



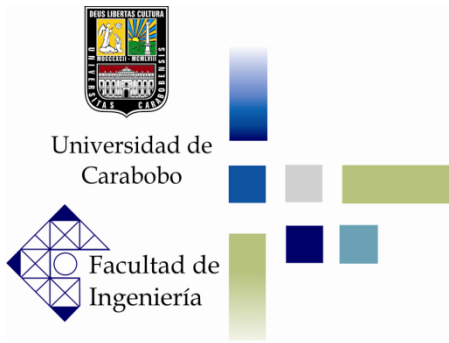
Universidad de
Carabobo



Facultad de
Ingeniería

Ingeniería y Sociedad-UC

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Enero-Junio 2015 Vol 10 / No. 1



Ingeniería y Sociedad – UC

Universidad de Carabobo. Facultad de Ingeniería. Enero – Junio 2015 Vol. 10/ N°1

ISSN 1856 – 352X Depósito legal: PP200502CA2084

Comité Editorial

Directora – Editora

Dra. Marisela Giraldo / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Ruth Illada / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Morella Acosta / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Lic. Alba Pérez Matos MSc / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Lic. Yadhira de Perdomo / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Ing. Danilo Laya / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Cira Lidia Isaacs / Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría - Cuba

Comité técnico*

Dra. Edith Martínez / Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría - Cuba

Ing. M. Cristina Rodríguez ESP / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Eugenia Astudillo / Facultad Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Oriente

Dr. Hermes Carmona / Facultad Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Zahira Moreno / Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado

Dra. Carmen Infante / Universidad Central de Venezuela

Dr. Paulino Betancourt / Universidad Central de Venezuela

Dra. Omaira García / Facultad Ingeniería. Universidad de Los Andes

Dra. Zulay Niño / Facultad Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Zaida Osto / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Laura Saenz / Facultad Ingeniería. Universidad de Carabobo

Lic. Maritza de Gudiño Msc / Universidad José Antonio Páez

Ing. Marianna Barrios Msc / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dra. Lily Marcano / Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo

Dr. Henry Labrador / Facultad Ciencia y Tecnología. Universidad de Carabobo

Dr. Juan Carlos Pereira / Facultad Ciencia y Tecnología. Universidad de Carabobo

Dra. Yamile de Smith / Facultad Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Carabobo

Dra. María Cervilla / Centro de Estudios del Desarrollo. Universidad Central de Venezuela

*** Lista Parcial**

Distribución:

Distribución: FUNDACID, Dirección General de Biblioteca

ISSN 1856-352x

Dep. Legal PP200502CA2084

Revista "Ingeniería y Sociedad-UC"

Decanato, Facultad de Ingeniería: Av. Universidad, Bárbula, Valencia

Teléfonos: 0241-8677489 / 0241-8666819. Edo. Carabobo, Venezuela

e-mail: ingenieríaysociedad@uc.edu.ve

Canje de ejemplares: Comunicarse por correo electrónico: ingenieríaysociedaduc@gmail.com

Los términos empleados, los datos, el estilo y el contenido en general de los trabajos que aparecen en la Revista Ingeniería y Sociedad-UC de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, son de entera responsabilidad de sus autores, por lo que en ningún momento comprometen al Equipo Editor ni al CDCH-UC, institución encargada de su subvención. El Comité Editorial autoriza la reproducción siempre y cuando se mencione el lugar de procedencia.

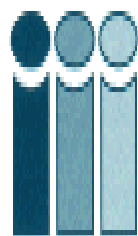
“Ingeniería y Sociedad UC” está registrada en los siguientes índices:



Bajo el código RVI013



Número de folio 19541



Actualidad Iberoamericana
Indice Internacional de Revistas





Ingeniería y Sociedad – UC

Órgano de Difusión Científica, Tecnológica y Humanística de la Facultad de Ingeniería de la
Universidad de Carabobo.

Valencia-Venezuela

Se publica un volumen anual en dos números
correspondientes a los meses de Junio y Diciembre

Año 10 – Nº 1

CONTENIDO

Editorial..... 07

INVESTIGACIÓN:

Investigación y desarrollo de aislantes térmicos naturales basados en residuos de biomasa para su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones en América Latina.

Research and development of natural thermal insulation based on waste biomass for application to improve the energy efficiency of buildings in Latin America

Velasco, L.; Goyos, L.; Nicolás, F.; Naranjo, C.....08

Evaluación de la calidad y factibilidad financiera del proceso de granulado húmedo de una formulación antiséptica urinaria utilizando un equipo de lecho fluido

Quality assessment and financial feasibility of wet process of a granular formulation urinary antiseptic using fluid bed

Hernández, C.; Puerta, M.; Mieres-Pitre, A.; Niño, Z.....22

Evaluación del uso del policloruro de aluminio en conjunto con sulfato de aluminio en el proceso de coagulación de una planta de potabilización de agua en el Estado Carabobo

Evaluation of the use of poly aluminum in conjunction with aluminum sulfate coagulation process in a water purification plant in Carabobo State

Alvarado, C.; Pérez, H.; Saba, C.....35

Incorporación de aceites esenciales de naranja (*citrus sinensis*) y mandarina (*citrus reticulata*) en la formulación de cremas de limpieza facial

Incorporation of essential oils of orange (*citrus sinensis*) mandarin (*citrus reticulata*) in the development of facial creams cleaning

Mujica, V.; Velasquez, I.; Placido, N.; Guanipa, V.....47

Capacidad analítica para la determinación de compuestos orgánicos persistentes en dos municipios del Estado Carabobo, Venezuela.

Analytical capacity for the determination of persistent organic pollutants in two municipalities from Carabobo State, Venezuela

Marrero, S.; González, S.; Guevara, Y.; Querales, M.....56

Propuesta de mejoras de los procesos administrativos en el programa de maestría en Ingeniería Industrial.

Proposal of business process improvement in the masters program in Industrial Engineering

Duran, J.; Ordoñez, J.....65

ENSAYO:

Sistema de costeo ABC en la gestión de los hospitales: una reflexión

The ABC cost management of hospitals: a reflection

Fernandes, V.; Barbosa, A.; Mendes, E.; Del Canto, E.....78



Universidad de Carabobo
Autoridades de la Universidad de Carabobo

Jessy Divo de Romero
Rectora

Ulises Rojas
Vicerrector Académico

José Ángel Ferreira
Vicerrector Administrativo

Pablo Aure
Secretario



Autoridades de la Facultad de Ingeniería

José Luis Nazar
Decano

Olga Martínez
Asistente al Decano

Lin Hurtado

Directora de Estudios Básicos
Francisco Soto

Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Carlos Jiménez

Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica
Silvia Sira

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial
José Gregorio Velásquez

Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica
Carlos Romero

Director de la Escuela de Ingeniería Química
Carlos Mejías

Director de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones
Lisbeth Manganiello

Directora de Investigación

Propósito de la Revista Ingeniería y Sociedad-UC de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo

La Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” es un órgano de divulgación del conocimiento científico de la Ingeniería vinculado a lo tecnológico, humanístico y social y a la formación del ingeniero, lo cual supone una perspectiva de inter y transdisciplinariedad, bajo la responsabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

Es una revista arbitrada e indizada de cobertura nacional, adscrita al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo (CDCH-UC) y resultado de su política editorial.

Visión

Ser un órgano de difusión de los aportes investigativos ubicados en el campo de la ingeniería y su relación con la sociedad, a fin de lograr amplia proyección nacional e internacional.

Misión

Propiciar la investigación como función esencial de la universidad, incentivando y facilitando la divulgación de los trabajos de investigación con pertinencia social de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo y de otras instituciones, coordinando esfuerzos y velando por la calidad de las publicaciones.

Objetivos

1. Servir de órgano de divulgación del conocimiento.
2. Estimular la producción intelectual de los docentes e investigadores de la Universidad de Carabobo, de los centros de investigación nacionales e internacionales, y de otros centros académicos de creación y producción de conocimiento.
3. Propiciar el intercambio cultural a través de las redes de información a nivel nacional e internacional, en procura de realimentar el proceso de investigación.

En esta nueva entrega de la Revista Ingeniería y Sociedad – UC presentamos a nuestros lectores un variado panorama de la investigación ingenieril y su vinculación con otras disciplinas y áreas del conocimiento. Es así como el primer artículo de éste número nos llega desde Ecuador y aborda el tema de los aislantes térmicos, creando conciencia acerca de la utilización de residuos de biomasa para su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de las (o en las) edificaciones, con las ventajas de su bajo costo, bajo impacto ecológico y su aplicación en cualquier país de Latinoamérica.

El segundo artículo aborda el área de la salud, evaluando la calidad y factibilidad financiera del proceso de granulado húmedo de una formulación antiséptica urinaria, no sólo cumpliendo con las normas de calidad establecidas internacionalmente, sino aumentando significativamente la eficiencia por el uso de una nueva tecnología de lecho fluido.

De todos es conocida la problemática de la potabilización del agua en el país y especialmente en el Estado Carabobo, por eso las investigaciones que procuran mejoras en las plantas de potabilización son bienvenidas. En este caso se demuestra, con la ayuda de HIDROCENTRO, que la implementación del policloruro de aluminio, en conjunto con el sulfato de aluminio mejora este importante proceso, vital para la salud de la comunidad.

En Venezuela, país que siempre se ha caracterizado por el alto consumo en productos de higiene y belleza, toda investigación asociada a la cosmetología es materia de importancia, por lo que el aporte que hace el trabajo de formulación de cremas de belleza es apreciado. En el artículo que presentamos, la utilización de aceites esenciales de mandarina y naranja mejoran el color y el olor de cremas de limpieza facial, además de proporcionarles estabilidad térmica.

Continuando en la tónica de la salud, nos llega de las Escuelas de Bioanálisis y Ciencias Biomédicas y Tecnológicas un artículo que informa sobre la existencia en los municipios de Valencia y Naguanagua, de laboratorios especializados y con capacidad analítica en la detección de productos tóxicos.

Para cerrar la presente entrega, es sabido que en el área de ingeniería industrial es temática de importancia todo lo referente a la mejora de procesos. En este caso dos trabajos versan sobre procesos administrativos y gerenciales: la propuesta a nivel descriptivo para mejorar los procesos administrativos en el programa de Maestría en Ingeniería Industrial es el primero, y el segundo es una reflexión sobre el sistema de costos ABC en la gestión de hospitales como estrategia financiera para mejorar la eficiencia.

Comité Editorial

Ingeniería y Sociedad UC. Vol. 10, No 1

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE AISLANTES TÉRMICOS NATURALES BASADOS EN RESIDUOS DE BIOMASA PARA SU APLICACIÓN EN LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS EDIFICACIONES EN AMÉRICA LATINA

Velasco, L.; Goyos, L.; Nicolás, F.; Naranjo, C.

Departamento de Energía y Mecánica. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE).
Sangolquí. Ecuador.

e-mail: luisvelascoroldan@espe.edu.ec

Resumen: El objetivo de la presente investigación es revertir la situación actual de absoluta insostenibilidad energética de los sistemas constructivos convencionales ecuatorianos y latinoamericanos, así como la ineficiencia energética del parque edificado mediante el desarrollo de productos y materiales aislantes útiles en toda la envolvente edificatoria en climas fríos o cálidos de alta radiación solar. El propósito es la drástica reducción de la demanda energética requerida para alcanzar las condiciones de habitabilidad interior mediante la utilización de materiales de bajo coste y limitada huella ecológica basadas en el aprovechamiento de los recursos naturales, la evolución de las técnicas ancestrales y la mejora de las técnicas constructivas contemporáneas. La metodología se basa en el análisis exhaustivo de las potenciales materias primas o residuos no valorizados para el desarrollo de productos constructivos adecuados y su evaluación mediante instrumentación normalizada de sus características mecánicas, térmicas e higroscópicas.

Palabras clave: Residuos agrícolas, aislamiento térmico, eficiencia energética, recursos naturales.

