



EN BÚSQUEDA DE LA OPTIMIZACIÓN

HERRAMIENTAS Y MÉTODOS

ISBN: 978-607-8262-11-3





*Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez
Sello Editorial
Av. Universidad Tecnológica No. 3051
Col. Lote Bravo II
C.P. 3265
Tels. (656) 649.06.00 a 26
Ciudad Juárez, Chihuahua
utcj.edu.mx*

Director de Obra: Iván Juan Carlos Pérez Olguín

Coordinación Editorial: Idalí Meléndez Domínguez

Diseño de Portada: José Castro Castruita

ISBN: 978-607-8262-11-3



EN BÚSQUEDA DE LA OPTIMIZACIÓN

HERRAMIENTAS Y MÉTODOS

2018

Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín
(DIRECTOR DE OBRA)



Índice

Editorial..... 6

Capítulos	Autores	Página
Instrumento de medición cualitativa para incorporación de plataformas tecnológicas en la educación media superior	María Inés Borunda Aguilar Erwin Adán Martínez Gómez Iván Juan Carlos Pérez Olguín Andrés Hernández Gómez Roberto Romero López	7-18
Renovación de certificación IVA IEPS, mediante la creación del listado de materiales estructurado	Consuelo Catalina Fernández Gaxiola Darío Uriel Fierro Márquez Iván Juan Carlos Pérez Olguín	19-24
Reingeniería y programa permanente de mejoramiento de la productividad en planta de prefabricados de concreto	Mario Ruiz Esparza Trujillo Iván Juan Carlos Pérez Olguín Francisco Durán Hernández	25-30
Control de inventarios mediante la utilización del sistema SAP	Diana Lizeth Yáñez Méndez Julio Cesar Briones Benavente Consuelo Catalina Fernández Gaxiola	31-37
Reducción de residuos e insumos de limpieza en cuarto limpio mediante cambio en método de trabajo	Claudia Rodríguez Arciniega Iván Juan Carlos Pérez Olguín Francisco Durán Hernández	38-43
Máquinas expendedoras inversas: El futuro para el reciclado de plásticos PET en México	Omar Alejandro Almeda Terrazas Efrén Eduardo Robles Hernández Iván Juan Carlos Pérez Olguín Javier Martínez Romero Salvador Noriega Morales	44-57
Estandarización de métodos de medición en las áreas de inspección de recibo, moldeo y troquelado	Iván Juan Carlos Pérez Olguín José Trinidad Emiliano Silos Francisco Durán Hernández José G. Terrones Lucero	58-65
Gestión de cargas detenidas	Erika Francis González Juárez Consuelo Catalina Fernández Gaxiola Iván Juan Carlos Pérez Olguín	66-70
State of art of lower limb exoskeleton for assistance (Estado de arte de exoesqueleto para asistencia de extremidades inferiores)	Jorge Acosta Tejeda Manuel de Jesús Nandayapa Alfaro Israel Ulises Ponce Monárrez Ángel Israel Soto Marrufo	71-83
Propuesta para el mejoramiento de procesos productivos: Caso de estudio	Lorenzo Antonio Hernández González Iván Juan Carlos Pérez Olguín Francisco Durán Hernández	84-87
Evento de mejora continua en área de resguardo de material no conformante	Clara Saraí Galicia Ortega Iván Juan Carlos Pérez Olguín Francisco Durán Hernández	88-93
Manejo, control y disposición final del fundente: Residuos peligrosos	Héctor Alejandro Esquivel Rosales Iván Juan Carlos Pérez Olguín Francisco Durán Hernández	94-101
Rediseño de estación de trabajo considerando factores ergonómicos mediante un estudio de movimientos	José Jonathan Armendáriz Guzmán Iván Juan Carlos Pérez Olguín Francisco Durán Hernández	102-109

Capítulos	Autores	Página
Recap on bio-sensorial stress detection methods and technology	Florencio Abraham Roldán Castellanos Luis Carlos Méndez González Iván Juan Carlos Pérez Olguín	110-121
Estudiantes y su dependencia a los teléfonos móviles: Caso UTCJ	Perla Ivette Gómez Zepeda Domingo Salcido Ornelas Jorge Armando Cárdenas Morales René Meléndez Sepúlveda	122-125
Sistema de visión industrial para piezas en procesos con dispositivo móvil o single board computer: Revisión de literatura	Arturo Heriberto Alanís Pérez Iván Juan Carlos Pérez Olguín Manuel Iván Rodríguez Borbón Luis Asunción Pérez Domínguez Luis Alberto Rodríguez Picón	126-137
Materiales no orgánicos como materia prima en productos textiles: Revisión de literatura	Daniel Iván Chávez López David Oliver Pérez Olguín Delfino Cornejo Monroy Alejandra Flores Ortega Claudia Selene Castro Estrada	138-148
Diseño de placa aislante estructural en losas tipo vigueta y bovedilla a través desing thinking	Rogelio Puebla Márquez Manuel Iván Rodríguez Borbón Soledad Vianey Torres Arguelles Salvador Noriega Morales	149-162

Editorial

La presente obra reúne 18 documentos de investigación aplicada y de revisión de literatura los cuales fueron elaborados de forma conjunta por alumnos y docentes de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y la Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa.

Girando la temática de los documentos en torno a la optimización de los métodos y los procesos productivos, con el objetivo fundamental de mejorar la manera de realizar una actividad o proceso, ya que uno de los grandes retos a los que se enfrentan las organizaciones, en un mercado competitivo, es hacer sus procesos ágiles y eficientes, optimizando los recursos, sin menoscabo de la calidad de los productos y servicios.

Adicionalmente, el presente documento, busca divulgar en la comunidad interesada los proyectos de investigación realizados, algunos de los cuales resuelven problemáticas reales con herramientas y filosofías de ingeniería industrial, los cuales impactan de forma benéfica a las organizaciones donde fueron realizadas las investigaciones. Además de que se presentan investigaciones de revisión de literatura que son la base de estudios de posgrado de estudiantes que actualmente están cursando los niveles de Maestría y de Doctorado.

En espera de que este libro los incentive a reflexionar y disfrutar cada uno de los temas incluidos, y con ello sean ustedes los autores de publicaciones futuras, nos despedimos, ...

Los Autores

Materiales no orgánicos como materia prima en productos textiles: Revisión de literatura

Daniel Iván Chávez López

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

David Oliver Pérez Olgún

Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa, México.

Delfino Cornejo Monroy

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Alejandra Flores Ortega

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

Claudia Selene Castro Estrada

Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa, México.

