

INNOTEC Gestión 8

REVISTA DEL LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

08 Diseño y desarrollo de un sistema de gestión del conocimiento en el LATU

26 Plan de muestreo de tres clases: Caso de mejora en inspección de materia prima

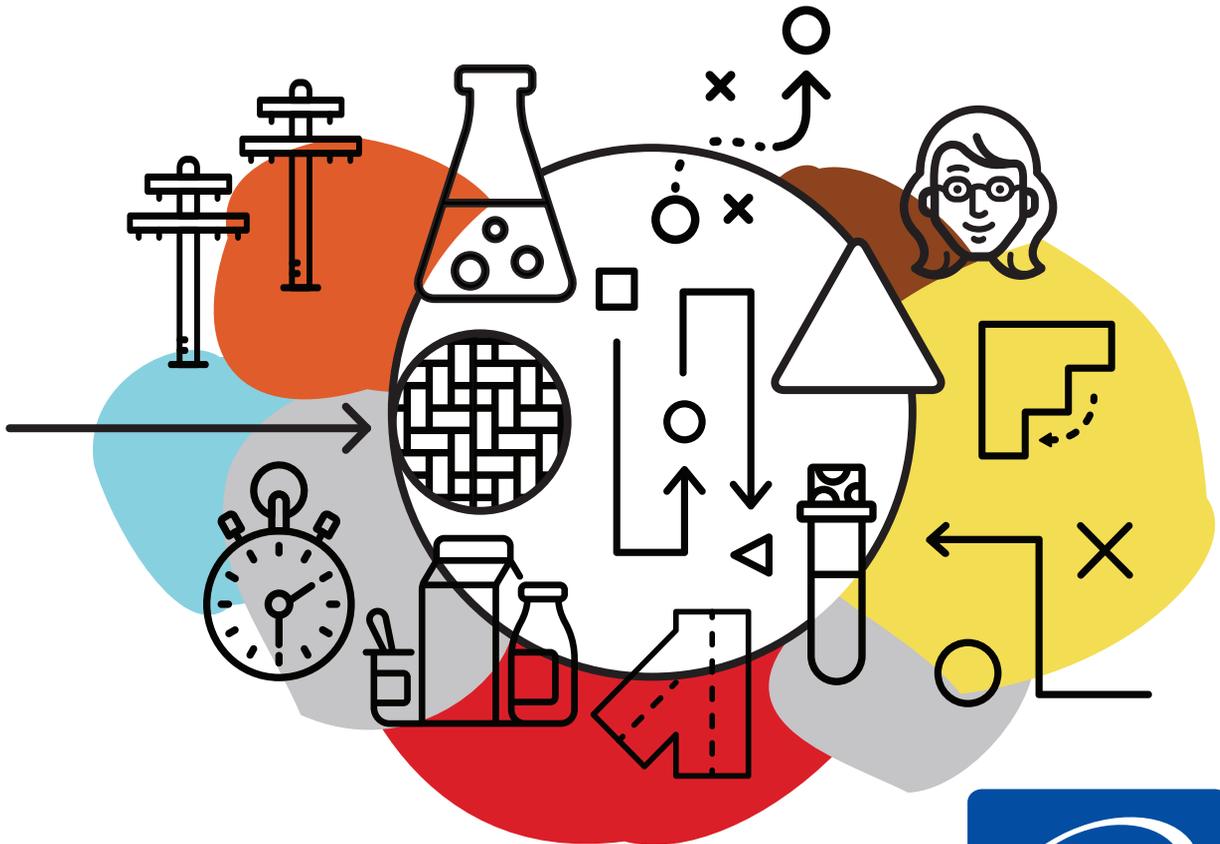
35 Aportes del enfoque sistemático para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria

43 Aplicación del estándar OEC en un operador logístico

49 Herramientas para la sistematización de la evaluación objetiva de proyectos y grados de maduración en innovación en las empresas

56 El plástico reforzado con fibra de vidrio: un material versátil olvidado en Uruguay

61 Implementación y certificación de Sistema de Gestión de SYSO en la planta de impregnación de postes y crucetas de UTE

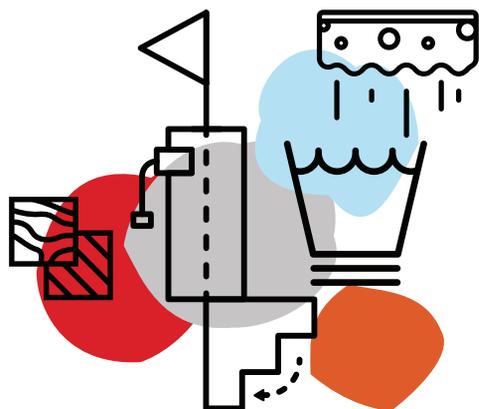


INNOTEC
Gestión
REVISTA DEL LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

INNOTEC Gestión ISSN 1688-6615 (en línea) es una publicación anual editada en formato digital del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). La distribución de esta revista es gratuita. La colección completa se puede consultar en línea en <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC-Gestion/>.

Centro de Información Técnica, LATU
Av. Italia 6201. Tel. (598)2601 37 24 int. 1314 y 1350 ditec@latu.org.uy
<http://www.latu.org.uy>
<http://ojs.latu.org.uy>

SUMARIO



EQUIPO EDITORIAL

Dirección

Dr. Jorge Silveira,
Laboratorio Tecnológico del
Uruguay-LATU, Uruguay

Edición

Lic. Marina Barrientos,
Edición Revistas INNOTEC.
Centro de Información Técnica.
Laboratorio Tecnológico del
Uruguay - LATU, Uruguay

Administración de OJS y revisión de formato

Lic. Lorena Fiori, Centro
de Información Técnica.
Laboratorio Tecnológico del
Uruguay- LATU, Uruguay

Diseño e ilustraciones

Harto_estudio

ACERCA DE INNOTEC GESTIÓN

INNOTEC Gestión (ISSN 1688-6615 en línea) es una publicación anual del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) que comprende trabajos de investigación, experiencias de innovación e informes realizados por especialistas de la institución y autores invitados en el marco de proyectos de gestión y desarrollo organizacional, recursos humanos e incubación de empresas.

El objetivo de la revista es la divulgación y transferencia del conocimiento, las experiencias y los modelos de gestión generados para la mejora de los procesos empresariales. INNOTEC Gestión está dirigida a investigadores, académicos y profesionales vinculados a los campos temáticos que aborda.

INNOTEC es editada en Montevideo, Uruguay, por el LATU a través de su Centro de Información Técnica y se encuentra indexada en las siguientes bases de datos: Latindex, Google Académico, Fuente Académica Premier de EBSCOhost y DOAJ.

- 72 Índice de autores
- 73 Índice temático

ARTÍCULOS REVISADOS

- 08 Diseño y desarrollo de un sistema de gestión del conocimiento en el LATU
Stella Cristóbal; Carina Di Candia; Gabriela Maderni
- 26 Plan de muestreo de tres clases: Caso de mejora en inspección de materia prima con base en curvas características de operación en una industria de alimentos
Mairrett Yuri Rodríguez Balza; Luis Manuel Pérez-Ybarra; Mayory González

ARTÍCULOS DE DIFUSIÓN

- 35 Aportes del enfoque sistemático para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria
Cintya González; Daniela Escobar; Verónica Skerl; Mercedes Albistur; Daniel Pippolo
- 43 Aplicación del estándar OEC en un operador logístico
Andrés Olivera; Stella Cristóbal; Shalon Morales
- 49 Herramientas para la sistematización de la evaluación objetiva de proyectos y grados de maduración en innovación en las empresas
Paula Iharur; Jorge Acevedo; Daniel Pippolo
- 56 El plástico reforzado con fibra de vidrio: un material versátil olvidado en Uruguay
María Iglesias; Ana Inés Lesa; Carolina Pérez; Daniel Mosca; Pablo Raimonda
- 61 Implementación y certificación de Sistema de Gestión de SYSO en la planta de impregnación de postes y crucetas de UTE
Ramón Correa; Marcelo Pérez; Gustavo Pampin; Susana Rodríguez; Víctor Baliña; Ema Camacho; Gerardo Domínguez; Gabriela Maderni; Marcelo Scavone

Los artículos son publicados online. La versión digital se distribuye bajo la modalidad de acceso abierto, y los derechos autorales son protegidos por Creative Commons (CC) Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Los conceptos y opiniones vertidos en los artículos publicados y el uso que otros puedan hacer de ellos son de responsabilidad de sus autores.

Las publicaciones del Centro de Información Técnica son gestionadas en Open Journal Systems, software de libre gestión del proceso editorial, desarrollado, soportado y libremente distribuido por el Public Knowledge Project bajo licencia pública general GNU.

Invitamos a los autores interesados en publicar en INNOTEC Gestión a ingresar a la página <http://ojs.latu.org.uy>, o a contactarse con el Centro de Información Técnica del LATU a través del correo ditec@latu.org.uy por mayor información e instrucciones para el envío de artículos a esta revista.



La distribución de esta revista es gratuita. La colección completa se puede consultar en línea a través de: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC-Gestion>.

INNOTEC Gestión - Número 8, enero - diciembre 2017
Centro de Información Técnica, LATU
Av. Italia 6201. Tel. (598) 2601 3724 int. 1314 y 1350
ditec@latu.org.uy
<http://www.latu.org.uy>
<http://ojs.latu.org.uy>

Instrucciones a los autores para publicar en INNOTEC Gestión

Ámbito de los artículos y proceso de revisión

INNOTEC Gestión, editada por el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), es una revista anual que selecciona y reúne artículos originales e inéditos, que presentan trabajos de investigación, experiencias de innovación e informes realizados por especialistas de la institución y autores invitados en el marco de proyectos de incubación de empresas, desarrollo organizacional y recursos humanos. El objetivo de la revista es la divulgación y transferencia del conocimiento en torno a experiencias y modelos de gestión generados para la mejora de los procesos empresariales. Sus destinatarios son la comunidad técnica y académica en gestión, empresarios y público general interesado en la temática.

La revista cuenta con dos secciones: artículos revisados y artículos de difusión con temáticas de interés tanto para la institución como para el medio académico y profesional. El contenido de estos artículos de difusión no es arbitrado por pares, sino editado por el equipo técnico de la revista.

El Comité editorial de la revista está integrado por el Centro de Información Técnica del LATU, que recibe y procesa los artículos candidatos para cada edición, y un Comité técnico cuya función es evaluar el desarrollo de los artículos revisados en sus aspectos temáticos y metodológicos.

Las publicaciones editadas por el Centro de Información Técnica son gestionadas en Open Journal Systems, software de gestión del proceso editorial, desarrollado, soportado y libremente distribuido por el Public Knowledge Project bajo licencia pública general GNU.

El proceso de envío de artículos para la revista incluye los siguientes pasos:

- (a) Ingreso por parte del autor del artículo completo en el sistema utilizado por el Centro de Información Técnica para la edición de sus publicaciones: <http://ojs.latu.org.uy>
- (b) Por medio del sistema se notifica al autor la recepción del artículo y su eventual publicación. En este paso se consideran la originalidad del trabajo y se priorizan aquellos de áreas estratégicas y temáticas nacionales.
- (c) Una vez aprobado por el Consejo editorial de la revista, el artículo es enviado a revisión.
- (d) Se asignan los árbitros, quienes evaluarán el desarrollo específico del manuscrito, tanto en sus aspectos temáticos como metodológicos.

- (e) Devuelto el informe de arbitraje, el editor se comunica con el/los autor/es en respuesta de los comentarios que hace el/los árbitro/s del artículo.
- (f) Se edita el artículo aplicando en el texto las normas del Manual de estilo del LATU y se envía la última versión diseñada al/los autor/es para su aprobación final.

Para poder incluir artículos completos, se debe considerar que estos no tengan derechos de autor otorgados a terceros a la fecha de envío y que no se hayan presentado a otras publicaciones simultáneamente. Los artículos son publicados online. Nuestra revista digital se distribuye bajo la modalidad de acceso abierto, y los derechos autorales son protegidos por Creative Commons (CC) Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional. Al ingresar al sistema <http://ojs.latu.org.uy> los autores deberán aceptar la Nota de copyright en la que se asumen los términos de responsabilidad, se reconoce la licencia CC y se establece el compromiso a realizar la cita completa de la edición institucional de esta primera publicación del artículo en sus siguientes publicaciones –completas o parciales– efectuadas en cualquier otro medio de divulgación, impreso o electrónico.

Los conceptos y opiniones vertidos en los artículos publicados y el uso que otros puedan hacer de ellos son de responsabilidad de sus autores. Esta responsabilidad se asume con la sola publicación del artículo enviado. El LATU se reserva el derecho de publicar aquellos artículos que responden a las áreas estratégicas fijadas por la organización para cada edición y de realizar modificaciones que considere favorables a la óptima presentación de los contenidos en la revista.

Normas de presentación y envío de los textos

Para que el artículo sea considerado para su publicación, debe cumplir con las siguientes normas de presentación. Ante cualquier consulta, diríjase al correo electrónico de referencia ditec@latu.org.uy.

Para el correcto envío de su artículo, siga las instrucciones que se indican en OJS. Recuerde completar todos los datos del artículo, entre ellos: título, autores, filiación, resumen y palabras clave.

Definiciones:

Título. Es breve e informativo. Representa los objetivos y expone el propósito y contenido del artículo.

Resumen. Presenta la premisa y/o el concepto principal que guía el desarrollo del texto de manera concreta y sucinta.

Texto del artículo

Introducción. Expresa los contenidos del artículo. Describe antecedentes, presenta el marco teórico y los objetivos generales y específicos del texto. Si corresponde, alude al método de investigación utilizado.

Desarrollo. Relato ordenado del caso expuesto. Se divide en secciones y subsecciones. La estructura es expositiva: cada párrafo desarrolla una idea. Se complementa con recuadros, figuras, tablas e imágenes.

Conclusión. Cierre del artículo. Retoma los conceptos desarrollados y consigna los avances logrados.

Reconocimientos. Breve reconocimiento a quienes colaboraron en la producción del artículo y/o que permitieron el desarrollo de la investigación.

Referencias y Citas en el texto. Referencias al material bibliográfico consultado para la elaboración del artículo.

Los artículos deben presentar:

Título del artículo en mayúsculas y minúsculas, en idioma español. Nombre completo de todos los autores (solo en metadatos), ingresados en orden decreciente según el grado de responsabilidad en el desarrollo del artículo, sin que medien jerarquías funcionales. Indicar la sección o departamento al que pertenecen y empresa de la que forman parte. Se debe señalar además el autor de contacto para las comunicaciones electrónicas subsiguientes.

El texto deberá ser presentado en fuente Arial 11, a espacio doble y numeración de líneas con una extensión de hasta veinticinco (25) páginas de desarrollo; con títulos y subtítulos en mayúsculas y minúsculas, y en formato .doc de cualquier versión de Microsoft Word.

Las secciones no deben ser separadas por un título de sección (Resumen, Introducción, Desarrollo). En caso de ser necesarios, se utilizarán subtítulos temáticos que guíen el relato en ese sentido.

Fórmulas, figuras, tablas e imágenes. Las figuras deben numerarse correlativamente en orden de aparición en el texto, y deben incluir un breve título explicativo en el margen inferior a las mismas. Si es necesario incluir fotos o imágenes, éstas se deben designar como figuras. Las fotos deben ser nítidas y enviadas en formato jpg (mínimo 300 px aseguran una buena calidad de impresión). Las tablas deben ser numeradas correlativamente y en forma independiente de las figuras, y cada entrada debe ocupar su propia celda. Se deben numerar según el orden de aparición en el texto, incluyendo un título

explicativo en la parte inferior de la tabla. Evitar utilizar líneas verticales y en la medida de lo posible no incluir más de dos tablas por carilla, no dividir tablas en más de un folio o en forma perpendicular al texto.

El texto presenta las tablas, no desarrolla su contenido, éstas deben explicarse en sí mismas. Además de estar insertadas en el artículo, cada figura y tabla debe ser remitida en su propio archivo como ficheros complementarios en OJS, con la referencia numérica correspondiente. Los números y símbolos empleados no deben ser menores al tamaño usado en el resto del texto (Arial 11).

Por favor, evite las notas al pie en el desarrollo del artículo.

Denominaciones en latín: Deben ir en cursiva.

Estilo y formato de citas y referencias

Ejemplos usuales de citas

-*Registro de citas textuales*

(López, 1985, p.93)

(González y Rubio, 1990, pp.110-111)

(Johnson, et al., 1970, pp.25-26)

-*Para más de una obra del mismo autor y año en citas textuales*

(Alonso, 1988a, p.126-128)

(Alonso, 1988b, p.84)

-*Registro de cita ideológica o paráfrasis*

Amor (2000) analiza los motivos para comenzar un negocio en línea...

Si el motivo para comenzar un negocio en línea es sólo para imitar a la competencia, se puede considerar que dicha razón no es la estrategia adecuada (Amor, 2000).

(Pérez y González, 2005)

(Rodríguez, et al., 2011).

(Pérez, 2014a)

(Pérez, 2014b)

Ejemplos usuales de referencias

Monografías (Libros)

Apellidos(s), Nombre o Inicial, año de edición. *Título del libro en cursiva*. N° de edición. Lugar de edición: editorial. (Serie; N°). ISBN (Este último si se posee)

Bobbio, Norberto, 1958. *Autobiografía*. Madrid: Taurus. ISBN: 84-306-0267-4.

Newman, R., Walter, C., 2008. *Barley for food and health: science, technology, and products*. Nueva York: John Wiley & Sons

Revistas como un todo

Título de la publicación en cursiva. Responsabilidad. Edición.

Identificación del fascículo. Lugar de edición: editorial, fecha del primer volumen-fecha del último volumen. ISSN

Boletín Económico. Banco de España. 1998, (1). Madrid: Banco de España, Servicio de Publicaciones, 1979-. ISSN: 0210-3737
Artículos de revistas

Apellido(s), Nombre o Inicial, año. Título del artículo. En: *Título de la publicación seriada*, Volumen(Número), páginas.

Llosa, J., Smith, M., Moore, A. y Cave, K., 1998. Modulo scheduling with reduced register pressure. En: *IEEE Transactions on computers*, 47(6), pp.625-638.

Álvarez, Begoña, Ballina, F. Javier de la y Vázquez, Rodolfo, 2000. La reacción del consumidor ante las promociones. En: *MK Marketing + Ventas*, (143), pp.33-37

Normas

Entidad responsable de la norma (País de la entidad), año de publicación. No. o código de la norma: *Título*. Lugar de publicación: editorial abreviada.

Asociación Española de Normalización y Certificación (España), 2010. UNE 166000 EX, UNE 166001 EX, UNE 166002 EX: *Gestión de la I+D+I*. Madrid: AENOR.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (Uruguay), 2000. UNIT-ISO 9001: *Sistemas de gestión de calidad - requisitos*. Montevideo: UNIT.

Textos electrónicos, bases de datos y programas informáticos

Responsabilidad principal, año. *Título* [tipo de soporte]. Edición. Lugar de publicación: editor, [fecha de consulta]. Descripción física. (Colección). Notas. Disponibilidad y acceso. Número normalizado

Rapp, A. O., Augusta, U. y Peek, R. D., 2001 *Facts and ideas of testing wood durability above ground* [En línea]. Hamburgo: BFH. [Consulta: 25 de setiembre de 2008]. Disponible en: <http://www.bfah.de/inst4/43/pdf/3doublay.pdf>

Patentes

Mención de responsabilidad principal, Año de publicación del documento. *Denominación del elemento patentado*. Identificador del documento (país u oficina que lo registra). Clase internacional de documento de patente. Número.

Green, Daniel R., 2008. *Cereal flake with topical pieces*. United State Patent. 0101. D572,427.

Crosa, M. J., Harispe, R., Repiso, L., Silvera, C. y Wurtz, P., 2009. *Sistema que acelera el ingreso de solutos en alimentos porosos*. Uruguay. Dirección Nacional de la Propiedad Industrial. 31620.

POLÍTICA EDITORIAL LATU

La actividad editorial del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) tiene como finalidad la difusión en la comunidad académica y profesional uruguaya de las investigaciones que apoyen el desarrollo de tecnologías y modelos de gestión que aporten valor a los procesos de innovación.

Misión

Nuestra misión es la publicación de trabajos originales, con un enfoque de rigor y calidad teórica y metodológica, que contribuyan a la producción sistemática de nuevo conocimiento científico / tecnológico y al fortalecimiento de la presencia uruguaya en redes regionales e internacionales. Es de interés del LATU consolidar el campo de la documentación científica a nivel local mediante la creación e innovación de productos editoriales.

Los objetivos específicos son:

Promover la publicación de investigaciones de excelencia en las áreas de conocimiento estratégicas de LATU, alineadas a su misión como impulsor del desarrollo sustentable del país y su inserción internacional a través de la innovación.

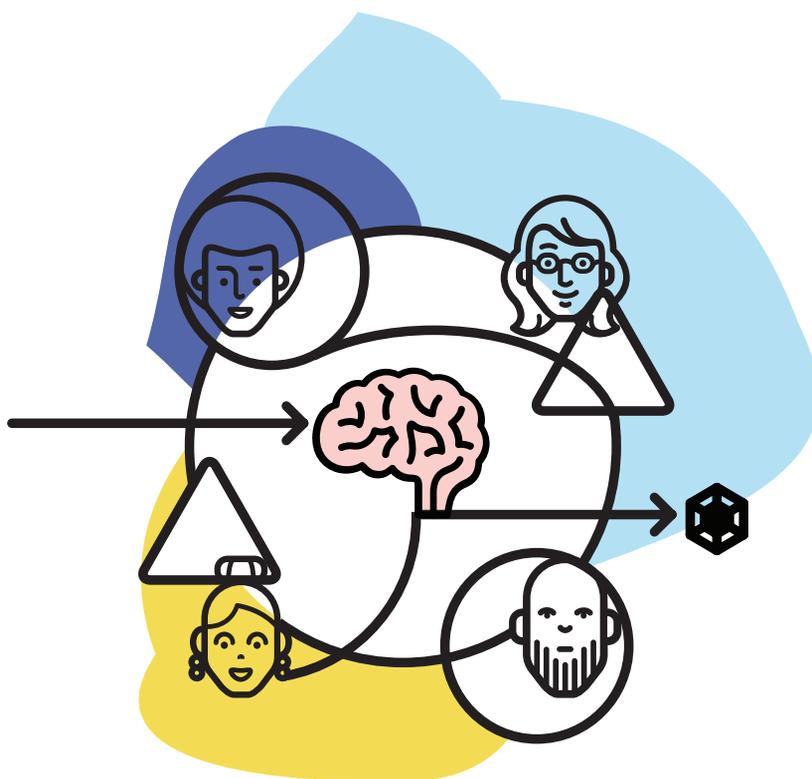
Posicionar a los autores, técnicos y colaboradores en las plataformas electrónicas internacionales, estimulando su participación en el marco de un proceso de edición arbitrado por especialistas.

Contribuir al desarrollo y transferencia de tecnologías de innovación orientadas a la mejora de procesos industriales, empresariales y sociales.

Aportar y divulgar conocimiento científico de calidad a los técnicos, académicos, investigadores y a la sociedad en su conjunto, tanto para la efectiva transmisión de las experiencias como para el crecimiento profesional.

Facilitar el intercambio y la creación de nuevo conocimiento entre instituciones.

Invitamos a los autores interesados en publicar en INNOTECA a ingresar a nuestra página en la plataforma Open Journal Systems, <http://ojs.latu.org.uy> o a contactarse con el Centro de Información Técnica de LATU a través del correo electrónico ditec@latu.org.uy para recibir instrucciones para el envío de artículos a nuestro proyecto editorial.



DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL LATU

AUTORES

STELLA CRISTÓBAL (1)
CARINA DI CANDIA (1)
GABRIELA MADERNI (1)

(1) GERENCIA DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN, LATU

Este artículo describe el proyecto de diseño e implementación del sistema de gestión del conocimiento (GdC) en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), entre los años 2014 y 2016.

La implementación del sistema de GdC es parte de los objetivos estratégicos del LATU, en tanto organización de derecho público no estatal cuya misión es impulsar el desarrollo sustentable del país y su inserción internacional a través de la innovación y la transferencia de soluciones de valor.

El proceso permitió visualizar cómo un sistema de gestión del conocimiento diseñado a medida, con participación del personal, compartiendo con ellos un lenguaje técnico común, respetando su cultura y sus tiempos y habilitando el intercambio entre los integrantes en busca de consensos en la toma de las decisiones críticas, permite la construcción de un sistema adecuado a las necesidades, fortalezas y debilidades de la organización que lo implementa.

A partir de los resultados del proyecto de implementación se infieren conclusiones que pueden ser de utilidad para toda organización que quiera o se encuentre transitando por un proyecto de este tipo.

En contexto

En la llamada “economía del conocimiento” los centros tecnológicos y de investigación tienen un rol protagónico (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 2000; Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 2004). Son productores de conocimiento, un activo económico capaz de promover un crecimiento sostenible y una ventaja competitiva decisiva para las empresas y los países. El conocimiento y la capacidad de aprender se han convertido en los factores fundamentales de creación de valor de una organización.

Tradicionalmente, las organizaciones han invertido recursos y esfuerzos en optimizar su gestión en diversos campos, entre ellos el administrativo, el comercial, los recursos humanos, la calidad y los riesgos. En los últimos años ha tomado relevancia la eficaz y eficiente gestión del conocimiento. Para ello es necesario desarrollar una cultura de colaboración y de conocimiento institucional compartido, puesto que la gestión del conocimiento es el esfuerzo de capturar y sacar provecho de la experiencia colectiva de la organización haciéndola accesible a sus integrantes.

Como disciplina empresarial, la gestión del conocimiento es relativamente reciente. Sus pilares académicos más destacables, los primeros modelos que brindaron un marco teórico completo, se remontan a la última década del siglo pasado (Wiig, 1993; Nonaka y Takeuchi, 1995; Boisot, 1998).

El LATU es consciente de la relevancia que el conocimiento organizacional ha tenido a lo largo de su vida institucional y de lo vital que será en el futuro optimizar su gestión para cumplir su misión en la actual economía del conocimiento. Hasta el momento, no existe en

nuestro país ningún antecedente documentado a nivel académico de una implementación de esta naturaleza. Incluso a nivel internacional, los ejemplos son muy escasos. Esto motiva la difusión de la experiencia y de una posible metodología de intervención replicable en otras organizaciones uruguayas.

La gestión del conocimiento

Según la bibliografía, existen más de 100 definiciones publicadas de la gestión del conocimiento (GdC), que pueden ser distinguidas según la perspectiva con la que se identifican: la perspectiva empresarial, la perspectiva cognitiva y la perspectiva de proceso o tecnológica.

La perspectiva empresarial considera el conocimiento como un componente de las actividades empresariales con un interés explícito reflejado en la estrategia, en la política y en la práctica a todo nivel de la organización, y establece una conexión directa entre el capital intelectual de la organización y los resultados positivos del negocio. En esta perspectiva, la GdC es un acercamiento colaborador e integrador en relación a la creación, captura, organización, acceso y uso del capital intelectual de la empresa.

En palabras de Lee Blanco (2012): “A diferencia de la economía tradicional, sostenida en bienes tangibles, la nueva Economía se basa en bienes intangibles. En ese marco el concepto de capital intelectual adquiere relevancia y es entendido como una nueva forma de medición del valor de una organización, con fines de lucro o no, que influye no solamente en la economía sino en la sociedad en general”.

Para la perspectiva cognitiva el conocimiento es la fuente fundamental que nos permite funcionar inteligentemente. Con el tiempo, una gran cantidad de conocimiento se ha transformado en otras manifestaciones, como libros, tradiciones, tecnología, etcétera. Estas transformaciones resultan en un cúmulo de experiencias y cuando son utilizadas apropiadamente incrementan la efectividad. El conocimiento es el principal factor que posibilita a nivel personal, organizacional y de la sociedad que el comportamiento inteligente sea posible (Wiig, 1993).

Para la perspectiva de proceso o tecnológica, la GdC supone una gestión sistemática del uso de la información, con el objetivo de proveer una base continua de conocimiento a las personas correctas en el momento preciso, para que puedan tomar decisiones efectivas y eficientes en el día a día empresarial.

Es decir, en un extremo, la gestión del conocimiento comprende todo lo que tiene que ver con conocimiento. En el otro, es básicamente definida como un sistema tecnológico de información que brinda el *know how* organizacional. Sin embargo, hay consensos entre los diversos autores consultados sobre el campo altamente multidisciplinario de la GdC.