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF NATURAL THERMAL INSULATION BASED ON WASTE BIOMASS FOR THEIR USE IN IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN LATIN AMERICA

Abstract: The main objective of this research is to reverse the current situation of absolute energy unsustainability of Ecuadorian and Latin American building systems. The existing buildings are clearly inefficient from the energy consumption perspective. Through the development of products and insulation materials useful in the envelope of the buildings both in cold weather or warm high solar radiation, we will achieve the objective. The purpose of this research is the drastic reduction of the energy demand required to achieve internal comfort conditions using low cost insulation materials and limited ecological footprint based on the exploitation of natural resources, the evolution of the ancient techniques and improved contemporary construction techniques. The methodology is based on a thorough analysis of potential raw materials or recycled waste that is not suitable for the development of construction products. Simultaneously, evaluating raw materials takes place by standardized mechanical, thermal and hygroscopic properties instrumentation.

Key words: Agricultural waste, thermal insulation, energy efficiency, natural resources

INTRODUCCIÓN

Los grandes movimientos migratorios y un mal entendido “progreso económico o social” que se le presupone la construcción basada en materiales industrializados en sustitución de los materiales tradicionales, viene derivando en América Latina en el abandono paulatino de los sistemas de edificación popular y los saberes constructivos ancestrales. Estos vienen siendo sustituidos casi invariablemente por un modelo de construcción basado en el bloque de hormigón y la chapa de acero o fibrocemento.

Esta falta de diseños ajustados a las características climáticas, industriales y medio ambientales de la vivienda social (de promoción pública y privada) ha llevado a que los habitantes de las comunidades de climas con un cierto grado de exigencia, ya sean fríos o cálidos, a abandonar en las viviendas construidas. Las que son habitadas presentan graves problemas de confort y requieren grandes consumos de energía para su acondicionamiento térmico.

Mientras tanto, en toda América Latina, las actividades agrícolas generan muy diversos residuos no valorizados que, sumados a numerosos recursos naturales en forma de biomasa vegetal podrían convertirse en componente fundamental para muy diversos materiales de construcción (Hidalgo, 2007). Estos componentes no solo tendrían la capacidad suplir, mediante una explotación sostenible, a agregados costosos o no disponibles, si no que podrían convertirse en materia prima aislante capaz de mejorar las características térmicas de los componentes constructivos tradicionales.

Hasta el momento se han realizado investigaciones relacionadas con los residuos o recursos vegetales, los cuales en

pequeñas cantidades demuestran su capacidad de mejorar de la resistencia de los hormigones (especialmente a tracción) y una interesante reducción de los agregados pétreos de este (Berardo, 2011).

En cambio, apenas existen estudios relacionados con el potencial que atesoran gran parte de estos como base de aislamientos térmicos conductivo, no habiéndose realizado aún una experimentación en profundidad en torno a las posibilidades aislantes de la introducción de altos porcentajes de residuos de biomasa en elementos constructivos tales como: bloques, adobes, tapial o pisos de tierra estabilizados, paneles, mantas, así como la posible utilización de residuos vegetales en bruto confinados en cámaras.



Figura 1. Biomasa de bagazo, pajonal, cacao mineralizado con cemento, raquis de palma, cascarilla de café, y cascarilla de arroz.

El objetivo de la presente línea de investigación es por lo tanto el desarrollo de cualquier aspecto que experimente en torno a las posibilidades de desarrollo de dichos materiales constructivos aislantes bajo el

prisma del bajo coste y la reducida huella ecológica. Se estima que es posible reducir las necesidades energéticas en construcciones situadas en climas fríos y cálidos de alta radiación entre un 20 y un 60%, evitando el vertido de grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera, así como reducir los costes las viviendas aisladas construidas con materiales industrializados en torno a un 30%.

En aislamiento térmico en la envolvente edificatoria depende principalmente de la dificultad al paso de la energía a través del elemento constructivo que ofrecen el aire que contenidas en dicho material al bloquear este la transmisión de energía por conducción. El propio crecimiento vegetal de algunas especies genera de forma natural tallos, cortezas o espigas que albergan en su interior celdas de aire compartimentadas que pueden conformarse como una excelente materia prima de aislamiento.

Otra importante hipótesis a investigar es como aglomerar, constituir paneles o disponer en cámaras dichos materiales de forma que su propia disposición genere pequeños espacios de aire entre las propias fibras, semillas, cáscaras, etc., igualmente válidas como múltiples cámaras de aire interpuestas al paso de la energía.

Las biomásas iniciales de estudio serán aquellas producidas o desechadas en zonas climáticas en las que el aislamiento térmico pueda suponer ahorros energéticos relevantes o mejorar considerablemente las condiciones de habitabilidad tal como se mostraron en la figura 1: pajonal y totora en climas frío de montaña o páramo y el bagazo, cascarilla de café, cacao y arroz, raquis de banano o palma africana y desechos de bambú en climas cálidos o de alta radiación solar. Las biomásas de estudio han sido seleccionadas desde criterios de la

sustentabilidad de su explotación de forma que su utilización no comprometa el ecosistema en el cual se implantan.

A pesar de enorme potencial aislante que atesoran, una investigación en torno a las fibras vegetales centrada exclusivamente en el estudio de la conductividad térmica y la transferencia de calor estarán abocada al fracaso. Será imprescindible abordar la investigación desde una perspectiva integral que evalúe todos los aspectos físicos, higroscópicos y mecánicos, así como cualquier aspecto que pueda condicionar la implantación de los aislantes desarrollados a la dinámica constructiva económica y social de su entorno.

Por lo tanto, la sustentabilidad de las soluciones a desarrollar no será evaluada exclusivamente desde el prisma energético, sino por un análisis completo y exhaustivo del ciclo de vida de los materiales a desarrollar, la utilización de materias primas renovables y accesibles que permita la mejora de hábitat de la población sin capacidad económica para la utilización de materiales de aislamiento industrializados.



Figura 2. Totoro o Typha. Tallos

A consecuencia de ello, se considera imprescindible abordar el desarrollo de productos de alta eficiencia energética de

producción local manufacturados mediante técnicas de autoconstrucción, cuya explotación no comprometa la propia sostenibilidad de los recursos. Para ello, el desarrollo de productos y materiales parte del conocimiento y técnicas constructivas ancestrales, con el objetivo de mejorarlas, no de sustituirlas.

Dicha aproximación no sólo se justifica en el interés y sustentabilidad de la arquitectura vernácula sino que pretende vencer posibles inercias constructivas que pudieran dificultar la implantación de materiales o técnicas excesivamente innovadoras, integrándose en el sistema de producción y consumo de materiales de construcción ya establecidos.

METODOLOGÍA

La metodología de investigación propuesta se estructura en base al estudio exhaustivo de cada una de las biomásas detectadas en zonas climáticas frías o cálidas de alta radiación. Para cada una de estas, una vez analizado su potencial aplicación a parte o partes de la envolvente edificatoria, se detectarán las variables de estudio que permitan determinar su idoneidad y sus características.

De esta forma se evalúa su localización, su producción o cantidad de desechada, así como su valorización actual, sus características físicas, químicas o higroscópicas, su compatibilidad y sus posibilidades de aglomeración con otros materiales de construcción tradicionales o contemporáneos, así como sus posibles agentes destructores.

El siguiente objetivo de la investigación será determinar la conductividad térmica de las distintas biomásas seleccionadas mediante instrumentos homologables de certificación

según las normas, así como sus posibles aglomeraciones o panelados. Para alcanzar dicho objetivo se ha desarrollado en el Laboratorio de Energías renovables del Departamento de Energía Mecánica un aparato de medición de conductividad de placa caliente según la Norma ASTM. (Method, 2013)

Con el objetivo de evaluar cualquier parámetro que implique la factibilidad, así como la sostenibilidad energética, social y económica de las soluciones propuestas se determinarán una serie de variables de control a evaluar para cada solución constructiva a desarrollar que puedan aportar conocimiento en torno a un campo complejo aún por investigar, tales como la resistencia y deformabilidad, la absorción de agua (durante el curado o por capilaridad frente a lluvia o nieve), su granulometría y compacidad (en procesos de fabricación manual o mecanizada), sus dimensiones más adecuadas y su estabilidad dimensional, la resistencia y reacción al fuego, su durabilidad, su posible exposición a ataques químicos o xilófagos, su coste, su compatibilidad con las técnicas constructivas locales, su disponibilidad y la sostenibilidad de su explotación, la complejidad de su procesamiento , etc.

PRODUCTOS Y ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS A DESARROLLAR

Muros

En zonas andinas, la base de la construcción ancestral ecuatoriana se basa principalmente en el adobe y el tapial, mientras que los muros formados por bloques huecos de hormigón constituyen en la actualidad la práctica totalidad de los cerramientos verticales construidos, pese a que en determinadas zonas con presencia abundante de arcillas mantienen sistemas

constructivos de ladrillo cocido.

En las áreas de costa y amazonia los muros se construyen tradicionalmente con tablas de madera o fibras vegetales. La utilización de cualquiera de estos tipos constructivos en zonas frías o cálidas de alta radiación no aporta el imprescindible aislamiento térmico a los muros que eviten demandas energéticas desproporcionadas y situaciones de discomfort térmico interior.

Dados los requerimientos propios de las fachadas, en el caso de los bloques, ladrillos, adobes o tapial de biomasa-cemento o biomasa-tierra (estabilizada o no) se ensayará la conductividad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, la absorción de agua y la durabilidad frente a la erosión de la lluvia. Se determinará también el coste relativo con respecto a aislamientos convencionales, así como la reducción de la huella ecológica con respecto al bloque convencional de hormigón como patrón convencional de referencia.

En torno a la fabricación de muros, existe un campo de singular interés en torno al cual ya se está investigando en el Departamento de Energía Mecánica: el carácter aglomerante que podrían atesorar las cenizas de las propias biomásas en estudio mezcladas con la propia biomasa. Su consideración comportaría que la quema de parte del material inerte reduciría en gran medida las cantidades de cemento requeridas en la mezcla de hormigón, disminuyendo el coste del producto final. La sostenibilidad ambiental de la solución dependerá del balance comparado entre la reducción de emisiones de CO₂ imputables al ahorro de cemento y las emitidas en la quema de biomasa para la producción de puzolanas.

Por todos los puntos de interés anteriores se

propone el desarrollo de:

Bloques aislantes. La experimentación en torno a compuestos de biomasa y cemento en bloques, como en la figura 3, se ha demostrado prometedora en cuanto a su conductividad térmica en elementos compuestos por hasta el 80% de biomasa, obteniéndose aislamientos térmicos que podrían reducir a un 25% la transmisión de calor a través de los cerramientos de tapial o bloques de hormigón (Salas & Veras Castro, 2012).

Lamentablemente el estado del arte en torno a este tipo de *composites* se limita a experimentos parciales en torno a un reducido arco de biomásas (Berardo, UPV - 2011), quedando por determinar el comportamiento térmico de muchas de ellas, así como sus posibilidades en la conformación de distintos tipo de muros, su resistencia, absorción de agua, durabilidad, coste, etc.



Figura 3. Ensayos de aglomerante cemento con cascarilla de arroz, cacao y bloque macizo de compuesto café, cemento y arena

De los primeros ensayos en el curso de la presente investigación se demuestra que las

fibras cortas, como el café, el cacao, el cuesco de palma o la cascarilla de arroz, son potencialmente interesantes para la aglomeración en forma de paralelepípedos (bloques, ladrillos o adobes), demostrándose un factor capital de éxito el proceso de aglomeración y curado dada la irregular y prolongada absorción de agua de los compuestos vegetales (Salazar, 1999). Las fibras largas, como el raquis de banano o el bagazo, pueden ser trituradas o cortadas para evaluar su capacidad de aglomeración en este tipo de elemento constructivo.