Resumen: Se presenta un recuento de los trabajos de investigación, de los últimos 20 años, que analizan el uso de materiales no orgánicos en la producción de materiales para elaboración de bienes de consumo personal y aplicaciones útiles en la vida cotidiana, tales como el papel y la tela. Se hace una comparación del impacto que tendría utilizar materiales no orgánicos contra los materiales orgánicos y cuáles de los métodos conocidos al momento son más eficientes. Se analiza la tendencia de las nuevas generaciones en reducir el impacto de la huella de carbono; al decidir utilizar nuevos materiales para suplantar métodos de fabricación tradicionales, evitando la tala de árboles y el uso del petróleo. Finalmente se hace una revisión de la investigación teórica realizada, con respecto a este tema, sus posibles aplicaciones prácticas y de comercialización.

Palabras clave: Materiales, eco amigable, sustentable y nuevos materiales.

1. Introducción

Este artículo ofrece un análisis del estado del arte, con respecto al uso de materiales alternativos, no orgánicos, en la fabricación de productos textiles y fibras. Se analizan los resultados de trabajos de investigación recientes y que, con base en las necesidades, proponen alternativas de materiales no orgánicos con factibilidad de uso en procesos actuales y económicamente viables. Asimismo, se presentan las pruebas de validación requeridas para asegurar la confianza y confiabilidad del producto textil terminado.

La utilización de materiales no orgánicos para la elaboración de productos textiles atiende una demanda de insumos para esta época y las venideras, la cual tiene especial interés en la industria espacial por la limitante

de utilizar materia prima orgánica para la manufactura de productos textiles, en ambientes donde dicha materia prima es prácticamente inexistente y debido a las limitantes de espacio para el transporte de insumos.

Por medio de la investigación documental se realiza una exploración de materiales y métodos de fabricación eco-amigables, que actualmente se están implementando y utilizando. Se analizan escenarios acerca del impacto que tiene para la naturaleza el fabricar productos comunes y cuáles serán las ventajas de utilizar materiales no orgánicos, mencionando las líneas de investigación y los trabajos de científicos e investigadores que han atendido esta problemática, los avances que se han logrado, las limitaciones que han encontrado y cómo las han resuelto.

2. Materiales orgánicos e inorgánicos

Los materiales orgánicos, contienen células vegetales o animales. Estos materiales pueden usualmente disolverse en líquidos orgánicos como el alcohol o los tetracloruros, no se disuelven en el agua y no soportan altas temperaturas. Algunos de los representantes de este grupo son: plásticos, productos derivados del petróleo, madera, papel, hule y piel. Una de las desventajas de los materiales orgánicos, es el biodeterioro, el cuál es un fenómeno complejo que implica alteraciones de las propiedades fisicoquímicas y mecánicas del material por acción de organismos biológicos. A ello hay que añadir las modificaciones del aspecto estético que se producen en los objetos afectados. La intensidad de las alteraciones se produce en función de los componentes de los soportes y de las condiciones ambientales [9].

Los materiales inorgánicos son todos aquellos materiales que no proceden de células animales, vegetales o relacionadas con el carbón. Por lo regular se pueden disolver en el agua y en general resisten el calor, mejor que las sustancias orgánicas. Algunos de los materiales inorgánicos más utilizados en la manufactura son:

- Los minerales.
- El cemento.
- La cerámica.
- El vidrio.
- El grafito (carbón mineral).

Los materiales, sean metálicos o no metálicos, orgánicos o inorgánicos, casi nunca se encuentran en el estado en el que van a ser utilizados, por lo regular estos deben ser sometidos a un conjunto de procesos para lograr las características requeridas en tareas específicas. Estos procesos han requerido del desarrollo de técnicas especiales muy elaboradas que han dado el refinamiento necesario para cumplir con requerimientos prácticos. Estos procesos aumentan notablemente el costo de los materiales, tanto que esto puede significar varias veces el costo original, por lo que su estudio y perfeccionamiento repercutirán directamente en el costo de los materiales y los artículos que integrarán.

Los procesos de manufactura implicados en la conversión de los materiales originales en materiales útiles para el hombre, requieren de estudios especiales para lograr su mejor aplicación, desarrollo y disminución de costo. En la ingeniería la transformación de los materiales y sus propiedades tienen un espacio especial, ya que, en casi todos los casos, de ello dependerá el éxito o fracaso del uso de un material. El uso de materiales no orgánicos como materia prima en productos textiles requiere un análisis que empieza desde las fibras, ya que del tipo de fibra depende la selección de los elementos que la conforman, y permite comparar la función de cada

elemento, las ventajas de su utilización y los criterios para medir el refuerzo y resistencia a la cual estará sometida [1].

3. La industria y el uso de materias primas no tradicionales

En la actualidad y debido al desarrollo de los métodos de investigación es posible predecir, por medio de estudios sustentables, el tiempo y el lugar donde un determinado recurso será abundante en el planeta ya sea de fuente natural o por intervención humana. Utilizando dicha información, la ciencia ha hecho posible realizar búsquedas estructuradas y focalizadas para lograr la combinación de materiales no convencionales, por medio de laboratorios, empresas innovadoras y universidades. Utilizando técnicas para procesos de fusión e integración de materiales, se diseñan procesos industriales que permiten acondicionar propiedades de cada material para lograr su integración entre dos o más de diferente origen.

Con el objetivo de contribuir a la sostenibilidad ambiental y de reducir el impacto negativo ambiental de la huella de carbono [2] se busca el desarrollo e implementación de materias primas no convencionales que minimicen los niveles de contaminación del producto al final de su vida útil y ayuden a reducir la problemática de escasez de los recursos naturales, la cual ha sido el resultado de un proceso lento y acumulativo de actividad humana [3]. Entre las materias primas no orgánicas consideradas se incluyen materiales reciclados como la matriz polimérica en pliegos de papel, el uso de piedra caliza como sustituto de la celulosa de los árboles en la producción de nuevas alternativas de insumos, el uso del carbón como sustituto de fibras en la industria textil, el uso de polímeros en la fabricación de calzado e inclusive el uso de grafeno en la industria electrónica. Lo relevante de estos materiales es que son abundantes en la naturaleza, no se incurre en altos costos de extracción y, una vez manufacturados, al darles el uso correspondiente y posteriormente ser desechados, estos vuelven a la tierra en forma de piedra, carbón o arena. En [4] se muestra un análisis donde se deriva de una vista al futuro una predicción de una era de combustible y de materia prima escasa, con esto es posible darse cuenta del valor actual de ciertos productos y cómo la escasez obligará a dejar de depender de ellos. Ejemplos del uso de materiales no tradicionales para determinados tipos de industria son:

- La industria de la construcción ha empezado a utilizar materiales compuestos de harina, de madera con polipropileno, polietileno, cloruro de polivinilo y resinas termoestables. Estos compuestos, conocidos como Wood-Plastic Composites (WPC) [5].