Una popular y errónea interpretación de la GdC la focaliza en transformar el conocimiento tácito en una forma más explícita o tangible, para luego almacenarlo o archivarlo de alguna forma, usualmente en una intranet o un portal de conocimiento. Esta interpretación es asumida por todas aquellas organizaciones que generan un vasto inventario de conocimiento tangible y lo hacen accesible a todos los empleados sin haber realizado un análisis de necesidades para identificar cómo el compartir conocimiento puede beneficiar a los individuos, los grupos y a la organización en su globalidad. Asumen que los empleados utilizarán masivamente el conocimiento que ponen a su disposición, lo cual generalmente no sucede.

La GdC contribuye a aumentar la capacidad competitiva de una organización, a lograr una actividad de innovación sostenida y a aumentar su eficiencia, poniendo más énfasis en el factor humano que en el material. Pero debe diseñarse sobre una filosofía de captura del conocimiento y de promoción de una cultura organizacional que pase de la noción del atesoramiento del conocimiento, como factor de poder, a compartir el conocimiento. Según esta concepción, el atesorar conocimiento no es poder; el poder está en compartirlo, en ser capaces de generar valor a partir de un conocimiento que se genera con el agregado de distintas inteligencias (Dalkir, 2005).

En la actualidad, se puede decir que la importancia de implementar una adecuada gestión del conocimiento en una organización radica en cuatro evidencias clave:

- La globalización de los negocios.
- La necesidad de contar con “organizaciones mar-gras” en las que los trabajadores del conocimiento trabajen más inteligentemente incorporando conocimientos en forma permanente, mejorando la efectividad de la organización.
- Lo que suele denominarse “amnesia corporativa”, debido a una mayor movilidad laboral y falta de comunicación entre las distintas áreas o procesos, que genera problemas de continuidad del conocimiento dentro de una organización y permanente demanda de capacitación.
- Los avances tecnológicos, principalmente rela-

cionados con las tecnologías de la información, que han cambiado radicalmente las expectativas en relación a los tiempos de respuesta y generan entornos laborales con sobrecarga de información.

La GdC no solo debe gestionar la información que se ha explicitado sino también aquella que permanece como conocimiento tácito. No siempre las organizaciones son conscientes de lo que no tienen conocimiento.

Newell (2005) identifica las tres principales características del conocimiento que dificultan su creación y transferencia y, por lo tanto, su gestión: la dispersión, la ambigüedad y la perturbación del conocimiento. La dispersión del conocimiento está relacionada a que distintas personas/grupos son expertos en diferentes ámbitos y con frecuencia no saben qué es lo que otros saben; la ambigüedad hace referencia a que distintas personas/grupos atribuyen diferentes significados a los mismos conceptos, y la perturbación, a que distintas personas/grupos temen perder su poder si comparten lo que saben. Es por ello que la transferencia de conocimiento puede estar suboptimizada como consecuencia de la posible pérdida de poder y estatus.

Este tipo de perturbación ocasionada por la naturaleza compleja del conocimiento suele denominarse perturbación inducida por el poder. En las organizaciones en que la GdC requiere cambios significativos de la conducta y de la cultura imperantes es posible detectar lo que Newell (2005) denomina perturbación inducida por la cultura. Una tercera forma de perturbación está relacionada con la falta de tiempo del personal para desarrollar tareas relacionadas con la GdC, adicionales al trabajo normal. A esta perturbación el autor la denomina perturbación inducida por las tareas. Los tres tipos de perturbación se interrelacionan dinámicamente.

Snowden (2002) considera que la sociedad se encuentra transitando la tercera ola de la gestión del conocimiento, luego de atravesar dos períodos anteriores muy bien caracterizados de acuerdo a los énfasis de la época:

- En la primera generación de la GdC el énfasis estaba dado en los contenedores de conocimiento o de tecnologías de la información. Durante esta primera generación fueron implementados un gran número de intranets y sistemas internos de gestión del conocimiento. Se buscó detectar la mayor cantidad de información que estuviera “enterrada” en la organización y recuperarla a través de “medios encapsulados recuperables”.



- La segunda generación de la GdC se focalizó en las personas. Existía un gran reconocimiento sobre la importancia de la dimensión humana y cultural de la GdC. Surgen entonces las comunidades de práctica, un buen vehículo para compartir conocimiento o estudiar el movimiento del conocimiento a través de la organización, lo que permite mejorar la eficiencia de la organización, y crear conocimiento para incentivar la innovación.
- La tercera generación de la GdC, la actual, es consciente de la importancia de compartir el contexto: cómo describir y organizar los contenidos para que sus usuarios sepan que existen y puedan fácilmente acceder a ellos y aplicarlos. Esta tercera generación se caracteriza por el uso del metadato para describir el contenido. La gestión del conocimiento debe satisfacer las necesidades individuales, de las comunidades de práctica y de la organización, de lo contrario, no será exitosa.

En esta tercera ola los beneficios de realizar una efectiva GdC se comprueban a nivel individual, de las comunidades de práctica y de toda la organización. La Tabla 1 resume algunos de estos beneficios (Dalkir, 2005).

Entre los desafíos críticos de la GdC se identifican los relacionados a gestionar los contenidos en forma efectiva, facilitar la colaboración, contribuir al relacionamiento de los trabajadores del conocimiento, identificando los expertos y colaborando con la retención de talentos, y, finalmente, ayudar a la organización a tomar decisiones basadas en datos, información y conoci-

mientos completos, válidos y bien interpretados (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008).

El ciclo integrador de la gestión del conocimiento

El denominado ciclo integrador de la gestión del conocimiento (Figura 1) resulta de la comparación que realiza Kimiz Dalkir en su libro *Knowledge Management in Theory and Practice* (2005), de los ciclos de gestión del conocimiento de varios autores (Meyer y Zack, 1996; Bukowitz y Williams, 2000; Mc Elroy, 2003; Wiig, 1993).

En el ciclo integrador de la gestión del conocimiento se diferencian tres grandes etapas:

- Capturar y/o crear conocimiento.
- Compartir y diseminar el conocimiento.
- Comprender y aplicar el conocimiento.

En la transición de la etapa de conocimiento capturado/creado a la etapa de conocimiento compartido y diseminado, el conocimiento es evaluado y tasado. Luego, el conocimiento es contextualizado para poder ser comprendido y utilizado. Después de esta tercera etapa se reinicia la primera, y se enriquece así la base de conocimiento inicial. La captura de conocimiento corresponde a la identificación y posterior codificación del conocimiento interno o externo a la organización (desconocido hasta ahora por ella) y de su *know how*. La creación de

Individual	De las comunidades de práctica	De la organización
<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a las personas a estar actualizadas y realizar sus trabajos en forma más productiva y creativa, tomando mejores decisiones y resolviendo problemas. • Construye lazos de relacionamiento dentro de la organización. • Contribuye a los desafíos y genera oportunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla habilidades profesionales. • Promueve el relacionamiento de igual-igual (<i>peer-to-peer mentoring</i>). • Facilita redes de trabajo más efectivas y colaborativas. • Desarrolla códigos de ética profesional que los miembros de la comunidad deben seguir. • Desarrolla un lenguaje común. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a la estrategia. • Resuelve problemas rápidamente. • Difunde las mejores prácticas. • Mejora la aplicación de conocimiento a los productos y servicios. • Ayuda al intercambio de ideas, generando un ambiente propicio para la innovación. • Permite a la organización estar en una mejor posición en cuanto a sus competidores. • Construye la memoria organizacional.

Tabla 1. Beneficios de la gestión del conocimiento. Fuente: elaboración propia con base en bibliografía consultada (Dalkir, 2005; Snowden, 2002).

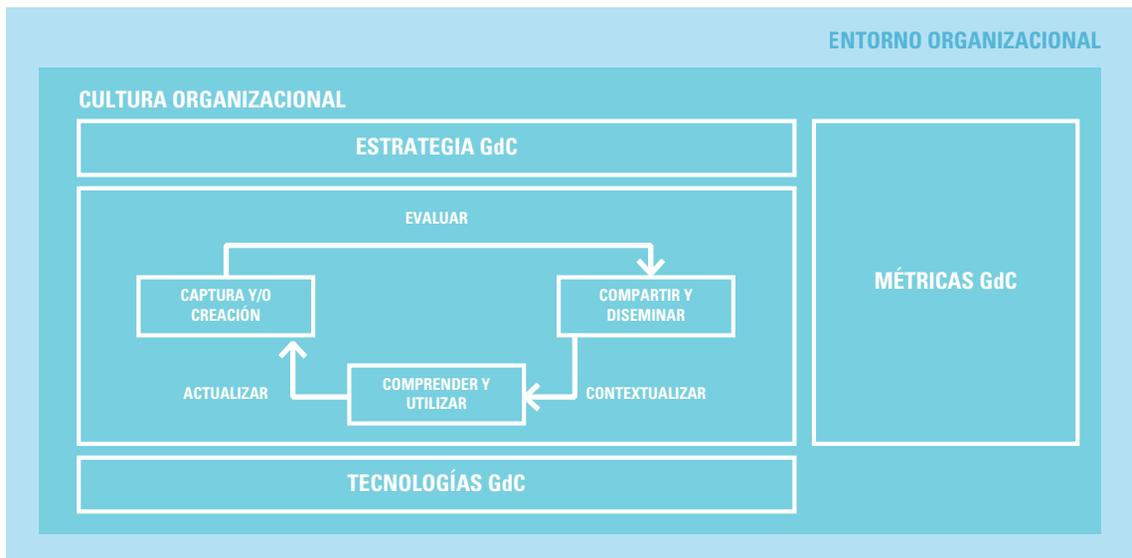


Figura 1. Ciclo integrador de la gestión del conocimiento. Fuente: traducido de Kimiz Dalkir, 2005, Figura 10-1, página 284.

conocimiento es el desarrollo de nuevo conocimiento, *know how* e innovaciones que no tenían existencia previa en la organización.

Cuando el conocimiento ya ha sido inventariado en esta primera etapa, es crítico establecer el criterio de selección y su clasificación (tasación), los cuales deben estar alineados con los objetivos organizacionales para determinar si el conocimiento inventariado aporta valor a la organización como para ser incorporado a su capital intelectual.

Una vez que se ha determinado que el nuevo contenido es de valor, la fase siguiente es contextualizarlo. Esto implica mantener el enlace entre el conocimiento incorporado y las personas que deben necesariamente tener acceso a él: el autor o creador de la idea, los expertos sobre la temática y también aquellos que han acumulado experiencia significativa en el uso de ese contenido. La contextualización implica, además, identificar los atributos clave del contenido para facilitar el acceso a él.

Para la gestión del conocimiento existe actualmente una variedad de herramientas y plataformas. Algunas permiten capturar y representar contenidos para que el acceso sea eficiente, otras permiten descubrir y extraer conocimiento, otras facilitan la generación de la red/malla social y la creación de comunidades y algunas brindan soportes de la comunicación y la colaboración entre grupos.

Ruggles (1997) propone una clasificación de las tecnologías de gestión del conocimiento como herramientas que:

- Contribuyen y mejoran la generación, codificación y transferencia de conocimiento;
- “generan” conocimiento (por ejemplo, *Data Mining*, que descubre nuevos patrones en datos); codifican el conocimiento de forma de hacerlo accesible a otros, y
- transfieren conocimiento disminuyendo los problemas de tiempo y espacio en la comunicación organizacional.

El ciclo integrador de gestión del conocimiento tiene, además, una dimensión relacionada con la estrategia de gestión del conocimiento (estrategia GdC), que debe estar ligada con los objetivos organizacionales, y una segunda dimensión consistente en el marco de parámetros bajo el cual se monitorea el progreso de los objetivos organizacionales en relación a la gestión del conocimiento (métricas GdC).

Generalmente, los dos objetivos usuales de la gestión del conocimiento son la innovación y la reutilización del conocimiento. La innovación está relacionada en mayor medida a la generación de nuevo conocimiento y de nuevas relaciones entre el conocimiento ya existente. La innovación es el resultado de un gran cúmulo de experiencias, positivas y negativas de lo que ha podido funcionar o no en el pasado (Dalkir, 2005): no ocurre en forma aislada. Una perspectiva errónea de la reutilización es relacionarla con actividades rutinarias, aburridas

y a trabajo no productivo, ya que el reúso es la base del aprendizaje organizacional. Es más adecuado identificar la reutilización como la disseminación de la innovación.

El nuevo conocimiento bajo la forma de innovación eventualmente es incorporado a la memoria organizacional y se transforma en objeto de ser reutilizado, para que el beneficio de este nuevo conocimiento, el *know how*, sea disseminado dentro de la organización.

La estrategia de la gestión del conocimiento debe proveer la estructura que asegure esa ganancia de aprendizaje organizacional y su mejora continua, para lograr que no se pierda tiempo repitiendo errores y que todos los integrantes de la organización sean conscientes de las nuevas y mejores formas de pensar y hacer. En este proceso puede surgir un gran número de conocimientos fundamentales, como "productos secundarios", que deben ser reconocidos como tales e inventariados como conocimientos. Pueden estar relacionados a elementos tangibles, como las patentes, o a elementos intangibles, como las competencias esenciales.

La estrategia de gestión del conocimiento debería incluir el marco en el cual se va a realizar el monitoreo de su progreso en pos de alcanzar los objetivos definidos, a lo que se suele denominar las métricas de la gestión del conocimiento. Tres de las métricas más típicas son: el *benchmarking* (comparación con los mejores), el Cuadro de Mando Integral (dimensión financiera, dimensión clientes, dimensión aprendizaje, crecimiento e innovación y dimensión procesos internos del negocio) y la denominada casa de la calidad (Mazur, 1993).

La cultura organizacional y la gestión del conocimiento

La bibliografía consultada en la temática busca caracterizar la cultura imperante en una organización teniendo en cuenta que da las pautas de cómo una persona debe comportarse dentro de la organización.

Es evidente que la cultura organizacional es un factor que juega un rol fundamental en la gestión del conocimiento: "Las organizaciones modernas, enfocadas a permanecer y ser cada día más competitivas, deben estar atentas a las necesidades del entorno, reaccionar en forma rápida y dinámica, diseñando e implementando transformaciones internas que permitan eliminar o disminuir el efecto de las amenazas y aprovechar las

oportunidades del entorno" (Di Candia, et al., 2011), por ello la importancia de conocer la cultura organizacional, que permitirá una buena implementación de gestión del conocimiento.

Esta gestión requiere de un cambio cultural que promueva el compartir el conocimiento y la colaboración entre los integrantes de la organización (Gruber, 2000), independientemente del tipo de cultura imperante.

Una cultura de compartir conocimiento es aquella en la cual hacerlo es la norma y no la excepción, donde las personas son motivadas a trabajar en forma conjunta, a colaborar, compartir y son premiadas por ello. El paradigma de "conocimiento es poder" debe ser superado y sustituido por el de "compartir conocimiento es aún más poderoso".

La cultura organizacional suele ser más potente que cualquier tecnología comunicacional que pueda ser implementada para promover el compartir conocimiento. Tradicionalmente, el conocimiento tiene un flujo vertical que coincide con el organigrama organizacional.

Sin embargo, hoy en día las organizaciones deben cambiar su cultura organizacional hacia una que también promueva el flujo horizontal de conocimiento. Los sistemas de comunicación pueden ser visualizados como elementos de disseminación de la cultura organizacional (Bloom, 2000).

Sveiby y Simons (2002) sugieren que un clima colaborativo es uno de los principales factores que influyen la efectividad de los trabajadores del conocimiento; concluyeron que el grado en que la cultura organizacional es colaborativa puede ser medido y que el resultado de esa medición es un excelente indicador de cuán exitosa puede llegar a ser la gestión del conocimiento en una organización. Su estudio identificó que la distancia es un factor negativo para la colaboración, es decir, a mayor dispersión de una organización, menor es el clima organizacional de colaboración. Además, el medio de trasmisión del conocimiento tácito más popular es el mano a mano (90 % de los encuestados) seguido de las redes informales (25 %). Algunos de los factores que dificultan el compartir conocimiento tácito incluye la noción de que el conocimiento es poder, el no conocer quién es el experto que posee el conocimiento, el no saber si el conocimiento existe y la pérdida de conocimiento cuando las personas dejan la organización.

Para la GdC la cultura organizacional ideal es aquella en la cual se enfatiza la comunicación y la coordinación entre los grupos, estimulando así la interacción complementaria del conocimiento tácito y explícito. Una cultura donde los expertos comparten su conocimiento y se promueve el compartir conocimiento a todo nivel jerárquico de la organización, a través de mecanismos de reconocimiento y de recompensa, y ese hábito se incorpora como prioridad en los objetivos corporativos e individuales.

Gruber (2000) ha concluido que para que un medio ambiente organizacional sea un buen soporte del compartir conocimiento debe presentar las siguientes características:

- Una estructura de premios, como reconocimiento al compartir conocimiento con los pares;
- una cultura de apertura y transparencia, donde las agendas sean abiertas;
- una estructura para compartir, fomentando la comunicación y coordinación con los grupos;
- confianza, para que se compartan objetivos, y
- apoyo de la alta dirección, que fomenta comunicaciones ascendentes y descendentes.

Los problemas del aprendizaje organizacional

Las organizaciones tienen capacidad de aprender gracias a los individuos que las componen. Por lo tanto, los problemas del aprendizaje organizacional estarán muy correlacionados con los problemas de los propios individuos de aprender y de tener una visión global de su aportación y participación en todo el entramado organizativo.

Para Senge (1990), son básicamente siete los problemas relacionados con el aprendizaje dentro de una organización:

- Yo soy mi puesto: lealtad a la tarea, confusión con la identidad y total especialidad. Olvido del propósito de la empresa. Delimitación de zonas de influencia. No hay responsabilidad compartida, por lo que se generan lagunas de actuación cuando interactúan diferentes partes de la organización.
- El enemigo externo: culpar siempre a otros de los problemas de la organización.
- La ilusión de hacerse cargo: la necesidad de hacerse cargo para enfrentar problemas complejos.

Confundir la proactividad con reactividad disfrazada. Controlar lo incontrolable. Controlar desde la distancia.

- La fijación en los hechos: Creer que para cada hecho hay una causa obvia e inmediata. Énfasis en los acontecimientos inmediatos, en producir respuestas inmediatas.
- La parábola de la rana hervida: su aparato interno para detectar amenazas a la supervivencia está preparado para cambios repentinos en el medio ambiente, no para cambios lentos y graduales.
- La ilusión de que “se aprende con la experiencia”: Cuando nuestros actos tienen consecuencias que trascienden el horizonte de aprendizaje, se vuelve imposible aprender de la experiencia directa ya que nunca experimentamos directamente las consecuencias de muchas de nuestras decisiones.
- El mito del equipo administrativo: “La mayoría de los equipos administrativos ceden bajo presión. El equipo puede funcionar muy bien con los problemas rutinarios. Pero cuando enfrenta problemas complejos que pueden ser embarazosos o amenazadores, el espíritu de equipo deja de existir” (Chris Argyris citado por Senge, 1990, pp. 37).

Modelos de madurez para la gestión del conocimiento

Un modelo de madurez es un modelo de evaluación de los procesos de una organización, relacionado con su capacidad para producir los resultados deseados de forma predecible, controlable y confiable. Son modelos que facilitan la evaluación de los procesos y que permiten la comparación de los resultados obtenidos de acuerdo a una escala de valoración.

El primer modelo de madurez denominado *Capability Maturity Model* (CMM) fue creado para los procesos de desarrollo de software (Harmon, 2009). Fue desarrollado inicialmente por la Universidad Carnegie-Mellon para el Software Engineering Institute en 1995. Describe cinco niveles (inicial, repetible, definido, gerenciado y optimizado) y sus características, según se detalla en la Tabla 2.

Nivel de madurez		Descripción
1	Inicial	Los procesos son <i>ad hoc</i> , caóticos y están raramente definidos.
2	Repetible	Están establecidos los procesos básicos y se siguen los procedimientos definidos.
3	Definido	Todos los procesos están definidos, documentados, estandarizados e integrados, conformando una red.
4	Gerenciado	Los procesos se miden mediante la recopilación de datos de productividad (eficacia y eficiencia) y calidad.
5	Optimizado	Mejora continua de los procesos. Uso intensivo de las métricas. Se gestiona el proceso de innovación.

Tabla 2. Niveles de madurez del CMM. Traducción propia de Dalkir (2005).

Gran parte de los modelos de madurez de GdC tienen una estructura básica similar al modelo CMM integrado por tres componentes: niveles, descripción o características de esos niveles y áreas clave.

La mayoría de los modelos de madurez para la GdC actualmente en práctica identifican áreas de procesos clave relacionadas con personas, procesos y tecnologías (Dalkir, 2005).

El área de personas incluye aspectos relacionados con la cultura, las estrategias y las políticas asociadas con los recursos humanos de la organización.

El área de procesos refiere a los aspectos relacionados con los procesos de GdC: creación, recopilación, organización, transferencia y utilización del conocimiento.

El área de tecnología se relaciona con la infraestructura tecnológica de soporte a los procesos, aplicaciones o servicios de GdC y la actitud hacia las TI (Tecnologías de la Información) asociadas.

Pee et al. (2006) proponen el Modelo General de Madurez de GdC (*General Knowledge Management Maturity Model*). Es un modelo descriptivo en el cual se definen los atributos esenciales que caracterizan a una organización en un nivel particular de la madurez de la GdC. También es un modelo normativo en el que las prácticas principales caracterizan los tipos ideales de ambientes que deberían esperarse en una organización que se encuentre implementando GdC. La traducción de su contenido se detalla en la Tabla 3.

El instrumento de evaluación proporcionado por este modelo puede ser utilizado como una herramienta de diagnóstico, identificando los aspectos que requieren ser mejorados. Esto permite determinar las actividades esenciales y sus prioridades e indica cómo avanzar al siguiente nivel de madurez de GdC.

Además, puede servir de base para la comparación de las unidades dentro de una organización o entre organizaciones.

Diseño e implementación del Sistema de Gestión del Conocimiento en el LATU

El Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) es una institución de alto prestigio en nuestro país. Creada en la década de 1960 con el fin de realizar el control de calidad de los productos industriales de exportación, por aproximadamente 30 años tuvo escasa visibilidad pública. Sus clientes eran básicamente la industria exportadora de alimentos procesados y de productos derivados de la industria del cuero, y los importadores de alimentos. A partir de la década de 1990, esa situación se fue modificando gradualmente por la incorporación de nuevos servicios relacionados con la certificación de sistemas de gestión de la calidad, las tecnologías de la información, el intercambio tecnológico, industrial y comercial, la muestra interactiva de ciencia y tecnología, la creación de una incubadora de emprendedores con proyectos de base tecnológica y de un centro de desarrollo del conocimiento, y la realización de proyectos con alto impacto en la sociedad, como el Plan Ceibal (del cual el LATU tuvo la implementación técnica y operativa entre los años 2006 y 2010) (Uruguay, 2010).

En función de los cambios que han ocurrido y continuarán ocurriendo en el LATU, ligados básicamente al crecimiento de la institución y al establecimiento de nuevas políticas en relación a los recursos humanos (retiro de técnicos con muchos años de experiencia por causales jubilatorias o personales, política institucional

Nivel de madurez		Descripción general	Áreas clave		
			Personas/organización	Procesos	Tecnología
1	Inicial	Poca o ninguna intención de usar el conocimiento.	La organización no es consciente de la necesidad de la GdC.	No existen procesos formales para capturar, compartir y reutilizar el conocimiento.	Sin tecnologías o infraestructura de soporte u apoyo.
2	Conciencia	La organización es consciente y tiene la intención de la GdC, posiblemente no sabe el cómo.	Los directivos están conscientes de la necesidad de GdC.	Se documentan los conocimientos indispensables para la realización de tareas repetitivas.	Se han iniciado proyectos piloto de GdC (no necesariamente por iniciativa de los directivos).
3	Definido	La organización ha puesto en marcha una infraestructura básica que soporta la GdC.	<ul style="list-style-type: none"> • Se proporciona formación básica sobre GdC. • Se pone en marcha una estrategia básica de GdC. • Se han definido roles individuales de GC. • Se han activado los sistemas de incentivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se han formalizado los procesos para la gestión de contenidos e información. • Los sistemas de medición pueden ser usados para medir el incremento de la productividad por causa de GdC. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene instalada una infraestructura básica de GdC (páginas amarillas) • Se han puesto en marcha algunos proyectos de GdC en algunos niveles de la pirámide organizacional.
4	Gestionado, establecido	Las iniciativas de GdC están plenamente establecidas en la organización.	<ul style="list-style-type: none"> • Una estrategia común y que apunta a la normalización de la GdC. • La GdC es incorporada dentro de la estrategia general de la organización. • Formación avanzada en GdC. • Estándares organizacionales. 	Medición cuantitativa de los procesos de GdC.	<ul style="list-style-type: none"> • En toda la organización los sistemas de GdC están funcionando plenamente. • El uso de los sistemas de GdC están en un nivel razonable. • Perfecta integración de la tecnología con la arquitectura de contenidos.
5	Optimizar, compartir	La GdC está plenamente integrada a la organización y sometida a procesos de mejoramiento continuo.	La cultura de compartir está institucionalizada.	<ul style="list-style-type: none"> • Los procesos de GdC son revisados permanentemente y mejorados. • Los actuales procesos de GdC pueden ser fácilmente adaptados para satisfacer las nuevas necesidades de negocio. • Los procedimientos de GdC forman parte integral de la organización. 	La infraestructura actual de GdC es mejorada continuamente.

Tabla 3. Modelo general de madurez de GC. Fuente: Pee et al. (2006). Traducción realizada por Durango et al. (2015).

de retiro del personal a los 63 años de edad, flujo creciente de técnicos cursando niveles de especialización académica superior y cambios en las políticas de asignación de personal técnico a diferentes puestos) la organización identifica claramente la necesidad de optimizar la gestión del conocimiento, lo cual se constata en la información recabada durante la fase de relevamiento de los antecedentes del proyecto .

En el año 2014, el LATU tomó la decisión de implementar un SGdC incorporándolo como un objetivo de gestión. En el año 2007 un grupo *ad hoc*, integrado por técnicos de diferentes áreas, comenzó a trabajar en un diagnóstico sobre la temática. En el año 2009 se realizó una encuesta de GdC, para la cual se convocó una muestra de 240 funcionarios efectivos de un total de 400, y logró una respuesta del 85 %, resultado que evidenciaba el interés por la temática.

La encuesta fue un primer acercamiento a la noción que los integrantes de la institución tenían sobre la gestión del conocimiento. Formó parte de la etapa de diagnóstico de la iniciativa institucional, que buscó obtener información objetiva y confiable sobre: el relacionamiento existente entre los distintos departamentos y los colaboradores; cómo se transfería el conocimiento proveniente de la capacitación recibida; las herramientas de archivo de información utilizadas; las herramientas y prácticas de gestión del conocimiento existentes en los diversos niveles de la estructura organizativa; los posibles beneficios que un proyecto institucional sobre la temática tendría para la organización, y las posibles barreras existentes.

A partir de los resultados obtenidos, el LATU identificó los beneficios relacionados con la realización de un proyecto de GdC en cuanto a aumentar las competencias, potenciar la innovación, estar mejor preparados para el cambio y mejorar las relaciones entre las diversas unidades de la estructura organizativa. Asimismo, se detectaron barreras relacionadas con la disponibilidad de tiempo del personal, los costos asociados a la asignación de recursos humanos en posibles funciones específicas y la resistencia a compartir conocimiento. Lo que ciertos autores denominan perturbación inducida por la tarea y perturbación inducida por el poder (Newell, 2005).

Considerando los antecedentes del LATU en relación a la temática (2007-2013), varias lecciones aprendidas fueron incorporadas a la toma de decisión de las futuras acciones que se emprendieron en el período 2014-2016. Entre ellas se destaca el activo involucramiento de la Gerencia General en el proyecto de diseño

e implementación del sistema de GdC, que participó en todas las actividades planificadas. Esta iniciativa fue fundamental para respaldar la importancia que la temática tenía y tiene para la dirección de la organización.

