

Este método de coordinar diversos actores aparece como un componente clave para el diseño de una nueva minería.

them? What will we bequeath to the future generations when the minerals have disappeared? Will we leave them a series of abandoned mines and a legacy of environmental liabilities for generations to come? How will Chile get along without mining? What other industry will replace the “salary of Chile”?

NEW PARADIGMS

Mining needs to rethink the way of doing things, from the search for new deposits to the closing of the mines. If we consider the speed of progress of new technologies in all fields of human activities, there are many opportunities to do this.

For example, in Australia, the development of a Collaborative Research Center (CRC) is under development. It is devoted to developing the new technological frontier on how to search for new ore deposits under deep cover.

The CRCs are a model used in Australia to find solutions to complex, large-scale problems affecting a specific industry. Enterprises



Tronadura Mina de Chuquicamata
II Región de Antofagasta

La industria minera es conocida por estar acostumbrada a ser autosuficiente, con altos estándares y con grandes recursos disponibles a la hora de enfrentar sus desafíos, pero el nuevo escenario que enfrenta hace difícil sostener ese enfoque para siempre.

La nueva minería debe aprender a colaborar con los otros actores del entorno con que se relaciona, dejando atrás las relaciones transaccionales que la caracterizan, reemplazándolas por relaciones basadas en la confianza y la co-creación.

Un rediseño supondrá que esta sea el motor de un ecosistema vibrante, donde confluyan los actores que poseen las competencias que los desafíos necesitan. De manera análoga al modelo de los CRC australianos, la industria minera necesita colaborar con sus proveedores, con las universidades y centros de investigación, con el gobierno, con las comunidades, con sus trabajadores y con los actores relacionados con temas medio ambientales, entre otros.

that require a solution (claimant companies), research centers and universities, suppliers with abilities to transfer and scale the solutions devised to an industrial level, the government with its agencies that facilitate and co-fund the effort, among others, all converge in the CRC. These CRCs have explicit governance, with public accountability and a clear focus on transferring the results of research carried to the claimant industry.

The Australian CRC that seeks to develop the new frontier of exploration technologies of deposits is known as Deep Exploration

Technologies. The final goal is even to get to do soundings without drilling, to transmit the exploration data in real time and remotely to the cloud, where it can be analyzed anywhere in the world. The idea is to avoid making multiple soundings, which consume resources, involve transferring equipment and trained staff to remote sites, and affect the territories where these potential deposits may be found.

Indeed, a goal of this magnitude requires the involvement of multiple specialists and the development of a set of highly-complex

LA FLEXIBILIDAD COMO REQUISITO

Esta nueva mirada implica, casi inevitablemente, un cambio de cultura, algo extremadamente complejo para cualquier industria, comunidad o agrupación. No obstante, la minería es conocida por su alta capacidad operativa cuando se trata de resolver problemas críticos a sus procesos. Esta característica y flexibilidad, será sin duda una herramienta clave a la hora de abrazar nuevas prácticas y conductas.

Un ejemplo de ello es el sistema de trabajo en turnos, dada la naturaleza de operación continua del proceso minero y de su lejanía con los centros urbanos. Esto ha sido siempre un factor limitante para la atracción de profesionales de excelencia.

Los campamentos mineros son, en general, hábitats básicos, funcionales, pero esencialmente lugares donde no se plantea la posibilidad de hacer una vida normal en familia. ¿Por qué no pensar, por ejemplo, en reemplazar los campamentos por ciudades donde sea agradable vivir? Hoy existen tecnologías para crear comunidades enteras en lugares remotos, con soluciones habitacionales de calidad y espacios públicos atractivos. ¿Por qué no aprovechar los entornos físicos donde se desarrolla la minería? San Pedro de Atacama comparte el mismo tipo de paisaje con una parte importante de la gran minería chilena. ¿No se podrán crear otros pequeños San Pedros donde haya

operaciones mineras remotas de tamaño importante? Ciertamente, abordar este problema requiere un enfoque multidisciplinario, donde participen profesionales del área minera, diseñadores, arquitectos y urbanistas, sociólogos y psicólogos, profesionales del área médica, entre otros.

La industria minera siempre ha tenido el desafío de contar con buenos técnicos y profesionales especializados, y hace esfuerzos permanentes por crear y apoyar centros de capacitación y de formación técnica en las ciudades próximas a sus operaciones. ¿Por qué no integrar a las comunidades locales más masivamente, incluyendo prioritariamente a los miembros de pueblos originarios, cuyas tierras ancestrales se ven afectadas por las operaciones que transcurren en sus territorios? ¿Por qué no crear alianzas permanentes con los centros de formación técnica e institutos profesionales de mayor calidad existentes en el país, para desarrollar programas de carreras orientadas a las especialidades que requieren?

Esto ya se ha hecho en otras industrias. Recientemente, el Duoc UC firmó un convenio con Celulosa Arauco, para la creación de un CFT en la región, orientado específicamente a las especialidades que esta empresa necesita para sus procesos. La inversión en infraestructura corresponderá a la empresa, y el *know-how* académico correrá por cuenta de esta institución académica.

research programs. An important part of this project is made up of around 50 PhD programs with students from three Australian universities. But it is the collaborative approach, the fact of involving various players, which makes this type of programs possible.

This method of coordinating various players appears as a key component for the design of a new mining. The mining industry is known for being accustomed to being self-sufficient, with high standards and sizable resources available at the time of facing its challenges, but the new scenario it faces makes it difficult to continue with that approach for ever.

New mining must learn to collaborate with the other players in the environment with which it relates, leaving behind the transactional relationships that characterize it, replacing them with relationships based on trust and co-creation. A redesign will assume that mining will be the driving force behind the creation of a vibrant ecosystem, where the players that have the skills that the challenges require, will converge. In a way similar to the model of the Australian CRCs, the mining industry needs to collaborate with its suppliers, universities and research centers, the Government, communities, its employees and the players related to environmental issues, among others.

FLEXIBILITY IS A REQUIREMENT

This new perspective implies, almost inevitably, a change in culture, something extremely complex for any industry, community or group. However, mining is known for its high operational capacity when it comes to resolving problems critical to their processes. This feature and flexibility will undoubtedly be a key tool at the time of embracing new practices and behaviors.

An example of this is the system of work shifts, given the nature of the continuous operation of the mining process and its distance from urban centers. This has always been a limiting factor in the attraction of professional excellence.

Mining camps are, in general, basic, functional habitats, but essentially places where making a normal family life is not possible. Why not think, for example, in replacing the camps for cities that are pleasant to live in? Today there are technologies to create entire communities in remote locations, with quality housing solutions and attractive public spaces. Why not think in taking advantage of the physical environments where mining is developed and turn them into attractive places to live in? San Pedro de Atacama shares the same type of scenery with an important part of the large-sized Chilean mining. Why not create other small San Pedro

DE LA EXTRACCIÓN DE MINERALES AL CONOCIMIENTO

La multiplicidad de desafíos tecnológicos que enfrenta la industria minera en pos de asegurar su sustentabilidad, ofrece enormes oportunidades para la generación de conocimiento en el país, a través de la colaboración con proveedores, universidades y centros de investigación locales.

Hoy existen en Chile alrededor de seis mil proveedores de la minería. Dentro de este vasto y heterogéneo sector, solo un número reducido cuenta con las capacidades de gestión, de absorción tecnológica y solidez financiera como para poder dar el paso y convertirse en jugadores de clase mundial. Este proceso de impulsar su desarrollo ha sido el foco del llamado Programa de Proveedores de

Clase Mundial, apoyado fuertemente en los últimos años por Fundación Chile. Aparece como un camino muy promisorio para avanzar en la creación de toda una nueva industria de proveedores avanzados tecnológicamente, de modo que, en algún momento, estos alcancen un nivel tal que puedan generar sus propios desarrollos, incluso con independencia de la minería. Así, si esto ocurre, la minería habrá logrado legar al país una industria que tendrá vida propia para cuando finalmente decline y, eventualmente, deje de ser el motor de nuestra economía.

Este proceso requiere de nuevas prácticas de los propios proveedores, quienes necesitan levantar su mirada más allá del corto plazo y disponerse

Hoy existen en Chile alrededor de seis mil proveedores de la minería. Dentro de este vasto y heterogéneo sector, solo un número reducido cuenta con las capacidades de gestión, de absorción tecnológica y solidez financiera como para poder dar el paso y convertirse en jugador de clase mundial.

In Chile today there are around six thousand mining suppliers. Within this vast and heterogeneous sector, only a small number have management capabilities, financial solidity and technological absorption capacities in order to be able to give the step and become world class players.



Antigua entrada a Chuquicamata

villages where there are remote mining operations of an important size? Obviously, addressing this problem requires a multidisciplinary approach, involving mining area professionals, designers, architects and urban planners, sociologists and psychologists, and medical professionals, among others.

The mining industry has always had the challenge of having good technicians and specialized professionals, and has made constant efforts to create and support technical training centers in the cities close to its operations. Why not integrate local communities more massively, including primarily the members of indigenous peoples, whose ancestral lands are affected by the operations that take place in their territories? Why not create permanent alliances with the technical training centers and vocational institutes of higher quality that exist in the country, to develop career

programs aimed at the specialties that are required?

This has already been done in other industries. Recently, Duoc UC signed an agreement with Celulosa Arauco for the creation of a TFC in the region, specifically aimed at the specialties that this company needs for its processes. The investment in infrastructure will be the responsibility of the companies, and the academic know-how will be the responsibility of the academic institution.

FROM THE EXTRACTION OF MINERALS TO THE KNOWLEDGE

The multiple technological challenges faced by the mining industry in order to ensure its sustainability, offers tremendous opportunities to the knowledge generation in Chile, through the collaboration with local suppliers, universities and research centers.

a adquirir las capacidades de gestión y tecnológicas, que les permitan optar a ser jugadores de nivel mundial en sus rubros. Chile debe y puede seguir el camino recorrido por otros países ricos en recursos naturales, que hoy han logrado economías de alto crecimiento, diversificadas y con un fuerte componente de industrias intensivas en conocimiento, como es el caso de Finlandia, Australia y Canadá.

Otro actor que debiera ser protagonista de este proceso son las universidades y centros de investigación. La magnitud y complejidad de muchos de los desafíos que enfrenta la minería de hoy, requieren de investigación y ciencia y, luego, de su transferencia a la industria para su escalamiento e implementación.

Esta participación del sector generador de conocimiento también exige un cambio cultural por su parte, donde se eleve la importancia de la transferencia tecnológica entre sus actividades de docencia e investigación. Esta llamada “tercera misión” de las universidades, todavía necesita de un desarrollo y compromiso profundo, dado que históricamente las casas de estudio han privilegiado la ciencia por sobre la tecnología, porque Chile es un país en el que hasta ahora no ha habido un sector industrial de gran tamaño, que demande este tipo de soluciones.

Sin embargo, para que se produzca esta transferencia de tecnología y la ciencia baje a la industria, se requiere otro proceso, que es poco conocido en nuestras tierras: el que ocurre después de que se ha

In Chile today there are around six thousand mining suppliers. Within this vast and heterogeneous sector, only a small number have management capabilities, financial solidity and technological absorption capacities in order to be able to give the step and become world class players. This process of promoting the development of suppliers has been the focus of the so-called program of World Class suppliers, strongly supported in recent years by Fundación Chile. This process appears as a very promising way to advance in the creation of a whole new industry of technologically advanced suppliers; so that, at some point, they will reach a level that will allow them to generate their own developments, even independently of mining. If this happens, mining will be able to bequeath to the country an industry that will have a life of its own for when it finally declines and, eventually, ceases to be the engine of our economy.

This process requires new practices by the suppliers themselves, who need to look beyond the short

term and be willing to acquire the technological and management skills that will allow them to opt to be world-level players in their fields. Chile must and can follow the path taken by other countries that are rich in natural resources, which today have achieved diversified, high-growth economies, with a strong component of knowledge-intensive industries, such as the case of Finland, Australia and Canada.

Other players that should be a protagonist of this process are universities and research centers. The magnitude and complexity of many of the challenges faced by mining today require research and science, and subsequently transferring the results to the industry for their implementation and scaling.

This participation of the knowledge generating sector also requires a cultural change on its part, where increasing importance is given to technology transfer in addition to teaching and research activities. This so-called “third mission” of the universities, still needs development and a deep commitment, since historically



generado el diseño conceptual y el prototipo prueba de concepto, y se comienza a recorrer el largo camino para llevarlo hasta la solución a escala industrial en el cliente.

Este trayecto requiere otro tipo de actor, distinto de las universidades, del cliente demandante e incluso del propio proveedor que espera escalar la solución. Es un proceso que tiene sus propios rigores y exige la experiencia necesaria. Este será un nuevo tipo de actor que deberá aparecer en el incipiente ecosistema si se ha de lograr que las ideas y conceptos lleguen finalmente a convertirse en soluciones escalables industrialmente, robustas tecnológicamente y rentables comercialmente. La instalación de centros de transferencia, la aparición de proveedores avanzados con experiencia en transferencia y escalamiento, las consultoras expertas en estos procesos, deberán estar entre el tipo de actores que ha de surgir para completar este crítico paso.

UNA NUEVA MINERÍA, UN NUEVO CHILE

El repensar la minería del futuro implica repensar el Chile del futuro. Un Chile más participativo y abierto, que es capaz de sumar miradas diversas y colaborar, que genera una

narrativa nueva para su camino al desarrollo, que es audaz y está dispuesto a romper paradigmas, y que levanta la mirada por sobre los problemas de corto plazo y conduce sus decisiones con la vista puesta en las generaciones que han de venir.

La minería es una industria central para el futuro de Chile. Hasta hoy lo ha sido por su contribución en divisas e impuestos. Es el deseo de quienes trabajamos para ella, que hacia delante lo sea por su contribución a un nuevo Chile desarrollado, que dependa cada vez menos de sus recursos naturales y cuente cada vez con una mayor parte de su Producto Geográfico Bruto generado por industrias intensivas en conocimiento.

Así, mientras esta noble industria comience inevitablemente a apagarse, ojalá logre surgir en el país una nueva industria, construida sobre las raíces de la minería, de modo que esta, en lugar de dejar solo minas abandonadas y una herencia de pasivos ambientales, legue al país una economía basada en el conocimiento.

education organizations have privileged science over technology, because Chile is a country that to date has lacked a large industrial sector that requires this type of solutions.

Nevertheless, for this transfer of technology to occur and science to go down to the industry, another process is required, which is little known in our country: the process that occurs after the conceptual design and the proof of concept prototype has been generated, and the long way to take it to an industrial scale solution with the client, starts to be travelled.

This route requires a different type of player, other than universities, the complainant client and even the provider that expects to scale up the solution. It is a process that has its own rigors and requires having the necessary experience. This will be a new type of player that must appear in the emerging ecosystem if we are to ensure that ideas and concepts may finally become industrially scalable solutions, technologically robust and commercially profitable. The installation of transfer centers, the emergence of advanced providers with experience in transfer and scaling, and the consulting companies that are experts in this process, are some of the players that must emerge to complete this critical step.

narrative for its path to development. A bold country willing to break paradigms and to lift its gaze beyond short-term problems; and that makes its decisions with a view to the generations to come.

The mining industry is essential to the future of Chile. To the present today it has also been fundamental because of its contribution in terms of currency inflow and income from taxes. The people who work in mining today wish that it may contribute to a new, more developed Chile that depends increasingly less on its natural resources and that a greater proportion of its GDP may be generated by knowledge-intensive industries.

Thus, while this noble industry inevitably begins to shut down, a new industry will hopefully arise in Chile, an industry built on the roots of mining, so that mining, instead of leaving only abandoned mines and a legacy of environmental liabilities, it may endow the country with the best of legacies: a knowledge-based economy.

A NEW MINING, A NEW CHILE

Rethinking the mining of the future implies rethinking the Chile of the future. A more participatory and open Chile, capable of adding various perspectives and collaborating to generate a new



BETTINA VON DESSAUER, JEFA DE PROYECTOS Y DOCENCIA DE LA UNIDAD DE PACIENTE CRÍTICO DEL HOSPITAL DR. ROBERTO DEL RÍO / HEAD PROJECTS AND TEACHING, CRITICAL CARE UNIT, DR. ROBERTO DEL RIO HOSPITAL

Cobre bactericida: Aplicación en una unidad pediátrica

Bactericidal copper: application in a pediatric Unit

FOTOGRAFÍAS_PHOTOS: ARCHIVO CODELCO

LA UNIDAD DE PACIENTE CRÍTICO DEL HOSPITAL PEDIÁTRICO DR. ROBERTO DEL RÍO FUE EL ESCENARIO DONDE UN GRUPO DE INVESTIGADORES —LIDERADOS POR LA DOCTORA BETTINA VON DESSAUER— REALIZÓ UN ENSAYO CLÍNICO PARA COMPROBAR SI EL COBRE DISMINUÍA LA PRESENCIA DE BACTERIAS EN SUS INSTALACIONES Y LA INCIDENCIA DE INFECCIONES ASOCIADAS A ATENCIÓN EN SALUD.

THE CRITICAL CARE UNIT OF THE HOSPITAL PEDIÁTRICO DR. ROBERTO DEL RIO, A CHILDREN'S HOSPITAL, WAS THE SETTING WHERE A GROUP OF RESEARCHERS, LED BY DR. BETTINA VON DESSAUER, CONDUCTED A CLINICAL TRIAL TO TEST WHETHER COPPER ACTUALLY DECREASED THE PRESENCE OF BACTERIA AND THE INCIDENCE OF HEALTHCARE- ASSOCIATED INFECTIONS (HAI) IN THE FACILITIES.



Aplicación de Cu+ en una sala de la Unidad de Paciente Crítico del Hospital Dr. Roberto del Río. Diseño Duam CopperBioHealth

BETTINA VON DESSAUER
Médico cirujano de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Pediatra intensivista, diplomada en Infecciones Asociadas a Atención en Salud y en Bioética Clínica de la Universidad de Chile. Magíster en Administración de Salud de la Universidad de Los Andes.
Profesora adjunta, jefa del Programa de Posgrado de Formación en Cuidados Críticos Pediátricos de la Universidad de Chile y jefa de Proyectos y Docencia de la Unidad de Paciente Crítico (UPC) del Hospital Dr. Roberto del Río.
Medical Doctor of the Pontificia Universidad Católica de Chile. Pediatric intensivist, Diploma in Control of Healthcare Associated Infections and in Clinical Ethics at the University of Chile. Master's Degree in Health Administration from the Universidad de Los Andes. Adjunct Professor, head of the Graduate Program of Training in Critical Pediatric Care at the University of Chile and head of Projects and Teaching at the Critical Patient Unit (UPC) of the Dr. Roberto del Río Hospital.



Arriba, diseño de ficheros con aplicación de Cu+
Al lado, aplicación de Cu+ en superficies de trabajo de enfermería



Cobre Bactericida UPC Hospital
Roberto del Río. Rediseño de barandas de cuna. Duam CopperBioHealth



Because medicine is an art and not an exact science, uncertainty is a constant. Thus, ethically and as a moral obligation, a continuous effort must be made to improve the quality of health-care based on evidence.

On the other hand, the changes in society and lifestyle, the control of certain diseases and the emergence of new ones, a growing availability of large amount of information and knowledge in multiple transdisciplinary fields, oblige us to be constantly innovating in the methods used in health-care prevention, diagnosis and treatment.

The health problem with the greatest impact globally is infection, in general, and sepsis (which is an infection with a systemic response), in particular. The discovery of penicillin by Fleming

intellectual and commercial, han reducido a cifras insignificantes la aparición de nuevos antibióticos durante la última década.

Analizado desde otra perspectiva, los avances en la medicina permiten hoy tratar ambulatoriamente a muchos pacientes, concentrándose las hospitalizaciones en aquellos más complejos, graves, inmunodeprimidos o con otras condiciones que aumentan el riesgo de adquirir una infección asociada a atención en salud (IAAS). Simultáneamente, se ha implementado una racionalización en la gestión de los servicios sanitarios para cumplir con acceso y oportunidad. La organización es por complejidad progresiva, en red regional y nacional. Si bien esto es loable desde el punto de vista del uso racional de recursos y concentración de experticia clínico-técnica, se ha detectado que junto a los pacientes se transportan gérmenes¹ interinstitucionalmente, de diferente sensibilidad a la local, agregando un nuevo riesgo.

Se sabe que en Estados Unidos los costos asociados a IAAS superan los 30 mil millones de dólares anuales. En Chile también es un gran problema, aunque a la fecha menos cuantificado.

En este escenario, el énfasis se ha trasladado hacia la prevención, buscando alternativas para aumentar la calidad y seguridad en la atención del paciente hospitalizado, pero también para reducir los costos. En cuanto a ello, las medidas

in 1928 marked a turning point in the prognosis of the management of bacterial infections. However, less than 100 years later, the world is again facing a dilemma: various factors, including the use and abuse of antibiotics, have given rise to multi-resistant bacteria and the risk of morbidity and mortality caused by infection has again risen.

The high cost of the development of new antimicrobials and conflicts in the protection of intellectual and commercial property have significantly reduced the emergence of new antibiotics during the past decade.

Viewed from another perspective, advances in medicine today allow treating many patients in outpatient clinics, leaving hospitalization to more complex, serious, or immunosuppressed

¹Benadof et al, 2010.



Ya los egipcios sabían (miles de años atrás) que el cobre tenía alguna propiedad que reducía el riesgo de que las personas enfermaran. Lo utilizaban en objetos de cocina y en la conducción del agua para consumo humano.

Thousands of years ago, the Egyptians already knew that copper had a property that reduced the risk of people to become sick. They used copper in cooking items and kitchen utensils, and to conduct water for human consumption.

Rediseño de camas y barandas, superficies de mayor riesgo de contaminación de enfermedades

habituales incluyen acortar estadías, aislamientos, seguimiento estricto de pacientes de mayor riesgo, lavado de manos, protocolos para procedimientos, antibióticos controlados por comités de especialistas, entre otras. Dado que muchas disposiciones dependen de la voluntad humana, no han sido tan exitosas como sería deseable. Al menos, se puede constatar que han sido insuficientes para controlar el problema persistente de IAAS.

La investigación traslacional —que une la investigación básica con la clínica— ha sido una ayuda al agregar transversalidad e interdisciplinariedad a la procedencia del conocimiento y oportunidad para crear e innovar en este campo.

EL MARCO PARA EL TRABAJO INNOVADOR

Lo anteriormente descrito era la realidad en el año 2008, cuando buscando optimizar resultados en el contexto de una gestión de calidad en el paciente crítico pediátrico, profundizamos en el tema del cobre (Cu) como agente antimicrobiano.

Ya los egipcios sabían (miles de años atrás) que el Cu tenía alguna propiedad que reducía el riesgo

de que las personas enfermaran. Lo utilizaban en objetos de cocina y en la conducción del agua para consumo humano. Nuestra cultura popular usa recipientes de cobre para las mermeladas, entre otras propuestas.

La actividad bactericida del Cu está demostrada. En 2008, luego de acuciosas investigaciones en diferentes lugares del mundo, la Environmental Protection Agency (EPA) a instancias de la International Copper Association (ICA) acepta al Cu+ como primer metal bactericida en superficies de objetos, para cinco bacterias, en 275 aleaciones y concentraciones de al menos 60-65% de Cu. La efectividad demostrada fue de más de un 90% de eliminación bacteriana en dos horas de las superficies estudiadas.

Los mecanismos de acción aún están bajo análisis, pero el Cu sería tóxico para la célula, llevando a la muerte de la bacteria. A diferencia del acero inoxidable (clásica cobertura en instalaciones hospitalarias, sin efecto bactericida alguno), el eventual deterioro por alto tráfico y golpes, aumenta su efectividad.

conditions increased risk of acquiring a healthcare-associated infection (HAI). At the same time, management of health services has been rationalized to comply with the requirements of access and timeliness. Health services are organized by progressive complexity, in a regional and national network. While this is commendable from the point of view of the rational use of resources and the concentration of clinical-technical expertise, it has been found that germs are transported along with the patients (Benadof et al) among institutions, with different sensitivity than the place of origin, adding a new risk.

It is known that in the United States HAI-associated costs exceed US\$ 30 billion per year. This is also a

major problem in Chile, although that information is less quantified.

In this setting, emphasis has moved toward prevention, seeking alternatives to increase the quality and safety in the care of the hospitalized patient, but also to reduce costs. The usual measures include shortening hospital stays, isolation, close monitoring of higher-risk patients, hand washing, procedure protocols, antibiotics controlled by specialist committees, among others. Given that many of these measures depend on the human will, they have not been as successful as it would be desired. At least, we can see that they have been insufficient to control the persistent problem of HAI.

