

**PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA PARA AUMENTAR LA COMPETITIVIDAD DE LAS
LADRILLERAS DEL DEPARTAMENTO DE SUCRE.**

SANDRA MILENA DE HOYOS BENÍTEZ

Director

PhD. LUIS CARLOS ARRAUT CAMARGO

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN
CARTAGENA**

2016

CONTENIDO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
3. JUSTIFICACIÓN.....	8
4. MARCO DE REFERENCIA	9
4.1 INNOVACION	9
4.2 GESTION DE LA INNOVACIÓN	11
4.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA.....	12
4.5 INDUSTRIA LADRILLERA COLOMBIANA.....	15
4.6 ESTADO DEL ARTE.....	18
5. ASPECTOS METODOLOGICOS	22
5.1 TIPO DE ESTUDIO	22
5.2 DISEÑO METODOLÓGICO.....	23
5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25
5.4 FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	25
6. CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA LADRILLERA DE SUCRE.....	26
7. ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	32
OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	32
ECUACIONES DE BUSQUEDA DEL ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	33
8. ANÁLISIS DE MODELOS DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EXISTENTES..	52
MODELO DE FUNCIONES BÁSICAS PARA LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	52
MODELO COTEC	53
NORMA UNE 166002	59
KAPLAN Y NORTON.....	61
GENERALITAT DE CATALUÑA (CIDEM).....	63
MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TRANSFORME.....	65
MODELO URUGUAYO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	66
MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN PARA LOS GOBIERNOS LOCALES DEL PERÚ.....	67

MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN DE AURYS - CHILE.....	69
MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN IMP3ROVE	71
MODELO DE GESTION DE LA INNOVACION INNOMODEL/CREINNOVA.....	73
9. PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN	75
10. CONCLUSIONES.....	85
11. BIBLIOGRAFIA	88

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Dimensiones de la VT.	14
Ilustración 2. Ciclo de vigilancia tecnológica.	15
Ilustración 3. Algunos de los productos fabricados en las ladrilleras de Sucre.....	27
Ilustración 4. Recurso humano promedio por área de desempeño en las ladrilleras de Sucre	28
Ilustración 5. Otras herramientas que tienen las ladrilleras de Sucre.....	29
Ilustración 6. Palabras Claves para el estudio de VT.....	33
Ilustración 7. Patentes otorgadas por año en el campo de estudio.....	43
Ilustración 8. Patentes otorgadas por país.....	43
Ilustración 9. Ejemplos de patentes otorgadas en el campo de estudio.....	45
Ilustración 10. Cifras de las importaciones de ladrillos de cerámica. Fuente: Trademap.org	47
Ilustración 11. Series de tiempo anuales de las importaciones de ladrillo de cerámica por países.....	48
Ilustración 12. Cifras de los países que más exportaron ladrillo en el 2015.....	48
Ilustración 13. Porcentaje de participación en valor en las exportaciones del mundo de los países más exportadores en los últimos 5 años. Fuente: Trademap.org.....	49
Ilustración 14. Cifras de las exportaciones de ladrillos de cerámica que hizo Colombia en 2015.....	50
Ilustración 15. Series de tiempo anuales de las exportaciones de ladrillo en Colombia.....	50
Ilustración 16. Funciones del modelo de funciones básicas para la gestión de la innovación. Fuente: Arzola, Tablante & D' Armas. Elaboración propia.....	52
Ilustración 17. Funciones del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia..	53
Ilustración 18. Herramientas de la Función de Vigilancia - Modelo Cotec. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.....	54
Ilustración 19. Elemento Focalizar (Fases y Herramientas) del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.....	56
Ilustración 20. Herramientas de la Función Capacitar del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.....	57
Ilustración 21. Herramientas de la Función Implantar del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.....	58
Ilustración 22. Ciclo de la norma UNE 166002. Fuente: (AENOR, 2014). Elaboración propia.....	60
Ilustración 23. Pilares del modelo CIDEM. Fuente: (CIDEM, 2016). Elaboración propia.	63
Ilustración 24. Fases de la ejecución de proyectos del modelo CIDEM. Fuente: (CIDEM, 2016). Elaboración propia.....	64
Ilustración 25. Modelo Transforme. Fuente: TRANSFORME Consultores. Disponible en http://goo.gl/Z2F9Dy	65

Ilustración 26. Áreas de conocimiento y acción Modelo Uruguayo. Fuente: (INACAL; LATU; UCU; ANII; CIU, 7 de agosto de 2012). Elaboración propia.....	66
Ilustración 27. Elementos fundamentales del modelo de gestión de la innovación peruano. Fuente: (Morales, Barrera, Rodríguez, Romero, & Távora, 2014). Elaboración propia	68
Ilustración 28. Pasos para la gestión de la innovación en el gobierno peruano. Fuente: (Morales, Barrera, Rodríguez, Romero, & Távora, 2014). Elaboración propia	69
Ilustración 29. Modelo de gestión de la innovación para la minería. Fuente: (Oyanader, Ayala, & De Giacomo, Septiembre 2013). Elaboración propia	70
Ilustración 30. Competencias que permiten asegurar la existencia de innovadores al interior de las empresas mineras. Fuente: (Oyanader, Ayala, & De Giacomo, Septiembre 2013). Elaboración propia.....	71
Ilustración 31. Variables del modelo IMP3ROVE. Fuente: (Engel, Diedrichs, & Brunswicker, 2010). Elaboración propia.....	72
Ilustración 32. Modelo Innomodel/Creinnova. Fuente: http://www.innovarraut.com/Portal/	75
Ilustración 33. Propuesta de Modelo de Gestión de la Innovación para las ladrilleras de Sucre	80

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Hoy en día, las empresas se ven en la necesidad de afrontar la globalización de su competencia en mejores mercados, al tiempo que la demanda exige cada vez más calidad en los productos con características que solucionen necesidades específicas, menos tiempo de producción y la implementación de innovaciones no tanto incrementales sino radicales. En ese sentido, las industrias y sectores económicos que asuman este reto, e implementen estrategias para alcanzarlos, serán reconocidos como competitivos y gozarán de las bondades de tal competitividad.

Teniendo en cuenta lo anterior, los distintos gobiernos departamentales colombianos han establecido planes regionales de competitividad (PRC) basados en los sectores económicos priorizados en cada departamento, sin embargo, a pesar de las metas propuestas, algunos de los sectores base de la economía de dichas regiones no han alcanzado las metas, como es el caso del sector minero, específicamente en ciertos subsectores.

El sector minero colombiano de la arcilla y caliza consta de varios subsectores entre los cuales se encuentra el subsector ladrillo y vidrio. Con la bonanza de la construcción, experimentada en los últimos años, la industria ladrillera colombiana ha tratado de tecnificar sus procesos, con el objeto de aumentar la capacidad de producción, la calidad de sus productos y de rebajar costos de producción. Sin embargo, la industria ladrillera de Sucre no ha alcanzado el nivel de tecnificación que ha alcanzado en otros departamentos, así entonces, el problema identificado se centra en la baja competitividad de la industria ladrillera de Sucre.

Dicha baja competitividad se debe a: la poca sofisticación y agregación de valor en los productos que genera la industria; los bajos niveles de innovación y absorción de tecnologías emergentes; la baja cualificación del recurso humano dedicado a esta labor; y la escasa e inapropiada capacidad tecnológica de las empresas que conforman la industria.

En consecuencia, la industria del ladrillo en Sucre ha venido sufriendo: bajos niveles de ingreso y descapitalización de las ladrilleras; acceso limitado al mercado nacional e internacional; insatisfacción de los clientes dada la baja calidad de los productos; reducidos canales de venta; falta de capacidades para manejar y mejorar tecnologías de proceso y la falta de capacidades para innovar en procesos; por mencionar los más relevantes.

Lo anterior, se sintetiza en la siguiente pregunta de investigación: *¿De qué manera, puede un modelo de gestión de la innovación tecnológica, mejorar la competitividad de las ladrilleras del departamento de Sucre?*

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un modelo de gestión de la innovación tecnológica basado en un estudio de vigilancia tecnológica que, aplicado a las empresas ladrilleras de Sucre, contribuya al aumento de la competitividad de dicha industria.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la industria del ladrillo de Sucre mediante la identificación y análisis de los factores críticos que determinan su comportamiento actual.
- Desarrollar un estudio de vigilancia tecnológica de la industria ladrillera a nivel mundial, para determinar las tecnologías emergentes que permitan aumentar la competitividad de dichas empresas en Sucre.
- Definir un modelo de gestión de innovación tecnológica que contribuya a que la industria ladrillera de Sucre sea competitiva y líder en un horizonte 2022.

3. JUSTIFICACIÓN

El Plan de Desarrollo del departamento de Sucre 2012 – 2015, establece como uno de sus objetivos respecto a ciencia, tecnología e innovación, fomentar el crecimiento de empresas innovadoras estableciendo estrategias como impulsar políticas tendentes a la tecnificación de los sectores agropecuario, piscícola, minero y agroindustrial y ejecutar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico para mejorar la productividad y competitividad en los mismos sectores. De igual forma, el Plan Regional de Competitividad del Departamento de Sucre, Visión al 2019, establece como uno de los sectores priorizados la minería de arcilla y caliza. Para cumplir con la meta al año 2019, el departamento de Sucre creó el programa de formación de alto nivel, en dicho programa se realizó la identificación de prioridades a partir del análisis de problemas e impactos esperados. Se encontró, entre los principales problemas del sector minero de la arcilla y caliza, la falta de capacidades para manejar y mejorar tecnologías de proceso, la falta de capacidades para innovar en procesos y la necesidad de crear áreas para la gestión de la tecnología (Matamoras, 2013).

Dicho lo anterior, proponer un modelo de gestión de la innovación tecnológica basado en un estudio de prospectiva y vigilancia tecnológica para la industria del ladrillo en el departamento de Sucre, permitirá tener claro cuál es la ruta para el desarrollo de competencias en el ámbito de la innovación, la productividad y la competitividad. Con la aplicación del modelo producto de esta investigación, las empresas que conforman dicha industria en Sucre pueden identificar el conjunto de servicios y/o productos que los lleven a ser competitivos en los mercados locales, nacionales e internacionales y la tecnología necesaria para lograr tal competitividad.

Adicionalmente, contar con un modelo endógeno de gestión de la innovación tecnológica ayudará a determinar posibles nichos de mercado, mejorar los procesos de producción, detectar competidores o productos sustitutivos que ayudaran a reducir el riesgo y definir la agenda de I+D+i de la industria ladrillera.

En definitiva, si las empresas que conforman la industria del ladrillo en Sucre ponen en marcha el modelo propuesto en esta investigación, lograrán diferenciación del producto, aumento en la innovación, más internacionalización, ampliación en los canales de venta y aumento de las utilidades y productividad. De igual forma, con el resultado de esta investigación se contribuye a

la sostenibilidad de la industria ladrillera y al crecimiento del PIB de la región y desde el punto de vista académico se pueden generar nuevas líneas de investigación que aporten al constante mejoramiento de los procesos y productos derivados de dichos procesos.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 INNOVACION

La innovación no es propia del siglo XXI, el concepto de innovación ha venido evolucionando a través del tiempo y, por ser un término tan antiguo, han sido numerosos los autores que lo han analizado de manera exhaustiva. Desde el ámbito de la comunidad científica, algunos autores que definieron el concepto se muestran a continuación:

Uno de los primeros investigadores que introdujo el concepto de innovación fue (Schumpeter , 1935). Este economista y profesor universitario que dedicó su obra al estudio del capitalismo, no definió de manera precisa el término, pero se infiere que habló de la innovación cuando se refirió al cambio en el mercado tras introducir un nuevo bien, cuando se incorpora un nuevo método de producción, cuando se introduce una nueva manera de ofrecer comercialmente un nuevo producto o cuando se abre un nuevo mercado en un territorio específico.

Ya en el año 1985, Peter Drucker introdujo el término de empresario innovador al afirmar que “la innovación es la herramienta específica de los empresarios innovadores; el medio por el cual explota el cambio como una oportunidad para negocio diferente” (Drucker, 1985).

Definiciones más propias del siglo XXI se refieren a la innovación como un concepto amplio que va más allá de lo concerniente a nivel de producto o servicio (Navarro, 2005), para Navarro, la innovación abarca a todos los conceptos empresariales y es una causa para el éxito de una organización. En ese amplio sentido, el Manual de Oslo (OECD, 2005) define la innovación como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores. Dicho manual, aclara también que, independiente del tipo de innovación, se requiere que hayan

sido introducidos, es decir, para el caso de productos se requiere que lleguen al mercado y si es el caso de una innovación de proceso se debe poner en marcha y obtener resultados significativos.

A pesar del auge que ha tenido el término de innovación, a menudo suele confundirse con el concepto de invención. Mientras que la invención se refiere a la creación de una idea relacionada con un producto, proceso, la innovación comprende, además de la idea, llevarla a la práctica y que dicha idea tenga éxito, no solo desde el punto de vista monetario sino también desde el punto de vista de amplia acogida por el público. En ese sentido, la innovación no tiene que ser costosa, pero si tiene que ser efectiva.

El manual de Oslo especifica cuatro tipos principales de innovación: de producto, de proceso, de mercadotecnia y de organización. Las innovaciones de producto y de proceso están estrechamente relacionadas con las innovaciones tecnológicas. Se entiende como innovación de producto:

“la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales”
(OECD, 2005)

Nótese que, al hablar de producto, el concepto abarca un bien o un servicio. En el caso de las innovaciones de proceso, el manual de Oslo las define como la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución (OECD, 2005).

En lo referente a las innovaciones de mercadotecnia, lo que buscan éstas es la mejora en la satisfacción del cliente y básicamente es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado del producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación (OECD, 2005).

Por ultimo, una organización de organización es la intriducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa (OECD, 2005).

4.2 GESTION DE LA INNOVACIÓN

Es pertinente aclarar el término de gestión de la innovación tomando principalmente el concepto de gestión. La gestión “implica la capacidad de operar sobre dimensiones clave de distintos sistemas y procesos, modificando sus estados y sus rumbos” (Albornoz & Fernández Polcuch, 1997).

Teniendo en cuenta este concepto de gestión, ahora conviene definir la gestión de la innovación. Para (Lundvall, 2010), la gestión de la Innovación puede tomarse desde dos puntos de vista, el primero de ellos entendido como el área disciplinaria que tiene como objeto el estudio de estrategias, condiciones y sistemas de manejo de recursos y oportunidades que permitan estimular la creatividad, promoverla, vincularla con el entorno e introducir los resultados a la dinámica de las organizaciones con racionalidad y efectividad; El segundo concepto se refiere a la serie de actividades realizadas por un gestor o equipo especializado de gestores, orientadas a acelerar la transformación de ideas en innovaciones y buscando que esas innovaciones brinden satisfacción a cada participante.

La gestión de la innovación comprende las actividades a través de las cuales la organización realiza innovaciones de manera controlada y organizada de manera que, ante la posibilidad de cambios, ya sea dentro de la organización o en el contexto en el cual se desarrolla, la organización se adapte de manera tal que los procesos innovadores continúen sin ningún inconveniente. La gestión de la innovación es un concepto multidimensional que incluye conocimiento, tecnología, personas, visión, liderazgo y una estructura organizacional. Para tener éxito, todas las dimensiones deben ser manejadas con estrategias apropiadas (Dereli, 2015).

4.3 MODELOS DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

De acuerdo con Edward Roberts, la gestión de la innovación tecnológica es:

“la organización y dirección de los recursos, tanto humanos como económicos, con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos; la generación de ideas técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar las ya existentes; el desarrollo de dichas ideas en prototipos de trabajo; y la transferencia de esas mismas ideas a las fases de fabricación, distribución y uso”. (Roberts, 1996)

En ese orden de ideas, gestionar adecuadamente la tecnología implica además de conocer el mercado y las tendencias y capacidades de los competidores; adquirir, de la forma más favorable, las tecnologías que no convenga desarrollar internamente así como las que se vayan a contratar en el exterior; supervisar adecuadamente su desarrollo y reaccionar ante imprevistos; evaluar resultados, proteger de manera adecuada la tecnología que se genera al interior de la empresa y obtener el mayor provecho económico de su explotación. (Aranda Gutiérrez, Solleiro Rebolledo, Castañón Ibarra, & Henneberry, 2008).

Los distintos modelos de gestión de la innovación, al igual que el propio concepto de innovación, han venido evolucionando. Teniendo en cuenta esta evolución, en este trabajo se han identificado algunos modelos que serán analizados en detalle en el capítulo 8.

4.4 VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La vigilancia tecnológica (VT) es una herramienta esencial para detectar oportunidades de innovación tecnológica y nuevas ideas que faciliten una mejora de procesos, productos y servicios en las empresas u organizaciones. En el año 2006 se publica la Norma UNE 1666006:2006 EX, que define el proceso de vigilancia tecnológica como una forma “organizada, selectiva y permanente de captar información del exterior sobre tecnología, analizarla y

convertirla en conocimiento para la toma de decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios”. Así las cosas, esta norma se ha convertido en una guía sistemática para crear unidades de vigilancia tecnológica en organizaciones y permitir su certificación.

En este punto cabe aclarar que la vigilancia tecnológica no es una tarea de espionaje ni cuenta con herramientas o prácticas para la obtención de información reservada de las empresas que de las cuales se obtiene información, la vigilancia debe basarse en la captación, análisis y síntesis, y utilización de la información pública existente, formalizada en papel o no. Dicha información pública puede provenir de fuentes formales como bases de datos de patentes, publicaciones científicas, boletines oficiales de publicación de normativas, revistas especializadas del sector, bibliotecas, catálogos, tesis, etc.; o también puede provenir de fuentes informales como proveedores, conocimiento propio de la empresa, exposiciones en ferias, clientes, consultores, distribuidores, competidores, redes personales, congresos y seminarios, etc.

Todo este proceso se aplica en las empresas para obtener una serie de ventajas tales como: aporte de información de valor a las empresas; aumento de las posibilidades de generar acciones que permitan anticiparse al mercado; reducción de los riesgos asociados a las actividades de I+D+i; fomento de la cooperación; apertura de nuevas oportunidades de mercado; posibilidad de la generación de nuevos proyectos de I+D+i; e identificación de señales de cambio que pueden llegar a tener gran impacto para la organización.

Para este proceso de búsqueda de información se usan herramientas que apoyan la VT, entre las herramientas más comunes se encuentran softwares de tratamiento de la información (como, por ejemplo: Matheo Analyzer, Matheo Patent, Matheo Web, Tetralogie, Vantagepoint; Digimind, Goldfire innovator) y plataformas web de vigilancia (como VIGIALE, XERXA y Plataforma DENODO).

Dentro de las metodologías planteadas está un proyecto piloto de transferencia y desarrollo de capacidades regionales en vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva propuesto en el marco del Programa “España y sus Regiones Intercambian Conocimiento con Antioquia (ERICA)”. El

proyecto piloto de ERICA menciona 7 dimensiones que se deben vigilar con la VT: Tecnologías, Mercados, Clientes, Proveedores, Entorno, Productos y Competidores.

Es así como en la dimensión tecnológica es importante vigilar la maquinaria y tecnología Industrial, el avance técnico del sector, la maquinaria y tecnología de la competencia y las patentes registradas. Para el caso de la dimensión de mercado, se puede vigilar la evolución de las ventas y los canales de distribución. En cambio, las demandas reales, hábitos de consumo y perfiles de los clientes son algunos de los aspectos a vigilar en la dimensión de Clientes. Por otro lado, la dimensión Proveedores abarca la situación económica de los proveedores, mientras que la dimensión entorno se centra en revisar el estado de la legislación mercantil, laboral, ambiental, las normas técnicas de maquinaria y producción, la Coyuntura económico-financiera, entre otros. La dimensión de Productos se concentra en revisar las líneas de producto existentes en el mercado y productos de la competencia, así como la investigación y Desarrollo de nuevos productos. Por último, de los Competidores se debe vigilar no solo los competidores actuales sino los potenciales.

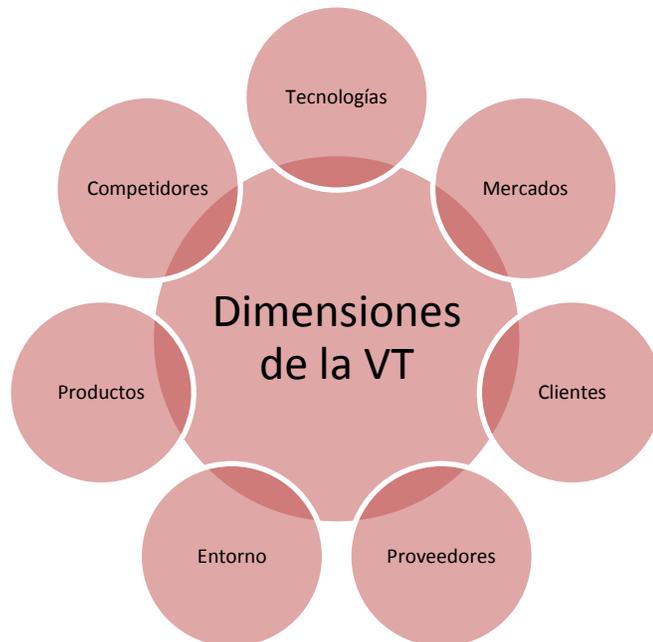


Ilustración 1. Dimensiones de la VT.

Fuente: (Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), 6 de junio 2012)

Existen ciertas propuestas metodológicas para el desarrollo de tareas de Vigilancia Tecnológica, pero se han identificado una serie de etapas comunes que corresponden a:

- 1) Diagnóstico: cuya tarea primordial es identificar y precisar el tema a vigilar.
- 2) Búsqueda y captura de la información: en esta etapa se busca diseñar e implementar la estrategia de recopilación de información.
- 3) Análisis de la información: esta fase se concentra en procesar y analizar la información encontrada para filtrar lo relevante.
- 4) Valoración de la información relevante: la tarea primordial de esta etapa es elaborar productos con los resultados obtenidos.
- 5) Difusión y comunicación: en este punto lo que se busca es diseminar los resultados del proceso a las personas con responsabilidades pertinentes en la organización.
- 6) Orientación en la toma de decisiones: etapa final que busca apoyar el proceso de toma de decisiones de los empleados en la organización.

El ciclo del proceso de vigilancia tecnológica se resume en la Ilustración 2.



Ilustración 2. Ciclo de vigilancia tecnológica.

Fuente: [<http://www.ovtt.org/vigilancia-tecnologica-metodos>]. Elaboración propia.

4.5 INDUSTRIA LADRILLERA COLOMBIANA

La industria ladrillera colombiana pertenece al sector industrial de la construcción. El sector de la construcción en Colombia es uno de los sectores más representativos e importantes dado que es generador de empleo e impulsa el crecimiento del país. Teniendo en cuenta esta importancia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística — DANE ha publicado el boletín de indicadores económicos alrededor de la construcción (IEAC), donde se presentan los resultados

de 16 investigaciones, desde el punto de vista de indicadores macroeconómicos, oferta, demanda y precios e índices.

En el boletín IEAC, al analizar el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) para el primer trimestre de 2015 frente al mismo periodo del año anterior para los países de América Latina, sobresale el comportamiento de Colombia, que registró la mayor variación en el PIB (2,8%) y en el valor agregado de la construcción (4,9%) (Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE, 2015).

En Colombia, la producción de derivados de arcilla se concentra en la producción de bloque, ladrillo tolete, tabletas, tubos y tejas. Según la *Guía metodológica para el uso eficiente de la energía en el sector: Producción de Ladrillos*, publicada por el Banco Interamericano De Desarrollo y la cámara de comercio de Bogotá en el 2011, la producción total asciende a 2,6 millones de toneladas al año discriminadas de la siguiente manera: el 41% de la producción se concentra en Bloque, el 30% en ladrillo tolete, el 15% en tabletas, el 8% en tubos, el 2% en tejas y un 4% dedicado a otros productos de gres. Esta producción está cubierta por empresas de mediano y pequeño tamaño, en 22% y 9% respectivamente, existe otro productor importante en el subsector y son las ladrilleras artesanales que contribuyen con aproximadamente el 9% del total, por lo tanto, la diferencia corresponde a la producción de las grandes industrias ladrilleras del país (Banco Interamericano de Desarrollo, Cámara de Comercio de Bogotá, 2011).