El proyecto de implementación del SGdC fue diseñado y ejecutado con el apoyo del Programa de Gestión del Conocimiento de la Universidad Católica del Uruguay. Se planificó para ser desarrollado en seis fases a lo largo de 32 semanas:

- Fase 0: Planificación del proyecto. Durante esta fase se acuerdan los diversos componentes del proyecto y la metodología a seguir, los roles y funciones asociadas, se intercambia con la consultoría sobre los colaboradores a participar en la fase siguiente y en las posteriores.
- Fase 1: Capacitación (ocho semanas). Este componente parte de unas primeras actividades de difusión, de sensibilización en la temática y de nivelación de conocimientos hasta concluir con la conformación de un grupo de trabajo específico.
- Fase 2: Consolidación del grupo de trabajo (cuatro semanas). Parte de este componente son: adoptar un marco de funcionamiento, establecer un acuerdo de trabajo, definir roles dentro del grupo, plantear la frecuencia de reunión, determinar las herramientas de evaluación de avances, adoptar un marco ético, teórico, técnico, estratégico y político, definir propósito y objetivos, plazos y productos entregables, y acordar la realización de una experiencia piloto exitosa y de impacto.
- Fase 3: Relevamiento de antecedentes (cuatro semanas). Se busca relevar la información en relación a la gestión del conocimiento en instituciones similares o comparables; la recuperación de conclusiones de los procedimientos, programas y estudios preliminares; el aporte de iniciativas propias anteriores (personales, grupales y organizacionales).
- Fase 4: Diagnóstico (cuatro semanas). El grupo de trabajo definido en la fase 2 realiza un diagnóstico en el que identifica el nivel de madurez, riesgos, condiciones favorables, limitaciones y viabilidad del diseño e implementación del SGdC.
- Fase 5: Diseño del Sistema de Gestión del Conocimiento (ocho semanas). A partir del diagnóstico realizado, el grupo diseña el SGdC a proponer, definiendo el alcance, los procesos relacionados, las prácticas, técnicas y herramientas a utilizar, y proponiendo acciones para superar las barreras y obstáculos.

culos identificados en la fase 4 y en la comparación con las buenas prácticas internacionales en GdC.

- Fase 6: Piloto (cuatro semanas). Se acuerda realizar un piloto de implementación, que sea evaluado una vez finalizado.

Si bien esta última fase estaba prevista para el transcurso de 2015, no fue ejecutada ya que el LATU decidió realizar el diseño e implementación del SGdC para toda la organización en forma simultánea.

Fase 1: capacitación

Esta fase del proyecto fue diseñada y ejecutada en tres grandes módulos, en un diseño que se puede denominar en “embudo” en cuanto a su alcance; comenzó con todos los integrantes de la organización y culminó en la capacitación del grupo de trabajo específico.

En el primer módulo se realizaron talleres de sensibilización en la temática de gestión del conocimiento dirigido a todos los colaboradores efectivos (aproximadamente 350 personas). El segundo módulo estuvo dirigido a todas las gerencias, direcciones, coordinaciones y jefaturas, con participación de la Gerencia General (entre 60-70 personas). En el tercer módulo participó un grupo de aproximadamente 18 personas designadas por las gerencias que conformarían el grupo de trabajo para la implementación (Grupo GdC), con representantes de todas las gerencias de la organización.

Fase 2: consolidación del grupo de trabajo y adopción de un marco de funcionamiento

Finalmente, a través de diferentes incorporaciones al núcleo de trabajo para la implementación, el grupo quedó conformado por 30 personas que representaban a todos los procesos de la organización.

Una de las primeras actividades del Grupo GdC fue generar un acuerdo de trabajo. En ese documento se refleja el compromiso de trabajo asumido por cada integrante del grupo en relación a su asistencia y cumplimiento de plazos con los objetivos del grupo; la frecuencia y horarios de las reuniones; la operativa de los grupos *ad hoc*; la toma de decisiones por consenso, y el establecimiento de un sistema de medición de avances, resultados parciales e impactos, que permitiera un seguimiento cercano del proyecto y mecanismos de difusión para informar del proyecto a la organización.

En esta fase se lograron los acuerdos básicos dentro del grupo para consensuar el significado que la ges-

ción del conocimiento tiene para el LATU, la Misión de la GdC en el LATU y los objetivos organizacionales en relación al sistema.

A partir del contenido acordado en el acuerdo de trabajo surgió la necesidad de generar:

- Subgrupos con roles específicos durante toda la vida del proyecto,
- Grupos *ad hoc* en temáticas determinadas para elaborar propuestas que se consensuarían con el Grupo GdC.

Los subgrupos con roles específicos durante toda la vida del proyecto son:

- Grupo estado de situación y avance. Responsable del seguimiento del proyecto a lo largo de sus fases, cuentan con herramientas generadas en un grupo *ad hoc* constituido a tal fin.
- Equipo de comunicación. Con el objetivo de proponer y dar seguimiento a un plan de comunicación del proyecto y del sistema de gestión del conocimiento, establece instancias, actividades y medición de la efectividad de la comunicación tanto interna como externa.

Inicialmente, los grupos *ad hoc* creados para realizar propuestas concretas de avance al plenario en diferentes temáticas de interés fueron:

- Herramientas de evaluación de avance, cuyo objetivo era el seguimiento del proyecto (plazos y cumplimiento de hitos), la medición de resultados (diseño e implementación con cuestionarios, entrevistas, práctica), de efectos e impactos, lo cual se resume en la Figura 2.
- Marco ético. Dado que el LATU tiene un código de ética que abarca no solo a sus colaboradores sino también a sus proveedores, se consideró necesario revisar su contenido a partir de la generación del acuerdo de trabajo definido para el Grupo GdC. Del estudio realizado surgieron recomendaciones relacionadas con la propiedad intelectual del diseño del sistema de gestión del conocimiento así como de la confidencialidad de la información intercambiada durante el proyecto.

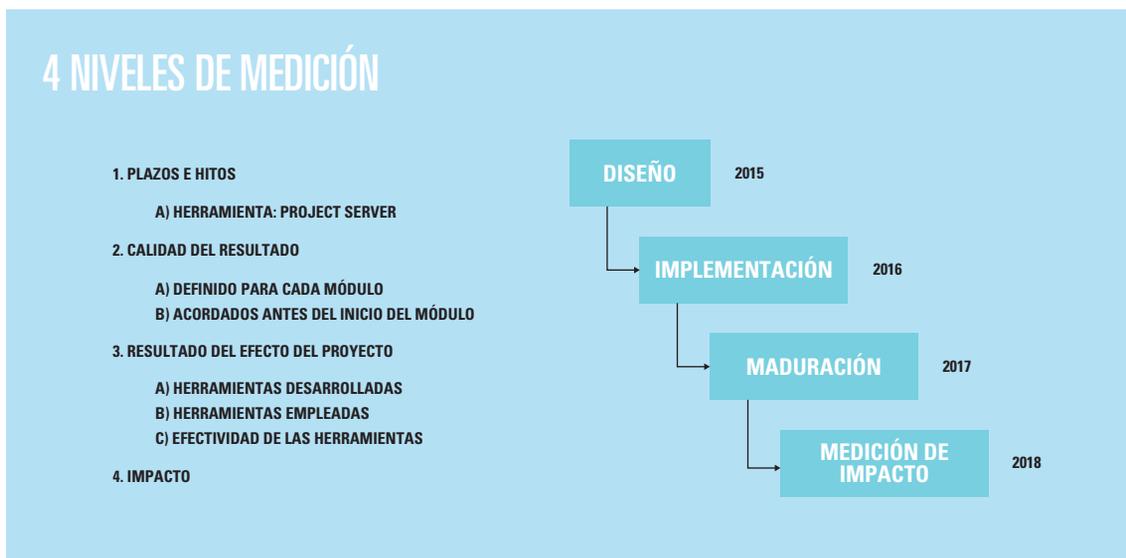


Figura 2. Niveles de medición de las fases del proyecto de implementación del sistema de gestión del conocimiento. Fuente: LATU, Grupo de gestión del conocimiento, año 2015.

Fase 3: relevamiento de antecedentes

El objetivo de esta fase fue capitalizar los esfuerzos que la organización ya hubiera realizado en relación a la gestión del conocimiento, pero sin asociarla conscientemente a ese concepto, buscando líneas de acción a partir de las sugerencias o propuestas que en su momento se hubieran hecho.

El Grupo GdC realizó un relevamiento de todos los antecedentes significativos para el proyecto, e identificó 10 áreas de interés. Se definieron cuatro grupos *ad hoc* para relevar la información. Estos grupos detectaron fuentes, resultados y acciones preexistentes en el LATU que aportaban a la GdC ya que contribuían a desarrollar las condiciones para que las personas produjeran, aplicaran y/o transfirieran un conocimiento válido para la organización.

El resultado del análisis se resumió en una matriz de elementos que se contemplarían e integrarían al sistema de gestión del conocimiento.

Fase 4: diagnóstico

Las conclusiones del relevamiento de antecedentes alimentaron la siguiente fase de diagnóstico específico sobre la GdC en el LATU, que incluyó la aplicación de un Modelo de Madurez, adaptado para este proyecto, desarrollado en un equipo *ad hoc* a partir de la revisión

bibliográfica. De los modelos analizados, se adoptó para la evaluación de la madurez de la organización uno indicado como proveniente de “fuentes varias.” Sobre este esquema se trabajaron algunos ítems con aportes provenientes de otros modelos, con el fin de que la herramienta ganara en sensibilidad y claridad en las descripciones.

El modelo de madurez adaptado dispone de seis dimensiones (alineación estratégica, liderazgo y gobernanza, organización y procesos, contenido y contexto, cultura y personas, y tecnología), distribuidas en cinco niveles evolutivos (gestión ignorada, gestión incipiente, gestión parcial, conocimiento gestionado y conocimiento optimizado), y totaliza 100 escenarios posibles.

El modelo fue aplicado a todos los procesos del LATU, y se obtuvo como resultado una matriz de doble entrada.

La responsabilidad por la aplicación del modelo fue asignada a los responsables de los procesos (niveles gerenciales), quienes decidieron individualmente la metodología utilizada para su aplicación (individual, en consulta y/o en equipo con colaboradores más cercanos, por ejemplo). Asimismo, fue acordado que cada proceso indicara su percepción en relación al desarrollo de la GdC, del propio proceso y de la organización en su conjunto. Es decir, cada proceso realizó un diagnóstico de sí mismo y otro de la organización.

En el Grupo GdC se describen y analizan los promedios, dispersión y brechas resultantes de la aplicación del modelo de madurez utilizado. A su vez, aquellos procesos que se percibieron como ubicados en fases posteriores de desarrollo pudieron explicar a los otros procesos cómo creían haberlo logrado. Y los procesos que se autodefinieron o reconocieron estar en estadios anteriores de la GdC pudieron preguntar, o requerir de los otros procesos, qué hacer para desarrollarse.

Los resultados fueron consolidados por un equipo *ad hoc* que sintetizó las principales conclusiones a las que arribaron y que fueron presentadas al equipo plenario para su validación. Las conclusiones se consignaron de acuerdo a la fuente de la que provenían, ya sea de la aplicación del modelo de madurez adoptado o del relevamiento de antecedentes.

Las conclusiones de la fase de diagnóstico fueron utilizadas para nutrir al Sistema de GdC que se diseñó durante la siguiente fase del proyecto.

Fase 5: diseño del sistema de gestión del conocimiento

Con base en las conclusiones resultantes de la fase de diagnóstico, el Grupo GdC acordó diseñar un SGdC con ciertas características prioritarias incluidas en su propósito, alcance, estructura, responsabilidades y prácticas a desarrollar. Durante la fase 2 del proyecto se consensuaron: la definición de GdC, su misión y los objetivos principales relacionados, y en esta fase solo fue necesario relacionar el SGdC con esas definiciones.

El alcance del SGdC fue definido para todos los procesos identificados en el mapa de procesos del LATU, e incluye todos los subprocesos característicos de la gestión del conocimiento:

- Generación: creación, desarrollo, investigación, innovación, acceso, adopción, adaptación, aprendizaje por experiencia, capacitación (entrenamiento, especialización, actualización, recapitación, formación), captura exterior (acceso, reclutamiento).
- Intercambio: socialización, exteriorización, interiorización, combinación, transferencia.
- Identificación: selección, ubicación, exploración (vigilancia, *benchmarking*).
- Conservación: protección, confidencialidad, propiedad, derechos.

Como fue mencionado, el SGdC es responsabilidad del proceso de Dirección del LATU, el cual puede asignar contrapartes para cada proceso de la organización. A su vez, cada uno de esos procesos, en coordinación con el SGdC, es responsable por la ejecución y seguimiento de las prácticas que se implementan en su ámbito. Aquellas prácticas, técnicas o herramientas de GdC que sean de uso general o de uso exclusivo de un proceso pueden contar para su implementación y gestión con un equipo *ad hoc* integrado con colaboradores de distintos procesos.

Las prácticas de conocimiento a desarrollarse (continuar, retomarse o crearse), definidas a partir de los resultados del diagnóstico realizado en la fase anterior, fueron documentadas en una matriz y se establecieron plazos (inmediato, corto y mediano) y procesos necesariamente involucrados, así como su responsable. En total se identificaron 33 medidas.

Para la implementación de las prácticas de conocimiento con plazos definidos como inmediato y corto (19 prácticas) se conformaron seis subgrupos de trabajo con integrantes pertenecientes a diferentes procesos, previamente propuestos por la coordinación del proyecto, si bien se indicó que los grupos eran abiertos y de participación voluntaria. La coordinación del proyecto definió un coordinador por cada subgrupo. Un séptimo subgrupo, responsable por el diseño del proceso de dirección del SGdC, estuvo integrado por todos los gerentes responsables por los procesos incluidos en el mapa de procesos del LATU.

Los siete subgrupos fueron creados con el objetivo de diseñar las prácticas de conocimiento que le fueran asignadas. Los subgrupos tienen la responsabilidad de realizar los diseños correspondientes, que luego son acordados a nivel de todos los integrantes del Grupo de GdC. Los documentos resultantes son aprobados por los responsables de los procesos involucrados en las acciones relativas a la implementación.

Algunas lecciones aprendidas

A partir de los resultados obtenidos por la introducción del sistema de GdC han sido identificadas conclusiones asociadas al proceso de diseño e implementación que se resumen en los próximos seis apartados: necesidad de participación, adquisición de un lenguaje técnico común, construcción de un sistema propio, capitalización de antecedentes, búsqueda de consensos y respeto de la cultura organizativa.

Necesidad de participación

Hoy en día todos los autores coinciden en afirmar que una GdC exitosa se logra no solo satisfaciendo las necesidades de la organización, sino también las necesidades individuales de sus integrantes y de las comunidades de práctica que la integran. Para conocer las necesidades individuales de sus integrantes es necesario que las personas participen, que tengan interés en la temática y que aporten su experiencia, tomando conocimiento de qué es lo que los otros saben, y haciendo posible así superar las dificultades relacionadas con una de las características principales del conocimiento: la dispersión.

En el transcurso del proyecto, el interés fue evidenciado a partir del excelente nivel de participación de todos los colaboradores convocados, quienes compartieron sus conocimientos para el logro de los objetivos consensuados, y que fueron proactivos en el trabajo de los equipos. La concurrencia de los integrantes del grupo de trabajo a las reuniones superaba el 80 % de asistencia y la de los grupos *ad hoc*, el 90 %.

Por la propia esencia del conocimiento, que reside en las personas, quienes a su vez lo comparten ya sea en forma explícita o tácita, todos los colaboradores deben tener la vivencia del proceso de diseño e implementación del SGdC, transitar por él y participar activamente en su definición, directa o indirectamente.

Si las personas no participan, seguramente tiendan a sentir mayor rechazo frente a los cambios que las involucren, y presenten como consecuencia una falta de compromiso y de motivación por aquello que les sea "impuesto." La participación es parte esencial de la gestión del cambio, en tanto que a mayor participación habrá menor resistencia.

El conocimiento disperso debe reunirse para que se establezca una comprensión conjunta del sistema y, por ende, una adecuada reflexión que permita la generación de nuevas ideas acerca de cómo deben hacerse las cosas.

La implementación de un SGdC tiene características comunes a todos los sistemas de gestión de una organización, ya que requiere el compromiso de la alta dirección para aumentar las probabilidades de éxito del proyecto. El intercambio de ideas y percepciones entre la dirección con colaboradores de diferentes niveles jerárquicos, no solo evidencia la importancia que para la institución tiene la temática, sino que permite que ciertos temores que coexisten con la implementación de estos sistemas (como la percepción de pérdida de poder) sean minimizados.

Es imprescindible relacionar la GdC con las estrategias de la organización, promoviendo que los colaboradores identifiquen frecuentemente las ventajas de compartir conocimiento.

Adquisición de un lenguaje técnico común

Las instancias de capacitación, entre otras, son eventos útiles para nivelar el conocimiento de las personas sobre las diferentes temáticas y permiten la adquisición de un lenguaje técnico común.

Este lenguaje es indispensable para consensuar el significado que la gestión del conocimiento tiene para la organización, la propia misión de la GdC en la institución y los objetivos organizacionales en relación al sistema.

El conocimiento es ambiguo, por lo que diferentes personas o grupos pueden interpretar un concepto o práctica de modo distinto, según sus propios paradigmas, que a su vez restringen la validez del conocimiento. Se deben considerar las barreras sintácticas y semánticas para compartir el conocimiento y desarrollar interpretaciones comunes para superarlas (Nonaka, 1994). Esto permitirá que se reflexione sobre las diferentes interpretaciones y que esta reflexión presente nuevos conceptos para alcanzar el consenso acerca de cómo hacer las cosas de un modo diferente.

Construcción de un sistema propio

Si la GdC de una organización se desarrolla teniendo como pilares básicos la participación de todo el personal compartiendo un lenguaje técnico común, es factible la construcción de un sistema propio, adecuado a las necesidades, fortalezas y debilidades de la propia organización, con altas probabilidades de éxito en su desempeño.

En la implementación del SGdC es importante resaltar la práctica de no trasplantar sistemas diseñados para otras organizaciones, aunque se los considere altamente exitosos. La propia esencia del conocimiento (el hecho de que reside en las personas) implica la necesidad de que la organización construya un sistema propio basado en sus características particulares.

El diseño e implementación de SGdC debe ser gestionado en el marco de un proyecto (o cartera de proyectos) de la organización, así como también debe

incluir la planificación, la asignación de responsabilidades y de recursos para su ejecución, el seguimiento y control de avance para identificar las acciones correctivas requeridas, y la replanificación de fases, etapas y actividades.

Capitalización de antecedentes

Tradicionalmente, las áreas del LATU se gestionaron con un cierto grado de "duplicación de los especialistas". Todo profesional universitario que desempeñara grado de jefaturas (grado de mayor especialización técnica) tenía un alterno (profesional universitario) con similar nivel de especialización o en formación. Ello permitía que, en caso de ausencia del titular, su alterno pudiera brindar una respuesta técnica de similar nivel de especialización.

Es interesante comparar esta práctica con el principio de redundancia estudiado por Nonaka y Takeuchi en las compañías japonesas (Nonaka y Takeuchi, 1995), por el cual las organizaciones conscientemente duplican información, conocimientos, actividades empresariales o responsabilidades de gestión, lo que facilita la transferencia de conocimiento tácito a través del fortalecimiento del diálogo y la comunicación e interacción entre los integrantes de la empresa. Indudablemente, la decisión organizativa de contar con jefatura y alterno estimulaba el diálogo y facilitaba la transferencia del conocimiento tácito entre uno y otro.

Actualmente, el principio de redundancia es escaso dentro de la institución. La estrategia de optimización de recursos, incluso los relacionados con su capital intelectual, exige a los cargos de gestión desafíos importantes para obtener mejores resultados en relación al aprendizaje organizacional, la retención de talentos y la innovación.

El relevamiento de antecedentes permite capitalizar los esfuerzos que la organización haya realizado pero sin asociarlos conscientemente a la gestión del conocimiento, buscando líneas de acción a partir de las sugerencias o propuestas realizadas. Es de vital importancia desarrollar un SGdC propio, nacido de las experiencias y de las lecciones aprendidas de los integrantes de la organización.

Las áreas de interés para realizar el relevamiento de antecedentes deben ser significativas e identificarse en forma específica para cada organización. Es esperable que la organización genere grupos *ad hoc* en el equipo asignado al diseño del sistema, con el fin de recabar

en paralelo los diversos antecedentes y optimizar plazos. Una vez obtenida la información, el tiempo que se planifique en el proyecto para difundir los trabajos e iniciativas relevadas entre todos sus integrantes debe ser suficiente para lograr una adecuada profundidad de análisis, que enriquezca el intercambio en el equipo.

Durante la socialización del conocimiento resultante de la aplicación del modelo de madurez, los procesos que se percibieron ubicados en niveles altos de desarrollo compartieron con los demás cómo creían haberlo logrado. En tanto los procesos que se autoidentificaron en estadios anteriores pudieron preguntar o requerir qué hacer para mejorar su desarrollo.

Búsqueda de consensos

La decisión por consenso es un proceso de decisión que busca no solamente el acuerdo de la mayoría de los participantes, sino que también persigue el objetivo de resolver o atenuar las objeciones de la minoría para alcanzar la decisión más satisfactoria (Enebral, 1998).

Los sistemas participativos, el trabajo en equipo, el liderazgo, el empoderamiento y, en general, todas las nuevas tendencias del *management*, parecen apuntar al consenso como medio de asegurar la mayor eficiencia en la aplicación de las decisiones adoptadas. Es una especie de *management by consensus*.

En el diseño e implementación de un SGdC, la búsqueda de consensos por parte de la mayor cantidad posible del personal de la organización debería ser un objetivo del propio proyecto de implantación. La naturaleza del conocimiento, que reside en las personas, condiciona a la organización a la búsqueda de consensos para viabilizar en el transcurso del tiempo el funcionamiento de los elementos críticos del sistema de GdC.

En la búsqueda del mayor consenso posible se resalta la participación de los delegados gremiales. Dos integrantes designados por el propio gremio son miembros activos del Grupo GdC, y participaron en los grupos *ad hoc* generados para el abordaje de diversas iniciativas. Sus aportes e inquietudes son tenidos en cuenta en el diseño del SGdC, posibilitando la mayor generación de confianza sobre su contenido.

Respeto por la cultura organizativa Conclusiones

Newell (2005) hace referencia a la perturbación inducida por la cultura, que puede llegar a impedir o suboptimizar la creación y transferencia de conocimiento como consecuencia de la influencia ejercida por los valores o creencias propios de la cultura de la organización.

Es importante que el diseño e implementación de un SGdC no solo promueva una cultura de compartir el conocimiento, sino que identifique y respete los demás elementos de la cultura organizativa que coexisten con la cultura del conocimiento.

Si, por ejemplo, la organización tiene una cultura jerárquica (Cameron y Quinn, 1999), se debe tener en cuenta que sus valores más importantes son la eficiencia, el cumplimiento de las normas y la formalización de los procesos. Por lo tanto, el SGdC más adecuado será aquel que haya sido diseñado contemplando estas características pero, a su vez, introduciendo los elementos característicos de una cultura de compartir conocimiento. En esta cultura, el trabajo en equipo, el colaborar y compartir y los reconocimientos por hacerlo seguramente se encuentren formalmente establecidos en la documentación del sistema asociada a los procesos de la organización.

En cambio, frente a una cultura adhocrática en la que la iniciativa, la creatividad y la asunción de riesgos son valores importantes, el trabajo en equipo, el colaborar y compartir y los reconocimientos por hacerlo seguramente tengan una flexibilidad casi desconocida y no compartida por una organización de cultura jerárquica.

Asimismo, es importante tener en cuenta que una organización no cuenta con una única cultura. Usualmente coexisten subculturas que se diferencian de la cultura principal de la organización y de las otras subculturas existentes (Cameron y Quinn, 1999).

Por ello es importante la necesidad de tomar conciencia de las diferentes culturas organizativas dentro de una misma organización, para proponer o diseñar las herramientas de GdC más adecuadas a sus características particulares. Lo importante es no perder el propósito buscado: desarrollar una cultura que incentive e impulse la gestión del conocimiento.

El artículo analiza el proceso de diseño e implementación de la gestión del conocimiento en el LATU. La implementación del sistema recién ha comenzado y ha tenido que sortear varias barreras culturales, tecnológicas, organizativas, de ausencia de conocimientos específicos, entre otras, que nos revelan que el camino hacia la cultura de la Gestión del Conocimiento no es sencillo.

El LATU comprendió la importancia de gestionar el conocimiento de la organización, para seguir siendo un referente en innovación y transferencia tecnológica y aumentar su competitividad.

Para ello se entiende imprescindible relacionar la GdC con las estrategias de la organización, promoviendo que los colaboradores identifiquen frecuentemente las ventajas de compartir conocimiento y participen activamente con sus aportes al SGdC.

Las palabras del Gerente General del LATU resumen la esencia del SGdC implementado: "Para el LATU el conocimiento constituye uno de los activos fundamentales. Nuestros colaboradores son los articuladores de los servicios que ofrece la institución, así como representantes de su misión de innovación y transferencia de tecnologías. Para una institución como la nuestra, cuyos productos y servicios se basan en los conocimientos de los colaboradores, la gestión del capital humano requiere de un ambiente laboral que favorezca el intercambio de conocimiento, la convivencia humana y la creatividad; de esta forma, se logra el desarrollo y crecimiento no solo de la institución, sino especialmente de las empresas uruguayas. Alineados a nuestra misión institucional, hemos incorporado un sistema de gestión del conocimiento integrado a los otros sistemas de gestión (calidad, salud y seguridad, entre otros). Está diseñado con el propósito de gestionar el conocimiento organizativo como un activo estratégico. Es así que la gestión del conocimiento para el LATU es el proceso sistémico que permite crear, incorporar y gestionar el conocimiento necesario, reflejándolo en servicios y soluciones de valor" (Silveira, 2017).

Reconocimientos

Se desea agradecer al equipo de Gestión del Conocimiento del LATU por su contribución en el diseño y desarrollo del Sistema de Gestión de Conocimiento del LATU, a la coordinadora del Proyecto MBA, Ing. Mariela De Giuda, y al PhD. Fernando Zeballos por sus valiosos aportes al proyecto de Gestión del Conocimiento.

Referencias

- Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008. UNE 412001: *Guía práctica de gestión del conocimiento*. Madrid: AENOR.
- Bloom, H., 2000. *The global brain*. New York: John Wiley and Sons.
- Boisot, M., 1998. *Knowledge assets*. Oxford: Oxford University Press.
- Bukowitz, W. y Williams, R., 2000. *The knowledge management fieldbook*. London: Prentice Hall.
- Cameron, K. y Quinn, R., 1999. *Diagnosing and changing organizational culture*. New York: Wiley John and Sons.
- Dalkir, K., 2005. *Knowledge management in theory and practice*. Montreal: McGill University.
- Di Candia, C., Pippolo, D. y Rainusso, V., 2011. ¿Por qué conocer la cultura de una organización? En: *INNOTEC Gestión*, 3, pp.54-63.
- Durango, C., Quintero, M. y Ruiz, C., 2015. Metodología para evaluar la madurez de la gestión del conocimiento en algunas grandes empresas colombianas [En línea]. En: *Tecnura*, 19(43): pp.20-36. [Consulta: 18 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a01>
- Enebral Fernández, José, 1998. Decisiones por consenso. En: *Revista Capital Humano*, Año XI (112), pp.64-66.
- Gruber, H. 2000. *Does organizational cultura affect the sharing of knowledge?* [En línea]. Ottawa: Carleton University. (Tesis de Maestría) [Consulta: 18 de diciembre de 2017]. Disponible en: <https://curve.carleton.ca/806face2-3cf7-4404-ba4c-713e1798be24>
- Harmon, Paul, 2009. Process maturity models [En línea]. En: *BPTrends*, 2(5). [Consulta: 12 de junio de 2016]. Disponible en: http://www.bptrends.com/publicationfiles/spotlight_051909.pdf
- Lee Blanco, Carlos Alfonso, 2012. El capital intelectual y las redes de conocimiento. En: *INNOTEC Gestión*, 4, pp.22-29.
- Mazur, G., 1993. *QFD for service industries: from voice of customer to task deployment*. Michigan: Japan Business Consultants.
- Meyer, M. y Zack, M., 1996. *The design and implementation of information products*. En: *Sloan Management Review*, 37(3), pp.43-59.
- Mc.Elroy, M., 2003. *The knew knowledge management: complexity, learning and sustainable innovation*. Boston: Butterworth-Heinemann.
- Newell, S., 2005. Knowledge transfer and learning: problems of knowledge transfer associated with trying to short-circuit the learning cycle. En: *Journal of Information Systems and Technology Management*, 2(3), pp.275-290.
- Nonaka, I., 1994. A dynamic theory of organizational knowledge creation. En: *Organization Science*, 5(1), pp.14-37.
- Nonaka, I. y Takeuchi, H., 1995. *The knowledge-creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York: Oxford University Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 2000. *Knowledge management in the learning society*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD, 2004. *Measuring knowledge management in the business sector*. Paris: OECD.
- Pee, L., Teah, H. y Kankanhalli, A., 2006. *Development of a general knowledge management maturity model*. Seúl: Korean Knowledge Management Society Conference. pp. 17-18.