- La industria textil ha explorado alternativas innovadoras con combinaciones entre plásticos de desecho y fibras de diferente tipo, haciendo uso de los nuevos procesos productivos que permiten incorporar estos materiales. Las pruebas de validación determinan la viabilidad, si las propiedades mecánicas y térmicas son superiores a las de fibras orgánicas. Tal es el caso de las poliolefinas de baja densidad, que son los materiales poliméricos de mayor consumo debido a sus interesantes propiedades y bajo costo. Además, poseen la ventaja de un proceso fácil y económico, la posibilidad de reciclado e incorporación de fibras cortas de refuerzo que permiten aumentar la rigidez y resistencia de estos materiales manteniendo la posibilidad de su transformación mediante las técnicas convencionales empleadas para procesar termoplásticos [6].
- En la industria electrónica ha habido una intensa investigación en la búsqueda de reductores para la producción de grafeno químicamente modificado, el cual tiene buenas propiedades eléctricas. La reducción térmica ha probado una mayor eficiencia en cuanto a la desoxigenación del grafeno, sin embargo, el grafeno químicamente modificado resultante presenta pobre estabilidad coloidal. Esto ha impulsado el estudio a la reducción en medio acuoso. Bajo estas condiciones, uno de los reductores más eficientes es la hidracina, sin embargo, su uso a gran escala representa un problema debido a que es altamente tóxico y potencialmente explosivo, en [7] se muestra el avance y el logro en electrónica al desarrollar fibras especiales lo que da lugar a pantallas ultra delgadas y flexibles.
- En la industria del calzado, se crean prototipos basados en diversos tipos de materiales (orgánicos e inorgánicos) que luego están sujetos a una evaluación adicional [8, 9], los resultados respectivos se incorporan a los prototipos avanzados hasta que la calidad funcional de los zapatos esté en la base. Los procedimientos comunes de pruebas mecánicas para el calzado deportivo se centran en el impacto, la tracción de traslación y rotación, la torsión y las características de optimización del calzado, pasan por fases como se ve en Figura 1.
- En la industria médica; hay una creciente tendencia hacia el uso de tejidos antibacterianos en la forma de ropa o paños médicos, en prendas de protección y en colchas; con el objetivo de que permitan minimizar la posibilidad de infecciones [9]. En [10] se presenta un mayor grado de sofisticación, con la incorporación de elementos que aseguren la no transferencia de enfermedades ni desarrollo bacteriano, asimismo se contemplan una amplia variedad de aplicaciones no médicas.
- Aplicaciones relacionadas con la industria aeroespacial. El desarrollo de componentes para la industria aeroespacial utilizando materiales compuestos. En particular, se desarrollaron tejidos preimpregnados basados en fibras de carbono y resinas fenólicas que permiten obtener componentes resistentes a altas temperaturas. una alta resistencia al fuego, considerablemente mayor que los basados en fibras de carbono y resinas epoxi, que son tradicionalmente utilizados en aplicaciones de alto desempeño [11].

4. La industria textil

Debido a su proceso productivo, la industria textil es una de las fuentes de contaminación más grandes del planeta. Empresas como Santa Constanca (Brasil), Digitale Textil (Brasil) y Enka (Colombia) se han dado al reto de disminuir el impacto de la industria en el medio ambiente, con sus productos innovadores como hilo biodegradable, micro cápsulas de aloe vera, protección UV y fibra antibacterial, los cuales son amigables con el planeta y más aun con el ser humano.

En el proceso de elaboración de productos textiles se presenta un gran número de operaciones unitarias retroalimentadas que utilizan diversas materias primas, como algodón, lana, fibras sintéticas, o mezclas de ellas. El impacto ambiental de sus efluentes líquidos es muy diferente, por la gran variedad de materias primas y reactivos utilizados que varían según los métodos de producción [5]. Entre los productos químicos, altamente contaminantes utilizados se encuentran: alquinoxifenoles para lavado y teñido, clorobenzenos utilizados como disolventes y fabricación de tintes, entre otros [12].

La utilización de productos no convencionales, basados en materiales no orgánicos, permite frenar el impacto ambiental negativo a largo plazo, ofreciendo la ventaja de la fácil integración en su mayoría al ambiente una vez terminada la vida útil de los nuevos productos. La tendencia de las investigaciones científicas es simplificar, utilizar el recurso y después de su uso que este siga siendo inerte al ambiente, ejemplo de lo anterior es la

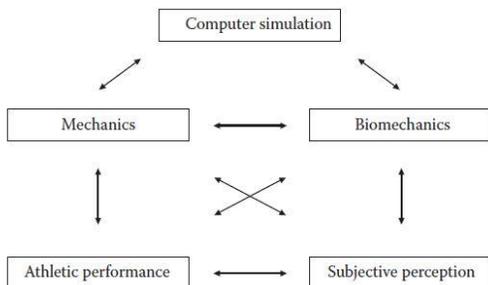


Figura 1. Tecnología del calzado.

patente CN101871182A [13] la cual desarrolla un papel de piedra termoplástico y amigable con el medio ambiente y plantea su método de preparación. El desarrollo comprende los siguientes componentes en partes en peso: 80-90 partes de polvo mineral inorgánico, 3-5 partes de ingrediente activo superficial, 2-3 partes de monómero polimérico, 0.01-0.05 parte de iniciador y 5-15 partes del ingrediente accesorio de lubricación, en el que el polvo mineral inorgánico es al menos uno de varios polvos minerales inorgánicos.

4.1. Fibras para telas

Una fibra textil es un filamento plegable parecido a un cabello utilizado en la fabricación de hilos textiles y de telas, contribuyen al tacto, textura y aspecto de las telas e influyen en el funcionamiento de las mismas. Los avances en las fibras se hacen presente en investigaciones para desarrollo y mejora de materiales sustentables, muestra de estos son materiales compuestos no convencionales como la fibra de vidrio y de carbono, así como los materiales llamados biocompuestos, dejando a los orgánicos tradicionales como la lana, algodón y papel a base de celulosa en otra categoría.

Los materiales biocompuestos son una alternativa ecológicamente viable para el reemplazo de materiales en la fabricación de componentes o partes de equipos, en donde su función puede o no requerir de unos valores de resistencia mecánica altos o pueden cumplir funciones de tipo estético. Estos materiales están conformados de una resina polimérica que hace parte de la matriz y fibras naturales que actúan como refuerzo, permitiendo mejorar las propiedades mecánicas y térmicas de la resina sin fibra. Investigaciones de diferentes autores han demostrado la eficiencia de las fibras naturales para disminuir los tiempos de degradación de la resina polimérica cuando esta ha cumplido su ciclo funcional y se someta a condiciones ambientales y procesos naturales de descomposición, lo que permite la reducción de la contaminación en el medio ambiente [14].