Será el objetivo de la fase experimental encontrar, para cada biomasa, los porcentajes máximos de esta, su posible encapsulado (Salazar, 1988), el tipo de aglomerante más adecuado, la inclusión o no de otros áridos inertes, la compatibilidad química de todos los componentes, su proceso constructivo y su curado de forma adecuada, con el objetivo de obtener la mínima conductividad manteniendo una resistencia suficiente para las prestaciones requeridas en los muros.

Ladrillos BTC aislantes. Los BTC o bloques de tierra comprimida son bloques de tierra estabilizada con cal o cemento sometidos a presión y curado al aire, como se muestra en la figura 4. (Proterra & Proterra, 2011).

Las biomásas potencialmente más adecuadas para el compuesto tierra + biomasa son aquellas largas y resistentes a esfuerzos de tracción, con un cierto grosor de forma que exista en las fibras cierta cantidad de aire encapsulado como ocurre el pajonal, el sigse, el bagazo, el raquis de banano o la totora. La investigación en este campo no derivará en una reducción de coste, pues la tierra en general no supone un desembolso como el caso del cemento, pero si en cambio una importante mejora en la

eficiencia energética del muro y consecuentemente en la habitabilidad interior.



Figura 4. Bloque de BTC y totora

Adobes o tapial. El adobe y el tapial forman parte de los saberes constructivos populares desde tiempo inmemorial. Tradicionalmente a estos elementos se les añade pequeños porcentajes de paja para mejorar su comportamiento resistente y la reducción de las fisuras por retracción. El estudio pretende investigar, al igual que en el caso de los BTC, en torno a la posible mejora aislante de estas técnicas tradicionales mediante la adición de grandes cantidades de biomasa tales el pajonal, el sigse, el bagazo, raquis de banano o la totora.

Muros de bahareque mejorado. El bahareque o muros de entramado de palos, cañas o guadua revestido de barro o mortero de cemento, ha sido y continúa siendo un sistema constructivo muy extendido en toda América Latina. El bahareque presenta interesantes características dado su bajo coste, su estructura antisísmica y su ligereza, pero una gran desventaja frente a otros tipos de muro tradicional de mayor espesor: su limitadísimo aislamiento térmico. Desde la presente investigación se vienen realizando pruebas para la utilización del bagazo como estructura tejida o superpuesta como base

aislante para recibir el revestimiento interior y exterior de tierra o cemento.

Con ello se obtendría un tipo de bahareque aislante que mejoraría en zonas frías o cálidas de alta radiación la habitabilidad interior de la vivienda con materiales de deshecho como materia prima básica, tal cual como se presenta en la figura 5. Los principales retos a superar en dicha técnica constructiva innovadora son el ataque de microorganismos o insectos así como la formación de una subestructura lo suficientemente rígida como para conformar muros de altura suficiente.



Figura 5. Muestras de paneles aislantes de bagazo para cielo raso aislante o bahareque mejorado

Pisos aislantes. En zonas frías como las del páramo ecuatoriano la temperatura de los pisos en contacto con el terreno puede alcanzar temperaturas inferiores a 5°C de forma permanente, por lo que el aislamiento térmico de este elemento es imprescindible para alcanzar el confort térmico interior (remarcar que el confort interior así como la limitación de la demanda energética de un

edificio es imprescindible aislar toda la envolvente de este ya que de otra forma los elementos no aislados pasan a convertirse en verdaderos sumideros de energía).

Las solicitaciones requeridas al material base del piso se limitan a la resistencia a la abrasión de la capa superficial y la indeformabilidad de la solera frente a las limitadas cargas que recibe. Es por ello que el compuesto de tierra apisonada o estabilizada con reducidas cantidades de cal o cemento y altos porcentajes de biomasa atesoran un enorme potencial aislante de bajo coste. El campo de investigación en pisos aislantes se abre a prácticamente todas las biomásas de estudio: pajonal, totora, bagazo, café, cacao, cascarilla de arroz, raquis de banano y residuos de bambú.

En los compuestos de biomasa-tierra + estabilizantes se ensayará la conductividad térmica y la resistencia a la compresión según las teorías de tierra estabilizada.

Paneles aislantes. Gran parte de la edificación del país y todo el continente sudamericano situado en zonas frías y cálidas de alta radiación solar presenta graves problemas de habitabilidad debido a las pérdidas de energía que se producen a través de las cubiertas así como el intenso sobrecalentamiento producido por la fuerte radiación incidente sobre estas. El problema se convierte en insostenible cuando la cubierta se construye con chapa metálica conformada o placas de fibrocemento.

La formación de un cielo raso aislante bajo la cubierta de forma que genere una cámara de aire ventilada entre cubierta y cielo raso. Reduciría las pérdidas y ganancias de energía indeseables en torno a un 80% fomentando no solo la eficiencia energética

de las nuevas construcciones, sino que permitiría la rehabilitación energética de los edificios construidos.

Dicha rehabilitación energética podría extenderse a los muros mediante trasdosados aislantes formados por placas aglomeradas de biomasa y un acabado de madera o yeso laminado. En la figura 6 se muestra la totora o typha, también usada para estos fines.



Figura 6. Totora o Typha. Panelado con colas naturales

El potencial de estas soluciones motiva que uno de los objetivos prioritarios de la presente investigación se centre en la búsqueda de un sistema económico de aglomeración de la biomasa en paneles. Por el momento se están realizando muestras con colas de carpintero o de pescado, caseínas, látex o colas de almidón.

Los primeros ensayos realizados con una prensa de acero expuesta a la radiación solar demuestran que la adición de presión y calor mejora la aglomeración del panel y reduce las necesidades de aglomerante. La presencia de hongos y el ataque de insectos

denota que será imprescindible en zonas templadas o cálidas la adición algún producto natural que preserve la biomasa e incremente la durabilidad de los paneles.

Se está investigando en la actualidad la efectividad de las resinas superficiales o los tratamientos en masa con agua de chocho, sales de bórax, las cenizas volcánicas o cemento. En cuanto a las fibras más adecuadas para este elemento constructivo se está trabajando con biomasa de fibra larga como el bagazo, el raquis de banano y la totora, dada la menor cantidad de aglomerante que precisan comparados con fibras de grano menor.

En paneles aislantes se ensayará la conductividad térmica, la deformabilidad del producto acabado así como su durabilidad de los tratamientos preservantes frente a posibles agentes destructores.

Aislamiento en masa. Determinadas biomasa confinadas en un ambiente seco y protegida de hongos e insectos puede convertirse por sí sola en un efectivo aislamiento térmico. Hasta el momento, no existe una caracterización del potencial aislante de las distintas biomasa, a excepción de cálculos (no todos realizados según norma) de especies vegetales como la paja o la celulosa dada su utilización en Europa como componente en distintos materiales de construcción.

El primer objetivo por lo tanto de la investigación será la determinación de la conductividad de las distintas biomasa susceptibles de convertirse en aislante térmico en Ecuador, de forma que sea posible mapear el país en función de las necesidades de aislamiento dadas las condiciones climáticas y los recursos naturales disponibles a tal efecto. Se está

trabajando en esta línea con biomásas como: el pajonal, la totora, el bagazo, la cascarilla de café, cacao y arroz, el raquis de banano, el cuesco o raquis de palma africana, y los desechos o residuos de bambú

DESARROLLO DE INSTRUMENTACIÓN

Una vez evaluados determinados los potenciales elementos constructivos, se han detectado las características físicas, mecánicas o higrotérmicas, así como los indicadores de sustentabilidad a controlar en cada uno de ellos. En base a estos se ha desarrollado la instrumentación necesaria para su medición de forma homologada según la norma establecida.

Conductividad térmica

El objetivo principal es la obtención de materiales que mejoren la sostenibilidad energética de los sistemas constructivos actuales por lo que será prioritario el desarrollo de materiales con el máximo aislamiento térmico mediante la inclusión de los mayores porcentajes de biomasa posibles, investigando en torno a sus posibilidades de aglomeración en función de las características de esta y el tipo de elemento constructivo a desarrollar. Para la determinación de la conductividad térmica de los distintos materiales se ha diseñado y construido un banco de pruebas para la determinación de la conductividad térmica según las normas de la ASTM (Method, 2013).

En la actualidad (octubre de 2014) no existe un banco de pruebas de conductividad homologable según la norma ASTM (Method, 2013) en Ecuador, ni material no importado que cuente con una ficha técnica que incluya su coeficiente de conductividad térmica. Es por ello que el planteamiento de un aparato fácilmente replicable de bajo coste (3000\$)

de resultados homologables puede suponer un instrumento eficaz para el desarrollo de aislamientos térmicos nacionales certificados basados o no en productos vegetales.

La norma C177-13 (Method, 2013) establece criterios de laboratorio para la medida del flujo de calor en estado estacionario a través de una muestra plana y homogénea de caras paralelas monitoreada a temperaturas constantes mediante un sistema llamado de placa caliente. El principio se basa en la determinación del flujo térmico a través de una muestra de espesor conocido y las temperaturas de las caras calientes y frías de la muestra.

La inducción de calor se produce en la placa caliente mediante un sistema de resistencias eléctricas controladas por un sistema electrónico. La placa fría, por su parte, asegura la disipación de la energía transmitida y asegurar un flujo de calor constante habilitando la aplicación de la ley de Fourier. Las temperaturas registradas en las placas frías y calientes determinan un gradiente que puede ser ajustado mediante la variación de la potencia eléctrica. Un calentamiento perimetral de la muestra alrededor de la placa caliente (mediante el llamado anillo de guarda) permite asegurar una transmisión unidireccional del flujo de energía emitida por esta de forma perpendicular a las placas y al material de muestra.

Las principales variaciones con respecto a otros modelos construidos según los criterios de las normas ASTM consiste en el montaje de un banco de pruebas que permita el ensayo de espesores variables mayores (hasta 20 cm) a los testados habituales como aislantes puros, de forma que sea posible el ensayo de compuestos de menor capacidad aislante, composición heterogénea pero

económicos y accesibles, tal como se muestra en la figura 7.

La utilización de una prensa permite evitar todo contacto entre el material de muestra y cualquier otro elemento que no sean las placas fría y caliente, eliminando cualquier transmisión no deseada de energía por conducción en la muestra. Una campana de vacío que envuelve todo el equipo permite eliminar por su parte la transmisión de energía por convección. Ambas estrategias aseguran la transmisión de la energía estrictamente por conducción a través del material interpuesto entre placas



Figura 7. Fotografía del aparato de medida

Resistencia

La resistencia es la capacidad de una estructura, de sus partes y elementos de contrarrestar una carga determinada sin descomponerse (Pisarenko, Yákovlev, 1979). Un factor clave a determinar en los productos con requerimientos estructurales será la resistencia mínima a alcanzar, dado que, con la inclusión de altos porcentajes de biomasa, esta se verá mermada con respecto a productos desarrollados estrictamente con aglomerantes convencionales como el cemento o la cal.

La resistencia exigida a los sistemas constructivos ancestrales no acostumbra a estar regulada por normativas técnicas específicas, pese a que recientemente se vienen realizando interesantes aproximaciones dentro de la construcción en tierra (Cid, Mazarrón, & Cañas, 2011).

Dicha circunstancia, forzada en parte por la imposibilidad de control estricto de sus componentes, proceso de fabricación y curado, intrínseco a dichas técnicas, podría condenar al abandono cualquier técnica no sujeta a los estrictos controles de calidad únicamente posibles mediante procesos de fabricación industrializados. Es por ello que acrecentar el conocimiento científico de las técnicas ancestrales promueve su evolución y su mantiene su vigencia.

Todavía, para el compuesto biomasa vegetal-cemento, la cinética de evolución de su resistencia mecánica durante su proceso de curado no es plenamente conocida por lo que la determinación de este para un amplio rango de biomasa resultará de especial interés.

Resistencia a la compresión

El esfuerzo de compresión es la resultante de las tensiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada en materiales de construcción por una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección (Caballero, Silva, & Bernabé, 2010).