Ruggles, R., 1977. *Knowledge tools: using technology to manage knowledge better*. Boston: Butterworth-Heinemann.

Senge, Peter, 1990. *La quinta disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Madrid: Granica.

Silveira, Jorge, 2017. ¿Por qué desarrollar un sistema de gestión del conocimiento en el LATU? [En línea]. En: *El Observador*, 1o de marzo de 2017. [Consulta: 18 de diciembre de 2017]. Disponible en: <http://deres.org.uy/wp-content/uploads/deres-1-3.pdf>

Snowden, D., 2002. Complex acts of knowing: paradox and descriptive self-awareness. En: *Journal of Knowledge Management*, 6(2), pp.100-111.

Sveiby, K. y Simons, R., 2002. Collaborative climate and effectiveness of knowledge work-an empirical study. En: *Journal of Knowledge Management*, 6(5), pp.420-433.

Uruguay. Ley 18.640, de 26 de enero de 2010. *Diario Oficial*, 26 de enero de 2010, No. 27.905, p. 225A

Wiig, K., 1993. *Knowledge management foundations*. Arlington: Schema Press.



PLAN DE MUESTREO DE TRES CLASES

CASO DE MEJORA EN INSPECCIÓN DE MATERIA PRIMA CON BASE EN CURVAS CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

AUTORES

MAIRETT RODRÍGUEZ-BALZA (1)
MAYORLY GONZÁLEZ (1)
LUIS PÉREZ-YBARRA (2)

(1) POSTGRADO EN ESTADÍSTICA, FACULTAD DE AGRONOMÍA,
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA.
(2) DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BÁSICAS,
ESCUELA DE BIOANÁLISIS, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA
SALUD, UNIVERSIDAD DE CARABOBO.

El plan de muestreo por aceptación de materia prima para la elaboración de la naranjada al 60 %, aplicado por una empresa venezolana de alimentos, consiste en un muestreo de tres clases en el cual se seleccionan al azar $n=5$ bidones de concentrado de naranja de aproximadamente $N=8$ o 10 bidones en promedio, y en caso de presentarse más de $c=2$ bidones con carga microbiana considerada como marginalmente aceptable, el lote de materia prima es rechazado. En este trabajo se analizó el comportamiento de varios planes de muestreo alter-

nativos con tamaño de muestra igual o menor a $n=5$ por medio de las superficies características de operación generadas de cada plan de muestreo y sus respectivas curvas de operación. Para esto, se evaluaron 11 planes de muestreo de aceptación de tres clases, variando el tamaño de muestra n desde 2 a hasta 5 y el número máximo de aceptación c desde 0 hasta 2, seleccionando el más adecuado según el comportamiento de las superficies y curvas de operación características al compararlas con las del plan de la empresa. El análisis de las curvas características de operación se apoyó en herramientas de optimización del cálculo diferencial. Los gráficos mostraron un comportamiento similar entre el plan con $n=3$ y $c=1$ y el de la empresa, y se observaron menores diferencias en las probabilidades de aceptación para el plan propuesto que con otros planes analizados. A partir del plan propuesto se mejoró el proceso de inspección de la materia prima, debido a que se disminuye el tamaño de muestra, y, por consiguiente, se reducen los costos asociados al uso de reactivos en los análisis microbiológicos y los riesgos de contaminación del concentrado durante el proceso de la toma de muestra. Esto es debido a que se deben abrir los bidones que contienen empaques envasados al vacío, con lo cual se corre el riesgo de contaminación por manipulación o por el ambiente con la introducción del oxígeno en el empaque, lo que acelera el crecimiento de microorganismos.

Muestreo de aceptación actual

Las pruebas microbiológicas son una de las herramientas empleadas para evaluar si un sistema de gestión de riesgos de seguridad alimentaria está proporcionando el nivel de control apropiado (Van Schothorst, et al., 2009). Para verificar la inocuidad de los alimentos en la industria se aplican, entre otros, planes de muestreo que permiten decidir si un lote de materia prima o producto terminado está conforme o defectuoso, según criterios microbiológicos basados en la ausencia de microorganismos inaceptables en alimentos o en la cantidad de microorganismos presentes, unidades formando colonias por unidad de masa (UFC-g⁻¹), según un límite establecido por la empresa de acuerdo a la normativa que la rige (Hildebrandt, 2014; Jongenburger, et al., 2015). En ese sentido, los planes de muestreo de aceptación de tres clases son ampliamente empleados para probar la inocuidad de los alimentos (Legan, et al., 2001; Cassady y Nachlas, 2006; Hildebrandt, 2014).

El proceso de muestreo por aceptación de materia prima para la elaboración de la naranjada al 60 %, llevado a cabo por una empresa venezolana pasteurizadora de jugos de frutas y productos lácteos, es el muestreo de tres clases. Consiste en la selección al azar de cinco bidones (envases de 250 kg) de concentrado de naranja y la cuantificación de su carga microbiana. En caso de que tres o más bidones presenten carga microbiana dentro de un intervalo establecido como marginalmente aceptable, el lote es rechazado (González, 2013), es decir, el plan de muestreo es $PM(5,2)$. Establecido por la empresa con base en la Norma Venezolana (Fondo para la normalización y certificación de la calidad, Fondonorma, 2006).

El plan de muestreo actual ha permitido detectar lotes de materia prima (concentrado de naranja) fuera de lo permitido desde el punto de vista microbiológico, y no afectar la calidad del producto final. A pesar de que el comportamiento es satisfactorio para la empresa, supone un mayor riesgo de contaminación por la apertura de los cinco bidones para seleccionar la muestra del concentrado de naranja y realizar los análisis microbiológicos, y también en costos superiores por el empleo de los reactivos y medios de cultivo necesarios para la cuantificación de la carga microbiana.

En este trabajo se analizaron varios planes de muestreo alternativos para seleccionar uno o más entre los que resulten más económicos y expeditos y presenten una precisión similar al empleado por la empresa. Se consideraron 11 planes de muestreo con tamaños de muestra menores o iguales al empleado en la empresa ($n=5$), debido a que es el sugerido por la norma venezolana Fondonorma (2006). En este artículo se propone reducir el tamaño de muestra con probabilidades de aceptación iguales o menores al plan actual, con el objetivo de incurrir en menores riesgos de aceptación de un lote de materia prima con carga microbiana inaceptable. La probabilidad de aceptación es la probabilidad de aceptar un lote de materia prima que tenga un porcentaje específico de elementos marginalmente aceptables y un porcentaje de elementos defectuosos.

Cabe aclarar que los rechazos de lotes de materia prima con contaminación inaceptables se han presentado en la empresa en estudio, pero con muy poca frecuencia.

Muestreo de tres clases

Para caracterizar la precisión en la selección de los planes de muestreo de tres clases, tanto los propuestos en este trabajo como el aplicado por la empresa, se calcularon las probabilidades de aceptación de un lote (P_a) de bidones de concentrado de naranja, los cuales se denominarán indistintamente de aquí en adelante *elementos*. Tales probabilidades de aceptación P_a vienen dadas por

$$P_a = \sum_{i=1}^c \binom{n}{i} \left(\frac{P_m}{100} \right)^i \left(\frac{100 - P_d - P_m}{100} \right)^{n-i} \quad [\text{Ec. 1}]$$

$$0 \leq P_a \leq 1; P_m \geq 0; P_d \leq 100; P_m + P_d \leq 100$$

Donde P_m corresponde al porcentaje de elementos marginalmente aceptables; es decir, aquellos elementos en los cuales la concentración de microorganismos está comprendida entre unos valores establecidos de referencia m y M ; P_d porcentaje de elementos defectuosos, aquellos en los que la concentración de microorganismos es mayor que la cantidad de referencia M , considerada el nivel de contaminación peligroso o inaceptable; n al tamaño de la muestra, y c al número máximo de elementos marginalmente aceptables tolerables en la muestra (Martínez-Martínez, et al., 2012; Liu y Cui, 2013).

Bajo las condiciones anteriores, un plan de muestreo $PM(n, c)$ indica que se extraerán n bidones al azar del lote y que este se rechazará si aparecen más de c bidones marginalmente aceptables, y además, las probabilidades de aceptación P_a del lote vendrán dadas por la Ecuación 1. Asimismo, un lote será rechazado si aparece al menos un bidón defectuoso, es decir, con una carga microbiana superior a M .

Esta metodología de muestreo de aceptación es conocida como muestreo de tres clases y se aplica en casos de recuento microbiano en los que la distribución de los patógenos es heterogénea y la calidad del producto puede dividirse en tres clases dependiendo de la concentración de microorganismos en la muestra, a saber:

- Calidad inaceptable: una concentración de microorganismos superior al valor M , que no debe superarse en ningún elemento de la muestra. Su presencia determina el rechazo del lote.
- Calidad marginalmente aceptable: con algunos ele-

mentos que presentan una concentración superior a m pero inferior o igual a M ; si bien los elementos con calidad marginalmente aceptable no son deseables, pueden admitirse hasta en c elementos de la muestra y aun así el lote será considerado aceptable.

- Calidad buena: la concentración no supera el valor m en todos los elementos de la muestra (Castillo, 2004; FAO, 2004; Jarvis, 2008; Martínez-Martínez, et al., 2012).

Construcción de superficies características de operación

A partir de la Ecuación 1 se construyeron las superficies características de operación (SCO) para los 11 planes de muestreo considerados (Tabla 1). Simultáneamente se asignaron valores sucesivos a los parámetros P_m y P_d en el plano XY y se graficó la correspondiente probabilidad de aceptación P_a obtenida para cada par ordenado (P_m, P_d) en el eje vertical Z (Jarvis, 2008). Las SCO se graficaron utilizando el *software* estadístico Minitab 16.0 para Windows.

Se seleccionaron las SCO más parecidas a la correspondiente al $PM(5,2)$, el plan aplicado por la empresa, para luego comparar las curvas características de operación (CO) de los planes.

Las CO para los planes de muestreo seleccionados se construyeron graficando P_a en función de P_m para los valores específicos de $P_d = 0, 1, \dots, 5\%$, respectivamente. Se obtuvo un gráfico para cada valor de P_d (Jarvis, 2008; Montgomery, 2008). En términos geométricos, las CO corresponden a las intersecciones de las SCO seleccionadas con los planos de ecuaciones $P_d = 0, 1, \dots, 5\%$. Se optó por estos valores particulares de P_d ; es decir, porcentaje bajo de elementos defectuosos (contaminación inaceptable), ya que un lote es rechazado si aparece uno de tales elementos. Además, es de esperar que este valor P_d sea pequeño en los lotes analizados, debido a que en el historial de la empresa se han reportado con muy baja frecuencia estos eventos.

La comparación de las CO seleccionadas se realizó con base en el análisis de las diferencias máximas relativas (DMR) y diferencias máximas absolutas (DMA) entre las P_a de los planes de muestreo propuestos $PM(n_p, c_p)$ y el plan de muestreo aplicado por la empresa, $PM(5,2) = PM(n_e, c_e)$ para cada valor seleccionado de P_d . Estas DMA y DMR se encontraron optimizando los valores absolutos de las diferencias ΔPM_p^e , que pueden escribirse:

n	5	5	5	4	4	4	3	3	3	2	2
c	2	1	0	2	1	0	2	1	0	1	0
PM (n,c)	(5, 2)	(5, 1)	(5, 0)	(4, 2)	(4, 1)	(4, 0)	(3, 2)	(3, 1)	(3, 0)	(2, 1)	(2, 0)

Tabla 1. Planes de muestreo considerados en el trabajo.

Los planes alternativos al plan actual propuestos se seleccionaron de tal forma que presentaran las menores DMA para las CO y, al mismo tiempo, tuvieran un tamaño de muestra menor, considerando además la información aportada por las DMR, dma y el comportamiento gráfico de las CO.

$$\Delta PM_p^e = \sum_{i=0}^{c_e} \binom{n_e}{i} \left(\frac{P_m}{100}\right)^i \left(\frac{100 - P_d - P_m}{100}\right)^{n_e - i}$$

$$- \sum_{j=0}^{c_p} \binom{n_p}{j} \left(\frac{P_m}{100}\right)^j \left(\frac{100 - P_d - P_m}{100}\right)^{n_p - j} \quad \text{[Ec. 2]}$$

La optimización de la Ecuación 2 se realizó aplicando herramientas de cálculo diferencial. Así se encontraron los valores críticos para P_m tales que $\frac{\partial}{\partial P_m} [\Delta PM_p^e] = 0$, para cada valor P_d seleccionado, donde $\frac{\partial}{\partial P_m} [\Delta PM_p^e]$ corresponde a la derivada parcial de la función ΔPM_p^e con respecto a la variable P_m . A partir de estos valores críticos, se identificaron en cuáles de ellos ocurrían las DMR y DMA.

Las DMR corresponden geoméricamente a un máximo local o relativo y las DMA a un máximo absoluto (Stewart, 2012). Adicionalmente, se calculó la diferencia mínima absoluta (dma), que ocurre si $\Delta PM_p^e = 0$, es decir, cuando las CO se intersectan y viene dada por los valores de P_m que satisfagan la ecuación:

$$\sum_{i=0}^{c_e} \binom{n_e}{i} \left(\frac{P_m}{100}\right)^i \left(\frac{100 - P_d - P_m}{100}\right)^{n_e - i} =$$

$$\sum_{j=0}^{c_p} \binom{n_p}{j} \left(\frac{P_m}{100}\right)^j \left(\frac{100 - P_d - P_m}{100}\right)^{n_p - j} \quad \text{[Ec. 3]}$$

Los valores críticos se calcularon utilizando el software matemático Derive 6.0 para Windows, y las DMR, DMA y dma derivadas de esos puntos críticos, utilizando el software MS Excel 2010.

Superficies características de operación

La Figura 1 muestra las SCO correspondientes a los planes de muestreo considerados en este trabajo. Se observa que las probabilidades de aceptación P_a se hacen mayores para valores pequeños de P_m y P_d y las SCO son simétricas cuando $c=0$. A su vez, la simetría disminuye en la medida en que el valor de c aumenta. Asimismo, puede apreciarse que las SCO más parecidas a $PM(5,2)$ y que presentan tamaño de muestra menor, corresponden a $PM(3,1)$, $PM(4,1)$ y $PM(4,2)$; las demás SCO muestran superficies diferentes en su forma con respecto a la correspondiente al plan de muestreo aplicado por la empresa, por lo cual los análisis comparativos de las CO derivadas de estas SCO entre los planes propuestos con el plan de muestreo de la empresa se realizarán a partir de estas cuatro SCO.



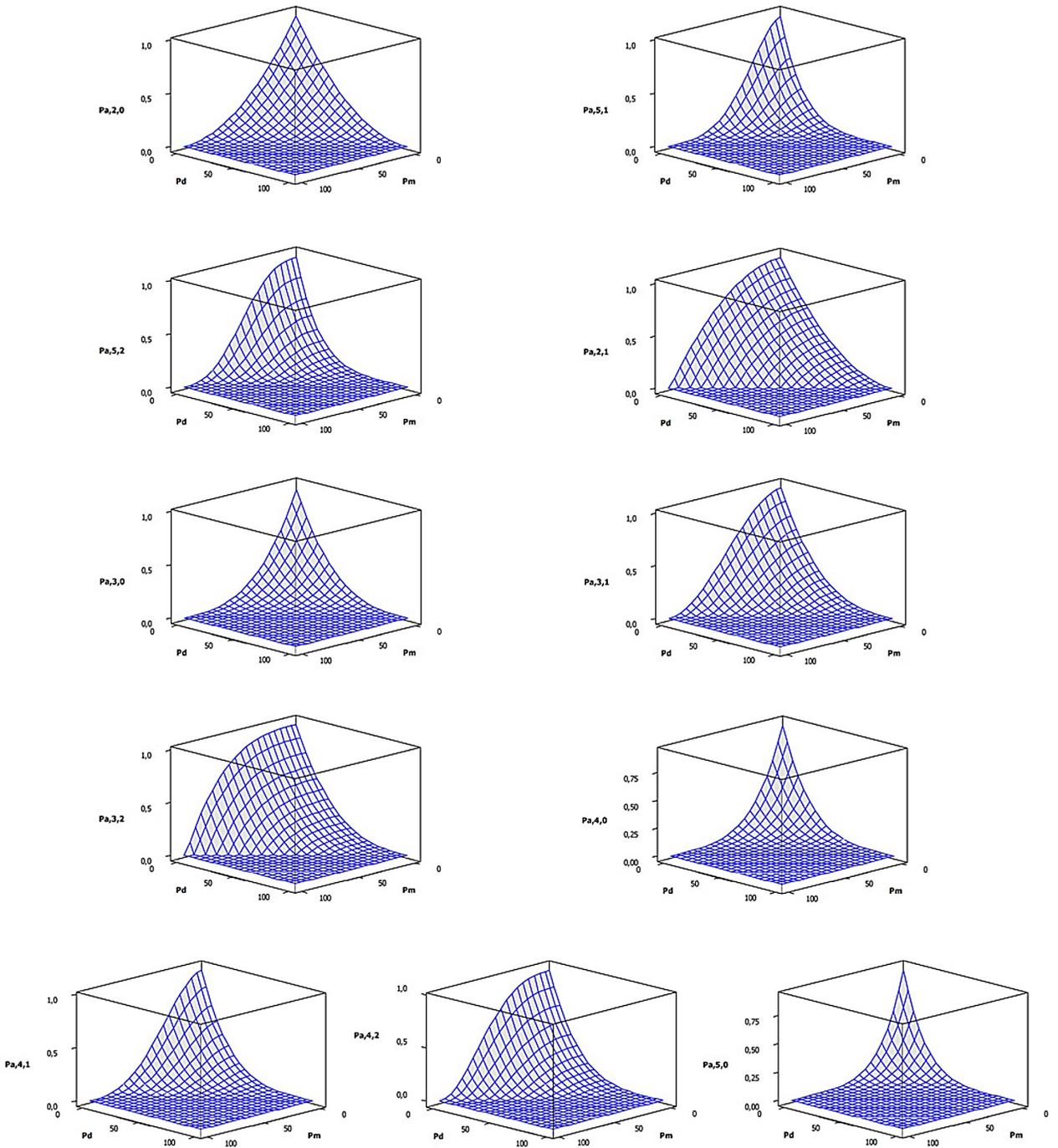


Figura 1. Superficies características de operación para los planes de muestreo considerados; $P_{a,n,c}$ indica la probabilidad de aceptación de un plan de muestreo $PM(n, c)$.

Curvas características de operación

Las CO para los planes de muestreo seleccionados se presentan en la Figura 2, en la cual se observa que el valor de P_d afecta la distribución de P_a , ya que modifica el valor de la intersección de la CO cuando $P_m = 0$ en función del tamaño de muestra n . De estas, la CO más afectada fue la del plan $PM(5,2)$, seguida de las CO de los planes $PM(4,2)$ y $PM(4,1)$, que estuvieron afectadas de forma idéntica y en menor medida a la CO del plan $PM(3,1)$. Adicionalmente, se observa que las gráficas de las CO se desplazan hacia la izquierda en tanto el valor de P_d aumenta, por lo cual puede esperarse que las DMA, las DMR y las dma varíen en función de P_d de un plan de muestreo a otro. A su vez, se puede destacar que a medida que aumenta el valor de P_d , disminuye P_a , especialmente en valores bajos de P_d .

Con respecto a las CO para $PM(4,2)$ y $PM(4,1)$ puede observarse que tienden a estar por encima y por debajo de la CO de $PM(5,2)$, respectivamente. La CO para $PM(4,2)$ presenta probabilidades de aceptación muy superiores a las de $PM(5,2)$ y la CO para $PM(4,1)$ resulta muy estricta y el tamaño de muestra no se reduce sino en una unidad. Esto podría generar mayor presión al proveedor de la materia prima. Se observa, además, que excepto para valores cercanos a $P_m = 0$ y para $P_m = 100 - P_d$, las P_a de estos planes de muestreo tienden a alejarse de las correspondientes al plan de muestreo aplicado por la empresa, por lo cual puede esperarse que las DMA presenten valores elevados (Figura 2).

El comportamiento de la CO de $PM(3,1)$ es diferente a los de $PM(4,2)$ y $PM(4,1)$, principalmente porque tiende a estar más cerca de la CO de $PM(5,2)$. A simple vista puede apreciarse que no solo existen las dma para valores cercanos a $P_m = 0$ y para $P_m = 100 - P_d$, sino que además existen dma para valores de P_m ubicados entre los anteriores para las CO con $P_d = 0, 1, 2$ y 3% . Asimismo, puede esperarse que los valores de las DMA para este plan de muestreo sean menores que las correspondientes a $PM(4,2)$ y $PM(4,1)$ (Figura 2).

La Tabla 2 muestra las coordenadas de los puntos notables de las gráficas de CO de los planes de muestreo seleccionados comparados con $PM(5,2)$ en función de los valores de P_d . Allí se observa que las DMA más elevadas siempre las presentan los planes $PM(4,1)$ y $PM(4,2)$, por lo cual lo más frecuente

es que la CO del plan de muestreo $PM(3,1)$ se encuentre más próxima a la CO de $PM(5,2)$. Sin embargo, tal y como se observa en la Figura 2, para valores cercanos a $P_m = 0$, los valores de P_d influyen más en las CO de los planes $PM(4,1)$, $PM(4,2)$ y $PM(5,2)$, y disminuye el valor de P_a en estas CO más en $PM(3,1)$ que para $PM(4,1)$, $PM(4,2)$. Este comportamiento es favorable para $PM(3,1)$ ya que, dada la baja frecuencia de P_d en el historial de la empresa, se espera que las probabilidades de aceptación dependan principalmente de P_m , y, en ese sentido, es conveniente que las CO de $PM(3,1)$ hayan sido las menos afectadas por P_d .

Se puede afirmar entonces que, excepto para valores cercanos a $P_m = 0$ con valores de $P_d = 4$ y 5% se empieza a notar una aproximación ligera de $PM(4,1)$, $PM(4,2)$ a $PM(5,2)$. Sin embargo, tal alejamiento es como máximo de apenas $4,3\%$ entre $PM(3,1)$ y los planes $PM(4,1)$ y $PM(4,2)$. Además, este comportamiento es favorable para $PM(3,1)$, por lo cual, en general, el plan $PM(3,1)$ presenta un comportamiento más acorde con el empleado por la empresa y, dado que requiere un tamaño de muestra menor que este, podría sustituirlo sin pérdida apreciable de precisión, con menores costos para la cuantificación microbiana y menor riesgo de contaminación de los bidones una vez abiertos.

A partir de la comparación entre las curvas características de operación de los planes seleccionados se pudo observar que la CO de $PM(3,1)$ tiende a estar más cerca de la CO de $PM(5,2)$, y está menos influenciada por los valores de P_d que los otros planes de muestreo considerados.

La aplicación de la metodología delineada en este trabajo constituye una herramienta útil para el análisis y selección de planes de muestreo de tres clases con poco sacrificio de precisión y manteniendo un estándar de calidad adecuado, lo que permite mejorar el proceso de inspección de la materia prima. El método fue validado por medio de la optimización matemática entre los planes propuestos, considerando las menores diferencias máximas absolutas para las CO y, al mismo tiempo, con un tamaño de muestra menor. Se contempló, además, la información aportada por las diferencias máximas relativas, la diferencia mínima absoluta y el comportamiento gráfico de las CO.

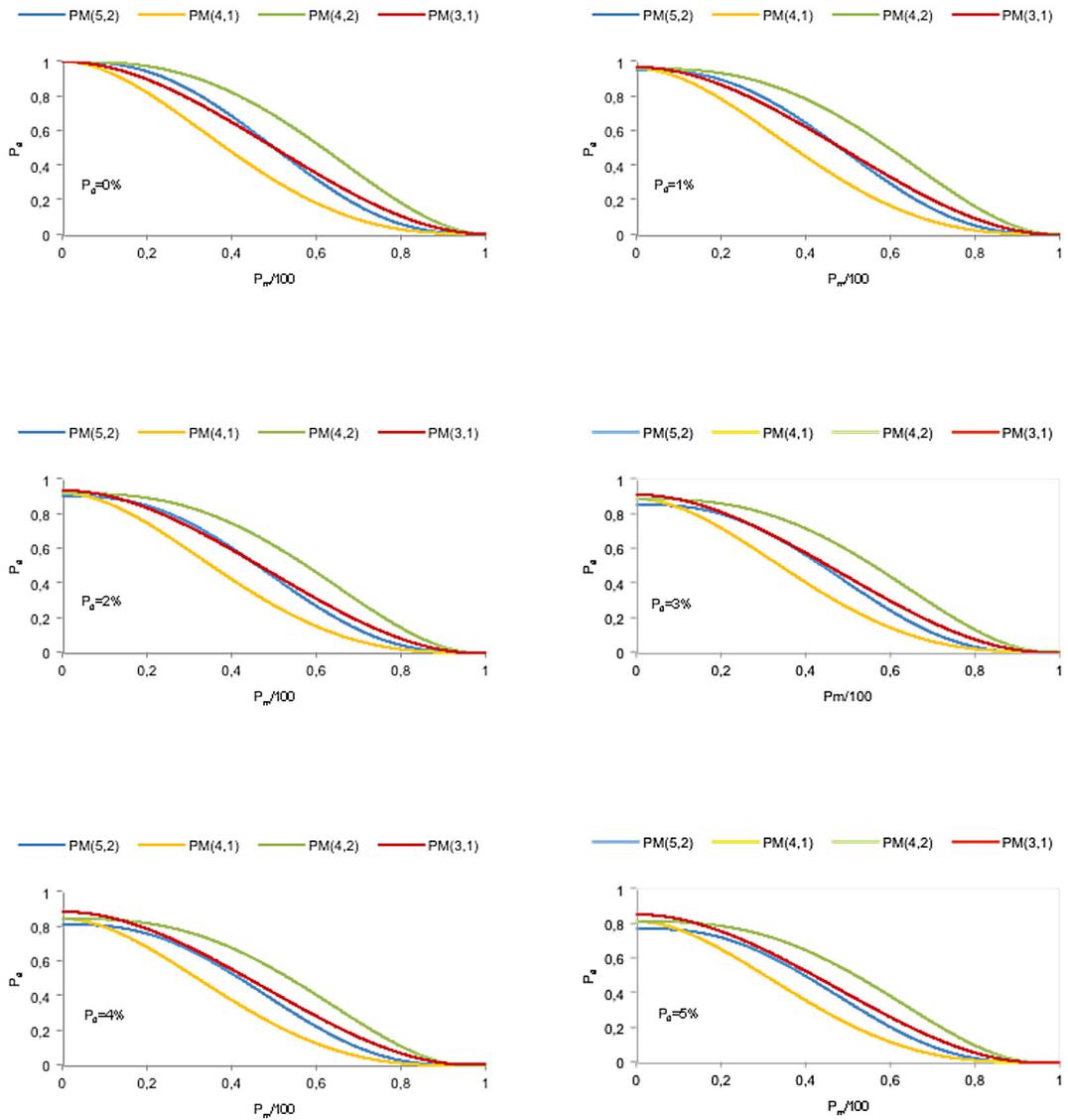


Figura 2. Curvas características de operación para los planes de muestreo seleccionados según el valor de P_d .