En Colombia, la producción de ladrillo y bloques de arcilla está regulada por la Norma Técnica Colombiana NTC 6033 del 2013, la cual otorga un sello de calidad orientado principalmente a la regulación ambiental de los procesos que conlleva la fabricación de ladrillos de arcilla. Dicha norma establece, entre otros, que la empresa fabricante de ladrillos deberá contar con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para toda la maquinaria empleada en los procesos de extracción y embalaje de manera que se dejen registros de los mantenimientos realizados; y también que se deben identificar, valorar y priorizar los impactos ambientales con el fin de implementar planes de acción en pro de mitigar estos impactos. De igual forma, la norma especifica requisitos de materias primas, componentes e insumos, fabricación, empaque y transporte que deberán tener en cuenta las empresas colombianas que deseen adquirir el sello ambiental.

Desde la arista de la innovación en sector ladrillo colombiano, la Institución universitaria EAFIT creó una spin off con una idea que propone construir vivienda de interés social con un ladrillo solar que ya tiene un prototipo y está patentado. La propuesta del ladrillo solar busca que se pueda construir vivienda de interés social que puedan aprovechar la energía solar directamente, al convertir los rayos solares en vatios para la iluminación y el uso de electrodomésticos. Cabe anotar que la iniciativa tiene el apoyo de Colciencias y con Arquitectos e Ingenieros Asociados (AIA) con lo cual se pone en evidencia nuevamente la importancia de la alianza Universidad-Empresa-Estado. El grupo de la spin off tiene calculado que 30 ladrillos solares son suficientes para abastecer la iluminación de una casa promedio. El profesor Alejandro manifiesta que los adobes han pasado pruebas de sismoresistencia -cada ladrillo soporta 200 toneladas de peso- y se adaptan de manera muy eficiente tanto a la infraestructura como a la estética de las construcciones (EAFIT, 2016)

Otra innovación registrada para el contexto colombiano en materia de arcilla es la desarrollada por la empresa Sistemas PCA, empresa que construye viviendas económicas con ladrillos autoajustables que no requieren cemento y son más resistentes a los sismos que los materiales convencionales. La empresa ya cuenta con una patente de esos ladrillos en Colombia. La iniciativa, que produce ladrillos con formas geométricas que se ensamblan unos con otros, ganó el premio de emprendimiento Destapa Futuro y entró a formar parte del programa Parque E, en la ciudad de Medellín (Colombia.inn, 2013).

En lo concerniente a la industria ladrillera del departamento de Sucre, a continuación, se hace una breve reseña de las empresas asentadas en el municipio de Sincelejo y Tolviejo:

- **CERAMICAS EL CINCO**

Ubicada en el sector el Cinco, esta planta inició su producción en el 2007 como un proyecto auspiciado por Ingeominas, en asocio con la Alcaldía de Sincelejo y bajo la formulación y ejecución de la Asociación de Mineros de Sucre. La planta cuenta con una capacidad instalada para producir 100 toneladas diarias de ladrillo y genera más de 55

empleos directos. La fábrica ofrece productos como ladrillos mampostería refinada, ladrillos estructurales y bloquelón.

- **LADRILLERA SINCELEJO**

Esta empresa produce más de 100 toneladas al mes a pesar de solo contar con 15 empleados permanentes. Es una empresa familiar, cuyo registro ante la cámara de comercio de Sincelejo data del año 2010, que concentra su producción en bloques de cerámica. La empresa en la actualidad usa carbón para llevar a cabo su producción.

- **LADRILLERA LA PALMIRA S.A.S**

Es una empresa privada que se fundó en el año 2012 y tiene aproximadamente 38 empleados. Se encuentra ubicada en la vía Sincelejo-Tolu, corregimiento La Palmira, donde los yacimientos de arcilla son considerados los mejores de la región. Esta ladrillera, al igual que las demás también concentra su producción en ladrillos rojo.

La caracterización de las ladrilleras del departamento de Sucre se amplía en el capítulo 6 de este documento.

4.6 ESTADO DEL ARTE

Con el fin de analizar los resultados obtenidos a partir de proyectos de investigación previos a este, se realizó una búsqueda donde se analiza, además del autor, la metodología de investigación realizada y las conclusiones o resultados más significativos de los mismos. (Ver tabla 1). Sólo se encontraron tres investigaciones relacionadas con el rediseño tecnológico, fomento de la innovación o plan de innovación tecnológica en ladrilleras ubicadas en otras zonas geográficas del país, ninguna de las investigaciones encontradas se refiere a ladrilleras del departamento de

Sucre, sin embargo, cabe analizar los resultados encontrados en estos proyectos dado que es la misma industria.

Tabla 1.

Estado del arte de la investigación

Autor	Publicación	Metodología	Conclusiones/Resultados
Moros García, A. Santacoloma Giraldo, B. H. & Sánchez Dávila, L. L. (2004).	Rediseño de procesos productivos mediante reconversión tecnológica de las pequeñas empresas ladrilleras ubicadas en el parque minero industrial del Mochuelo.	Descriptiva	<ul style="list-style-type: none"> • La producción mensual útil de la ladrillera aumenta en un 44,8%, al utilizar nueva tecnología y alcanzar un flujo del proceso continuo, disminuyendo desperdicios, demoras o reproceso, apoyado en una mejor utilización de los recursos disponibles actuales. • Los costos operacionales de la ladrillera Luisbor, disminuyen en un 33.3% con respecto a los costos operacionales actuales • Dada la calidad alcanzada con el nuevo proceso, el precio de las piezas aumenta proporcionalmente en un 18% • Dado el aumento en unidades producidas y en el precio de venta de estas, los ingresos por ventas aumentan en un 58,42%
Alvarado Patiño, H. (2014)	Plan de innovación tecnológica en la elaboración de productos alfareros, en la vereda	Descriptiva	<ul style="list-style-type: none"> • Se observa que el 80% no usan maquinaria, lo que demuestra que los procesos son de tipo artesanal, situación que incrementa los costos, reduce la productividad, convirtiendo el sector en un círculo vicioso y poco atractivo.

	Pantanitos del municipio de Sogamoso, departamento de Boyacá		<ul style="list-style-type: none"> • El poco uso de tecnología, la poca evolución de los hornos demuestra el alto grado de contaminación ya que el 54% de la población objeto de estudio tiene hornos tradicionales a cielo abierto.
Arandia Valentin, M. (2012)	Fomento a la gestión de la innovación de la aglomeración productiva conformada por las empresas del sector ladrillero ubicadas en la zona del mochuelo en el distrito capital.	Descriptiva	<ul style="list-style-type: none"> • Realización del diagnóstico de gestión de la innovación, utilizando el Modelo de Gestión de la Innovación Empresarial – CINNOVA, desarrollado por CINSET • Diagnóstico del desempeño ambiental por parte de las empresas de la AP, evaluando los consumos de los recursos hídrico y energéticos, materias primas, procesos de producción, equipos y maquinaria, prácticas de operación, generación de emisiones atmosféricas, residuos sólidos, vertimientos y ruido, entre otros. • Identificación de las líneas estratégicas o factores de competitividad por empresa y para la aglomeración productiva • Aplicación de la Inteligencia de Negocios por cada una de las cinco (5) empresas reconociendo productos y servicios, mercados, ventas, segmentación, análisis de clientes, seguimiento a nuevos productos. • Estructuración de alianzas con entidades pares de la aglomeración • Asesoría a cada una de las cinco empresas para el fortalecimiento asociativo de la

aglomeración, identificando las alternativas y actividades conjuntas y de carácter asociativo que pueda adelantar la aglomeración productiva.

El estado del arte de la investigación en curso lo constituyen tres proyectos de investigación enunciados en la tabla 1. Los autores Moros García, A. M., Santacoloma Giraldo, B. H., & Sánchez Dávila, L. L., aplicando una metodología descriptiva llegaron a la conclusión que “la producción mensual útil de la ladrillera aumenta en un 44,8%, al utilizar nueva tecnología y alcanzar un flujo del proceso continuo, disminuyendo desperdicios, demoras o reproceso, apoyado en una mejor utilización de los recursos disponibles actuales”; Que “los costos operacionales de la ladrillera Luisbor, disminuyen en un 33.3% con respecto a los costos operacionales actuales”; Que “dada la calidad alcanzada con el nuevo proceso, el precio de las piezas aumenta proporcionalmente en un 18%”; Y que “dado el aumento en unidades producidas y en el precio de venta de estas, los ingresos por ventas aumentan en un 58,42%”.

De igual forma, aplicando una metodología descriptiva, Alvarado Patiño encontró que “el 80% de las empresas no usan maquinaria, lo que demuestra que los procesos son de tipo artesanal, situación que incrementa los costos, reduce la productividad, convirtiendo el sector en un círculo vicioso y poco atractivo”; Y que “el poco uso de tecnología y la poca evolución de los hornos demuestra el alto grado de contaminación ya que el 54% de la población objeto de estudio tiene hornos tradicionales a cielo abierto”.

Por último, Arandia Valentin aplicó una metodología descriptiva para “realizar un diagnóstico de gestión de la innovación, utilizando el Modelo de Gestión de la Innovación Empresarial – CINNOVA, desarrollado por CINSET”; “Realizar un diagnóstico del desempeño ambiental por parte de las empresas de la AP, evaluando los consumos de los recursos hídrico y energéticos, materias primas, procesos de producción, equipos y maquinaria, prácticas de operación, generación de emisiones atmosféricas, residuos sólidos, vertimientos y ruido, entre otros”;

“Identificar las líneas estratégicas o factores de competitividad por empresa y para la aglomeración productiva; Aplicar la Inteligencia de Negocios por cada una de las cinco (5) empresas reconociendo productos y servicios, mercados, ventas, segmentación, análisis de clientes, seguimiento a nuevos productos”; Y “estructuración las alianzas con entidades pares de la aglomeración”. Adicionalmente, como otro producto del proyecto realizó “asesoría a cada una de las cinco empresas para el fortalecimiento asociativo de la aglomeración, identificando las alternativas y actividades conjuntas y de carácter asociativo que pueda adelantar la aglomeración productiva”.

5. ASPECTOS METODOLOGICOS

5.1 TIPO DE ESTUDIO

Un estudio descriptivo “*identifica características del universo de investigación, señala formas de conducta y actitudes del universo investigado, establece comportamientos concretos y descubre y comprueba la asociación entre variables de investigación. Los estudios descriptivos acuden a técnicas específicas en la recolección de información, como la observación, las entrevistas y los cuestionarios. También pueden utilizarse informes y documentos elaborados por otros investigadores. La mayoría de veces se utiliza el muestreo para la recolección de información y la información obtenida es sometida a un proceso de codificación, tabulación y análisis estadístico*” (Méndez Álvarez, 2001, pág. 137).

Dicho lo anterior, este proyecto de investigación es descriptivo debido a que la recolección de la información proviene de cuestionarios que permiten conocer a fondo las características de la industria ladrillera en el departamento de Sucre y el estado de la innovación. De acuerdo con los objetivos establecidos en este estudio, la pregunta de investigación y el marco teórico, se propone un modelo de gestión de la innovación tecnológica para las ladrilleras en Sucre que permita determinar los lineamientos y parámetros a seguir, desde el punto de vista tecnológico, en la toma

de decisiones y futuros procesos en las empresas dedicadas a esta labor en el departamento de Sucre.

5.2 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico de esta investigación corresponde a un método ecléctico pues combina el diseño cualitativo con el diseño cuantitativo. En palabras de (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2003), el enfoque cuantitativo *“utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población”*. En cambio, el enfoque cualitativo *“con frecuencia se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y las observaciones”* y *“su propósito consiste en “reconstruir” la realidad, tal y como la observan los actores de un sistema social previamente definido”*.

Dicho lo anterior, esta investigación corresponde al enfoque cuantitativo porque se realizará la recolección y análisis estadístico de los datos recolectados en las ladrilleras del departamento de Sucre. Al mismo tiempo, la investigación tiene un enfoque cualitativo dado que se realizará una vigilancia tecnológica para construir la realidad de las ladrilleras del departamento en el mundo a partir de publicaciones científicas y análisis de patentes.

A continuación, se especifican las fases bajo las cuales se desarrolló este proyecto de investigación, las cuales se observan en la tabla 2:

Tabla 2.

Fases de la investigación.

Fase 1: Caracterización de la industria ladrillera de Sucre		
Actividades	Técnicas	Productos
Determinación de las características de la industria ladrillera teniendo en cuenta variables como: Cantidad de empleos directos, Cantidad de empresas ladrilleras, Producción mensual, Importaciones y exportaciones, recursos humanos, maquinaria con la que cuentan y estado de la innovación en dichas empresas, entre otros.	Encuesta (Anexo 1)	Caracterización de las ladrilleras del departamento de Sucre y Diagnóstico del estado de la innovación en las mismas
Fase 2: Estudio de vigilancia tecnológica		
Actividades	Técnicas	Productos
Realizar un estudio de vigilancia tecnológica para determinar las tecnologías genéricas emergentes que puedan producir los mayores beneficios y detectar tendencias, analizar reacciones y estrategias, hacer comparativas, detectar puntos débiles, oportunidades.	Vigilancia tecnológica	Identificación de productos y tecnologías emergentes en el sector ladrillo.
Fase 3: Diseño conceptual del modelo de GIInT		
Actividades	Productos	
Diseñar un plan de gestión de la innovación tecnológica de las ladrilleras de Sucre	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de GIInT de las ladrilleras de Sucre • Socialización al gremio de las ladrilleras. • Cartilla de difusión. 	

5.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.

La población objeto de la investigación la conforman las ladrilleras del departamento de Sucre legalmente constituida y registradas ante la cámara de comercio asentadas en los municipios de Sincelejo y Toluviéjo. Se escogieron estos dos municipios dado que el mapa de regalías publicado por el Departamento Nacional de Planeación, reporta que el departamento de Sucre solo produce arcillas cerámicas y arcillas misceláneas explotadas en los dos municipios escogidos para esta investigación (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Las ladrilleras que, a mayo de 2016, se encuentran asentadas en los municipios de Toluviéjo y Sincelejo debidamente registradas en la cámara de comercio de la ciudad de Sincelejo bajo la actividad de “fabricación de materiales de arcilla para la construcción” son las siguientes: LADRILLERA LA PALMIRA S.A.S, LADRILLERA SINCELEJO y CERÁMICAS EL CINCO. Por lo tanto, son estas tres empresas las que constituyen la población y muestra de esta investigación.

5.4 FUENTES, TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Desde el punto de vista del diseño metodológico cuantitativo se usará la técnica de la encuesta (Anexo 1). La técnica de la encuesta se aplicará para conocer las características económicas de las ladrilleras de Sucre, cómo está conformado su recurso humano, con qué maquinaria o tecnología cuentan para su producción y el estado de la innovación. Desde el punto de vista del enfoque cualitativo, se realizará una vigilancia tecnológica para construir la realidad de las ladrilleras del departamento en el mundo a partir de publicaciones científicas, análisis de patentes y dinámica de los mercados (importaciones y exportaciones, entre otros).

6. CARACTERIZACIÓN DE LA INDUSTRIA LADRILLERA DE SUCRE

Según el mapa de regalías publicado por el DNP, el departamento de Sucre ha producido entre 2012 y 2016, 7.385 toneladas de arcillas cerámicas y 202.476 toneladas de arcillas misceláneas; de éstas últimas, 184.190 se extrajeron en el municipio de Toluviejo y 18.286 en el Municipio de Sincelejo (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

La población objeto de la investigación la conforman las ladrilleras del departamento de Sucre legalmente constituida y registradas ante la cámara de comercio asentadas en estos dos municipios.

Las ladrilleras que, a mayo de 2016, se encuentran registradas en la cámara de comercio de la ciudad de Sincelejo bajo la actividad de “fabricación de materiales de arcilla para la construcción” son las siguientes:

Tabla 3.
Ladrilleras registradas ante la cámara de comercio de Sincelejo en los municipios de Sincelejo y Toluviejo.

NOMBRE O RAZON SOCIAL	DIRECCION	MUNICIPIO
LADRILLERA LA PALMIRA S.A.S	Km. 11 vía Sincelejo a tolú correg. La Palmira	Toluviejo
LADRILLERA SINCELEJO	Dg 41a km 1-2 Vereda El cinco	Sincelejo
CERÁMICAS EL CINCO	Sector el Cinco Km. 5. Vía Sincelejo – Sampués	Sincelejo

A partir de la encuesta aplicada a los directivos de las ladrilleras objeto de estudio, se obtuvo la siguiente caracterización:

Las ladrilleras del departamento de Sucre son relativamente nuevas, la más antigua de ellas se fundó en el año 2007, una de ellas es una empresa pequeña (con 15 trabajadores) mientras que las otras dos son consideradas empresas medianas (38 y 69 empleados).

En promedio, las ladrilleras del departamento están produciendo 2019 toneladas de ladrillos al mes. En total las ladrilleras tienen una capacidad productiva de 2300 toneladas mensuales, sin embargo, una de ellas está al tope de producción, es decir, sus ventas mensuales representan el total de producción que está fabricando en la actualidad (3000 toneladas al mes). Las tres

ladrilleras de Sucre tienen un costo promedio de producción mensual aproximado de ciento setenta y dos millones de pesos.

En promedio, el total de activos de las ladrilleras es de más de mil trescientos ochenta y tres millones de pesos (\$1.383.333.333). A pesar de las ventas que se reportan y el tonelaje de ladrillos producidos mensualmente, ninguna de ellas realiza importaciones ni exportaciones, todas las ventas las realizan a nivel local o nacional, obteniendo por sus ventas anuales aproximadamente más de dos mil quinientos treinta y siete millones (\$2.537.333.333) en promedio.

En cuanto al portafolio de productos, los principales productos que se fabrican son: Ladrillo de mampostería N° 4, N° 5 y N° 6; Ladrillo estructural Catalán N° 6, N°9, N° 12 y N°18; y Bloquelón con las siguientes características:

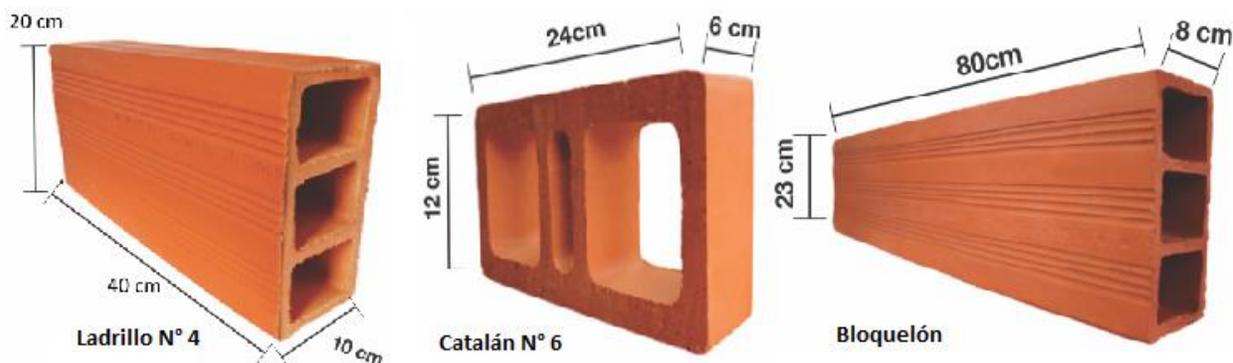


Ilustración 3. Algunos de los productos fabricados en las ladrilleras de Sucre

Tabla 4.
Características de los productos fabricados por las ladrilleras de Sucre

Línea	Producto	Dimensiones (Largo, Ancho, Alto)	Paredes	Tabiques	Peso/Unidad	Resistencia a la compresión	Absorción de Agua
Muros divisorios	Ladrillo N° 4	40x10x20	10 mm	8 mm	5,6 kg aprox.	2,6 Mpa.	11.1%
	Ladrillo N° 5	40x12x20	10 mm	8 mm	7,3 kg aprox.	2,6 Mpa.	11.1%
	Ladrillo N° 6	40x15x20	10 mm	8 mm	8,0 kg aprox.	2,6 Mpa.	11.1%
	Bloquelón	80x9.5x23	10 mm	8 mm	11,0 kg aprox.	2,6 Mpa.	11,5%

Mampostería estructural.	Catalán N° 6	24x12x6	/	/	2,0 kg aprox.	15 Mpa.	13,5%
Muro de carga.	Catalán N° 9	29x14x9	/	/	4,1 kg aprox.	15 Mpa.	13,5%
Muros divisorios.	Catalán N° 12	29x12x9	/	/	4,1 kg aprox.	15 Mpa.	13,5%
	Catalán N° 18	29x14x18	/	/	4,1 kg aprox.	15 Mpa.	11,5%

Fuente: Página web Cerámicas el Cinco. Departamento de Sucre

En lo concerniente al recurso humano que tienen contratado, todo el personal tiene vinculación directa con la empresa, ninguno de los empleados está vinculado a través de otra empresa (o bolsa de empleo) y en promedio las ladrilleras tienen 41 personas contratadas, 37 de los cuales suelen ser permanentes y 4 temporales. En promedio, los empleados de las ladrilleras de Sucre están devengando \$770.000 pesos mensualmente y ninguna de las ladrilleras del departamento tiene personal contratado para actividades de I+D. En general, el recurso humano de las ladrilleras de Sucre está en su mayoría dedicada a la parte de producción, específicamente al secado de los productos, y es de anotar que ninguno de sus empleados está dedicado a actividades de investigación y desarrollo. Específicamente, el recurso humano está segregado como lo muestra la siguiente ilustración:

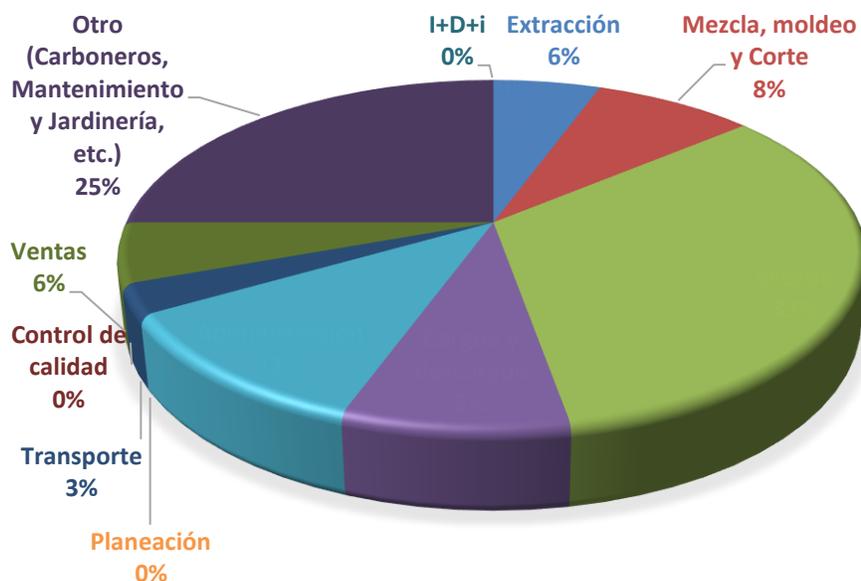


Ilustración 4. Recurso humano promedio por área de desempeño en las ladrilleras de Sucre

Con respecto a la maquinaria que poseen, las ladrilleras cuentan con un solo horno para la fabricación de sus productos, de ahí que la producción mensual no pueda ser mayor. Una de las ladrilleras hornea con gas natural, mientras que las otras dos hornean con carbón.