Existe una amplia bibliografía en torno a investigaciones destinadas a la reducción de costes del hormigón mediante la sustitución de parte de los áridos por pequeños porcentajes de fibras vegetales. (Beraldo, 2011), (Robayo et al., 2013), (Salazar, 1988). En todos los casos un incremento del porcentaje de biomasa supone una disminución de la resistencia del composite,

como se muestra en la figura 8.

Pese a ello, la limitada reducción de resistencia comparada con las proporciones de biomasa introducidas en la mezcla, es suficientemente prometedor como para plantear la hipótesis de que la adición de altas proporciones de biomasa pueda reducir la conductividad térmica de la mezcla manteniendo valores suficientes de resistencia.



Figura 8. Probeta de composite formado por cemento, arena y cascarilla de arroz

En el presente estudio se han determinado por lo tanto los varios valores de referencia importantes que enmarcan la relación resistencia–conductividad investigados para cada biomasa. El primer valor hace referencia a la resistencia mínima necesaria para la utilización de los compuestos como cerramiento no estructural. Determinar la resistencia mínima a alcanzar, permitirá establecer los porcentajes máximos de biomasa y con ello los máximos aislamiento térmicos alcanzables. Dicho valor ha sido extraído por la norma española UNE 41410 (AENOR, 2008) para bloques de tierra comprimida. Dicha norma marca un valor mínimo de 1.3 MPa. En el otro extremo, el límite superior de resistencia investigado, será el marcado por la norma INEN 639 (INEN, 2012) como valor mínimo de resistencia a la compresión para la

fabricación de bloques homologables según la normativa ecuatoriana para paredes divisorias exteriores, con revestimiento sin requisitos estructurales. Dicha norma determina un valor de 2.5 Mpa.

Resistencia a la tracción

Las conclusiones establecidas en torno a la mejora de la resistencia a tracción en los compuestos de hormigón mediante la adición de todo tipo de fibras (Beraldo A.L, 2011) permiten esperar de la presente investigación compuestos que mejoren los resultados experimentales del hormigón sin biomasa. La presente experimentación permitirá ampliar considerablemente la información existente en torno al tema, de forma que será posible establecer criterios en torno a las proporciones de biomasa, dimensiones más adecuadas de las fibras, adherencia del compuesto vegetal y el aglomerante, etc. Se evaluará la resistencia a la tracción mediante el ensayo de flexión establecido en la norma INEN 265. (INEN, 1978).

Proceso de mezcla, amasado y curado

Las primeras pruebas realizadas con 7 biomazas dentro del marco de la presente investigación demuestran la importancia que el proceso constructivo y el curado de las distintas mezclas tiene en sus características mecánicas finales (especialmente de los bloques). Los valores de resistencia de los distintos composites estarán estrechamente ligados a la relación cemento-agua, a las propiedades específicas de los agregados, al tamaño de sus partículas, o la proporción entre todos sus constituyentes y la forma de efectuar la mezcla, el amasado, la compactación, así como la dinámica de curado. (Beraldo A.L., 2011) (Salazar, 1999). Es por lo tanto vital establecer una metodología clara de producción que asegure las mejores características del producto final.

Absorción de agua

La absorción de agua por parte de los materiales constructivos afecta de forma importante a su coeficiente de conductividad térmica al ocupar el agua las celdas de aire que limitaban la transmisión de energía por conducción. Es por ello que la absorción de agua de los elementos constructivos expuestos a la humedad del terreno o de la lluvia será una variable importante a determinar, así como la variación de conductividad que sufra el material frente a distintos escenarios climatológicos que puedan variar el contenido de agua por absorción.

El ensayo a realizar seguirá el protocolo de la norma UNE 41410:2008 (AENOR, 2008) que determina ensayo de absorción de agua por capilaridad consiste en el secado y pesado posterior de la muestra para su posterior inmersión parcial en agua durante 24 horas. El pesado posterior a la inmersión determinará el llamado porcentaje de absorción individual en gramos

Durabilidad y pérdida de prestaciones

Es imprescindible que las solicitaciones requeridas a los materiales desarrollados se mantengan a lo largo de la vida útil del producto. Es por ello que se evaluarán los posibles agentes destructores a la vez que se investiga en torno a los distintos aditivos o tratamientos que habiliten la ampliación de su vida útil.

Un material durable será aquel capaz de resistir las agresiones propias o externas debidas a procesos mecánicos, físicos, químicos o biológicos (Guigou, 2001) sin perder las prestaciones para el que fue construido. Para la comprobación de la durabilidad de los materiales propuestos se realizarán una serie de pruebas físicas y

mecánicas. Del mismo modo se comprobarán de nuevo las propiedades de resistencia y conductividad al final del periodo de prueba para la comprobación de sus prestaciones.

Ensayo de erosión acelerada de Swinburne

Se trata de una prueba de ensayo destinada a la comprobación de la erosión de bloques extraída a de la Norma UNE 41410:2008 (AENOR, 2008). El ensayo consiste en dejar caer una corriente continua de agua sobre el bloque durante 10 minutos a través de un tubo de pequeño diámetro, conectado a un tanque de agua de nivel constante, cuya cabecera estará sobre la cara del bloque inclinado respecto a la horizontal. Con una varilla, se mide la profundidad de las oquedades que aparecen. Si la profundidad es inferior a 10 mm el bloque se considera apto.

El ensayo de humectación / secado tiene el objetivo de comprobar la degradación de los materiales, principalmente bloques o ladrillos de BTC frente a un ciclo repetido de humectación secado, similar al que podría exponerse a los materiales frente a la lluvia. La norma UNE 41410:2008 (AENOR, 2008) establece los criterios de ensayo que consiste en colocar la cara inferior de 2 bloques sumergidos 10 milímetros durante 30 segundos. Tras seis ciclos inmersión y secado no se deberán observar grietas, hinchamientos, pérdida de fragmentos, o eflorescencias.

Ataque de insectos u hongos

Uno de los principales impedimentos para la implantación de soluciones constructivas basadas en biomasa puede ser la limitada durabilidad de esta. Dicho problema puede ser abordado desde dos frentes. Por un lado la búsqueda de productos naturales no

tóxicos de bajo coste que permitan preservar la biomasa. El segundo es la investigación en torno a sistemas constructivos que mantengan la biomasa seca y alejada del ataque de los xilófagos, contenida de una forma que permita, cada cierto tiempo su sustitución rápida, económica y sencilla.

Ambas aproximaciones están ya siendo analizadas en los dos prototipos de vivienda que se iniciarán durante el mes de agosto y septiembre de 2014 en los terrenos de la ESPE Sangolquí e IASA I. Allí se construirán 2 laboratorios móviles que serán aislados térmicamente siguiendo las conclusiones derivadas de la presente investigación para poder, someter a una prueba real el mantenimiento de las condiciones físicas del mayor número de biomasa posibles a lo largo de un periodo suficientemente representativo de ensayo, detectando de esta forma posibles problemas de durabilidad e investigando soluciones de preservación adecuadas.

Huella de carbono

Un último indicador de sostenibilidad a evaluar será la huella de carbono de todo el ciclo de vida de los productos desarrollados comparada con las soluciones convencionalmente utilizadas. Dichos indicadores incluirán el valor del CO₂ equivalente emitido durante la fase de construcción, el vertido durante la vida útil del producto y el emitido para su reutilización, reciclaje o vertido. En el caso de materiales compuestos de biomasa será necesario incluir en dicho cómputo el CO₂ absorbido en su fase vegetativa.

Las estrategias integrales de sostenibilidad sobre las que se basa la investigación quedarán demostradas en el presente indicador.

CONCLUSIONES

El desarrollo de aislantes térmicos basados en residuos de biomasa es una línea de investigación prometedora que permitirá la mejora sustancial de la eficiencia energética y el confort térmico del hábitat en el ámbito ecuatoriano con soluciones sustentables de bajo coste.

Existen múltiples componentes edificatorios ancestrales como muros o pisos susceptibles de evolución y mejora mediante la adición de altos porcentajes de biomasa en su composición. El desarrollo de elementos constructivos contemporáneos como paneles o mantas basados en materiales vegetales permitirá la mejora de la sustentabilidad de soluciones industriales así como la reducción importante del coste de producción de estas.

Los principales obstáculos a salvar serán el conocimiento de los recursos de biomasa disponibles en el territorio, así como el potencial aislante de estos en sus distintas posibilidades de aglomeración en productos compatibles con la dinámica climática, social, económica o constructiva ecuatoriana.

AGRADECIMIENTOS

La concepción del proyecto de investigación así como su desarrollo se ha planteado en estrecha colaboración con el programa Prometeo del Senescyt, así como con las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Civil de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) para el máximo aprovechamiento de los conocimientos y potenciales de cada disciplina.

REFERENCIAS

AENOR. (2008). UNE 41410 Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques.

Beraldo A.L. (2011). Aprovechamiento de residuos agro-industriales como fuente sostenible de materiales de construcción. CYTED.

Caballero, M., Silva, L. y Bernabé, J. L. (2010). RESISTENCIA MECANICA DEL ADOBE COMPACTADO INCREMENTADA POR BAGAZO DE AGAVE Centro interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca . Instituto Politécnico Nacional .

Cid, J., Mazarrón, F. y Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informes de La Construcción, 63(523), pp. 159–169.

Guigou, C. (2001). Durabilidad de los materiales constructivos.

Hidalgo, A. (2007). Valoración de los residuos de biomasa en la industria de la Construcción. Situación de La Industria de La Construcción .

INEN. (1978). INEN 265. Ladrillos determinación de la resistencia a la flexión.

INEN. (2012). INEN 639. bolques huecos de hormigón. Muestreo, inspección y recepción, 0639.

Method, S. T. (2013). Standard Test Method for Steady-State Heat Flux Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate.

Pisarenko, G., Yákovlev, A. y Matvéev, V. (1979). Manual de resistencia de materiales. Moscow.

Proterra, R. E. D. I. y Proterra, R. I. (2011). Técnicas de Construcción con Tierra.

Robayo, R., Matthey, P., y Delvasto, S. (2013). Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero. Revista de La Construcción, pp. 139–151.

Salas, J. y Veras Castro, J. (2012). Materiales de construcción con propiedades aislantes a base de cascara de arroz. Informes de La Construcción, 37(372), pp. 53–64.

Salazar, J. (1988). Dosificación de hormigones ligeros con cascarilla de café, pp. 51–56.

Salazar, J. (1999). Determinación de la condición saturada y seca superficialmente de otragados para hormigón ligero. Curso de Evaluación de Impactos Ambientales, pp. 9–14.

Fecha de recepción: 25 de septiembre de 2014

Fecha de aceptación: 11 de noviembre de 2014

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y FACTIBILIDAD FINANCIERA DEL PROCESO DE GRANULADO HÚMEDO DE UNA FORMULACIÓN ANTISÉPTICA URINARIA UTILIZANDO UN EQUIPO DE LECHO FLUIDO

Hernández, C.; Puerta, M.; Mieres-Pitre, A.; Niño, Z.

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia.
Estado Carabobo. Venezuela

e-mail: carherna02@gmail.com

Resumen: El objetivo es evaluar y verificar la calidad de una formulación antiséptica urinaria después del proceso de granulación húmeda, a través del cumplimiento de las normas de calidad internacionales (Farmacopea de los Estados Unidos de América), así como la ratificación de la factibilidad financiera de la inversión realizada para sustituir el equipo de secado actual, por una nueva tecnología de lecho fluido. El equipo instalado es marca Glatt, modelo WSG-CD-120. Se determinó el tiempo de proceso con el nuevo secador, comparando con el de la tecnología anterior, determinando la existencia de diferencias significativa ($P=0,05$) entre ellos, mediante el método de Tukey. Con el valor actual (VA), equivalente anual (EA) y la tasa interna de retorno (T.I.R), fue determinada la factibilidad económica. La implementación de la nueva tecnología, reduce significativamente el tiempo de proceso en 16 horas, que es 45,7% menor que el secador usado anteriormente. El VA(20%) fue de 624.279,9 USD, el EA(20%) de 208.746,5 USD/año y la T.I.R fue de 29,6%, indicando que el proyecto de sustitución del secador fue rentable económicamente.