$PM(n,c)$	P_d	$DMA(P_{mv}, P_a)$	$dma(P_{mv}, P_a)$	$DMR(P_{mv}, P_a)$
$PM(4,1)$	0	(40; 0,20736)	(0; 0) (100; 0)	-
	1	(40; 0,19267)	(99; 0)	(0; 0,00961)
	2	(40; 0,17880)	(98; 0)	(0; 0,01845)
	3	(40; 0,16573)	(97; 0)	(0; 0,02656)
	4	(40; 0,15342)	(96; 0)	(0; 0,03397)
	5	(40; 0,14183)	(95; 0)	(0; 0,04073)
$PM(4,2)$	0	(59; 0,20736)	(0; 0) (100; 0)	-
	1	(58; 0,20227)	(99; 0)	(0; 0,00961)
	2	(57; 0,19725)	(98; 0)	(0; 0,01845)
	3	(56; 0,19229)	(97; 0)	(0; 0,02656)
	4	(55; 0,18739)	(96; 0)	(0; 0,03397)
	5	(54; 0,18256)	(95; 0)	(0; 0,04073)
$PM(3,1)$	0	(27,64; 0,05367) (72,36; 0,05367)	(0; 0) (50; 0) (100; 0)	-
	1	(70,72; 0,05475)	(9,99; 0) (46,56; 0) (99; 0)	(0; 0,01931) (28,28; 0,03544)
	2	(69,03; 0,05591)	(16,20; 0) (42,25; 0) (98; 0)	(0; 0,03727) (28,98; 0,01864)
	3	(67,27; 0,05714)	(24,43; 0) (35,18; 0) (97; 0)	(0; 0,05394) (29,73; 0,00320)
	4	(0; 0,06936)	(96; 0)	(30,56; 0,01090) (65,44; 0,05846)
	5	(0; 0,08359)	(95; 0)	(31,49; 0,02371) (63,51; 0,05989)

Tabla 2. Coordenadas de las diferencias absolutas máximas, mínimas y relativas entre los planes seleccionados y el plan de muestreo aplicado por la empresa.

Referencias

- Cassady, C. Richard y Nachlas, Joel A., 2006. Evaluating and implementing 3-level control charts. En: *Quality Engineering*, 18(3), pp.285-292.
- Castillo, Alejandro, 2004. *Calidad e inocuidad en plantas lecheras* [En línea]. Texas: A&M University. [Consulta: 26 de marzo de 2016]. Disponible en: http://www.fepale.org/sitio_viejo/lechesalud/documentos/222_CC.pdf
- FAO, 2004. *Codex alimentarius. Normas internacionales de los alimentos. Directrices generales sobre muestreo. CAC/GL 50-2004* [En línea]. Roma: FAO. [Consulta: 26 de marzo de 2016]. Disponible en: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/download/standards/10141/CXG_050s.pdf
- Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad - FONDONORMA, 2006. Fondorma 409: *Alimentos. Principios generales para el establecimiento de criterios microbiológicos*. Caracas: FONDORMA.
- González, Mayorly, 2013. *Mejoramiento del plan de muestreo en la recepción de concentrado de naranja en una planta pasteurizadora de productos lácteos y jugos de frutas* [En línea]. Maracay: Universidad Central de Venezuela. [Consulta: 26 de marzo de 2016]. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/4523>
- Hildebrandt, G., 2014. Sampling plans on microbiological criteria. En: *Encyclopedia of food microbiology, Volume 3*. 2a ed. San Diego, CA: Elsevier. ISBN: 978-0-12-384733-1
- Jarvis, Basil, 2008. *Statistical aspects of the microbiological examination of foods*. 2a ed. Londres: Academic Press. ISBN: 978-0-44-453039-4
- Jongenburger, I., den Besten, H. M. W. y Zwietering, M. H., 2015. Statistical aspects of food safety sampling. En: *Annual Review of Food Science and Technology*, 18(3), pp.20-25.
- Legan, J. David, Vandeven, Mark H., Dahms, Susanne y Cole, Martin B., 2001. Determining the concentration of microorganisms controlled by attributes sampling plans. En: *Food Control*, 12(3), pp.137-147.
- Liu, Fangyu y Cui, Lirong, 2013. A design of attributes single sampling plans for three-class products. En: *Quality Technology & Quantitative Management*, 10(4), pp.369-387.
- Martínez-Martínez, T. Olivia, Ramírez-Guzmán, M. Elva, Anaya-Rosales, Socorro, Arévalo-Galarza, M. Loudes y Leyva-Ruelas, Gabriel, 2012. Estimación del nivel de calidad de dos sistemas de producción de nopal verdura (*Opuntia* sp.). En: *Agrociencia*, 46(6), pp.567-578.
- Montgomery, Douglas C., 2004. *Control estadístico de la calidad*. 3a ed. México: Limusa-Wiley. ISBN: 9789681862343
- Stewart, James, 2012. *Cálculo de una variable. Trascendentes tempranas*. 7a ed. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V. ISBN: 978-607-481-881-9
- Van Schothorst, M., Zwietering, M. H., Ross, T., Buchanan, R. L., Cole, M. B. e International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF), 2009. Relating microbiological criteria to food safety objectives and performance objectives. En: *Food Control*, 20(11), pp.967-979.



APORTES DEL ENFOQUE SISTEMÁTICO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA INOCUIDAD ALIMENTARIA

AUTORES

CINTYA GONZÁLEZ (1)
DANIELA ESCOBAR (2)
VERÓNICA SKERL (3)
MERCEDES ALBISTUR (3)
DANIEL PIPPOLO (3)

(1) LÁCTEOS DOÑA ÁNGELA, ASUNCIÓN, PARAGUAY

(2) LATITUD FUNDACIÓN LATU, MONTEVIDEO, URUGUAY

(3) GERENCIA DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN, LATU, MONTEVIDEO, URUGUAY

Anivel mundial, los consumidores valoran cada vez con más fuerza aspectos relacionados con la inocuidad alimentaria. Esto determina la necesidad de elaborar productos seguros y de buena calidad, lo que implica una adecuada gestión de compra de las materias primas e insumos, el aseguramiento de la eficiencia y el desempeño de los procesos, el cumplimiento de las especificaciones y el mantenimiento de las evidencias de los controles realizados a lo largo de todo el proceso. Asimismo, en el contexto actual existe una creciente competencia; los



productos y mercados cambian rápidamente y se torna cada vez más importante para la empresa establecer herramientas de control de gestión modernas y asumir la gestión del conocimiento como bien competitivo. Para alcanzar el éxito sostenido de la organización es necesario monitorear factores críticos y motivar la creatividad e iniciativa de los empleados.

En este trabajo se analiza la relevancia de diseñar e implementar un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria en una industria láctea y se evalúan globalmente los beneficios obtenidos para atender los desafíos internos y externos. El análisis sistemático de todos los procesos de una empresa y su relación con los requisitos de las normas de gestión impacta positivamente en las capacidades de la organización para gestionar en forma efectiva todos sus procesos. A su vez, esta práctica permite asegurar la calidad e inocuidad de los productos entregados a los clientes, así como la optimización de los recursos, lo que incide finalmente en la rentabilidad de la empresa.

En contexto

Lácteos Doña Ángela surgió en 1955 como unidad de producción lechera que tenía como actividad principal el ordeño de leche y su posterior distribución y comercialización en Asunción, bajo la modalidad de “venta de leche casa por casa”. Con el transcurso del tiempo, la producción comenzó a aumentar y se desarrollaron nuevos canales de comercialización, lo que junto con el permanente afán de superación de la empresa determinaron la necesidad de industrializar la producción propia. El 1° de julio de 2011 comenzó a operar la nueva planta industrial que se encuentra instalada en un predio de 30 hectáreas y con una capacidad de producción de 125.000 litros por día.

Durante el período de abril de 2016 a julio de 2017, Lácteos Doña Ángela diseñó e implementó los requisitos de un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria según el esquema de certificación FSSC, el cual combina los requisitos de Norma de Gestión de Seguridad Alimentaria ISO 22000 (International Organization for Standardization, 2005), requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria, con las especificaciones técnicas de la ISO/TS 22002-1 (International Organization for Standardization, 2009) (programas de pre-requisitos) y los requisitos adicionales de Global Food Safety Initiative (GSF; ver enlaces recomendados). En julio de 2017 recibió la auditoría externa por parte de un organismo certificador

acreditado, que verificó *in situ* el cumplimiento de todos los requisitos y recomendó la certificación bajo el esquema de FSSC 22000.

El objetivo de este artículo es describir y examinar la metodología de una investigación sistémica utilizada para el análisis de los requisitos normativos, el diseño y posterior implementación de los requisitos de un sistema de gestión de la inocuidad. Se identifican algunos hitos y posteriormente se presentan los beneficios obtenidos y una serie de recomendaciones derivadas de las lecciones aprendidas. En particular, se hace énfasis en la importancia de la evaluación de los resultados analíticos de la calidad microbiológica de la leche en las distintas etapas del proceso productivo. Esto permite explorar las causas y proponer algunas mejoras aplicadas a lo largo de toda la cadena de producción con el objetivo de obtener productos lácteos de calidad e inocuidad, desde la recepción de materia prima, a la elaboración y también durante toda su vida útil.

Metodología y desarrollo

Con base en el concepto de comunidades de práctica (grupo donde se generan y toman decisiones, se aprende y se difunde el conocimiento; Pippolo y Di Candia, 2009) el equipo de inocuidad alimentaria de la empresa, acompañado por los consultores del LATU, conformó un grupo de trabajo para evaluar el entorno interno y externo y definir objetivos, acciones, responsables y plazos para el cumplimiento de las acciones. El equipo estuvo integrado por responsables de diferentes áreas de la organización con el fin de comenzar a generar una única visión de la empresa, eliminar viejos prejuicios entre diferentes clientes y proveedores internos y asegurar la alineación en los objetivos y lineamientos principales.

Trascurridos los primeros seis meses de trabajo, y una vez que la empresa contaba con una base documental y operativa de las buenas prácticas de manufactura (BPM) en todo el proceso y con planes de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC) para los diferentes productos, el equipo profundizó un estudio sistemático de la calidad de la leche a lo largo del proceso productivo y su efecto en la calidad final del producto, utilizando el análisis de causa efecto (Figura 1).

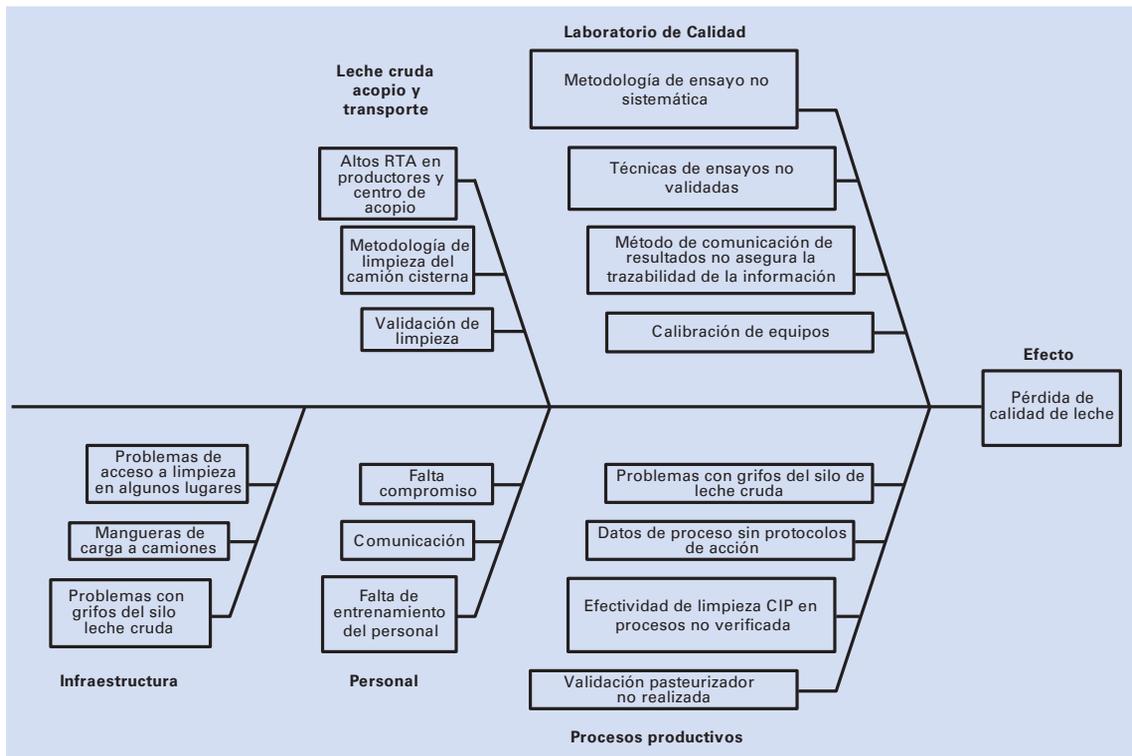
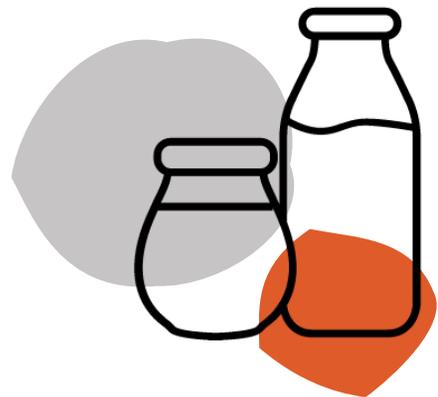


Figura 1. Análisis de causas en pérdida de calidad de leche.

A partir de este análisis se identificó la necesidad de realizar un estudio de los resultados microbiológicos históricos que presentaba la leche en las distintas etapas del proceso (desde su acopio, transporte y proceso de producción), así como para los productos elaborados. A su vez, se examinaron los procedimientos del laboratorio y del personal, los problemas que pudiesen provenir de la infraestructura de la planta, y se fueron aplicando los criterios de exigencia de la norma para el aseguramiento de la inocuidad alimentaria.

Del análisis de resultados microbiológicos históricos se desprende la necesidad de diseñar un plan de muestreo para profundizar en el análisis de condiciones de recepción y resultados de microorganismos. Con este insumo se planificó el establecimiento de acciones, verificaciones y validaciones.



Análisis:	Método	Temp. °C	Tiempo (hs)	Leche		Producto final	Agua de lavados	Hisopado en camiones
				Cruda	Procesada			
Recuento Aeróbios Mesófilos (RTA)	Petrifilm AOAC método oficial 986.33	(32±1)	(48±3)	X	X	X	X	X
Recuento Coliformes (CT)	Petrifilm AOAC método oficial 986.33 y 989.10	(32±1)	(24±2)		X	X	X	X
Bioluminiscencia	3M Clean Trace							X
Momento/Punto de muestreo				Al completar la carga Al inicio de la pasteurización		Al final de la vida útil		Tanque y acoplado

Tabla 1. Plan de muestreo y métodos analíticos utilizados.

En la Tabla 1 se presenta el plan de muestreo realizado y los métodos analíticos utilizados.

En virtud del análisis de causas y de los resultados analíticos, el equipo de inocuidad decidió intervenir en las siguientes etapas del proceso:

1) Previo a la entrada de la planta industrial: se tomaron medidas que involucran a los establecimientos de producción de leche, su transporte y recepción.

- Productores de leche: El asesoramiento a tambos se focalizó en recomendar mejoras a realizar en los establecimientos con el fin de obtener leche cruda de buena calidad para procesar. Esto se complementó con un plan anual de seguimiento a los establecimientos lecheros para verificar la ejecución de las acciones recomendadas y evaluar los resultados obtenidos
- Silos de recibo de leche cruda en la planta industrial: Se mejoró la conexión del grifo del silo, donde se retira la muestra de leche para ser analizada. Se modificaron las conexiones de colector de descarga de cisternas de transporte de leche y pulido de conexiones de mangueras de descarga.
- Camión cisterna: Se reubicó la bomba de retorno de lavado CIP de camiones de leche, se repararon las tapas de entrada de hombre y el pulido de unión de soldadura de respiraderos de cisternas de transporte de leche.

2) En la planta industrial:

- Proceso de limpieza y sanitización, especialmente en el *clean in place* (cambio de mangueras). Se modificaron los procedimientos de limpieza y se actualizó el procedimiento de comunicaciones y registros.
- Higiene y sanitización a través de los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento (establecimiento y comunicación de límites de control en monitoreo mediante hisopado de superficie en contacto directo e indirecto con el alimento).



Resultados analíticos

En la Tabla 2 se presentan los resultados analíticos según el plan de muestreo. Para los resultados de recuento total de aerobios (RTA) se toman como referencia los valores máximos de las normas paraguayas (Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, 2008 y 2010).

Muestra	análisis	antes	después	% disminución
Leche cruda al arribo a planta	Media RTA ¹	20,0 %	7,9 %	60,7 %
Muestras de hisopado camión	Fuera rango CT	3	0	-/-
	Fuera rango RTA	8	0	-/-
Muestras de agua lavado camión	Fuera rango CT	3	0	-/-
	Fuera rango RTA	14	0	-/-
Leche envasada	Fuera rango CT	0	0	-/-
	Media RTA ¹	56,2 %	34,2 %	39,1 %
Leche al fin de vida útil	Fuera rango CT	0	0	-/-
	Media RTA ¹	42,3 %	36,2 %	14,5 %
¹ 100 % corresponde al valor máximo admisible en Norma paraguaya				

Tabla 2. Resultados analíticos según el plan de muestreo.

Los resultados analíticos evidencian una importante disminución de los valores en los siguientes productos:

- Leche cruda: Si bien la empresa partía de un valor de RTA muy bajo para los requisitos normativos de Paraguay (20 % del valor máximo), a partir de las mejoras propuestas por el equipo de inocuidad se alcanzó una mejora sustancial en la calidad de la leche cruda recibida, con una reducción del 60 % en los recuentos de aerobios totales (RTA) y se eliminó la presencia de valores fuera de rango para coliformes totales (CT) para todas las muestras analizadas (Gráfico 1).
- Camiones cisterna: Las acciones realizadas determinaron la eliminación de la presencia de valores fuera de rango para hisopado de camión tanto en CT y RTA, así como para el agua de lavado (Gráficos 2 y 3).

- Leche pasteurizada envasada y al final de su vida útil: La empresa parte siempre de valores inferiores a los establecidos por la norma paraguaya (Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, 2010), en el entorno del 50 % y 40 %, respectivamente. Igualmente, se constató una mejora en los valores obtenidos en base al análisis y acciones propuestas por el equipo de inocuidad, que descendieron 40 % y 15 % con respecto a los valores previos a la intervención del equipo (Gráficos 4 y 5).

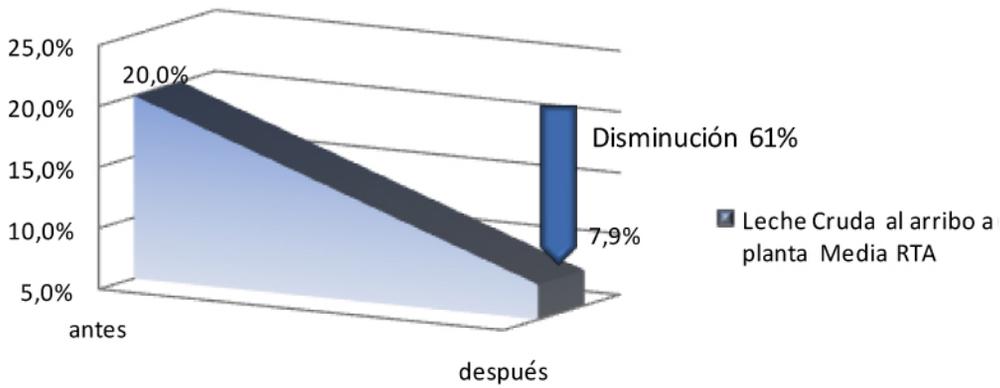


Gráfico 1. Recuentos de aerobios totales (RTA) de leche cruda.

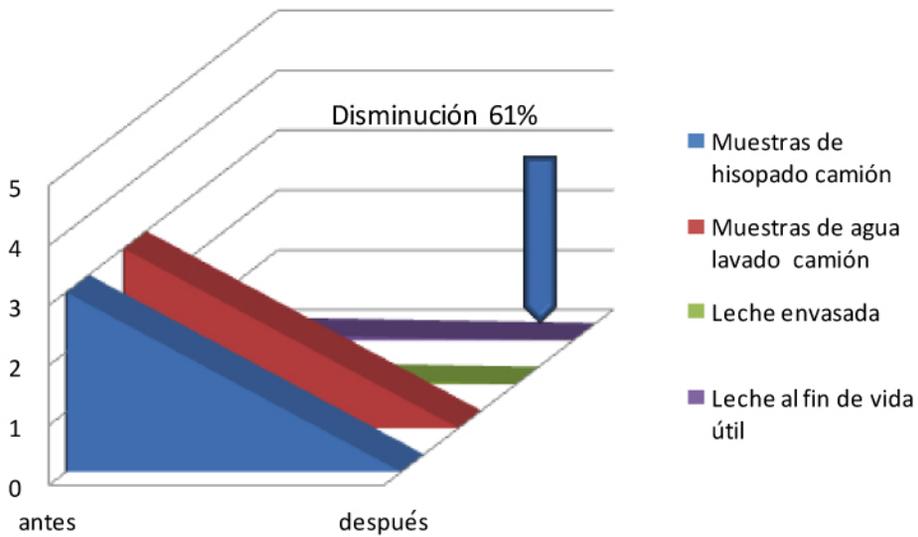


Gráfico 2. Coliformes totales (CT) fuera de rango.

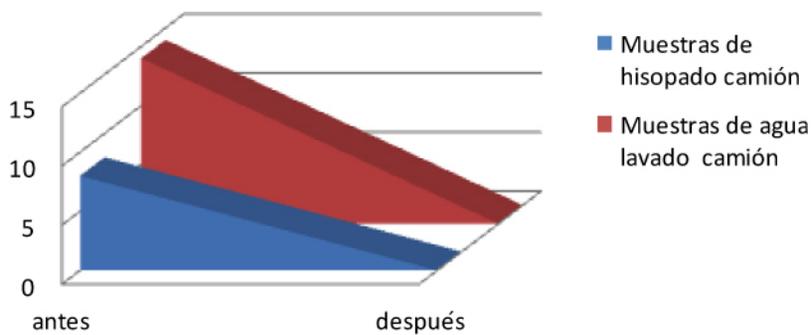


Gráfico 3. Recuentos de aerobios totales (RTA) fuera de rango.

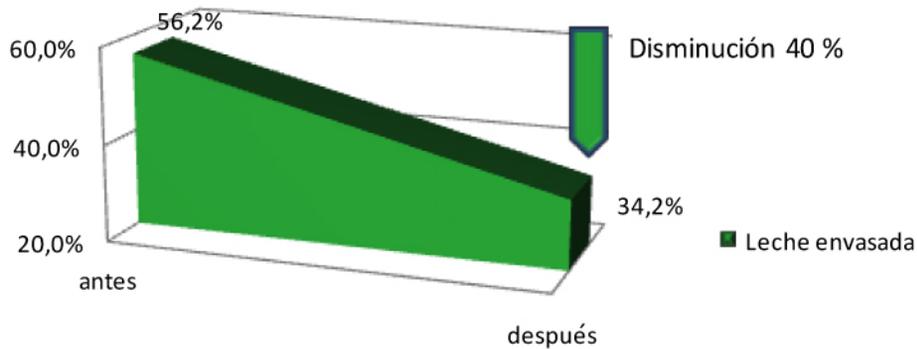


Gráfico 4. Recuentos de aerobios totales (RTA) de leche envasada.

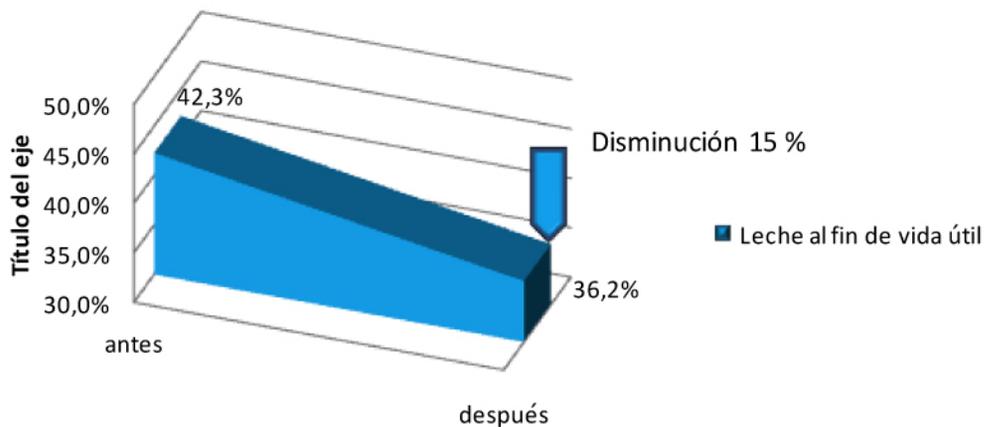


Gráfico 5. Recuentos de aerobios totales (RTA) de la leche fin de vida útil.

Primeras conclusiones

Los resultados presentados muestran la importancia de contar con un equipo que centralice la implementación de un sistema de gestión de inocuidad alimentaria (SGIA) y su uso como herramienta para la mejora de los procesos. Un análisis sistémico como el realizado por la comunidad de práctica determinó la planificación de acciones que involucraron a todos los actores y aspectos de los procesos productivos, desde los productores de leche a la mejora de infraestructura, y que promovieron cambios en los procedimientos de higiene y monitoreo de limpieza y desinfección, entre otros. Si bien en este trabajo se presentan los resultados para el producto leche envasada, se observaron las mismas tendencias para todos los productos elaborados por la empresa.

El diseño e implementación de un SGIA en la organización fue útil para analizar y establecer acciones

sobre los efectos de la calidad de la materia prima y de las etapas del proceso productivo. Además, permitió obtener mejoras objetivas en la calidad e inocuidad de los productos ofrecidos a los clientes de la empresa.

La implementación del SGIA conllevó sistematizar y poner a punto el plan de muestreo y los ensayos de control en planta, lo que habilitó dos beneficios. Primero, reducir el riesgo a incidencias; mejoró la calidad de la materia prima recibida en planta y la calidad de los procesos (higiene y mantenimiento), lo cual se confirma en los resultados obtenidos tanto para RTA como CT. Segundo, brindar una mayor confianza a los clientes en cuanto a la inocuidad de los alimentos. La implementación de las mejores prácticas de la industria de fabricación de alimentos derivó en una mayor seguridad alimentaria.



Reconocimientos

El equipo desea agradecer a Marianela Cremona por sus aportes en el estudio de causas, planificación de los muestreos y análisis de datos posteriores, y a Natalia Baez y Luz Pereira por el desarrollo de los planes de muestreos y análisis complementarios.

Referencias

Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, 2008. NP 25 011 83: *Leche cruda. Requisitos generales*. Asunción: INTN.

Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, 2010. NP. 25 026 84: *Leche pasteurizada. Requisitos Generales*. Asunción: INTN.

International Organization for Standardization, 2005. ISO 22000: *Food safety management systems – Requirements for any organization in the food chain*. Ginebra: ISO.

International Organization for Standardization, 2009. ISO/TS 22002-1: *Prerequisite programmes on food safety Part 1: Food manufacturing*. Ginebra: ISO.