A continuación, se ilustran otras herramientas con las que cuentan las ladrilleras:

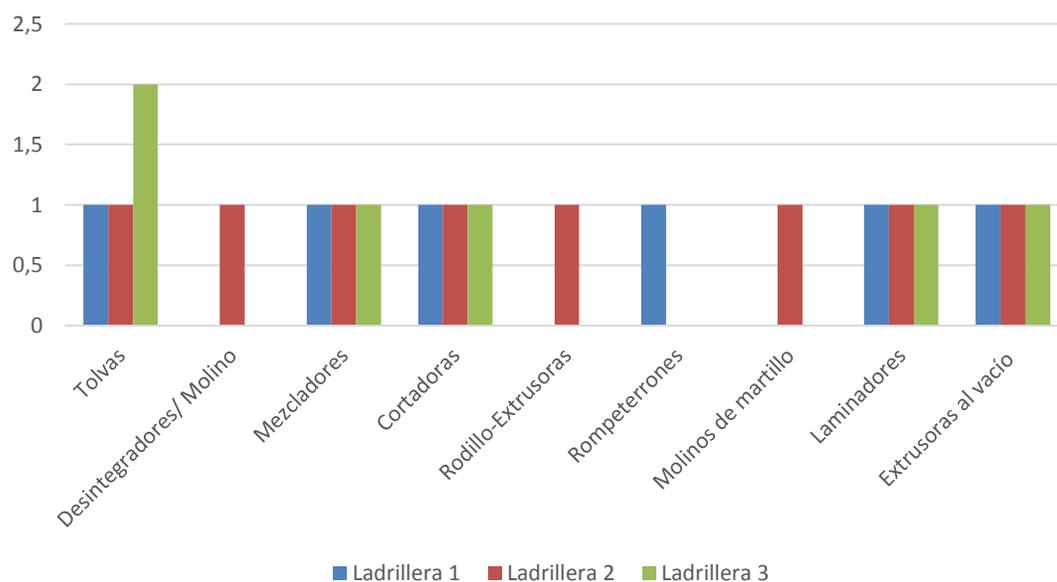


Ilustración 5. Otras herramientas que tienen las ladrilleras de Sucre

Acerca de la innovación, las ladrilleras de Sucre en la actualidad no realizan inversión significativa, solo una de ellas tiene un gasto aproximado dedicado a I+D con recursos propios de ciento cincuenta millones de pesos (\$150.000.000) para el 2016. A pesar de los rubros dedicados en dicha empresa, no se han introducido servicios nuevos o significativamente mejorados, no se han introducido innovaciones de empaque, embalaje, diseño; ni se han introducido mejoras sustanciales en los métodos de distribución. Así mismo, esta empresa no ha introducido innovaciones en la realización del trabajo ni ha efectuado acciones de cooperación con otras empresas o instituciones para desarrollar innovación.

A continuación, se recopila lo que las ladrilleras consideran (desde su punto de vista) que han estado desarrollando en materia de innovación:

- Las tres ladrilleras consideran que han introducido bienes nuevos o significativamente mejorados
- Una de las tres ladrilleras considera que introdujo servicios nuevos o significativamente mejorados
- Dos de las tres empresas consideran que introdujeron un nuevo o significativamente mejorado proceso de producción y distribución
- Las ladrilleras concuerdan en considerar que no han introducido innovaciones de diseño
- Las tres ladrilleras concuerdan en que no han creado o introducido mejoras sustanciales en los métodos de distribución, como ventas por Internet, franquicias, venta directa o distribución de licencias.
- Una de las empresas considera que ha introducido innovaciones en la realización del trabajo
- Las tres empresas aseguran haber desarrollado espacios de generación de ideas innovadoras, pero solo dos de ellas dicen haber incentivado la generación de ideas innovadoras por parte de sus empleados.

La ausencia de inversión en innovación, de desarrollo de espacios de generación de ideas innovadoras y de los incentivos para que los empleados aporten ideas de cambio no ha permitido que las ladrilleras de Sucre hayan desarrollado productos, servicios o procesos que conlleven al registro dibujos o modelos industriales, de ahí que ninguna de ellas ha hecho reclamo de derechos de autor ni ha solicitado algún derecho de propiedad intelectual para proteger invenciones e innovaciones. Sin embargo, una de las ladrilleras asegura haber realizado un registro de marca.

Al ser pocas las ladrilleras constituidas en el departamento, entre las tres no han realizado acciones de cooperación con otras empresas o instituciones para desarrollar innovación, tampoco han establecido alianzas a nivel nacional, mucho menos a nivel internacional.

En lo que respecta a la sistematización de la información de interés y la búsqueda de dicha información, actualmente las ladrilleras de Sucre no realizan actividades de vigilancia científica, técnica o comercial formalmente establecidas y documentadas. Sí tienen una lista de las fuentes de información informales y procuran obtener información de ellas regularmente, pero no han asignado un responsable de la búsqueda de información de su interés, ni han efectuado un inventario de las tecnologías claves que dominan, sobre las que desearían mantenerse bien informados constantemente. Por la misma dinámica de falta de innovaciones ninguna de las empresas encuestadas afirma haber emprendido búsqueda de patentes o utilizar servicios informativos o bibliotecas sobre patentes que les permitan conocer las tendencias de tecnología y producción en la industria del ladrillo.

De igual forma, dos de las tres ladrilleras han enviado a los directivos de la empresa a realizar visitas a ferias, congresos y encuentros del gremio de los ladrilleros, pero ninguna de ellas ha hecho circular internamente artículos técnicos de interés para el gremio que mantengan informados a sus empleados de las tendencias de la industria.

Las actividades de seguimiento a las innovaciones que pueda llegar a realizar la competencia tampoco están masificadas, solo una de las ladrilleras ha hecho una ficha con los datos de cada nuevo producto de la competencia o realizado procesos de benchmarking para analizar practicas dignas de ser aplicadas internamente para el mejoramiento de sus procesos.

En lo que respecta a financiación y recursos para la innovación, ninguna de las ladrilleras asegura tener recursos dedicados a I+D con financiación externa nacional o internacional. Solo una de las empresas a adquirido maquinaria, equipos, hardware o software avanzados destinados a la producción de productos o procesos nuevos o mejorados de manera significativa por un valor de treinta y cinco millones de pesos (\$35.000.000). De igual forma, las ladrilleras del departamento no han hecho compras o uso, bajo licencia, de patentes o de invenciones no patentadas y conocimientos técnicos o de otro tipo, de otras empresas u organizaciones para utilizar en las innovaciones de su empresa; y tampoco han financiado formación interna o externa de su personal, destinada específicamente al desarrollo o introducción de productos o procesos nuevos o mejorados de manera significativa.

7. ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Este estudio de vigilancia tecnológica busca identificar tecnologías aplicadas a la producción de ladrillo, nuevos materiales para fabricarlos, empresas líderes en producción de ladrillo en el mundo y publicaciones científicas sobre nuevos materiales usados en esta industria.

Por ello, los focos de vigilancia tecnología a tener en cuenta son científico, técnico y comercial. Desde el punto de vista científico se analizarán los artículos registrados en *ScienceDirect* y *Scielo*; para el caso de las fuentes técnicas se analizarán las patentes registradas en la base de datos *Patent Inspiration*; y finalmente, desde el punto de vista comercial, se analizarán los competidores tecnológicos, focos competitivos, nuevos competidores y clientes tecnológicos que arrojen las bases de datos o sitios *trademap.org*,

La utilidad de esta vigilancia tecnológica está centrada en identificar las tendencias científicas y tecnologías emergentes y sustitutas, determinando el grado de novedad en la producción de ladrillo y las capacidades que tiene el sector ladrillo para innovar. Finalmente, abstraer los hallazgos más importantes y proponer recomendaciones para la toma de decisiones en el sector ladrillo del departamento de Sucre.

A partir de esta información, el gremio de las ladrilleras en el departamento de Sucre tendrá claro cuál es la ruta para el desarrollo de competencias en el ámbito de la innovación, la productividad que les permita aumentar su competitividad.

OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

A continuación, se describen los objetivos que se buscan alcanzar con la realización del estudio de vigilancia tecnológica:

- Identificar tecnologías aplicadas a la producción de ladrillo
- Identificar nuevos materiales para fabricar ladrillos
- Identificar las empresas líderes en producción de ladrillo en el mundo.
- Identificar publicaciones científicas sobre nuevos materiales para fabricar ladrillos

ECUACIONES DE BUSQUEDA DEL ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Para la estipulación de las ecuaciones de búsqueda para el estudio de vigilancia tecnológica se definieron las siguientes palabras claves:

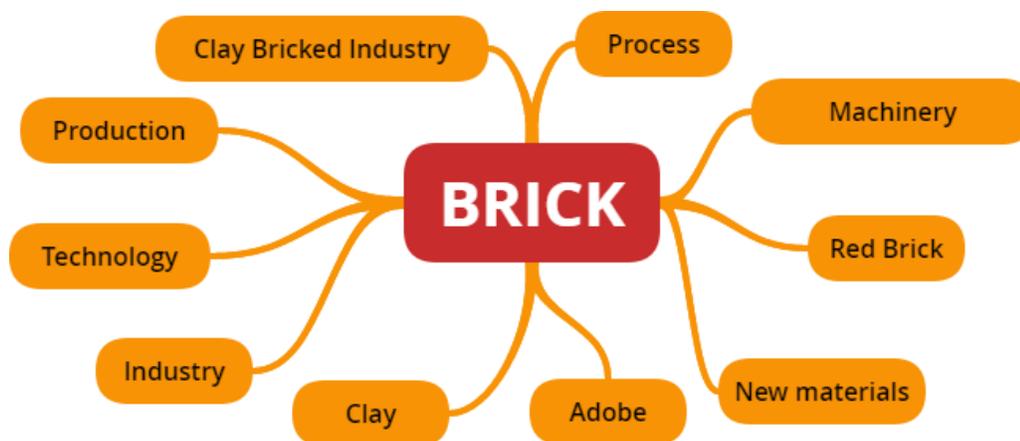


Ilustración 6. Palabras Claves para el estudio de VT

A partir de las palabras claves estipuladas se escribieron las ecuaciones de búsqueda mostradas en la siguiente tabla:

Tabla 5.

Ecuaciones de Búsqueda iniciales en las bases de datos científicas

ECUACIONES INICIALES DE BÚSQUEDA					
Palabra clave	Conector	palabra clave	Conector	palabra clave	
"Clay Industry"	bricked OR	Brick	AND	Production	
Brick	AND	"New materials"	AND	Technology	
Clay	OR	Brick	AND	Technology	
Brick	AND	Process	AND	Machinery	
"Red Brick"	AND	Industry	AND	Production	
Clay	AND	"New materials"	AND	Technology	
"Red Brick"	AND	"New materials"	AND	Production	
Clay	OR	Brick	AND	Production	
Clay	OR	Brick	AND	Machinery	

Clay	OR	"Red Brick"	AND	Production
Adobe	OR	Brick	AND	Technology
Adobe	OR	Brick	AND	Production
Adobe	OR	Brick	AND	Industry
Adobe	OR	Brick	AND	Process

Una vez determinadas las ecuaciones iniciales conformadas por las palabras claves ya definidas, se filtraron las búsquedas solo en artículos publicados en los últimos 5 años (2010-2016), por lo tanto, las ecuaciones resultantes a buscar en las bases de datos son las siguientes:

- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(BRICK) and TITLE-ABSTR-KEY(TECHNOLOGY)`
- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(BRICK) and TITLE-ABSTR-KEY(TECHNOLOGY) or TITLE-ABSTR-KEY(clay) AND LIMIT-TO(topics, "brick,clay brick,clay,build") AND LIMIT-TO(contenttype, "JL,BS","Journal")`
- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY("CLAY") and TITLE-ABSTR-KEY("BRICK") and TITLE-ABSTR-KEY(TECHNOLOGY) or TITLE-ABSTR-KEY("New materials")`
- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(BRICK) and TITLE-ABSTR-KEY("PRODUCTION") or TITLE-ABSTR-KEY(clay) AND LIMIT-TO(topics, "brick,clay brick") AND LIMIT-TO(contenttype, "JL,BS","Journal").`
- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(BRICK) and TITLE-ABSTR-KEY(PRODUCTION) or TITLE-ABSTR-KEY("CLAY BRICKED INDUSTRY") AND LIMIT-TO(topics, "brick", "clay") AND LIMIT-TO(contenttype, "JL,BS","Journal")`
- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(BRICK) and TITLE-ABSTR-KEY(PROCESS) and TITLE-ABSTR-KEY(CLAY) or TITLE-ABSTR-KEY("MACHINERY") AND LIMIT-TO(topics, "brick,build") AND LIMIT-TO(contenttype, "JL,BS","Journal")`
- `pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(CLAY) and TITLE-ABSTR-KEY("NEW MATERIALS") or TITLE-ABSTR-KEY("TECHNOLOGY") AND LIMIT-TO(topics, "clay,clay mineral") AND LIMIT-TO(contenttype, "JL,BS","Journal").`

- pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY("RED BRICK") and TITLE-ABSTR-KEY("NEW MATERIALS") or TITLE-ABSTR-KEY("PRODUCTION") .
- pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(ADOBE) and TITLE-ABSTR-KEY(CLAY) or TITLE-ABSTR-KEY(PRODUCTION)
- pub-date > 2010 and TITLE-ABSTR-KEY(ADOBE) and TITLE-ABSTR-KEY(CLAY) or TITLE-ABSTR-KEY(INDUSTRY)

7.1 RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA.

Una vez determinadas las ecuaciones iniciales conformadas por las palabras claves ya definidas, se filtraron las búsquedas solo en artículos publicados en los últimos 5 años (2010-2016).

En relación a las nuevas tecnologías reportadas en los artículos consultados, se evidencia la utilización de la geopolimerización como tecnología para utilizar desechos de la minería de cobre para la producción de ladrillos ecológicos. La tecnología de geopolimerización es una manera viable para procesar y agregar valor a los residuos industriales de minería dando lugar a materiales con elevadas resistencias mecánicas y alta inercia química. (Soares, Pinto, Ferreira, & Labrincha, 2008). Los resultados presentados por (Saeed Ahmari, 2012) muestran que desechos de la minería de cobre se pueden usar para producir ladrillos ecológicos basados en la tecnología geopolimerización para cumplir los requisitos de la Asociación Internacional para el Ensayo y Materiales (ASTM).

Así mismo, la cementación de arena en la piedra arenisca través de la actividad microbiana es una nueva tecnología con una amplia gama de posibles aplicaciones para la producción de ladrillo. Los resultados muestran que los “bio-ladrillos” son comparables en términos de estrés y rigidez a los ladrillos preparados con el cemento y los aditivos más convencional de cal hidráulica (Bernardi, DeJong, Montoya, & Martinez, 2014). Otra investigación evaluó el efecto que se produce en el consumo específico del biocombustible durante la fabricación artesanal de ladrillos al sustituir parcialmente la leña por la biomasa densificada. Se expuso la relación entre algunas

propiedades del biocombustible que permite aumentar la relación ladrillos / kilogramo de combustible desde 1.1 a 1.4 lo que mejora la eficiencia del proceso de fabricación de ladrillos disminuyendo el consumo específico con respecto al uso del combustible tradicional con la consiguiente mejora ambiental del proceso (Machado, y otros, 2011). En otro estudio se compara el desempeño energético y ambiental del uso de combustibles a partir de dos tipos de biomásas peletizadas: residuos de madera, provenientes de podas y residuos de la producción de muebles, principalmente aserrín. La biomasa proveniente de residuos de madera es uno de los materiales más adecuados para utilizar como combustible alternativo. Se concluyó que el uso de combustibles alternativos a partir de biomasa permite obtener reducciones importantes en emisiones atmosféricas y no afecta las condiciones técnicas del proceso de producción de ladrillos. La biomasa con mejor desempeño, tanto en las variables energéticas como ambientales evaluadas, fue el aserrín (García-Ubaque, Vaca-Bohórquez, & Talero, 2013).

Debido a que en muchas zonas del mundo hay una escasez de material de origen natural para la producción de los ladrillos convencionales, en lo que respecta a los nuevos materiales registrados en la producción científica, se evidencian los resultados obtenidos en un estudio experimental sobre la eficacia de refuerzo disperso de fibra natural en los bloques de adobe (Calatan, Hegyi, Dico, & Mircea, 2016). En dicho estudio, se analizó la resistencia y conductividad de bloques de arcilla utilizando material orgánico como fibras de cáñamo o de paja obteniendo como resultados una resistencia mecánica mejorada y una mejor conductividad térmica.

Continuando con la adición de materiales en la construcción de ladrillos se analizó la importancia de la adición de materia orgánica procedente de residuos sólidos agrícolas (Harina de semilla de oliva y paja de trigo) para mejorar el rendimiento térmico manteniendo al mismo tiempo la capacidad de soporte de carga, encontrando como resultados una correlación positiva significativa entre la creciente cantidad de materia orgánica y la porosidad, en consecuencia, la distribución de tamaño de poro de nuevos materiales que contienen Harina de semilla de oliva es más estructurado y conduce a una mejor resistencia a la compresión que la paja de trigo. (Aouba, Bories, Coutand, Perrinb, & Lemercier, 2016)

Otras adiciones vegetales también han sido estudiadas, tal es el caso de la adición de sarmientos (vástago o rama de la cepa de vid) para la producción de ladrillos de arcilla cocida con el fin de lograr un mejor aislamiento de los edificios del recinto y aprovechar la gran cantidad de

sarmientos que se desecha en los viñedos. Como resultado, (M. Velasco, M. Ortiz, M. Giró, M. Melia, & H. Rehbeinc, 2015) concluyen que la cantidad de sarmiento que se puede añadir es de alrededor de 11 %, con lo cual las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo respetan las normas vigentes. Los residuos agregados han mejorado las propiedades de conductividad ladrillos reduciéndolo hasta un 62 % en comparación con el ladrillo hecho sin ningún tipo de residuos.

Varios artículos más relacionan el uso de aditivos para la construcción de ladrillos de arcilla. Se estudió el uso de colillas de cigarrillo para evaluar el efecto de diferentes velocidades de calentamiento sobre las emisiones de gases y propiedades durante la cocción de ladrillos de barro y ladrillos de arcilla incorporados con colillas de cigarrillos (Aeslina Abdul Kadir, 2015), utilizando colillas de cigarrillo como aditivos para la construcción de bloques de arcilla, además de contribuir a la contaminación mundial por colilla de cigarrillo, trae otros beneficios dado que estos ladrillos son más baratos de producir en términos de la energía requerida, se demostró que entre más se incorporen colillas de cigarrillo el coste energético disminuye aún más y son estos ladrillos son más ligeros de peso que los ladrillos normales (Mohajerani , Abdul Kadir, & Larobina, 2016).

Otro artículo expone la utilización de residuos de vidrio para mejorar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo de arcilla cocida o para bajar la temperatura de cocción (Phonphuak, Kanyakam, & Chindaprasirt, 2016). Un estudio demostró que los residuos de polvos de mármol se podrían utilizar en la producción de ladrillos en diversas proporciones, en dicho estudio se observó que los coeficientes de porosidad de los ladrillos mejoraron en un 40% adicionando residuos de polvo de mármol hasta en un 30% del ladrillo. Con respecto a la resistencia a la compresión, disminuyó a 8,2 MPa, sin embargo, la resistencia continuaba estando de acuerdo con los valores requeridos por el estándar. Adicionalmente, la conductividad térmica de las muestras disminuyó de 0,97 a 0,40 W (Sutcu, Alptekin, Erdogmus, Er, & Gencel, 2015).

La ceniza de cascara de arroz sin moler también fue estudiada como aditivo sustituto hasta en un 40%. En las muestras fabricadas se estudió la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, absorción de agua y densidad aparente. Los resultados de las pruebas mostraron que todas las muestras de ladrillo tenían buenas propiedades tanto físicas como mecánicas. La resistencia a la compresión y a la flexión variaron, respectivamente, entre 20,9 a 31,5 MPa y 5.7 a 6.7 MPa.

Todos estos valores fueron significativamente mejores que los valores requeridos por las normas vietnamitas (lugar de realización de la investigación) (Hwang & Huynh, 2015).

De igual manera, se evaluó la adición de residuos de caña de azúcar y arroz en la fabricación de ladrillos de arcilla. En este estudio, la ceniza del bagazo de la caña de azúcar y la ceniza de las cascaras de arroz se usaron para fabricar ladrillos en una fábrica industrial de ladrillos de Pakistán con diversas dosis de estos aditivos (5%, 10% y 15% del peso de arcilla). Se estudiaron las propiedades mecánicas y de durabilidad de estos ladrillos y se observó que estos ladrillos exhibieron menor resistencia a la compresión en comparación con ladrillos de arcilla normales, sin embargo, los ladrillos con un 5% de los aditivos cumplía los requisitos del código de construcción Pakistán (es decir, $> 5\text{MPa}$). Además, la resistencia contra la eflorescencia mejoró en todos los ladrillos probados de manera que se puede concluir que los ladrillos que incorporan bajas dosis de ceniza del bagazo de la caña de azúcar y la ceniza de las cascaras de arroz (es decir, 5% en peso de arcilla) no sólo alivian la carga ambiental, sino que dan lugar a una construcción más sostenible y económica (Kazmi, Abbas, Saleem, Munir, & Khitab, 2016).

Desde el punto de vista de la fabricación y dada la preocupación por el desperdicio de energía, la polución y generación de gases con efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global que produce la fabricación de ladrillos en hornos, se realizó un estudio para comparar ladrillos expuestos al fuego con ladrillos no fabricados en hornos, y también para combinar el uso de energía y las emisiones de CO_2 para la evaluación de ladrillos de arcilla usando esta tecnología. Se encontró que ladrillos de arcilla sin cocer que incorporan GGBS (residuos que quedan de la producción de acero o hierro extraída del horno y enfriada con agua o vapor para obtener un producto vítreo granulado) proporcionan una alternativa sostenible y saludable como un reemplazo de ladrillos de albañilería convencionales (de hormigón y ladrilla cocida), así mismo, los ladrillos de arcilla sin cocer mostraron buen comportamiento al cumplir con los requisitos de resistencia transmisión térmica (J.E. Oti, 2012).

Continuando con los residuos metálicos, se hicieron estudios sobre ladrillos con adiciones de escorias de ferrocromo (aleación de hierro y cromo que se emplea en la fabricación de aceros inoxidables) y zeolita (mineral que surgen en las rocas sedimentarias y que se encuentran

constituidas por aluminio, silicio, hidrógeno, oxígeno, y agua) obteniendo los siguientes resultados: mientras que la densidad aparente de los ladrillos con la escoria ferrocromo aumentó, la de ladrillos con zeolita disminuyó; Ladrillos con el 10 %, 20 % y 30 % de adición de escoria de ferrocromo presentan una resistencia a la compresión de 27,5-32 MPa, que es ligeramente menor que el ladrillo de referencia utilizado que tiene 34,9 MPa; Los ladrillos con 10 %, 20 % y 30 % de adición de zeolita muestran una resistencia a la compresión de 14,3 a 22,3 MPa.; la resistencia a la compresión de los ladrillos que combinaron la escoria de ferrocromo con zeolita variaron entre 17,4 y 27,7 MPa., pero, tanto los ladrillos con escoria de ferrocromo como los ladrillos con zeolita tienen la fortaleza suficiente fortalezas (más de 14 MPa.) que satisfaga los requisitos del estándar turco TS EN 771 y la regulación de desastres de Turquía; Muestras de ladrillo con el 30 % de aditivo de zeolita dieron el valor de conductividad térmica más baja con 0,69 W / mK, el más alto se obtuvo con las muestras de ladrillo con adición del 30% de escoria de ferrocromo (1,26 W / mK) (Gencel, y otros, 2013).

En el mismo orden de ideas, un estudio realizó adiciones de vermiculita (mineral formado por silicatos de hierro o magnesio) en diversas proporciones en ladrillos cocidos a 900 y 1000 °C por 2 horas, encontrando que se reduce la densidad aparente en las muestras que contienen 10wt.% de 1.76 a 1.34g/cm³. Así mismo, se observó que sus coeficientes de porosidad mejoraron hasta un 45 % con el aumento de la adición de vermiculita, mientras que sus resistencias a la compresión (menos de 14MPa) disminuyeron; sin embargo, sus puntos fuertes eran aún bastante mayores que los requeridos por el estándar. En consecuencia, este estudio reveló que las muestras de ladrillos producidos con la adición de vermiculita podrían ser utilizados en construcción (Sutcun, 2015).