4.1.1. Fibras no orgánicas

Dentro de los recientes desarrollos tecnológicos para el uso e incorporación de materia prima en procesos de producción, se tienen las fibras textiles no orgánicas, entre las que se encuentran [14, 15]:

- Fibras artificiales; estas surgen con el objetivo de imitar las propiedades de las fibras naturales.
- Fibras metálicas; estas son fibras compuestas por metal revestido de plástico, incluye metales fuertes y dúctiles como el acero, cobre o plata.
- Fibras sintéticas; son aquellas creadas por el hombre a través de procesos químicos y mecánicos, con el objetivo de mejorar propiedades de fibras orgánicas naturales.

4.1.2. Fibra artificial inorgánica

La fibra de vidrio es la única fibra utilizada para la fabricación de productos textiles en grandes cantidades, se fabrica moldeando o soplando el vidrio fundido hasta tomar la forma de hilos, es útil para usarse en cortinas y tapicería debido a su alta resistencia al fuego y al agua, asimismo combinada con distintas resinas constituye un aislamiento térmico de alto nivel de rendimiento; sin embargo, no es recomendable para prendas que estén en contacto con la piel ya que ocasiona irritación cutánea. En indumentaria, se usa para fabricar guantes y trajes a prueba de fuego.

4.1.3. Fibra metálica

Las fibras metálicas son fibras artificiales compuestas por metal, plástico revestido de metal, metal revestido de plástico o un núcleo central recubierto por metal. No poseen las mismas propiedades que las otras fibras textiles, si no que conforman textiles más pesados y resistentes, que carecen de caída y se arrugan o marcan si son dobladas. Se distinguen las de acero inoxidable (utilizadas por su alto costo en neumáticos o prendas de seguridad), y las fibras de aluminio. Las mismas se producen de dos maneras:

1. Mediante un proceso de laminado que consiste en unir una lámina de aluminio entre dos películas de poliéster plástico, para posteriormente cortarla en tiras muy finas que constituyen el hilo.
2. Mediante el proceso de metalizado que consiste en vaporizar el aluminio a alta presión sobre una película de poliéster.

4.1.4. Fibras sintéticas inorgánicas

Son aquellas creadas por el hombre a través de procesos químicos y mecánicos con el objetivo de mejorar las propiedades de las fibras naturales aportándoles a su funcionalidad estética y reducción costos, son de fácil cuidado, resistentes, confortables y de gran duración, por lo general se combinan con fibras orgánicas para mejorar la comodidad de sensación con el usuario, son resistentes a la luz solar y a la intemperie, funcionan como aislantes térmicos y no producen alergias.

4.2 Textiles inteligentes

Los textiles denominados inteligentes cuentan con fibras y tejidos en cuya materia prima se incorpora nanotecnología o micro encapsulados. Entre las aplicaciones de este tipo de fibras se encuentran las vestiduras inteligentes que permiten detectar cambios corporales en los usuarios, cintas elásticas capaces de transmitir el calor de forma controlada, telas que cambian de tonalidad dependiendo de la iluminación, que ayudan al control del peso y a determinar el ritmo cardiaco de los usuarios. Sin embargo, las aplicaciones más populares de este tipo de materiales inteligentes son

los materiales con memoria de forma y los textiles que conducen electricidad [16].

Este desarrollo de nuevas aplicaciones conlleva una demanda de materias primas novedosas, y dados los avances en investigación de materias primas abundantes e investigación de materiales amigables con el planeta de composición inorgánica, se puede especificar las condiciones para diseñar materia prima y después acoplarlo a uno o varios campos en la industria.

4.3. Fibras de refuerzo

Las fibras de carbono, como las fibras de vidrio, fueron los primeros refuerzos, utilizados para aumentar la rigidez y la resistencia de los materiales compuestos avanzados comúnmente utilizados en aeronaves, equipos de recreación y aplicaciones industriales [17]. Son precisamente estas fibras de refuerzo las que dan estabilidad o estructura al material impregnado a ellas.

5. Piedra caliza y tecnologías en fusión piedras con polímeros

Los plásticos tienen un lugar privilegiado entre los nuevos materiales que se han venido desarrollando durante los últimos cincuenta años. Evidentemente que, si se mantuviera la tradición de dar el nombre del material de mayor utilidad a una época determinada, la nuestra debería ser la del plástico. Hoy, como es del conocimiento general, es prácticamente imposible realizar alguna actividad cotidiana sin interactuar con este tipo de materiales.

En la búsqueda de investigaciones y trabajos relacionados con combinaciones de materiales con diferencias en cuanto a sus propiedades, se tiene que en [29] se plantea la mezcla de cementos asfálticos modificados con polímeros, los cuales ofrecen un avance notable en la tecnología de los ligantes asfálticos, ya que dichos compuestos orgánicos le brindan especiales características mecánicas.

La piedra caliza, como materia prima es abundante, ha sido tradicionalmente utilizada en procesos para la obtención de cementos reforzados, losetas y fundición, pero se vuelve a hacer presente en la creación de pliegos de papel, donde se sustituye a la celulosa, lo cual impacta positivamente al medio ambiente ya que no utiliza agua en su proceso de manufactura y al no utilizar celulosa no requiere la tala de árboles [30]. La sustitución de celulosa por material proveniente de la piedra caliza y polímero de alta densidad que al ser reforzado con fibras artificiales provee la base para plantear el uso productos textiles.

Otro material que también puede ser utilizado es el carbonato de calcio, también conocido como piedra blanca, esta material aporta beneficios para fijación de colorante debido a que neutraliza las tintas ácidas en el proceso de producción, misma que ya ha tenido aplicación en la elaboración de papel inorgánico [18].

6. Papel de piedra

El papel de piedra es un papel de origen mineral fabricado a base de carbonato de calcio y como aglomerante se utiliza resina de polietileno no tóxica. El proceso de fabricación del papel de piedra es limpio, no utiliza árboles ni agua y no genera emisiones tóxicas, es libre de cloro, ácidos y muy seguro para el medio ambiente [27], la Figura 2 muestra diferentes artículos producidos partir de papel de piedra.



Figura 2. Variedad de productos del papel de piedra.

El futuro para el papel de piedra está en sus diversas aplicaciones ya que en su forma de materia prima se encuentra en pliegos laminados, con propiedades físicas favorables para un campo amplio de artículos de oficina. Sus propiedades físicas como son las flexibles, impermeables y dureza, por mencionar algunas, son definidas y aptas para amplio sector de insumos personales.