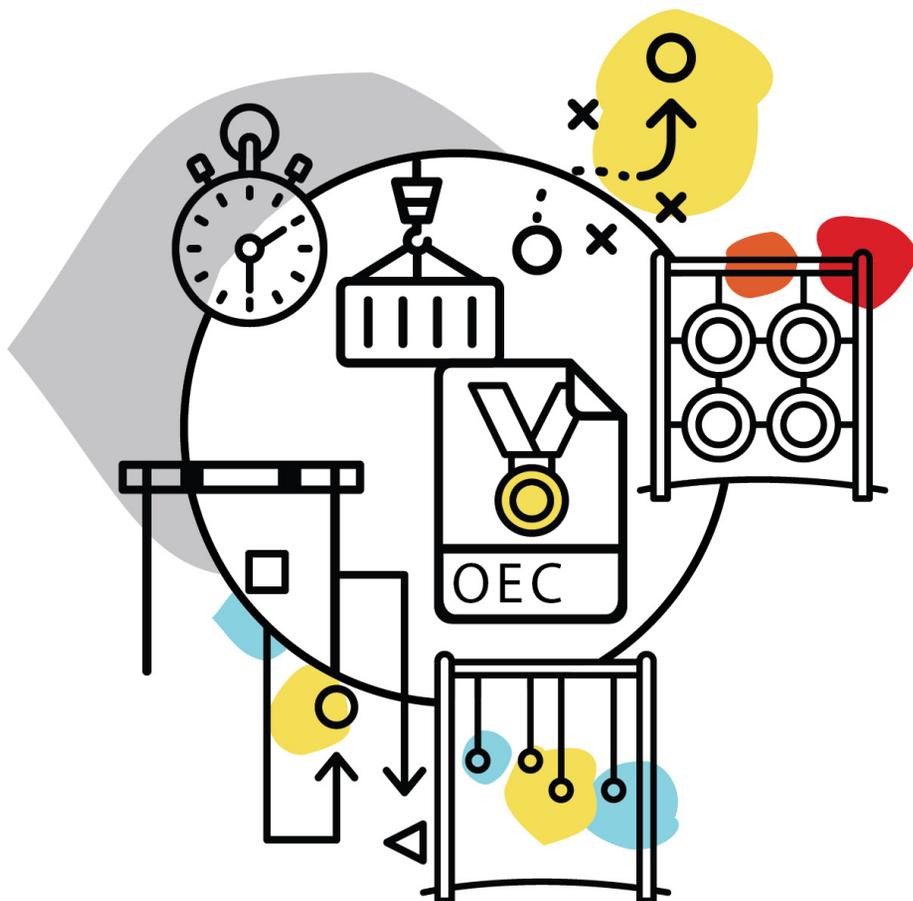
Pippolo, Daniel y di Candia, Carina, 2009. Impacto de las herramientas de gestión en la conducción de las empresas. En: *Innotec*, 1, pp.26-33

Referencias recomendadas

Comisión del Codex Alimentarius, 1999. *Código internacional recomendado de prácticas principios generales de higiene de los alimentos, CAC/RCP-1 (1969), Rev. 3 (1997), enmendado en 1999*. Roma: Comisión del Codex Alimentarius

Enlaces recomendados

Global Food Safety Initiative: <https://www.mygfsi.com>



APLICACIÓN DEL ESTÁNDAR OEC EN UN OPERADOR LOGÍSTICO

AUTORES

ANDRÉS OLIVERA (1)
STELLA CRISTÓBAL (1)
SHALON MORALES (2)

(1) DEPARTAMENTO DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO
EN GESTIÓN, GERENCIA DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN, LATU.

(2) COORDINACIÓN DEL SISTEMA
DE GESTIÓN INTEGRADO, RALESUR S.A.

Los servicios logísticos y de comercio internacional han tenido un crecimiento sostenido en nuestro país durante la última década. Esto ha implicado que las empresas afectadas se adecuaron a los requerimientos normativos a nivel internacional sobre seguridad en el comercio para asegurar la continuidad de sus operaciones (Organización Mundial de Aduanas, 2015).

A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha promovido y financiado la implementación del programa Operador Económico Autorizado (OEA), que surgió como una homologación de requerimientos de seguridad de la Organización Mundial de Aduanas (OMA), y que es certificable por parte de las aduanas integrantes de esta organización.

En Uruguay esta iniciativa es denominada Operador Económico Calificado (OEC) y es liderada por el departamento homónimo de la Dirección Nacional de Aduanas (DNA). Sus objetivos son contribuir al incremento de la competitividad del sector privado de la región y el mundo, alentar la inserción internacional de la economía nacional, promover la eficiencia de la actuación aduanera y fortalecer la seguridad en la cadena de suministro (Uruguay, 2015).

Este artículo relata la experiencia de implementación de los requerimientos del estándar OEC de la DNA en un operador logístico nacional y su integración al sistema de gestión existente en la empresa.

El estándar OEC – DNA / OMA

La iniciativa Operador Económico Autorizado (OEA) comenzó en Uruguay a partir de la firma del acuerdo de entendimiento entre la Dirección Nacional de Aduanas (DNA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y la Orden del día 37/2007 de 2007 (Uruguay, Dirección Nacional de Aduanas, 2007). En 2009 se emitieron dos órdenes del día adicionales, 113 y 121/2009 (Uruguay, Dirección Nacional de Aduanas, 2009a y 2009b), para promover la instalación del programa OEA en el país.

El BID ha impulsado la implementación de estos programas en América Latina. Los proyectos iniciales en Colombia, Panamá, Perú, República Dominicana y Uruguay se financiaron con el Fondo General de Cooperación de España. Otro de los cometidos de esta iniciativa es facilitar acuerdos de reconocimiento mutuo entre las aduanas de los países partícipes y de bloques extrarregionales.

En 2011 se conformó el grupo de trabajo responsable del diseño e implementación del programa y de la posterior ejecución de un plan piloto entre junio y agosto de 2013.

El documento de referencia para la implementación fue *Guías prácticas para el diseño e implementación de un programa de Operador Económico Autorizado en América Latina* (Organización Mundial de Aduanas y

Banco Interamericano de Desarrollo, 2011), que recoge la experiencia de implementación de programas similares en otros países.

A nivel de la DNA se creó el Departamento Operador Económico Calificado con los objetivos de implementar, difundir y desarrollar el programa OEC. La iniciativa es, a su vez, uno de los pilares del proyecto de modernización de la DNA derivados de su misión y visión.

Entre los objetivos del programa OEC se destacan:

- Contribuir al incremento de la competitividad del sector privado de la región y el mundo a través de la reducción de tiempos y costes, y la generación de oportunidades de mejora de los procesos y prácticas de los operadores.
- Alentar la inserción internacional de la economía nacional mediante acuerdos de mutuo reconocimiento entre las aduanas, para mejorar el acceso a los mercados del sector privado.
- Promover la eficiencia de la actuación aduanera a través de la incorporación de buenas prácticas y estándares internacionales, y la creación de capacidad para la gestión.
- Fortalecer la seguridad en la cadena de suministro con controles certificados en cada uno de sus eslabones, asegurando que la mercadería llegue a destino sin alteraciones.

A la fecha, 41 empresas uruguayas están certificadas según el estándar OEC, con predominio del sector de servicios logísticos y despachantes de aduanas.

Sobre la metodología de implementación

Según la DNA, “el OEC busca crear una alianza de participación voluntaria aduana – empresa para construir relaciones de cooperación que mejoren y aseguren la cadena de suministro internacional. Las empresas que forman parte de la cadena deben asegurar la integridad de sus medidas de seguridad y deben estar documentadas” (Dirección Nacional de Aduanas, [s.d.]).

Para lograr este objetivo, la metodología de implementación del estándar OEC establece que se deberá realizar un análisis de los riesgos asociados a la cadena de

suministro internacional de la que la empresa es participante e implementar acciones orientadas a:

- Minimizar el grado de vulnerabilidad de la empresa a ser involucrada en actos ilícitos como el contrabando, la falsificación, el narcotráfico o el terrorismo.
- Asegurar la trazabilidad de las operaciones asociadas al comercio internacional con el fin de identificar fallas y deslindar responsabilidades.
- Evitar la ocurrencia de eventos que afecten la continuidad de la cadena logística y contar con planes de contingencia.

El estándar también establece como requisitos que la empresa cuente con una política de seguridad documentada y difundida a los socios comerciales, y con procedimientos documentados para la evaluación del riesgo de toda su cadena de suministro.

OEC establece que las organizaciones deben gestionar los siguientes criterios de seguridad:

1. Seguridad en relación a los socios comerciales.
2. Seguridad en las unidades de transporte de carga.
3. Seguridad de las mercaderías.
4. Seguridad en el acceso de personas.
5. Seguridad física en las instalaciones.
6. Seguridad en la contratación del personal.
7. Seguridad de la información.

Aplicación en un operador logístico

Como parte de su estrategia de mejora continua, la empresa Ralesur S.A. decidió en el año 2015 integrar a su sistema de gestión el estándar OEC de la DNA.

Ralesur es una empresa nacional proveedora de servicios logísticos con una posición de liderazgo en volumen de tráfico e innovación tecnológica. Está asociada a la red DB Schenker, perteneciente al grupo Deutsche Bahn de ferrocarriles alemanes, primer operador de transporte ferroviario y carretero en Europa, segundo operador aéreo y tercer operador marítimo en el mundo, con más de 96.000 empleados distribuidos en 2000 oficinas en 130 países.

Acorde a su filosofía corporativa, la empresa practica el concepto de proveedor integral de servicios logísticos, dando solución a todos los requerimientos de un transporte internacional puerta a puerta, incluyendo

servicios de almacenaje o despachos aduaneros como opciones adicionales. Su negocio se basa en el compromiso con los siguientes principios:

- Aprovechamiento de las ventajas de la red mundial DB Schenker.
- Generación de valor agregado para los clientes a través de soluciones logísticas creativas y eficientes.
- Utilización de tecnologías de avanzada.
- Mejora continua aplicada a los procedimientos.
- Inversión y capacitación de los recursos humanos.
- Rentabilidad y crecimiento sustentables.

A efectos de dar cumplimiento a los requisitos establecidos en el estándar de referencia, la empresa contrató los servicios de consultoría del Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) para la implementación de OEC, y contó con el apoyo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) a través del instrumento denominado *Certificación y nuevos mercados de exportación 2015*.

Se estableció como objetivo general del proyecto el logro de la certificación de su Sistema de Gestión de la Seguridad en el Comercio Internacional en un plazo de 10 meses. La certificación del sistema era una de las condicionantes para acceder al subsidio de la ANII.

Para llevar adelante la consultoría se conformó un equipo de trabajo multidisciplinario designado por la empresa que actuó como contraparte del equipo consultor del LATU, alternando la participación de sus integrantes según las temáticas que se iban abordando.

Ralesur ya contaba con un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) certificado según la norma UNIT ISO 9001:2008 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2008). También contaba con experiencia en la gestión de la seguridad en el comercio internacional, ya que la empresa había certificado sus procesos de control de la cadena de suministro según el estándar BASC versión 2005 (World BASC Organization, 2005). Por este motivo uno de los desafíos del proyecto era la integración armónica de los nuevos requisitos con los ya asumidos por la empresa.

El proyecto comenzó con un diagnóstico para evaluar el grado de conformidad general con los requisitos correspondientes a un Sistema de Gestión de Seguridad en el Comercio Internacional, según lo establecido en el estándar OEC. La referencia para esta actividad fue la lista de verificación para la autoevaluación de empresas, publicada por el Departamento de OEC de la DNA (Dirección Nacional de Aduanas, [s.d.]). El diagnóstico realizado durante noviembre de 2015 per-

mitió contrastar la situación de la empresa en relación al estándar. Dado que la organización ya contaba con un Sistema de Gestión de la Calidad implementado y certificado, el diagnóstico se focalizó en los aspectos ligados a la gestión de la seguridad y se verificó la vigencia de las prácticas ya implementadas y de la documentación desarrollada anteriormente. Con base en las conclusiones del diagnóstico se actualizó el plan de acción general de trabajo previsto para el proyecto.

La implementación del Sistema de Gestión de Seguridad en el comercio internacional alcanzó todos los procesos de la empresa y fue liderada por parte de la Coordinación de Calidad de Ralesur. Para este cometido se trabajó en diferentes instancias con las contrapartes responsables de gerenciar y ejecutar los procesos de la empresa de acuerdo al cronograma acordado para el proyecto.

En términos generales, las prácticas ligadas al control de la infraestructura no se encontraban sistematizadas y las relacionadas con seguridad de la información no estaban actualizadas en función de los niveles de seguridad requeridos para uno de los principales activos de la empresa. No obstante, se detectaron fortalezas en los procesos de gestión de los recursos humanos, la planificación estratégica, la gestión de socios comerciales y la evaluación de riesgos.

El plan de acciones que se elaboró a partir del diagnóstico fue validado con la empresa. Establecía tres niveles de prioridad para las acciones que se identificaron, con énfasis en las áreas de gestión que presentaban las mayores brechas respecto a los requisitos del estándar OEC. Además, detallaba las actividades necesarias para dar cumplimiento a los requerimientos para un operador logístico, los responsables de ejecutar esas acciones, las herramientas a implementarse y los plazos de ejecución.

Las primeras acciones estaban destinadas a establecer la estrategia de seguridad que debería incorporar la empresa. Para cumplir con este objetivo se priorizó la definición de las responsabilidades de seguridad, la designación de un representante de la dirección y de los responsables de los diferentes procesos y, según el caso, se actualizaron los perfiles de los puestos. Asimismo, se redactó, aprobó y difundió la Política de Seguridad de Ralesur S.A.

Tomando como referencia este documento se definieron los objetivos de seguridad y se estableció para ellos la modalidad de aprobación, seguimiento y revisión. La estructura de medición se complementó con la sistematización de la metodología para el análisis y medición de los procesos.

Durante la implementación de los requisitos del estándar OEC, la empresa estaba migrando a la modalidad de Cuadro de Mando Integral para la medición del desempeño de su negocio. Por esta razón los objetivos de seguridad se integraron a las cuatro dimensiones consideradas en esta metodología de gestión.

En sintonía con la visión, la estrategia de seguridad y los objetivos definidos por Ralesur, el plan de acción se centró en las etapas relevantes del proceso de gestión del comercio exterior. En su diseño se contemplaron las interrelaciones entre las operaciones, la gestión de la seguridad de la información, de los recursos humanos y de los socios comerciales (clientes y proveedores) a lo largo de la cadena.

Dado que buena parte del personal de la empresa no había participado del proceso de implementación del sistema de gestión integrado con alcance a calidad y seguridad, se realizaron una serie de talleres en los que se profundizó sobre las áreas de gestión que se iban a desarrollar en el transcurso de la implementación y que iban a requerir el apoyo de las diferentes áreas de la empresa. A esto se sumó el cometido de socializar e informar a la interna sobre el alcance y objetivos del proyecto, en el entendido de la relevancia del compromiso de todos los integrantes con los requerimientos del estándar. Los talleres abordaron los siguientes temas:

- Alcance del proyecto, requisitos del estándar OEC y Sistemas de Gestión Integrados.
- Gestión de documentos y seguridad de la información.
- Seguridad en el transporte.
- Gestión de seguridad física y recursos humanos.
- Gestión de riesgos.

Para realizar una puesta a punto de la evaluación de riesgos de la empresa con foco en la gestión de la seguridad se utilizó el análisis modal de fallos y efectos. Esta herramienta ya era utilizada por la empresa para evaluar los riesgos asociados a la gestión de la calidad de sus procesos y es la recomendada por la DNA para dar cumplimiento a ese requisito excluyente. Para la realización de este análisis con foco en la gestión de la seguridad, participaron integrantes de los diferentes procesos de Ralesur S.A., tanto a nivel de mandos medios como operativos. Como resultado de este ejercicio se identificaron, evaluaron y valorizaron los riesgos asociados a las actividades de comercio internacional. El análisis se complementó con el establecimiento de las acciones necesarias para reducir el nivel de riesgo a valores aceptables para la empresa.

Se realizó una revisión y adecuación de toda la documentación necesaria para que el sistema de gestión integrado diera cumplimiento al estándar de referencia en base a una metodología de trabajo participativa entre los principales involucrados. Estos documentos fueron el manual de gestión, los planes de calidad, los procedimientos y los instructivos. Se elaboraron los procedimientos que no estaban contemplados por parte de la empresa y se diseñaron, revisaron, actualizaron e implementaron los registros requeridos para cumplir con los requisitos de OEC – DNA.

En cuanto a la infraestructura para la seguridad física, se realizó una optimización de la cantidad y distribución de las cámaras de videovigilancia y de los dispositivos de control de acceso para las áreas que se identificaron como restringidas. A esto se sumó la revisión del procedimiento de control de acceso para el personal, proveedores y visitantes de la empresa.

Se conformó un equipo de auditoría interna para evaluar el grado de avance de la implementación previo a las instancias de certificación. Este equipo estuvo integrado en su totalidad por personal de la empresa, ya que varios integrantes contaban con formación y experiencia en la realización de auditorías internas de calidad y seguridad.

La actividad final de la consultoría de implementación fue la revisión general del sistema implementado por parte de la dirección. En el informe que surgió de esta revisión se detallaron las actividades realizadas en el marco del proyecto, el estado del sistema de gestión y las recomendaciones de mejora.

Concluida la auditoría externa de setiembre de 2016, la empresa logró la recomendación de certificación del equipo auditor de la DNA.

Potenciales y desafíos

El enfoque complementario de OEC hace que la implementación del estándar sea de fácil integración en organizaciones que ya cuentan con otros sistemas de gestión. Su diseño compatible favorece las sinergias entre uno y otros.

En el caso de Ralesur los requerimientos del estándar de referencia se han mantenido vigentes a través de:

- El mantenimiento de las buenas prácticas de seguridad, que hoy están documentadas y son trazables.
- La realización de talleres de análisis de riesgo, a

través de la herramienta análisis modal de fallos y efectos, con los socios comerciales para apoyarlos en la implementación de las herramientas del estándar y reforzar el enfoque de cadena.

- La transferencia de la experiencia del conocimiento adquirido en la implementación a socios comerciales que han consultado sobre lo que implica incorporar el estándar OEC en una empresa.

Mediante la práctica de encuestas de satisfacción personalizadas, Ralesur ha corroborado que sus clientes valoran la gestión de seguridad y que eso los ha convertido en referentes para ellos y ha posicionado su servicio.

Por su parte, la DNA ha verificado la vigencia del sistema de gestión a través de la primera auditoría externa de seguimiento que tuvo lugar en setiembre de 2017, y mantiene vigente la certificación para la empresa. El desafío para Ralesur es continuar con los ciclos de mejora continua de su gestión de la seguridad, de acuerdo a los requerimientos de OEC, y con la evaluación permanente del entorno.

Es importante señalar que, a la fecha, aún existen pocos convenios de cooperación con aduanas de otros países. En la medida en que estos objetivos de la Dirección Nacional de Aduanas se concreten, serán un factor motivador para que otras empresas, en particular los exportadores, visualicen la incorporación del estándar OEC como una herramienta que incrementa su competitividad en el comercio internacional y se puedan consolidar cadenas completas con todos sus integrantes certificados.

Referencias

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2008. UNIT-ISO 9001: *Sistemas de gestión de la calidad – requisitos*. Montevideo: UNIT.

Organización Mundial de Aduanas y Banco Interamericano de Desarrollo, 2011. *Guías prácticas para el diseño e implementación de un Programa de Operador Económico Autorizado (OEA) en América Latina* [En línea]. s.l.: OMC y BID. [Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/file/11811/1/guias_practicas_para_el_diseno_e_implementacion_de_un_programa_de_oea_en....pdf

Organización Mundial de Aduanas, 2015. *Marco normativo SAFE para asegurar y facilitar el comercio, 2015* [En línea]. Montevideo: Dirección Nacional de Aduanas.

[Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/file/11811/1/marco_safe_2015_en_espanol.pdf

Uruguay. Decreto 210/015, de 03 de agosto de 2015. *Diario Oficial*, 11 de agosto de 2015. No. 29.269, p. 16.

Uruguay. Dirección Nacional de Aduanas, 2007. *Orden del día 37/2007 Grupo de Trabajo Relativo al Operador Económico Autorizado* [En línea]. Montevideo: Dirección Nacional de Aduanas. [Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/v/2103/9/innova.front/orden-del-dia-37_2007.html

Uruguay. Dirección Nacional de Aduanas, 2009a. *Orden del día 113/2009 Designación Coordinadora Programa de Operador Económico Autorizado* [En línea]. Montevideo: Dirección Nacional de Aduanas. [Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/v/2334/9/innova.front/orden-del-dia-113_2009.html

Uruguay. Dirección Nacional de Aduanas, 2009b. *Orden del día 121/2009 Designación del Grupo de Trabajo para el Programa de Operador Económico Autorizado* [En línea]. Montevideo: Dirección Nacional de Aduanas. [Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/v/2342/9/innova.front/orden-del-dia-121_2009.html

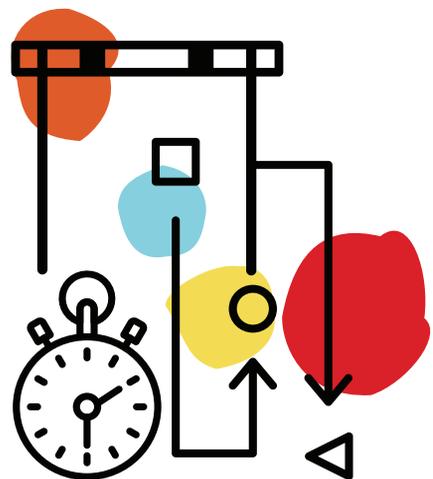
Uruguay. Dirección Nacional de Aduanas, [s.d.].a. *Formulario de autoevaluación OEC* [En línea]. Montevideo: Dirección Nacional de Aduanas. [Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/file/11998/1/oec.rg.03.v02_formulario_de_autoevaluacion_oec._pdf_rellenable.pdf

Uruguay. Dirección Nacional de Aduanas, [s.d.].b. *Manual de seguridad para la cadena de suministro*. [En línea]. Montevideo: Dirección Nacional de Aduanas. [Consulta: 12 de setiembre de 2017]. Disponible en: http://www.aduanas.gub.uy/innovaportal/file/11811/1/manual_de_seguridad_oec.pdf

World BASC Organization, 2005. *Estándar BASC versión 2: Gestión de control y seguridad*. Miami: World BASC Organization

Enlaces recomendados

Dirección Nacional de Aduanas - www.aduanas.gub.uy
 Organización Mundial de Aduanas - www.wcoomd.org
 Organización Mundial de Comercio - www.wto.org
 Mercosur - www.mercosur.int
 Banco Interamericano de Desarrollo - www.iadb.org/es
 Programa CTPAT - www.cbp.gov/xp/cgov/trade/cargo-security/ctpat





Los Centros Tecnológicos sectoriales, creados en el marco de este instrumento de ANII, deben tener por objeto contribuir a la mejora de la competitividad de las empresas mediante la generación de conocimiento tecnológico, realizando actividades de I+D+i y desarrollando su aplicación. En este marco emerge como actor el Centro Tecnológico del Plástico (CTplas), que tiene como objetivo implementar soluciones tecnológicas productivas para las empresas del sector y trabajar de forma transversal para lograr una mayor eficiencia de recursos disponibles a nivel local e internacional.

En el entendido de que los Centros Tecnológicos deben permitir establecer nuevas capacidades a nivel país, CTplas aspira a posicionarse como socio estratégico de las empresas en pos de ser un articulador clave entre el sector productivo, la academia y el sector público, agilizando el acceso a la incorporación de mecanismos de innovación en las empresas. Este proceso implica la realización de proyectos conjuntos con empresas, la prestación de servicios de apoyo a la innovación, la capacitación y la transferencia tecnológica.

En esta concepción, la I+D+i es un factor fundamental para la gestión de los Centros, por lo tanto, es mandatorio acompañar y responder con un adecuado diseño organizacional y una infraestructura que pueda soportar la demanda de esta clase de servicios.

Herramientas para clasificar el grado de avance de los proyectos de innovación empresarial

Para los Centros Tecnológicos resulta clave la incorporación y utilización de herramientas que puedan categorizar las necesidades sectoriales y ordenar la demanda como condicionante para la generación de proyectos.

En esta línea, es esencial la incorporación de herramientas que permitan sistematizar la información obtenida de la realidad de las empresas en contraste con la caracterización de los estadios de innovación en las organizaciones, y abordar integralmente el desarrollo industrial proyectado. Como complemento, se requiere trazar un camino que perfile escalones de avance en materia de I+D+i para las empresas, para poder traducir las ideas a proyectos tangibles, identificar la mejor metodología de acompañamiento a las empresas, medir el esfuerzo en cada etapa y poder visualizar tanto beneficios como costos.

Estas herramientas, además de permitir profundizar el conocimiento de los sectores que los Centros atienden, generan insumos para atender no solo el ámbito industrial al cual se proyectan, sino también a toda la cadena productiva involucrada.

El intercambio de experiencias motivó el desarrollo y la validación de una herramienta específica para evaluar en forma objetiva los proyectos de innovación de empresas. Su aplicación haría posible aumentar la probabilidad de éxito en cuanto a la formulación del proyecto, seleccionar fuentes de financiamiento adecuadas a las realidades de los interesados y definir la mejor estrategia de acompañamiento del CTplas a las empresas solicitantes.

Desde CTplas se profundizó en una de las herramientas utilizadas, sugerida por el Centro Tecnológico español AIMPLAS, que contribuye a medir los niveles de madurez de la tecnología en las organizaciones: los *Technology Readiness Levels*. Esta herramienta fue adoptada y adaptada por el equipo CTplas como instrumento para la generación y evaluación de proyectos de innovación empresarial.

TRL: Technology Readiness Levels

Este concepto surge en la NASA para la aplicación en proyectos aeronáuticos o espaciales y, posteriormente, su uso se popularizó para cualquier proyecto. “Los niveles de madurez de la tecnología, más conocidos por sus siglas inglesas originarias TRLs o *Technology Readiness Levels*, han empezado a usarse en las convocatorias de ayudas del nuevo Programa Marco de Investigación de la Unión Europea (2014-2020), más conocido por H2020” (Ibáñez de Aldecoa Quintana, 2014).

Concretamente, los TRL son una referencia de ayuda para identificar el grado de avance de los proyectos de innovación y facilitan la identificación de elementos para caracterizarlos. A partir de comparar una tecnología bajo la tipificación del nivel de TRL, se pueden inferir características referidas al nivel de madurez en el cual se encuentra. Por lo pronto, esta caracterización favorece la detección de elementos a tener en cuenta para preparar el camino que debe recorrer la empresa para materializar su desarrollo. En esta determinación se puede estudiar y precisar la viabilidad de los proyectos futuros y la menor o mayor cercanía del proyecto al mercado.

TRL		DESCRIPCIÓN
Nivel 1	Investigación básica: los principios elementales son observados y referidos	El nivel más bajo de madurez tecnológica. La investigación científica se comienza a convertir en investigación aplicada y desarrollo. Los ejemplos pueden incluir investigaciones fundamentales y artículos.
Nivel 2	Investigación aplicada: se formula el concepto de la tecnología y/o su aplicación	Una vez que se observan los principios básicos, se formulan las aplicaciones prácticas. Los ejemplos están limitados a estudios analíticos y experimentación.
Nivel 3	Función crítica, prueba y establecimiento del concepto	Se inicia la investigación activa y el desarrollo. Los estudios de laboratorio buscan validar las predicciones analíticas de los componentes por separado de la tecnología. Los ejemplos incluyen componentes que no han sido aún integrados o no son representativos.
Nivel 4	Análisis de laboratorio del prototipo o del proceso	Se lleva a cabo el diseño, desarrollo y análisis de laboratorio de los componentes tecnológicos. Aquí, los componentes tecnológicos básicos son integrados para que funcionen juntos. Es un prototipo de "baja fidelidad" en comparación con el sistema final.
Nivel 5	Análisis de laboratorio del sistema integrado	Los componentes tecnológicos básicos son integrados conjuntamente con elementos reales para ser analizados en un entorno simulado. Este es un prototipo de "alta fidelidad" en comparación con el sistema final.
Nivel 6	Verificación del sistema prototipo	El prototipo bueno, a partir del nivel 5, es analizado en un entorno relevante. La demostración del sistema o proceso se lleva a cabo en un entorno operacional.
Nivel 7	Demostración del sistema piloto integrado	El prototipo está cercano al nivel de sistema operacional planificado. El diseño final está virtualmente completo. El objetivo de este nivel es eliminar los riesgos de ingeniería y manufacturación.
Nivel 8	El sistema incorpora el diseño comercial	La tecnología ha sido probada para trabajar en la parte final bajo las condiciones esperadas. En la mayoría de los casos, este nivel representa el fin del uso de desarrollo de sistemas verdaderos.
Nivel 9	El sistema está listo para su uso a escala completa	Aquí, la tecnología adopta su forma final y está lista para su despliegue comercial.
Nivel posterior al 9	Introducción al mercado	El producto, proceso o servicio se lanza comercialmente en el mercado y es aceptado por un grupo de clientes (incluido autoridades públicas).

Tabla 1. Niveles de maduración tecnológica. Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2015.

Incorporación y adaptación de TRL a CTplas

La incorporación de los TRL surgió a partir de la necesidad de establecer un documento de referencia para la consolidación de los servicios creados y ofrecidos por CTplas. Tomando los TRL y sus dimensiones como punto de partida, se caracterizaron los niveles de innovación y se evaluaron los caminos a seguir para reducir el grado de incertidumbre y las formas de escalarlos de acuerdo a las capacidades para llevar adelante proyectos de innovación en las empresas.

La incorporación y adaptación de los TRL a CTplas implicó un proceso de comprensión y apropiación de la herramienta para adecuarla a las necesidades reales del Centro.