Aún se hace necesario un cambio cultural para los equipos de salud acostumbrados al brillante (y engañoso) aspecto limpio del acero inoxidable. El Cu+ requiere de un cuidado diferente para evitar el cambio de color en las aleaciones definidas como útiles: que den la dureza y actividad bactericida requerida, pero al menor costo razonable, de modo de permitir a futuro incorporarlo en los estándares de construcción de instituciones, entre las que se cuentan las de salud.

Cuando planificamos nuestra investigación, no había estudios que avalaran la experiencia en el terreno de una Unidad de Paciente Crítico Pediátrico (UPCP). Sí existía una experiencia en Estados Unidos² y en el Hospital de Calama, de la mano del mismo grupo e investigadores de la Universidad de Chile, que mostraban el efecto bactericida en superficies sanitarias.

La Unidad de Paciente Crítico del Hospital Pediátrico Dr. Roberto del Río es una institución

pública docente asistencial, campo clínico prioritario de la Universidad de Chile. Está catalogada a la fecha como de alta complejidad y es centro de derivación para trauma, quemados, neurocirugía, entre otras patologías, y la más grande del país con 35 cupos. Además, tiene indicadores de calidad que la hacen competitiva con cualquier UPC comparable.

EL TRABAJO

El año 2008 comenzamos a trabajar con Codelco y DUAM. Antes del diseño de la investigación propiamente tal, buscamos crear el marco adecuado de trabajo con pequeños estudios para afinar el diagnóstico local: era necesario identificar las superficies de mayor riesgo de contaminación en nuestro escenario. Debíamos establecer si había diferencias culturales en los procesos de atención y en el movimiento del equipo de salud. También investigamos, con un laboratorio independiente,

Translational research—which links basic science to clinical research—has been helpful because it has added transversality and interdisciplinarity to the source of knowledge and has offered an opportunity to create and innovate in this field.

THE FRAMEWORK FOR INNOVATIVE WORK

The foregoing was the situation in 2008, when looking to optimize results in the context of quality management in the critical pediatric patient unit, we studied

the subject of copper (Cu) as an antimicrobial agent in greater depth.

Thousands of years ago, the Egyptians already knew that copper had a property that reduced the risk of people to become sick. They used copper in cooking items and kitchen utensils, and to conduct water for human consumption. Our popular culture uses copper pots for marmalades, among other purposes.

The bactericidal activity of copper has been demonstrated. In 2008, after diligent investigations in different

²Schmidt M., Salgado et al., 2012.

Ante la inexistencia en el mercado de algunos objetos elegidos para cobrizar, ingenieros y diseñadores del equipo los crearon en un esfuerzo mancomunado. Algunos ejemplos fueron las barandas de las camas de alta complejidad, los porta sueros, la superficie de trabajo de enfermería, los lavamanos y el velador individual.

Due to the absence in the market of some items that were chosen for copper addition, the engineers and designers of the team created them in a collaborative effort. Some examples were the railings of high-complexity beds, IV poles, the surface of nursing workstation, washbasins and individual night tables.

la carga bacteriana existente en las unidades clínicas, a pesar del teóricamente prolijo aseo de las superficies (por protocolo). Estos análisis confirmaron e identificaron la relevante presencia de bacterias y su tipo, sobre todo en las camas, cunas y objetos cercanos que las rodean.

Ante la inexistencia en el mercado de algunos objetos elegidos para cobrizar, ingenieros y diseñadores del equipo los crearon en un esfuerzo mancomunado. Algunos ejemplos fueron las barandas de las camas de alta complejidad, los porta sueros, la superficie de trabajo de enfermería, los lavamanos y el velador individual.

El trabajo se llamó en Chile: “Evaluación de la efectividad del uso de cobre en la reducción del riesgo de adquirir Infecciones Asociadas a la Atención en Salud (IAAS) y de su actividad antimicrobiana sobre las superficies de contacto de los enseres hospitalarios, en la Unidad de Pacientes Críticos

(UPC) de un hospital pediátrico en Chile. Ensayo clínico controlado”. La que suscribe como investigadora principal.

La metodología fue un ensayo clínico controlado, no aleatorizado, abierto, de ramas paralelas, con 12 meses de vigilancia de la incidencia de IAAS. Junto a ello, se realizó un estudio comparativo longitudinal de mediciones repetidas a intervalos regulares de la carga bacteriana aerobia en las superficies de alto riesgo elegidas.

Para el estudio, se cobrizaron superficies en el 50% de las habitaciones de la UPC (postestudio se realizó el mismo trabajo en el 50% restante). Se reclutaron 1.012 pacientes entre noviembre de 2012 y noviembre de 2013, en dos grupos comparables.

Los resultados confirmaron la efectividad del cobre en una significativa reducción de la carga bacteriana en los objetos estudiados cobrizados comparados con los no cobrizados (un

parts of the world, the Environmental Protection Agency (EPA) at the behest of the International Copper Association (ICA) accepted Cu+ as the first bactericidal metal in surfaces of objects, for five bacteria, in 275 alloys and concentrations of at least 60-65% of Cu. The demonstrated effectiveness was more than 90% of bacterial elimination in two hours in contact with the surfaces studied.

The mechanisms of action are still under study, but apparently copper is toxic to the bacterial cell, leading to the bacterium's death. Unlike stainless steel (classic coverage in hospital facilities, without any bactericidal effect), copper's eventual deterioration due to high traffic and blows, increases its effectiveness.

A cultural change in the health teams is still necessary as they are used to the clean-looking, shining brightness (misleading) of stainless steel. Copper requires a different kind of care to prevent the change in color in the alloys defined as useful: that give

the hardness and bactericidal activity required, but at the lowest reasonable cost, so as to allow incorporating it in the future to the standards for the construction of institutions, including health institutions.

When we planned our trial, there were no studies to support the field experience of a Pediatric Critical Patient Care Unit (PCPCU). There was trial in the United States (M. Schmidt, Salgado et al, University of South Carolina) and at the Calama Hospital in Chile, together with the same group and researchers from the University of Chile, which showed the bactericidal effect on healthcare surfaces.

The Critical Patient Care Unit of Dr. Roberto del Rio pediatric hospital is a clinical and teaching public institution, and the principal clinical setting for healthcare training of the University of Chile. It is currently classified as high complexity and is a referral



Ⓜ
Ⓜ Zonas de mayor riesgo de contaminación: manillas, lavamanos y mesas auxiliares

exigente punto de corte de 250UFC/cm²). En el 50% de los objetos investigados cobrizados la carga bacteriana era indetectable, comparado con un 1-5% de los objetos no cobrizados.

Fue relevante la observación (debiendo inducir a un cambio en el proceso de cuidado y aseo de una cama desocupada) de que, en las unidades cobrizadas, la eliminación bacteriana se mantenía en el tiempo, mientras que las camas no cobrizadas, limpiadas postuso, se repoblaron con agentes microbianos, a pesar de su aparente disponibilidad protegida (*ready to use*) para un nuevo paciente entrante.

Para la reducción de la tasa de IAAS los resultados no fueron tan concluyentes, pero se observó una tendencia a la disminución de un 11%, con 95% CI. Ello se debe a que la tasa de IAAS atribuibles a causas ambientales en esta UPC de hospital público ya era baja, como también a que las IAAS se deben a causas exógenas (ambiente) en gran parte controlables, pero también a otras endógenas (propias del paciente de alto riesgo), que hacen imposible su erradicación total.

center for trauma, burns, neurosurgery, among other conditions, and the largest in the country with capacity for 35 children. In addition, it has quality indicators that permit it to be competitive with any comparable PCPCU.

THE TRIAL

In 2008 we began working with Codelco and DUAM. Before designing the trial, we sought to create the appropriate work framework with small studies to fine-tune the local diagnostic: we had to identify the surfaces with greater risk of contamination in our clinical setting. We had to establish whether there were cultural differences in the healthcare processes and health team movements. We also studied, with the collaboration of an independent laboratory, the existing bacterial burden in the clinical units, despite the supposedly careful cleaning of the surfaces (according to the protocol). These tests confirmed and identified the significant presence of bacteria and their types, especially on beds, cribs, and nearby objects surrounding them.

Due to the absence in the market of some items that were chosen for copper addition, the engineers and designers of the team created them in a collaborative effort. Some examples were the railings of high-complexity beds, IV poles, the surface of nursing workstation, washbasins and individual night tables.

The name of the trial in Chile was: "Assessment of the effectiveness of the use of copper in reducing the risk of acquiring Healthcare Associated Infections (HAI) and its antimicrobial activity on touch surfaces of hospital items in the Critical Patient Unit (CCU) of a pediatric hospital in Chile, a controlled clinical trial." Dr. Bettina von Dessauer was the principal researcher.

The methodology was an open, non-randomized, controlled, parallel arm, clinical trial, with 12 months of surveillance of the incidence of HAI. In addition, we conducted a longitudinal comparative study of measurements repeated at regular intervals of the aerobic bacterial burden on the high-risk surfaces chosen.

For the study, copper was added to the touch surfaces in 50% of the rooms of the CPU (After the trial the same study was conducted in the remaining 50%). A total of 1,012 patients were

En todo caso, es esperable que una menor carga microbiana circulante incida en una mayor seguridad infectológica del paciente, al menos en cuanto a contaminación cruzada ambiental se refiere.

Los estudios han sido enviados a publicación en el extranjero, a la fecha en espera de aceptación.

Estos estudios traslacionales, con profesionales provenientes de ámbitos diversos, han abierto fructíferos campos de cooperación e innovación potencial entre disciplinas que antes no "conversaban". Puede reducir la compartimentalización del conocimiento emergente (gran problema en diferentes disciplinas y en medicina hoy), aportando sinergia para crear nuevos procesos y soluciones, y así mejorar la calidad y seguridad de atención en la salud.

Para nuestro país, estas investigaciones agregan valor a un producto primario de exportación que ha sido trascendental para el desarrollo de Chile: el cobre.

enrolled between November 2012 and November 2013, in two comparable groups.

The results confirmed the effectiveness of copper in significantly reducing the bacterial burden in the studied objects to which copper was added, compared with those without copper (a stringent cut-off point of 250CFU/cm²). In 50% of the objects with copper studied, the bacterial burden was undetectable, compared with 1-5% of the objects without copper.

The trial's result was relevant and it should lead to a change in the process of care and cleaning of an unoccupied bed. In the units which copper had been added to, bacterial elimination continued over time, whereas beds without copper, cleaned after use, were rapidly repopulated with microbial agents, despite their condition apparently clean and ready to be used by a new patient.

In terms of the reduction in the rate of HAI, the results were not as conclusive, but 11% reduction trend was observed with 95% CI. This is due to the fact that the HAI rate attributable to environmental causes in this public hospital CCU was already low, as well as to the fact that HAI are due to exogenous causes (environment) that to a great extent can be controlled, but also to other endogenous causes (characteristic of the high-risk patient), which make their total eradication impossible.

In any case, it is likely that a lower circulating microbial burden may result in a lower risk for the patient of acquiring infections, at least in terms of environmental cross-contamination.

The studies have been sent for publication abroad and are currently waiting to be accepted.

These translational studies, with professionals from various fields, have opened fruitful areas of potential cooperation and innovation among disciplines that previously had no communication at all. It may reduce the compartmentalization of the emerging knowledge (a big problem in different disciplines and in medicine today), providing synergy to create new processes and solutions, thereby improving the quality and safety of healthcare.

These studies add value to copper, one of the Chile's primary export products that has been of paramount importance in the development of the country.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHY REFERENCES

- Benadof D., Acuña M., Elgueta A., Cifuentes P., Guajardo P., 2010. "Impacto de la derivación de pacientes de otras instituciones de salud y portación de microorganismos multiresistentes", afiche Congreso Chileno de Infectología XXVII, Valdivia.
- Burke J., 2003. "Infection control-a problem for patient safety", *The New England Journal of Medicine*.
- Carlet J., Collignon P., Goldmann D., Goossens H. et al., 2011. "Society's failure to protect a precious resource: antibiotics", *The Lancet*.
- Casey A.L., Adams D., Karpanen T.J. et al., 2010. "Role of copper in reducing hospital environment contamination", *Journal of Hospital Infection*.
- Estimating Health Care-Associated Infections and Deaths in US Hospitals, 2002. http://www.cdc.gov/HAI/pdfs/hai/infections_deaths.pdf
- Grass G., Rensing C., Solioz M., 2011. "Metallic copper as an antimicrobial surface", *Applied and Environmental Microbiology*.
- Huslage K., Rutala W.A., Sickbert-Bennett E., Weber D.J., 2010. "A quantitative approach to defining "high touch" surfaces in hospitals", *Infection Control and Hospital Epidemiology*.
- Jarvis W., 1994. "Handwashing- the Semmelweis lesson forgotten?", *The Lancet*.
- Kramer A., Schwebke I., Kampf G., 2006. "How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review", *BMC Infectious Diseases*.
- Martínez J.A., Ruthazer R., Hansjosten K., Barefoot L., Snyderman D.R., 2003. "Role of environmental contamination as a risk factor for acquisition of vancomycin-resistant enterococci in patients treated in a medical intensive care unit", *Archives of Internal Medicine*.
- Noyce J., Michels H., 2006. "Potential use of copper surfaces to reduce survival of epidemic methicillin-resistant staphylococcus aureus in the healthcare environment", *Journal of Hospital Infection*.
- OMS 2002. *Prevention of Hospital-acquired infections. A practical guide*. Department of Communicable Disease 2002, 2nd edition.
- Otter J.A., Yezli S., French G.L., 2011. "The role played by contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens", *Infection Control and Hospital Epidemiology*.
- Salgado C., Sepkowitz K., John J. et al., 2011. "Copper surfaces (CuS) significantly lower rate of Hospital Acquired Infections (HAIs) in the Medical Intensive Unit (MICU)", IDSA 49th Annual Meeting.
- Schmidt M.G., Attaway H.H., Sharpe P.A., John J.Jr., Sepkowitz K.A., Morgan A., Fairey S.E., Singh S., Steed L.L., Cantey J.R., Freeman K.D., Michels H.T., Salgado C.D., 2012. "Sustained Reduction of Microbial Burden on Common Hospital Surfaces Through The Introduction of Copper", *Journal of Clinical Microbiology*.
- Siempos I., Kopetrides P., 2009. "Impact of catheter related bloodstream infections on the mortality of critically ill patients: a meta-analysis", *Critical Care Medicine*.
- United States Environmental Protection Agency. 2008. EPA registers copper-containing alloy products. <http://www.epa.gov/opp00001/factsheets/copper-alloy-products.htm>
- Weaver L., Noyce J.O., Michels H.T., Keevil C.W., 2010. "Potential action of copper surfaces on methicillin-resistant Staphylococcus aureus", *Journal of Applied Microbiology*.



📍 Hospital de Urgencia de Asistencia Pública. Proyecto de diseño, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de aleaciones de cobre en superficies de contacto

CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN *MAPPING OF INNOVATION*

DAVID VARGAS, CHRISTIAN LARSEN Y ANDREA CABELLO. COPPERBIOHEALTH

El diseño al servicio de la salud de las personas

Design at the service of health

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS: ARCHIVO CODELCO Y COPPERBIOHEALTH

LA CREACIÓN DE BARANDAS DE COBRE PARA CAMAS CLÍNICAS ES UNA DE LAS PRINCIPALES INNOVACIONES DE LA EMPRESA CHILENA DUAM BAJO LA MARCA COPPERBIOHEALTH. AL IGUAL QUE OTROS PRODUCTOS QUE UTILIZAN EL METAL ROJO, SU OBJETIVO ES APROVECHAR LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS EN RECINTOS DE SALUD Y ESPACIOS PÚBLICOS.

THE CREATION OF COPPER RAILINGS FOR CLINICAL BEDS IS ONE OF THE MAIN INNOVATIONS OF DUAM, A CHILEAN COMPANY, UNDER THE BRAND NAME COPPERBIOHEALTH. LIKE OTHER PRODUCTS THAT USE COPPER, THE PURPOSE IS TO TAKE ADVANTAGE OF THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF THIS METAL IN HEALTH FACILITIES AND PUBLIC SPACES.



📍 Hospital de Urgencia de Asistencia Pública. Aplicación de objetos de aleaciones con cobre en superficies de contacto y camas en las unidades de pacientes críticos

DAVID VARGAS

Ingeniero civil mecánico de la Universidad de Chile y Master in Applied Economics de la Universidad de Georgetown University. Estudios de Alba Emoting, Eneagrama, Centering Prayer, Focusing y Facilitación Dinámica. Certificado como Focuser Trainer en el Instituto de Focusing en Nueva York, Estados Unidos. Director de CopperBioHealth.

Mechanical Civil Engineer from the University of Chile and a Master in Applied Economics from Georgetown University. He conducted surveys of Alba Emoting, Enneagram, Centering Prayer, Focusing and Dynamic Facilitation. He obtained a "Focuser Trainer" certificate at the Focusing Institute in New York, USA. Director of CopperBioHealth.

CHRISTIAN LARSEN

Ingeniero civil mecánico de la Universidad de Chile. Responsable de la modelación paramétrica tridimensional y simulación computacional de estructuras y mecanismos; análisis estructurales; desarrollo de productos, y propiedad industrial. Director de CopperBioHealth.

Mechanical Civil Engineer from the University of Chile. He is responsible for three-dimensional parametric modeling and computational simulation of structures and mechanisms; structural analyses; development of products, and industrial property. Director of CopperBioHealth.

ANDREA CABELLO

Diseñadora industrial de la Universidad de Chile y diplomada en Educación para el Desarrollo Sustentable de la Universidad de Santiago. Coordinadora de Desarrollo de Negocios de CopperBioHealth.

Industrial Designer from the University of Chile and a Diploma in Education for Sustainable Development from the Universidad de Santiago. Business Development Coordinator of CopperBioHealth.

CopperBioHealth es una empresa que tiene como motor (o mantra) la frase: "Diseñando un mundo saludable". Su finalidad es transferir la propiedad antimicrobiana del cobre a todos los productos, dispositivos y superficies de contacto donde agregue valor a la salud y al cuidado de las personas. Por otro lado, busca ser reconocida mundialmente por su capacidad de ingeniería y diseño innovador.

Teniendo en mente los valores de honestidad, empatía, innovación, calidad y sustentabilidad, la compañía basa su metodología en el Design Thinking, una herramienta para la resolución de problemas y descubrimiento de oportunidades de innovación popularizada por Tim Brown (director ejecutivo de la empresa IDEO), y publicada por primera vez en un artículo escrito para la revista *Harvard Business Review*, en junio de 2008. Esta metodología es aplicable a cualquier ámbito que requiera un enfoque creativo y consta de siete etapas: definir, investigar, idear, prototipar, elegir, implementar y aprender.

CopperBioHealth is a company that is driven by the motto: "Designing a healthy world". Its purpose is to transfer the antimicrobial property of copper to all products, devices and contact surfaces where it may add value to health and the care of people. On the other hand, it seeks to be recognized worldwide for its engineering capabilities and innovative design.

Bearing in mind the values of honesty, empathy, innovation, quality and sustainability, the company bases its methodology on Design Thinking, a tool for solving problems and discovering opportunities for innovation, made popular by Tim Brown (executive director of IDEO), and published for the first time in an article written for the Harvard Business Review in June 2008. This methodology is applicable to any field that requires a creative approach and consists of seven stages: defining, investigating, designing, prototyping, choosing, implementing and learning.

The directors of CopperBioHealth are David Vargas and Christian Larsen M., and Andrea Cabello C. is the company's Business Development Coordinator.

CopperBioHealth tiene como responsables a David Vargas y Christian Larsen, ambos directores, y a Andrea Cabello, coordinadora de Desarrollo de Negocios.

LOS INICIOS

La compañía comenzó a gestarse cuando David Vargas trabajaba como asesor de proyectos en Codelco, alrededor del año 2008. Ahí le pidieron desarrollar una iniciativa que utilizara la recientemente descubierta propiedad antimicrobiana del cobre.

En ese entonces, sin conocimiento del Design Thinking como metodología, se trabajó con técnicas del ámbito de la psicología, con un proceso de conversación, mapas mentales y co-creando con el cliente. En un periodo de tres meses armaron un proyecto fundacional, que tuvo aportes de Codelco, Codelco Norte, Corfo, Procobre, la International Copper Association (ICA) y la Fundación para la Transferencia Tecnológica UNTEC de la Universidad de Chile.

THE BEGINNING

The company began to develop when David Vargas worked for Codelco as a project consultant around 2008. He was asked to develop a project that would use the recently discovered copper antimicrobial property.

At that time, without knowing Design Thinking as a methodology, he worked with techniques of the field of psychology, with a conversation process, mental maps and creating in collaboration with the client. In a period of three months, they assembled a founding project, which received contributions from Codelco, Codelco Norte, Corfo, Procobre, the International Copper Association (ICA) and the Foundation for Technology Transfer, UNTEC of the University of Chile.

A market survey was subsequently carried out, and a test was conducted in the ICU of the Hospital of Calama. At that time, there was no possibility of importing products so it was decided that they would be produced in Chile. This generated skepticism on the part of the financiers. However, as the objective was limited



Proyecto de implementación de barandas de cobre y pasamanos en Línea 5 del Metro de Santiago. Estación Santiago Bueras

La prueba hospitalaria tuvo resultados sorprendentes: tanto en la baranda de la cama, la mesa, la silla, el lápiz del monitor y el porta suero, todos elaborados en cobre, no hubo un desarrollo significativo de microbios.

The hospital test had surprising results; the bed railing, table, chair, the stylus of the monitor and the IV pole, all made of copper, showed no significant development of microbes.

A partir de ahí, se hizo un análisis de mercado y se realizó una prueba hospitalaria en la UCI del Hospital de Calama. En ese momento, no había cómo importar los productos, por lo que se decidió que se fabricaran en Chile, lo que generó escepticismo por parte de los financistas. Sin embargo, como el objetivo era acotado a seis salas UCI, tres con cobre y tres sin cobre, se optó por efectuarlo de ese modo. Entre las empresas que podían producir las barandas de cobre que se querían testear, estaba una en la que trabaja el ingeniero mecánico de la Universidad de Chile, Christian Larsen, hoy director de CopperBioHealth.

La prueba hospitalaria tuvo resultados sorprendentes: tanto en la baranda de la cama, la mesa, la silla, el lápiz del monitor y el porta suero, todos elaborados en cobre, no hubo un desarrollo significativo de microbios.

Fue de esta manera que se decidió crear la marca CopperBioHealth, un emprendimiento de DUAM, compañía que pertenece a Vargas. Bajo este nuevo sello, los socios presentaron una propuesta al concurso innovación Empresarial de Rápida Implementación de Corfo, cuyo desafío significaba diseñar barandas de cobre adaptables a distintos modelos de camas hospitalarias. El proyecto fue aprobado y se les entregó un capital inicial de 100 mil dólares.

EMPRESARIOS HOSPITALARIOS

Con ese capital, CopperBioHealth contrató a su primer equipo compuesto por diseñadores y la coordinadora de Desarrollo de Negocios, Andrea Cabello. El trabajo, a partir de ese momento, implicó el aprendizaje y aplicación de Design Thinking.

En los hospitales no existe la flexibilidad de cambiar las barandas de las camas que se encuentran en garantía, dado que el proveedor no las protege en caso de que se las altere. Por ello, crear estas carcasas significaba una solución real, que no implicaba una intervención mayor.

Para llegar a estas barandas se hicieron diferentes prototipos de madera, probándolas en el Hospital Roberto del Río. Las resultantes tienen dos propiedades intelectuales asociadas: un modelo de diseño protegido y un modelo de utilidad.

Además, se diseñó un modelo que optimiza el rendimiento de los procesos de producción, ya que su largo puede variar, abarcando el 80% de los modelos de cama que existen en el mercado.

La empresa también patentó el modelo de sujeción de la baranda a la cama. Aparte de entregar un valor antimicrobiano, también le otorgan belleza al espacio hospitalario donde están instaladas 25 de ellas: en el Hospital Clínico FUSAT, en Rancagua.

to six ICU rooms, three with copper and three without copper, we chose to do go ahead. Among the companies that could produce the copper railings that we wanted to test, was the one where the mechanical engineer from the University of Chile, Christian Larsen, worked, who is currently director of CopperBioHealth.

The hospital test had surprising results; the bed railing, table, chair, the stylus of the monitor and the IV pole, all made of copper, showed no significant development of microbes.

Therefore, we decided to create the brand CopperBioHealth, a venture of DUAM, a company owned by Vargas. Under this new brand, the partners submitted a proposal to Corfo's competition "Business innovation of rapid implementation", whose challenge meant designing copper railings that could be adapted to different models of hospital beds. The project was approved and was granted an initial capital of 100 thousand dollars.

HOSPITAL VENTURES

With this capital, CopperBioHealth hired its first team consisting of designers and the Business Development Coordinator, Andrea

Cabello. From that moment onwards, the work meant learning and applying Design Thinking.