Continuando con el uso de minerales, otro estudio realizó pruebas para adicionar piedra pómez en la producción de ladrillo obteniendo como resultados que la conductividad térmica del ladrillo añadiéndole un 40% de piedra pómez mostró una reducción de más de 30% en comparación con el ladrillo de referencia sin aditivo, además sus resistencias a la compresión fueron muy superiores a la requerida por la norma (Gencel, Characteristics of fired clay bricks with pumice additiveOsman, 2015).

En Cuba, se realizó el estudio de la influencia de la finura de molido del carbonato de calcio en las propiedades de resistencia a la compresión, densidad, absorción y durabilidad de los ladrillos de cerámica roja, a través de la realización de ensayos físico- mecánicos y de envejecimiento

acelerado, cuando este se adiciona por debajo del 10% en relación con el peso de la arcilla. Se demuestra que cuando dicho aditivo se muele hasta finuras entre las 72 m y 150 m, no se afectan las propiedades mencionadas anteriormente, sin embargo, no ocurre así cuando es molido hasta un tamaño de partícula de 297 m. El estudio realizado, demuestra que, con esta superficie específica, la adición de calcita afecta tanto las propiedades físico-mecánicas como de durabilidad de los ladrillos de cerámica roja (Díaz, Betancourt, & Martirena, 2011).

En países como Brasil, se ha estudiado la influencia de adiciones de lodo rojo en concentraciones variables de 45-65 %-p en las propiedades físico-mecánicas de materiales cerámicos. Las muestras se trataron térmicamente en el intervalo de 750-1.050 °C con tiempo de reacción de 1 h. Los resultados pusieron de manifiesto que es posible utilizar este material como materia prima para la fabricación de ladrillos y tejas superando las especificaciones de las normas NBR 6113 y 6220 de las Asociación Brasileña de Normas Técnicas para la fabricación de materiales estructurales (Rivas, Gómes, Macedo, Cabral, & Angèlica, 2009).

La reutilización de materiales provenientes de plantas de alcantarillado en la fabricación de ladrillos también fue estudiada. Los biosólidos (residuos orgánicos que resultan del tratamiento de las aguas residuales procesadas en las plantas de alcantarillado sanitario) se agregaron a muestras cuya contracción lineal de las muestras de biosólidos variaron de 10% a 15 % y el contenido orgánico varió de 6 % a 14 %. Los resultados de la prueba de resistencia a compresión indicaron que las fuerzas de las muestras de ladrillo disminuyeron de 36,1 MPa a 25,9, 17,4, y 16. MPa para las tres muestras de biosólidos que se utilizaron indicando que los biosólidos pueden ser considerados como una posible adición beneficiosa en la fabricación de ladrillos cocidos (Ukwatta, Mohajerani, Setunge, & Eshtiaghi, 2015). De manera similar, en Colombia se evaluó el uso de lodo aluminoso en la fabricación de ladrillos cerámicos; los resultados muestran que es viable incorporar estos lodos en reemplazo parcial de uno de los materiales constitutivos del ladrillo, en este caso la arena en un porcentaje del 10%; sin embargo, para evitar comprometer la resistencia a la compresión debe optimizarse la deshidratación previa del lodo para aumentar el potencial de aprovechamiento. El ladrillo obtenido cumple características adecuadas para uso no estructural (Torres, Hernández, & Paredes, 2012).

7.2 RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA A PARTIR DEL ANÁLISIS DE PATENTES

En la búsqueda de información sobre las patentes se escogió la **Sección E (construcciones fijas)**, **clasificación E04 (Edificios)** y el código **E04C1 (incluidos los hijos)** junto con las palabras claves **“CLAY AND BRICK”** en título o abstract o descripción. Adicionalmente, se hizo filtro de patentes otorgadas en los últimos 20 años (01-01-1996 a 31-12-2016). Se obtuvieron 666 resultados cuyas principales áreas en las cuales se concentra el desarrollo de patentes se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6.
Áreas en las que se concentran las patentes encontradas

Código IPC	Cantidad de patentes	Descripción del Código
E04C1/00	402	Elementos de construcción en forma de bloques o cualquier otra para la construcción de partes de edificios
E04C1/40	107	Elementos de construcción en forma de bloques o cualquier otra para la construcción de partes de edificios constituidos de elementos de diferentes materiales
E04C1/39	103	Elementos de construcción en forma de bloques o cualquier otra para la construcción de partes de edificios caracterizados por las adaptaciones particulares
E04C1/41	98	Elementos de construcción en forma de bloques o cualquier otra para la construcción de partes de edificios compuestos de material aislante y hormigón, de piedra o de otro material semejante a la piedra capaz de soportar cargas
E04B2/02	30	Muros edificados según capas sucesivas de elementos de construcción
E04B2/18	24	Muros edificados según capas sucesivas de elementos de construcción que implican cavidades en el interior de los elementos, pero no entre ellos, es decir cada cavidad está cerrada al menos por los cuatro lados pertenecientes a un elemento único utilizando elementos que tienen medios especialmente proyectados para estabilizar su posición por trabazón o piezas insertas con escotaduras.
E04B2/14	21	Muros que implican cavidades en el interior de los elementos, pero no entre ellos, es decir cada cavidad está cerrada al menos por los cuatro lados pertenecientes a un elemento único
B28B1/00	17	Fabricación de objetos conformados a partir de arcilla o de otras composiciones cerámicas, escorias o mezclas que contengan sustancias análogas al cemento
E04B2/08	14	Muros edificados según capas sucesivas de elementos de construcción que no implican cavidades entre los elementos sólidos o en el interior de los mismos utilizando elementos que tienen medios especialmente proyectados para estabilizar su posición por trabazón o piezas insertadas con escotaduras.

C04B18/04	12	Empleo de materias aglomeradas, de residuos o de desechos como cargas para morteros, hormigón o piedra artificial; Tratamiento de materias aglomeradas, de residuos o de desechos, especialmente previsto para reforzar sus propiedades de carga, en los morteros, hormigón o piedra artificial. Desechos; Residuos
B28B11/24	11	Aparatos o procedimientos para el tratamiento o el trabajo de los objetos conformados para curar, fraguar o endurecer
E04B1/78	10	Elementos calorífugos
C04B28/14	10	Composiciones para morteros, hormigón o piedra artificial que contienen ligantes inorgánicos o que contienen el producto de reacción de un ligante inorgánico y un ligante orgánico que contienen cementos de sulfato de calcio
C04B28/02	9	Composiciones para morteros, hormigón o piedra artificial que contienen ligantes inorgánicos o que contienen el producto de reacción de un ligante inorgánico y un ligante orgánico que contienen cementos hidráulicos distintos que los de sulfato de calcio
B28B3/00	9	Fabricación de objetos conformados mediante la utilización de prensas
E04B1/76	7	Aislamiento térmico o acústico, absorción o reflexión del calor o del sonido especialmente relativos al calor solamente.
E04B1/98	7	Aislamiento o protección contra las vibraciones o los choques
C04B18/16	7	Empleo de desechos o residuos que provienen de la industria de la construcción o de la industria de la cerámica.
C04B28/00	6	Composiciones para morteros, hormigón o piedra artificial que contienen ligantes inorgánicos o que contienen el producto de reacción de un ligante inorgánico y un ligante orgánico
E04B2/46	6	Muros edificados según capas sucesivas de elementos de construcción que implican cavidades no sólo entre los elementos sino en el interior de ellos por trabazón o por piezas insertadas con escotaduras.
A01G9/02	6	Recipientes para cultivo de flores, verduras o arroz en recipientes, camas o invernaderos p. ej. macetas o jardineras
B28B1/14	6	Fabricación de objetos conformados a partir de cemento, arcilla o piedra por simple colada, no siendo el material ni suministrado a presión, ni estando realmente compactado.
C04B18/08	6	Tratamiento de cenizas volantes para reforzar sus propiedades de carga, en los morteros, hormigón o piedra artificial
B28B1/52	5	Fabricación de objetos conformados a partir de cemento, arcilla o piedra especialmente adaptada a la fabricación de objetos a partir de mezclas que contienen fibras.
C04B16/02	5	Tratamiento de materias celulósicas para reforzar sus propiedades de carga, en los morteros, hormigón o piedra artificial

Los años en los que más se otorgaron estas patentes fueron el 2010 y 2011 con 90 y 93 patentes respectivamente, a partir del año 2013 se ha venido registrando una disminución de patentes otorgadas y en lo que va recorrido del año 2016 solo se ha otorgado una. Las patentes otorgadas se encuentran graficadas por año en la siguiente ilustración:

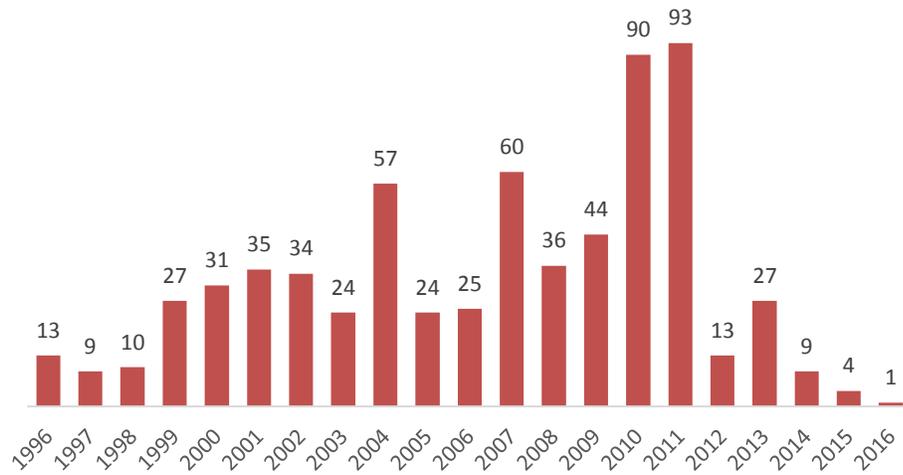


Ilustración 7. Patentes otorgadas por año en el campo de estudio

En lo concerniente a los países a los cuales se les han otorgado estas patentes, China ha sido el país con 452, seguido de estados unidos (16) y la república de Corea (11). China concentra la mayor producción y uso de patentes en la industria del ladrillo, sus principales usos están representados en el área de construcción en general, tecnologías de ahorros de agua, energía para la mitigación del cambio climático, fabricación de productos con arcilla tales como baldosas, lozas, materiales sanitarios, tejas, utensilios de cocina y uso de la arcilla con aplicaciones en química y la metalúrgica.

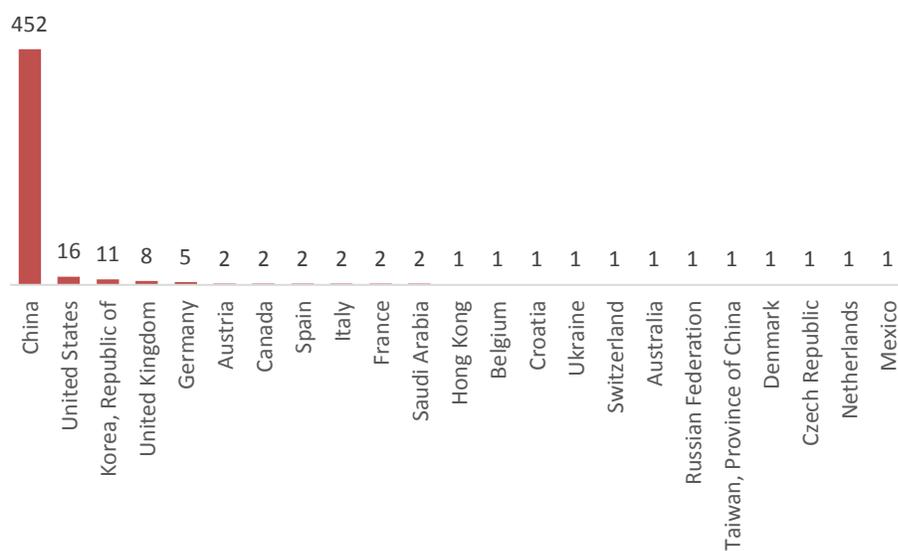


Ilustración 8. Patentes otorgadas por país

En lo concerniente al desarrollo tecnológico, los resultados en este componente, se desarrollan en el campo de producción y nuevos productos, a partir de novedosos métodos de desarrollo de productos pensados en las áreas de Vida saludables, arte, ladrillos de gran tamaño y materiales para la sustitución de la arcilla, los hallazgos más representativos son la creación de métodos preproducción de cerámicas magnetizable y vitroceramica(ladrillo con lado de espejo) usada en la industria del cuidado del cuerpo y la magnoterapia, diversificación de los colores de las losas y ladrillos para crear ambientes modernos y acogedores, y el uso de la pasta de cerámica para obras de arte.

Otro avance representativo es la tecnología asociada para crear ladrillos de mayor tamaño, la cual proporciona una fórmula de cantidad de material y dimensiones adecuadas para llevar la fabricación de este ladrillo a gran escala, usando los hornos convencionales, los productos desarrollados bajo este método de producción ganan notablemente en aislamiento térmico. Esta misma tecnología de producción permite que los nuevos productos desarrollados eliminen costo de producción, el proceso es amigable con el medio ambiente, aumentando las durabilidades de los materiales y el efecto térmico de ahorro de energía calorífica en su fabricación y también permite mantener los ambientes más frescos debido a la retención de agua de los productos. (Ladrillos y baldosas)

Significativamente se muestra en este componente la mejora de los procesos de producción de materiales asociados a la arcilla, la sustitución de ésta, creación de nuevos productos y procesos de fabricación amigables con el medio ambiente.

La vigilancia realizada con respecto a materiales sustitutos muestra la preocupación de la industria de cuidar el ambiente, por medio de la reutilización de materia prima, desechos de construcción y disminución de la arcilla en los productos y sustitución total de la misma.

Dentro de los hallazgos más repetitivos se encuentra la creación de ladrillos con basura industrial y doméstica, partiendo desde el método de separación de los materiales, la composición de los mismos y el proceso de producción de éste. La incorporación de estos materiales como sustitutos de la arcilla, permite bajar los costos de producción, reutilización de materias primas de procesos de producción de varias industrias, reciclaje, contribuyen al cuidado del medio ambiente, los

productos que se derivan de este proceso todos cumplen con las normas de calidad y durabilidad, aislamiento térmico.

La mayoría de las patentes otorgadas en la categoría de estructuras están relacionadas con innovación en forma y tamaño de los ladrillos. Se otorgaron patentes relacionadas con el diseño de equipos de producción de ladrillos machos y hembras con líneas de diseño continuo y disminución de espesor de los mismos, mejorando significativamente en formas y proporción que permiten optimizar el proceso de construcción de edificios, dentro los hallazgos más relevantes está el diseño del ladrillo antisísmico que mejora la capacidad de las edificaciones de resistencia a terremoto, otro componente tecnológico de este ámbito es la reducción de material de pega de cemento de los ladrillos permitiendo disminuir costos de fabricación de edificaciones, existiendo mejoras significativas en las formas y tamaños de los ladrillos, y ampliando su variedad y usos tanto en edificaciones de gran tamaño, como uso en el hogar y el arte. La siguiente ilustración es una pequeña muestra de las innovaciones estructurales a las cuales se les ha otorgado patentes en los últimos 20 años.

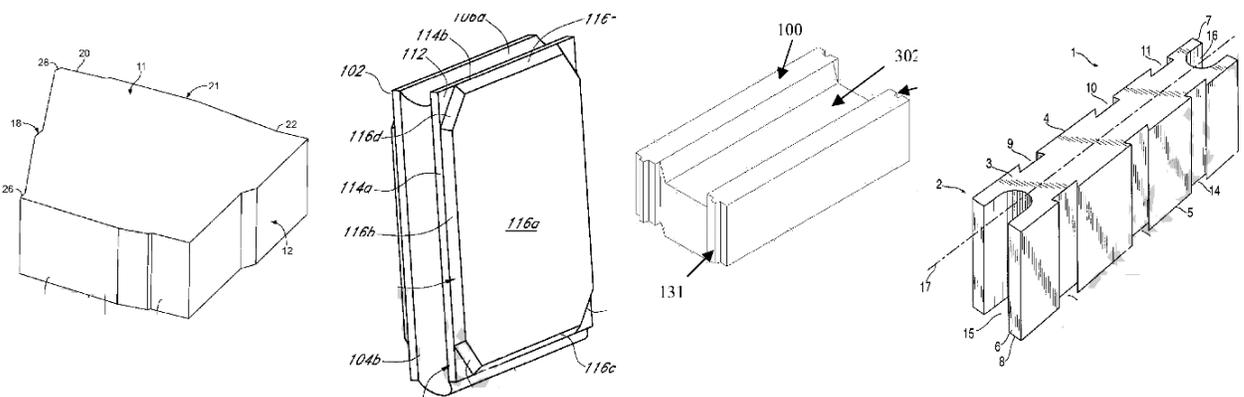


Ilustración 9. Ejemplos de patentes otorgadas en el campo de estudio

En maquinaria, los desarrollos están enfocados en la construcción de Hornos de ladrillo seco que aprovechan la energía del sol, para aumentar la calefacción y mantener la temperatura de cocción optimizando el horno.

En cuanto a las patentes de nuevos productos, a continuación, se mencionan algunos de los nuevos productos patentados:

- ✓ Ladrillo permeable fabricado con 50% de porcelana de residuos, con alta resistencia, larga vida y aislamiento al calor.
- ✓ Ladrillos de paja de arroz con permeabilidad usados para aislamiento térmico.
- ✓ Baldosas coloridas bien perfiladas, que sustituyen las baldosas monótonas.
- ✓ Ladrillos refractarios de ultra baja porosidad, resistentes a altas temperaturas con aplicación en la metalurgia en la construcción de hornos, chimeneas y alta resistencia a materiales alcalinos.
- ✓ Cerámica magnetizable
- ✓ Vitrocerámica.
- ✓ Arcilla ecológica.

Las universidades chinas son las instituciones que más han solicitado patentes. Encabezando el listado se encuentra la Universidad de ciencia y tecnología Shandong, seguido de la universidad tecnológica de Beijín. Sin embargo, en el listado de aplicantes también se encuentran empresas dedicadas a la prestación de servicios de construcción, fabricantes de productos para la construcción y personas naturales.

Tabla 7.
Principales aplicantes de patentes

APLICANTE	CANTIDAD
Shandong University of Science and Technology	11
Beijing University of Technology	9
Min Ji	8
Wang Changqing	7
Duan Zhixiang	5
Zhanke Ding	5
Xixian Sun	5
Hangzhou Fulihua Building Materials Co Ltd	5
Collier Philip	4
Wuhan University of Technology	4
Shi Zheng	4
Jilin Institute of Architecture and Civil Engineering	4

7.3 RESULTADOS DE LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA A PARTIR DE LA INFORMACIÓN COMERCIAL

Desde el punto de vista comercial y luego de revisar las respectivas bases de datos señaladas se encontraron resultados de gran interés para las ladrilleras del departamento en cuanto a países importadores de bloques de cerámica.

Según las estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas publicadas por Trademap.org, los cinco países que más importaron ladrillos en el año 2015 fueron el Reino Unido, Alemania, Rusia, Estados Unidos y Canadá. El Reino Unido importó 684.187 toneladas de ladrillos en el año 2015, demostrando una amplia diferencia de importaciones con el segundo en la lista, Alemania (319.368 toneladas).

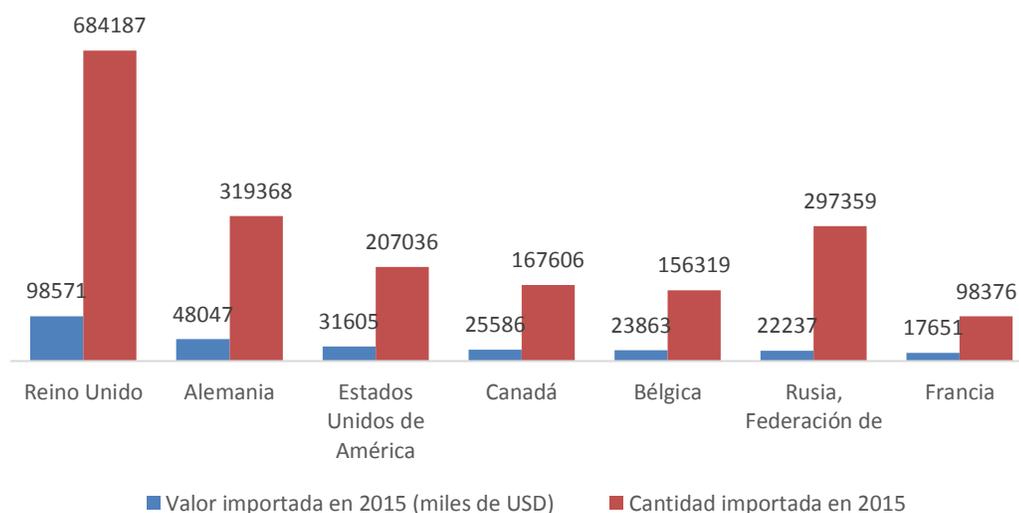


Ilustración 10. Cifras de las importaciones de ladrillos de cerámica. Fuente: Trademap.org

Se hizo un análisis del comportamiento de las importaciones realizadas por los países anteriormente mencionados obteniendo como resultado que durante los últimos 5 años el valor de las importaciones (en dólares estadounidenses) ha ido aumentando, siendo el Reino Unido el país con el crecimiento de importaciones más significativo.

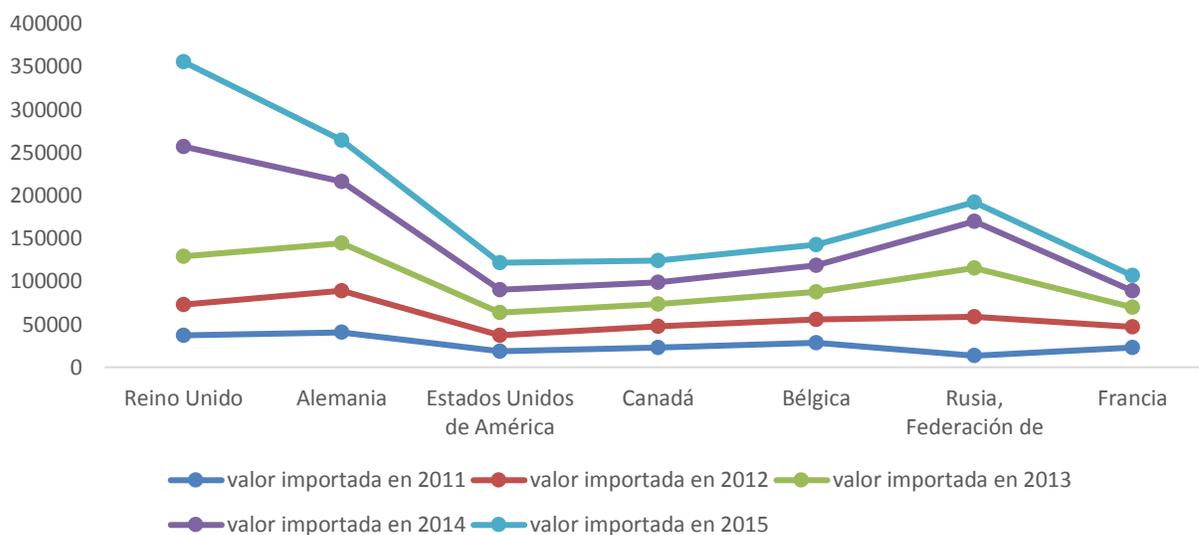


Ilustración 11. Series de tiempo anuales de las importaciones de ladrillo de cerámica por países
Fuente: Trademap.org

La siguiente ilustración muestra los diez países que más realizaron exportaciones de ladrillo de cerámica en el año 2015. Para el año 2015, Bélgica y los Países Bajos realizaron exportaciones de ladrillo rojo por un total de 119.608 y 97.460 miles de dólares estadounidenses, representando, respectivamente, un 27% y 22% de las exportaciones realizadas por los países antes analizados.