La matriz fue utilizada como referencia para poder estimar los costos del servicio de formulación de proyecto y establecer beneficios para miembros CTplas que lo requirieran, y para determinar el valor agregado de cada servicio ofrecido.

En suma, actualmente esta herramienta se emplea para:

- Valorizar el aporte al diseño del proyecto por parte de CTplas.
- Ser transparentes frente a consultas de empresas miembro CTplas y otras organizaciones a la hora de analizar propuestas y definir caminos a seguir.
- Minimizar los riesgos para las empresas, evitándoles “saltos” muy lejanos entre el desarrollo / innovación y la puesta en el mercado.

La TRL como herramienta en CTplas

Su proceso de aplicación incluyó las siguientes etapas:

1. Definición de niveles de innovación y categorización de los niveles de innovación. Como se mencionó anteriormente, la tabla TRL alude al grado de avance de los proyectos de I+D+i, del laboratorio al mercado. Por lo tanto, se realizó un estudio minucioso de cada nivel y de sus diferentes ámbitos de observación.
2. Creación de insumos CTplas: adaptación de la herramienta. Para generar un insumo aplicable que lograra abarcar a la gama de servicios que son ofrecidos por CTplas, se incluyó una dimensión anterior a las planteadas por los TRL, el “nivel TRL 0” inte-

grado por dos componentes: proyectos primarios y proyectos de transformación. Estos componentes responden a otras necesidades y demandas, e implican otros desafíos para las empresas.

Por lo tanto, en las filas de la planilla de referencia para la evaluación de proyectos confeccionada por CTplas, donde se da respuesta a los diversos escenarios presentados, se identifican tres caracterizaciones de proyectos e ideas: proyectos primarios, proyectos de transformación y proyectos de innovación (TRL).

3. Contenidos y definiciones. La incorporación de los niveles complementarios –proyectos primarios y proyectos de transformación– implicó su establecimiento y caracterización para poder aplicar la herramienta de forma correcta y replicarla ante diversos escenarios.

Como forma de acompañar y seguir la línea propuesta por los TRL, se caracterizaron los proyectos primarios y proyectos de transformación incorporando una definición para cada uno. Estas definiciones fueron elaboradas cumpliendo un proceso de pruebas y validación y contemplando aspectos para evaluar el entorno de ejecución del proyecto y su nivel de complejidad.

Como resultado se construyó la siguiente caracterización:

- a. Proyectos primarios: Proyectos de mejora o resolución de problemas en el ámbito de la empresa. Focalizados en temas específicos, en un entorno real y con una complejidad baja, implican, por ejemplo, la incorporación de expertos para solucionar problemas puntuales en la empresa.
- b. Proyectos de transformación: son proyectos de complejidad media que suponen el desarrollo y aplicación de estrategias y la articulación entre diversos actores para la resolución de problemas. Por tanto, implican la resolución de problemas de mayor alcance en un entorno real, y pueden abarcar, por ejemplo, la formulación de proyectos, los análisis financieros, el relevamiento de presupuestos, la búsqueda de proveedores tecnológicos, etcétera.

4. Detección de fuentes de financiamiento. En su rol de articulador, CTplas busca generar sinergias

entre las capacidades de las empresas nacionales del plástico, considerando la demanda del entorno y apostando al fomento de nuevos negocios por medio de la utilización de las fuentes de financiamiento disponibles. Por este motivo también se incorporaron en la herramienta de caracterización de los proyectos los diferentes instrumentos de financiamiento disponibles para acompañar a cada proyecto en sus diversos niveles.

A continuación se enumeran las principales estrategias que ha promovido y aplicado el CTplás hasta la fecha:

- **Pasante FING.** Esta propuesta de Facultad de Ingeniería involucró a un estudiante avanzado de Ingeniería Química o Mecánica para el trabajo en un proyecto de mejora en su empresa. Como asignatura de final de carrera, propone que los estudiantes enfrenten y resuelvan problemas reales de las empresas, buscando formas de mejorar y optimizar los procesos. Su denominación como pasantía-trabajo experimental contempla el formato de trabajo no rutinario en una empresa formal radicada en el país.
- **Experto SES.** A través de la Cámara de Comercio Uruguayo Alemana, expertos alemanes del Senior Experten Service (SES; fundación de la industria alemana para la cooperación internacional) realizan asesorías en empresas. CTplás gestiona las solicitudes ante la Cámara en caso de que las empresas manifiesten interés en contar con la asesoría de un profesional de primer nivel.
- **Circulación de talentos - herramienta de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII).** Permite la partida de técnicos para realizar una formación en el exterior o la visita de técnicos del extranjero.
- **Fondo Industrial.** Es un instrumento del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) que otorga fondos no reembolsables. Su objetivo es diversificar y tecnificar la estructura productiva nacional, así como desarrollar las industrias de soporte que potencien la competitividad de las cadenas de valor existentes.
- **PIEP (Proyecto de Internacionalización de la Especialización Productiva).** Es un instrumento del MIEM propuesto en el marco del Fondo para la Convergencia Estructural del Mercosur (FOCEM). Convoca a empresas uruguayas a presentar proyectos de inversión en industria y servicios conexos que incorporen tecnologías innovadoras, que presenten

vínculos con la región y cuyo foco comercial esté dirigido a mercados del exterior.

Por último, se identifican las diversas herramientas de ANII para promover la innovación e investigación en sus diversas etapas y modalidades:

- **Herramientas para la innovación:** El objetivo de esta línea es apoyar a las empresas para que incrementen y fortalezcan sus capacidades internas para innovar y de esa forma se encuentren mejor preparadas para diseñar e implementar sus proyectos de innovación.
- **Implementación de la innovación:** El objetivo de esta línea es apoyar a las empresas para que implementen proyectos de innovación, ya sea en productos (bienes y servicios), en procesos, en organización o en comercialización, y de esa manera puedan aumentar su productividad y su competitividad.
- **Potenciar la innovación:** El objetivo de esta línea es apoyar a las empresas para que desarrollen y fortalezcan sus proyectos de innovación que hayan resultado técnicamente exitosos, incluyendo la realización de pruebas piloto, la protección intelectual y la profundización de sus vinculaciones con los mercados de destino.

Conclusiones

A meses de implementada la herramienta en CTplás, se destaca que es un elemento de fácil aplicación que ayuda a caracterizar rápidamente las ideas y proyectos más concretos y es de utilidad para su conceptualización. Además, ayuda a minimizar riesgos –considerando alternativas de puesta en el mercado– y costos del proyecto.

Asimismo, otorga transparencia de gestión del Centro para la definición de los servicios. Según el grado de dificultad del proyecto, permite determinar el valor agregado de CTplás y estimar con mayor exactitud los recursos requeridos para dar andamiaje a una propuesta.

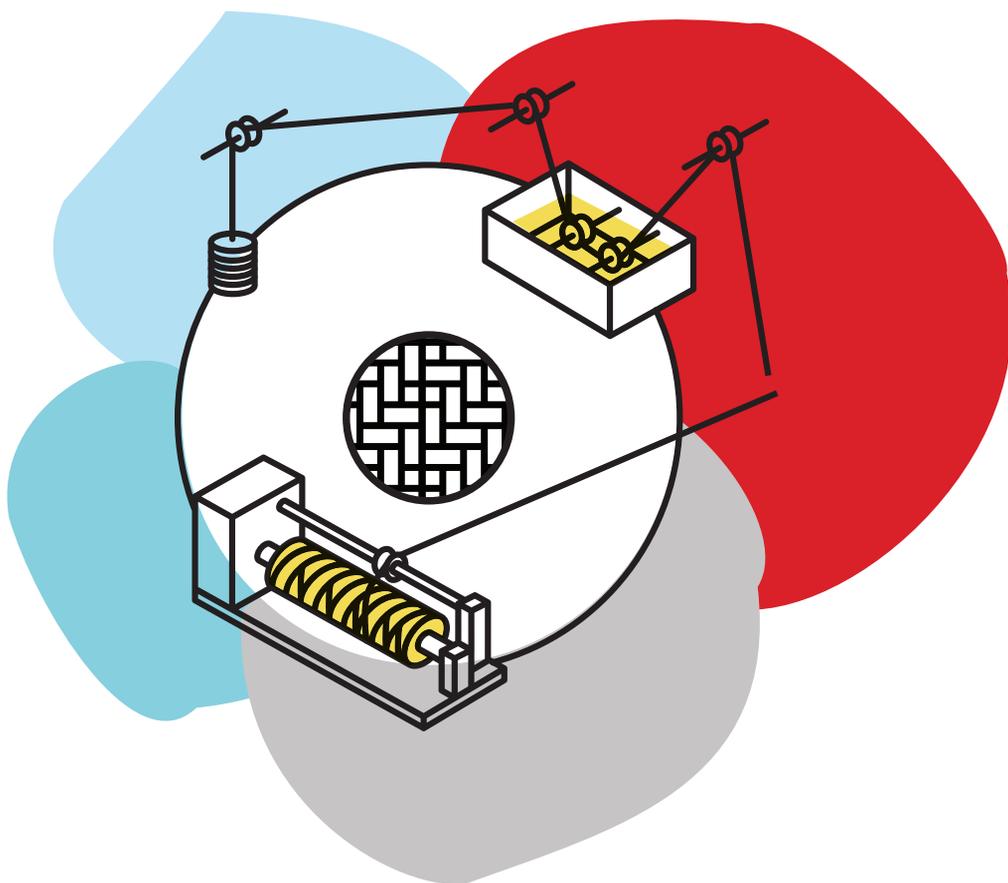
También se destaca como una herramienta que ayuda a estandarizar y categorizar los proyectos en otros centros y organizaciones, y los inversores necesarios para su desarrollo. Así contribuye a definir o alcanzar una idea primaria del riesgo que la propuesta implica.

La adopción de esta herramienta en organizaciones en general facilitaría la coordinación y articulación para proyectos asociativos, ya que se puede apreciar con



CTPLAS - PLANILLA DE REFERENCIA PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS											
Definición		Nivel de complejidad del proyecto			Ejemplos de referencia comparativos / instrumentos						
Proyectos primarios	Proyectos de mejora o resolución de problemas en el ámbito de la empresa.	Bajo: implica incorporación de expertos para solucionar problemas puntuales dentro de un ámbito reducido o el desarrollo de ideas.			Por ejemplo: Pasante FING / Experto SES / Circulación de talentos.						
Proyectos de transformación	Proyectos que implican el desarrollo y aplicación de estrategias y articulación entre diversos actores para la resolución de problemas.	Medio: implica el desarrollo de capacidades de articulación entre varios actores para la elaboración de estrategias de modo de alinear recursos para la resolución de problemas o el planteo de ideas.			Por ejemplo: Fondo Industrial, PIEP, ANII.						
ANÁLISIS DE FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA INNOVACIÓN EN URUGUAY - ANII / TRL											
TRL DE PARTIDA / TRL DE LLEGADA				2	3	4	5	6	7	8	9
Proyecto de innovación	1	Innovación - Investigación	Prueba de concepto / investigación industrial	Herramientas para innovación	Implementación de innovación			Potenciar la innovación			
	2										
	3										
	4										
	5	Innovación - Simulación	Prototipo/demostrador. Desarrollo tecnológico								
	6										
	7	Innovación	Producto o servicio comercializable								
	8										
	9			Despliegue							

Tabla 2. Matriz TRL.



EL PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO: UN MATERIAL VERSÁTIL OLVIDADO EN URUGUAY

AUTORES

MARÍA IGLESIAS (1)
ANA INÉS LESA (1)
CAROLINA PÉREZ (1)
DANIEL MOSCA (1)
PABLO RAIMONDA (1)

(1) LABORATORIO DE POLÍMEROS
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA (IEM), UDELAR.

Todos entendemos lo que es un plástico y la mayoría hemos oído hablar de la fibra de vidrio, pero ¿qué pasa cuando los combinamos? Obtenemos un nuevo material que reúne lo mejor de ambos.

En Uruguay, los primeros trabajos técnicos importantes con plásticos reforzados con fibra de vidrio (PRFV) comenzaron en la década de 1970, con los desarrollos del modelo Grumet de Chevrolet, del año 1968, y de las carrocerías de los vehículos Mehari (Citroen), a

cargo de la firma DASUR S.A. En la misma época, en los talleres de CUTCSA se desarrolló el ómnibus Banda Oriental 70, con frente y paneles traseros y asientos enterizos de este material, construidos sobre un chasis Leyland. Por entonces también recibió fuerte impulso en Uruguay el desarrollo de la industria naval liviana.

Atendiendo a esta realidad, desde la Universidad de la República (UdelaR), en 2002 se creó en Facultad de Ingeniería una asignatura dedicada a capacitar en el tema a los futuros ingenieros.

Las circunstancias de mercado hicieron que estas empresas pioneras dejaran de producir estos componentes, lo cual se reflejó también a nivel académico en la cantidad de alumnos inscriptos en esta unidad curricular.

En los años siguientes, este material ha avanzado a un ritmo exponencial, sin embargo, en Uruguay los conocimientos han mantenido la impronta de la década de 1980.

En 2017, en el contexto del Instituto de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería se creó un equipo de trabajo con el desafío de acompañar el estado del arte en este campo.

¿Qué es un plástico reforzado con fibra de vidrio?

Se entiende por material compuesto aquel que está formado por dos o más componentes, de manera que las propiedades del material final sean superiores a las de los componentes por separado (Miravete, 2015).

Los desarrollos en el campo tecnológico dependen de los avances en el campo de los materiales. No es necesario ser experto para notar que, por ejemplo, las turbinas más avanzadas o el diseño de los aviones no hubieran llegado a su potencial actual sin los materiales adecuados. Desde este punto de vista, los materiales compuestos representan un paso gigante en el constante camino de optimización de los recursos a emplear, y forman cada vez más parte de nuestra vida cotidiana. Al subir a un ómnibus, por ejemplo, estamos rodeados de componentes fabricados por materiales compuestos, mientras que en un avión comercial de última generación más del 50 % de la estructura está formada por estos materiales.

La idea de los materiales compuestos no es reciente. En la naturaleza existe una gran cantidad de materiales de este tipo: los huesos, el bambú, las fibras naturales y la madera son algunos de ellos. Los huesos son un compuesto de proteína (colágeno) y mineral (apati-

ta). El bambú es celulosa reforzada con sílice, combinación que hace del bambú un material duro, con alta resistencia al impacto. En la estructura de la madera, la celda de celulosa y la fibra están unidas con lignina, una sustancia polimérica natural. Las celdas de la madera son estructuras compuestas naturales en sí mismas.

En el caso del plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), se trata del uso de las fibras de vidrio como refuerzo de una matriz polimérica que actúa como aglomerante. Esta fibra provee al compuesto resistencia mecánica, estabilidad dimensional y resistencia al calor, mientras que la matriz aporta resistencia química, dieléctrica, y resistencia a la intemperie.

Lo que se busca con los materiales compuestos o composites es obtener un producto con propiedades que generalmente no se encuentran en un solo material, logrando con ello un efecto sinérgico entre las mejores propiedades de cada uno, por ejemplo, la alta resistencia mecánica, la dureza y el bajo peso simultáneos.

Su utilización es frecuente en la industria aeroespacial para la disminución del peso, como alternativa a los compuestos estructurales usuales como el acero, o en estructuras tales como los puentes, las cañerías de desagüe y las vigas, en sustitución del hormigón o la madera. También se encuentran en chalecos antibala, equipamientos para deportes –la garrocha en atletismo–, chasis de la fórmula 1, embarcaciones pesqueras, o industrias del transporte.

Los composites pueden ser clasificados de distintas formas: según el tipo de matriz utilizada (polimérica, cerámica o metálica), o según la morfología y configuración del refuerzo aplicado, que puede tener una estructura de tipo partículas, de fibras o láminas. A su vez, también es posible abrir una segunda clasificación para el caso particular de las fibras de acuerdo a cómo se presentan: continuas o discontinuas, unidimensionales, bidimensionales o tridimensionales.

A diferencia de la producción de piezas con otros materiales, cuando se utilizan composites las propiedades de las piezas no solo dependen de la composición del compuesto, sino de otros factores, como el método de fabricación, el tipo y forma de la fibra, o su orientación en la matriz. Por ejemplo, cuando se utiliza fibra de vidrio (PRFV) en forma de fibras continuas éstas presentan excelentes propiedades para ser utilizadas en estructuras. Sin embargo, si la misma fibra es aplicada en forma discontinua y al azar, el producto pierde propiedades estructurales (Miravete, 2015).

Otro ejemplo de cómo pueden verse afectadas las propiedades es en el moldeado. Cuando realizamos un laminado manual éste puede contener un máximo de 30 % de fibras, mientras que si lo hacemos por el proceso de confección dentro de un molde cerrado y con un saco de vacío se puede llegar hasta un 50 % de fibra (RTM-light; Miravete, 2015).

Para poder diseñar estructuras de PRFV de forma eficiente es necesario seguir, entonces, los siguientes pasos:

- Conocer los requisitos que debe cumplir la estructura (resistencia a la tracción, deflexión máxima, geometría básica, etcétera).
- Definir el tipo de composite (PRFV, polywood, material compuesto con fibra de carbono, etcétera) y su método de conformación.
- Calcular la estructura.
- Realizar ensayos de aptitud.

A modo de ejemplo, pensemos en el diseño de las patas de un banco. Para lograr el resultado esperado es necesario conocer, o definir entre las distintas variables *a priori*, el peso que tiene que soportar el banco, para que sea bien distribuido entre las patas, o la cantidad de soportes que se deben colocar y su sección para que cumplan estas condiciones prefijadas. Para los demás componentes se deberán repetir los mismos pasos. Con esta información será posible construir un prototipo que será verificado mediante ensayos adecuados para confirmar el cumplimiento de las condiciones definidas en el diseño.

De los distintos tipos de combinaciones de las materias primas que se pueden utilizar para confeccionar un material compuesto, el plástico reforzado, que es objeto de este artículo, se caracteriza por la utilización de polímeros termorrígidos con inclusión de fibras de vidrio.

A continuación aludiremos a cada uno de los componentes del composite: fibras y matriz.

En cuanto a las fibras, las características más importantes son su resistencia a la tracción y su elevado módulo específico, propiedades que se manifiestan en su dirección longitudinal. Estos refuerzos, para ser seleccionados como tales, deben ser resistentes, rígidos, ligeros y con una temperatura de fusión alta. La influencia de las fibras sobre las propiedades del composite es definitiva en cuanto a los requerimientos a lograr.

Las propiedades del composite varían en función del contenido de fibra en la matriz, pero este incremento no es lineal, sino que hay un valor máximo que luego tiende a decaer al sobrepasar determinadas concentraciones de fibra. Cabe recordar que frente a cualquier porcentaje de fibra utilizada siempre se debe asegurar que la totalidad de su superficie quede recubierta con el material de la matriz. Estudios realizados indican que este límite máximo de concentración de fibra suele establecerse en el orden del 80 % (Olivares, et al., 2003).

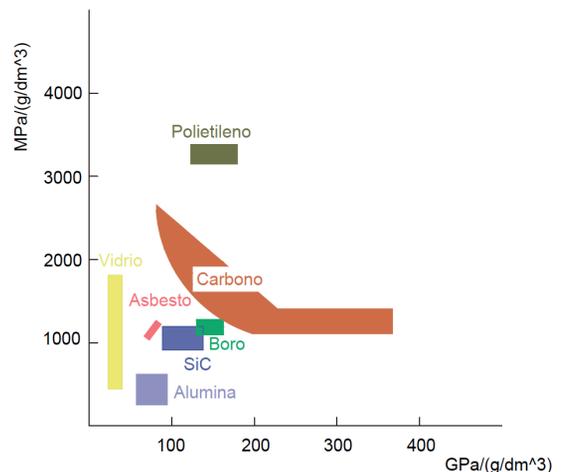


Figura 1. Comparación de las características de las diferentes fibras.

Un aspecto a tener en cuenta y que afecta las propiedades mecánicas del composite es la orientación u ordenamiento de la fibra dentro de la matriz. Esta cualidad que presenta el material compuesto de variar los valores de sus propiedades respecto a la orientación del material de refuerzo es lo que en ciencia de los materiales se denomina anisotropía.

El otro elemento integrante del composite es la matriz o aglutinante, cuya función es mantener las fibras unidas y transferir las cargas exteriores a los refuerzos. Las fibras reforzantes no pueden soportar por sí solas los esfuerzos del tipo transversales ni los de compresión, algo que sí lo puede hacer la estructura de la matriz. La rigidez y resistencia transversal se deben exclusivamente a este aglutinante.

Otra de las funciones de la matriz es proteger a las fibras de las condiciones medioambientales, para evitar la degradación y, por consiguiente, la pérdida de propiedades de los materiales compuestos. Por otra parte, la

matriz juega un papel crucial en lo referente a la conductividad térmica y eléctrica del material.

En Uruguay, el PRFV se utiliza principalmente para la fabricación de recipientes, tanto para la industria química como para la alimenticia. También se aplica en otros rubros, para la producción de tableros eléctricos y reparación de embarcaciones navales. Con la instalación del primer parque eólico de UTE en el año 2008, comenzaron a verse en el país, aunque importadas, las primeras grandes estructuras realizadas con estos materiales. Por otra parte, bajo la tutoría de los autores de este artículo, en el año 2015 alumnos de Facultad de Ingeniería demostraron en el marco de un trabajo de grado que la construcción de señales de tránsito con estos materiales tiene un costo 33 % menor a las construidas tradicionalmente en chapa tratada. De todos modos, la industria nacional de los PRFV sigue sin despegar, salvo contadas excepciones. En la mayoría de los casos se trata de pequeños talleres totalmente artesanales. La calidad del producto obtenido en estas microempresas no es la mejor; su principal carencia es la no realización de cálculos estructurales de los productos fabricados.

Para el cálculo de este tipo de estructuras se debe tener en cuenta la gran variedad de formas de los reforzantes. Es necesario prestar especial atención a este detalle, ya que la acción reforzante depende de la relación largo/ancho de la fibra (K.K. Charla). Incluso partículas con relaciones de aspecto iguales pueden tener formas tan diferentes como esferas, elipses, cubos, o irregulares, como lo describen Kumar et al. (2009). Por tal motivo, algunas variables clave para una correcta determinación de las propiedades de los materiales compuestos son la fracción volumétrica y la forma del reforzante, incluidas en varios modelos teóricos (Halpin y Kardos, 1976; Hashin y Shtrikman, 1963; Mura, 1987; Tsai-Wu, et al., 1971; Lewis y Nielsen, 1970).

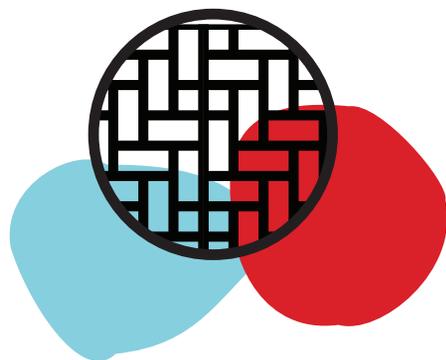
Para el cálculo de estructuras de geometrías complicadas existen tres métodos distintos: el método de elementos finitos (FEM), el de volúmenes finitos (FVM) y el de diferencias finitas (FDM). La diferencia principal entre los tres radica en cómo toman en los cálculos la variable independiente. El más utilizado en materiales compuestos es el FEM. Numerosos trabajos utilizan el método de los elementos finitos para estimar las propiedades de los materiales compuestos (García de la Figal y Frías, 2003; Oprisan, et al., 2016; Bačinskas, et al., 2017; Ševčík, et al., 2015; Correia, et al., 2015; Yang, X., et al., 2015; Nunes, et al., 2015; Santiuste, et al., 2010).

En los materiales compuestos las propiedades finales

son dependientes del método y del proceso de producción. Para alcanzar mejores resultados es necesario parametrizar nuestros modelos a la realidad uruguaya, que en la mayoría de los casos es muy distinta a la empleada en la construcción de las bases de datos internacionales, como la del Sandia National Laboratories, de EEUU, especializados en el ensayo de palas de aerogeneradores, o la base de Datos Matweb, en forma más general. Luego de la simulación se deben interpretar los resultados comparándolos mediante ensayos con los requisitos definidos anteriormente.

Por último, es necesario validar nuestro diseño mediante la realización de un prototipo y los ensayos correspondientes de similitud, para así poder determinar si en la realidad se cumplen las condiciones que en el diseño se dispusieron como necesarias.

Para generar una masa crítica que pueda enfrentar estos nuevos desafíos, el Instituto de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería de UdelaR ha comenzado hace algún tiempo a implementar estas herramientas en la formación de los nuevos ingenieros. Entre los cambios más significativos se encuentra precisamente la capacitación en la modelación por FEM. A tales efectos ya se encuentra trabajando un grupo con el objetivo de especializarse en estos temas.



Referencias

- Bačinskas, D., Rimkus, A., Rumšys, D., Meškėnas, A., Bielinis, S., Sokolov, A. y Merkevičius, T., 2017. Structural analysis of GFRP truss bridge model. En: *Procedia Engineering*, 172, pp.68-74.
- Correia, J.R., Bai y Yu, Keller, T., 2015. A review of the fire behaviour of pultruded GFRP structural profiles for civil engineering applications. En: *Composite Structures*, 127, pp.267-287.
- Chawla, K. K., 2013. *Composite materials*. New York: Springer. ISBN 978-0-387-74365-3
- García de la Figal, J. y Frías, O., 2003. Cálculo de patana especializada construida de PRFV. En: *Ingeniería Mecánica*, 6 (2), pp.65-72
- Gol'denblat, I.I. y Kopnov, V.A., 1971. General theory of criteria of strength for isotropic and anisotropic materials. En: *Strength of Materials*, 3(2), pp.184-188.
- Halpin, J.C. y Kardos, J.L., 1976. The Halpin-tsai equations: a review. En: *Polymer Engineering And Science*, 16(5), pp.344-352.
- Hashin, Z. y Shtrikman, S., 1963. A variational approach to the theory of the elastic behaviour of multiphase materials. En: *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 11(2), pp.127-140.
- Kumar, A.P., Depan, D., Tomer, N.S. y Singh, R.P., 2009. Nanoscale particles for polymer degradation and stabilization-Trends and future perspectives. En: *Progress in Polymer Science*, 34, pp.479-515.
- Lewis, T.B. y Nielsen, L.E., 1970. Dynamic mechanical properties of particulate-filled composites. En: *Journal of Applied Polymer Science*, 14(6), pp.1449-1471.
- Miravete Antonio, 2015. *Materiales compuestos*. Barcelona: Reverté. ISBN 978-84-921349-7-7.
- Mura, T., 1987. *Micromechanics of defects in solids*. 2 ed. Nueva York: Springer.
- Nunes, F., Correia, M., Correia, J.R., Silvestre, N. y Moreira, A., 2013. Experimental and numerical study on the structural behavior of eccentrically loaded GFRP columns. En: *Thin-Walled Structures*, 72, pp.175-187
- Olivares, S. M., Galán, M. y Fernández, J. R., 2003. Composites: characteristics and applications in building construction. En: *Informes de la Construcción*, 54(484).
- Oprisan, G., Țaranu, N., Mihai, P., Sorina, I., Maxineasa, S.G. y Lupasteanu, V., 2016. Structural response of pultruded GFRP profiles subjected to bending. En: *Buletinul Institutului Politehnic DIN IAȘI*, 62(66), Numărul 3, 2016.
- Santiuste, C., Soldani, X., Henar, M.M. y Soldani, X., 2010. Machining FEM model of long fiber composites for aeronautical components. En: *Composite Structures*, 92 (3), pp.691-698.
- Ševčík, M., Huta, P., Vassilopoulos, A.P. y Shahverdi, M., 2015. Analytical model of asymmetrical Mixed-Mode Bending test of adhesively bonded GFRP joint. En: *Frattura ed Integrità Strutturale*, 34, pp.216-225. DOI: 10.3221/IGF-ESIS.34.23
- Tsai, S. y Wu, E., 1972. A general theory of strength for anisotropic materials, laboratorio de materiales. En: *J. Composite Materials*, 5, pp.58-80.
- Yang, X., Bai, Y. y Ding, F., 2015. Structural performance of a large-scale space frame assembled using pultruded GFRP composites. En: *Composite Structures*, 133, pp.986-996



IMPLEMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE SISTEMA DE GESTIÓN DE SYSO EN LA PLANTA DE IMPREGNACIÓN DE POSTES Y CRUCETAS DE UTE

AUTORES

RAMÓN CORREA (1)
MARCELO PÉREZ (2)
GUSTAVO PAMPIN (3)
SUSANA RODRÍGUEZ (4)
VÍCTOR BALIÑA (4)

EMA CAMACHO (5)
GERARDO DOMÍNGUEZ (5)
GABRIELA MADERNI (6)
MARCELO SCAVONE (6)

(1) DEPARTAMENTO PLANTA DE IMPREGNACIÓN, UTE.
(2) SG FORESTAL, UTE.
(3) SG FABRICACIÓN Y TALLERES, UTE.
(4) SG SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO, UTE.
(5) SG MEDICINA LABORAL, UTE.
(6) GERENCIA DE TECNOLOGÍA Y GESTIÓN, LATU.