7. Impresión 3D y tecnología textil

Actualmente estas impresoras se están utilizando en proyectos de investigación científica, así como en múltiples aplicaciones industriales y educativas, como se muestra en la Figura 3. En la industria textil se utilizan para diseñar colecciones originales creando prototipos físicos de dichos diseños [28], la impresión 3D en la industria textil se enfoca en prototipos rápidos para evaluar y validar innovaciones en vestimenta, permitiendo realizar estudios para incorporar materiales sintéticos, artificiales y no orgánicos, lo anterior con la finalidad de encontrar nuevas opciones de proceso y productos.

En el verano de 2016, la diseñadora de modas Danit Peleg lanzó una plataforma de personalización en su sitio web *danitpeleg.com* que permite a los clientes personalizar y pedir la primera prenda impresa en 3D del catálogo de prendas disponibles en su plataforma. Esto abre la posibilidad de utilizar la impresión 3D para realizar el proceso de confección de una prenda textil con base de material de piedra al ser aplicado el material y su correspondiente polímero a una fibra que funcionara como estructura de reforzamiento.

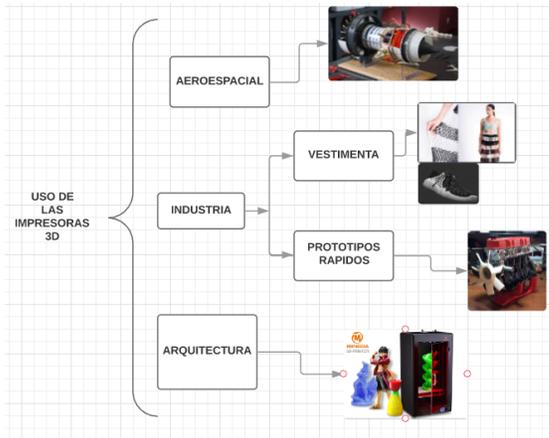


Figura 3. El campo de aplicación de impresión 3D.

8. Validación de productos textiles

Las pruebas de durabilidad para productos textiles se deben diseñar y construir bajo criterios de evaluación, basados en normas internacionales [29]. Entre las pruebas físicas, químicas y fisicoquímicas realizadas en fibras, hilos, telas, prendas y accesorios se encuentran:

- AATCC-135: Prueba de cambios dimensionales en textiles después del lavado doméstico.
- AATCC-150: Prueba de cambio dimensional en los lavados domésticos de prendas de vestir tejido punto (1-3/lavadas).
- ASTM-D-5034: Resistencia a la tracción y elongación de tejidos textiles.
- AATCC-61: Solidez del color al lavado doméstico.
- AATCC-8: Solidez del color al frote.
- AATCC-16: Solidez del color a la luz.
- AATCC-107: Solidez del color al agua.
- AATCC-15: Solidez del color al sudor.
- ASTM-D-3512: Resistencia a la formación de pilling.
- ASTM-D-3776: Determinación del peso del tejido (masa/área).
- AATCC-81: Determinación del pH del extracto acuoso de los textiles.

Los métodos de pruebas listados establecen los criterios mínimos requeridos por los clientes, de acuerdo con

normas nacionales o internacionales y se comparan con estándares de calidad establecidos de acuerdo con el uso final del producto. En [35-36] se indica que los métodos de prueba pretenden determinar los cambios en las características del producto (dimensionales, color, resistencia, entre otros) cuando son sujetos a esfuerzos y condiciones ambientales similares a los expuestos una vez que el producto es comercializado, tomando en cuenta cuatro temperaturas de agua y dos temperaturas de secado. La parte técnica consiste en comparar el cambio dimensional, crecimiento, lavado en máquina y encogimiento.

8.1. Equipo de resistencia (tensiómetro)

Este equipo presentado en la Figura 4, muestra en forma gráfica el comportamiento de la elongación del material expuesto a un esfuerzo de tensión, hasta que la muestra se rompe por un esfuerzo; el equipo proporciona solamente el dato de tensión, aun así, es posible determinar cuál es el comportamiento elástico de la tela sometida a tensión, datos sobre su deformación plástica, y por tanto conocer el último esfuerzo de tensión antes que se produzca la falla. Aunque se podrían determinar todos estos datos y realizar una curva de la resistencia de cada tela, lo que más interesa conocer es el punto crítico donde se produce la falla en la tela; este indicador sirve para referencia de los clientes, de la empresa y de los procesos de lavandería, secado, planchado y estirado de la tela.



Figura 4. Tensiómetro.

8.2. Pruebas de validación

8.2.1. AATCC-135: Prueba de cambios dimensionales en textiles después del lavado doméstico [31]

Este método de prueba está destinado a la determinación de los cambios dimensionales de las telas cuando se someten a procedimientos de lavado en el hogar, utilizados por los consumidores. Cuatro temperaturas de lavado, tres ciclos de agitación, dos temperaturas de

enjuague y cuatro procedimientos de secado cubren las opciones comunes de cuidado en el hogar disponibles para los consumidores que utilizan máquinas de lavado actuales. El principio de esta prueba son los cambios dimensionales de los especímenes de tela sometidos a la atención de lavado de casa se miden utilizando pares de marcas aplicadas al tejido antes del lavado.

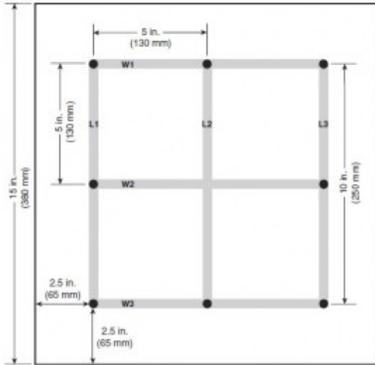


Figura 5. Patrón estándar para marcar las muestras

La Figura 5 muestra las dimensiones estandarizadas para tomar una muestra y someterla a la máquina de lavado y comparar las medidas antes y después del tratamiento.

8.2.2. AATCC-150: Prueba de cambio dimensional en los lavados domésticos de prendas de vestir tejido punto [32]

Este método de prueba es para la determinación de cambios dimensionales de prendas de vestir cuando se someten a procedimientos de lavado doméstico utilizados por los consumidores. Cuatro temperaturas de lavado, tres ciclos de agitación, dos temperaturas de enjuague y cuatro procedimientos de secado cubren las opciones comunes de cuidado en el hogar disponibles para los consumidores que utilizan máquinas de lavado actuales.

Los cambios dimensionales de prendas sometidas a procedimientos de atención de lavado de casa se miden utilizando puntos de referencia colocados en áreas designadas de las prendas. Los cambios dimensionales medidos pueden verse afectados por la construcción de la prenda, las tensiones, los hilos de coser o los adornos, además del cambio dimensional de la tela.