In hospitals there is no flexibility to change the railings of the beds that are under warranty, given that the supplier does not respond for them in case they are altered. Therefore, creating railing casings meant a real solution that did not imply a major intervention.

In order to produce these railing casings, different wooden prototypes were made, which were tested at the Roberto del Rio Hospital. The resulting railing casing has two associated intellectual properties: a protected design model and a utility model.

In addition, a model that optimizes the performance of the production processes was designed, as the railing's length can vary, covering 80% of the bed models in the market.

The company also patented the model of the attachment of the railing to the bed. Besides delivering an antimicrobial value, the railings also add beauty to the hospital environment where 25 of them are installed at the FUSAT Clinical Hospital in Rancagua.



🕒 Proyecto de diseño, remodelación, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de aleaciones de cobre antimicrobiano en auditorio Dr. Emilio Salinas Donoso del Hospital de Urgencia de Asistencia Pública

DESIGN THINKING

El Design Thinking busca desarrollar la capacidad de combinar la empatía, la creatividad y la racionalidad para satisfacer las necesidades del usuario y el éxito de la unidad empresarial. A diferencia del pensamiento analítico, es un proceso creativo en torno a la “construcción de las ideas”. No hay juicios desde el principio del pensamiento del diseño. Esto elimina el miedo al fracaso y alienta la máxima entrada y participación en las fases de la ideación y prototipado.

El pensamiento fuera de la caja (*thinking outside the box*) es recomendado en estos procesos, ya que a menudo puede conducir a soluciones creativas. En la teoría de la organización y gestión, el Design Thinking forma parte de los paradigmas de la arquitectura/diseño/antropología, que caracterizan a las empresas innovadoras, las cuales se centran en el usuario. Este paradigma también se enfoca en un estilo de colaboración, trabajo iterativo y un modo de pensamiento abductivo, frente a las más tradicionales prácticas asociadas con las matemáticas, economía, psicología y paradigma de la gestión.

Design Thinking seeks to develop the ability of combining empathy, creativity and rationality to meet the needs of the user and reach the success of the business unit. Unlike analytical thinking, it is a creative process around the “construction of ideas”. When the design is devised, there are no initial judgements. This eliminates the fear of failure and encourages maximum input and participation in the phases of envisioning and prototyping.

Thinking outside the box is recommended in these processes, as it can often lead to creative solutions. In the theory of the organization and management, Design Thinking is part of the paradigms of architecture/design/anthropology that characterize innovative companies, which focus on the user. This paradigm also focuses on a collaboration style, iterative work and abductive thinking in the face of the more traditional practices associated with mathematics, economics, psychology, and the management paradigm.

Durante la investigación y posterior implementación de las barandas en el Hospital Roberto del Río, David Vargas vio un caso de un paciente que necesitaba un colchón antimicrobiano. Para ello se contactaron con el académico de la Universidad de Chile Humberto Palza, quien realiza investigación con nanopartículas de cobre, así como con la fábrica de cuero sintético Caimi.

Codelco, entonces, ofreció que remodelaran el auditorio Dr. Emilio Salinas Donoso del Hospital de Urgencia de Asistencia Pública (Ex-Posta Central). El espacio, de unos 100 años, contaba con unas butacas de estructura de hierro fundido en malas condiciones. A estas se las revistió con ecocuero con nanopartículas de cobre y se les instalaron apoyabrazos del metal. Los muros del lugar fueron recubiertos con melamina Vesto que, tanto como el podio, el mesón y la pizarra, tiene aplicaciones de cobre.

COBRE PARA LAS PERSONAS

Codelco vio la oportunidad de acercar de una manera concreta el cobre a los chilenos. A petición de ellos, se hicieron

During the research and subsequent implementation of the railings at the Roberto del Rio Hospital, David Vargas was informed of a patient who needed an antimicrobial mattress. In order to develop that product, he contacted Humberto Plaza, an academic at the University of Chile, who conducts research with nanoparticles of copper, as well as the synthetic leather factory Caimi.

Codelco offered us to refurbish the Dr. Emilio Salinas Donoso auditorium of the Public Assistance Emergency Hospital. The auditorium, approximately 100 years old, had armchairs with a cast iron structure that were in very poor condition. The armchairs were upholstered with ecological leather with nanoparticles of copper and installed a copper armrest. The auditorium’s walls were covered with Vesto melamine, which as well as the podium, the desk and the blackboard have been applied copper.

COPPER FOR THE PEOPLE

Codelco saw an opportunity to bring copper closer to the Chilean people. At Codelco’s request, interventions were made in Santiago’s National Library and the Santiago Bueras station.

intervenciones en la Biblioteca de Santiago y en la estación Santiago Bueras.

Pero después de estos desarrollos, CopperBioHealth se encontró con el desafío de vender directamente sus innovaciones. La evangelización respecto de los beneficios antimicrobianos del cobre ha sido difícil. Como empresa, la preocupación no es tan solo incluir cobre, sino que además entregar ética profesional, diseño centrado en el usuario y calidad.

CopperBioHealth ha optado por focalizarse y concentrarse en su especialidad: las barandas para camas hospitalarias y los proyectos especiales, como el auditorio de la Ex Posta Central.

Durante 2014, la compañía postuló al concurso del BID Idear Soluciones. Entre 200 empresas latinoamericanas, con el concepto de la baranda, quedaron seleccionados junto a otras 15. Para el futuro el gran reto es encontrar un modo de financiamiento autosustentable.

But after these developments, CopperBioHealth faced the challenge of directly selling its innovations. Convincing people about the antimicrobial benefits of copper has been difficult. As a company, our concern is not only to add copper, but also to deliver professional ethics, a user-centered design and quality.

CopperBioHealth has opted to focus and concentrate on its specialty: railings for hospital beds and special projects, such as the auditorium of the Public Assistance Emergency Hospital (PAEH).

In 2014 the company applied to the IDB’s “Demand Solutions” competition. They were selected among 200 Latin American companies along with other 15 startups, with the concept of the hospital bed railings. The great future challenge is finding self-sustaining funding.

APLICACIONES DE ALEACIONES DE COBRE ANTIMICROBIANO EN PROYECTOS DE IMPACTO PÚBLICO DE COPPERBIOHEALTH

2009

HOSPITAL DEL COBRE DE CALAMA / THE COPPER HOSPITAL OF CALAMA
Chorrillos 689, Calama, Región de Antofagasta, Chile.

Cliente: Hospital del Cobre de Calama Dr. Salvador Allende Gossens

Proyecto de diseño, fabricación e instalación de prototipos de objetos elaborados a partir de cobre y aleaciones para prueba internacional de la propiedad antimicrobiana del cobre liderada por el Dr. Michael Schmidt, en superficies de contacto en seis de las salas UCI del Hospital del Cobre de Calama. Dicha prueba consistió en la medición de carga microbiana en tres salas con cobre y tres salas sin cobre para comparar (seis en total) durante tres meses.

Client: The Copper Hospital of Calama Dr. Salvador Allende Gossens

Project of design, manufacture and installation of prototypes of objects made of copper and alloys for the international test of the antimicrobial property of copper led by Dr. Michael Schmidt, on contact surfaces in six of the ICU rooms of The Copper Hospital of Calama. This test consisted of the measurement of the microbial load in three rooms with copper and three rooms without copper to compare the effect of copper (six in total) during three months.

2010

BIBLIOTECA DE SANTIAGO / LIBRARY OF SANTIAGO
Matucana 151, Quinta Normal.

Cliente: Biblioteca de Santiago

Proyecto de implementación de barandas y manillas de cobre antimicrobiano en pasamanos de la Biblioteca de Santiago con motivo de la inauguración de la Sala del Cobre (espacio en donde se puede descubrir y experimentar los procesos productivos del cobre, las diversas propiedades de este metal, su presencia en antiguas civilizaciones y su uso en la tecnología contemporánea).

Client: Library of Santiago

Project of implementation of antimicrobial copper railings and handles on handrail of the Library of Santiago on the occasion of the inauguration of the Copper Room (an area where you can discover and experience the production processes of copper, the various properties of this metal, its presence in ancient civilizations and its use in contemporary technology).

2010

CASA MATRIZ CODELCO / CODELCO CENTRAL OFFICE
Huérfanos 1270, Santiago.

Cliente: Codelco

Proyecto de diseño, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de cobre en la Casa Matriz de Codelco para utilizar y promover su propiedad antimicrobiana (manillas de puertas de acceso principal y halls, cubiertas de mesones, ascensores, etc.).

Client: Codelco

Project of design, manufacture and installation of objects made of copper in the Central Office of Codelco to use and promote its antimicrobial property (handles of main access doors and halls, covers of desks, elevators, etc.).

2010-2011

METRO SANTIAGO BUERAS / SANTIAGO BUERAS UNDERGROUND STATION

Cliente: Metro S.A.

Proyecto de implementación de barandas de cobre antimicrobiano en pasamanos de la estación Santiago Bueras ubicada en la nueva extensión de la Línea 5 del Metro de Santiago.

Client: Metro S.A.

Project of implementation of antimicrobial copper railings on handrail of the Santiago Bueras underground station located in the new extension of Line 5 of the Santiago underground system.

2012

HOSPITAL ROBERTO DEL RÍO / ROBERTO DEL RÍO HOSPITAL
Profesor Zañartu 1085, Independencia.

Cliente: Hospital Roberto del Río

Proyecto de diseño, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de aleaciones de cobre en superficies de contacto de 30 salas de la Unidad de Pacientes Críticos (UPC) del Hospital Roberto del Río.

Client: Roberto del Río Hospital

Project of design, manufacture and installation of objects of copper alloys on contact surfaces of 30 rooms of the Critical Patients Unit (CPU) of the Roberto del Río Hospital.

2012-2013

HOSPITAL DE URGENCIA DE ASISTENCIA PÚBLICA / PUBLIC ASSISTANCE EMERGENCY HOSPITAL
Portugal 125, Santiago.

Cliente: Hospital de Urgencia de Asistencia Pública (Ex-Posta Central)

Proyecto de diseño, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de aleaciones de cobre en superficies de contacto de 69 unidades cama en las unidades de Pacientes Críticos, Quemados y Médico Quirúrgico Indiferenciado del HUAP.

Client: Public Assistance Emergency Hospital (was "Posta Central")

Project of design, manufacture and installation of objects of copper alloys on contact surfaces of 69 bed units of the Critical Patients Unit (CPU) of the Unit of Critical, Burned and Medical-Surgical Patients of the PAEH.

2014

HOSPITAL DEL COBRE DE CALAMA / THE COPPER HOSPITAL OF CALAMA
Chorrillos 689, Calama, Región de Antofagasta, Chile.

Cliente: Hospital del Cobre de Calama Dr. Salvador Allende Gossens

Proyecto de diseño, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de aleaciones de cobre en superficies de contacto de seis unidades cama en la Unidad de Pacientes Críticos (UPC) del Hospital del Cobre de Calama, estos objetos fueron destinados a reemplazar de forma definitiva los prototipos instalados en el año 2009 para la prueba hospitalaria.

Client: The Copper Hospital of Calama Dr. Salvador Allende Gossens

Project of design, manufacture and installation of objects of copper alloys on contact surfaces of six bed units in the Critical Patients Unit (CPU) of The Copper Hospital of Calama. These objects were intended to permanently replace the prototypes installed in 2009 for the hospital test.

2014

HOSPITAL FUSAT / FUSAT HOSPITAL
Carretera El Cobre 1002, Rancagua, Chile.

Cliente: Hospital FUSAT

Proyecto de diseño, fabricación e instalación de barandas de cama modelo Stdplus (25 unidades) en la Unidad de Pacientes Críticos (UPC) del Hospital FUSAT.

Client: FUSAT Hospital

Project of design, manufacture and installation of railings to model Stdplus bed (25 units) in the Critical Patients Unit (CPU) of FUSAT Hospital.

2014

REMDELACIÓN AUDITORIO HUAP / REMODELING THE PAEH AUDITORIUM
Portugal 125, Santiago.

Cliente: Hospital de Urgencia de Asistencia Pública (Ex-Posta Central)

Proyecto de diseño, remodelación, fabricación e instalación de objetos elaborados a partir de aleaciones de cobre antimicrobiano en auditorio Dr. Emilio Salinas Donoso del Hospital de Urgencia de Asistencia Pública.

El proyecto incluye los siguientes ítems:

- Muros de melamina Vesto (Arauco) con cobre antimicrobiano.
- Retapizado butacas con ecocuero con partículas de cobre antimicrobiano (Caimi).
- Restauración estructuras butacas con apoyabrazos de cobre antimicrobiano.
- Mesón y podio con aplicaciones de cobre antimicrobiano.
- Remodelación piso vinílico y cielo.

Client: Public Assistance Emergency Hospital (was "Posta Central")

Project of design, remodeling, manufacture and installation of antimicrobial copper alloy objects in the Dr. Emilio Salinas Donoso auditorium of the Public Assistance Emergency Hospital.

The project includes the following items:

- Vesto (Arauco) melamine walls with antimicrobial copper.
- Upholstering of chairs with ecological leather containing particles of antimicrobial copper (Caimi).
- Restoration of armchair structures with antimicrobial copper armrest.
- Desk and podium with antimicrobial copper applications.
- Remodeling of vinyl flooring and ceiling.



CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN *MAPPING OF INNOVATION*

DANIELA JORQUERA, EDITORA PERIODÍSTICA DE LA REVISTA BASE, DISEÑO E INNOVACIÓN /
JOURNALIST EDITOR OF REVISTA BASE, DISEÑO E INNOVACIÓN

Orgullo país

Country Pride

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS: BERNARDITA BRANCOLI

DESDE QUE UNO ENTRA A CHILE POR EL AEROPUERTO DE SANTIAGO. ASÍ DE DIRECTA ES LA CONEXIÓN QUE TIENE UN EXTRANJERO CON EL COBRE CHILENO, YA QUE EN CADA UNO DE LOS MÓDULOS DONDE SE RECEPCIONA SU PASAPORTE AL BAJAR DEL AVIÓN HAY UNA SUPERFICIE DE ESTE MATERIAL.

FROM THE MOMENT ONE ENTERS TO CHILE BY THE AIRPORT OF SANTIAGO. THE CONNECTION THAT AN ALIEN HAS WITH CHILEAN COPPER IS VERY DIRECT. IN EACH OF THE MODULES WHERE THEIR PASSPORT IS CHECKED OVER, WHEN THEY GET OFF THE PLANE, THERE IS A SURFACE OF THIS MATERIAL.



En las casetas de control migratorio de la PDI en el Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez se instalaron cubiertas con Cobre Antimicrobial Cu+

DANIELA JORQUERA

Periodista y diplomada en Psicología Junguiana de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Editora periodística de la Revista Base, Diseño e Innovación de la Facultad de Diseño de la Universidad del Desarrollo.

Journalist and Diploma in Jungian Psychology of the Pontificia Universidad Católica de Chile. Journalist Editor of Revista Base, Diseño e Innovación at the School of Design, Universidad del Desarrollo.



El año 2013 Procobre contactó a la Jefatura Nacional de Extranjería y Policía Internacional para proponerles un proyecto. Este contribuiría a la imagen país y a la salud de los funcionarios encargados de chequear los pasaportes de salida y entrada a Chile por el Aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez.

La propuesta se tradujo en la instalación de placas de cobre en la zona de recepción de los pasaportes en las 74 casetas que suman el sector de entrada y salida internacional de SCL.

“La instalación de las placas fue realizada en dos etapas. La primera se empezó a trabajar el año 2013, con la presentación del proyecto, y la instalación en las 36 casetas del sector de entrada internacional. Posteriormente, en el mes de agosto, se terminó con el sector de salidas internacionales, también con sus 36 casetas, más dos que están operativas en el sector de atención de grupo”, explica la prefecta Verónica Lagos.

In 2013 Procobre contacted the National Headquarters of Aliens and International Police to propose a project. This would contribute to the country image and to the health of the officials in charge of checking passports of exit and entry to Chile by the Airport Arturo Comodoro Benítez.

The proposal resulted in the installation of copper plates in the passport's reception area in the 74 booths located in the area of international entry and exit of SCL (Santiago, Chile).

“The installation of the plates was performed in two stages. The first began in 2013, with the presentation of the project, and the installation in the 36 booths located in the international entry sector. Subsequently,

El contagio de enfermedades virales y bacterianas en el Aeropuerto de Santiago es bastante significativo, incluso comparable con lo que ocurre en hospitales y jardines infantiles. Esto se debe al alto tránsito de personas: alrededor de unas 20 mil diariamente.

Los oficiales contralores, que son los encargados de realizar el trámite de ingreso o egreso, atienden a cada pasajero entre 30 y 75 segundos. Sin embargo, su contacto no solo se limita a la documentación, sino que también con la gente, por lo que es posible que sean contagiados de modo directo.

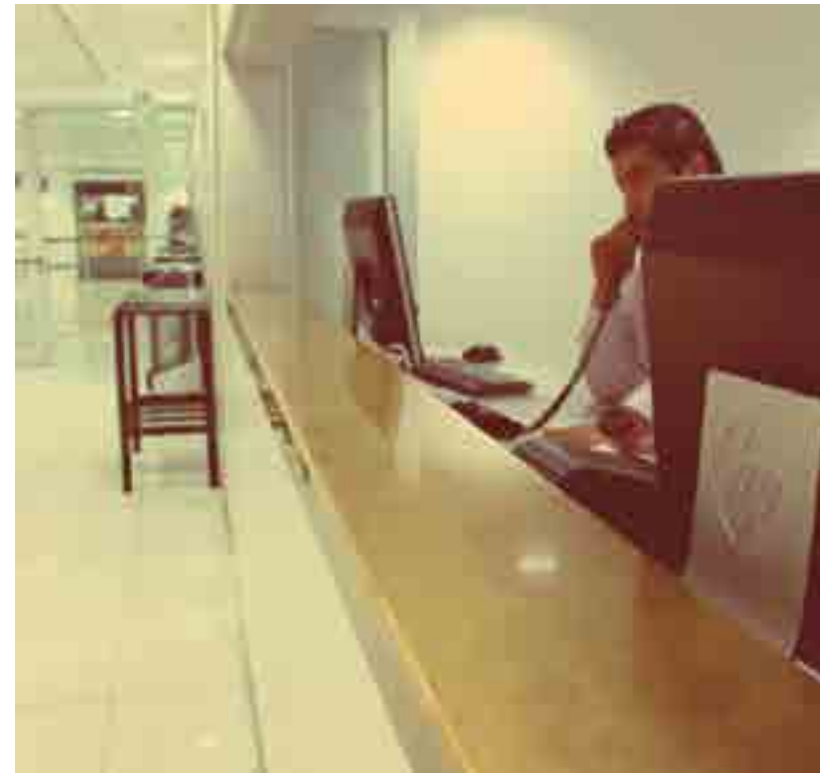
“Este es un método preventivo de nosotros como institución para nuestros funcionarios que trabajan en control migratorio”, detalla la prefecta.

Pese a que no se tienen cifras oficiales respecto de si la cantidad de contagios entre funcionarios y usuarios ha disminuido, sí existe la percepción de que ha sido así. Lo más significativo, en todo

in the month of August, it was completed with the international exit sector, also with its 36 booths, plus two that are located in the group care sector”, explains the prefect Verónica Lagos.

The contagion of viral and bacterial diseases in the Santiago Airport is quite significant, even comparable with what happens in hospitals and daycare centers. This is due to the high traffic of people: about 20 thousand daily.

The comptroller officials, that are responsible for the processing of entry or exit, attend every passenger between 30 and 75 seconds. However, their contact is not only limited to the documentation, but also with the people, so it is possible for them to be directly infected.



caso, es cómo estas láminas llaman la atención estéticamente, reforzando la identidad del país.

La prefecta Lagos hace hincapié en el doble rol que cumple esta intervención: “Chile país productor de cobre. Esa es la primera impresión que se le da al pasajero, al extranjero, al que viene como turista. Significa reforzar esa imagen, entregando como un adicional la protección contra enfermedades”.

“This is a preventive method from us as an institution for our staff working in immigration control”, details the prefect.

Despite the fact that there are no official figures as to whether the amount of infection between staff and users has declined, there is the perception that it has happened. What is most significant, never the less, is how these plates call the attention aesthetically, reinforcing the identity of the country.

Prefect Lagos emphasizes the dual role of this intervention: “Chile is a copper producer country. This is the first impression given to the passenger, the alien, who comes as a tourist. It means reinforcing that image, and additionally protecting against diseases.”

“Chile país productor de cobre. Esa es la primera impresión que se le da al pasajero, al extranjero, al que viene como turista. Significa reforzar esa imagen, entregando como un adicional la protección contra enfermedades.”

“Chile is a copper producer country. This is the first impression given to the passenger, the alien, who comes as a tourist. It means reinforcing that image, and additionally protecting against diseases.”

PREFECTA VERÓNICA LAGOS



CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN MAPPING OF INNOVATION

MARÍA FERNANDA AGUIRRE, PROJECT MANAGER ÁREA TÉCNICA PROYECTOS Y ESTUDIOS CHILE GBC /
PROJECT MANAGER TECHNICAL AREA PROJECTS AND STUDIES, CHILE GBC

Un nuevo material sustentable de construcción

A new sustainable building material

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS: ARCHIVO CODELCO Y PROCOBRE

MARÍA FERNANDA AGUIRRE

Licenciada en Arquitectura de la Universidad Tecnológica Metropolitana. Certificada en LEED AP BD+C, ID+C y O+M, y asesora de la Certificación Edificio Sustentable. Especialista en Planificación, Seguimiento y Control de Proyectos de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Diplomada en Dirección de Proyectos de la Universidad Adolfo Ibáñez. Project Manager del Área Técnica, Proyecto y Estudios del Green Building Council Chile.

Bachelor's Degree in Architecture, Universidad Tecnológica Metropolitana. LEED AP BD+C, ID+C, O+M, ES Consultant. Specialization in Project Planning, Follow-up and Control, Pontificia Universidad Católica de Chile. Diploma in Project Management, Universidad Adolfo Ibáñez. Project Manager Technical Area Projects and Studies, Chile GBC.

📍 Cátodos de cobre

Cuando pensamos en un proyecto de construcción sustentable, lo primero que viene a nuestra mente son los conceptos de eficiencia y optimización energética, uso eficiente de agua y calidad del ambiente interior. Poco a poco, estamos interiorizando el hecho de que cada intervención —ya sea en la forma de un edificio, una vivienda, una habitación o una urbanización— debe ser respetuosa con el medio ambiente natural y construida pensando en todo su ciclo de vida. Las distintas estrategias, evaluaciones y decisiones han de ser discutidas y analizadas desde el principio, de forma de lograr que este proyecto alcance los objetivos planteados sin dejar de cumplir los plazos y costos estipulados ni sacrificar la calidad deseada. Básicamente, todo proyecto que busque estar alineado con los tres pilares de la sustentabilidad (ambiental, económico y social), deberá perseguir como meta el usar eficientemente los recursos energéticos, hídricos y materias primas, en tanto se vela por el bienestar y salud de ocupantes y trabajadores, y se mantiene la rentabilidad del mismo.

La gestión de la sustentabilidad en la construcción debe hacer gala de una visión holística, es decir, panorámica de los posibles impactos ambientales y sociales que cada una de

las etapas de desarrollo y vida útil implicará. Además, hay que considerar cómo estas se relacionan con los costos previstos para nuestro proyecto e, incluso, la proyección de los mismos asociados a la operación y mantenimiento durante un ciclo de vida que en promedio puede rondar los 60 años.

RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Según datos de la US Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>) al año 2012, el sector de la construcción sería responsable del 45% de las emisiones de CO₂, seguido por transporte con un 34%. En lo que respecta a la electricidad, en 2011, las edificaciones, durante la etapa de operación, utilizaron un 76% de los recursos disponibles, en tanto que el sector industrial, consumió un 74%. En cuanto a la energía, las edificaciones durante la etapa de construcción utilizaron un 6% de ella, mientras que en la fase de operación y mantenimiento este porcentaje se eleva al 42%. Industria y transporte estarían prácticamente equiparados con un 25% y 28%, respectivamente.

El año 2011, el Departamento de Arquitectura de Universidad Iberoamericana de México, contando con la

When we think of a sustainable construction project, the first thing that comes to our mind are the concepts of efficiency and energy optimization, efficient water use and quality of the interior environment. Little by little, we are internalizing the fact that each intervention—whether it is a building, a house, fitting for use, or an urbanization—must be respectful of the natural environment and built thinking about its entire life cycle. The various strategies, assessments and decisions have to be discussed and analyzed from the onset so that the project can meet the objectives as well as the deadlines and costs set forth without sacrificing quality. Basically, any project that seeks to be aligned with the three pillars of sustainability (environmental, economic, and social) must pursue the efficient use of energy and water resources, and raw materials, while ensuring the welfare and health of the workers and users, maintaining the profitability of the project.