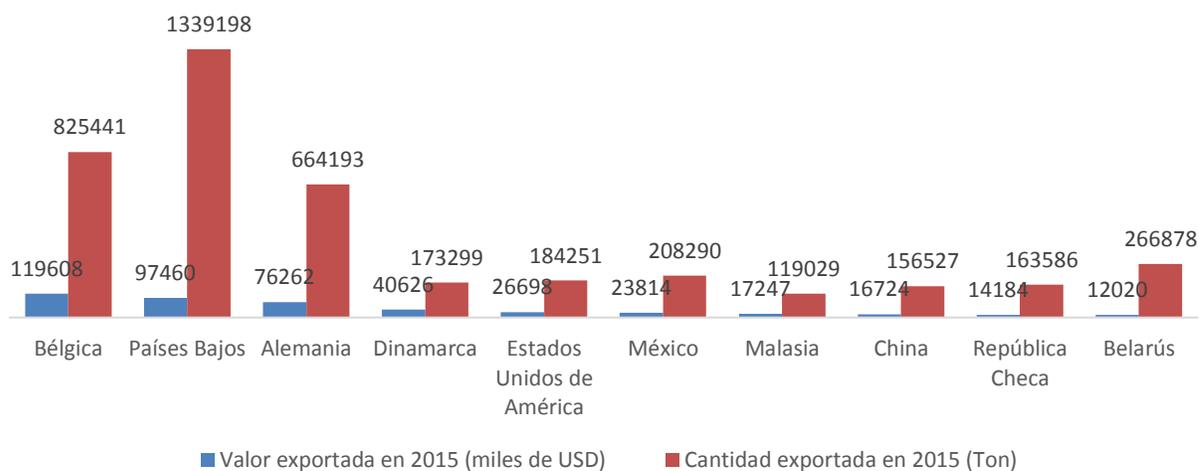


Ilustración 12. Cifras de los países que más exportaron ladrillo en el 2015
Fuente: Trademap.org

En los últimos 5 años, la dinámica de exportaciones de los 10 países más exportadores de ladrillos demuestra que dichos países siguen aumentando, año tras año, el porcentaje de participación de las exportaciones del mundo lo cual demuestra que para Colombia es una oportunidad de mercado tendiente al alza.

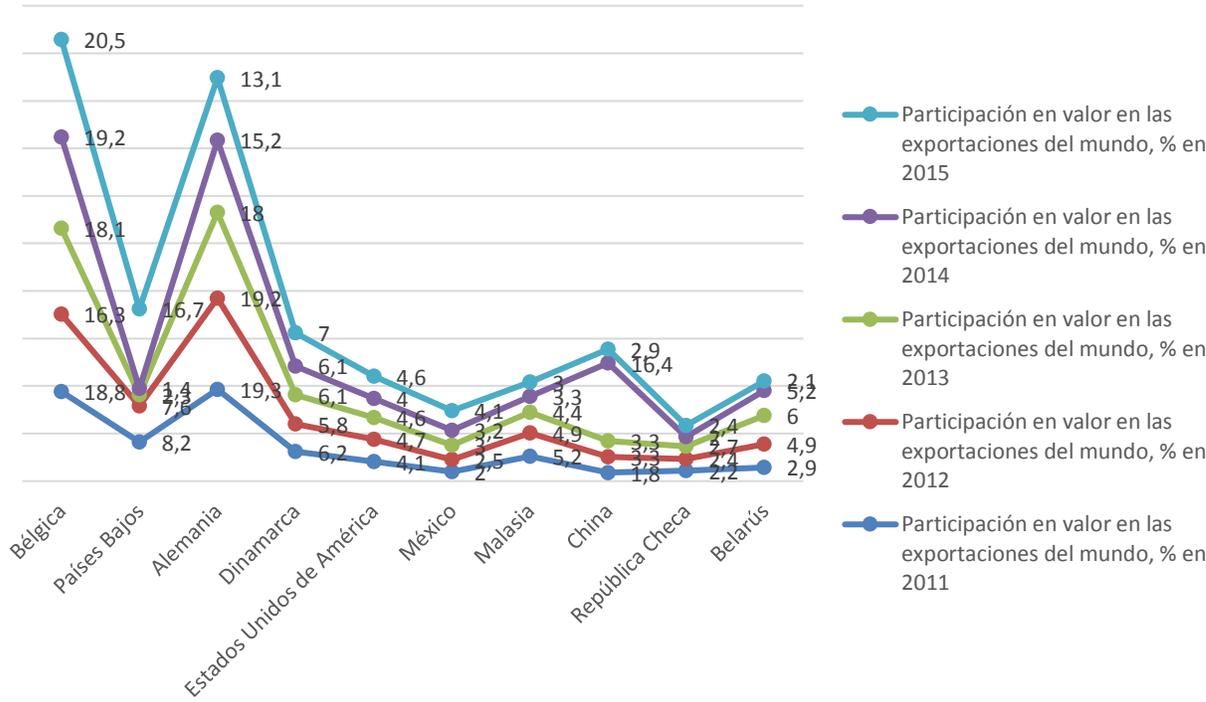


Ilustración 13. Porcentaje de participación en valor en las exportaciones del mundo de los países más exportadores en los últimos 5 años. Fuente: Trademap.org

Sin embargo, Colombia no ha explotado estos potenciales mercados. De los 10 países que más importaron ladrillo en 2015, Colombia solo hizo exportaciones a Estados Unidos y por un valor no muy significativo con respecto al potencial de mercado (20 toneladas), en cambio, el principal importador de ladrillos colombianos es República Dominicana, seguido de Panamá y las Antillas Holandesas:

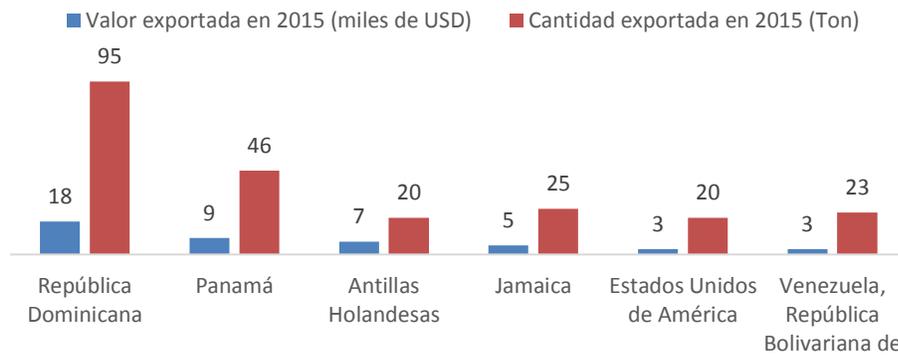


Ilustración 14. Cifras de las exportaciones de ladrillos de cerámica que hizo Colombia en 2015
Fuente: Trademap.org

De los últimos 5 años, el peor año en materia de exportaciones de ladrillo para Colombia fue el 2013, año en el que exportó la misma cantidad que el año siguiente pero, a diferencia del 2014, en el 2013 sólo exportó ladrillos a Venezuela; en el 2014 se volvieron a restablecer las relaciones de exportaciones en República Dominicana, Panamá y los Estados Unidos, aunque decayeron las exportaciones con Venezuela (esto tiene justificación por la dinámica social y económica que está atravesando dicho país). Así mismo, entre el año 2014 y 2015 las cifras de exportaciones de ladrillo de Colombia han ido de aumento a excepción de las exportaciones realizadas a Estados Unidos y Venezuela tal como lo demuestra la siguiente ilustración:

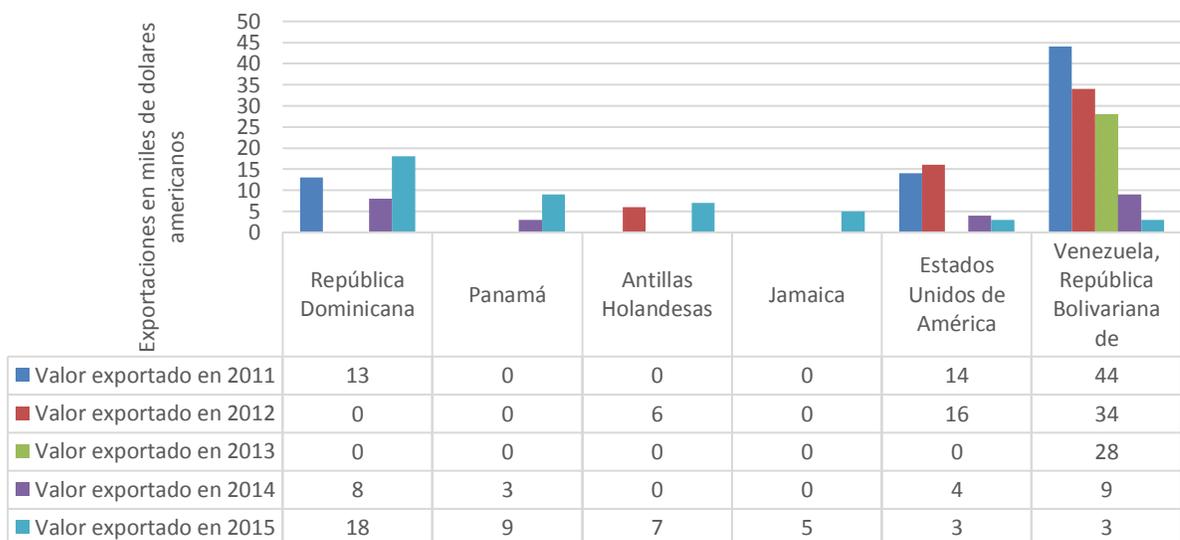


Ilustración 15. Series de tiempo anuales de las exportaciones de ladrillo en Colombia
Fuente: Trademap.org

Adicionalmente, se encontró que la empresa líder en producción de ladrillos a nivel mundial es Wienerberger, empresa ubicada en Viena, Austria con ventas de aproximadamente 3.120 miles de millones de dólares durante el 2014; los países hacia donde exportó más fueron: Reino Unido, Alemania y Rusia. En cuanto a maquinaria, se encontró información sobre la empresa europea Ipiac Nery, líder desde hace 160 años en la elaboración de maquinaria para producir ladrillo de manera tecnificada; ésta desarrolla maquinaria para todo el proceso de la cadena productiva que va desde la fundición, el moldeo, la sección de mecanizado. Actualmente se encuentran trabajando con varias ladrilleras del país asesorándolos en el montaje, en mejorar sus fábricas y robotizando sus empresas en ciudades como Bogotá, Tunja, Paipa, Cúcuta, Ocaña y Cartago. De este modo, algunos empresarios del ladrillo colombiano han iniciado el proceso de tecnificación de sus plantas conscientes de la importancia que tiene la producción limpia y sostenible que al final les dará grandes réditos tanto económicos como medioambientales.

8. ANÁLISIS DE MODELOS DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EXISTENTES

Los distintos modelos de gestión de la innovación, al igual que el propio concepto de innovación, han venido evolucionando. Teniendo en cuenta esta evolución, se han identificado los siguientes modelos:

MODELO DE FUNCIONES BÁSICAS PARA LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

Este modelo propone cinco funciones tales como inventariar, evaluar, vigilar, optimizar y proteger. La ventaja que tiene este modelo (según Arzola, Tablante & D' Armas), aparte del hecho de sentar las bases de modelos posteriores, es la utilidad para entender de forma simplificada y racional el proceso de innovación. Básicamente la desventaja radica en el alcance elemental del modelo y que no incluye mecanismos para seguimiento y control.

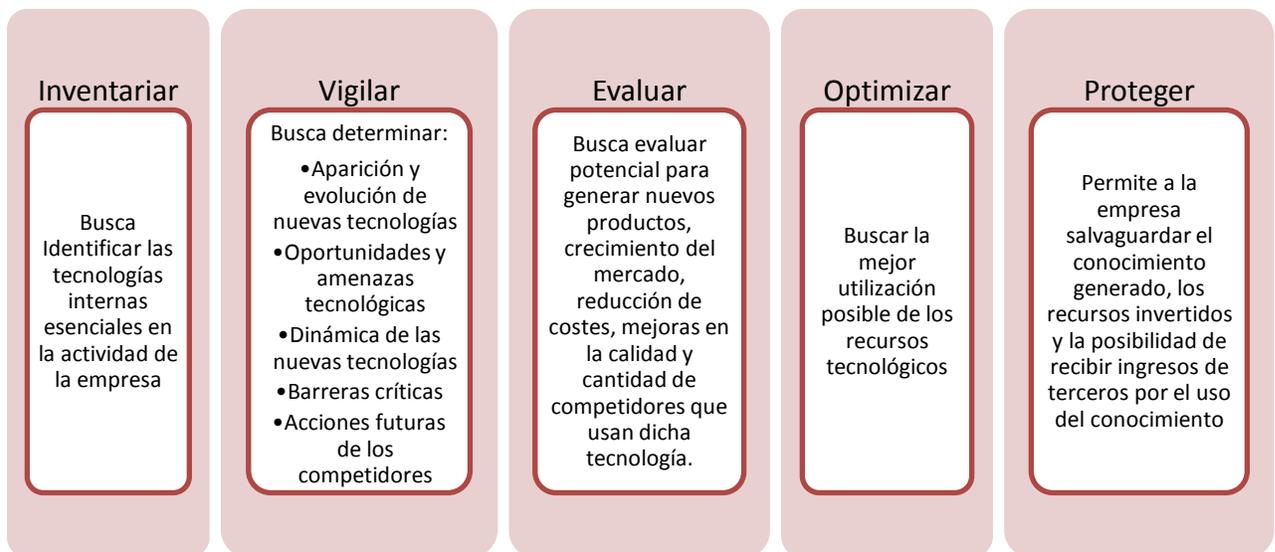


Ilustración 16. Funciones del modelo de funciones básicas para la gestión de la innovación. Fuente: Arzola, Tablante & D' Armas. Elaboración propia.

MODELO COTEC

El modelo Temaguide (también llamado modelo COTEC), fue propuesto por la Fundación COTEC (Fundación para la innovación tecnológica española), la empresa SOCINTEC, CENTRIN (Universidad de Brighton), IRIM (Universidad de Kiel) y la Unidad de investigación y desarrollo de Manchester Business School. El modelo Cotec, al igual que el modelo anterior, propone cinco funciones, sin embargo, son funciones distintas. Las funciones planteadas por el modelo Cotec son Vigilar, focalizarse, capacitar, implantar y aprender. La ventaja de este modelo radica en que enfatiza en el conocimiento del entorno (mercado) y en la capacidad de aprendizaje de la organización (Arzola, Tablante, & D' Armas, 2012). Dicho modelo se basa en la siguiente estructura:

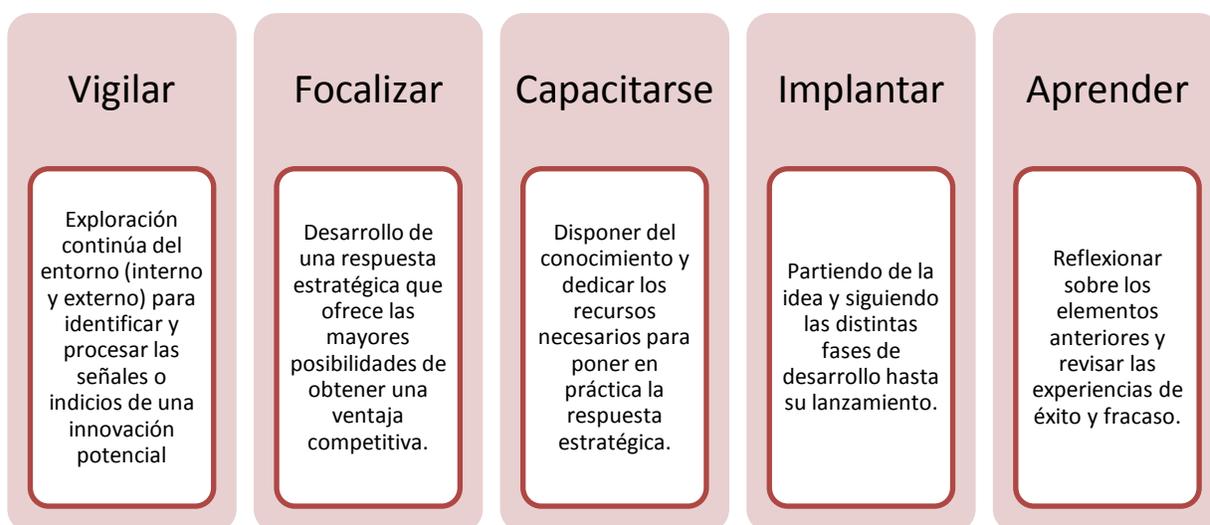


Ilustración 17. Funciones del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.

El primer elemento del modelo – Vigilar- se basa en la identificación y análisis del entorno ante posibles indicios de innovaciones. Para la etapa de vigilancia, COTEC propone 5 herramientas: la investigación de mercado, el análisis DOFA, la prospectiva tecnológica, el análisis de la competencia y el benchmarking (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 1998). Con la investigación de mercado se busca definir y comprender el mercado en el cual se desenvuelve la empresa u organización. A partir del análisis DOFA, la organización podrá identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que puedan ser aprovechadas en favor de la

organización para generar innovaciones. A partir del análisis de mercado y el análisis DOFA, la organización puede aplicar la prospectiva para pronosticar sus capacidades tecnológicas y predecir qué innovaciones pueden desarrollarse a futuro. La herramienta de análisis de competencias se realiza para buscar información sobre patentes que haya sido registradas por empresas dedicadas a la misma actividad económica y en bases de datos científicas en las cuales se publiquen artículos académicos y científicos sobre investigaciones desarrolladas para el sector económico de la empresa. Por último, la herramienta de Benchmarking busca comparar las prácticas de la organización con otras que han demostrado haber obtenido excelentes rendimientos.



Ilustración 18. Herramientas de la Función de Vigilancia - Modelo Cotec. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.

La segunda función del modelo COTEC -Focalizar- implica realizar 3 actividades: un análisis estratégico, una elección estratégica y una planificación estratégica.

Para la actividad de análisis estratégico, COTEC propone 3 herramientas básicas:

- a) Modelo de las cinco fuerzas propuesto por Porter en 1980: El modelo de Porter se basa en el análisis de la amenaza de nuevos participantes, el poder de negociación de los proveedores, la rivalidad competitiva entre las propias empresas, el poder de negociación de los clientes y la amenaza de productos sustitutivos.
- b) Realización del perfil de competitividad de la empresa: Crear un perfil sobre cómo los productos y servicios que ofrece la empresa se adaptan a las exigencias del mercado y lo que pueden ofrecer sus competidores más cercanos.
- c) Realización de auditorías: Auditar los recursos físicos o humanos, los sistemas de gestión de la calidad, o las características organizativas de la empresa.

Luego de la realización del análisis estratégico se debe realizar una elección estratégica a partir de 4 herramientas:

- a) Matriz producto/ Proceso: Se debe trazar un mapa donde se exponga si las elecciones sobre la estrategia propuesta se encuentran inmersas en el área de experiencia de la organización.
- b) Auditoría de capacidades: Auditar qué tanto sabe la empresa, para qué es buena, cuáles han sido sus principales logros, cuáles son sus principales clientes y sobre qué puede basar su crecimiento
- c) Evaluación de proyectos: Es necesario realizar estudios de factibilidad tanto económica como financiera para determinar los costos, beneficios e implicaciones totales de los proyectos de I+D que se pretenden desarrollar al interior de la organización.
- d) Gestión de cartera: Busca analizar un portafolio de proyectos o actividades de I+D con el objetivo de lograr el equilibrio óptimo entre los riesgos y los beneficios.

Por último, luego de la realización del análisis estratégico, se debe realizar una planificación estratégica basada en la herramienta del diagrama de causa y efecto, la cual busca identificar las posibles causas de un problema o efecto.

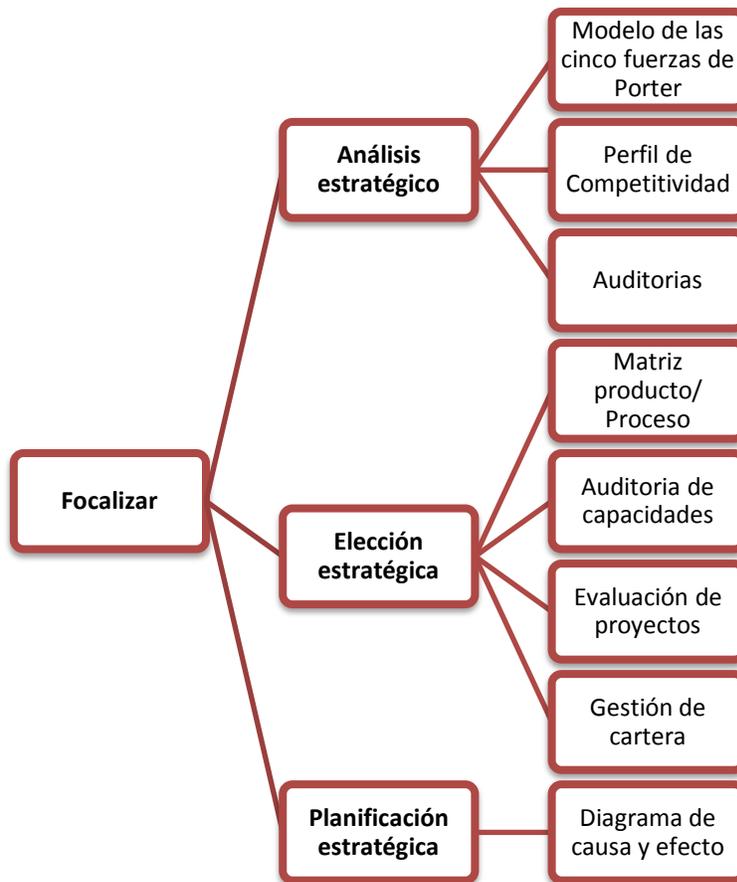


Ilustración 19. Elemento Focalizar (Fases y Herramientas) del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.

El elemento de Capacitación propuesto por COTEC busca que la organización adquiera capacidades organizativas, conocimientos, habilidades, recursos monetarios, bienes de equipo y herramientas necesarias para conseguir la tecnología (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 1998). Para adquirir esa tecnología, la organización puede hacerlo por inversión en tecnología propia, por inversión en tecnología ajena o por combinación de inversión en tecnología propia y ajena. Para el elemento de capacitación, COTEC propone 3 herramientas:

- a) Gestión de proyectos: independiente que sea una tecnología dura o banda, la implantación de cualquier tecnología en la organización debe gestionarse como un proyecto, con establecimiento

de objetivos claros y recursos adecuados para alcanzar dichos objetivos en un lapso de tiempo especificado por un director en cabeza del proyecto.

- b) Gestión de derechos de propiedad industrial e intelectual: Como resultado de las innovaciones desarrolladas, la organización debe proteger los derechos de propiedad industrial o intelectual según sea el caso.
- c) Gestión de interfaces: Dado que, para el desarrollo de algunas innovaciones, la organización requerirá del establecimiento de algunas alianzas a nivel interno o externo, ésta debe promover la cooperación durante el proceso de gestión de la tecnología, entre personas, departamentos, entidades u otras organizaciones privadas o estatales.