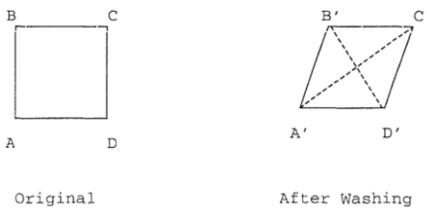


Figura 6. Puntos de referencia en una muestra de tela.

Como un procedimiento opcional, los cambios dimensionales de la tela se pueden determinar mediante el uso de puntos de referencia colocados en la tela en áreas de la prenda que no contiene costuras o costura como muestra la Figura 6. Este método puede no ser aplicable para prendas hechas de ciertas telas elásticas.

8.2.3. ASTM-D-5034: La resistencia a la tracción y elongación de tejidos textiles [33]

Este ensayo se utiliza para textiles tejidos y no tejidos, mientras que una prueba modificada del ensayo se utiliza principalmente para telas tejidas. Consiste en un ensayo de tracción donde se prueba la parte central del ancho de la muestra en las mordazas. Se utilizan muestras largas de 100mm x 150mm (al menos) con una línea dibujada paralela a la dirección longitudinal y situada desde el borde de un lado de la muestra.

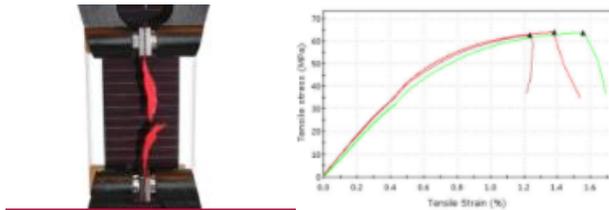


Figura 7. Pruebas de tensión y grafico de resultados.

El ensayo modificado es similar al estándar, pero incluye aberturas laterales cortadas en los lados de cada muestra, excepto para el centro de 25mm (las especificaciones son diferentes para las pruebas de tejidos húmedos). En todas las pruebas, la muestra se tracciona para romper a 300mm/min (12cm/min). Los resultados del ensayo son la resistencia a la rotura (carga máxima) y la elongación. En la Figura 7 se muestra la máquina de prueba y el gráfico de esfuerzo-ruptura.

8.2.4. AATCC-61: Solidez del color al lavado doméstico [34]

Se utiliza para evaluar la solidez del color al lavado de textiles que se espera que resistan lavados frecuentes. Este método permite evaluar la pérdida de color y el cambio de superficie utilizando una solución de detergente y acción abrasiva.

Las muestras de prueba se unen a muestras de fibras múltiples y las bolas de acero inoxidable se cargan en recipientes de acero inoxidable para reproducir la abrasión. Luego se cargan los recipientes en la máquina y comienza la prueba de 45 minutos. Después del lavado, las muestras se secan, acondicionan y evalúan con la escala de grises para cambio de color y la escala de grises para tinción, como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Decoloración por lavado.

8.2.5. AATCC-8: Solidez del color al frote [35]

Este método de prueba está diseñado para determinar la cantidad de color transferido desde la superficie de los materiales textiles coloreados a otras superficies mediante fricción. Es aplicable a los textiles hechos de todas las fibras en forma de hilo o tela, ya sea teñida, impresa o coloreada de otra manera. No se recomienda su uso para alfombras o para impresiones en las que la selección de áreas puede ser demasiado pequeña usando este método.



Figura 9. Máquina de prueba de color al frote.

Se emplean cuadrados blancos de tela de prueba, tanto secos como húmedos con agua. El procedimiento consiste en una muestra de prueba coloreada la cual se frota con una tela blanca de prueba en condiciones controladas. Se somete a ciclos de frote con la máquina mostrada en la Figura 9, el color transferido a la tela de prueba blanca se evalúa mediante una comparación con la escala de grises para tinción o la escala de transferencia cromática y se asigna una calificación.

8.2.6. AATCC-16: Solidez del color a la luz [36]

Prueba que mide el desvanecimiento acelerado del color de la prenda textil después de exposición a luz de alta intensidad, para realizar la evaluación se compara la diferencia de color entre las partes expuestas y protegidas del tejido contra la escala de grises de AATCC y se evalúa el grado de desvanecimiento. La Figura 10 permite ubicar el grado de desvanecimiento después de someter a las muestras a horas de luz intensa.

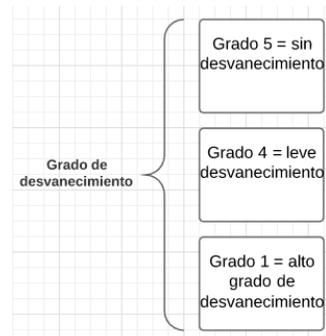


Figura 10. Grados de desvanecimiento.

8.2.7. AATCC-107: Solidez del color al agua [37]

Esta prueba se realiza principalmente para probar la resistencia al agua de los tejidos teñidos, impresos u otros productos textiles, asimismo esta prueba se lleva a cabo para determinar la cantidad de manchas de color que se produce cuando las prendas se dejan en contacto con la humedad. Los elementos se muestran en la Figura 11.

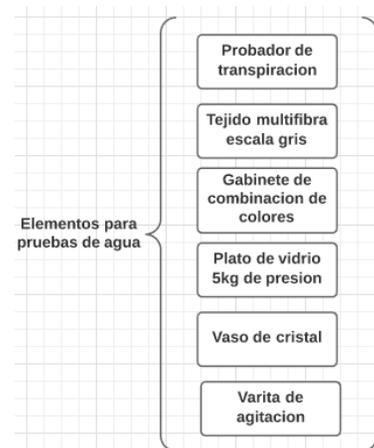


Figura 11. Elementos necesarios para pruebas de agua.

Para hacer este método, se usa agua destilada ya que el agua natural normal tiene una composición variable, el procedimiento de trabajo se describe en la Figura 12.

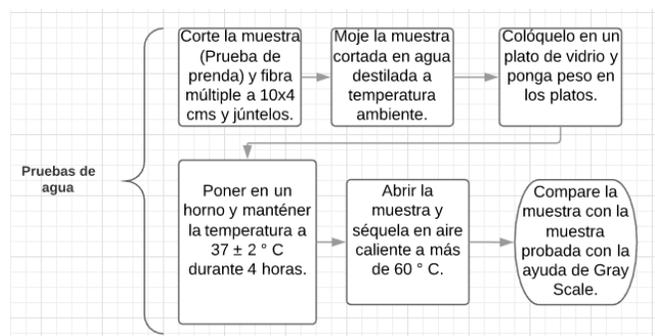


Figura 12. Procedimiento para pruebas de agua.