La impregnación de madera es un proceso de protección contra el ataque de agentes biológicos variados, entre ellos, insectos y hongos.

El método de preservación más eficaz conocido, en particular para los postes y crucetas de madera usados en líneas eléctricas, es el llamado método de Bethell (1938) o de célula llena. La madera se carga en autoclaves donde se la somete a un ciclo de vacío inicial, luego inmersión en solución y presión y, por último, vacío final.

La solución utilizada ha variado a lo largo de los años; hoy la más usada es el Arseniato de Cobre Cromatado o CCA-C, un producto hidrosoluble de cromo, cobre y arsénico. Mediante el proceso de impregnación se logra que el CCA-C se fije a la madera, que toma un color característico ligeramente verdoso. El proceso debe ser realizado por personal calificado y en condiciones de seguridad que permitan controlar los riesgos asociados a todas las tareas.

La impregnación de postes en UTE comenzó en la década de 1950 con la instalación en Montevideo de una planta de impregnación de postes. Entre los años 1972 y 1973 comenzó a operar la planta en la localidad de Rincón del Bonete, donde se encuentra emplazada la Central Hidroeléctrica Gabriel Terra.

Guiados por un Plan Director Estratégico aprobado por el Directorio de UTE, del 8 de octubre de 2015, orientado a la implantación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en UTE en un periodo de cinco años, se implementó y certificó en la Planta de Impregnación de Madera un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional conforme a la Norma UNIT-OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007).

Si bien UTE realiza la vigilancia continua de la salud de sus trabajadores y de los riesgos asociados a las tareas que realizan, el Plan Director Estratégico sistematiza esa vigilancia y, más importante aún, refuerza la participación de sus trabajadores en todo lo relacionado a prevención de riesgos laborales en el marco de un proceso de mejora continua.

Introducción

La Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE) es una empresa del Estado uruguayo que se dedica a las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, prestación de servicios anexos y consultoría.

Cuando comenzó la impregnación de postes en UTE, estos tenían como destino principal el abastecimiento de postes para redes telefónicas, ya que en esa época las dos empresas proveedoras de estos servicios, UTE y ANTEL, estaban unidas.

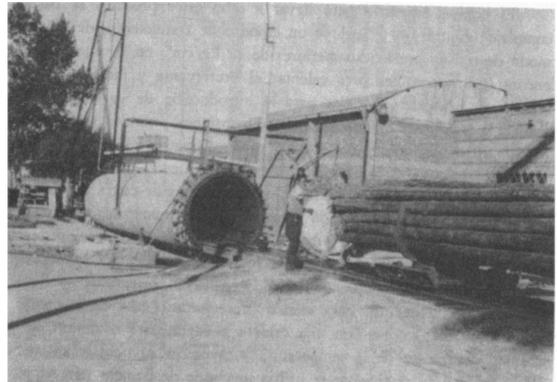


Figura 1. Registro histórico de autoclave en la antigua planta de impregnación de Montevideo.

Entre los años 1972 y 1973 comenzó a operar la nueva planta de impregnación en la localidad de Rincón del Bonete, zona donde se encuentra emplazada la Central Hidroeléctrica Gabriel Terra.

La Subgerencia Forestal, dependiente de la Gerencia de Sector Fabricación y Talleres de UTE, es la unidad responsable por la gestión de los activos forestales y por el suministro de postes y crucetas de madera impregnados utilizados en la construcción y el manteni-

miento de las líneas de distribución de energía eléctrica en postación de madera.



Figura 2. Planta de impregnación de Rincón del Bonete en sus inicios.

El procedimiento de impregnación se desarrolla de acuerdo al método Bethell de célula llena usando como solución preservante CCA tipo C. El compuesto CCA – tipo C es una solución acuosa de óxidos activos (trióxido de cromo, óxido cúprico y pentóxido de arsénico).

Dada la toxicidad del compuesto CCA, la planta de impregnación se rigió para el desarrollo de sus procesos, entre otras leyes, decretos, y normativa a nivel nacional, internacional y de UTE, por la Guía de buenas prácticas en impregnación de madera (integrada por el Tomo I: Seguridad y Salud Ocupacional, y Tomo II: Gestión Ambiental y Producción más limpia; Cooperación Técnica MERCOSUR (SGT6) y GTZ, 2007).

El proceso de impregnación de madera con CCA (solución acuosa de Cromo – Cobre – Arsénico) debe llevarse a cabo por personal calificado, en condiciones de seguridad para los trabajadores, controlando así los riesgos asociados a todas las tareas. Es a través del desarrollo de una cultura preventiva que se logra una gestión efectiva de los riesgos vinculados al proceso, cuidando la salud de todos los que de una forma u otra están involucrados en el tratamiento de postes y crucetas.

Existen dos unidades en UTE que desde su origen han asesorado y colaborado proactivamente en el desarrollo de conductas seguras en el trabajo, tanto en lo que refiere a proteger al trabajador de los peligros del proceso, como en el control de su salud. Estas unidades son las SG Seguridad e Higiene del Trabajo y la SG Medicina Laboral.

La SG Medicina Laboral lleva adelante para todos los

trabajadores de la planta de impregnación el “Plan de Salud Ocupacional, Programa de medicina preventiva y del trabajo, subprograma planta de impregnación de maderas forestal Bonete”. Este plan tiene múltiples objetivos, entre los que se destacan los chequeos médicos de aptitud física para la tarea específica del trabajador (carné de salud) y el Plan de monitoreo biológico de arsénico y cromo realizado semestralmente.

En lo que refiere a la planta de impregnación, la SG Seguridad e Higiene del Trabajo provee de técnicos prevenciónistas capacitados en SYSO para el estudio y seguimiento de las diferentes tareas que se realizan y para el asesoramiento en torno a: mecanismos para el control de los riesgos, características técnicas de los elementos de protección personal que se deben usar en las diferentes etapas, inspecciones periódicas, instancias de contacto y capacitación con el personal, entre otros aspectos.

En el marco del Plan Director definido por el Directorio de UTE, en febrero de 2016 la Dirección de UTE convocó a la Gerencia de Gestión Empresarial del Laboratorio Tecnológico del Uruguay para la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SGSYSO) basado en la norma OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007), en la planta de impregnación de UTE ubicada en Rincón del Bonete, en la ciudad de Paso de los Toros.

Gestión SYSO en un proceso crítico

La implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SGSYSO) basado en la norma UNIT-OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007), en la Planta de Impregnación de UTE de Rincón del Bonete, se apoyó en un diagnóstico inicial, punto de partida para el diseño del sistema, en el que se comparó la gestión de SYSO al momento del diagnóstico en la planta con los requisitos de la norma de referencia. Este diagnóstico permitió determinar la brecha existente. A partir de entonces se delineó el camino a recorrer para lograr implantar el SGSYSO, fundamentalmente en relación a identificar los riesgos de SYSO, luego se analizaron las mejoras necesarias (establecimiento de objetivos) y, finalmente, los mecanismos para lograr implementarlas a través de planes y programas.

¿Qué hace la planta de impregnación?

La planta de impregnación de UTE en Rincón del Bonete abastece desde sus inicios, en 1972-1973, de los postes y las crucetas preservadas que son requeridas para la construcción de líneas de distribución de energía propiedad de UTE (líneas de media tensión de electrificación rural y líneas de baja tensión en postes).

La planta de impregnación procesa aproximadamente 30.000 postes por año, de la especie *Eucalyptus grandis*, y aproximadamente 10.000 crucetas de pino. El proceso de preservación de madera ha mejorado mediante la incorporación de tecnologías y de nuevos productos preservantes menos tóxicos y contaminantes.



Figura 3. Vista aérea de planta de impregnación de Rincón del Bonete

El compuesto CCA – tipo C, solución preservante del procedimiento actual –según método Bethell–, es una solución acuosa de óxidos activos (trióxido de cromo, óxido cúprico y pentóxido de arsénico). La composición promedio de los diferentes componentes del CCA tipo C es la siguiente: 47,5 % de trióxido de cromo (CrO_3), 18,5 % de óxido cúprico (CuO) y 34 % de pentóxido de arsénico (As_2O_5). En el mercado se comercializa en diferentes formas y es adquirido por UTE en solución acuosa al 60 %.

En síntesis, el método Bethell consiste en someter la madera a tres etapas consecutivas: la primera de vacío (presión menor a la presión atmosférica), la segunda de presión positiva con la madera inmersa en una solución de CCA-C al 3,5 % - 4,0 % y, finalmente, la tercera etapa consiste en otro estado de vacío. Luego de ese tratamiento, el preservante penetra en las cavidades de la madera y comienza el proceso de fijación, que demora entre 7 y 14 días.

Como se mencionó anteriormente, uno de los documentos que rigen el proceso de impregnación es la Guía de Buenas Prácticas en Impregnación de Madera (Tomo I: Seguridad y Salud Ocupacional y Tomo II: Gestión Ambiental y Producción más limpia; Cooperación Técnica MERCOSUR (SGT6) y GTZ, 2007). Como indica su título, se trata de una guía para las empresas que se dedican a preservar madera, que tiene el propósito de fomentar la aplicación de buenas prácticas que minimicen los riesgos para la salud de los trabajadores y protejan el medio ambiente de posibles fugas o derrames. En 2006, el Ministerio de Salud Pública (MSP), el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), y la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA), del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), el Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América Latina y el Caribe, junto con las 14 empresas impregnadoras de madera registradas de Uruguay, así como consultores del proyecto CYMA, se reunieron en grupos de trabajo y elaboraron un protocolo de mejora en el manejo del CCA en el sector de impregnación, financiado por la agencia alemana GTZ.



Figura 4. Cargadores frontales operando en la carga de vagonetas antes de la impregnación.



Figura 5. Zona de autoclaves.

Acerca de la impregnación de la madera

En el monte, el árbol cuidadosamente seleccionado es apeado (cosechado) y luego es manualmente trabajado (para colocación de conectores, descortezado, corrección de nudos, etcétera) y dispuesto en estibas de secado natural al pie del monte durante varios meses.



Figura 6. A) Poste cosechado, descortezado y con conectores antirajaduras. B) Estiba de secado a pie de monte.

Una vez que el material se encuentra “seco”, es decir, en condiciones de humedad determinadas por el punto de saturación de las fibras o de inexistencia de agua libre (para el *Eucalyptus grandis* es de entre el 25 % y el 30 %), es enviado a la planta de impregnación.

Los postes llegan a la planta y son sometidos a los controles de calidad de ingreso (ensayos visuales de recepción de materia prima destinados a identificar defectos no permitidos en el material como grietas, podredumbres, rajaduras, etcétera; control de dimensiones; control de humedad y resistencia mecánica mínima que garantice la aptitud resistente del poste).



Figura 7. Descarga de postes sin impregnar.



Figura 8. Ensayo de flexión a poste de 10m50 Clase5.

En función de la planificación de la producción de la planta, los postes son ubicados en la estiba de espera para su ingreso al proceso de impregnación.



Figura 9. Estibas de espera.

Al momento de ingresar al proceso, los postes se extienden en camas y se realiza una primera preclasificación y marcación del material para trazabilidad (“chapeado”).



Figura 10. Camas para control e identificación de postes previo a la impregnación.

Inmediatamente, los postes son cargados en vagone- tas que, una vez completas, ingresan a la autoclave para el comienzo del ciclo de impregnación propiamente-

te dicho (vacío-presión-vacío), que tiene una duración aproximada de entre 150 y 180 minutos.



Figura 11. Postes dentro del autoclave.

Una vez finalizado el ciclo de impregnación, los postes sobre las vagonetas permanecen en la zona de goteo (especialmente diseñada para contener los goteos de CCA en exceso que son canalizados y reutilizados en nuevas impregnaciones) por un tiempo de 30 a 60 minutos.



Figura 12. Patio de goteo.



Figura 13. Salida de postes impregnados de autoclave.

Finalizada la etapa de goteo, los postes son transportados por los cargadores frontales a la zona de fijación del producto, porque, si bien el poste no gotea más, el material CCA no se ha fijado, y tiene que permanecer bajo

techo hasta que se fije (la fijación se verifica mediante la realización de ensayos; los tiempos de espera en la zona de fijación oscilan entre 7 y 14 días dependiendo de las condiciones ambientales, fundamentalmente de la temperatura).



Figura 14. Cargador frontal transportando postes.



Figura 15. Cargador frontal en trabajo de movimiento de postes.

Una vez verificada la finalización de la etapa de fijación del CCA a la madera mediante pruebas químicas, los postes pasan a la zona de almacenamiento de producto terminado.



Figura 16. Vista de estibas de despacho de material terminado.

¿Qué implica un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional?

Según la norma UNIT-OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007), un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional “parte del sistema de gestión de una organización empleada para desarrollar e implementar su política de SYSO y gestionar sus riesgos para la SYSO”.

A su vez, la norma define Seguridad y Salud Ocupacional (SYSO) como: “condiciones y factores que afectan o podrían afectar a la salud y la seguridad de los empleados o de los trabajadores (incluyendo a los trabajadores temporales y personal contratado), visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo”.

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de SYSO para que las organizaciones puedan controlar eficazmente los riesgos asociados a sus actividades, mejorando su desempeño de forma continua.

¿Qué ventajas implica implementar la UNIT-OHSAS 18001:2007?

- Permite evidenciar el compromiso proactivo para garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Permite visualizar el grado de cumplimiento con las leyes y normativas aplicables.
- Crea una cultura preventiva mediante la integración de la prevención en la organización y el compromiso de todos los trabajadores con la mejora continua en el desempeño de la Seguridad y Salud Ocupacional.
- Disminuye los siniestros laborales, identificando, evaluando y controlando los riesgos asociados a cada puesto de trabajo, para así evitar las causas que originan los accidentes y las enfermedades en el trabajo.

Política de seguridad y salud ocupacional de UTE

La Alta Dirección de UTE tomó la decisión de definir una Política de Seguridad y Salud Ocupacional para toda la organización, que fue aprobada por el Directorio de la empresa el 14 de abril de 2016 (ver recuadro en la siguiente página).

Con base en la Política de SYSO, se delinearon los objetivos de gestión y luego los planes y programas para alcanzar esos objetivos. Asimismo, se definieron los indicadores de gestión, simples e intuitivos, para hacer el seguimiento del avance de los planes/programas y realizar ajustes si fueran necesarios en función de la evolución real de los indicadores con respecto a lo esperado. La temática de impregnación de madera es ciertamente muy particular en Uruguay. Implementar un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional obligó a comenzar de cero, sin ejemplos o experiencias previas para tomar como base en cuanto a los riesgos asociados a las tareas, por ejemplo, por lo que la implementación en la planta de impregnación de la norma UNIT-OHSAS 18001:2007 constituía un verdadero desafío tanto para los consultores como para todo el personal de UTE involucrado directa o indirectamente con la planta.

Evaluación de riesgos

Uno de los pilares fundamentales de la norma UNIT-OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007) es la identificación de peligros y gestión de los riesgos asociados a las actividades de la organización. Esta gestión de los riesgos debe ir acompañada del registro de las actividades, como evidencia de que fueron realizadas. Se aplicó la metodología COSO II, definida por UTE a nivel empresa para la gestión de los riesgos, siguiendo lo establecido por el Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission –COSO (ver enlace recomendado), en la cual se establecen los conceptos que se presentan a continuación.

La buena práctica de gestión de riesgos implica:

- Identificar objetivos.
- Identificar eventos que puedan comprometer el cumplimiento de dichos objetivos.
- Evaluar estos eventos.
- Tomar decisiones asociadas a la evaluación.

Con base en la metodología COSO II se realizó la evaluación de riesgos para cada uno de los peligros identificados, y los resultados se registraron en matrices de identificación de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles SYSO, de acuerdo a los criterios contenidos en la Tabla 1.

La gestión de riesgos integró los controles necesarios para cumplir con los requisitos legales aplicables.

POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

La Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas (UTE), es una empresa propiedad del Estado uruguayo que se dedica a la generación, transmisión, distribución, comercialización de energía eléctrica, prestación de servicios anexos y consultoría.

UTE se compromete a una gestión empresarial centrada en las personas, que proteja la vida, la integridad física y salud de quienes trabajan en ella. Esto se logra, entre otros, a través de la planificación e implementación de objetivos y programas de seguridad y salud de los trabajadores, la identificación de peligros, la evaluación y control de sus riesgos y la mejora continua de los procesos relacionados.

Quienes trabajamos en UTE somos responsables de mantener una cultura preventiva, convirtiéndola en un estilo de vida, cumpliendo con las normas y procedimientos establecidos, con la legislación nacional y otros requisitos suscritos relacionados con la Seguridad y Salud Ocupacional (SYSO).

Los principios que orientan la Política SYSO son:

- Integrar la gestión de SYSO a la estrategia empresarial.
- Identificar peligros, evaluar y controlar los riesgos vinculados a la SYSO producidos en nuestros procesos e instalaciones.
- Difundir y promover el compromiso con la presente Política entre sus trabajadores, proveedores, clientes y otras partes interesadas.
- Sensibilizar y concientizar en materia de SYSO.

PARTES INTERESADAS

Se definen como partes interesadas a aquellas personas o grupos dentro o fuera del lugar de trabajo, interesado o afectado por el desempeño de SYSO.

En el caso particular de UTE, se incluyen dentro de las partes interesadas a:

- Funcionarios.
- Sociedad en su conjunto.
- Clientes.
- Empresas contratadas, subcontratistas y sus empleados.
- Proveedores.
- Sindicato – Comisión Central de Seguridad.
- Socios estratégicos.
- Empresas aseguradoras/Banco de Seguros del Estado.
- Gobierno y Entes Reguladores (Ministerio de Industria, Energía y Minería, Ministerio de Economía y Finanzas, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Banco de Previsión Social, URSEA, ADME, etcétera).

¿Cómo se introdujo e integró el SGSYSO en las tareas de la planta?

Uno de los riesgos conocidos en la implementación de un Sistema de Gestión es el de que la organización lo incorpore como algo paralelo a las tareas diarias. Esa era una sombra que en ningún momento oscureció la implementación del sistema de gestión en UTE; por el contrario, desde el primer momento los trabajadores comprendieron que el Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional debía estar integrado a su quehacer. Esta ventaja contribuyó en gran medida a visualizar el sistema como una acción de prevención en sí.

Una vez establecido el cronograma de trabajo para la implementación del Sistema de Seguridad y Salud Ocupacional, se definieron y comunicaron las responsabilidades y roles en relación al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional. Esto permitió que cada actor trabajara con conocimiento de su rol dentro del sistema.

La impregnación de madera con CCA-C es un proceso con múltiples peligros y riesgos asociados, desde el manejo de químicos tóxicos y contaminantes, la manipulación de cargas importantes, la circulación de vehículos pesados o el manejo de materiales combustibles, por ejemplo. Por estos factores requirió el asesoramiento y el apoyo permanente de las unidades de Seguridad



ACEPTABLE	Esta situación implica que no se requiere implementar ninguna acción particular referida al riesgo más allá del monitoreo habitual establecido por el marco metodológico.
ATENCIÓN	Esta situación implica que se debe realizar un monitoreo periódico del riesgo, especialmente tendiente a determinar que no aparezcan cambios en algún factor que pueda tornarlo en "inaceptable." Adicionalmente, y en caso de ser necesario, para algunos riesgos clasificados en esta categoría también se podrá elaborar un plan de acción.
INACEPTABLE	Esta situación implica que se debe tomar una acción en relación al riesgo, esto es, elaborar un plan de acción para mitigarlo o evitarlo.

Tabla 1. Niveles de riesgo.

e Higiene del Trabajo y de Medicina Laboral, entre otras. El compromiso de estas unidades a trabajar monolíticamente en equipo para cumplir con los objetivos fue un aspecto destacable en la implementación y certificación del sistema SYSO de acuerdo a UNIT-OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007).

Durante este proceso los consultores del Laboratorio Tecnológico del Uruguay contratados por UTE cumplieron un papel fundamental, aportando su experiencia en el desarrollo del Sistema de Gestión SYSO y su perspectiva externa. Para los actores inmersos en el proceso, esta visión contribuyó a identificar oportunidades de mejora y, no menos importante, a encontrar motivación en los momentos difíciles.

Para cumplir con el punto de la norma que exige que la organización se asegure de que los trabajadores sean competentes, basándose en la educación, inducción, formación o experiencias apropiadas, UTE continuó con las tareas de capacitación luego de la definición de responsabilidades.

Uno de los principales desafíos de la consultoría del Laboratorio Tecnológico del Uruguay fue capacitar al personal de la planta en una materia ya conocida por ellos, pero que, por una razón u otra, no estaba totalmente incorporada en las tareas diarias. Se definieron una serie de talleres para concientizar al personal de la planta de impregnación y al personal contratado sobre la importancia de trabajar en un ambiente seguro, y de detectar los peligros que pudieran poner en riesgo sus vidas o la de sus compañeros de trabajo. El personal debía visualizar que el ambiente de trabajo seguro incluía numerosos factores, entre ellos el cuidado per-

sonal al momento de desempeñar sus tareas y el uso correcto y oportuno de los elementos de protección personal (EPP).

El registro "Tratamiento de incidentes sin lesión", si bien existía, no se aplicaba sistemáticamente, por lo que se puso énfasis durante la capacitación en la importancia de mantenerlo para poder realizar el análisis de causa raíz y definir acciones inmediatas y correctivas.

Como parte de los controles operacionales, se incorporó cartelería para fomentar el desarrollo y el apoyo a una cultura de prevención en materia de seguridad y salud en el trabajo. La realización de simulacros ayudó a detectar pequeñas desviaciones a la norma que, de otra forma, no se hubiesen percibido.



Figura 17. Vista de "patio de goteo" ya con cartelería colocada durante la implementación del SGSYSO.



El camino a seguir

La implementación de la norma UNIT-OHSAS 18001:2007 (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007) en la planta de impregnación consolidó la toma de conciencia de los requisitos legales aplicables y de otros requisitos definidos por UTE.

Asimismo, la participación de los trabajadores y de los representantes de los trabajadores en todo lo relacionado a la identificación de peligros y gestión de los riesgos también profundizó los procesos y canales de comunicación y consulta, un requisito esencial de un buen sistema de gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional.

El liderazgo y compromiso demostrado por la Alta Dirección quedó evidenciado, entre otros logros, por la definición de una Política de Seguridad y Salud Ocupacional para toda UTE. Además, fortaleció el trabajo que se venía realizando por las subgerencias Seguridad e Higiene del Trabajo y Medicina Laboral en relación al resguardo de la integridad, seguridad y salud de todos los trabajadores en la planta de impregnación.

Hoy, el sistema de gestión SYSO del proceso de impregnación de maderas, certificado en UTE-Planta de impregnación, si bien es joven, ha permitido ordenar y sistematizar la forma de trabajo en cuanto a SYSO, brinda herramientas para la planificación y abre canales de comunicación positiva. Esto recién comienza, pero estamos convencidos de que es el camino correcto a seguir.

Reconocimientos

A las siguientes unidades de UTE: comité de dirección del plan director SYSO (Héctor González, Silvia Emaldi y Jorge Cabrera); equipo coordinador del plan director SYSO (Cristina Barneche, Adriana Alfonso, Mónica Lastra y Vicente Catarozzi); Gerencia de División Producción y Servicios (Javier San Cristóbal - Eduardo García Nari – Maira Fernandez – Dinorah Romero – Verónica Azevedo – Ana Pereiro); personal de planta de impregnación; SG de seguridad e higiene del trabajo; SG de medicina laboral, y SGI PRS.

Referencias

Cooperación Técnica MERCOSUR (SGT6) y GTZ, 2007. *Guía de buenas prácticas en impregnación de madera. Tomo 1: seguridad y salud ocupacional*. Montevideo: Artes Gráficas.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2007. UNIT-OHSAS 18001: *Sistemas de gestión de la seguridad y salud ocupacional. Requisitos*. Montevideo: UNIT.

Enlace recomendado

Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – COSO: <https://www.coso.org/Pages/default.aspx>

ÍNDICE DE AUTORES

Acevedo, Jorge	49
Albistur, Mercedes	35
Baliña, Víctor	61
Camacho, Ema	61
Correa, Ramón	61
Cristóbal, Stella	8, 43
Di Candia, Carina	8
Domínguez, Gerardo	61
Escobar, Daniela	35
González Bueno, Mayorly Tatiana	26
González, Cintya	35
Iglesias, María.....	56
Iharur, Paula	49
Lesá, Ana Inés	56
Maderni, Gabriela	8, 61
Morales, Shalon.....	43
Mosca, Daniel.....	56
Olivera, Andrés	43
Pampin, Gustavo	61
Pérez, Carolina	56
Pérez, Marcelo	61
Pérez-Ybarra, Luis.....	26
Pippolo, Daniel	35, 49
Raimonda, Pablo.....	56
Rodríguez, Susana	61
Rodríguez-Balza, Mairett.....	26
Scavone, Marcelo	61
Skerl, Verónica	35

ÍNDICE TEMÁTICO

A

Análisis microbiológico	27
Aprendizaje organizacional.....	13, 14, 22
Arseniato de Cobre Cromatado	62

C

Camión cisterna.....	38
Capacitación	10, 17, 18, 20, 21, 49, 50, 63, 69
Capital intelectual	9, 12, 22, 24
CCA-C.....	62, 64, 68
Centros tecnológicos.....	9, 49, 50
Certificación.....	11, 15, 27, 36, 45, 47, 61, 69
Clima organizacional	13
Comercio internacional.....	13, 43, 45, 46, 47
Crucetas	61, 62, 63, 64
CTplás.....	50, 52, 53, 54, 55
Cuadro de mando integral	13, 46
Cultura organizacional.....	10, 13, 14
Curvas	26, 27, 28, 31, 32

D

Dispersión del conocimiento	10
-----------------------------------	----

E

Eficiencia	10, 11, 15, 22, 23, 35, 44, 50
Evaluación de proyectos	50, 52, 55

F

Fibra de vidrio	56, 57
-----------------------	--------

G

Gestión del conocimiento.....	9 a15, 17 a 23, 36
-------------------------------	--------------------

H

Higiene	38, 41
---------------	--------

I

I+D+i	50, 52
Impregnación de madera.....	62, 63, 64, 67, 68, 70
Industria láctea	36
Innovación	8, 10 a 13, 17, 49, 50, 52, 53
Inocuidad alimentaria.....	35, 36, 37, 41
Inserción internacional.....	8, 44

J

Jugos	27
-------------	----

L

Liderazgo	19, 22, 45, 70
-----------------	----------------

M

Madurez tecnológica	51
Materia prima	26, 27, 31, 36, 41, 65
Medicina Laboral	63, 69, 70
Mejora continua.....	13, 15, 45, 47, 62, 67, 68
Microorganismos.....	27, 28, 37
Muestreo	26 a 32, 34, 37, 38, 39, 41

O

Operador económico calificado OEC.....	44
--	----

P

Planes de muestreo.....	26 a 32, 34, 37, 38, 39, 41
Plástico reforzado	56, 57, 58
Postes.....	61a 66
PRFV.....	56 a 59
Producción lechera	36
Productos lácteos	27, 36
Propiedades mecánicas.....	58

S

Sanitización.....	38
Seguridad.....	23, 27, 36, 41, 43 a 47, 61 a 68, 70
Seguridad e Higiene del Trabajo.....	63, 69, 70
Servicios logísticos	43, 44, 45
Sistema de gestión.....	36, 41, 44, 45, 46, 47
Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional SYSO.....	62, 67, 68, 69, 70

T

Transferencia tecnológica	23, 50
Trazabilidad	45, 65

V

Vulnerabilidad	45
----------------------	----



INNOTEC
Gestión
REVISTA DEL LABORATORIO
TECNOLÓGICO DEL URUGUAY