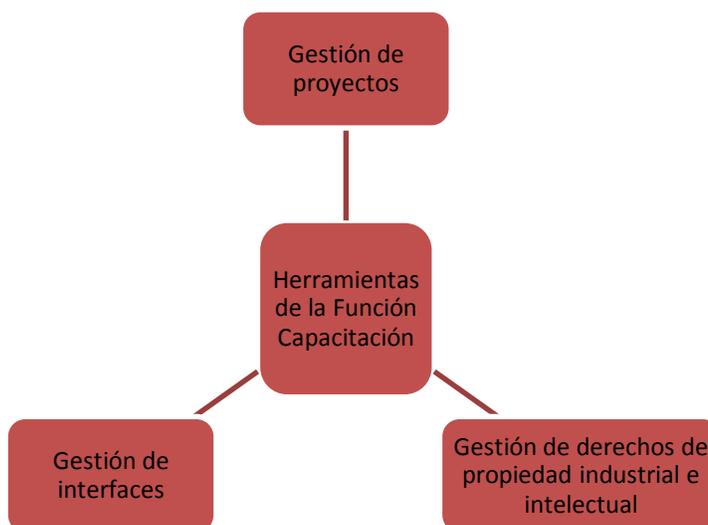


Ilustración 20. Herramientas de la Función Capacitar del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.

El cuarto elemento del modelo COTEC – Implantación- es quizás el centro del modelo puesto que no basta con haber adquirido el conocimiento y la tecnología, sino que es necesario aplicar esos conocimientos y tecnología para empezar a desarrollar innovaciones. la evidencia indica que el conocimiento y la tecnología deben introducirse en el sistema de operaciones de la empresa y materializarse en un producto o proceso nuevo o mejorado (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 1998). Para desarrollar la función de implantación, COTEC propone 6 herramientas:

- a) Creatividad: Todo proyecto de innovación y desarrollo requiere la búsqueda de soluciones en el momento de enfrentarse a cualquier tipo de obstáculo.
- b) Análisis de valor: Valora los elementos que constituyen el producto o proceso y los costos asociados a su desarrollo con el fin de realizar mejoras ya sea reduciendo costos de producción o aumentando el valor del servicio ofrecido.
- c) Trabajo en red: Al implantar en la empresa el trabajo colaborativo en red, se busca compartir destrezas, recursos, información o competencias profesionales.
- d) Mejora continua: Aun cuando aparentemente los procesos de producción o funcionamiento interno de la empresa estén realizándose de la mejor manera, siempre hay aspectos por mejorar y la organización debe estar siempre en busca del perfeccionamiento de sus procesos en pro de reducir los gastos y a mejorar la productividad y satisfacción del cliente.
- e) Gestión del cambio: Todos los cambios que se realice al interior de la empresa en búsqueda de mejorar los procesos deben documentarse y realizarse de manera organizada y estructurada de manera que se convierta en una cultura organizativa permanente y no en medidas temporales.
- f) Trabajo en equipo: Desarrollar la cultura de la organización en que deben operar los equipos (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 1998).

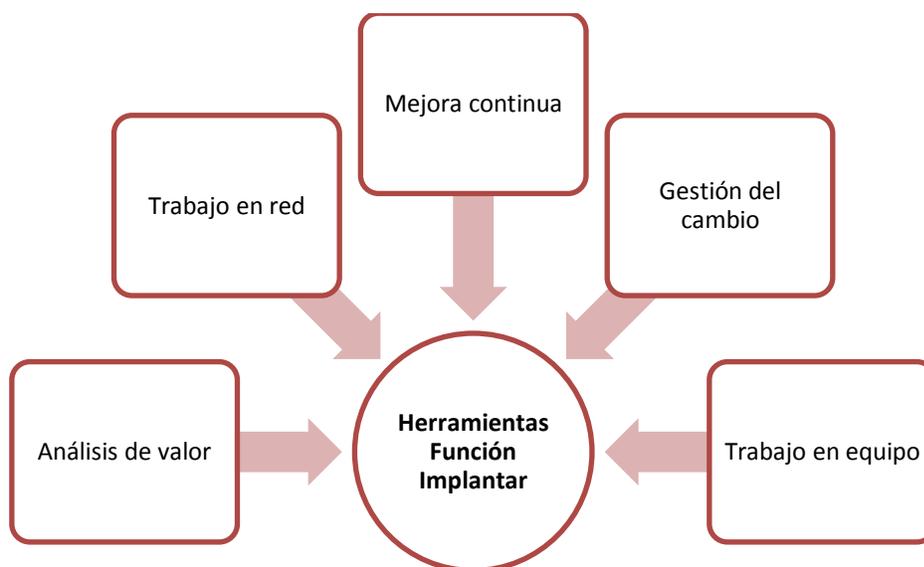


Ilustración 21. Herramientas de la Función Implantar del modelo COTEC. Fuente: Cotec, 1998. Elaboración propia.

Por último, el quinto elemento del modelo COTEC -aprender- refleja la necesidad de reflexionar y desarrollar unas “rutinas” que den sentido a las decisiones que la empresa toma. Aprender a gestionar la tecnología implica (Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, 1998). La función aprender busca reflexionar acerca de cómo la organización desarrolla la tecnología, recoger lecciones aprendidas en torno a este proceso y a partir de ellas construir modelos conceptuales que guíen el comportamiento de la empresa en el futuro, experimentar el deseo de dirigir el proceso de forma diferente la próxima vez y ver si las lecciones aprendidas son válidas, y finalmente, realizar una experiencia concreta y utilizarla como material de reflexión

NORMA UNE 166002

La Norma UNE 166002, en versión 2014, es un referente desarrollado por la AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) para fomentar, gestionar y mejorar las actividades de la I+D+i en una organización. Esta norma, proporciona directrices y requisitos para la implantación y el mantenimiento de un sistema de gestión de la I+D+i. Esta norma proporciona orientación para comprender el contexto de la organización, establecer el liderazgo y el compromiso de la dirección, planificar el desarrollo de la I+D+i, identificar y fomentar los factores que dan soporte a la I+D+i, desarrollar el proceso de gestión de la I+D+i y evaluar y mejorar el rendimiento del sistema.

El modelo de la norma UNE se concentra en la importancia estratégica del proceso innovador, responsabilidad de la dirección, la estructura organizativa de soporte, las herramientas genéricas de gestión, recursos, medición y acciones de mejora del sistema. Su ventaja principal es la compatibilidad con los tan implementados Sistemas de gestión de la Calidad y del Ambiente, ISO.

Este modelo se basa en la aplicación de la metodología conocida como ciclo planificar-realizar-comprobar-actuar (plan-do-check-act, PDCA).

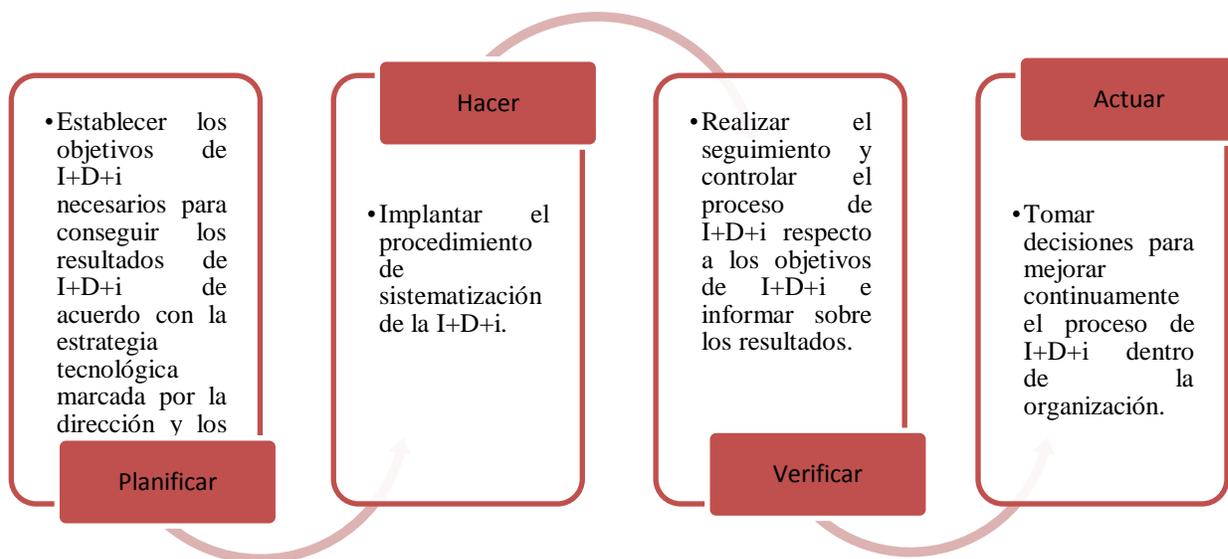


Ilustración 22. Ciclo de la norma UNE 166002. Fuente: (AENOR, 2014). Elaboración propia.

Previo al desarrollo de proyectos de I+D+i, la organización debe establecer ciertas políticas que faciliten el desarrollo del proceso y garanticen el éxito de los proyectos de innovación:

- *Conocimiento de la organización y de su contexto:* la organización debe determinar los aspectos internos y externos que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión de la I+D+i.
- *Comprensión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas:* la organización debe determinar qué partes interesadas (internas/externas) son relevantes en relación con el sistema, e identificar sus necesidades, expectativas y requisitos.
- *Sistema de gestión de la I+D+i:* la organización debe establecer, documentar, implantar y mantener un sistema de gestión de la I+D+i y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta norma.
- *Visión y estrategia de I+D+i:* es una declaración acerca de qué desea lograr la organización, en términos de I+D+i.

- *La política de I+D+i:* debe estar documentada, comunicarse dentro de la organización y estar disponible para las partes interesadas definidas por la Dirección.
- *Liderazgo y compromiso de la Dirección:* la Dirección debe demostrar liderazgo y compromiso en relación con el sistema de gestión de la I+D+i.
- *Fomento de una cultura de la innovación:* la Dirección puede promover una cultura que respalde la innovación mediante acciones como, por ejemplo, el apoyo a la creatividad, fomento de la colaboración y la tolerancia frente al fracaso.
- *Roles, responsabilidades y autoridades organizativas:* la Dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades para los roles pertinentes se asignen y comuniquen dentro de la organización.
- *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva:* el sistema de gestión de la I+D+i debe incluir un proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

En cuanto al proceso de generación de ideas y los productos generados, la gestión de ideas incluye su generación, recopilación evaluación y selección. Debe definirse una sistemática de gestión de las ideas para garantizar un flujo estable de las mismas; los proyectos de I+D+i deben desarrollarse siguiendo una metodología documentada y ; se debe realizar la protección y explotación de los resultados de las actividades de I+D+i de acuerdo con las directrices correspondientes, aplicando la mejor opción de protección en cada caso y siguiendo los mecanismos y acuerdos de explotación definidos.

KAPLAN Y NORTON

El punto central del modelo es la estrategia innovadora a nivel operativo, la cual forma parte de una estrategia general de innovación de la empresa como vía para alcanzar la competitividad. Esta estrategia consiste en alcanzar una alta eficiencia operativa, a partir de inversiones en

procesos y en los recursos humanos, que permitan lograr los niveles de calidad exigidos por los clientes y competir, con base en mejores precios y tiempos de entrega.

El modelo de Kaplan y Norton establece cuatro perspectivas fundamentales del Cuadro de Mando Integral, donde en las perspectivas internas, uno de los procesos medulares de la empresa es la gestión de la innovación. Dicha gestión está definida en tres procesos fundamentales: identificación de oportunidades, gestión de la cartera de proyectos, diseñar y desarrollar, y lanzamiento del producto al mercado. Tiene como ventajas que concibe la innovación como una de las funciones básicas para la competitividad de las empresas y que incluye sistema de medición, a través de indicadores claros. Desafortunadamente, este modelo no incluye la vigilancia tecnológica.

El modelo se concentra en cuatro bloques principales:

- La perspectiva financiera: se deben tener en cuenta los indicadores financieros como objetivo final del BSC
- La perspectiva de cliente: busca identificar los valores de los clientes, los segmentos de mercado objetivo y realizar un análisis del valor y calidad de éstos.
- La perspectiva de procesos internos de negocio: busca adecuar los procesos internos de la empresa para la satisfacción del cliente y conseguir altos niveles de rendimiento financiero. Para poder alcanzar este objetivo se distinguen 3 tipos de procesos:
 - Procesos de Innovación
 - Procesos de Operaciones.
 - Procesos de servicio postventa.
- La perspectiva del aprendizaje y mejora: busca identificar los activos que le dan a la organización la habilidad para mejorar y aprender.

GENERALITAT DE CATALUÑA (CIDEM)

Este modelo fue desarrollado por el Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial de la Generalitat de Cataluña. El modelo de gestión de la innovación de Cataluña plantea cinco macro funciones: generación de nuevos conceptos, desarrollo de productos, redefinición de procesos productivos, redefinición de procesos de comercialización y gestión del conocimiento.

EL modelo CIDEM se centra en 4 pilares: organización, diagnóstico, estrategia y proyectos.

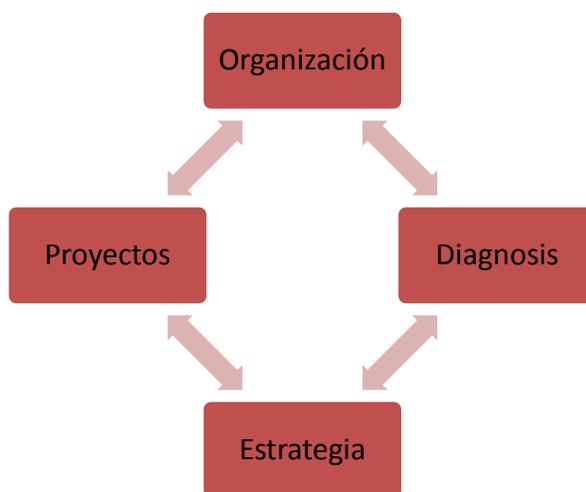


Ilustración 23. Pilares del modelo CIDEM. Fuente: (CIDEM, 2016). Elaboración propia.

En lo que respecta al pilar de la *organización*: La dirección de la organización debe realizar un compromiso donde se evidencie que entienden la innovación como un proceso estratégico para la empresa. Adicionalmente, se requiere la creación del equipo de trabajo para el proceso de innovación conformado por personas de diversas áreas de la empresa relacionadas con el proceso de innovación.

Para la *diagnosis*, el equipo de trabajo de innovación realizará un diagnóstico donde analizará la capacidad de innovación de la organización con el ánimo de detectar oportunidades de mejora respecto a las mejores prácticas de empresas innovadoras. Se evaluarán también los puntos fuertes y eficiencia de los procesos actuales.

El pilar *estratégico* se centra en la realización de un estudio de benchmarking antes de iniciar actividades correctoras para analizar que hacen bien las empresas líderes del sector en el que se desempeña la organización y al tiempo analizar la razón por la cual llevan a cabo esas actividades de manera correcta. Una vez detectadas las actividades y procesos dignos de imitar de la competencia, el equipo de innovación priorizará las áreas de la empresa que requieren mejora e identificará la razón por la que se producen las deficiencias, para llevar a cabo este plan de acción se identificarán las acciones, plazos, metas e indicadores para mejorar. Para la coordinación de este plan de acción se debe asignar un responsable y realizar un registro de seguimiento.

El pilar de *proyectos* se concentra en organizar un equipo de trabajo en pro de generar y extraer ideas innovadoras que den respuesta a los problemas y a las oportunidades considerados anteriormente. Dicho equipo debe concretar esas ideas en un documento que defina sus objetivos, costos de desarrollo y cronograma. Se realiza una primera fase de selección de proyectos, de acuerdo con la estrategia tecnológica y de negocio. Ese conjunto de proyectos conformará un plan de innovación a llevar a cabo. Luego de la selección de los proyectos, se debe especificar exactamente qué se debe hacer y cómo en un “libro de contrato” con los requerimientos especificados del proyecto. A partir del registro de requerimientos, se hace una planificación donde se identifican los recursos disponibles (Financieros, temporales, materiales y humanos). Por último, dado que el proyecto se debe ejecutar de forma controlada, es importante realizar un seguimiento del proyecto.



Ilustración 24. Fases de la ejecución de proyectos del modelo CIDEM. Fuente: (CIDEM, 2016).

Elaboración propia.

Sus principales aportes radican en que incluye la innovación organizativa y es un instrumento para autoevaluación de las empresas que lo implementan. Arzola, Tablante, & D' Armas destacan como deficiencia de este modelo que se orienta a la innovación de producto.

MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TRANSFORME

El modelo de gestión de la innovación Transforme es propuesto por una empresa de consultores con el mismo nombre de Chile. El modelo de transforme no solo tiene en cuenta el proceso de generación de ideas y su implementación, sino que propone un modelo que se apoye en las TIC para que, a través de una plataforma tecnológica de apoyo, la empresa realice gestión del conocimiento, gestión del portafolio de ideas y proyectos, gestión colaborativa y de redes y capacitación y comunicación entre las personas que conforman el equipo innovador.

La clave del modelo está en conectar al equipo innovador a través de una plataforma tecnológica por medio de la cual todo el equipo innovador registre y comparta el proceso de generación y priorización de ideas, el proceso de vigilancia del entorno. Para poder implementar este modelo de manera exitosa es necesaria la transformación de una cultura centrada en la comunicación (aprovechando las TIC), la capacitación del equipo innovador y la motivación e incentivos.



Ilustración 25. Modelo Transforme. Fuente: TRANSFORME Consultores. Disponible en <http://goo.gl/Z2F9Dy>

MODELO URUGUAYO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

Este modelo toma como referencias los Manuales de Oslo y el Manual de Bogotá y describe 6 áreas de conocimiento y acción mostrados en la siguiente ilustración:

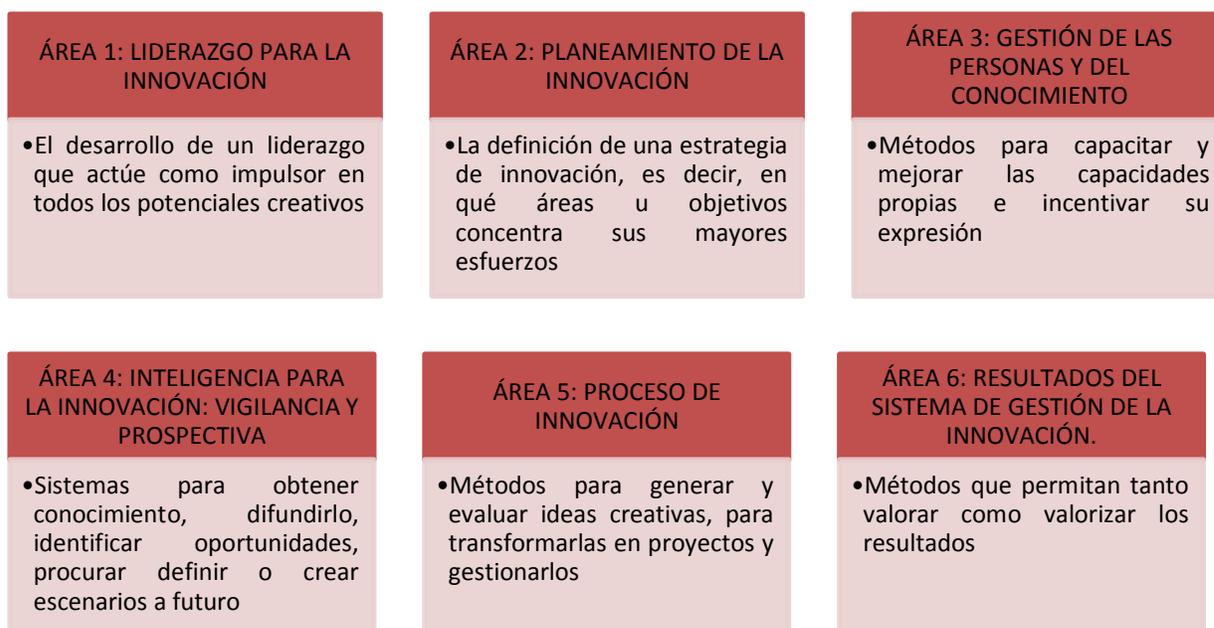


Ilustración 26. Áreas de conocimiento y acción Modelo Uruguayo. Fuente: (INACAL; LATU; UCU; ANII; CIU, 7 de agosto de 2012). Elaboración propia

El área de liderazgo examina el compromiso y la participación directa de la dirección como “líder” o responsable principal y final del proceso de innovación en la organización. Esta área de basa en la generación de ideas, la gestión de ideas, la gestión de proyectos y cartera, la protección y explotación de resultados, sobre una base de aprendizaje y cultura organizacional.

La planeacion de la innovacion (área 2 del modelo), son las acciones por medio de las cuales la dirección de la empresa define la estrategia de innovación y establece los procesos y acciones concretas para asegurar los resultados requeridos, tomando como base la estrategia de la organización.

El área 3, gestión de las personas y del conocimiento, comprende la organización para la gestión de las personas, las políticas de motivación, la capacitación, la formación y la gestión de competencias, la gestión de los medios que facilitan la captación de la información, forma de reunirlos y compartirla consolidando el aprendizaje organizacional.

El área 4 del modelo uruguayo se concentra en un programa de inteligencia para la innovación a través de actividades de vigilancia del entorno, tecnológica, comercial y competitiva y el planteamiento de una prospectiva que permita predecir las tendencias de largo plazo con miras a que la organización oriente sus actividades de innovación acorde a los escenarios previstos.

El proceso de innovación (quinta área), implica que se gestione una cartera de proyectos de innovación que priorice la asignación de recursos, y se haga seguimiento y control de dichos proyectos. En esta misma área hay que definir como se miden y mejoran las capacidades de innovación de la organización y se definen indicadores para controlar y mejorar. Para todo el proceso de gestión de proyectos se deben definir los recursos y herramientas con los que cuenta la organización para dicha labor. Una vez desarrollados los proyectos de innovación, la organización deberá tomar las medidas necesarias para asegurar la innovación y recuperar las inversiones realizadas.

Por último, la sexta área busca diagnosticar si el sistema de gestión de innovación implantado ha desarrollado y mejorado las capacidades de innovación de la organización, analizando los resultados.

MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN PARA LOS GOBIERNOS LOCALES DEL PERÚ

El modelo menciona 3 elementos fundamentales que debe contener un modelo de gestión de la innovación: los pilares, los componentes y el proceso de gestión de la innovación como tal.

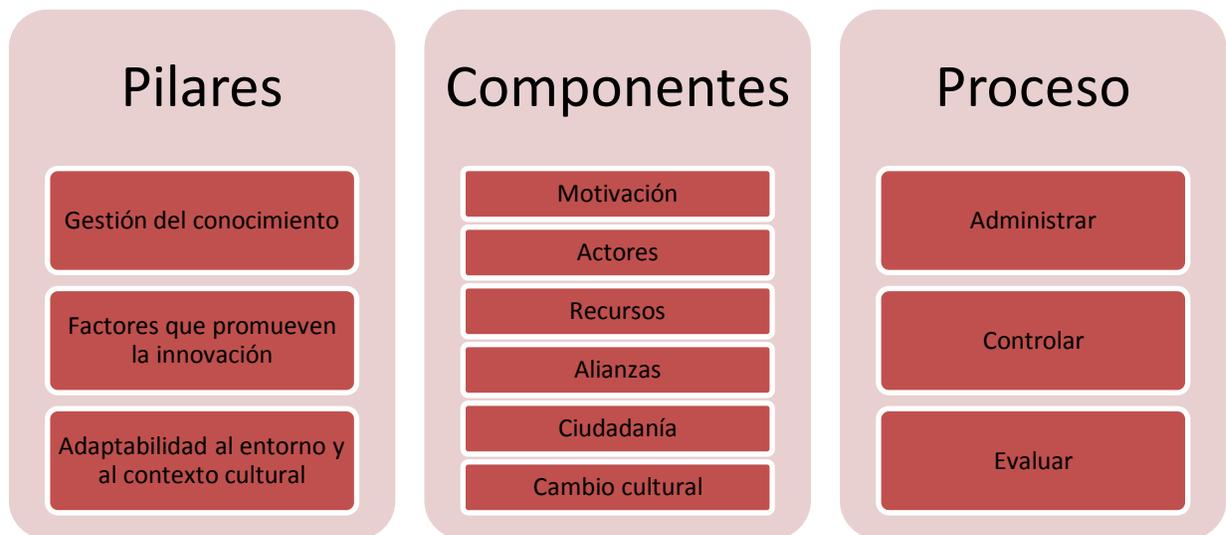


Ilustración 27. Elementos fundamentales del modelo de gestión de la innovación peruano. Fuente: (Morales, Barrera, Rodríguez, Romero, & Távora, 2014). Elaboración propia

En cuanto a los componentes, el modelo menciona la motivación como aquello que impulsa al funcionario a crear e innovar ya sea por voluntad propia o por medio de incentivos y reconocimientos.