8.2.8. AATCC-15: Solidez del color al sudor [38]

Este método de prueba se utiliza para determinar la solidez de los textiles de color a los efectos de la transpiración ácida. Se aplica a fibras textiles, hilados y tejidos de todo tipo teñidos, impresos o coloreados de otro modo, y a las pruebas de colorantes aplicadas a los textiles.

8.2.9. ASTM-D-3512: Resistencia a la formación de pilling [39]

Este método de prueba cubre la determinación de la propensión de un tejido a formar pildoras y otros cambios de superficie relacionados en textiles utilizando el comprobador de picado aleatorio. El procedimiento es generalmente aplicable a todos los tipos de telas de prendas tejidas y de punto.

8.2.10. ASTM-D-3776: Determinación del peso del tejido [40]

Estos métodos de prueba cubren la medición de la masa del tejido por unidad de área (peso) y es aplicable a la mayoría de las telas. La Figura 13 muestra cuatro opciones aprobadas:

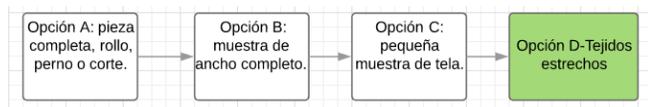


Figura 13. Opciones de medición de masa.

8.2.11. AATCC-81: Determinación del pH del extracto acuoso de los textiles [41]

Un medidor de pH se usa para determinar la acidez o alcalinidad de la muestra. La Figura 14 indica el procedimiento utilizando un medidor de pH digital.



Figura 14. Medidor digital de pH.

El pH del extracto de agua para textiles húmedos procesados se utiliza para determinar el pH de los textiles procesados en mojado, ya sea que hayan sido lavados o blanqueados. La muestra se extrae con un baño de agua o un extractor Morapex. La extracción se prueba con medidor de pH digital (pH meter).

9. Patentes

Entre los desarrollos tecnológicos patentados, relacionados con el campo de las telas y el uso de materiales no orgánicos, se encuentran las siguientes:

La **ES2412608B2**, con fecha de publicación de 14 de enero de 2014, consiste en un tejido con aplicación en prendas textiles, que aumenta la confortabilidad en uso, así como su capacidad antibacteriana, tanto en el número de especies que combate, como en el tiempo que es efectiva dicha capacidad, utilizando una mezcla de fibras tanto sintéticas como naturales, y de una fibra del tipo antibacteriana compuesta por celulosa y un compuesto de base de zinc. Esta mezcla que forma el hilo dispone de dicha fibra antibacteriana en un porcentaje de esta última de entre un 8 % y un 70 % [19].

La **ES2424565B1**, con fecha de publicación de 6 de mayo del 2014, se presenta una mejora en fundas de colchón y almohadas utilizadas en hospitales, la invención se basa en la confección de una funda que a la vez es una sábana que aumenta la difusión de la transpiración del usuario y mantiene una ventilación continua, asimismo en el caso que se produzcan derrames de líquidos, los mismos quedan atrapados en la superficie que existe entre los dos tejidos que configuran la parte plana de las fundas [20].

En **US2015035195A1**, con fecha de publicación de 5 de febrero de 2015, se plantea una fibra cosmética de poliamida que comprende nanopartículas conjugadas homogéneamente dispersas en la fibra, la cual tienen aplicación práctica al hacerla fácilmente incorporable a los procesos de manufactura actuales y ofrece ventajas cosméticas en el tratamiento de las pieles. La invención también describe el proceso de obtención de las nanopartículas conjugadas [21].

En **US20140135423A1**, con fecha de publicación de 15 de mayo de 2014, se plantea un papel fabricado en piedra y a su método de fabricación, el cual está elaborado utilizando materiales no tóxicos consistentes en polvo de piedra, polvo de silicio blanco y una resina no tóxica. Este papel se puede usar para fabricar papel de escritura cotidiana o para aplicación en trabajos artísticos, incluye las ventajas de una buena absorción de tinta, alta resistencia al agua, buenas propiedades mecánicas, alto rendimiento de plegado y libre contaminación. Este papel no tiene como ingrediente al CaCO_3 , por lo que el papel puede incinerarse a través de un incinerador, sin producir ningún gas ácido [22].

En **ES2527506T3**, con fecha de publicación de 26 de enero de 2015, se presenta una nanopartícula con un núcleo formado en su totalidad o en parte por al menos

un compuesto orgánico absorbedor de UV, dispersable en agua, dotado de una estabilidad prolongada en el tiempo y estable bajo radiación UV. Con el fin de aumentar el factor de protección solar de fibras textiles [23].

En **US6573340**, con fecha de publicación de 3 de junio de 2003, se presentan filminas y fibras de polímero biodegradable con uso adaptable para cubiertos laminados, envolturas y otros materiales de envasado, el resultado de la incorporación de estos materiales radica en productos más flexibles, biodegradables y permite incorporar al producto final procesos de textura para incrementar la sensación al usuario. Las composiciones planteadas en esta patente incluyen buenas propiedades de barrera al vapor de agua y un buen coeficiente de protección de permeabilidad [24].

En **ES2535133T3**, con fecha de publicación de 5 de mayo de 2015, se plantea una boquilla de hilado electrostático combinada para la producción de materiales con base en nano-fibras o micro-fibras, la invención comprende una boquilla combinada conectada a uno de los puntos de potencial eléctrico de una fuente de energía de alto voltaje y conectada, por medio de canales de distribución, a un dispositivo para proporcionar una mezcla polimérica [25].

En **US20030092343A1**, con fecha de aplicación de 15 de mayo de 2002, se plantean fibras de comprimidos multi-componentes y polímeros almidonados biodegradables. Este invento está en el campo de fibras degradables y polímeros termoplásticos degradables, las fibras son usadas para telas no tejidas y artículos dispensadores. Los elementos laminares no tejidos pueden contener otras fibras sintéticas o naturales mezcladas con las fibras multicomponentes planteadas en la invención [26].

Estando las patentes anteriormente descritas en explotación comercial o en proceso de explotación comercialización por diversas empresas.

10. Conclusión

En este documento se resalta el trabajo de investigadores, universidades y empresas que han investigado el desarrollo de materiales textiles eficientes y útiles. Los cuales son analizados siguiendo los métodos de validación y pruebas utilizadas por la industria textil, incluyendo pruebas de durabilidad y resistencia.

El campo de los textiles abarca un sinnúmero de opciones y aplicaciones en todo campo, inclusive al estar el documento limitado a la búsqueda a materiales no orgánicos fue posible encontrar bastantes investigaciones y desarrollos de tecnología que

actualmente se está incorporando a mercado de consumo.