Management of sustainability in construction must have a holistic view; in other words, it should have a panoramic view of the potential environmental and social impacts that each of the stages of development and useful life of the construction implies. In addition, we have to consider how these costs relate to the project's anticipated costs, and even the projection of the costs associated with the operation and maintenance during a life cycle that can reach on average 60 years.

ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY

According to data from the US Energy Information Administration (<http://www.eia.gov/>), as of 2012, the construction sector was responsible for 45% of CO₂ emissions followed by transport with 34%. With regard to electricity use, in 2011, during the stage of operation, buildings used 76% of the resources available for this

La gestión de la sustentabilidad en la construcción debe hacer gala de una visión holística de los posibles impactos ambientales y sociales que cada una de las etapas de desarrollo y vida útil implicará.

Management of sustainability in construction must have a holistic view of the potential environmental and social impacts that each of the stages of development and useful life of the construction implies.



Las fachadas norte y sur del Museo de la Memoria están cubiertas por un revestimiento de cobre

asesoría de expertos ambientales de distintas áreas tales como abogados, arquitectos, urbanistas, ingenieros, químicos y profesionales del Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable, realizaron una investigación como parte del proyecto “Materiales verdes en México: Una guía para el desarrollo urbano sostenible”. El estudio arrojó varios datos bastante alarmantes: el sector de la construcción sería responsable del uso del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida y del 50% del total de residuos generados; en tanto, el 50% de los materiales empleados en la industria de la construcción provenían de la corteza terrestre teniendo, la mayoría de ellos, un ciclo de renovación largo y una disponibilidad limitada, es decir, materias primas finitas que se están agotando a pasos acelerados.

Estos datos no deberían distar mucho de la realidad nacional, lo que nos lleva a pensar que es urgente tomar decisiones respecto de la calidad y desempeño ambiental del sector construcción en Chile. El tipo de productos y materiales que consideremos en nuestros proyectos de arquitectura tendrían que contemplar atributos de sustentabilidad de forma de mitigar en parte estos efectos negativos. Su correcta selección, instalación y mantenimiento están vinculados con el consumo y posterior agotamiento de recursos energéticos e hídricos y materias primas disponibles en la naturaleza.

Es importante destacar que existe una preocupación tanto en el ámbito privado como público por encontrar sustitutos de mayor valor sustentable que permitan contar con alternativas de menor impacto ambiental. La investigación y el desarrollo para la innovación en esta área, así como el

purpose, while the industrial sector consumed 74%. In terms of energy, during the construction phase, buildings used 6% of energy, while in the operation and maintenance phase this percentage rose to 42%. Therefore, the industry and transportation sectors are virtually equal with a 25% and 28%, respectively.

In 2011, the Department of Architecture at Universidad Iberoamericana in Mexico, with the advice of lawyers, architects, urban planners, engineers, chemists and professionals at the Center for Life Cycle Analysis and Sustainable Design, conducted a research as part of the project “Green materials in Mexico: A guide to sustainable urban development.” Several of the study's findings were quite alarming: the construction sector is responsible for the 50% of the natural resources used, 40% of the energy consumed, and 50% of the total waste produced, 50% of the materials used in the construction industry come from the earth's crust and the majority of them, have a long cycle of renewal and

limited availability, that is to say, they are finite raw materials that are being depleted at a rapid pace.

These data should not be far from our country's reality, which leads us to believe that there is an urgent need to make decisions with regard to the quality and environmental performance of the construction sector in Chile. The type of products and materials that we consider in our architecture projects should have to contemplate attributes of sustainability in order to mitigate the negative effects. Their proper selection, installation and maintenance are linked to the consumption and subsequent depletion of energy and water resources, and raw materials available in nature.

It is important to emphasize that both the private and public sectors are concerned about finding substitutes with more sustainable value in order to have alternatives with lower environmental impact. Research and development for innovation in this area, as well as the impetus to use assessment tools, have emerged

impulso a la utilización de herramientas de evaluación, han surgido como una necesidad en el camino de hallar nuevas materias primas y tecnologías que permitan integrar a nuestros proyectos un mayor valor ecológico. En esta búsqueda, se ha hecho más que evidente la necesidad de volver atrás y redescubrir el potencial de muchos materiales que dadas sus propiedades —varias de ellas desconocidas hasta hace algún tiempo— son una gran alternativa, no solo proveyendo un carácter único a los proyectos de arquitectura dotándolos de un mayor valor estético, sino, además, otorgando cualidades directamente relacionadas con la mejora del desempeño ambiental de estas edificaciones.

EL MATERIAL ROJO

En este escenario nos encontramos con el cobre, material bastante noble, con renombrados impactos socio-ambientales producto de su extracción. Sin embargo, poco se ha hablado acerca de sus distintas propiedades como la durabilidad, reciclabilidad, conductividad eléctrica y térmica, maleabilidad, resistencia a la corrosión y antimicrobiano, siendo esta última de gran interés en el desarrollo de nuevos productos arquitectónicos como revestimientos, quincallería y pinturas.

Es indiscutible que el cobre posee gran valor estético dada la variedad de colores que pueden conseguirse a través de su oxidación natural o de pátinas logradas por medio de procesos acelerados e industriales. Ello lo convierte en atractivo, no solo como parte de construcciones nuevas sino también en la restauración de edificios existentes, muchos de ellos de valor histórico y patrimonial. Si esta característica tan positiva se acompaña de la flexibilidad, es posible contar con un material fácilmente soldado, pegado o fundido, generando productos de terminación que pueden ser instalados tanto al interior como al exterior, adaptarse a distintas geometrías y, en muchos de los casos, convertirse en una alternativa más

económica gracias a la simpleza de su montaje en condiciones extremas de diseño. Es importante destacar este atributo ya que su utilización en construcción se restringe mayormente a la fabricación de cables eléctricos, dada su alta capacidad conductiva, y en tuberías, por su durabilidad y resistencia a la corrosión.

A diferencia de otros materiales, el cobre puede usarse como materia prima para productos de distintas partidas de una construcción. En sistemas de calefacción de agua, debido a su alta conductividad térmica, se utiliza en las placas de los colectores solares y en el revestimiento interior de las calderas, lo que significa un aporte a la integración de energías renovables en proyectos. Además, el cobre es un componente de las células solares fotovoltaicas, de cableados de conexión a tierra, inversores, transformadores y cintas de células fotovoltaicas (<http://procobre.org/es/aplicaciones/energia/>). En los sistemas de aire acondicionado se ha incrementado el uso de cobre, ya que las tuberías fabricadas con este material son aptas para los nuevos refrigerantes ecológicos y permiten utilizar menos de estos productos. Por otro lado, su capacidad de transferencia calórica posibilita reducir el diámetro de las tuberías, incidiendo en que el tamaño de los equipos sea más compacto. En edificios de uso comercial después de la iluminación, el mayor gasto energético proviene de la calefacción y la refrigeración, llegando a un 15% y 10%, respectivamente, según datos provistos por US Energy Information Administration y US Department of Energy (2012), por lo que la eficiencia de estos sistemas incidirá directamente en un menor consumo energético total del proyecto.

Las propiedades del cobre como bactericida son conocidas desde tiempos antiguos. Su eficacia está comprobada en al menos 20 patógenos, siendo algunos de ellos bastante contagiosos y de fácil diseminación como es el caso de:

as a need in the path to finding new raw materials and technologies that will allow giving our projects greater ecological value. In this search, the need to go back and rediscover the potential of many materials has become more evident, since given their properties—many of them unknown until some time ago—they are a great alternative, to provide not only a unique character to architecture projects by giving them a higher aesthetic value, but also, to give them qualities that are directly related to the improvement of the environmental performance of these buildings.

COPPER

In this setting, we find copper, a quite noble material, with known social and environmental impacts as a result of its mining process. However, there has been little discussion about its various properties such as durability, recyclability, electrical and thermal conductivity, malleability, and resistance to corrosion and as an antimicrobial agent, the latter being of great interest in the development of new products such as architectural coatings, ironmongery and paints.

There is no discussion that copper has a great aesthetic value because of the range of colors that can be achieved through natural oxidation or the patina obtained by means of accelerated and

industrial processes. This makes it attractive, not only as part of new constructions but also in the restoration of existing buildings, many of them with historical and cultural heritage value. If to this positive characteristic we add flexibility, we have a material that can be easily welded, bonded or melted, generating finishing products that can be installed both inside or outside, adapted to different geometries and, in many cases, it can represent a more economical alternative thanks to the simplicity of its mounting in extreme design conditions. This feature is worth being underlined, since the use of copper in construction is currently restricted mostly to the manufacture of electrical cables (due to its high conductive capacity) and pipes (because of its durability and resistance to corrosion).

Unlike other materials, copper can be used as a raw material for products of different items of a building. In water-heating systems, due to its high thermal conductivity, copper is used in solar collector plates and in the inner lining of boilers, which means a contribution to the use of renewable energy in projects. In addition, copper is a component of photovoltaic solar cells, grounding systems, inverters, transformers and photovoltaic cell ribbons (<http://procobre.org/es/aplicaciones/energia/>). The use of copper has increased in air conditioning systems, as the pipes

Fachada del Museo de la Memoria ➔



la Influenza A (Gripe H1N1); la cepa entero-hemorrágica O157:H7 de Escherichia Coli; el Staphylococcus aureus que ha demostrado ser resistente a la mayoría de antibióticos; y la Legionella pneumophila causante de la Legionelosis “enfermedad del Legionario”, bacteria que puede ser encontrada en cañerías de agua, estanques de acumulación, torres de enfriamiento y condensadores evaporativos. La efectividad del cobre como agente antimicrobiano es continua y permanente, siendo la única superficie de contacto antimicrobiana sólida aprobada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), en febrero de 2008. Generalmente,

made with this material are suitable for the new ecological refrigerants and allow using less of these chemicals. On the other hand, copper's thermal transference capacity makes it possible to reduce the diameter of the pipes, thereby permitting the size of the pieces of equipment to be more compact. In buildings of commercial use, after lighting, the higher energy spending comes from heating and cooling, which account for 15% and 10 %, respectively, according to data provided by the US Energy Information

este tipo de registro EPA ha sido entregado a líquidos (o aerosoles) y gases bajo las categorías de sanitizadores y desinfectantes, siendo la primera vez que un metal recibe este tipo de certificación.

Las superficies de cobre son altamente durables, resistentes a la abrasión y al desgaste. Su proceso de oxidación natural no afecta sus propiedades, por lo que su desempeño no requiere monitoreo alguno. En proyectos donde las condiciones de mantención y limpieza deben ser extremas tales como clínicas y centros hospitalarios, este material es una excelente alternativa tanto para ser utilizado como

Administration and US Department of Energy (2012). Thus, the efficiency of these systems directly results in the project's lower total energy consumption.

The properties of copper as a bactericidal agent are known from ancient times. Its effectiveness is proven in at least 20 pathogens, some of them fairly contagious and easily spread like the Influenza A (H1N1) virus; enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 strain; Staphylococcus aureus, which has proven to be resistant

revestimiento interior como para ser parte de la estructura de camas y camillas, paneles divisorios y quincallería. Si bien su consideración en un proyecto puede implicar un mayor gasto inicial, el retorno será percibido en distintos aspectos como es el caso de aquellos asociados a la reducción de infecciones intrahospitalarias y disminución en los días cama. En el caso de las tuberías de cobre, estas también tienen incidencia en el bienestar y la salud de instaladores y usuarios ya que, al ser soldadas, no utilizan pegamentos con solventes que liberan compuestos orgánicos volátiles potencialmente cancerígenos.

¿SUSTENTABLE O NO?

La visión del cobre como material poco sustentable está principalmente asociada al efecto de los procesos de extracción y producción en el medio ambiente. Sin embargo, hay que recordar que cada una de nuestras acciones como seres humanos en el planeta deja una huella y deben visualizarse en su ciclo completo los impactos de una actividad, servicio o producto. Solo de esta forma lograremos comprender en qué parte de la cadena de valor se dejan las mayores marcas. Para poder gestionar se necesita medir primero, por lo que solamente a través de la evaluación de las distintas etapas del ciclo de vida, en cuanto a sus impactos en el medio ambiente, podremos elaborar un plan que

nos permita intervenir en forma positiva para disminuir estos daños, así como implementar políticas compensatorias orientadas a restaurar en un sector lo que quitamos de otro.

En total, cerca del 80% de los impactos ambientales relacionados con los productos se determina durante la fase de diseño. Cuando hablamos de sustentabilidad en materiales de construcción, es imperativo contar con un plan y programa de adquisiciones sustentables, en donde se deben evaluar –en base a un objetivo y a la oferta disponible– las distintas características sustentables de materias primas, materiales y productos, así como la capacidad de los proveedores de satisfacer nuestra necesidad como compradores de disponibilidad, calidad, costo e información técnica.

El cobre, ya sea en estado puro, en sus distintas aleaciones o bien como agregado en otros compuestos principales (celulosa, polímeros, geles, etc.), al ser comparado con otros materiales que cumplen la misma función, se ubica en un sitio bastante competitivo en cuanto a sustentabilidad debido a su durabilidad. Sabemos que la vida útil de materiales y productos está relacionada con las políticas de mantenimiento y recambio de los mismos, por lo que mientras estos insumos mantengan en el tiempo sus propiedades esenciales, se evitarán los impactos negativos asociados a la fabricación e instalación de nuevos bienes en su reemplazo.

to most antibiotics; and Legionella pneumophila that causes "Legionnaire's disease," a bacteria that can be found in water pipes, accumulation ponds, cooling towers and evaporative condensers. The effectiveness of copper as an antimicrobial agent is continuous and permanent, being the only solid antimicrobial contact surface approved by the US Environmental Protection Agency (EPA) in February 2008. Generally, this type of EPA registration has been given to liquids (or aerosols) and gases under the categories of sanitizers and disinfectants, and this is the first time that a metal receives this type of certification.

Copper surfaces are highly durable, resistant to abrasion and wear. Its natural oxidation process does not affect its properties; therefore, its performance does not require any monitoring. In projects where maintenance and cleaning conditions must be very stringent such as clinics and hospitals, this material is an excellent alternative both to be used as inner lining as well as to be part of the structure of beds and stretchers and dividing panels and ironmongery. While its consideration in a project can imply increased initial spending, the return will be perceived in different aspects such as those associated with the reduction of nosocomial infections and a decrease in hospital

stays. In the case of copper piping, these also have an effect on the health and well-being of installers and users because when they are welded, no potentially carcinogenic, solvent-based adhesives which release volatile organic compounds are used.

SUSTAINABLE OR NOT?

The vision of copper as a not so sustainable material is mainly associated with the impact of its mining and production processes that have negative effects on the environment. However, we must think that each of our actions as human beings on the planet leaves an indelible footprint and that the impacts of the full cycle of an activity, service or product, must be taken into consideration. This is the only way of understanding which part of the value chain is responsible for the biggest impacts. In order to manage this, we must first measure; therefore, only through the evaluation of the environmental impacts of the different stages of the life cycle, we can develop a plan that will enable us to make a positive intervention to reduce such damages, as well as implement compensatory policies aimed at restoring in one sector that we took from another.

In total, about 80% of the environmental impacts related to the products are determined during the

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHY REFERENCES

- Bio-health Partnership and International Copper Association, 2009. *Disminución de tasas de infección en hospitales e institutos de salud*, Edición 2.
- Centro Chileno del Cobre, Procobre, 1998. *El cobre y sus aleaciones en la arquitectura interior*.
- International Copper Association of Mexico, 2013. *Sistemas de tubería de cobre en la construcción, guía de referencia LEED®*.



La fachada principal del Hotel del Desierto de Enjor Antofagasta, con revestimiento fabricado en cobre

Por sus reconocidas propiedades, actualmente el cobre, ya sea solo o en aleaciones, en forma de nano o micro-partículas o, bien, a través de iones, es parte de un arduo proceso de investigación orientado a innovar en su uso en áreas como la medicina y la fabricación de productos textiles, plásticos, pinturas, entre otros. La difusión de sus cualidades y

la estimulación del mercado para su aplicación son fundamentales en el proceso de educar acerca de la disponibilidad de materiales que están alcanzando una valoración como sustentables, gracias a que se han reducido sus costos y se ha entregado una visión más amplia de beneficios sociales, ambientales y retorno económico producto de su utilización.

design phase. When we talk about sustainability in construction materials, it is imperative to have a sustainable procurement plan and program, where we must evaluate—based on an objective and the available supply—the different sustainable characteristics of raw materials, materials and products, as well as the ability of providers to meet our need as purchasers of availability, quality, cost and technical information.

When copper, whether in its pure state, in its various alloys or added in other major compounds (cellulose, polymers, gels, etc.), is compared with other materials that serve the same function, it comes out very well positioned in terms of sustainability because of its durability. We know that the useful life of materials and products is related to their maintenance and replacement policies; therefore, while these materials maintain

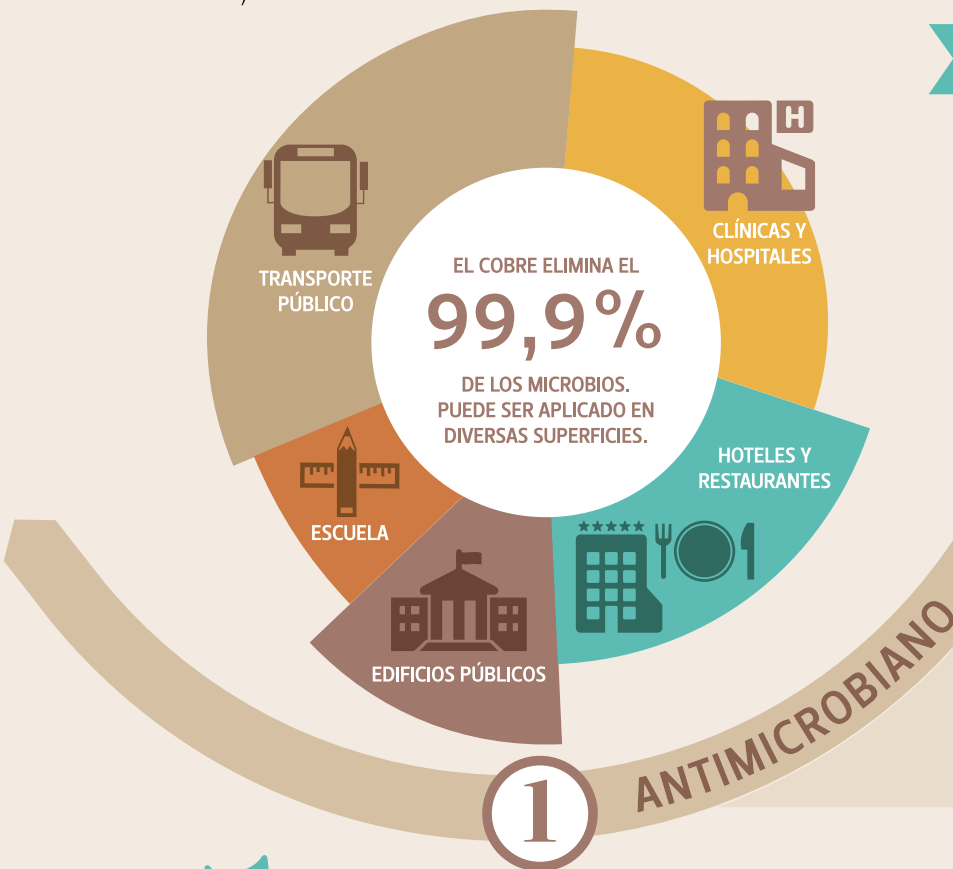
their essential properties over time, we will avoid the negative impacts associated with the manufacture and installation of new goods to replace them.

Because of its well-known properties, currently copper, whether alone or as an alloy, in the form of nano or micro-particles or through ions, is the object of intensive research aimed at innovating in its use in areas such as medicine and the manufacture of textiles, plastics and paints, among other products. The dissemination of the qualities of copper and market encouragement for its application are essential in the process of educating about the availability of materials that are starting to be valued as sustainable, thanks to the fact that their costs have fallen and there is a broader vision of their social and environmental benefits, and economic return of their use has been provided.

El impacto del cobre

EN 2014, A 43 AÑOS DE QUE EL CONGRESO PLENO APROBARA LA NACIONALIZACIÓN DEL COBRE, CODELCO APORTÓ US\$2.232 MILLONES AL FISCO. PERO ESTE METAL NO SOLO ES UN RECURSO PARA LA ECONOMÍA CHILENA, SINO QUE SUS PROPIEDADES LO TRANSFORMAN EN UN INSUMO FUNDAMENTAL PARA LA VIDA DE TODOS.

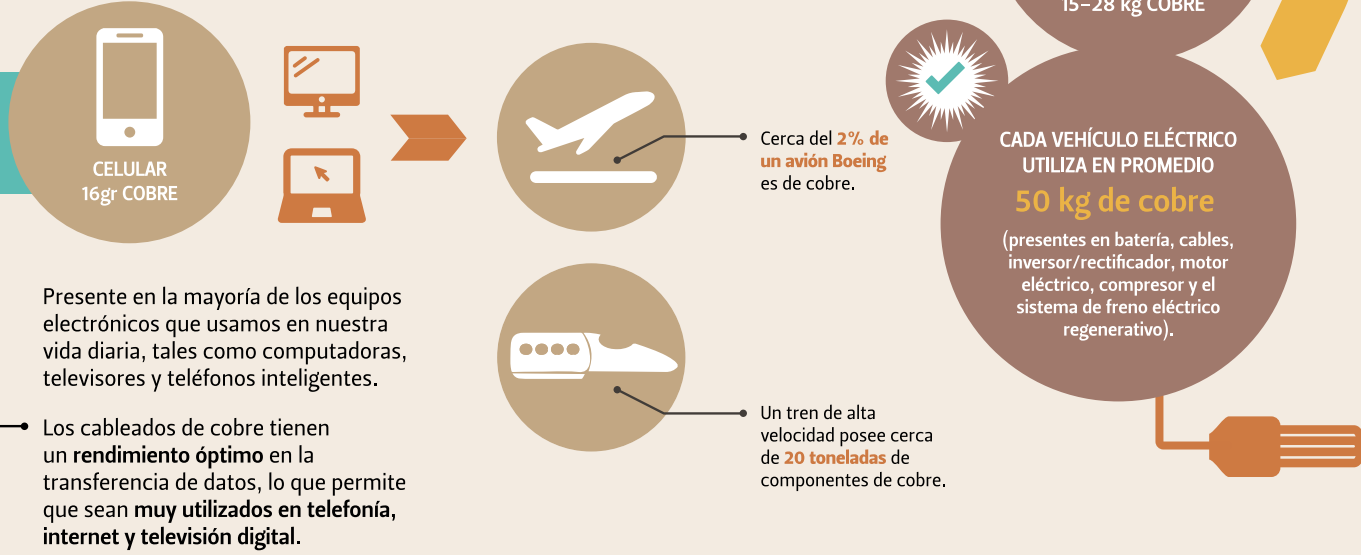
El **cobre antimicrobiano** y sus aleaciones se han detectado como revestimiento de superficies de contacto secas. En 2008, la propiedad bactericida del cobre y sus aleaciones fue comprobada por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).



EL COBRE ES ESENCIAL PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN DIVERSAS ÁREAS.

2 CONDUCTOR ELÉCTRICO

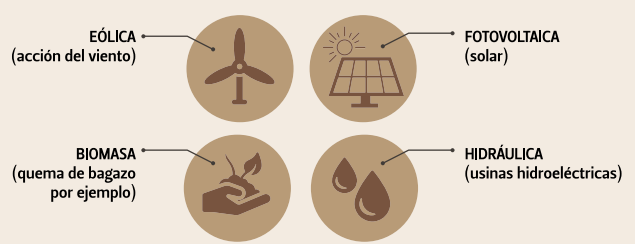
EL COBRE SE UTILIZA EN CASI TODAS LAS APLICACIONES DE CONDUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA



El cobre **es vital** para que los sistemas de energía renovable generen y transmitan la electricidad con la **máxima eficiencia y mínimo impacto ambiental**. La **excelente capacidad** del cobre en **transportar la corriente eléctrica** ayuda a **reducir el consumo de energía**, mejorando el rendimiento de los equipamientos y **reduciendo las emisiones de CO2 al ambiente**.

3 COBRE EN ENERGÍAS SUSTENTABLES

El bajo impacto ambiental de este metal y sus excelentes propiedades eléctricas y térmicas permiten cumplir perfectamente con las necesidades de energía limpia.



Un estudio de Greenpeace indica que **las fuentes renovables pueden suministrar la mitad de la demanda mundial de energía para 2050**. En 2010, estas fuentes han representado el 19,7% de la matriz energética mundial. En 2012, las fuentes de energía limpias recibieron inversiones por \$211 mil millones.