Palabras clave: Secador, lecho fluido, granulación húmeda, antiséptico urinario.

QUALITY ASSESSMENT AND FINANCIAL FEASIBILITY OF THE WET GRANULAR PROCESS OF A URINARY ANTISEPTIC FORMULATION BY USING A FLUID BED EQUIPMENT

Abstract: the objective is to evaluate and verify the quality of a urinary antiseptic formulation after the wet granulation process through compliance with international quality standards (Pharmacopoeia of the United States of America) and the ratification of the financial feasibility of the investment to replace the current drying equipment for a new fluidized bed technology. The current equipment's trademark is Glatt WSG-CD-120 model. The processing time was determined with the new dryer. Compared to the prior technology, significant differences ($P=0.05$) between them were determined by the Tukey method. With the present value (PV), annual equivalent (EA) and internal rate of return (IRR), the economic feasibility was determined. The implementation of new technologies significantly reduces the processing time to 16 hours, which is 45.7% less than the previously used dryer. The PV(20%) was 624,279.9 USD, the EA(20%) 208,746.5 USD/year and the IRR 29.6%, indicating that the dryer replacement project was economically viable.

Key words: Dryer, fluid bed, wet granulation, urinary antiseptic.

INTRODUCCIÓN

La buena salud es fundamental para el bienestar humano y el desarrollo económico-social sostenible de una nación, por lo que existen organizaciones a nivel mundial encargadas de fortalecer la puesta al día en la profundización del conocimiento científico de las enfermedades sino también los medicamentos que puedan actuar adecuadamente para solucionar estos problemas.

El sector farmacéutico está sometido a factores ambientales, científicos, sociales, económicos y legales, a nivel global y doméstico, que rigen las etapas de aprobación, fabricación, comercialización y venta de medicamentos. Este sector también se caracteriza por ser intensivo en capital, el cual es necesario para enfrentar la creciente dinámica de la patología humana, sus tratamientos y de los requerimientos de seguridad y calidad de los fármacos cada vez mayores, en un entorno competitivo que exige un alto componente de innovación.

La granulación húmeda es la técnica más empleada por la industria farmacéutica, para la manufactura de la mayoría de sus productos en forma sólida, representado en un 48% del total de su fabricación. La granulación, es una operación contraria a la división, que tiene como fin la aglomeración de sustancias finamente divididas o pulverizadas mediante presión o mediante la adición de un aglutinante disperso en un líquido.

El resultado perseguido es la obtención de un granulado que constituya una forma farmacéutica definitiva o un producto intermedio para la fabricación de comprimidos, o que sirva de material de relleno para las cápsulas. El granulado posee ciertas ventajas sobre el polvo: tiene

buenas propiedades reológicas y de flujo; previene la segregación de los componentes en las mezclas de polvos, disminuye la fricción, efectos de la carga eléctrica, facilita el llenado homogéneo de envases, cápsulas y matrices con los comprimidos y es fácilmente compresible. La unión interparticular del granulado se puede lograr de dos formas: con un aglutinante o por la acción mecánica (presión o fuerza). En el primer caso, se requiere un líquido que ligue el aglutinante con las sustancia que se desee granular (Navascués, 2002).

El desarrollo del lecho fluido desde el fin de la década de los años 50 es único en la industria farmacéutica. En el inicio fue utilizado como un simple pero muy eficaz secador. Con la adición de boquillas de aspersión, los sistemas de lecho fluido rápidamente se desarrollaron como granuladores (Palma y Allemandi, 2005). Actualmente, ninguna otra tecnología en la industria farmacéutica engloba este rango tan amplio de procesos con la ventaja económica de tenerlos en un solo equipo.

Son sistemas muy empleados para la desecación y la granulación por vía húmeda. Si un gas fluye hacia arriba a través de un lecho de partículas con una velocidad superior a la velocidad de asentamiento de éstas e inferior a la de transporte neumático, el sólido se mantiene parcialmente suspendido en el flujo de gas. La mezcla resultante entre el gas y los sólidos se asemeja a un líquido y, por ello, se dice que los sólidos están fluidizados. Esta técnica sirve para secar sólidos granulares, porque cada partícula está rodeada del gas desecante. Además, la mezcla se efectúa en condiciones uniformes de temperatura, composición y distribución de las partículas por tamaños en todo el lecho. Por ello, tiene ventajas sobre el secado convencional con

bandeja cuando se trata de secar granulados destinados a la fabricación de comprimidos. La aplicación de esta técnica se encuentra en numerosos procesos físicos metalúrgicos y químicos. La principal variable a controlar es la temperatura del lecho (Palma y Allemandi, 2005).

La marca Glatt ha tenido una influencia significativa en el desarrollo y en la expansión de la tecnología de lecho fluido en todo el mundo en las últimas cinco décadas. Estos sistemas son utilizados en las industrias farmacéutica, química, alimenticia y de alimentos para animales, así como en las industrias de cerámicas y cosméticos alrededor del mundo, para los procesos de secado, granulación, recubrimiento o producción de pellets. Glatt también se dedicó a cumplir con los requerimientos técnicos para la protección y prevención de posibles explosiones durante el desarrollo de esta tecnología.

Dentro de los secadores de lecho fluido que ofrece esta marca, se tiene la serie WSTI-G, el cual basa su desempeño en una eficiencia máxima en secado y granulación, garantizando un secado increíblemente rápido, un sólo sistema gentil y uniforme. Por lo tanto son utilizados con frecuencia junto con granuladores de *high shear* (mezcladores húmedos). Con la adición de una boquilla de atomización o esperado, el secador se convierte en un granulador, garantizando una gran homogeneidad de los mismos (Glatt, 2013). En estos sistemas, las partículas sólidas son parcialmente suspendidas en un flujo de gas que se mueve de forma ascendente. Las partículas alzadas caen al azar por lo que la mezcla sólido-gas resultante actúa como un líquido hirviente. El contacto sólido-gas es excelente con lo que la transferencia de masa y calor

resulta muy buena (Srivastava y Mishra 2010; Kandukuri et al., 2009).

El antiséptico urinario al que se hace mención en esta investigación, es considerado un producto tipo A, con un promedio de venta anual cercano a un millón 150 mil unidades, equivalente a un 46% de la producción total, es decir posee mayor rotación de inventario en comparación con otros productos (Puerta, 2012), razón por lo cual la mejora de los procesos de manufactura tiene una significativa importancia para la empresa que lo produce, debido a que la mayor parte de la producción anual de sus productos está enfocada sobre éstos y al mejorar sus procesos mejoran tiempos de manufactura, costo de productos y calidad de ellos. En este sentido, el objetivo fue implementar una nueva tecnología de secado en la etapa de granulación humedad de un antiséptico urinario, con el fin de evaluar la calidad del producto, el rendimiento del proceso, la rentabilidad económica, los tiempos de manufactura y comparar este último parámetro con la tecnología usada actualmente por la empresa fabricante.

METODOLOGÍA

Condiciones de operación

En cuanto a los parámetros de operación a establecer para el arranque de la nueva tecnología, se asignan tomando como punto de referencia los utilizados en la tecnología anterior, el cual consiste en un secador Glatt tipo TFO 60/100.

Es necesario adicionar nuevos parámetros de operación que no estaban contemplados en la tecnología anterior, entre ellos: caudal (m^3/h), el cual junto a la temperatura de entrada del aire son variables críticas del proceso a controlar debido a que estas

impactan directamente la fluidización del producto y capacidad de evaporación, así como también el tipo, tiempo y frecuencia de sacudida. Para determinar el caudal de aire idóneo para el secado, se contempló el rango de trabajo de caudal de aire comprendido entre 3.700 y 4.100 m³/h propuesto por el proveedor para polvos con densidades aparentes comprendidas entre (0,400-1,200) g/mL, ya que la densidad del antiséptico urinario declarado como su especificación se encuentra entre (0,500-0,900) g/mL. La figura 1, muestra un secador de lecho fluido Glatt WSG-CD-120.



Figura 1. Secador de lecho fluido Glatt WSG-CD-120

De acuerdo a lo establecido por el fabricante, el caudal de aire sugerido para alcanzar la altura adecuada del lecho debe ser de 4.000 m³/h, de forma tal que las partículas estén suficientemente separadas entre sí, puedan moverse en el lecho y comience la verdadera fluidización (Glatt, 2013). Si se trabaja a velocidades pequeñas, el aire formará canales para pasar a través de la cama del lecho y no se levantará el polvo para su fluidización; por el contrario, si se trabaja con altos valores de caudal mayores a 4.000 m³/h, se pueden originar pérdidas del polvo total que se estaba secando, debido a que las partículas del polvo siguen la corriente

del aire y pueden elevarse más de lo deseado y sufrir transportación neumática, lo que trae como consecuencia que el polvo no se seque y se adhieran a las mangas de los filtros o paredes del equipo, como lo explica McCabe et al., (2002)

Sin embargo, McCabe et al., (2002) indican que el lecho puede operar con grandes velocidades y con muy poca o ninguna pérdida de sólido, siempre y cuando la velocidad superficial que se requiere para soportar el lecho de partículas sea mucho menor que la velocidad límite de las mismas. En el caso de la temperatura del aire para la nueva tecnología, se definió tomando como referencia la temperatura de secado utilizada en el con el equipo anterior (45°C) pero se incrementó en 5°C por recomendaciones del proveedor (Glatt, 2013). Cabe destacar que la temperatura del aire debe mantenerse a niveles moderados (<50°C) para minimizar secados excesivos en las capas más externas del gránulo que está más expuesta a la entrada de aire de secado (Gennaro, 2003).

El tipo, tiempo y frecuencia de sacudida para este tipo de polvos fue de 24 segundos, cada 8 minutos y de acuerdo al tipo de filtro que posee este equipo, se asignó un tipo de sacudida de cámara sencilla que garantiza una sacudida más efectiva porque sacude todas las mangas de los filtros al mismo tiempo lo que permite que de manera uniforme el polvo retenido en las mangas regresen nuevamente al lecho para continuar con su secado (Glatt, 2013). La tabla N° 1, muestra las condiciones de operación del secador de lecho fluido Glatt WSG-CD-120. En relación al tamaño de la sección de secado y la cantidad de la misma, se determina que la capacidad de carga del equipo es de 215,1 kg.

Tabla N° 1. Condiciones operacionales del secador Glatt WSG-CD-120

Parámetros de operación	Valor
Caudal de aire (m ³ /h)	4.000
Temperatura (°C)	50
Tipo de sacudida	Cámara sencilla
Tiempo de sacudida (seg)	24
Frecuencia de sacudida (min)	Cada 8
Tamaño de sección (kg)	71,70
Cantidad de secciones	3

Ensayos de calidad

Navascués (2002), señala que los granulados se evalúan atendiendo a las características siguientes: granulometría, que debe ser mínima, densidad aparente, friabilidad, es decir, resistencia a la erosión; humedad, dureza, disolución, desintegración, porcentaje del principio activo y el peso del comprimido.

Se llevaron a cabo los análisis de control de calidad del antiséptico urinario con la nueva tecnología, aplicando los métodos establecidos para ello, los cuales se encuentran reportados en la Farmacopea de los Estados Unidos de América (USP, 2008). Se analizaron 9 lotes de producción, una vez realizada la puesta en marcha del secador de lecho fluido en el proceso productivo. Para cada lote, los ensayos fueron realizados por triplicado, tomando al azar muestras de tabletas del antiséptico urinario. Para cada lote se reportó el promedio y el error experimental se determinó como la desviación estándar correspondiente.