Algunos de estos desarrollos ofrecen la ventaja de presentar productos que por su proceso de producción reducen los efectos negativos de la huella de carbono, así como buscan incorporar materiales y tecnologías en sus procesos no dañinas al planeta.

11. Referencias

- [1] S. G. Diez, "Fibras y materiales de refuerzo: Los poliésteres reforzados aplicados a la realización de piezas en 3D," vol. 12, no. 5, pp. 268-282, 2011.
- [2] H. Schneider and J. Samaniego, "La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios," Colección Doc. Proy., p. 46, 2010.
- [3] R. Urbanos, D. Red, and E. Sociales, "Ciudades en riesgo," Libro, 1996.
- [4] F. Ballenilla, "La sostenibilidad desde la perspectiva del agotamiento de los combustibles fósiles, un problema socio-ambiental relevante," Investigación en la Escuela. 2005.
- [5] V., Amigó, F. S. M. D., S. O., L. R., and Martí, "Valorización de residuos de fibras vegetales como refuerzo de plásticos industriales," Valorización residuos fibras Veg. como refuerzo plásticos Ind., pp. 23-24, 2008.
- [6] 226: 129-141. doi: 10.1002/apmc.1995.052260112 Arroyo, M. R. and Lopez-Manchado, M. A. (1995), PP/LDPE blends filled with short polyamide fibers. *Angew. Makromol. Chem.*, "PP/LDPE blends filled with short polyamide fibers," vol. 66, p. 66.
- [7] A. Castro-Beltrán, S. Sepúlveda-Guzmán, W. J. De La Cruz-Hernández, and R. Cruz-Silva, "Obtención de grafeno mediante la reducción química del óxido de grafito," Ingenierías, vol. XIV, no. 52, pp. 34-42, 2011.
- [8] J. T. M. Sterzing, T., Lam, W. K., & Cheung, "Athletic Footwear Research by Industry and Academia," no. July 2014, pp. 605-622, 2012.
- [9] P. Ultravioleta and G. F. Salas, "Algodón para mejorar sus propiedades de uso de nanopartículas de ZnO en tejidos de algodón para mejorar sus propiedades de protección ultravioleta," no. June, 2015.
- [10] A. A. Zadpoor, "The evolution of biomaterials research," *Materials Today*. 2013.
- [11] E. S. Rodríguez, "Desarrollo de materiales compuestos avanzados basados en fibras de carbono para la industria aeroespacial," vol. 64, pp. 1-6, 2012.
- [12] M. C. Gutiérrez Bouzán, M. Droguet Rifá, and M. Crespi Rosell, "Las emisiones atmosféricas generadas por la industria textil," *Bol. Intexter del Inst. Investig. Text. y Coop. Ind.*, no. 123, pp. 51-58, 2003.

- [13] Patente CN101871182A. C. M. Yu Jianguo, "Stone water-free paper-making method and flow". 2010.
- [14] E. William et al., "Development of biocomposites materials reinforced with Colombian's natural fibers Colombias," pp. 1-7, 2013.
- [15] F. Espinoza Moraga and C. Araya Monasterio, "Análisis de materiales para ser usados en conservación de textiles TT - Analysis of materials for use in textile conservation," *Conserva*, vol. 2000, no. 4, pp. 45-55, 2000.
- [16] J. R. Sánchez Martín, "Los tejidos inteligentes y el desarrollo tecnológico de la industria textil," *Técnica Ind.* 268, pp. 38-45, 2007.
- [17] M. Guilherme and W. Lebrão, "No Title," 1969.
- [18] J. F. Araujo, "Requerimientos establecidos por las normas ISO para papeles permanentes," *Inf. Cult. y Soc.*, vol. 24, no. 24, pp. 87-96, 2011.
- [19] Patente ES241268B2. Sutran I Mas D, S. L. Anti-odor and antibacterial fabric in textiles. 2014.
- [20] Patente ES2424565B1. Sutran I Mas D, S. L. Textile protective sheath. 2014.
- [21] Patente US2015035195A1. Cosmetic textile fiber, method for obtaining it and use thereof. 2015.
- [22] Patente US20140135423A1. Real green material technology Corp. Stone-made green energy paper and method for making the same. 2014.
- [23] Patente ES2527506T3. Nanopartículas anti UV. 2015.
- [24] Patente US6573340. Biodegradable polymer films and sheets suitable for use as a laminate coatings as well as wraps and other packaging materials.
- [25] Patente ES2535133T3. D. Dobrouc, "2 535 133," 2015.
- [26] Patente US20030092343A1. Multicomponent fibers comprising starch and biodegradable polymers. 2002.
- [27] Emana Green, "Papel de piedra," *Preguntas frecuentes*, pp. 40-46, 2016.
- [28] L. Esquivel, "IMPRESIÓN Nante 3D," pp. 1-12.
- [29] P. Cristian, G. Jorge, and L. D. N. Materiales, "Diseño y construcción de un banco de pruebas de durabilidad para asientos de vehículo. Design and construction of an automotive seat durability test bench" vol. 37, no. 2, 2016.
- [30] N. Textil, "No Title," NORMA, 2010.
- [31] AATCC-135: Prueba de cambios dimensionales en textiles después del lavado doméstico (www.aatcc.org).
- [32] AATCC-150: Prueba de cambio dimensional en los lavados domésticos de prendas de vestir tejido punto (www.aatcc.org).
- [33] ASTM-D-5034: Resistencia a la tracción y elongación de tejidos textiles (www.aatcc.org).
- [34] AATCC-61: Solidez del color al lavado doméstico (www.aatcc.org).
- [35] AATCC-8: Solidez del color al frote (www.aatcc.org).
- [36] AATCC-16: Solidez del color a la luz (www.aatcc.org).
- [37] AATCC-107: Solidez del color al agua (www.aatcc.org).
- [38] AATCC-15: Solidez del color al sudor (www.aatcc.org).
- [39] ASTM-D-3512: Resistencia a la formación de pilling (www.aatcc.org).
- [40] ASTM-D-3776: Determinación del peso del tejido (www.aatcc.org).
- [41] AATCC-81: Determinación del pH del extracto acuoso de los textiles (www.aatcc.org).

EN BÚSQUEDA DE LA OPTIMIZACIÓN: HERRAMIENTAS Y MÉTODOS
Director de obra: Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín

Se terminó de imprimir el 01 de febrero de 2018
Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez
Avenida Universidad Tecnológica # 3051
Colonia Lote Bravo II, C.P. 32695
Ciudad Juárez, Chihuahua, México

El tiraje fue de 300 ejemplares



EN BÚSQUEDA DE LA OPTIMIZACIÓN

HERRAMIENTAS Y MÉTODOS