En la generación de energía fotovoltaica, una **instalación doméstica de 2,5 kw** puede consumir hasta

12 kg DE COBRE

- ✓ REDUCE LAS EMISIONES DE CO2
- ✓ NATURALMENTE RENOVABLE
- ✓ MENOS CONTAMINANTES

COBRE Y RECICLAJE

Se estima que de las **550 millones de toneladas** de cobre producidas desde el año 1900, aproximadamente 2/3 está todavía en uso productivo, en diversas aplicaciones. La principal ventaja del metal es que el cobre es **100% reciclable** después de su uso.

SE RECICLAN APROXIMANDAMENTE 9 MILLONES DE TONELADAS DE COBRE POR AÑO, ESO SIGNIFICA QUE SE ATIENDE EL 35% DE LA DEMANDA GLOBAL DE COBRE A TRAVÉS DEL METAL RECICLADO.

Calentadores solares de agua de cobre pueden ayudar a ahorrar hasta un **34% de energía**

- No hay diferencia de calidad entre el material reaprovechado y lo que proviene de la mineración.
- El proceso de reciclaje de cobre consume hasta 85% menos energía que su producción primaria.
- Eso representa un ahorro anual de 100 millones de MWh de energía eléctrica y de 40 millones de toneladas de CO2.

LUIS AMÉSTICA

Ingeniero químico de la Universidad de Chile, maestría y doctorado en Ingeniería Química de la Universidad de Notre Dame. Gerente general, gerente de Investigación y socio de Copper Andino S.A. Profesor Asistente de la Universidad de Chile, Departamento de Biotecnología y Química.

BS in Chemical Engineering from the University of Chile, MSc and PhD in Chemical Engineering from the University of Notre Dame. General Manager, Research Manager and partner of Copper Andino S.A. Assistant Professor of the University of Chile, Chemical and Biotechnology Department.



LUIS AMÉSTICA, COPPER ANDINO

La revolución del cobre

Copper revolution

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS: ARCHIVO CODELCO, COPPER ANDINO

COPPER ANDINO ES LA EMPRESA CHILENA QUE DIO CON LA INNOVACIÓN QUE REVOLUCIONÓ LA INDUSTRIA DEL COBRE: LOS POLÍMEROS DEL METAL ROJO. GRACIAS A ELLOS ES POSIBLE APLICAR LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS A SUPERFICIES COMO TELAS, MELAMINAS Y CREMAS.

ANDEAN COPPER IS THE CHILEAN COMPANY THAT DISCOVERED THE INNOVATION THAT REVOLUTIONIZED THE COPPER INDUSTRY: POLYMERS CONTAINING THE RED METAL. THANKS TO THEM IT IS POSSIBLE TO APPLY THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF COPPER TO SURFACES SUCH AS FABRICS, MELAMINE AND CREAMS.

📍 Productos Meditech

Como doctor en Ingeniería Química, trabajé con la Universidad de Chile y la International Copper Association haciendo llamados a concursos de proyectos de innovación en cobre a nivel mundial. Durante cuatro años estuve a cargo del concurso que convocaba a cerca de tres mil investigadores, cuyo premio era financiarles parte de sus estudios, apadrinarlos en el patentamiento y llevar la idea al mercado. Es a partir de la inspiración que me dieron esos proyectos que comencé a nacer la idea del cobre antimicrobiano.

Con unos amigos —otro ingeniero químico y uno comercial— creamos Copper Andino alrededor del año 2007, casi al mismo tiempo en que la Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos declaró al cobre como el único metal con propiedades antimicrobianas que no contamina el ambiente. Nuestro propósito fue aplicar el cobre en polímeros. Ganamos un par de proyectos de Corfo, pensando en el desarrollo de los hilados y un capital para hacer un estudio de mercado de los diabéticos.

Como empresa no elaboramos productos, sino que generamos soluciones y buscamos gente que pueda llevarlas al mercado. Nuestra investigación y desarrollo se relaciona con cómo podemos agregar mezclas de sales de cobre y zinc en polímeros para otorgarles propiedades biocidas. Los polímeros son macromoléculas (generalmente orgánicas) formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeros. El almidón, la celulosa, la seda y el ADN son ejemplos de polímeros naturales. Nosotros encontramos que el cobre

unido al zinc aporta un beneficio más amplio que el cobre solo. Esa fue una de las gracias y eso fue lo que patentamos: sales de cobre con sales de zinc.

El metal rojo tiene varias formas de atacar un microorganismo. Una es perforando la membrana celular; otra, entrando e inhabilitando los procesos enzimáticos y, por último, alterando el ADN. El zinc también cumple con esas tres funciones, pero además forma peróxido alrededor del microorganismo, atacándolo directamente. Por lo tanto, el espectro de acción de ambos minerales es más efectivo contra un mayor porcentaje de bacterias y hongos. Por otra parte, el zinc también inhibe la absorción de cobre a través de la piel, una de las grandes preocupaciones del ámbito de la salud respecto de estos productos.

Una de las premisas más importantes de nuestra innovación es que tenemos muchas más oportunidades de ser exitosos si utilizamos el cobre en polímeros en vez de hacerlo en metal. Es más barato, presenta más oportunidades de aplicación y nuestra tecnología no altera los procesos normales de producción al aplicarlo. La empresa que barniza sigue barnizando igual, de la misma manera que la fábrica de melaminas continúa con su trabajo. No se necesita inversión extra ni una adaptación significativa, pero sí se agrega un tremendo valor a su producto.

Para establecer la efectividad antimicrobiana de los polímeros de cobre, se desafían los productos frente a una cantidad conocida de microorganismos que colocamos en su

As a doctor in Chemical Engineering, I worked with the University of Chile and the International Copper Association organizing innovation contests on the use of copper at the global level. For four years I was in charge of the contest that summoned about three thousand researchers, whose prize was financing part of their studies, sponsor them in patenting and bringing their ideas to market. Those projects inspired me giving birth to the idea of antimicrobial copper.

With a few friends—another chemical engineer and one business engineer—we created Andean Copper around the year 2007, almost at the same time as the Environmental Protection Agency (EPA) in the United States declared copper as the only metal with antimicrobial properties that does not pollute the environment. Our purpose was to apply copper in polymers. We won a couple

of Corfo projects, thinking about the development of the yarns and a capital to do a market study of diabetics.

As a company we do not develop products, but we generate solutions and search for people who can bring them to the market. Our research and development is related to study the way in which copper salts mixtures and zinc can be added in polymers to give them biocidal properties. Polymers are macromolecules (usually organic) formed by the union of smaller molecules called monomers. Starch, cellulose, silk and DNA are examples of natural polymers. We found that copper combined with zinc provides a wider benefit than copper alone. This was one of the innovations we found and the one we patented: copper salts with zinc salts.

The red metal has several ways to attack a microorganism. One is perforating the cell membrane; another, entering and disabling

Nosotros encontramos que el cobre con el zinc tenía un beneficio más amplio que el cobre solo. Esa fue una de las gracias y eso fue lo que patentamos: sales de cobre con sales de zinc.

We found that copper combined with zinc provides a wider benefit than copper alone. This was one of the innovations we found and the one we patented: copper salts with zinc salts.

superficie, después de transcurrida una hora de contacto contamos los microorganismos que han sobrevivido. Nuestra tecnología muestra que sobre el 90% de ellos mueren dentro de esa hora de exposición a la superficie biocida, y que la eliminación alcanza sobre un 99,99% a las 24 horas de contacto.

Durante la época de fundación de la empresa, hacía clases en la Universidad de los Andes. Y en una de las sesiones expliqué lo que se podía generar con cobre: aplicaciones metálicas, motores, bobinas, telas y también las aplicaciones con fines antimicrobianos. Uno de mis alumnos era de la familia de la empresa Monarch y nos puso en contacto. Me pidieron unos conos de hilo de prueba y, a los tres meses, comprobaron que la tecnología funcionaba y decidieron hacer negocios con Copper Andino.

En 2010, cuando surge la posibilidad de rescatar de la mina San José a los 33 operarios que quedaron atrapados, Codelco nos plantea que les regalemos una partida de calcetines. Eso nos dio junto a Monarch una publicidad muy valiosa, que provocó que en 2011 se iniciara con mucho éxito la venta a nivel nacional de calcetines Sanicopper (con cobre).

En 2012 obtuvimos fondos para desarrollar telas no tejidas antimicrobianas, que durante 2014 fueron lanzadas al mercado y algunas donadas a la Corporación de Ayuda al Niño Quemado (Coaniquem).

En el año 2007, partimos con un mesón de laboratorio que consistía en dos tarros de aceite y un tablero encima, y gran parte de las pruebas técnicas las externalizábamos.

the enzymatic processes and, finally, by altering the DNA. Zinc also complies with these three functions, but in addition forms peroxide around the organism, attacking it directly. Therefore, the spectrum of action of the two minerals is most effective against a higher percentage of bacteria and fungi. On the other hand, zinc also inhibits copper absorption through the skin, one of the major concerns of the health field with respect to these products.

One of the most important premises of our innovation is that we have many more opportunities to be successful if we use copper in polymers instead of metal. It is cheaper, presents more opportunities for application and our technology does not alter the normal production processes when it is applied. The varnish company continues to varnish glazing, in the same way that the melamine factory continues with its work. There is no need of

Hoy contamos con modernos laboratorios químicos y microbiológicos.

LA GRAN GAMA DE APLICACIONES

De esa misma manera artesanal iniciamos el desarrollo de la melamina con cobre. Utilizamos un tostador de pan y una plancha para explorar la factibilidad de incorporar cobre en la melamina. Esa historia nace a partir de la competencia en Brasil entre Arauco y Masisa. La empresa brasilera le agregó plata a sus tableros melamínicos premium para convertirlos en antimicrobianos, con un precio más alto. A los pocos meses cambió su estrategia, reemplazando toda su producción por ellos y al precio de los tableros no-antimicrobianos. Esto afectó la posición de Arauco en el mercado.

Arauco se acercó a Codelco planteando su necesidad de agregar cobre a su producción de melamina. Nos invitaron a participar en el proyecto cuyo principal desafío era resolver cómo al agregarles cobre —que es rojizo— se podría mantener el color blanco de la melamina (que representa el 80% de las ventas). Para lograrlo tuvimos que crear una nueva tecnología que conseguía dejar transparente la solución que contenía el cobre. Esta invención fue patentada. Actualmente Arauco produce tableros melamínicos con cobre en su planta de Teno para el consumo local y exporta a países de Latinoamérica. Arauco en tres años ha aumentado su participación de mercado en Chile de cerca de un 10% a sobre un 40%.

extra investment, or a significant adaptation, but it adds tremendous value to their products.

To establish the antimicrobial effectiveness of copper polymers, products are defied by exposing them to a known quantity of microorganisms that are placed on its surface, after one hour of contact we count the microorganisms that have survived. Our technology shows that over 90% of them die within the hour of exposure to the biocidal surface, and that the elimination reaches a 99.99% after 24 hours of contact.

During the time the company was founded, I was a professor at the University of the Andes. And in one of the sessions explained what could be generated with copper: metal applications, motors, coils, fabrics and also applications with antimicrobial purposes. One of my students belonged to the family of

Pero nuestras invenciones no se han detenido ahí. También hemos creado barnices que logran revestir el papel u otras superficies para que queden con el efecto bactericida del cobre. Hemos creado textiles no tejidos como pañales, toallas sanitarias, mascarillas; así como también superficies de polímeros como las fundas de celulares, mouse, teclados, zapatillas tipo Crocs, paredes de ambulancias, sifones; y estamos haciendo desarrollos para la piscicultura, crianza animal y otros. Las ideas nunca se acaban.

Adicionalmente, hemos incursionado en el ámbito de la cosmética con cremas. Aún no hemos lanzado productos al mercado, pero hemos probado distintas fórmulas anticelulitis, que reducen las estrías y las arrugas.

ÉTICA EMPRESARIAL

Nuestro objetivo es que los beneficios del cobre mantengan su prestigio y eso solo puede lograrse si es que los empresarios cumplen con aplicar las cantidades necesarias de modo de brindar el beneficio biocida que se ofrece. Hemos

detectado muchos productos en Chile y en el exterior que dicen en su publicidad tener cobre y con ello apoyar beneficios como antimicrobianos o cosméticos, cuando en realidad no lo tienen. Eso es publicidad engañosa y la gente cree que el cobre no es efectivo.

Por otra parte, creemos que el cobre utilizado en forma intensiva por sus propiedades alguicidas y herbicidas en sistemas acuáticos y como fungicida en la agricultura debe controlarse y apegarse a las normas internacionales. Este cobre, de alguna forma, va a terminar aumentando la concentración del mismo mineral en ríos, lagos y mares a niveles tales que puede alterar el ecosistema.

the company “Monarch” and contacted us. I was asked for a few cones of thread to develop testing, and after three months, they found that the technology worked and decided to do business with Andean Copper.

In 2010, during the process of rescue of the 33 miners who were trapped in the San Jose mine, Codelco invited us to donate socks. That gave us together with Monarch a very valuable advertising, which allowed us in 2011, to sell the Sanicopper (with copper) socks with great success at the national level.

In 2012 we obtained funding to develop antimicrobial non-woven fabrics, which during 2014 were launched to the market and some donated to the Corporation of Help for the Burned Child (Coaniquem).

In the year 2007, we started with a laboratory table, which consisted of two jars of oil and a board on top, and a large part of our technical tests were externalized. Today we have modern chemical and microbiological laboratories.

THE WIDE RANGE OF APPLICATIONS

In the same crafty way we began the development of melamine with copper. We used a toaster and an iron to explore the feasibility of incorporating copper in melamine. This story is born from the competition in Brazil between Arauco and Masisa. The Brazilian company added silver to their premium melamine boards to transform them in antimicrobial agents, with a higher price. A few months later, their strategy changed, replacing their entire production for them and at the same price as the non-antimicrobial panels. This affected the position of Arauco in the market.

Arauco approached Codelco presenting the need to add copper to their production of melamine. We were invited to participate in the project where the main challenge was to resolve how the addition of copper—that is reddish—could be done maintaining the color of the white melamine (which represents 80% of sales). To achieve this we had to create a new technology that could

leave the solution containing copper transparent. This invention was patented. Arauco currently produces melamine panels with copper at its plant in Teno for local consumption and exports to countries of Latin America. In three years, Arauco has increased its market share in Chile from 10% to above 40 %.

But our inventions have not stopped there. We have also created varnishes that achieve coating paper or other surfaces adding the bactericidal effects of copper. We have created non-woven textiles like diapers, sanitary napkins, masks, as well as polymer surfaces as the sleeves of smartphones, mouse, keyboards, Crocs-style shoes, ambulance walls, siphons; and we are doing developments for the fish farming, animal husbandry and other. Ideas never end.

In addition, we have explored the field of cosmetic creams. We have not yet launched products into the market, but we have tried different anti cellulite formulas, which reduce stretch marks and wrinkles.

BUSINESS ETHICS

It is our goal that the benefits of copper maintain their prestige and that can only be achieved if businessmen comply with applying the necessary quantities so as to provide the biocide benefit that is offered. We have detected many products in Chile and abroad that say in their advertising that their products have copper and offer the antimicrobial or cosmetic benefits, as when in reality they are not. This is deceptive advertising and people think that copper is not effective.

On the other hand, we believe that copper used intensively by its algacide and herbicide properties in aquatic systems and as a fungicide in agriculture must be controlled and adhere to international standards. This copper, in some way, is going to end up increasing the concentration of the same mineral in rivers, lakes and seas to levels that may alter the ecosystem.

¿SÚPER BACTERIAS?

Por súper bacterias se entienden aquellas que portan genes que las hacen resistentes a la acción de antibióticos. Aunque por ahora no existen las súper bacterias que resistan la acción del cobre y el zinc, sí hay algunas más difíciles de eliminar. De hecho, se encontraron algunas bacterias nativas en el norte de Chile, acostumbradas a vivir en el entorno de las minas del metal rojo. Su eliminación con cobre requiere altas concentraciones de este.

Respecto de los hongos, si bien es sabido que muchos son eliminados por el cobre, existen algunos que sobreviven a este mineral. Y en cuanto a los virus, se han realizado pocos análisis. Sin embargo, los que existen en la literatura científica y los que hemos efectuados en conjunto con la Universidad de Chile muestran efectividad del cobre sobre ellos. Es el caso del virus sincicial en que el cobre evita su replicación. Actualmente, nos encontramos trabajando en algunos herpes.

Estos resultados han validado nuestra premisa que la combinación de sales de cobre y zinc es más efectiva que la de cada una de estos metales por sí solo.

SUPER BACTERIA?

Super bacteria are those that carry genes that make them resistant to the antibiotic action. Although by now there are no super bacteria that resist the action of copper and zinc, there are some more difficult to remove. In fact, some native bacteria were found in the north of Chile, accustomed to live in the environment of copper mines. Its elimination with copper requires high concentrations of the red metal.

In relation to fungi—although it is well known that many are eliminated by copper—there are some that survive to the action of this mineral. And in regard to viruses, there have been a small number of studies done. However, those that exist in the scientific literature, and that we have incurred in collaboration with the University of Chile show effectiveness of copper on them. This is the case of the syncytial virus, where copper prevents its replication. We are currently working on some herpes.

These results have validated our premise that the combination of copper and zinc salts is more effective than each of these metals alone.

NIÑOS CON PIEL DE CRISTAL

También estamos trabajando con la Fundación Debra, entidad sin fines de lucro que se creó con el objetivo de dar apoyo, educación y atención médica a pacientes chilenos portadores de Epidermolisis Bullosa, enfermedad conocida como piel de cristal que se caracteriza porque la piel es tan frágil que frente a un pequeño golpe o incluso un roce se pueden formar ampollas y heridas en la piel o en las mucosas. Estamos escribiendo un documento para el comité de ética que busca confirmar la hipótesis que plantea que el uso de vendas especiales con cobre mejora la calidad de la piel y el manejo de las heridas en estos pacientes.

BUTTERFLY CHILDREN

We are also working with Debra, non-profit entity that was created with the objective to provide support, education and medical care to Chilean patients carriers of Epidermolysis Bullosa, a disease known as butterfly skin in children that causes the skin to be so fragile that in front of a small coup or even a rub forms blisters and wounds in the skin or mucous membranes. We are writing a paper for the ethics committee to confirm the hypothesis that the use of special bandages with copper enhances the quality of the skin and the management of wounds in these patients.



Hilado y calcetines con tecnología antimicrobiana y funguicida en base a cobre y zinc

ALDO MAGNASCO

Ingeniero comercial de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Director textil y comercial de Monarch.
Business Engineer of the Pontificia Universidad Católica de Chile. Textile and business director at Monarch.

ALDO MAGNASCO

Prendas de vestir con cobre

Clothing with copper

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS_ ARCHIVO MONARCH

HACE UNOS POCOS AÑOS, GRACIAS A LA ALIANZA DE COPPER ANDINO CON MONARCH SE COMENZÓ A UTILIZAR EN CALCETINES Y OTRAS VESTIMENTAS LA FIBRA DE COBRE, QUE PROTEGE A LA PIEL DE INFECCIONES, HONGOS Y BACTERIAS.

A FEW YEARS AGO, DUE TO THE PARTNERSHIP BETWEEN ANDEAN COPPER AND MONARCH, COPPER FIBER BEGAN TO BE USED IN SOCKS AND OTHER CLOTHING, WHICH PROTECTS THE SKIN FROM INFECTION, FUNGI, AND BACTERIA.

Monarch, Codelco y Copper Andino, con el apoyo de InnovaChile de Corfo, crearon uno de los productos más innovadores y exitosos: textiles con fibra de cobre.

Los hilados con cobre —que han sido estudiados por prestigiosas universidades del mundo— demuestran que sus iones crean una zona natural de protección que elimina el 99,9% de bacterias y hongos. A estas investigaciones, se suman las realizadas por Codelco que concluyeron que, además, estas fibras son autosanitizantes, ayudan al manejo de las heridas y lesiones en la piel, acelerando su cicatrización.

Monarch logró sacar al mercado sus calcetines de cobre a un precio competitivo: 3.900 pesos. Su éxito se plasma en alrededor de un millón de ventas en 2014. La explicación de esta buena recepción se debe, por un lado, a la calidad del calcetín y, por otro, a que Codelco avalara que esta marca cumple con las especificaciones técnicas.

La incorporación del cobre a otras prendas también es una realidad. Al calcetín para hombre, se sumó el de escolares, mujeres, de lana, deportivos. Y luego, las poleras, camisetas y bóxer. La innovación es el sello de la empresa, aunque el proyecto más revolucionario ha sido este, vinculado a una estimación a nivel mundial: los nuevos usos del cobre lograrán una demanda de 300 mil toneladas al año y se abre de esta manera el principal producto nacional de exportación a un nuevo mercado.

CALCETÍN PARA DIABÉTICOS

La Encuesta Nacional de Salud 2009-2010 del Ministerio de Salud reveló que el 9,4% de los chilenos son diabéticos, patología que puede significar en algunos casos complicaciones en los pies, como mala circulación sanguínea y falta de sensibilidad. La persona que padece esta enfermedad se puede hacer una herida y no darse cuenta, lo cual es arriesgado si no hay un tratamiento adecuado.

Las propiedades antimicóticas (antihongos), antibacterianas y antivirales del cobre fueron el puntapié inicial para idear los calcetines para diabéticos. Además de proteger los pies de forma natural, tienen la gracia de que llevan fibra de cobre en todo el pie y poseen una elasticidad que favorece la circulación de sangre. Gracias a su superficie lisa perfecta, sin pliegues ni costuras evita que los pies sensibles se dañen.

En el caso de los textiles para diabéticos, se desarrolló un diseño diferente, con una fibra con cobre que cubre todo el pie para protegerlo de hongos y otras infecciones, posee costuras planas para evitar el roce y se maneja un tallaje más amplio por lo perfecto de su postura.

Las particularidades de estos calcetines son:

- Eliminan el mal olor causado por los hongos
- Mejoran el tono de la piel, volviéndola a su color natural
- Eliminan manchas de la piel producidas por hongos
- Aceleran los procesos de cicatrización
- Protegen contra infecciones
- Protegen de los rayos UV

Monarch, Codelco and Andean Copper, with the support of InnovaChile of Corfo, created one of the most innovative and successful products: textiles with copper fiber.

The yarn with copper—which have been studied by prestigious universities of the world—show that their ions create a natural area of protection that eliminates 99.9 % of bacteria and fungi. These investigations, as the ones made by Codelco concluded that, in addition, these fibers are auto-sanitizers and improve the management of wounds and injuries to the skin, accelerating their healing.

Monarch managed to get their copper socks in the market at a competitive price: 3,900 Chilean pesos. Its success is proved with about a million sales in 2014. The explanation for this good reception is, on the one hand, the quality of the sock and, on the other hand, because Codelco endorsed that this brand complies with the technical specifications.

The incorporation of the copper to other clothing is also a reality. After the men sock, came the school, women, woolen and sports socks and then, the shirts, t-shirts and boxers. Innovation is the core value of the company, although the most revolutionary project has been this, linked to an estimate at the global level: the new uses of copper will be a demand of 300 thousand tons per year and opens in this way the main national export product to a new market.

SOCK FOR DIABETICS

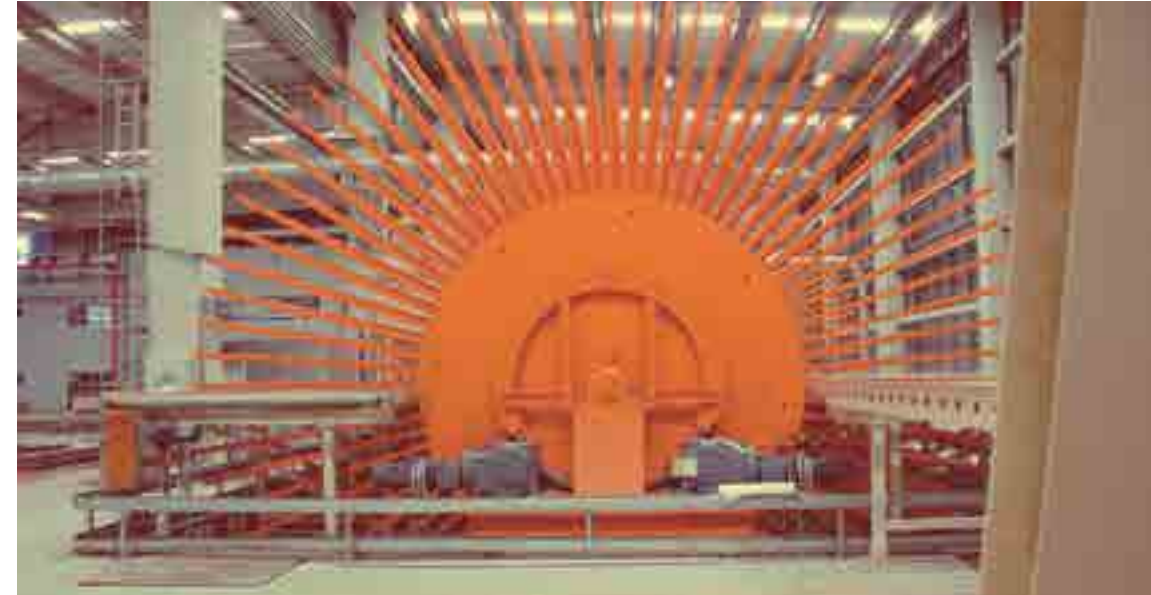
The National Health Survey 2009-2010 of the Ministry of Health revealed that 9.4% of Chileans are diabetics, a pathology that can mean in some cases complications in the feet, such as poor blood circulation and lack of sensitivity. The person who suffers from this disease can have a wound and not realize it, which is risky without a proper treatment.