La humedad mide el contenido de agua en la mezcla, expresado en porcentaje (%). El ensayo se realizó de acuerdo a lo establecido en el método N° 731 (USP, 2008). La dureza es la resistencia a la picadura o rotura en almacenamiento o manipulación, expresada en kilopondios (kp).

Para la dureza se utilizó el método N°616 (USP, 2008), utilizando un durómetro Erweka TBH425 TD. Para la densidad aparente, la cual es la cantidad de masa que ocupa un volumen determinado, expresado en g/mL, se determinó mediante el método N°616 (USP, 2008). La granulometría se efectuó mediante el método N° 786 (USP, 2008).

El contenido de principio activo que se refiere a la concentración del principio activo presente, expresado en unidades de concentración (g/mg o g/g), se determinó por espectrofotometría. El equipo utilizado fue un espectrofotómetro modelo Génesis 10UV. Se pesaron aproximadamente 260 mg de muestra, se transfirieron a un balón de 500mL y se le adicionó 200 mL de ácido clorhídrico 0,1N. Se agitó en baño de ultrasonido por 15 min. Se enfrió y llevó a volumen con ácido clorhídrico 0,1N. Se filtró con filtro Whatman N°1 descartando los primeros 20 mL de filtrado. Luego, se tomó 5mL del filtrado claro y se llevó a 100 mL en un balón de esta capacidad con ácido clorhídrico 0,1N. Finalmente se determinó el contenido de principio activo mediante la lectura de absorbancia del estándar (Flavoxate HCl) y de la muestra. Para la preparación del estándar, fueron pesados aproximadamente 200 mg de Flavoxate HCl (estándar de trabajo secundario), llevándolo a un balón volumétrico de 500 mL y

diluyéndolo con aproximadamente 200 a 300 mL de ácido clorhídrico 0,1N. Se agitó en baño ultrasonido por 15 minutos. Enfriándolo y llevándolo a volumen con ácido clorhídrico 0,1N. Luego se filtró a través de papel filtro Whatman N°1, descartando los primeros 20 mL del filtrado. Finalmente se tomaron 5 mL del filtrado claro, se llevó a 100mL en un balón de esta capacidad, con ácido clorhídrico 0,1N.

La ecuación (1) muestra la forma en la que se determinó la concentración del principio activo (Puerta, 2012).

$$C_{pa} = \frac{P_{est} * A_{bm} * P_{tt}}{P_m * A_{best}} \quad (1)$$

Dónde:

C_{pa}: Concentración del principio activo, en mg.

P_{est}: Peso del estándar, en mg.

A_{bm}: Absorbancia de la muestra, en nm.

P_{tt}: Peso teórico de la tableta (0,260 mg).

P_m: Peso de la muestra, en mg.

A_{best}: Absorbancia del estándar, 293 nm.

El porcentaje de principio activo (%) se determinó como la relación de la concentración del principio activo (C_{pa}), determinado con la ecuación 1, entre la concentración del principio activo declarado (C_{pad}) para el antiséptico urinario, el cual es de 200,0 mg.

La friabilidad se refiere a la capacidad de la tableta para soportar la abrasión durante envasado, manipulación y transporte, expresada en porcentaje (%). Se determinó mediante el método N° 1216 (USP, 2008). El equipo utilizado para este ensayo fue un Friabilizador marca Erweka. El peso es la cantidad de granulado que contiene el rotulado del componente terapéutico. Se define como el llenado volumétrico de la cavidad de la matriz de la tableteadora; y se expresa en gramos (g). Se hizo aplicando el

método N°2091 (USP, 2008), y consistió en pesar individualmente 10 tabletas o comprimidos.

La determinación de la desintegración se realizó empelando el método N° 701 (USP, 2008). Se empleó un equipo desintegrador marca Erweka. Se colocó una tableta en cada uno de los seis tubos de la cesta, colocando posteriormente agua como líquido de inmersión a 37 °C, a cada una de ellas. Finalmente se registró el tiempo en el que todas las tabletas se desintegraron por completo.

La disolución es la cantidad de absorción y disponibilidad fisiológica del medicamento, expresada en porcentaje (%). Se realizó empelando el método N°711 (USP, 2008), se usó el equipo Disolutor Erweka, modelo DT 80. El procedimiento consistió en el ensamblaje del vaso del aparato, colocando el volumen del medio de disolución (900 mL de HCl 0,1N), equilibrándolo a 37°C. Se colocó 1 tableta o gragea en cada uno de los vasos del aparato, teniendo cuidado de excluir las burbujas de aire de la superficie de la unidad de dosificación. Se operó el equipo (disolutor) a la velocidad de 100 rpm durante 60 minutos. Se retiró 20 mL de las muestras a una distancia media entre la superficie del medio de disolución y la parte superior del canastillo o del aspa rotatoria. Luego fueron filtradas las alícuotas de las muestras tomadas a través del filtro Whatman N°1, descartando los primeros mL de filtrado. Finalmente se determinó el contenido del principio activo de las muestras disueltas mediante la absorbancia del estándar y de la muestra a las longitudes de onda correspondientes, obtenidas éstas por espectrofotometría.

Con la ecuación (2), se determinó el porcentaje de disolución. Para la preparación

del estándar que se usó en la prueba de disolución, se pesaron aproximadamente 200 mg de Flavoxate HCl (estándar de trabajo). Se diluyó en 900 mL de ácido clorhídrico 0,1N, en agitación magnética por 60 minutos y a 37°C. Se tomaron 20mL y se filtró a través de papel filtro Whatman N°1, descartando los primeros 10 mL del filtrado. Tomando posteriormente 2 mL del filtrado claro, llevando este último a 25mL en un balón de esta capacidad con ácido clorhídrico 0,1N.

$$\text{Dis} = \frac{\text{Pest} * \text{Abm}}{\text{Cpad} * \text{Abest}} * 100 \quad (2)$$

Donde:

Dis: Porcentaje de disolución, %

Tiempos de manufactura con la nueva tecnología y comprobación de su factibilidad económica

Por otro lado, se analizó la variación de los tiempos de manufactura obtenidos con el cambio de tecnología, mediante la recopilación de los datos de tiempo de manufactura con la tecnología anterior (secador Glatt tipo TFO 60/100) y con la tecnología implementada (secador de lecho fluido Glatt tipo WSG-CD-120). El estudio de los tiempos consistió en la determinación del tiempo que requiere un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas, trabajando a marcha normal y bajo condiciones normales, para desarrollar un trabajo o tarea, como lo indica Palacios (2009).

Se realizaron seguimiento y toma de tiempo a 9 lotes de producción con ambas tecnologías. Se reportó el promedio de las 9 mediciones y la desviación estándar típica como una medida de la dispersión de los valores. La rentabilidad económica se determinó con el cálculo del valor actual, equivalente anual y tasa interna de retorno,

con la metodología descrita por Alvarado et al., (2005). Los flujos de cajas se definieron a partir de la ganancia neta que originarán las unidades de producto adicionales obtenidas tras la puesta en marcha de la nueva tecnología. El horizonte de planeación fue de 5 años, que para este tipo proyecto se pudiera catalogar como una alternativa de inversión de seguro rendimiento, representando el tiempo en el cual los ingresos continúan ocurriendo, como lo describe White (2006).

La tasa mínima de rendimiento (TMR) fue de 20%, el precio de venta del producto se consideró en 7,34 USD/unidad, considerando una tasa de cambio de 6,3 Bs/USD, correspondiente a la tasa oficial para la fecha de estudio. Se asumió capital propio (Puerta, 2012).

Análisis de los datos

Se utilizó el método de múltiples comparaciones de Tukey, el cual compara las medias para cada par de niveles de factor, utilizando un nivel de significancia por familia, para controlar la tasa de errores de tipo de I (concluir que existe una diferencia cuando no existe ninguna). El nivel de significancia por familia es la probabilidad de cometer uno o más errores de tipo I para todo el conjunto de comparaciones (Gutiérrez y De la Vara, 2008).

Los resultados obtenidos del análisis de significancia con la prueba t se basaron en la existencia de diferencias significativas de los valores promedios de tiempo de manufactura tras la puesta en marcha del secador de lecho fluido Glatt WSG-CD-120 y el secador Glatt del tipo TFO 60/100 a sustituir.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla N°2 muestra los parámetros de calidad del antiséptico urinario al ser secado en el secador Glatt tipo WSG-CD-120. Se observa que todos los parámetros se mantuvieron dentro de los valores especificados, en cada uno de los lotes de producción evaluados, lo que evidencia la efectividad de la nueva tecnología empleada en este proceso de manufactura, cumpliendo

con lo estipulado en las buenas prácticas de manufactura (BPM) para el sector farmacéutico, la cual establece las regulaciones mínimas para los métodos que se utilizan en la fabricación, control (especificaciones de calidad), empaque y almacenamiento de los medicamentos, con el fin de asegurar que estos cumplen con los requisitos de la FDA, y tengan la identidad, pureza, potencia y calidad que permitan darle el uso preestablecido (CDER, 2006).

Tabla N°2. Parámetros de calidad del antiséptico urinario después del secado

Parámetro de calidad	Lotes								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Humedad (%), Máximo 3, $\pm 0,01$	0,90	0,70	0,90	0,70	0,70	1,00	1,10	1,00	1,00
Dureza (kp), Máximo 15, $\pm 0,02$	10,15	11,72	14,00	12,01	13,47	11,00	12,55	12,00	14,00
Granulometría (%), 50 retenido, $\pm 0,1$	67,7	56,1	69,0	56,7	60,7	59,0	63,8	62,9	70,0
Densidad (g/mL), 0,500-0,900, $\pm 0,001$	0,517	0,502	0,624	0,539	0,584	0,531	0,572	0,519	0,616
Contenido principio activo (%), 180-220 mg/tabletas, $\pm 0,1$	198,4	198,6	197,2	207,8	198,9	199,2	196,6	200,4	197,2
Friabilidad (%), Máximo 1, $\pm 0,03$	0,11	0,01	0,10	0,10	0,09	0,00	0,10	0,10	0,10
Desintegración (min), Máximo 30, ± 1	12	10	10	12	8	10	10	10	22
Disolución (%), Mínimo 80, ± 3	95	102	98	90	98	96	101	97	91
Peso (mg), $260 \pm 3\%$, $\pm 0,5$	264,4	253,5	265,6	253,6	266,1	265,5	264,5	252,5	253,3

Analizando los valores de humedad, los cuales son muy importantes, ya que determinan el comportamiento de los polvos durante su procesado mediante la granulación húmeda, así como también la forma farmacéutica terminada. Como lo indica Gennaro (2003), si la mezcla está muy húmeda, los gránulos serán duros, se requerirá gran presión para formar las tabletas, éstas tendrán un aspecto moteado y origina inconvenientes de proceso durante su tableteado. Si la mezcla de polvos está muy seca, los gránulos resultantes serán demasiado blandos, se disgregará durante la lubricación y causará dificultades durante la compresión.

También es importante destacar que durante el secado de las granulaciones conviene conservar una cantidad residual de humedad en la granulación para mantener hidratados diversos constituyentes de la granulación, contribuir a reducir las cargas eléctricas estáticas de las partículas y también puede relacionarse la estabilidad de los productos

que contienen componentes activos sensibles a la humedad.

En relación a la dureza, lo cual debido a la forma farmacéutica del antiséptico urinario, es importante destacar el efecto de la humedad de la mezcla sobre los valores de dureza de los núcleos obtenidos durante la fase del tableteado, a fin de hacer los ajustes necesarios en la máquina compresora que garantice la obtención de núcleos dentro de especificaciones. La presión dada debe ser la suficiente como para prevenir el rompimiento o desmenuzamiento de la tableta durante las manipulaciones posteriores, pero no debe ser tan grande que impida una buena desintegración (Gennaro, 2003).