Los actores son los protagonistas del desarrollo de la propuesta innovadora y no se refiere solo a una persona, sino que puede darse el caso que se estructure un equipo innovador que debe tener su respectivo líder.

Los recursos son los equipos, logística, infraestructura, recursos humanos y financieros con los que cuenta el gobierno local y que contribuirían al desarrollo de la innovación.

Sobre las alianzas, estas pueden ser de colaboración, de cooperación o de establecimiento de redes que faciliten el desarrollo y la aplicación de la innovación.

Con respecto de la ciudadanía se refiere a la participación activa de los beneficiarios de la innovación para que sea apropiada con éxito.

Por último, el cambio cultural es el elemento que promueve las transformaciones necesarias para que funcionarios y ciudadanos adopten esta nueva cultura innovadora de manera que se asegure el éxito y la sostenibilidad de la propuesta innovadora.

Una vez identificados los elementos que forman el modelo, se describen los pasos necesarios para su funcionamiento. El modelo propone 7 pasos:

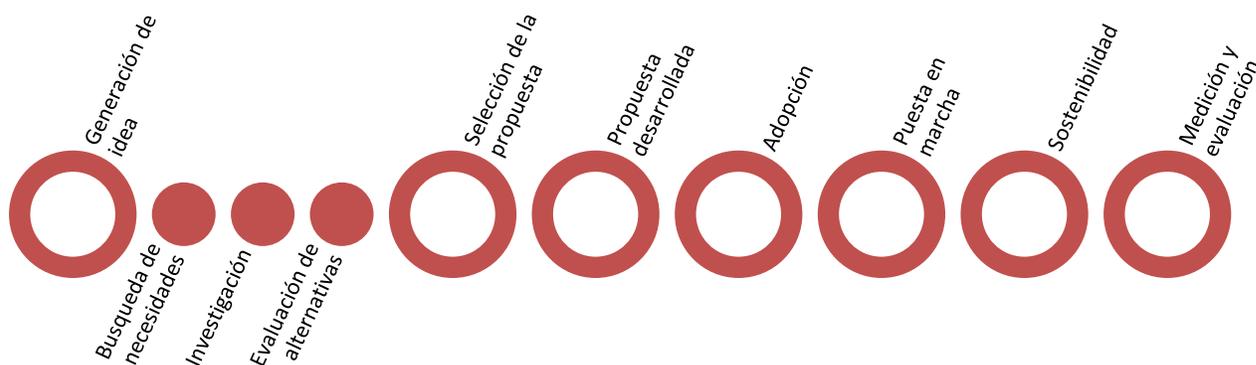


Ilustración 28. Pasos para la gestión de la innovación en el gobierno peruano. Fuente: (Morales, Barrera, Rodríguez, Romero, & Távara, 2014). Elaboración propia

MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN DE AURYS - CHILE

Aurys es una empresa consultora de estrategia y gestión de Chile con más de 260 proyectos de experiencia que desarrolló un modelo de gestión de la innovación para la minería de dicho país. Aurys plantea en su modelo cuatro elementos claves de gestión de innovación (Oyanader, Ayala, & De Giacomo, Septiembre 2013):

1) Estrategia de innovación	2) Desempeño de innovación	3) Personas para innovar	4) Dispositivos habilitadores
<ul style="list-style-type: none"> Definiciones estratégicas que alinean los esfuerzos de innovación a la estrategia corporativa y la insertan en el día a día. 	<ul style="list-style-type: none"> Actividades y procesos de ejecución de innovación para la obtención de resultados y beneficios para el negocio. 	<ul style="list-style-type: none"> Conductas, conocimientos y habilidades de las personas. 	<ul style="list-style-type: none"> Que permiten viabilizar la ejecución de la innovación tales como organización, recursos y métricas.

Ilustración 29. Modelo de gestión de la innovación para la minería. Fuente: (Oyanader, Ayala, & De Giacomo, Septiembre 2013). Elaboración propia

Adicionalmente, Aurys plantea al menos cinco competencias que permiten asegurar la existencia de innovadores al interior de las empresas mineras:

- a) Liderazgo facilitador de la innovación: se requiere de un líder que impulse, fomente, inspire y motive la innovación en la empresa, que alinee a toda la organización con las prioridades y focos de innovación y que empodere a los empleados para que innoven y emprendan.
- b) Fomento a la destrucción de paradigmas: las empresas que quieran innovar deben fomentar la destrucción de los paradigmas imperantes ya que, para innovar, se requiere una mente abierta a nuevas perspectivas.
- c) Valoración de distintas perspectivas: para innovar, las empresas deben buscar deliberada y proactivamente la mezcla de distintas perspectivas, exponer nuestras ideas a preguntas o cuestionamientos de otros.
- d) Capacidad de observación, interpretación e identificación de problemas: la innovación no parte por buenas ideas, sino que tiene su origen en problemas no resueltos, desafiantes o no evidentes por lo que los empleados de la organización deben y pueden observar e identificar proactivamente problemas en su trabajo diario, y generar soluciones creativas.

e) Capacidad de vinculación con el mundo externo: la mayor parte de la innovación sucede fuera de las fronteras de las empresas y proviene de proveedores, universidades, competidores, emprendedores, entre otros. Por lo tanto, es importante desarrollar un relacionamiento cercano y diálogo con stakeholders en todos los niveles para obtener información clave para la operación y para identificar oportunidades de nuevas soluciones.

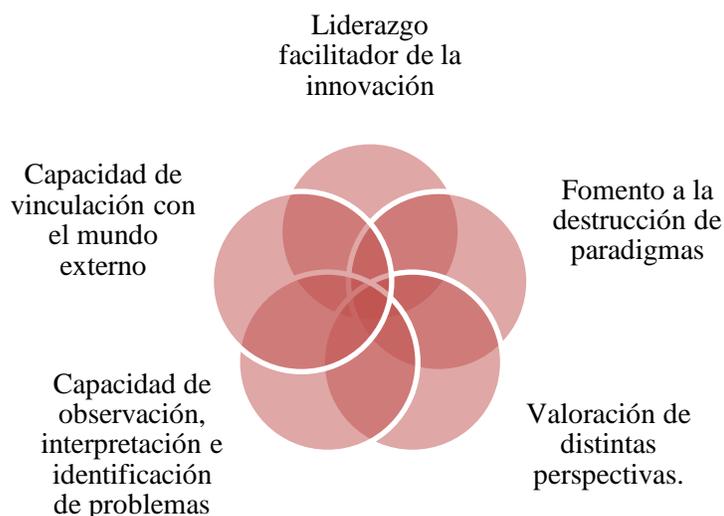


Ilustración 30. Competencias que permiten asegurar la existencia de innovadores al interior de las empresas mineras. Fuente: (Oyanader, Ayala, & De Giacomo, Septiembre 2013). Elaboración propia.

MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN *IMP³ROVE*

Modelo desarrollado en el 2008 por la Unión Europea con el objetivo de sistematizar la gestión de la innovación en las PYMES. Este modelo de gestión de la innovación está basado en la casa de la innovación de A.T. Kearney y establece 5 variables: la estrategia, la organización y cultura, los procesos, los elementos facilitadores y los resultados.

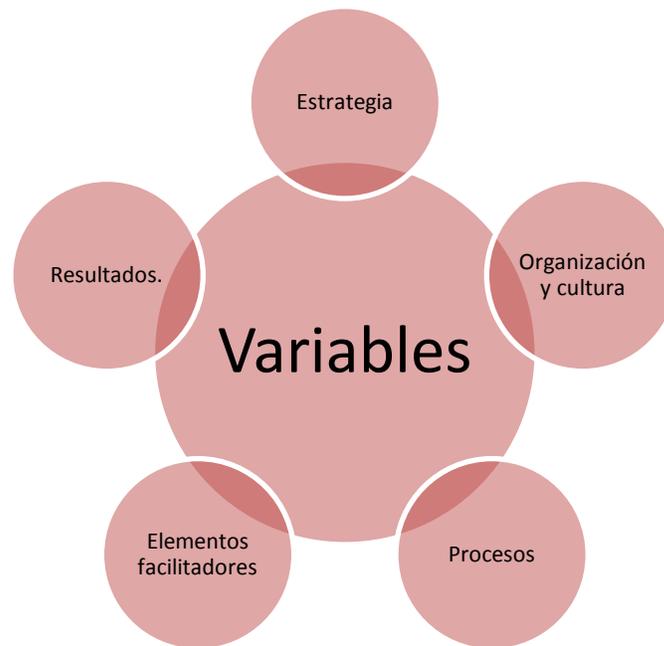


Ilustración 31. Variables del modelo IMP3ROVE. Fuente: (Engel, Diedrichs, & Brunswicker, 2010).

Elaboración propia.

La *estrategia* de innovación identifica las áreas más prometedoras que la PYME puede aprovechar al máximo ya sea con productos nuevos o existentes en nuevos mercados o con nuevos o mejorados procesos.

La *organización y cultura* de una PYME debe apoyar la estrategia de innovación para que las metas de rentabilidad puedan ser alcanzadas. Por ejemplo, las PYMES podrían incluir a socios externos en sus procesos. En cuanto a la cultura, la empresa debe estar abierta a nuevas ideas sin importar de donde vengan y alentar la cultura de la innovación en todos los niveles y departamentos de la organización.

En cuanto a los *procesos*, en la administración del ciclo de vida de la innovación existen muchas fases donde los líderes de innovación evitan la ineficiencia y aseguran rentabilidad a menor tiempo mientras las empresas promedio solo se enfocan en el cumplimiento básico con el cliente y olvidan una adecuada administración de la innovación. El proceso de innovación del modelo

IMP³ROVE se soporta en una plataforma tecnológica para llevar a cabo las 3 fases principales: benchmarking, consultoría y seguimiento.

Elementos facilitadores como la gestión del conocimiento, las capacidades en una tecnología específica o la experiencia en el desarrollo de nuevos mercados tienen un impacto significativo en la gestión de la innovación. Estos factores facilitadores deben estar alineados con la estrategia de innovación de la PYME para explotar la innovación al máximo.

Por último, las PYMES deben hacer seguimiento de los *resultados* de innovación con miras a realizar mejoras continuas aun cuando aparentemente se considere que no se requiera de mejoras en el proceso, producto o servicio.

MODELO DE GESTION DE LA INNOVACION INNOMODEL/CREINNOVA

El modelo Innomodel/Creinnova es propuesto por la empresa Innovarraut de Colombia en cabeza del Dr. Luis Carlos Arraut Camargo. Dicho modelo tiene como eje central para la gestión de la innovación la estructura organizacional de las empresas y el recurso humano que la conforma. Para el proceso de gestión de la innovación el modelo se concentra en 4 pilares fundamentales que son: La cultura de la innovación, el desarrollo del pensamiento creativo-innovador, las metodologías y las herramientas de gestión de la innovación.

Con respecto al eje de *cultura de la innovación*, deja claro que para conseguir que las empresas innoven no basta con la generación de las ideas, sino que es necesaria la pasión y el entusiasmo que haga que se produzcan las innovaciones. Es así como, sin el apoyo total a la innovación por parte de las directivas, las ideas no se generarán al interior de la organización. Dicha cultura de la innovación debe estar sustentada no solo en la pasión sino en la determinación de planes de innovación y de indicadores que midan el progreso de las mismas.

El eje de *desarrollo del pensamiento creativo e innovador* se concentra en la generación de ideas y fuentes de innovación de la organización. El modelo propone que la generación de esta se

puede dar tanto al interior como al exterior de la organización, pero estipula que el 99% de las ideas innovadoras son generadas por procesos de divergencia y mientras que el 1% restante se generan por convergencia.

Cada empresa determinara cual es la *metodología de innovación* que se adapte a su naturaleza y dicha metodología consiste en determinar los procedimientos que debería poner en marcha una empresa para incrementar el proceso innovador o para generar nuevos productos. Innovarraut propone una metodología basada en creatividad, pensamiento y diseño e innovación que permite construir capacidades en habilidades de innovación para lograr cultura de la innovación.

Las *herramientas de gestión de la innovación* facilitan el trabajo de la dirección en el sentido que permiten alertar acerca de sus fortalezas y debilidades. Las herramientas permiten resultados exitosos en el proceso de innovación fundamentándose en la metodología de innovación escogida por la empresa. Las técnicas utilizadas en el modelo Creinnova ayudan a pensar y a optimizar los sistemas y estrategias de las organizaciones que vienen funcionando estables pero que por el entorno que se vive requieren de nuevas ideas y esquemas de funcionamiento. (Arraut, 2016)

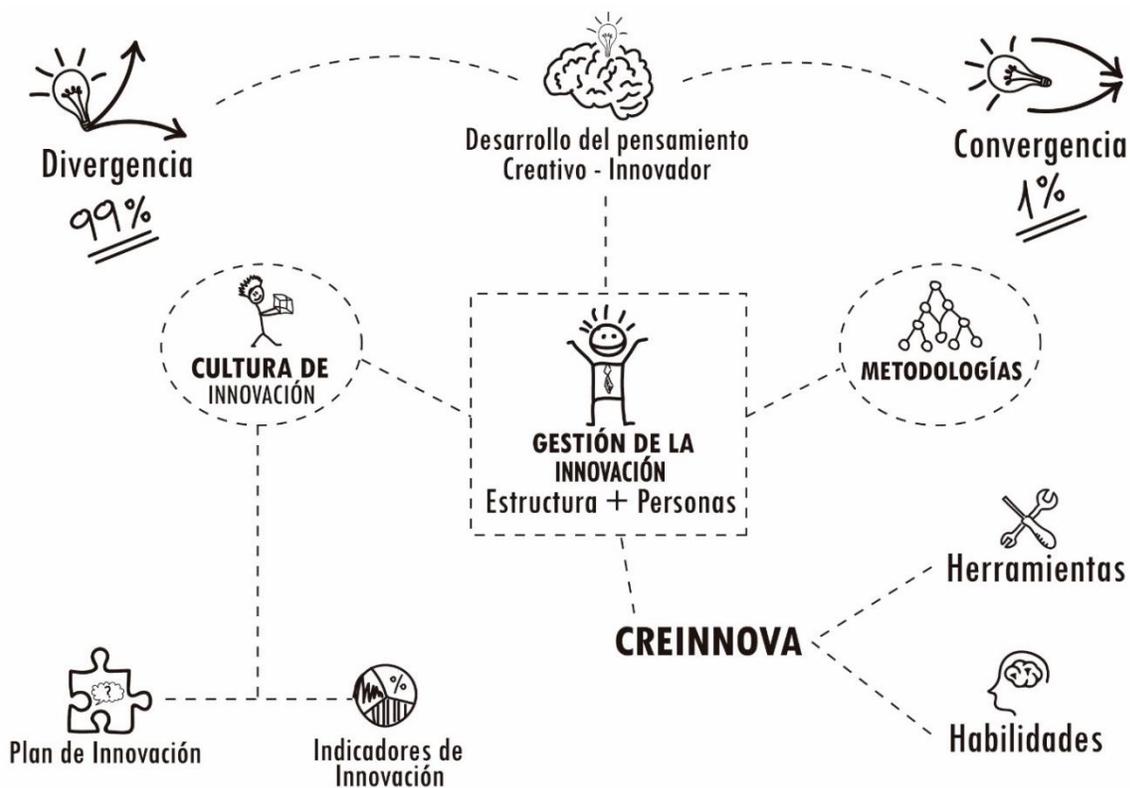


Ilustración 32. Modelo Innomodel/Creinnova. Fuente: <http://www.innovarraut.com/Portal/>

9. PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

Para plantear un modelo de gestión de la innovación aplicable a las ladrilleras del departamento de Sucre se realizó una comparación de los modelos antes mencionados que permita determinar puntos clave y débiles de cada modelo.

Tabla 8.

Comparación de los modelos de gestión de la innovación analizados

MODELO	AUTOR/PAÍS	PROPUESTA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
MODELO DE FUNCIONES BÁSICAS		<p>Propone cinco funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inventariar • Vigilar • Evaluar • Optimizar • Proteger 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de entender y aplicar • Aplicable a todas las empresas independiente del entorno en el que se desempeñen. • Analiza el entorno a través de la vigilancia. • Tiene en cuenta la protección de las innovaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es muy básico y no tiene en cuenta todos los elementos que facilitan el proceso de innovación. • No incluye mecanismos para seguimiento y control. • No tiene en cuenta las TICs como apoyo a los procesos
COTEC	Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica / España	<p>Propone cinco funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vigilar • Focalizar • Capacitarse • Implantar • Aprender 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene en cuenta el trabajo en equipos y creación de redes e interfaces para promover la cooperación. • Establece la gestión de derechos de propiedad industrial e intelectual • Propone estudios de factibilidad tanto económica como financiera para determinar los costos, beneficios e implicaciones totales de los proyectos de I+D • Tiene en cuenta vigilancia y Prospectiva tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Deja de lado la gestión de derechos de propiedad industrial e intelectual
NORMA UNE 166002	AENOR/ España	<p>Se basa en la aplicación de la metodología PDCA (plan-do-check-act):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planificar • Hacer • Verificar • Actuar 	<ul style="list-style-type: none"> • Compatible con los sistemas ISO. • Sistematización del proceso • Prioriza el liderazgo y el compromiso de la dirección. • Incorpora cultura de la innovación y vigilancia. 	<ul style="list-style-type: none"> • La certificación otorgada no garantiza una cultura innovadora • No se adapta a todo tipo de empresas. • Útil solo para empresas que ya tengan sistemas de gestión de calidad implantados y puedan obtener la certificación.

KAPLAN Y NORTON		<p>Se concentra en 4 perspectivas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Financiera • Cliente • Procesos internos de negocio • Aprendizaje y mejora 	<ul style="list-style-type: none"> • Incluye sistema de medición, a través de indicadores • Apropiación de la Estrategia innovadora a nivel operativo 	<ul style="list-style-type: none"> • Deja de lado la vigilancia tecnológica y la protección de la tecnología • Al concentrarse en el nivel operativo deja de lado la cultura de la innovación y el compromiso de la dirección.
CIDEM	Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial de la Generalitat de Cataluña / España	<p>plantea cinco macro funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación de nuevos conceptos • Desarrollo de productos • Redefinición de procesos productivos • Redefinición de procesos de comercialización • Gestión del conocimiento. <p>Se centra en 4 pilares:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organización • Diagnóstico • Estrategia • Proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sencillez para entender y aplicar las fases • Útil para pymes que están empezando y estén interesadas en gestionar la innovación. • Tiene en cuenta la gestión del conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se orienta más que todo a la innovación de producto. • Aunque menciona la gestión del conocimiento, no se menciona el uso de una plataforma tecnológica para el apoyo a esta macro función.
TRANSFORME	Transforme Consultores/ Chile	<p>Se concentra en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procesos de generación de ideas • Vigilancia del entorno y gestión del conocimiento • Transformación de la cultura empresarial • Plataforma Tecnológica de apoyo a la gestión de la innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene en cuenta las TIC como apoyo a la gestión. • Muy completo porque abarca la gestión del conocimiento, la cultura organizacional y la vigilancia del entorno. • Plantea los incentivos laborales como estrategia para generación de ideas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La parte operativa puede que le interese la generación de ideas, pero la documentación de la misma puede ser abrumadora para el personal que no está adaptado a las TIC por lo cual requiere capacitación al respecto.
MODELO URUGUAYO	INACAL; LATU; UCU; ANII; CIU/Uruguay	<p>Describe 6 áreas de conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo para la innovación • Planeamiento de la innovación • Gestión de las personas y del conocimiento • Inteligencia para la innovación • Proceso de innovación • Resultados del sistema de gestión de la 	<ul style="list-style-type: none"> • Contempla la cultura organizacional y el compromiso de la dirección. • Tiene en cuenta la vigilancia del entorno, la prospectiva y la protección de las innovaciones • Seguimiento de las 	<ul style="list-style-type: none"> • Aunque plantea que se debe hacer seguimiento de los proyectos de innovaciones, no menciona el uso de herramientas tecnológicas TIC para el seguimiento de las mismas o para la gestión del conocimiento.

		innovación.	innovaciones.	
GOBIERNOS LOCALES DEL PERÚ	Morales, Barrera, Rodríguez, Romero, & Távara/ Perú	<ul style="list-style-type: none"> • Pilares: Gestión del conocimiento; Factores que promueven la innovación; Adaptabilidad al entorno y al contexto cultural • Componentes: Motivación, Actores, Recursos, Alianzas, Ciudadanía, Cambio cultural • Proceso: Administrar, Controlar y Evaluar 	<ul style="list-style-type: none"> • Se plantea de manera muy completa estableciendo pilares, componentes y procesos a desarrollar. • Establece las alianzas para fortalecimiento de la cooperación entre departamentos o instituciones tanto gubernamentales como privadas. • Dentro de sus componentes se encuentra el cambio cultural para adoptar la cultura de la innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planteado para el sector gubernamental, para ser adaptado a otros sectores hay que hacer modificaciones tales como eliminación de componentes como la ciudadanía.
AURYS	Aurys Consultores/ CHILE	<p>Plantea 4 elementos claves:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia de innovación • Desempeño de innovación • Personas para innovar • Dispositivos habilitadores <p>Competencias de los innovadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo facilitador de la innovación • Fomento a la destrucción de paradigmas • Valoración de distintas perspectivas. • Capacidad de observación, interpretación e identificación de problemas • Capacidad de vinculación con el mundo externo 	<ul style="list-style-type: none"> • Establece métricas para seguimiento de las innovaciones. • Tiene en cuenta el establecimiento de estrategias de innovación • Fomenta la destrucción de paradigmas, la apertura al cambio y el establecimiento de relaciones con stakeholders. 	<ul style="list-style-type: none"> • No plantea la vigilancia del entorno para identificación de ideas de valor o futuras innovaciones. • Deja de lado la gestión de derechos de propiedad industrial e intelectual
IMP3ROVE	Unión Europea	<p>Establece 5 variables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrategia • Organización y cultura • Procesos • Elementos facilitadores • Resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ha sido aplicado a empresas con obtención de resultados palpables. • Se concentra en bechmarking, consultoría y seguimiento. • Reconoce la gestión del conocimiento como uno de 	<ul style="list-style-type: none"> • Aunque el modelo está propuesto para PYMES la característica de estas empresas en Europa no es comparable con las PYMES colombianas por tanto en este contexto sería aplicable

			los elementos facilitadores.	a empresas grandes y consolidadas.
				<ul style="list-style-type: none"> No se menciona el uso de una plataforma tecnológica para el seguimiento.
INNOMODEL - CREINNOVA	Arraut/ Colombia	<p>se concentra en 4 pilares fundamentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> La cultura de la innovación El desarrollo del pensamiento creativo-innovador Las metodologías Las herramientas de gestión de la innovación 	<ul style="list-style-type: none"> Ha sido aplicado a empresas con obtención de resultados palpables. Deja claro que además de los procesos de generación de ideas es necesaria la pasión, el entusiasmo y el apoyo total de las directivas. Establece la necesidad de planes de innovación y de indicadores para el seguimiento. Hace énfasis en la generación de ideas divergentes. 	<ul style="list-style-type: none"> No se menciona el uso de una plataforma tecnológica para el seguimiento. Deja de lado la construcción de redes y alianzas.