The antifungal, antibacterial and antiviral properties of copper were the starting point to create socks for diabetics. In addition to protecting the feet in a natural way, they have copper fiber incorporated throughout the foot and an elasticity that favors blood circulation. Their smooth surface, without seams or creases, prevents the damaging of sensitive feet.

In the case of textiles for diabetics, the developed design is different, with a copper fiber that covers the entire foot to protect it from fungal and other infections. It has flat seams to prevent chafing and manages a wider size range due to the need of a perfect position.

The peculiarities of these socks are:

- Remove the bad smell caused by the fungi
- Improve the skin tone, recovering its natural color
- Remove stains of the skin produced by fungi
- Accelerate the healing processes
- Protect against infections
- Protect from UV rays



Planta MDP Teno, produce tableros de melamina Vesto

ARAUCO VESTO

La posibilidad de contar con muebles sanos e higiénicos

The possibility of having healthy and hygienic furniture

FOTOGRAFÍAS_PHOTOS: ARCHIVO CODELCO

EL TABLERO DE MELAMINA CON PROTECCIÓN DE COBRE ANTIMICROBIANO ES UN PRODUCTO ÚNICO EN EL MUNDO Y UNA INNOVACIÓN 100% CHILENA. FUE DESARROLLADO POR ARAUCO Y ES EL MÁS EFECTIVO DEL MERCADO EN LA ELIMINACIÓN DE BACTERIAS, HONGOS Y MOHO, ENTREGANDO ASÍ HIGIENE Y CUIDADO A LAS PERSONAS EN CUALQUIER LUGAR EN DONDE SE UTILICE.

THE MELAMINE BOARD WITH ANTIMICROBIAL COPPER PROTECTION IS A UNIQUE PRODUCT IN THE WORLD AND AN INNOVATION 100% MADE IN CHILE. IT WAS DEVELOPED BY ARAUCO AND IT IS THE MOST EFFECTIVE IN THE MARKET IN THE ELIMINATION OF BACTERIA, FUNGI, AND MOLD, THUS PROVIDING HYGIENE AND CARE TO PEOPLE WHEREVER IT IS USED.

Arauco es una compañía forestal que cuenta con 47 años de historia, produciendo y gestionando recursos forestales renovables, lo cual le ha permitido transformarse en una de las mayores empresas de su rubro en el mundo, tanto por su superficie e instalaciones, como por su eficiencia, estándares de producción, compromiso social, innovación y manejo ambiental.

A lo largo de estos años, ha sabido maximizar el valor de sus plantaciones a través de la investigación constante, la aplicación de las mejores prácticas mundiales en materia de sustentabilidad, la protección del bosque nativo, suelos y la biodiversidad existente en su patrimonio para las futuras generaciones.

Durante el último tiempo la compañía ha dado pasos importantes hacia la globalización de sus operaciones, transformándose en una de las cinco mayores empresas productoras de recursos forestales renovables del planeta, con más de 13 mil trabajadores, 30 plantas productivas en Chile, Argentina, Brasil, Uruguay, Estados Unidos y Canadá, y presencia comercial en más de 80 países.

Arauco is a forestry company with 47 years of history, producing and managing renewable forest resources. It has become one of the largest companies in this business in the world, both in terms of surface and facilities, and because of its efficiency, production standards, social commitment, innovation and environmental management.

Throughout these years, it has maximized the value of its plantations through constant research, the application of best global practices in terms of sustainability, protection of the native forest, soil and biodiversity existing in its pratrimony for future generations.

Over the past few years the company has taken significant steps toward the globalization of its operations, thus becoming one of the five largest producers of renewable forest resources in the planet, with more than 13 thousand workers, 30 production plants in Chile, Argentina, Brazil, Uruguay, the United States and Canada, and commercial presence in more than 80 countries. This

A partir de recursos forestales renovables, desarrollan productos que están presentes en la vida cotidiana de millones de personas en todo el mundo y que impactan positivamente en su calidad de vida. Cada producto busca diferenciarse a través de la innovación y la generación de valor agregado.

Los productos de Arauco son comercializados en los cinco continentes, a través de representantes, agentes de venta y oficinas comerciales propias en 12 países.

INNOVACIÓN

Teniendo en cuenta que Arauco tiene como principal misión contribuir a mejorar la vida de las personas, elaborando productos forestales para los desafíos de un mundo sostenible, es que tenemos como preocupación permanente la investigación e innovación.

De este modo surge Vesto, la nueva línea de melamina que se lanzó al mercado hace dos años. Aunque podría ser como cualquier otra, tiene una particularidad: une la madera y el cobre para el desarrollo de mobiliario antimicrobiano y es capaz de eliminar el 99% de virus, bacterias, hongos y

presence, undoubtedly, requires the company to face the challenges of being present in the world.

On the basis of renewable forest resources, the company develop products that are present in the everyday life of millions of people throughout the world and that make a positive impact on their quality of life. Each product seeks to differentiate itself through innovation and the generation of added value.

Arauco's products are sold in the five continents, through representatives, sales agents and its own commercial offices in 12 countries.

INNOVATION

Taking into account that Arauco's main task is to help improve the lives of the people, developing forest products that will meet the challenges of a sustainable world, we are permanently concerned about research and innovation.

moho de la superficie en las primeras dos horas de contacto a temperatura ambiente.

El proyecto se inició con el programa Innova Arauco en el que trabajamos con un equipo multidisciplinario integrado por diseñadores, ingenieros y arquitectos. Teníamos el desafío de agregar valor a los tableros melamínicos y la gran interrogante era cómo hacer muebles más sanos.

Como estábamos vinculados a Codelco por otros proyectos de innovación surgió la idea de los tableros antimicrobiales. Ya existían algunas versiones con iones de plata en otras partes del mundo; pero esta vez —y considerando que Chile es el mayor productor de este metal— lo hicimos con cobre.

Esta iniciativa fue desarrollada en una alianza que unió a Codelco, Copper Andino y Arauco. Tras un tiempo de investigación, dimos con este tipo de melamina a la que se le realiza una aplicación de resina con micropartículas de cobre.

El proceso de creación de Vesto puede considerarse una innovación en sí mismo: el de las alianzas estratégicas. Que dos empresas del tamaño de Codelco y Arauco piensan en crear un producto específico que fuera útil para ambas partes, es significativo. Y quedó demostrado que el trabajo en equipo genera sinergia. Codelco, que ya estaba aplicando la fibra de cobre en calcetines, tenía esa tecnología que la traspasó a otro producto —de distinta manera— y que terminó con todas sus propiedades testeadas bajo la norma ISO 22.196.

Vesto, the new line of melamine launched to the market two years ago was created as a response to this concern. Although it could be like any other melamine, it has a special feature: it joins wood and copper for the development of antimicrobial furniture and is able to remove 99% of viruses, bacteria, fungi, and mold from the surface in the first two hours of contact at room temperature.

The project was initiated with the Innova Arauco program, in which we worked with a multidisciplinary team consisting of designers, engineers and architects. We had the challenge of adding value to melamine boards and the big question was how to make healthier furniture.

As we were linked to Codelco through other innovation projects the idea of antimicrobial boards cropped up. There were already some versions with silver ions in other parts of the world; but this time—and considering that Chile is the largest producer of copper—we did it with copper.

This initiative was developed in an alliance that joined Codelco, Copper Andino and Arauco. After a period of research, we came up with this type of melamine to which an application of resin with microparticles of copper is made.

Vesto's creation process can be considered an innovation in itself: of strategic alliances. That two companies of the size of Codelco and Arauco should think of creating a specific product that would be useful for both parties, is significant. And this experience demonstrated that team work generates synergy. Codelco, which was already working with the copper fiber to make socks, had this technology that it transferred to another product—in a different way—and that ended up with all its properties tested under the ISO 22,196 standard.

El primer prototipo fue aplicado en el Hospital de Urgencia de Asistencia Pública, la ex Posta Central de Santiago, donde fue bien recibido por pacientes y personal del hospital. Intervenimos con cobre antimicrobiano alrededor de 70 módulos en las unidades más críticas, convirtiéndose en el recinto de salud pública con la mayor área de cobertura en cobre del mundo: Se utilizaron más de tres toneladas del metal.

El producto ya demostró ser viable y repetible y ahora está en una etapa de escalamiento. Durante 2013, en Arauco estimamos las ventas en alrededor de US\$ 80 millones y lo lanzamos en Colombia, México y Perú. Esos tres países representan cerca del 45% del mercado. Y ahora el desafío está puesto en Brasil, Argentina y Estados Unidos.

Además de ofrecer Vesto para hospitales, empresas, departamentos y casas, ahora estamos trabajando con inmobiliarias desarrollando un servicio de visualización tridimensional y cuantificación de tableros y de soluciones para todo lo que es mueblería fija: cocina, baño, closet, etc. También queremos llegar a viviendas de un rango medio bajo, que van de mil a mil 200 UF para masificar las propiedades de esta melamina.

Vesto ha recibido reconocimientos como el premio Avonni a la innovación en procesos industriales, galardón que destaca a aquellos que están marcando la diferencia y que es organizado por la Fundación ForoInnovación con el apoyo del Ministerio de Economía y Televisión Nacional de Chile.

The first prototype was implemented in the Public Assistance Emergency Hospital, the former Central Emergency Hospital of Santiago, where it was well received by patients and hospital staff. We added copper to around 70 modules in the most critical units, thereby becoming the site of public health with the largest area with copper in the world: More than three tons of copper were used.

The product has already proved to be viable and replicable and is now in a stage of escalation. During 2013, Arauco estimated its sales at around US\$80 million and launched it in Colombia, Mexico and Peru. These three countries represent about 45% of the market. And now the stakes are placed in Brazil, Argentina and the United States.

In addition to offering Vesto for hospitals, businesses, departments, and houses, we are now working with real estate companies developing a three-dimensional visualization and quantification service of boards and solutions for fixed furniture for kitchens, bathrooms, closets, etc. We also want to reach out to homes of a medium-low price, ranging from one 1000 to 1200 UF (indexed currency unit) to take the properties of this melamine to a much larger population.

Vesto has received recognition as the Avonni award to innovation in industrial processes, an award that stands out those who are making a difference and which is organized by the Fundación Foro Innovación with the support of the Ministry of Economy and the National Television of Chile.

CARACTERÍSTICAS / CHARACTERISTICS

Las tres principales características que hacen de melamina VESTO con protección de Cobre Antimicrobiano el material más seguro para superficies de contacto, son:

- Inactiva microbios en forma rápida y continua.
- Mantiene su efectividad después múltiples procesos de limpieza.
- Seguro para las personas y amigable con el medio ambiente.

Pruebas científicas han demostrado que el Cobre Antimicrobiano inactiva más del 99,9% de las bacterias en las primeras dos horas de contacto a temperatura ambiente creando ambientes más sanos y seguros.

Ningún otro material, como los recubrimientos con partículas de plata o el acero inoxidable, se le asemeja.

The three main features that make VESTO melamine with copper antimicrobial protection a safer material for contact surfaces, are:

- It rapidly and continuously deactivates microbes.
- It maintains its effectiveness after multiple cleaning.
- It is safe for human beings and friendly to the environment.

Scientific tests have shown that Antimicrobial Copper deactivates over 99.9 % of bacteria in the first two hours of contact at room temperature thereby creating healthier and safer environments.

No other material, such as those coated with particles of silver or stainless steel has similar features.

CÓMO ESTÁN HECHOS / HOW IT WORKS

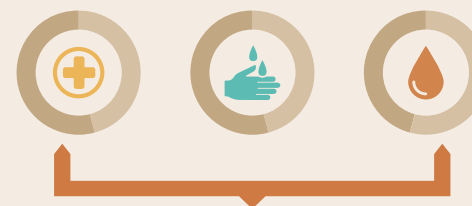
Innovación, diseño, calidad, resistencia y la más efectiva protección de cobre antimicrobiana, son algunas de las características de melamina Vesto. Es un tablero de partículas de densidad media, conocido como MDP, y está recubierto con papel decorativo impregnado con resina melamínica con protección antimicrobiana de cobre. Se fabrica en la planta de Teno en Chile, la cual tiene una capacidad de 300 mil metros cúbicos anuales.

Los tableros MDP se producen con una avanzada tecnología. Para su fabricación se seleccionan las partículas de madera de pino radiata y eucalipto; luego son mezcladas con resina sintéticas para después ser endurecidas bajo presión y temperatura formando uno de los tableros de partículas más compacto, uniforme y resistente del mercado. Toda la madera proviene de bosques sustentables y las plantas productivas cuentan con certificaciones internacionales que garantizan un producto amigable con el medio ambiente y de excelente calidad.

Innovation, design, quality, resistance and the most effective antimicrobial protection of copper, are some of the characteristics of Vesto melamine. It is a medium density particleboard known as MDP, which is covered with a decorative paper impregnated with melamine resin with copper antimicrobial protection. It is manufactured in the Teno plant in Chile with capacity to produce 300 thousand cubic meters per year.

MDP boards are produced with advanced technology. Radiata pine and eucalyptus wood particles are selected to manufacture MDP, which are then mixed with synthetic resin and subsequently hardened under pressure and temperature to form one of the most compact, uniform and rugged particleboards on the market. All the wood comes from sustainable forests and the productive plants have international certifications that guarantee that the product is environmental-friendly and excellent quality.

COBRE SALUD



80%

de las infecciones son transmitidas por contacto y, en el caso de los hospitales, solamente el

40%

los profesionales de la salud se lavan las manos regularmente



Los virus de la gripe, inclusive la aviaria y la porcina, son anulados rápidamente cuando entran en contacto con superficies de cobre.

LA ACCIÓN BACTERICIDA DEL COBRE ES CONTINUA Y SE MANTIENE AÚN DESPUÉS DE SUFRIR ABRASIONES O OXIDACIONES.



CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN MAPPING OF INNOVATION

ALFONSO GÓMEZ, GERENTE DE DESARROLLO Y MARKETING, ICC BIOTECH /
DEVELOPMENT AND MARKETING MANAGER, ICC BIOTECH.

Tecnología de cobre para todos

Copper technology for all

FOTOGRAFÍAS _PHOTOS: ARCHIVO CODELCO

COPPTECH NACE A PARTIR DE LA OPORTUNIDAD DE LLEVAR LAS PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS DEL COBRE A CIENTOS DE PRODUCTOS MEDIANTE TECNOLOGÍA DE PUNTA, PARA IMPACTAR LA VIDA DIARIA DE MILLONES DE PERSONAS EN DISTINTOS MERCADOS A NIVEL MUNDIAL.

COPPTECH WAS CREATED TO CONVEY THE ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF COPPER TO HUNDREDS OF PRODUCTS THROUGH CUTTING-EDGE TECHNOLOGY, THEREBY HAVING AN IMPACT ON THE DAILY LIVES OF MILLIONS OF PEOPLE IN MANY DIFFERENT MARKETS WORLDWIDE.



Prueba en productos de consumo masivo que pueden ser realizados en base a micropartículas de cobre y zinc

ALFONSO GÓMEZ R.

Publicista licenciado de la Universidad Diego Portales, Master of Science de la Universidad de Manchester y Master of Science de la Universidad Adolfo Ibáñez. Gerente de Desarrollo y Marketing, ICC Biotech

Publicist graduated from Diego Portales University, Master of Science, University of Manchester and Master of Science, Adolfo Ibáñez University. Development and Marketing Manager, ICC Biotech.

Coppotech surge a partir de un acuerdo de cooperación entre las empresas Copper Andino —empresa creadora de la tecnología— e ICC Biotech —empresa comercializadora de la tecnología a nivel mundial— y que vela por la expansión del negocio.

Nuestra misión es llevar protección antimicrobiana a la vida de las personas, es por ello que buscamos cumplir con los más altos estándares

de calidad en los insumos antimicrobianos que producimos, así como también en los procesos de aplicación en los productos de nuestros partners.

A través de un modelo de distribución global, Coppotech está expandiéndose a distintos mercados en los cinco continentes, proveyendo a sus clientes de materias primas e insumos con protección antimicrobiana.

Coppotech is the result of a cooperation agreement between: Andean Copper—the company that created the technology—and ICC Biotech—a firm that markets the technology globally and is focused on expanding the business.

Our mission is to bring microbial protection to people's lives. That is why we are looking to meet the highest quality standards in the antimicrobial inputs we produce, as well as in the application processes of application of the technology to our partner's products.

Buscamos distribuidores de primer nivel para llevar la tecnología de Copptech a distintas marcas a nivel global. El distribuidor exclusivo para Chile es IGS Group, con quien hemos logrado incorporar nuestras soluciones tecnológicas en los productos de importantes marcas.

A la fecha ya se han cerrado acuerdos para lanzar productos con marcas líderes del mercado nacional e internacional, en rubros tales como vestuario infantil y deportivo, ropa médica, ropa de seguridad, ropa blanca, ropa interior; sandalias, cosméticos, artículos tecnológicos y de seguridad, entre otros.

LA TECNOLOGÍA

Copptech toma las propiedades antimicrobianas del cobre y del zinc, y las incorpora a nivel molecular en sales que pueden ser aplicadas a distintas materialidades.

Al entrar en contacto con la humedad, la tecnología libera iones de cobre y zinc que penetran en los microorganismos, alterando sus funciones vitales y eliminándolos.

El primer paso es la directa interacción del cobre con la membrana externa de la bacteria, causando su ruptura. El segundo está relacionado con la pérdida de los nutrientes vitales y agua en la bacteria

a través de las perforaciones en la pared celular, causando su debilitamiento general.

Esta tecnología permite desarrollar productos a partir de diversas materialidades, dentro de las que destacan: Hilos Copptech en distintos deniers; Fibra Corta Copptech; Polímeros Copptech; Membrana Copptech entre otras.

Estamos comprometidos en alcanzar siempre el máximo nivel de protección antimicrobiana para entregar seguridad a las personas, es por esto que validamos la eficacia de nuestros productos con entidades líderes en Chile y en el extranjero. En nuestro país, la tecnología con que se desarrollan las soluciones Copptech está certificada por la Universidad de Chile.

CERTIFICACIÓN

A nivel mundial los desarrollos de Copptech cuentan con la certificación de SGS (Société Générale de Surveillance).

Por otro lado, el cobre es el único metal certificado por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (EPA) por sus propiedades antimicrobianas, y porque no contamina el medio ambiente.

La eficacia del cobre antimicrobiano se sustenta en una investigación realizada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos —presentada en la

Copptech is expanding to different markets throughout the five continents, based on a model of global distribution, providing raw materials and inputs with antimicrobial protection to its customers and partners.

We are looking for first class distributors to bring Copptech's technology to different brands around the world. Copptech's exclusive distributor for Chile is IGS Group, with whom we have been able to incorporate our technology solutions in the products of leading brands.

To date we have closed agreements to launch products with leading brands in the national and international markets in areas like children's and sport clothing, medical clothing, safety clothing, linens, underwear; sandals, cosmetics, and technological and safety gear, among others.

THE TECHNOLOGY

Copptech takes the antimicrobial properties of copper and zinc, and incorporates them at the molecular level in salts that can be applied to different materials.

When the technology enters in contact with moisture, it releases ions of copper and zinc that penetrate the microorganisms, altering their vital functions and killing them.

The first step is the direct interaction of copper with the bacterium's outer membrane, causing it to break. The second step is related to the loss of vital nutrients and water in the bacterium through the perforations in the cell wall, causing its general weakening.

The technology allows developing products from various materials including: Copptech Threads in different deniers; Copptech Short Fiber; Copptech Polymers; Copptech Membrane.

We are committed to achieving the highest level of antimicrobial properties to protect people, that is why, we validate the effectiveness of our products with leading entities in Chile and abroad. In Chile, University of Chile certified the technology used to develop Copptech solutions.

CERTIFICATION

At a global level Copptech developments are certified by SGS (Société Générale de Surveillance).

On the other hand, copper is the only metal certified by the United States Environmental Protection Agency (EPA) for its antimicrobial properties and because it does not pollute the environment.

The effectiveness of antimicrobial copper is supported by research carried out by the United States Department of Defense—submitted at the International Conference on Prevention and Infection Control of the WHO in Geneva, which demonstrated its ability to reduce the risk of infections by more than 40%.

The effect of the Copptech Thread has been tested with respiratory syncytial virus and the results show more than 90% reduction in virus replication capacity.

Copptech toma las propiedades antimicrobianas del cobre y del zinc, y las incorpora a nivel molecular en micropartículas que pueden ser aplicadas a distintas materialidades.

Copptech takes the antimicrobial properties of copper and zinc, and incorporates them at the molecular level in microparticles that can be applied to different materials.

Aplicaciones de tecnología
Copptech en mouses y toallas





↑ Productos de uso cotidiano en base a micropartículas de cobre y zinc, con hasta un 99% de efectividad antibacteriana y fungicida

Conferencia sobre Prevención de Infecciones de la OMS, en Ginebra— en la que se probó su capacidad de reducción de riesgo de infecciones en más de un 40%.

El efecto del Hilo Copptech ha sido testeado con virus respiratorio sincicial y los resultados muestran más de un 90% de reducción en la capacidad de replicación del virus.

LA ESTRATEGIA

La idea detrás de Copptech es llevar la tecnología que se ha desarrollado en torno a las propiedades del cobre al uso cotidiano y diario de las personas. Para ello, la mejor forma es aplicarla en productos de consumo masivo. El campo es tan amplio que son las mismas empresas/clientes los que van definiendo sus usos.

El método de ICC Biotech es asesorar a los fabricantes en la forma de aplicar la soluciones tecnológicas para que el producto alcance las propiedades antimicrobianas deseadas. Sin embargo, desde un

comienzo nos encontramos con el desafío de mostrarles a nuestros potenciales socios cuál sería el resultado final y concreto de incorporar esta tecnología en sus procesos. Explicar que no significaba que sus productos se transformarían en objetos metálicos sino que mantendrían sus propiedades, sumando a su vez los beneficios del cobre y del zinc, significó un gran esfuerzo.

A la fecha, hemos desarrollado más de 200 prototipos de productos distintos, como carcasas para teléfonos, toallas, mouses, teclados, ropa interior, primeras capas, plantillas y muchos más. Todos estos prototipos han sido certificados por laboratorios en China.

La compañía tiene operaciones permanentes en Chile y China. En el país asiático, ICC Biotech cuenta con un equipo compuesto, entre otros, por ingenieros textiles y en plásticos. Ellos están encargados de desarrollar prototipos con la aplicación de Copptech, asimismo de visitar las fábricas, certificarlas y capacitar al personal para que

THE STRATEGY

Our idea is to bring the technology that has developed around the properties of copper into people's daily and everyday use. To do this, the best way is to apply it in mass consumer products. The range is so wide that the companies/customers themselves are defining its uses.

The method of ICC Biotech is to advise the manufacturers on ways of implementing the technological solutions so that the product reaches the desired antimicrobial properties. From the beginning, however, we faced the challenge of showing our potential partners the end and concrete result of incorporating this technology into their processes. We made a tremendous effort to make them understand that this did not mean that their products would be converted into metal objects but that they would maintain their own properties, with the added benefits of copper and zinc.

To date, we have developed more than 200 prototypes of different products, such as housings for telephones, towels, computer mouse, keyboards, underwear, first layers, insoles and many more. All of these prototypes have been certified Chinese laboratories.

The company has permanent operations in Chile and China. In China, ICC Biotech has a team made up of textile and plastic engineers, among others. They are responsible for developing prototypes with Copptech's application, as well as visiting factories, certifying them and training their staff to use the technology appropriately. The parent company of ICC Biotech is located in Chile and it is responsible for searching and closing distribution agreements in various markets to sell the technological solutions offered by Copptech.

EXPECTATIONS

Copptech's potential projected growth is very attractive. Chile has been our pilot market, since the companies associated with this project are all domestic. In addition, we are talking about a competitive market that has allowed us to have a good benchmark to start expanding the business.