La determinación de la dureza arrojó valores que oscilan entre 10-14 kp, los cuales se encuentran dentro de especificación ya que el establecido para este parámetro es de máximo 15 kp. En la tabla N°3 se muestran los tiempos de secado para ambas tecnologías.

Tabla N°3. Comparación de Tiempos de manufactura del antiséptico urinario

Lotes	Secador Glatt TFO 60/100 Tecnología anterior (horas)	Secador Glatt WSG-CD-120 Tecnología implementada (horas)
1	27,15	26,15
2	29,45	20,35
3	50,00	21,50
4	36,30	20,00
5	28,45	18,15
6	34,15	17,45
7	35,45	15,15
8	38,15	16,00
9	34,25	15,30
Promedio	35	19
Desviación estándar	6	3

Se evidencia para la nueva tecnología (secador de lecho fluido Glatt WSG-CD-120), un comportamiento descendente, con tiempos de horas hombres que oscilan entre 26,15 y 15,3 horas, lo cual indica la disminución de los tiempos, con respecto a los que se obtuvieron con la tecnología anterior, obteniendo productos con valores de humedad adecuados y parámetros de calidad dentro de especificaciones, sin la necesidad de realizar reprocesos para lograrlo.

A medida que se manufacturaron lotes de producto, los tiempos fueron disminuyendo en relación a los primeros, explicándose esto debido a que los primeros lotes que se manufacturaron utilizando el nuevo secador sirvieron para la puesta a punto del mismo, ajustando los parámetro de operación para su mejor funcionamiento, de igual manera, a medida que se realizaron más lotes se observa como los tiempo se mantienen relativamente constantes.

De acuerdo a los valores de la tabla N°3, se tiene que el tiempo promedio para los 9 lotes analizados para la tecnología de secado anterior (secador tipo Glatt TFO 60/100) fue de 35 ± 6 horas y para la tecnología a implementar (secador de lecho fluido Glatt WSG-CD-120) fue de 19 ± 3 horas. Es importante mencionar que la dispersión o variabilidad en el tiempo, definida como la desviación estándar (Miller y Miller, 1993), fue menor con la tecnología implementada (± 3 horas), en relación a la tecnología a sustituir (± 6 horas), lo que repercute positivamente en una mejor programación de la producción y eficiencia en la etapa de secado.

La prueba de significancia, determinó que existe diferencias significativas ($P=0,05$) en los tiempos promedios de secado, ya que el

valor de $|t|$ observado o calculado fue de 6,58 y el valor crítico de $|t|$ con grados de libertad de 16, al nivel de 5% fue 2,12 (Miller y Miller, 1993), es decir, el tiempo de proceso con la tecnología implementada en el secado del antiséptico urinario, mediante el secador Glatt WSG-CD-120, es apreciablemente y significativamente menor en comparación al registrado con la tecnología anterior, lográndose una reducción de 16 horas, equivalente a 45,7% de disminución del tiempo en la etapa de secado. En definitiva este hallazgo va en correspondencia con lo señalado por Castro (2007), quien sugiere que el empleo de un secador de lecho fluidizado origina una reducción del tiempo de secado, lo que infiere un ahorro de energía del proceso, motivado principalmente a las altas velocidades de transferencia de calor y masa, condición necesaria para el secado de productos sensibles.

Finalmente, en relación al cambio tecnológico en el sistema de secado, motivado principalmente a la calidad obtenida del antiséptico urinario y tiempo de manufactura, se puede asegurar, que el mejor método que se puede usar en la elaboración de medicamentos por vía húmeda, es el secado por lecho fluido, conocido en las industrias farmacéuticas y otras, como un solo paso cerrado de operación, debido a que varios ingredientes se pueden mezclar, granular y secar en un mismo recipiente, reduciendo el manejo de materiales y acortando los tiempos de procesos, en comparación con otros procesos de granulación humedad (Srivastava y Mishra 2010; Kandukuri et al., 2009). Coincidiendo con los señalamientos de los estudios indicados con anterioridad.

En relación al estudio económico, en la tabla N°4 se presentan los ingresos adicionales,

producto de un incremento en las ventas (unidades adicionales a producir del antiséptico urinario), como consecuencia en la reducción en el tiempo de manufactura. El horizonte de planeación o vida del proyecto estimada, fue de 5 años.

La inversión inicial determinada como el costo de adquisición de la nueva tecnología (secador de lecho fluido Glatt tipo WSG-CD-120), traslado, adecuación de espacios e instalación fue de 2.345.357 USD (Puerta, 2012).

La aplicación de los indicadores de rentabilidad o factibilidad financiera, descritos en Alvarado et al., (2005), arrojó que el valor actual a 20%, VA (20%) fue de 624.279,9 USD, el equivalente anual EA (20%) fue de 208.746,5 USD/año, y la tasa interna de retorno T.I.R fue de 29,6%. Los dos primeros indicadores mayores que cero (>0) y el último T.I.R>TMR. Lo que indica la factibilidad o viabilidad económica de la implementación de un nuevo secador, en la granulación humedad de un antiséptico urinario.

Tabla N° 4. Ingresos adicionales por mayor venta del antiséptico urinario

Años	Unidades adicionales a producir del antiséptico urinario	Ingresos (USD)
1	77.000	565.180
2	113.000	829.420
3	150.000	1.101.000
4	184.000	1.350.560
5	215.000	1.578.100

CONCLUSIONES

La calidad del antiséptico urinario, determinada por la humedad, dureza, densidad aparente, friabilidad, desintegración, disolución, contenido del principio activo, granulometría y peso, está garantizada con el cambio tecnológico en la etapa de secado, con la implementación de un secador de lecho fluido Glatt del tipo WSG modelo CD 120, ya que las variables de calidad mantienen sus valores dentro de lo especificado para el producto analizado. En relación al tiempo de secado, se encontraron diferencias significativas ($P=0,05$) en esta variable de proceso, cuando el secado se hace con el secador Glatt WSG-CD-120, representado ello una reducción de 16 horas, equivalente a una disminución con respecto a la tecnología anterior de 45,7%.

Un menor tiempo de secado, contribuye a producir unidades adicionales del antiséptico urinario, traduciéndose en mayores ingresos, lo que resultó en un proyecto de cambio tecnológico factible económicamente, motivado a que los indicadores de rentabilidad, valor actual y equivalente anual fueron mayores que cero y la tasa interna de retorno mayor a la tasa mínima de rendimiento del 20%.

REFERENCIAS

- Alvarado, L., Etedgui, C., González, I. y Venturina, G. (2005). Evaluación de Proyectos de Inversión. 2da. Ed. Clemente Editores C.A. Valencia-Venezuela.
- Castro, F. (2007). Secado de Zanahoria (*Daucus carota*) en Lecho Fluidizado por lotes con ciclos de atemperado y su efecto

sobre el contenido de Carotenos. Investigación no publicada, Instituto Politécnico Nacional de México D.F. México.

Gennaro, A. (2003). Remington. Farmacia. 20ma. ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires-Argentina.

Glatt. (2013). Pharmaceutical Equipment Fluid bed drying. Glatt Process Technology GmbH. Germany.

Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. 2da. ed. McGraw Hill. México D.F.

Kandukuri, J., Allenki, V., Eaga, Ch., Keshetty, V. y Jannu, K. (2009). Pelletization Techniques for Oral Drug Delivery. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research. 1(2), pp. 63-70.

McCabe, W., Smith, J., Harriott, P. (2002). Operaciones Básicas en Ingeniería Química. 4ª edición. McGraw Hill. Madrid-España.

Miller, J.C. y Miller, J.N. (1993). Estadística para química analítica. 2ª edición. Addison-Wesley Iberoamericana. U.S.A.

Navascués, I. (2002). Notas galénicas Operaciones farmacéuticas con los comprimidos (mezcla, granulación, compresión). Panace@. 3(8), pp. 7-14.

Palacios, L. (2009). Ingeniería de Métodos Movimientos y Tiempos. 1ra. ed. Ecoe Ediciones. Bogotá-Colombia.

Palma, D. y Allemandi, D. (2005). El proceso de granulación como método de elaboración de formas farmacéuticas sólidas. Revista Nuestra Farmacia. 43: 40-45.

Puerta, M. (2012). Mejoras al proceso de elaboración de medicamentos por granulación húmeda en Laboratorios Elmor S.A. Tesis de maestría no publicada. Universidad de Carabobo. Naguanagua, Venezuela.

Srivastava, S. y Mishra, G. (2010). Fluid Bed Technology: Overview and Parameters for Process Selection. International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research. 2(4), pp. 236-246.

The United States pharmacopeial Convention (2008). Farmacopea de los Estados Unidos de América (USP 31). Baltimore:Book Press, Inc.

Op. Cit., Método N° 616, determinación de la dureza y densidad aparente de muestras farmacéuticas.

Op. Cit., Método N° 701, determinación de la desintegración de tabletas.

Op. Cit., Método N° 711, determinación del poder de disolución.

Op. Cit., Método N° 731, determinación de la humedad.

Op. Cit., Método N° 786, determinación de la granulometría.

Op. Cit., Método N° 1216, determinación de la friabilidad.

Op. Cit., Método N° 2091, determinación del peso de las muestras.

U.S. Department of Health and Human Services Food and Drug Administration, Center for Drug Evaluation and Research (CDER). (2006) Guidance for Industry Quality

Systems Approach to Pharmaceutical CGMP Regulations.USA.

White, J. (2006). Ingeniería Económica. 2da. ed. Editorial Limusa Noriega Editores S.A. México D.F. México.

Fecha de recepción: 15 de octubre de 2014

Fecha de aceptación: 18 de noviembre de 2014

EVALUACIÓN DEL USO DEL POLICLORURO DE ALUMINIO EN CONJUNTO CON SULFATO DE ALUMINIO EN EL PROCESO DE COAGULACIÓN DE UNA PLANTA DE POTABILIZACIÓN DE AGUA EN EL ESTADO CARABOBO.

Alvarado, C.; Pérez H.; Saba, C.

Centro de Investigaciones Químicas. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.

e-mail: c_alvarado_almarza@yahoo.es

Resumen: El objetivo del presente estudio fue la implementación del coagulante policloruro de aluminio en conjunto con sulfato de aluminio líquido para mejorar el proceso de potabilización de agua y así cumplir con la normativa vigente. Se diagnosticó el proceso actual, y se determinaron los parámetros físico-químicos (aluminio residual, turbidez, pH, tipo y tiempo de formación de flóculo y resuspensión) del agua cruda, sedimentada y tratada, se estudió el orden de adición de los coagulantes y su comportamiento frente a diferentes gradientes de velocidad y se estimó la relación costo-beneficio. Se comprobó una sobrecarga hidráulica en la planta que disminuye la efectividad de la etapa de sedimentación, y un gradiente de velocidad hidráulico inadecuado que requiere mayor tiempo de contacto con el coagulante para poder lograr mayor dispersión del mismo y atrapar la mayor cantidad de coloides presentes en ella.

Palabras clave: Aluminio residual, coagulación, gradiente de velocidad, potabilización.

EVALUATION OF THE USE OF POLY ALUMINUM IN CONJUNCTION WITH ALUMINUM SULFATE IN THE COAGULATION PROCESS IN A WATER PURIFICATION PLANT IN CARABOBO STATE

Abstract: The objective of this research was the implementation of the aluminum poly-chloride coagulate and liquid sulfate of aluminum for improving the process of potabilization of water and, in that way, fulfilling the current rules. The current process was diagnosed and the physicochemical parameters of crude, decanted and treated water were determined (residual aluminum, turbidity, pH, type and time of formation of flocculate and re-suspension); the sequence of addition of the coagulants was determined, as well as its influence under several velocity gradients, and the cost-benefit ratio was estimated. A hydraulic surcharge was determined in the plant that decreases the effectiveness of the stage of sedimentation, and an atmospheric pressure differential of hydraulic inadequate velocity that requires bigger time of contact with the coagulant to be able to achieve bigger dispersion of the same and an inadequate hydraulic gradient of velocity that requires a longer contact time with the coagulant in order to have bigger dispersion of it and to collect the largest amount of colloids. The aluminum poly-chloride turned out to be the best coagulant

Key words: Residual aluminum, coagulation, differential hydraulic velocity, potabilization

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los tantos recursos naturales renovables que proporciona la naturaleza todos los días en forma individual, en la vida cotidiana y en la sociedad, para consumo, aseo, uso doméstico e industrial. El agua forma parte de la vida misma, pues todos los seres vivos tienen en su composición, un alto contenido de agua. Esta fuente indispensable para la humanidad, es un elemento vital para el desarrollo y sustento de la vida en nuestro planeta. Es uno de los solventes más poderosos y por ende, más susceptible a contaminarse por un sinnúmero de sustancias, llegando a convertirse en uno de los problemas ambientales más graves de la humanidad.