A partir del anterior análisis y de las características de la industria del ladrillo en el departamento de Sucre, el modelo que se plantea es el siguiente:

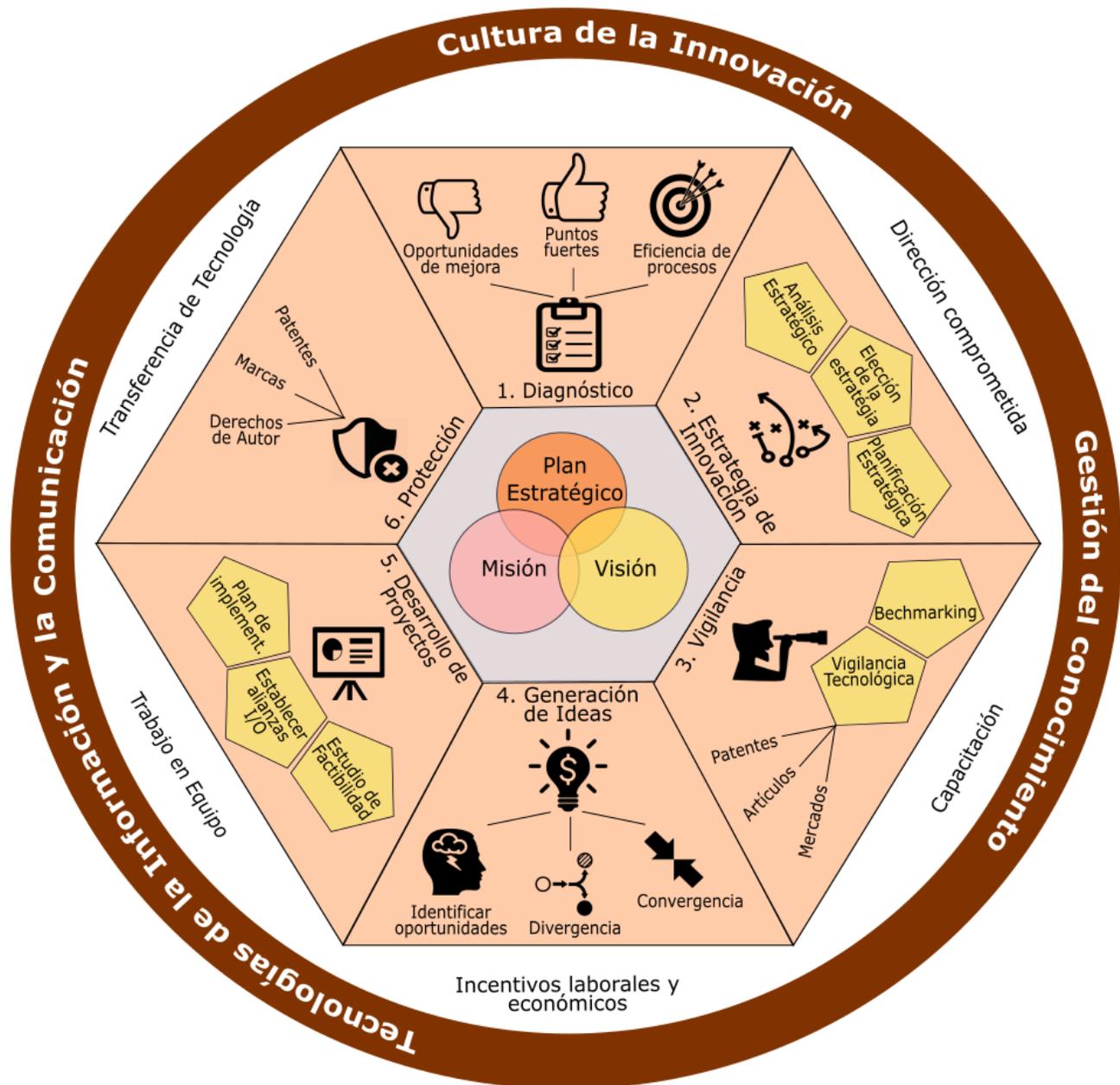


Ilustración 33. Propuesta de Modelo de Gestión de la Innovación para las ladrilleras de Sucre

El modelo que se propone toma como eje central del proceso de innovación al plan estratégico de la organización, el cual debe estar articulado con la misión y la visión de ésta. De igual forma consta de 6 ejes fundamentales para la gestión de la innovación en las ladrilleras. Cada uno de los ejes o fases se explican a continuación:

- **Diagnóstico**

Antes de generar procesos de innovación, las ladrilleras deberán realizar un diagnóstico que les permita identificar aquellos *puntos fuertes* que los hacen competitivos, cuales son las *oportunidades de mejora* y que medir la *eficiencia de los procesos* que se están llevando a cabo.

- **Estrategia de innovación**

A partir de la identificación de puntos fuertes y oportunidades de mejora, la empresa podrá establecer una estrategia de innovación que implica realizar un *análisis estratégico* que permita identificar amenazas de nuevos competidores y/o productos sustitutivos, identificar que productos o servicios puede empezar a ofrecer la competencia colocando en peligro la retención o captación de nuevos clientes; a continuación, la empresa seleccionará y organizará un portafolio de productos o servicios acompañado de un análisis que apoye la estrategia seleccionada. Durante todo el proceso de innovación, se requiere de liderazgo, pero sobretodo que las directivas de la empresa estén realmente comprometidas con los cambios organizacionales que se deben realizar.

- **Vigilancia**

En este punto, y una vez seleccionada la estrategia, la empresa deberá mirar su entorno de manera global, es decir, realizará un estudio de *benchmarking* para identificar qué *productos* está ofreciendo mi competencia directa o indirecta, que *servicios* están ofreciendo ellos que permiten captar clientes y que *procesos* están haciendo esas empresas para mantener a los clientes que tiene con el propósito de aprender de esas experiencias de buenas prácticas y apropiarlas a la ladrillera. De igual forma, se realizará una vigilancia tecnológica para la búsqueda de artículos científicos y patentes que registren la experiencia de nuevos productos, procesos,

tecnologías y tendencias que puedan ser aplicadas al contexto de las ladrilleras sucreeñas. En este punto, es válido hacer una vigilancia de mercados para detectar oportunidades de nuevos horizontes comerciales, establecer alianzas con ladrilleras localizadas en otras regiones o países y tener conocimiento de la competencia de la empresa. Este proceso de vigilancia requiere de capacitación y constante búsqueda dado que constantemente se están haciendo publicaciones en revistas científicas y bases de datos de patentes de información que pueda ser aprovechada por las empresas.

Para las ladrilleras pequeñas, cuyos recursos o estructura administrativa no les permite tener personas encargadas de la vigilancia tecnológica, si bien no están en capacidad de realizar procesos de benchmarking o vigilancia comercial, pueden optar por realizar suscripciones a sitios web que publiquen constantemente boletines de interés para el gremio de las ladrilleras, para que constantemente tengan a la mano información actualizada que pueda ser utilizada en la toma de decisiones y en los espacios de generación de ideas.

- **Generación de ideas**

La fase de generación de ideas es pilar fundamental para procesos de innovación. Sin ella, las empresas estarían desperdiciando ideas creativas con potencial de convertirse en ideas innovadoras provenientes de empleados que podrían no ser considerados una fuente de ideas por no ser parte de las directivas. Las ladrilleras deberán destinar espacios y tiempos para la generación de ideas dado que estos ejercicios requieren de ambientes propicios para su realización.

Previo a la realización de actividades de generación de ideas, la empresa identificará las oportunidades de innovación a partir de las cuales se propondrá un “reto de innovación” puesto que generar espacios de generación de ideas sin una meta clara crearía un banco de ideas sin una meta específica y sin correlación con la estrategia de innovación definida en la fase dos de este modelo. A partir del reto de innovación planteado, se deben propiciar espacios de divergencia y especificar de antemano que no se deben juzgar las ideas, para luego llegar a la convergencia.

En esta etapa de generación de ideas es realmente importante que se especifiquen incentivos para las personas que aportan ideas. Estos incentivos se refieren también a incentivos laborales tales como reconocimiento público, agradecimientos, anotaciones positivas a la hoja de vida, horas o días compensatorios y por qué no, también incentivos económicos tales como bonificaciones semestrales y en caso de ser ideas que se implementen y generen amplios beneficios económicos a la empresa se puede viabilizar la opción de otorgar un porcentaje de las utilidades generadas específicamente por la innovación resultado de la ideas que aportó el empleado.

En esta fase se debe tener en cuenta que, los incentivos son sumamente importantes dado que es posible que los empleados tengan sentido de pertenencia, pero, si sienten que están aportando ideas realmente beneficiosas para el negocio y esas ideas no están siendo debidamente incentivadas, los empleados pueden sentir que no vale la pena seguir aportando ideas que no los beneficien de manera directa.

- **Desarrollo de proyectos**

Esta fase se realizará más que todo en aquellas ladrilleras que decidan implementar proyectos que conlleven al desarrollo de innovaciones de producto. Las ladrilleras pequeñas que no destinan recursos a proyectos de I+D no van a poder generar innovaciones de producto, mucho menos si no se establecen alianzas con otras empresas o instituciones educativas que estén en condiciones de establecer alianzas de cooperación.

Esta etapa puede ser obviada para ladrilleras artesanales pequeñas cuya meta no es hacer innovaciones de producto, sino que pueden optar por hacer innovaciones en servicio, ya sea porque sus recursos económicos y humanos no se lo permitan o porque su estrategia no va encaminada a innovaciones radicales.

Para el caso de ladrilleras con recursos destinados a I+D, un primer paso para empezar a desarrollar proyectos de innovación es realizar alianzas con otras ladrilleras asentadas en otros departamentos o con instituciones de educación superior que estén interesadas en utilizar las instalaciones de la empresa y el capital relacional e intelectual que esta posea para desarrollar proyectos en cooperación con

el estado y de esta manera establecer una relación universidad-empresa-estado para el desarrollo de proyectos.

Cabe resaltar que esta fase no solo requiere de planes de implementación realistas y claros, sino que es vital concientizar a los directivos y demás empleados que el trabajo en equipo es fundamental para desarrollar proyectos de innovación, que los procesos de invención pueden desarrollarse en solitario, pero los procesos de innovación requieren de cooperación y trabajo en equipo.

- **Protección**

Esta es otra etapa cuya realización va a depender de las actividades de innovación que tenga incorporada y visionada la empresa. En caso tal que se generen innovaciones de producto, la persona o personas que se encarguen de la parte legal deberán adelantar la protección de las innovaciones que se desarrollen, protección que irá desde derechos de autor hasta registro de marcas y en el mejor de los casos en registro de patentes.

Teniendo en cuenta el histórico de patentes registradas en el país, el departamento de Sucre no es un departamento pionero en esta materia, razón por la cual es probable que la protección de las ladrilleras del departamento vaya más encaminada a registros de marca y derechos de autor. Adicionalmente, para efectos de proyectos desarrollados en alianzas con otras instituciones, se recomienda barajar la posibilidad de establecer acuerdos de confidencialidad entre las personas que harán parte del proyecto para no comprometer los resultados del mismo y se realice la transferencia de tecnología de manera adecuada de modo que no se desaprovechen oportunidades de registro de marcas, diseños industriales, entre otros.

Para aquellas ladrilleras que solo llegasen a implementar innovaciones de servicio u organizacionales, esta etapa no se llevará a cabo dado que no habrá productos para proteger.

10. CONCLUSIONES

- La vigilancia tecnológica reveló que en Colombia existen pocas capacidades de investigación y desarrollo que fortalezcan las competencias tecnológicas y de innovación del sector Ladrillo, y aun es más grande la brecha con las ladrilleras del departamento. Es por ello que es necesario buscar mecanismos que permitan el fortalecimiento en este aspecto tales como capacitar a investigadores en países líderes como China y la realización de alianzas estratégicas para la investigación con otros países.
- Los principales avances registrados en artículos científicos y patentes en el campo de las ladrilleras se presentan en el uso de productos sustitutivos en la fabricación. Teniendo en cuenta todos los resultados de la vigilancia tecnológica, las ladrilleras del departamento de Sucre tienen la posibilidad de hacer estudios que les permitan disminuir los costos de producción y mejorar significativamente los ladrillos en peso, resistencia, deterioro incluso en fabricación de ladrillos con diferentes formas y tamaños. Dado que las ladrilleras del departamento no tienen laboratorios, se recomienda que realicen convenios con las universidades del departamento que cuentan con programas de arquitectura e ingeniería civil para el desarrollo de proyectos de investigación en conjunto.
- Una alternativa que las ladrilleras del departamento pueden analizar es la posibilidad de fabricar ladrillos de ceniza dado que la fabricación de ladrillos de arcilla requiere hornos a temperaturas muy altas, lo cual implica desperdiciar energía, polucionar el aire y generar gases con efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. Sin embargo, dado que el departamento de Sucre no es una región altamente industrializada, la consecución de ceniza para la fabricación de estos ladrillos podría no ser fácil.
- Debido a que las ladrilleras que hacen parte de la población de esta investigación no tienen una estructura organizacional que favorezca los procesos de innovación y aunque

una de ellas ha destinado recursos para procesos de I+D, es claro que el paso inicial que deben dar es un cambio de estructura mental no solo desde la parte operativa sino principalmente desde la parte directiva. Adicionalmente, se hace énfasis nuevamente en la opción del establecimiento de alianzas Universidad-Empresa-Estado para poder empezar en el camino de la innovación.

- Si bien el modelo de innovación propuesto tiene en cuenta las bases fundamentales para desarrollar innovaciones, también es cierto que las ladrilleras del departamento de Sucre no están preparadas para implementar todo el modelo, razón por la cual en cada una de las fases se realizan sugerencias de que etapas se pueden obviar o de qué manera se pueden intentar suplir esta fase sin que los procesos de innovación se vean comprometidos.
- Se recomienda a las ladrilleras realizar actualizaciones y seguimiento de temas pertinentes al gremio no solo en cabeza de los directivos, sino que se capacite y se mantenga informado de las noticias e innovaciones a todo el personal operativo. De esta manera, cuando los directivos deseen implementar espacios de generación de ideas, los aportes van a ser más significativos y más pertinentes al contexto nacional e internacional.
- Aquellas ladrilleras de Sucre que consideren que su meta estratégica no va encaminada a innovaciones de producto, bien pueden encaminar sus estrategias a realizar innovaciones organizacionales o de servicio que le den un plus a la empresa en materia de satisfacción del cliente y mejora en sus procesos del día a día. Lo realmente importante es tomar la decisión de empezar a caminar hacia la innovación y que se den pasos significativos que en un futuro no muy lejano permitan que las ladrilleras de Sucre estén hablando de innovaciones y mostrando resultados de estos procesos.
- Existe un espacio muy amplio en los mercados internacionales y ninguna de las ladrilleras de Sucre está exportando sus productos hacia estos países. Aprovechando las exportaciones que otras ladrilleras del país están realizando a República Dominicana y Panamá, las ladrilleras del departamento deberán establecer relaciones con empresas de

estos países que permitan ampliar su mercado y al mismo tiempo establecer alianzas estratégicas con otras ladrilleras o empresas constructoras para desarrollo de proyectos de innovación en cooperación.

11. BIBLIOGRAFIA

- AENOR. (2014). Norma Une 1666002:2014. Gestión de la I+D+i: Requisitos del sistema de Gestión de la I+D+i. . Madrid.
- Aeslina Abdul Kadir, A. M. (2015). Effect of heating rate on gas emissions and properties of fired clay bricks and fired clay bricks incorporated with cigarette butts. *Applied Clay Science* 104, 269–276.
- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). (6 de junio 2012). *Guía Metodológica de Práctica de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*. Valencia y Medellín : Strategy Ltda.
- Albornoz, M., & Fernández Polcuch, E. (1997). Indicadores en ciencia y tecnología. *REDES*.
- Aouba, L., Bories, C., Coutand, M., Perrinb, B., & Lemercier , H. (2016). Properties of fired clay bricks with incorporated biomasses: Cases of Olive Stone Flour and Wheat Straw residues. *Construction and Building Materials* 102 , 7–13.
- Aranda Gutiérrez, H., Solleiro Rebolledo, J. L., Castañón Ibarra, R., & Henneberry, D. (2008). Gestión de la innovación tecnológica en Pymes Agroindustriales chihuahuenses. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 681-694.
- Arraut, L. C. (Junio de 2016). *Innovarraut*. Obtenido de <http://www.innovarraut.com/Portal/>
- Arzola, M., Tablante, G., & D' Armas, M. (2012). Análisis Comparativo de los modelos de gestión para la innovación en las organizaciones empresariales. *Revista UNEXPO*.
- Banco Interamericano de Desarrollo, Cámara de Comercio de Bogotá. (01 de Febrero de 2011). *Guía metodológica para el uso eficiente de la energía en el sector: Producción de Ladrillos*. Obtenido de <http://www.caem.org.co/catalogo/docs/Guia%20uso%20eficiente%20energia%20sector%20Ladrillos.pdf>
- Bernardi, D., DeJong, J., Montoya, B., & Martinez, B. (2014). Bio-bricks: Biologically cemented sandstone bricks. *Construction and Building Materials*, 462-469.
- Calatan, G., Hegyi, A., Dico, C., & Mircea, C. (2016). Determining the Optimum Addition of Vegetable Materials in Adobe Bricks. *Procedia Technology*, 22, 259-265.
- CIDEM. (Junio de 2016). *La gestión de la innovación en la empresa*. Obtenido de <http://goo.gl/WmbH6c>

- Colombia.inn. (1 de Noviembre de 2013). *Agencia de Contenidos Periodísticos de innovación y Emprendimiento en Colombia*. Obtenido de El LEGO de la construcción: viviendas sin cemento y seguras en Colombia: <http://colombia-inn.com.co/el-lego-de-la-construccion-viviendas-sin-cemento-y-seguras-en-colombia/>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE. (2015). *Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción - I trimestre de 2015*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. (Junio de 2016). *Sistema General de Regalías*. Obtenido de Mapa de regalías: <http://maparegalias.sgr.gov.co/>
- Dereli, D. D. (2015). Innovation Management in Global Competition and Competitive Advantage. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 195 , 1365 – 1370.
- Díaz, Y., Betancourt, D., & Martirena, F. (2011). Influencia de la finura de molido del carbonato de calcio en las propiedades físico mecánicas y de durabilidad de los ladrillos de cerámica roja. *Ingeniería de Construcción Vol. 26 No3*, 269-283.
- Drucker, P. (1985). *La innovación y el empresario innovador*. Edhasa.
- EAFIT. (18 de Enero de 2016). *Agencia de Noticias EAFIT*. Obtenido de <http://www.eafit.edu.co/sitionoticias/2016/hellum-spin-off-eafit-gano-hult-prize-colombia>
- Engel, K., Diedrichs, E., & Brunswicker, S. (2010). A european Project with impact. 50 success stories on innovation management. Luxemburgo: European Commission Enterprise and Industry. Obtenido de A european Project with impact. 50 success stories on innovation management. Europe Innova Paper N° 14. European Commission Enterprise and Industry. Kai Engel, Eva Diedrichs, Sabine Brunswicker. Luxemburgo 2010.
- Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. (1998). *Temaguide: Pautas metodológicas en gestión de la tecnología y de la innovación para las empresas*. Madrid.
- García-Ubaque, C., Vaca-Bohórquez, M., & Talero, G. (2013). Aprovechamiento de Biomasa Peletizada en el Sector Ladrillero en Bogotá-Colombia: Análisis Energético y Ambiental. *Información Tecnológica Vol. 24(3)*, 115-120.
- Gencel, O. (2015). Characteristics of fired clay bricks with pumice additiveOsman. *Energy and Buildings* 102, 217–224.

- Gencel, O., Sutcu, M., Erdogmus, E., Koc, V., Veli Cay, V., & Sabri Gok, M. (2013). Properties of bricks with waste ferrochromium slag and zeolite. *Journal of Cleaner Production* 59, 111-119.
- Hernandez Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2003). *Metodología de la Investigación. Tercera edición*. México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Hwang, C.-L., & Huynh, T.-P. (2015). Investigation into the use of unground rice husk ash to produce eco-friendly construction bricks. *Construction and Building Materials* 93, 335 - 341.
- INACAL; LATU; UCU; ANII; CIU. (7 de agosto de 2012). *Modelo Uruguayo de Gestión de la Innovación*. Montevideo.
- J.E. Oti, J. K. (2012). Stabilised unfired clay bricks for environmental and sustainable use. *Applied Clay Science* 58 , 52–59.
- Kazmi, S., Abbas, S., Saleem, M., Munir, M., & Khitab, A. (2016). Manufacturing of sustainable clay bricks: Utilization of waste sugarcane bagasse and rice husk ashes. *Construction and Building Materials* 120, 29–41.
- Lundvall, B.-Å. (2010). *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Anthem Press.
- M. Velasco, P., M. Ortiz, M., M. Giró, M., M. Melia, D., & H. Rehbeinc, J. (2015). Development of sustainable fired clay bricks by adding kindling from vine shoot: Study of thermal and mechanical properties. *Applied Clay Science* 107 , 156–164.
- Machado, I., Martirena, J., Herrera, I., Quiroz, S., Lamela, M., & Gonzalez, R. (2011). Mejora de la eficiencia energética de la producción de ladrillos de cerámica roja a partir del empleo como biocombustible de material lignocelulósico densificado. *Ingeniería de Construcción Vol. 26 No2.*, 208-223.
- Matamoros, M. (2013). *Formación de alto nivel para cerrar brechas – Identificación de prioridades a partir del análisis de problemas e impactos esperados*. Sincelejo: Auspiciado por Corporación Universitaria del Caribe.
- Méndez Álvarez, C. E. (2001). *Metodología: Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación. Tercera Edición*. Bogotá: Editorial Mc Graw Hill.
- Mohajerani , A., Abdul Kadir, A., & Larobina, L. (2016). A practical proposal for solving the world’s cigarette butt problem: Recycling in fired clay bricks. *Waste Management* 52, 228–244.

- Morales, O., Barrera, Á., Rodríguez, M., Romero, C., & Távara, R. (2014). *Modelo de gestión de la innovación para los gobiernos locales del Perú*. Lima: Universidad ESAN.
- Navarro, E. (2005). La innovación como concepto estratégico. *Improven Empresarial*.
- OECD. (2005). *Manual de Oslo*.
- Oyanader, P., Ayala, C., & De Giacomo, E. (Septiembre 2013). Innovación en minería: no innovan las empresas, innovan las personas. *Minería 432*, 190-199. Obtenido de <http://goo.gl/Q73mMv>
- Phonphuak, N., Kanyakam, S., & Chindapasirt, P. (2016). Utilization of waste glass to enhance physicalemental properties of fired clay brick. *Journal of Cleaner Production 112*, 3057-3062.
- Rivas, J., Gómez, L., Macedo, A., Cabral, A., & Angèlica, R. (2009). Influencia del contenido de lodo rojo (Residuo de Bauxita) en las propiedades físico-mecánicas de materiales cerámicos conformados por extrusión. *Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 93-100.
- Roberts, E. (1996). *Gestión de la innovación tecnológica*.
- Saeed Ahmari, L. Z. (2012). Production of eco-friendly bricks from copper mine tailings through geopolymerization. *Construction and Building Materials 29* , 323–331.
- Schumpeter , J. (1935). Análisis del cambio económico. *The Review of Economics Statistics*, vol. XVII, n° 4, 2-10.
- Soares, P., Pinto, A., Ferreira, V., & Labrincha, J. (2008). Geopolímeros basados en residuos de la producción de áridos ligeros. *Materiales de Construcción. Vol. 58, 291.*, 23-34.
- Sutcu, M., Alptekin, H., Erdogmus, E., Er, Y., & Gencil, O. (2015). Characteristics of fired clay bricks with waste marble powder addition as building materials. *Construction and Building Materials 82*, 1-8.
- Sutcun, M. (2015). Influence of expanded vermiculite on physical properties and thermal conductivity of clay bricks. *Ceramics International 41*, 2819–2827.
- Torres, P., Hernández, D., & Paredes, D. (2012). Uso productivo de lodos de plantas de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámicos. *Ingeniería de Construcción Vol. 27 N°3*, 145-154.

Ukwatta, A., Mohajerani, A., Setunge, S., & Eshtiaghi, N. (2015). Possible use of biosolids in fired-clay bricks. *Construction and Building Materials* 91, 86–93.