The initial acceptance has been so satisfactory that most of the potential customers that have been visited to offer them Copptech technological solutions have been highly receptive and given concrete steps to

utilicen la tecnología de forma adecuada. En Chile, se encuentra la casa matriz de ICC Biotech, la cual se encarga de la búsqueda y cierre de acuerdos de distribución de Copptech en distintos mercados, y de vender, a través de estos distribuidores, las soluciones tecnológicas que ofrece la marca.

EXPECTATIVAS

El potencial de crecimiento que vemos que tiene Copptech es muy atractivo. Chile ha sido nuestro mercado piloto, ya que las empresas asociadas a este proyecto son nacionales, y además estamos hablando de un mercado competitivo que nos ha permitido tener un buen benchmark para comenzar con la expansión el negocio.

El nivel de aceptación inicial ha sido altamente satisfactorio, tanto así que la mayoría de los potenciales clientes visitados para ofrecerles las soluciones tecnológicas Copptech se han mostrado altamente receptivos y han dado pasos concretos en la posibilidad de incorporar la tecnología en algunos de sus productos.

Hoy ICC Biotech está cerrando acuerdos de distribución en varios países, entre los que se incluyen El Reino Unido, Brasil, Australia, Nueva Zelanda, Ecuador, Colombia, Estados Unidos, entre otros. En Chile, el distribuidor oficial de Copptech, IGSGroup, ya cuenta con alrededor de 15 partners.

study the possibility of incorporating the technology in some of their products.

Today ICC Biotech is closing distribution agreements in several countries, including Brazil, Australia, New Zealand, Ecuador, Colombia, and the United States, among others. IGSGroup, Copptech's official distributor in Chile, already has some 15 partners.

After several months of developing prototypes and samples with the application of the technological solutions, the official launch of Copptech was carried out in early 2015. The company has good growth prospects; so much so, that an ever-increasing number of countries and markets are interested in the benefits of the technology.

While there are other companies that offer alternative technologies with antimicrobial properties, to

Después de varios meses de desarrollo de prototipos y muestras con la aplicación de las soluciones tecnológicas, el lanzamiento oficial de Copptech se realizó a principios del 2015. La compañía tiene buenas perspectivas de crecimiento, en la medida en que cada vez más países y mercados se interesen en los beneficios que tiene la tecnología. Si bien a nivel mundial existen otras empresas que ofrecen tecnologías alternativas con propiedades antimicrobianas, hasta la fecha no han aparecido competidores que ofrezcan la relación costo beneficio que tiene Copptech. La combinación de beneficios del cobre y zinc, la posibilidad de aplicación en la estructura de las materialidades, el estándar de certificación y los costos de producción que Copptech ha alcanzado lo ponen en una posición ventajosa respecto de otros competidores.

Por otra parte ICC Biotech ha logrado que la tecnología Copptech sea utilizada por el NHS (National Health Service) de Inglaterra para

evaluar y testear los beneficios del cobre en los procesos de cicatrización de pacientes.

Velamos por resguardar el estándar de calidad de Copptech, es por ello que mantenemos un estricto control sobre la forma en que la tecnología está siendo implementada.

date no competitors have appeared to offer the cost benefit ratio that Copptech does. The combination of benefits of copper and zinc, the possibility of applying the technology in the structure of the material, the standard of certification and the production costs that Copptech has achieved, place it in an advantageous position compared to its competitors.

It is worth mentioning that Copptech technology is now being used by the NHS (National Health Service) in England to evaluate and test the benefits of copper in the healing process of patients.

We seek to uphold the standard of quality enjoyed by Copptech. That is why we maintain a strict control over the way in which the technology is being implemented.

APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN INSUMOS COPPTECH

Copptech desarrolla, testea y pone a disposición de marcas y distribuidores, materias primas con tecnología antimicrobiana que son la base para el desarrollo de productos.

La tecnología utilizada por Copptech, tiene la potencialidad de desarrollar productos en base a diversas materialidades que incluyen: hilos textiles; telas de no tejido; polímeros (poliéster, nylon, polipropileno, polietileno, poliestireno, ABS, EVA, siliconas, etc.); espumas; formas extruidas; formas inyectadas; resinas; películas; barnices; pinturas. Estas materias primas pueden ser aplicadas en miles de productos entregando propiedades antimicrobianas en forma permanente y segura. Un equipo compuesto por expertos en microbiología, desarrollo de materialidades y virólogos están permanentemente evaluando nuevas aplicaciones de la tecnología de Copptech para futuros desarrollos de materias primas y productos terminados.

APPLICATION OF THE TECHNOLOGY IN COPPTECH INPUTS

Copptech develops, tests and makes available raw material with antimicrobial technology to brands and distributors, which are the basis for the development of products.

The technology used by Copptech, has the potential of developing products based on various materials including textile threads; non-woven fabrics; polymers (polyester, nylon, polypropylene, polyethylene, polystyrene, ABS, EVA, silicones, etc.); foams; extruded forms; injected forms; resins; films; varnishes; and paints. These raw materials can be applied on thousands of products permanently and safely giving them antimicrobial properties. A team made up of experts in microbiology, development of materials and virologists is constantly evaluating new applications of Copptech's technology for future developments of raw materials and finished products.

INCORPORACIÓN DE INSUMOS COPPTECH A PRODUCTOS FINALES

El equipo de expertos de Copptech puede agregar propiedades antimicrobianas a productos ya existentes al incorporar insumos Copptech sin alterar sus procesos productivos. Asimismo, está capacitado para llevar la tecnología de Copptech a distintas fábricas a nivel mundial haciendo más flexible aún el proceso de incorporarlo a productos de diversas marcas.

INCORPORATION OF COPPTECH INPUTS TO FINAL PRODUCTS

The team of experts of Copptech can add antimicrobial properties to existing products by adding Copptech inputs without altering their production processes. It is also capable of taking the Copptech technology to various factories in the world making the process of incorporating the technology to products of various brands, even more flexible.

CAMBIANDO LAS REGLAS DEL JUEGO

A través de distribuidores exclusivos en varios países, Copptech ha incorporado su tecnología en marcas de diferentes áreas. Muchos de estos productos ya están disponibles en el mercado y otros están prontos a estrenarse. Algunos de los partners de Copptech son: Belsport, Vicsa Safety, Meditech, Lourdes, Bash Seguridad, Syn Electronics, Ansaldo, Bertonati, Bamers, Aislantes Nacionales.

CHANGING THE RULES OF THE GAME

Through exclusive distributors in several countries, Copptech has incorporated its technology in brands of different areas. Many of these products are now available in the market and others are ready to be released. Some of Copptech's partners are: Belsport, Vicsa Safety, Meditech, Lourdes, Bash Security, Syn Electronics, Ansaldo, Bertonati, Aislantes Nacionales and Bamers Shoes.

CARTOGRAFÍA DE LA INNOVACIÓN MAPPING OF INNOVATION

CUPRON INC.

Transformar lo ordinario en extraordinario

Transforming ordinary to extraordinary

FOTOGRAFÍAS_PHOTOS: ARCHIVO CUPRON

CUPRON ES UNA EMPRESA DE ISRAEL QUE INCORPORA PERMANENTEMENTE PARTÍCULAS MICROSCÓPICAS DE COBRE A DIFERENTES SUSTRATOS. ASÍ, HAN LOGRADO QUE PRODUCTOS DE USO COMÚN COMO LOS CALCETINES Y LAS ALMOHADAS, SE CONVIERTAN EN SOLUCIONES PARA EL BIENESTAR Y LA SALUD DE LAS PERSONAS.

CUPRON IS A COMPANY IN ISRAEL THAT PERMANENTLY INCORPORATES MICROSCOPIC PARTICLES OF COPPER TO DIFFERENT SUBSTRATES. THEY HAVE ACHIEVED TRANSFORMING COMMON USE PRODUCTS SUCH AS SOCKS AND PILLOWS, INTO SOLUTIONS TO THE HEALTH AND WELL-BEING OF THE PEOPLE.



El cobre tiene dos propiedades que lo hacen un elemento único que puede explotarse para el bienestar de la humanidad. Por un lado, se caracteriza por ser un agente antibacteriano, antiviral y antifúngico de amplio espectro. Por otro, es esencial para el desarrollo y el mantenimiento de los tejidos humanos. Cupron desarrolló una plataforma tecnológica que incorpora permanentemente partículas microscópicas de cobre a diferentes sustratos. Con estos sustratos poliméricos con cobre incorporado, se puede fabricar básicamente cualquier textil, producto plástico extruido o moldeado. Al incorporar cobre a productos ordinarios como los calcetines, fundas de almohadas, sábanas de hospital o superficies duras, estos se transforman en productos extraordinarios. El producto adquiere tales propiedades de por vida. Por ejemplo, los calcetines que contienen cobre tienen propiedades antimicóticas poderosas que protegen los pies de infecciones por hongos, como sucedió con los que utilizaron con éxito los mineros atrapados en Copiapó, Chile. De igual manera, la ropa de cama de los hospitales y las superficies duras que contienen cobre, matan a los agentes patógenos peligrosos

Copper has two key distinct properties that make it a very unique element that can be exploited for the wellness of mankind. On the one hand, copper has potent wide spectrum antibacterial, antiviral and antifungal intrinsic characteristics. On the other hand, copper is essential to the development and maintenance of human tissue. Cupron developed a platform technology that permanently embeds microscopic copper particles into different polymeric substrates, basically any textile, extruded or cast plastic product can be produced. By introducing copper into ordinary products, such as socks, pillowcases, hospital linens or hospital hard surfaces, they are transformed into extraordinary products. The endowed properties to the products remain throughout their useful life. For instance, socks containing copper have potent antifungal properties that can protect the feet from fungal infections, as successfully used by the trapped miners in Copiapó, Chile. Similarly, hospital linens and hard surfaces that contain copper, kill dangerous pathogens and reduce the risk of cross contamination and transmission of healthcare-associated (nosocomial) pathogens. In contrast, sleeping on copper containing pillowcase reduce facial

y reducen el riesgo de contaminación cruzada y la transmisión de agentes patógenos asociados a centros de salud. Dormir con fundas de almohada que contienen cobre reduce las arrugas faciales y mejora el bienestar de la piel. Este artículo revisa algunos productos que utilizan la tecnología patentada de Cupron.

MÚLTIPLES APLICACIONES

A lo largo de los siglos, las soluciones basadas en cobre han sido utilizadas para tratar enfermedades pulmonares, úlceras y enfermedades de la piel, y para purificar el agua por muchas civilizaciones distantes geográficamente como los griegos, celtas, fenicios, egipcios, hindúes y los aztecas. Más recientemente, cientos de estudios científicos han demostrado las propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas de amplio espectro del cobre y sus componentes. Hoy se utiliza para proteger madera, pinturas, piscinas, barcos y otras superficies de musgo, moho, bacterias y hongos.

Debido a sus potentes propiedades antimicrobianas, el cobre y los compuestos a base de cobre se utilizan en muchas áreas relacionadas con la salud, tales como la reducción de caries dentales, la prevención de la concepción, la disminución de las enfermedades transmitidas por los alimentos, el control de la Legionella y otras bacterias en los sistemas de abastecimiento de agua de hospitales, la reducción de la carga microbiana de patógenos y las infecciones nosocomiales en los hospitales. Se han producido una variedad de productos con propiedades extraordinarias utilizando la tecnología de cobre Cupron como, por ejemplo, fundas que reducen las

arrugas faciales y calcetines que previenen y tratan las infecciones por hongos de los pies. De hecho, las propiedades extraordinarias de los calcetines que contienen cobre se demostró después de que los usaron los 33 mineros chilenos atrapados a aproximadamente 700 metros bajo tierra en Copiapó, Chile, en agosto de 2010. Debido a las condiciones bajo tierra, como alta temperatura y un alto porcentaje de humedad ambiente, después de dos semanas, la mayoría de los mineros sufrieron problemas de la piel, sobre todo en sus pies. Se les entregó una crema anti-hongos a través de los conductos de comunicación pero no mejoró. Treinta y seis días después de estar atrapados, recibieron calcetines. Una vez rescatados, 69 días después de que la mina colapsó, ante la sorpresa de los médicos que atendieron a los mineros inmediatamente después de su rescate, la piel de sus pies estaba en muy buenas condiciones. Resultó que la dolencia desapareció después de un período de cuatro a siete días de usar los calcetines y sus pies permanecieron sanos durante toda la odisea.

Cupron cree que la ropa de cama de hospital desempeña un papel importante en la transmisión de patógenos y en las infecciones adquiridas en el hospital y que el uso de textiles antimicrobianos, especialmente en sábanas, pijamas y batas que están en contacto con la piel del paciente, reducirían la carga microbiana y las infecciones nosocomiales. Se han fabricado sábanas y toallas, batas y pijamas para el paciente, y ropa para enfermeras, utilizando la tecnología Cupron. En efecto, al sustituir la ropa de cama habitual del hospital y los uniformes del personal con telas impregnadas con óxido

de cobre con propiedades biocidas, las infecciones asociadas con la atención de salud en las salas de cuidado de largo plazo se redujeron significativamente (~ 25%) y, por consiguiente, hubo una drástica disminución del consumo de antibióticos y de otros costos de tratamientos relacionados.

Del mismo modo, Cupron ha introducido su tecnología a superficies sólidas no porosas otorgándoles propiedades biocidas poderosas y permanentes. La tecnología ha sido aprobada por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). Mediante su uso se han fabricado superficies de mesones, tableros de piso, barandas de camas, mesas de enfermo, lavaderos, lavatorios y otros muebles de hospital. Actualmente, estos productos han sido instalados en nueve hospitales en Estados Unidos e Israel. Los datos preliminares han arrojado una reducción significativa de la carga biológica de organismos resistentes a múltiples drogas y bacterias difíciles de matar como el *Clostridium difficile*.

Cupron introduce una nueva dimensión a un paradigma de diseñador antiguo con el objetivo de mejorar la experiencia humana en el habitar. Históricamente los esfuerzos de los diseñadores en el “entorno construido” se centraron en la integración de la funcionalidad con la estética de la construcción. Las soluciones Cupron ofrecen a los diseñadores la posibilidad de mejorar los materiales para incrementar la seguridad y mejorar los resultados en los pacientes. Y la “nueva” herramienta de Cupron para la caja de herramientas del diseñador se basa en un elemento abundante que mantiene la vida: el cobre.

wrinkles and improve the wellbeing of the skin. This article reviews some products using cupron's proprietary technology and discusses how ordinary products are transformed into extraordinary ones by embedding them with microscopic copper particles.

MULTIPLE USES

For centuries, copper based solutions have been used for treating pulmonary diseases, sores and skin diseases and for purifying water by many geographically isolated civilizations, such as the Greeks, Celts, Phoenicians, Egyptians, Hindus, and Aztecs. More recently hundreds of scientific studies have demonstrated the wide spectrum antibacterial, antiviral and antifungal properties of copper and copper compounds. Today copper compounds and copper based solutions are widely used for protecting wood paints, pools, boats, and other surfaces from moss, mildew, bacteria and fungi.

Due to their potent biocidal properties, copper and copper-based compounds are used in many health related areas, such as reduction of cavities in dentistry, prevention of conception, reduction of foodborne diseases, control of Legionella and other bacteria in hospital water distribution systems, and reduction of pathogen bioburden and nosocomial infections in hospitals.

By using Cupron copper technology, a variety of products have been made with extraordinary properties, such as pillowcases that

reduce facial wrinkles and socks that prevent and treat fungal foot infections (athlete's foot). Indeed, the extraordinary properties of the socks containing copper were demonstrated following their use by the 33 Chilean miners trapped ~700 meters belowground in Copiapo, Chile, on August 2010. Due to the very harsh conditions belowground, such as high temperature and high humidity, within two weeks most miners suffered from skin problems, mostly in their feet. An anti-fungal cream was delivered to the miners through the borehole but their skin maladies did not improve. Thirty-six days after being trapped belowground, the miners received socks. After being rescued 69 days after the mine collapse, to the amazement of the doctors that attended the miners immediately after their rescue, their feet skin condition was extremely good. It turned out that their skin maladies disappeared within 4-7 days of using the socks while still underground, and their feet remained healthy throughout the ordeal.

Cupron believes that hospital linens play an important role in pathogen transmission and hospital-care acquired infections and that using biocidal textiles, especially sheets, pajamas and gowns that are in contact with the patient skin, would reduce bioburden and nosocomial infections. By using Cupron technology, hospital biocidal sheets and towels, patient robes and pajamas, and nurse clothing, have been manufactured. As hypothesized, indeed, by replacing non-biocidal regular hospital linens

and personnel uniforms with biocidal copper oxide impregnated products the rates of healthcare-associated infections (HAI) in a long-term care ward were statistically significantly reduced by ~ 25% and accordingly there was a drastic decrease of antibiotics consumption and other related treatment costs.

Similarly, Cupron has introduced its technology into non-porous solid surfaces endowing them with potent permanent biocidal properties, as approved by the US Environmental Protection Agency (EPA). By using this technology, countertops, floor panels, bed rails, overbed tables, sinks, basins, and other hospital furniture are made. Currently these products have been installed in 9 hospitals in the USA and Israel. Preliminary data has shown a significant reduction of bioburden of multidrug resistant organisms and of hard to kill bacteria, such as *Clostridium difficile*.

Cupron introduces a new design dimension to an old designer paradigm, all to improve the human experience in the building. Historically designers' efforts in the “Built Environment” focused upon integrating building functionality with building aesthetics. Cupron solutions offers designers the chance to enhance those building and operating materials to improve patient safety and patient outcomes. And Cupron's “new” tool for the designer's toolkit relies upon an abundant, life sustaining element... copper.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHY REFERENCES

- Borkow G., 2012. “Using copper to fight microorganisms”, *Current Chemical Biology*.
- Borkow G. and Monk A.B., 2012. “Fighting nosocomial infections with biocidal non-intrusive hard and soft surfaces”, *World Journal Clinical Infectious Diseases*.
- Borkow G. and Mellibovsky J.C., 2012. “Resolution of skin maladies of the trapped Chilean miners: the unplanned underground copper-impregnated antifungal socks ‘trial’”, *Archives of Dermatology*.
- Borkow G. and Gabbay J., 2008. “Biocidal textiles can help fight nosocomial infections”, *Medical Hypotheses*.
- Borkow G. and Gabbay J., 2004. “Putting copper into action: copper-impregnated products with potent biocidal activities”, *FASEB Journal*.
- Dollwet H.H.A. and Sorenson J.R.J., 2001. “Historic uses of copper compounds in medicine”, *Trace Elements in Medicine*.
- Faúndez G., Troncoso M., Navarrete P., Figueroa G., 2004. “Antimicrobial activity of copper surfaces against suspensions of Salmonella enterica and Campylobacter jejuni”, *BMC Microbiology*.
- Gabbay J., Mishal J., Magen E., Zatzoff R.C., Shemer-Avni Y., Borkow G., 2006. “Copper oxide impregnated textiles with potent biocidal activities”, *Journal of Industrial Textiles*.
- Lazary A., Weinberg I., Vatine J.J. et al., 2014. “Reduction of healthcare-associated infections in a long-term care brain injury ward by replacing regular linens with biocidal copper oxide impregnated linens”, *International Journal of Infectious Diseases*.
- Malnick S., Bardenstein R., Huszar M., Gabbay J., Borkow G., 2008. “Pyjamas and sheets as a potential source of nosocomial pathogens”, *Journal of Hospital Infection*.
- Monk A.B., Kanmukhla V., Trinder K., Borkow G., 2014. “Potent bactericidal efficacy of copper oxide impregnated non-porous solid surfaces”, *BMC Microbiology*.
- O'Brien P.A., Kulier R., Helmerhorst F.M., Usher-Patel M., D'Arcangues C., 2008. “Copper-containing, framed intrauterine devices for contraception: a systematic review of randomized controlled trials”, *Contraception*.
- Sarjomaa M., Urdahl P., Ramsli E., Borchgrevink-Lund C.F., Ask E., 2011. “Prevention of Legionnaires disease in hospitals”, *Tidsskr Nor Laegeforen*.
- Schmidt M.G., Banks A.L., Salgado C.D., 2014. “Role of the microbial burden in the acquisition and control of healthcare associated infections: the utility of solid copper surfaces”.
- Thneibat A., Fontana M., Cochran M.A. et al., 2008. “Anticariogenic and antibacterial properties of a copper varnish using an in vitro microbial caries model”, *Operative Dentistry*.

MABEL VEGA Y CLAUDIO ZAROR, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN / DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING, UNIVERSITY OF CONCEPCIÓN

Cómo medir el impacto ambiental de la producción de cobre

How to measure the environmental impact of copper production

FOTOGRAFÍAS_PHOTOS: ARCHIVO PROCOBRE, CODELCO

A TRAVÉS DE DOS PROYECTOS FONDEF, UN EQUIPO DE INVESTIGADORES DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN EVALUÓ EL CICLO DE VIDA DE LA PRODUCCIÓN PRIMARIA DE COBRE Y PLANTEÓ CÓMO DESARROLLAR UNA DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTOS CERTIFICADA. EL OBJETIVO ES QUE ESTE METAL, TAN VALIOSO PARA LA ECONOMÍA NACIONAL, PUEDA COMPETIR EN MERCADOS CADA VEZ MÁS EXIGENTES EN TÉRMINOS DEL IMPACTO QUE LA FABRICACIÓN DE UN BIEN GENERA EN EL MEDIO AMBIENTE.

THROUGH TWO FONDEF PROJECTS, A TEAM OF RESEARCHERS FROM THE UNIVERSITY OF CONCEPCIÓN ASSESSED THE LIFE CYCLE OF THE PRIMARY PRODUCTION OF COPPER AND RAISED HOW TO DEVELOP A CERTIFIED ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION FOR COPPER AND COPPER PRODUCTS. THE GOAL IS THAT COPPER, A PRODUCT SO VALUABLE TO THE CHILEAN ECONOMY, MAY BE ABLE TO COMPETE IN INCREASINGLY DEMANDING MARKETS IN TERMS OF THE IMPACT THAT THE PRODUCTION OF A GOOD HAS ON THE ENVIRONMENT.



Desde tiempos prehistóricos el hombre ha buscado mejorar su rendimiento en funciones propias de la supervivencia a través de la creación de herramientas y armas. En pos de este propósito trató de usar diversos materiales como los huesos, madera y piedra, hasta llegar a los metales, que poseen propiedades físicas que destacan por su resistencia y conductividad térmica. Estos últimos implicaron un cambio radical en la tecnología asociada, pues para su obtención era necesario pasar por un proceso metalúrgico.

Uno de los primeros metales usados para fines funcionales y no suntuarios fue el cobre. Con él se hicieron diversos artículos como cántaros, copas, monedas y algunas armas. Sin embargo, para ese uso surgió una desventaja, pues posee características de maleabilidad y ductilidad a temperaturas ambiente, por lo que se hizo necesario mejorar su dureza. Con el tiempo y el manejo de las técnicas de aleación, el hombre pudo mejorar las

características del cobre a través de su mezcla con estaño, para así dar paso al bronce.

Actualmente el cobre se sigue utilizando y —gracias a sus múltiples propiedades conocidas— tiene un amplio campo de aplicaciones, destacando, entre las tradicionales, la industria eléctrica y térmica y, por otra parte, las más innovadoras, como agente bactericida en ropa¹ y en tableros de aglomerados².

EL MERCADO DEL METAL ROJO

La participación del cobre en el mercado mundial de metales alcanza la tercera posición en cuanto a la producción, después del hierro y el aluminio. Durante el año 2014, la producción mundial de cobre refinado alcanzó un total de 23.009 kilotoneladas. El mercado está compuesto por oferta de cobre primario y secundario. El primario es el metal que se extrae directamente desde la mina, mientras que el secundario es el que proviene del proceso de reciclaje. La producción primaria de

Since prehistoric times man has tried to improve his performance in activities that allow him to survive by creating tools and weapons. With this purpose, he tried to use various materials such as bone, wood and stone, until he discovered metals, whose physical properties stand out for their resistance and thermal conductivity. Metals brought about a radical change in the associated technology because it was necessary to go through a metallurgical process to get them.

One of the first metals used for functional and not luxury purposes was copper. It was used to make different items such as pitchers, cups, coins and some

weapons. However, for the latter use it was necessary to improve copper's hardness because of its malleability and ductility at ambient temperature. Over time and after experimenting with alloy techniques, man was able to improve the characteristics of copper by mixing it with tin, which led to the production bronze.

At present copper is still being used and—thanks to its multiple known properties—has a wide range of applications, among the traditional ones, in the electrical and thermal industries and, on the other hand, in the most innovative applications, as a bactericidal agent in clothing¹ and in plywood boards.²

¹http://www.codelco.com/crean-ropa-con-cobre-antimicrobiano-para-ninos-piel-de-cristal/prontus_codelco/2013-08-09/154149.html

²http://www.codelco.com/codelco-y-arauco-amplian-comercializacion-de-melamina-con-cobre-a-otros-mercados-de-la-region/prontus_codelco/2013-08-16/115856.html

Chile es el principal productor de cobre a nivel mundial. Durante el año 2014 su contribución fue del 31,2% de cobre primario, seguido por China y Perú con un 9,6% y 7,5%, respectivamente.

Chile is the leading producer of copper in the world. During 2014 it contributed with 31.2% of primary copper, followed by China and Peru with a 9.6% and 7.5% respectively.

cobre tiene como principales productores a China, Chile y Perú, mientras que los principales compradores son China, Estados Unidos y Japón. China aflora como un actor relevante en este mercado, que pasó de concentrar en 2003 el 17% del total de importaciones, a un 40% durante 2013. Ante este incremento en la demanda, el precio de venta del cobre se ha mantenido al alza durante la última década (ver figura 1).

El cobre es un insumo clave para el proceso de desarrollo al cual se ha sometido China durante los últimos años, por lo que se espera siga siendo una poderosa fuerza motora que arrastre a la industria nacional del cobre.

Chile es el principal productor de cobre a nivel mundial. Durante el año 2014 su contribución fue del 31,2% de cobre primario³, seguido por China y Perú con un 9,6% y 7,5%, respectivamente. Como consecuencia de esta participación la actividad minera durante 2014 representó alrededor de un 10% del Producto Interno Bruto y fue el responsable de

la generación de 56 mil 630 puestos de trabajo⁴. Durante los últimos 15 años, la producción de cobre en Chile ha crecido cerca de un 25% y con esto también lo ha hecho la demanda de sus principales insumos, como lo son la electricidad, los combustibles y el ácido sulfúrico.

CÓMO MEDIR EL IMPACTO AMBIENTAL

Ante estos antecedentes, la relevancia de la minería del cobre en la economía chilena es evidente, arrastrando consecuencias positivas por la vía del desarrollo económico y también implicando impactos ambientales de los cuales hacerse cargo. Esta carga ambiental se ha convertido en un parámetro relevante al momento de evaluar el desempeño de los procesos productivos.

Los atributos ambientales de los productos están adquiriendo creciente importancia en las transacciones comerciales, particularmente en los países de la OCDE, donde

Chile is the leading producer of copper in the world and during 2014 it contributed with 31.2 % of primary copper³. This makes it the largest producer, followed by China and Peru with a 9.6 % and 7.5 % respectively. As a result of this share, mining activity during 2014 accounted for about 10% of the country's Gross Domestic Product and was responsible for the generation of 56,630 jobs⁴. During the past 15 years, copper production in Chile has grown by about 25% and along with this, the demand for its main inputs like electricity, fuels and sulfuric acid, has also risen.

HOW TO MEASURE THE ENVIRONMENTAL IMPACT

Based on this background information, the relevance of copper mining to the Chilean economy is evident. Its positive impact is the economic development it drives, but it also has environmental impacts that must be addressed. This environmental load has

³ Cochilco (2014). Producción mundial y chilena de cobre de mina anual, porcentaje y tonelaje.

⁴ Cochilco (2014). Anuario Estadístico.

los etiquetados y declaraciones han ayudado a promover el suministro y consumo de productos amigables con el entorno. En años recientes, la International Organization for Standardization (ISO) ha publicado varias normas cuyo objetivo es promover la generación de información ambiental, en base a datos confiables y metodologías estandarizadas. Los estándares de gestión ambiental definidos en las normas ISO 14.040:2006 e ISO 14.044:2006, especifican las directrices

para abordar una evaluación de ciclo de vida (ECV) de un sistema productivo, producto o servicio.

La metodología de ciclo de vida se define como la inclusión sucesiva de todas las etapas del proceso productivo a la evaluación de las cargas ambientales asociadas; desde la extracción hasta la disposición final. Este alcance se conoce también como enfoque desde la cuna hasta la tumba. La metodología de ciclo de vida permite identificar y cuantificar

become a relevant parameter at the time of assessing the performance of productive processes.

The environmental attributes of the products are gaining increasing importance in commercial transactions, particularly in OECD countries where product labelling and information have helped to promote the supply and consumption of environmental-friendly products. In recent years the International Organization for Standardization (ISO) has published several standards whose purpose is to promote the generation of environmental information

based on reliable data and standardized methodologies. The environmental management standards defined in ISO standards 14,040:2006 and ISO 14,044:2006 specify the guidelines to conduct a Life Cycle Assessment (LCA) of a productive system, product or service.

The life cycle methodology is defined as the successive inclusion of all the stages of the production process in the assessment of the associated environmental loads, from extraction to final disposal. This approach is also known as from the cradle to the

Cátodos de cobre





➊
Cátodos de cobre

los aspectos ambientales asociados a lo largo de toda la cadena de valor de la producción de un servicio o producto.

Bajo este enfoque también se puede comparar el desempeño ambiental de diferentes productos, entre ellos los metales de mayor producción mundial como el hierro, aluminio y cobre. La carga ambiental asociada a sus productos, será dependiente del desempeño ambiental de los procesos e insumos utilizados. De esta forma se puede hacer una

comparación con datos promedios europeos y resultados nacionales (ver figura 2).

El desempeño ambiental se puede medir a través de las diferentes categorías de impacto, las que han sido desarrolladas por científicos a partir de información estadística real. Una de las más conocidas es cambio climático, que se calcula en base a las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) asociadas a un producto o servicio. Existen otras

grave. The life cycle methodology allows identifying and quantifying the associated environmental aspects throughout the production value chain of a service or product.

This approach also makes it possible to compare the environmental performance of different products, including the metals mostly produced globally such as iron, aluminum and copper. The environmental load associated with their products depends on the environmental performance of the processes and inputs used. It permits making a comparison using average European and Chilean data (see figure 2).

Environmental performance can be measured through different impact categories, which have been developed by scientists

based on actual statistical information. One of the best known categories is climate change that is calculated on the basis of the emissions of greenhouse gases (GHG) associated with a product or service. There are a number of other categories that focus on different types of environmental impacts, such as: ecotoxicity in bodies of water and the sea; photo-oxidation; the reduction of abiotic resources; acidification; eutrophication; the reduction of the ozone layer; and human toxicity. Each impact category is associated with a pool of pollutants that are produced in the different stages of the productive life cycle. In the case of the climate change impact category, all emissions of greenhouse gases linked to the life cycle of a product are quantified. The best known

que se enfocan en diferentes tipos de impactos ambientales, como: ecotoxicidad en cuerpos de agua y el mar; oxidación fotoquímica; reducción de recursos abióticos; acidificación; eutrofización; reducción de la capa de ozono; y toxicidad humana. Cada categoría de impacto está asociada a un pool de contaminantes que se producen dentro de las etapas de ciclo de vida productivo. En el caso de la categoría de impacto de cambio climático, se incorporan en la cuantificación todas las emisiones de gases con efecto invernadero asociadas al ciclo de vida del producto. Los gases con efecto invernadero más conocidos son el dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, refrigerantes órgano-halogenados, etcétera.

Con el propósito de permitir la toma de decisión informada por parte de los consumidores, los resultados obtenidos de la cuantificación de los impactos ambientales asociados en cada categoría se deben gestionar y comunicar. De la necesidad de una comunicación transparente del desempeño ambiental, surge un formato de reporte que cumple con este requisito. En particular, la norma ISO 14.025:2006 entrega los principios y procedimientos para elaborar Declaraciones Ambientales de Productos (Tipo III), con vistas a presentar los aspectos e impactos ambientales asociados a su ciclo de vida y facilitar la comunicación entre los proveedores, sus clientes y consumidores. Las Declaraciones Ambientales de Productos (DAP, también conocidas como EPD, por su sigla en inglés), se basan en un conjunto de requisitos y guías específicas establecidas en las Reglas por Categoría de Producto (RCP, conocidos como PCR, por su sigla en inglés). De acuerdo a ISO 14.025:2006, una RPC debe entregar claras orientaciones para definir los objetivos y alcances de la DAP, incluyendo la unidad funcional, las etapas del ciclo de vida que se deben considerar en la evaluación y otra información relevante para realizar la ECV.

Se espera que las DAP se transformen en requisitos obligatorios para el ingreso de productos a los mercados de mayor exigencia ambiental, como Francia y Japón. En la actualidad,

solo se requiere la declaración de la Huella de Carbono, mientras que el resto de los países de la Unión Europea y Estados Unidos están dando señales de que seguirán pronto esta misma tendencia. Por otra parte, la Política Integral de Productos de Europa (IPP) promueve, desde 2005, el uso de metodologías con enfoque de ciclo de vida para el desarrollo de productos y para fomentar la competitividad orientada hacia la mejora ambiental continua de productos, servicios y sistemas productivos. Los requerimientos crecientes por DAP en el mundo impactarán fuertemente a la cadena productiva, desde los fabricantes de productos finales hacia atrás en la cadena de valor.

LOS RESULTADOS DEL COBRE

Dado que el cobre representa el principal producto de exportación de nuestro país, se consideró necesario desarrollar capacidades locales para realizar Declaraciones Ambientales de Producto para dicho rubro. Es por ello que el Centro de Investigaciones Minera y Metalúrgica (CIMM) junto con la Universidad de Concepción concursaron un segundo proyecto Fondef denominado “Declaraciones Ambientales de Producto certificadas, ISO 14.025, para el cobre y productos del cobre”, el cual fue adjudicado en el año 2010 (código del proyecto Fondef D09i1188). Hasta antes del comienzo de este proyecto no existían Reglas por Categoría de Productos para el cobre ni herramientas de apoyo para la elaboración de las correspondientes Declaraciones Ambientales de Productos. Ello constituyó uno de los principales objetivos de esta iniciativa.

Los primeros resultados formales de la aplicación de esta metodología a nivel nacional enfocada a la producción del cobre, se desarrollaron en el marco del proyecto Fondef D06I1060 denominado “Sistema de evaluación de Ciclo de Vida de la producción primaria de cobre: bases de datos para inventarios de ciclo de vida de referencia y modelos parametrizables”, llevado a cabo por este mismo equipo de trabajo

greenhouse gases are carbon dioxide, methane, nitrous oxide, and organohalogenated coolants, among others.

In order to allow consumers to make informed decisions, the results obtained from the quantification of the environmental impacts associated with each category must be managed and communicated. A reporting format was devised to meet the need for transparent communication of environmental performance. In particular, the ISO 14,025 :2006 standard delivers the principles and procedures for preparing Environmental Product Declarations (Type III) in order to present the environmental aspects and impacts associated with their life cycle and facilitate communication between suppliers, customers and consumers. The Environmental Product Declarations (EPD) are based on a set of specific requirements and guides for each product established in the Product Category Rules (PCR). According to ISO 14,025 :2006, a PCR must deliver clear guidelines to define the objectives and scope of the EPD, including the functional unit, the stages of the life cycle that should be included in the assessment and other relevant information to perform the LCA.

It is expected that the EPD will become mandatory requirements for the entry of products to the markets with greater environmental requirements such as France and Japan, which at present, only require the carbon footprint statement. However, the rest of the countries of the European Union and the USA are giving signals that they will soon follow the same trend. On the other hand, the Integrated Product Policy of Europe (IPP) has promoted the use of methodologies with a life-cycle approach in the development of products and to encourage competitiveness focused on continuously reducing the environmental impacts of products, services and productive systems. The increasing requirements of EPD in the world will have a significant impact on the production chain, from manufacturers of final products backwards in the value chain.

THE RESULTS OF THE COPPER

Given that copper is Chile's main export product, it was considered necessary to develop local capacities to perform Environmental Product Declarations (EPDs) for the copper industry. This is the

en conjunto con el entonces CIMM. De este trabajo, el resultado más relevante fue la certificación según estándar ISO 14.044:2006 del Inventario de Ciclo de Vida de la Producción y Transmisión Eléctrica en Chile (Registro N° 241.457, 2014, Universidad de Concepción)⁵. Esta investigación, certificada por pares internacionales, fue la primera en su tipo desarrollada a nivel nacional.

El objetivo de este proyecto fue generar un sistema informático para apoyar la elaboración de Declaraciones Ambientales de Productos (DAP) para los principales productos de la minería del cobre chilena: concentrado, cátodos y alambón de cobre. Para ello, fue necesario desarrollar previamente las Reglas por Categoría de Productos (RCP) específicas para dichos ítems.

La preparación de las RCP se realizó de acuerdo con lo estipulado en la norma ISO 14.025:2006, incluyendo su validación a través de consulta pública. Dicho proceso fue liderado por el International EPD® System⁶. Las categorías de impacto que se consideran en la DAP de los productos de cobre incluyen: cambio climático, potencial de acidificación, potencial de eutrofización, potencial de agotamiento de la capa de ozono y potencial de oxidación fotoquímica.

El sistema informático que sirve como soporte se basa en las guías metodológicas establecidas en la RPC y en modelos parametrizados. Se incluyen dos módulos de cálculo: uno corresponde a los procesos de elaboración de materias primas (concentrado y cátodos de cobre); y el otro aborda los

procesos de manufactura del alambón de cobre. Este sistema es necesario mantenerlo actualizado, al igual que las bases de datos que lo respaldan, para que sea consistente con las variaciones propias de los sistemas productivos nacionales. Por ejemplo, el caso de la generación de electricidad en el norte y en la zona central es un parámetro que varía año a año impredeciblemente. Su variación es tanto en cantidad de energía producida como en proporción de cada tipo de tecnología operativa. Al variar esta última se modifica la carga ambiental asociada a la generación eléctrica que, por consecuencia, hace variar la de la matriz en su totalidad. Lo anterior repercute en todos los procesos que utilicen electricidad para funcionar. De este modo, la carga ambiental asociada a la producción de cobre varía, haciéndose necesaria la actualización ex - post de los procesos operativos durante el año de referencia utilizado. Lo mismo puede ocurrir con otros procesos que vean dramáticas variaciones por implementación de medidas de gestión interna o recambio tecnológico.

La comunicación de los resultados que derivan de una Declaración Ambiental de Producto sirve para proveer de información validada, vigente, oportuna y con base científica para la toma de decisión tanto en organismos públicos como privados. Las limitaciones de esta comunicación están dadas por los aspectos que allí se definen y que por requerimiento metodológico deben quedar expresadas.

El conocimiento generado en torno a la creación de esta herramienta constituye la base de un prototipo, con la capacidad

reason why the Center for Mining and Metallurgical Research (CIMM for its acronym in Spanish) together with the University of Concepción presented a second Fondef project called "Certified Product Environmental Declarations, ISO 14,025 for Copper and Copper Products", which was awarded in 2010 (project code Fondef D09i1188). Until before the beginning of this project, there were no Rules by Product Category for copper, or support tools for the development of the corresponding Environmental Product Declarations. This was one of the main objectives of this project.

The first formal results of the implementation of this methodology at the national level with a focus on the production of copper were developed in the framework of the Fondef D06R1060 project called "Life Cycle Assessment System of the primary production of copper: databases for inventories of reference life cycle and parametrizable models," carried out by the same project team in conjunction with the then existing CIMM. The most relevant result of this project was certification according to ISO 14,044 standard: 2006 of the Life Cycle Inventory of Electricity Generation and Transmission in Chile (Registration No. 241,457, 2014, University of Concepcion)⁵. This research, certified by international peers, was the first of its kind developed in Chile.

The objective of this project was to develop a computer system to support the development of Environmental Product Declarations (EPD) for the main products of Chilean copper mining: copper

concentrate, cathodes and rods. To do this, it was necessary to previously develop the specific Product Category Rules (PCR) for those items.

The preparation of the PCR was performed in accordance with the provisions in ISO 14,025:2006, including its validation through public consultation. This process was led by the International EPD® System⁶. The impact categories that are considered in the EPD of copper products include: climate change, acidification potential, eutrophication potential, ozone-depletion potential and photo-oxidation potential.

The computer system that serves as support is based on the methodological guidelines established in the PRC and in parameterized models. There are two calculation modules: one corresponds to the processes for the preparation of raw materials (concentrate and copper cathodes); and the other deals with the copper rod manufacturing processes. This system as well as the support databases must be maintained updated so that it is consistent with the typical variations of the domestic productive systems. For example, electricity generation in the north and the central zones of Chile is a parameter that varies every year unpredictably. It varies both in the amount of energy produced and in the proportion of each type of operational technology. The variation of the latter modifies the environmental load associated with electric power generation that, consequently, varies the load of

⁵ Life Cycle Inventory of Electricity generation and Transmission in Chile (2011). Zaror, C. & Vega, M.

⁶ Swedish Environmental Council www.environdec.com

Esquema del encadenamiento de las etapas productivas y sus implicancias ambientales.
Diagram of the chain network of the production stages and its environmental implications.



Figura 1: Evolución del precio del cobre medido como cobre refinado BML, equivalente a cobre grado A en la Bolsa de Metales de Londres. Elaboración propia. Datos: Cochilco, 2015.
Figure 1: Evolution of the copper price measured as refined copper LME, equivalent to grade A copper on the London Metal Exchange. Author's compilation based on Cochilco, 2015 data.

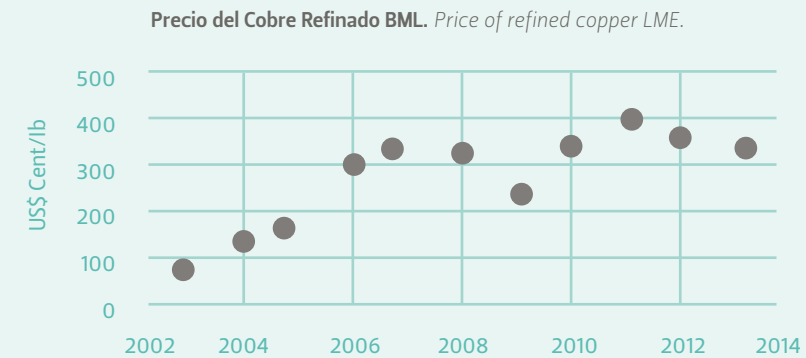
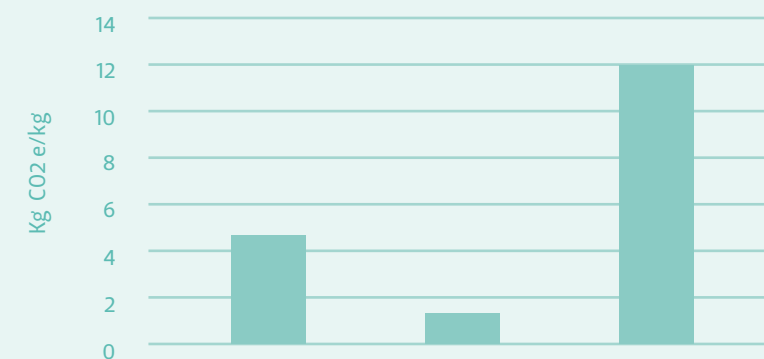


Figura 2: Comparación de la carga ambiental, medida como emisión de gases con efecto invernadero, de la producción primaria de metales. Promedios europeos y resultado nacional. Fuente: Ecoinvent ver. 2.2 y resultados proyecto Fondef D09i1188.

Figure 2: Comparison of the environmental load, measured as the emission of greenhouse gases of the primary production of metals. European averages and Chile's result. Source: Ecoinvent ver. 2.2 and results of Fondef D09i1188 project. London Metal Exchange. Author's compilation based on Cochilco, 2015 data.

Emisiones de gases con efecto invernadero asociadas a la producción de metales. Enfoque de Ciclo de Vida.
Greenhouse gas emissions associated with the production of metals. Life-cycle approach.



Cátodos EW de cobre, en hierro primario, en la planta de aluminio, primaria, en la planta Chilena.
Copper Cathode EW, at Primary Iron, at plant Aluminium, primary, at Chile plant.

de expandirse a otros productos de interés nacional. Asimismo, la capacidad de generar información válida y transparente es un objetivo indirecto, que el equipo de trabajo de la Universidad de Concepción ha comenzado a consolidar a través de publicaciones científicas, participación en congresos nacionales e internacionales, soporte al sector público y privado y foros de discusión de alto nivel internacional. De igual forma, la experticia desarrollada durante estos dos proyectos es consistente con las intenciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Concepción de fortalecer capacidades en torno a la sustentabilidad minera y de procesos productivos. Prueba de lo anterior es la creación del Centro de Excelencia en Minería que se encuentra en desarrollo entre la Facultad de Ingeniería con el Instituto de Minería Sustentable de la Universidad de Queensland, Australia. Este Centro es financiado con fondos Corfo y busca la promoción y desarrollo de la investigación aplicada a la minería y metalurgia extractiva.

Este tipo de resultados, que tienen directa pertinencia con el quehacer nacional, con alto impacto en sus proyecciones internacionales y con carácter de aporte académico al sector privado y público, son los que la Facultad de Ingeniería busca fortalecer y propender, de modo tal que contribuyan al origen de grandes soluciones.

AGRADECIMIENTOS

A los proyectos Fondef D06I1060 denominado "Sistema de evaluación de Ciclo de Vida de la producción primaria de cobre: bases de datos para inventarios de ciclo de vida de referencia y modelos parametrizables", Fondef D09I1188 denominado "Declaración ambiental de productos certificada, ISO 14.025, para el cobre y productos del cobre" y a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, Conicyt.

the entire electric power generation matrix. This has an impact on all processes that use electricity to operate. Therefore, the environmental load associated with the production of copper varies, making it necessary to update ex-post the operating processes during the reference year used. The same can happen with other processes that suffer dramatic variations due to the implementation of internal management measures or technology replacement.

The communication of the results that derive from an Environmental Product Declaration serves to provide validated, current, timely information with a scientific basis for decision-making in both private and public organizations. The limitations of this communication are determined by the aspects defined in the EPD and that due to methodological requirements must be expressed.

The knowledge generated as a result of the creation of this tool is the basis of a prototype, with the ability to expand to other products of national interest. Also, the ability to generate valid, transparent information is an indirect target, which the project team of the University of Concepción has started to consolidate through scientific publications, participation in national and international conferences, support to the public and private sectors and high-level international discussion forums. Similarly, the expertise developed during these two projects is consistent

with the intention of the Faculty of Engineering at the University of Concepción of strengthening capabilities related to the sustainability of mining and production processes. Proof of this is the creation of the Center of Excellence in Mining that is being developed by the Faculty of Engineering with the Institute of Sustainable Mining at the University of Queensland, Australia. This Center is financed with Corfo funds and seeks the promotion and development of research applied to extractive mining and metallurgy.

This type of results, which are directly related to the country's activities, have a great impact on its international projections, and constitute an academic contribution to the private and public sectors, are the ones that the Faculty of Engineering seeks to strengthen and promote to contribute to the origin of large solutions.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank the Fondef D06R1060 project called "Life cycle assessment system of the primary production of copper: databases for inventories of reference life cycle and parametrizable models," Fondef D09r1188 project called "Certified environmental product declarations, ISO 14,025, for copper and copper products" and the National Commission for Scientific and Technological research, CONICYT.



CLAUDIO ZAROR

Ingeniero civil químico de la Universidad de Concepción y PhD en Ingeniería Química en el Imperial College, de la Universidad de Londres. Representante científico en el Consejo Consultivo Nacional de la Comisión Nacional de Medio Ambiente y miembro del Comité Nucleoeléctrico de la Comisión Nacional de Energía. Premio Municipal en Investigación Aplicada, de la Municipalidad de Concepción, y Premio Ingeniero Destacado, del Colegio de Ingenieros de Chile, Zonal Bio-Bío. Profesor titular, Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Concepción, y director ejecutivo del Consorcio de Facultades de Ingeniería de la Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Santiago y Universidad de Concepción, para el proyecto Nueva Ingeniería para 2030. *Civil Chemical Engineer from the University of Concepción and PhD in Chemical Engineering at Imperial College, University of London. Scientific Representative to the National Advisory Council of the National Commission on the Environment Committee and a member of the Nuclear Power of the National Energy Commission. Municipal Prize in Applied Research, from the Municipality of Concepción, and outstanding Engineer Award from the College of Engineers of Chile, Zonal Bio-Bío. Professor, Department of Chemical Engineering of the University of Concepción, and executive director of the Consortium of Engineering faculties at the Catholic University of Valparaíso, University of Santiago and University of Concepción, for the New Engineering Project for 2030.*

MABEL VEGA

Ingeniero civil químico, de la Universidad de Concepción, magíster en Gestión Integrada y estudiante del Programa de Doctorado en Energías. Investigador principal en la Universidad de Concepción en proyectos de evaluación ambiental aplicando la metodología de Evaluación de Ciclo de Vida (ECV). *Civil Chemical Engineer from the University of Concepción, Master's Degree in Integrated Management and student of the Ph.D. Program in Energies. Principal Investigator at the University of Concepción in projects of environmental assessment applying the methodology of evaluation of Life Cycle Assessment (LCA).*