Este recurso es indispensable para la vida y por muchos años el hombre la aprovechó para su consumo tal cual como se encontraba en la naturaleza. Sin embargo en la actualidad, debido a los grandes desarrollos tecnológicos y creación de industrias, el ambiente en general y en especial el agua han sido víctimas de un grado de contaminación alto. Es aquí donde radica la importancia del proceso de potabilización del agua, cuyo fin primario es la obtención de agua apta para consumo humano ya que permite eliminar todas aquellas impurezas presentes en el agua cruda debido a la innumerable contaminación ambiental que se presenta en la actualidad (Arboleda, 2002; Henry y Heinke, 1999; Delgado, 2004).

Por tal motivo, se considera la presente investigación como una contribución a la mejora de dicho proceso, cuyo objetivo general es evaluar la implementación de policloruro de aluminio en conjunto con el sulfato de aluminio líquido en el proceso de coagulación de una planta de potabilización

de agua, y proponer alternativas que permitan incrementar la eficiencia del mismo.

En vista de la importancia que tiene el agua para el desarrollo de la vida en general en el planeta y con el propósito de contribuir a la solución de enormes problemas ambientales en el ámbito del agua para consumo humano, la empresa Hidrológica del Centro Hidrocentro C.A., da inicio a esta investigación en conjunto con el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad de Carabobo para la mejora continua y además dar cumplimiento a las regulaciones ambientales establecidas en la Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.395 para garantizar la potabilización del agua destinada al consumo humano.

METODOLOGÍA

Lugar de la investigación

Esta investigación fue realizada en una Planta de Potabilización de Agua de la filial Hidrocentro ubicada en Noguera en el Estado Carabobo, que procesa el agua proveniente del embalse Pao Las Balsas ubicada en el estado Cojedes, cuyo flujo de entrada a la planta es de 7100 L/s aproximadamente, en donde se realizan los procesos de desinfección, y potabilización.

Diagnóstico de la Planta de Potabilización

Para determinar las condiciones iniciales de operación de la planta, se realizó la recopilación de datos en el proceso, como las propiedades físico-químicas del agua, y adicionalmente se determinó la eficiencia del proceso de coagulación. Por medio de la inspección y recorrido realizado al proceso de potabilización de la Planta (Figura 1) se identificó la secuencia del proceso, la importancia de cada una de las etapas que lo conforman, los turnos que se laboran

para la obtención del agua potable, y la identificación de las condiciones de operación, ubicación y funcionamiento de cada uno de los equipos empleados en el tratamiento.

Se recopiló información sobre el proceso de potabilización de agua (proceso de coagulación), mantenimiento, sistema de bombeo y tuberías, así como los requerimientos del coagulante implementado en el proceso (Aristigueta, 2001; Díaz y Sangrona, 2002; Fernández y Moncada, 2003; Colmenares, 2002).

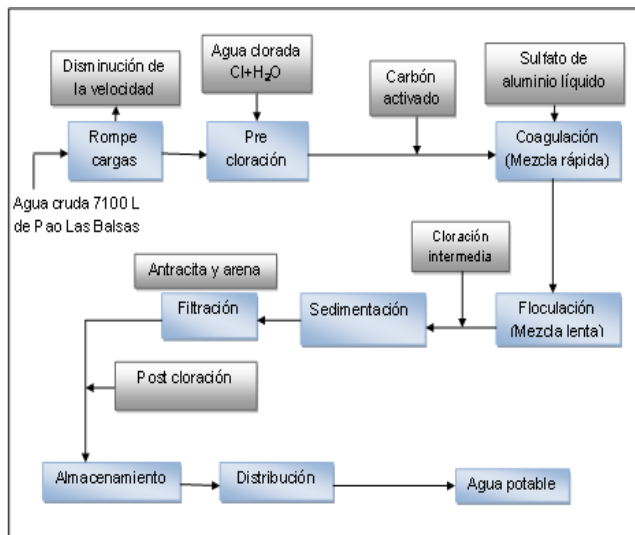


Figura 1. Diagrama de flujo de la Planta de Potabilización

Análisis del comportamiento de policloruro de aluminio y sulfato de aluminio cuando actúan por separado en el proceso de coagulación y orden de adición

El análisis del comportamiento del policloruro de aluminio y sulfato de aluminio cuando actúan por separado se inició con la fase experimental de la investigación, con la finalidad de conocer cuáles eran las condiciones adecuadas para la

implementación de coagulantes en el proceso de coagulación, determinando así el comportamiento de la planta. Para ello se realizaron mediciones del caudal de entrada (agua cruda), pruebas de jarra y toma de muestras al terminar cada ensayo de jarra, determinando sus características físico-químicas y obtener un patrón de comportamiento de dichos coagulantes.

Posteriormente, para la determinación de las dosis de coagulante y orden de adición, se realizó un estudio mediante la implementación de ensayos de jarra, tomando como prioridad la determinación de la dosis de coagulantes (sulfato de aluminio líquido y policloruro de aluminio) variando las dosis de dichos coagulantes, para luego al obtener las dosis con la mejor respuesta en el ensayo de jarra y finalmente el análisis físico-químico se varió el orden de adición de dichos coagulantes (Zhonglian *et al.*, 2010; Aristigueta, 2001).

Ensayo de jarras

Para el ensayo de jarras inicialmente se preparó una solución de sulfato de aluminio, y luego se determinó la cantidad de sulfato de aluminio líquido a ser añadida a cada jarro con variaciones entre 10 y 60 ppm. Posteriormente se prepararon las soluciones de cloro, carbón activado, y policloruro de aluminio, ésta última con variaciones de 5 a 30 ppm; todo esto para un volumen total de 1000 mL de agua cruda por jarra. Se sometió a una mezcla rápida de 50 rpm por un lapso de 1 min, luego se sometió a una mezcla lenta de 16 rpm por un lapso de 8 min, y se dejó sedimentar durante 30 min. Finalmente se tomaron muestras de 250 mL tomando en cuenta que los primeros 5 mL fueron desechados (Eaton *et al.*, 2005: Standard Methods 2120.d, 2130.d, 2510.d, 2310.d, 2320.d, 2340.d, 3500.d, 4500.d).

Determinación de las dosis y el orden de adición de sulfato de aluminio y policloruro de aluminio, al ser combinados en el proceso de coagulación, para su mayor efectividad

Se procedieron a realizar ensayos de jarra con variaciones de las concentraciones de dichos coagulantes. Para esto se fijó la dosis más baja de policloruro de aluminio (5 ppm) y se varió la dosis de sulfato de aluminio líquido partiendo desde 10 hasta 60 ppm. Este mismo procedimiento se realizó con el policloruro de aluminio con concentraciones de 7 y 10 ppm, estableciendo las combinaciones de concentración de coagulantes más efectivas.

Para el análisis se consideraron los factores: tiempo de formación del flóculo, tamaño del flóculo, resuspensión y parámetros físico-químicos. Una vez establecida las dosis de coagulantes más efectivas en el proceso de coagulación, se procedió a determinar el orden de adición de dichos coagulantes que mejorara la efectividad del proceso (Zhonglian *et al.*, 2010; Maguire, 2009).

Establecimiento del gradiente de velocidad adecuado para la optimización del proceso de coagulación

Para la determinación del gradiente óptimo de velocidad, se realizó un estudio exhaustivo del gradiente de velocidad manipulado en la planta, para ello se procedió a estudiar todo el material bibliográfico referente al cálculo del gradiente de velocidad (Arboleda, 2002). Cabe destacar que en la planta actualmente solo se posee una mezcla hidráulica, es por ello que los cálculos fueron referidos a esa condición. Dichos cálculos partieron de las dimensiones de la planta, específicamente del área de coagulación (Arboleda, 2002; Crites y Tchobanoglous, 2000).

Después de realizar los cálculos respectivos al gradiente de velocidad hidráulico manipulado en la planta se procedió a determinar las rpm correspondientes a ese gradiente calculado, una vez obtenido el gradiente real de planta y por ende las rpm que se deben aplicar al ensayo de jarra para simular el proceso en planta como tal, se procedió a realizar un barrido de velocidades (variación de las rpm), dejando en el centro del análisis la velocidad real de la planta es decir, se tomaron velocidades por arriba y por debajo de la velocidad real de la planta. Para esto se realizaron ensayos de jarra, con la diferencia de que ahora la mezcla rápida no se evaluaría a 50 rpm, sino que esta velocidad sería un parámetro variable para la realización del estudio correspondiente a la influencia de esta velocidad en el proceso de coagulación.

El cálculo del gradiente de velocidad con mezclado hidráulico se realizó mediante las ecuaciones 1 a 3.

➤ **Cálculo de la potencia disipada en el líquido**

$$P = \frac{\gamma \cdot Q \cdot h_f}{V} \quad (1) \quad (\text{Arboleda, 2002})$$

Donde:

P : Potencia disipada ($\text{kg/m}^3 \cdot \text{s}^3$)

γ : Peso específico, ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{s}^2$)

h_f : Pérdida de carga total, (m)

V : Volumen de la celda de floculación, (m^3)

Q : Caudal de entrada a la celda, (m^3/s)

➤ **Cálculo de la pérdida de carga asociada**

$$h_f = k \cdot \left(\frac{v^2}{2 \cdot g} \right) \cdot n \quad (2) \quad (\text{Arboleda, 2002})$$

Donde:

h_f : Pérdida de carga total (m)

k : Coeficiente determinado en forma empírica

para cada tipo de punto singular (Adim.)

v : Velocidad media del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (m/s²)

n : Número de pantallas o deflectores (Adim.)

➤ Cálculo del gradiente de velocidad.

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu}} \quad (3) \quad (\text{Arboleda, 2002})$$

Donde:

μ : Viscosidad absoluta del agua a temperatura de operación de 25 °C (kg/m*s).

P : Potencia disipada (kg/m*s³).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diagnóstico de la Planta de Potabilización

Para el diagnóstico de la planta se determinó de acuerdo a su proceso productivo, que esta fue diseñada para un caudal de agua de 5000L/s y que se ha ido expandiendo hasta manejar en la actualidad 7100 L/s, lo que conlleva a una sobre carga hidráulica. Las etapas del proceso de potabilización son: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Luego en la revisión histórica del proceso actual de la planta se observó que los parámetros físico-químicos determinantes fueron: el aluminio residual y la turbidez.

Las concentraciones de aluminio residual del agua cruda se encuentran por debajo de la unidad deseable establecida por la norma vigente de calidad del agua potable (Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela 36.395 del año 1998), lo cual indica que el agua cruda posee una concentración de aluminio residual despreciable la cual no contribuye al incremento de este parámetro después del proceso de coagulación, lo cual se puede observar en la figura 2. Cabe destacar que las concentraciones de este parámetro en el agua tratada son elevadas, esto se debe a la

implementación de sulfato de aluminio como coagulante y al tipo de coagulación utilizado en la planta (coagulación por barrido), la capa esponjosa formada es abundante para atrapar la mayor cantidad de coloides presentes en el agua ocasionando un exceso de aluminio en el agua sedimentada.

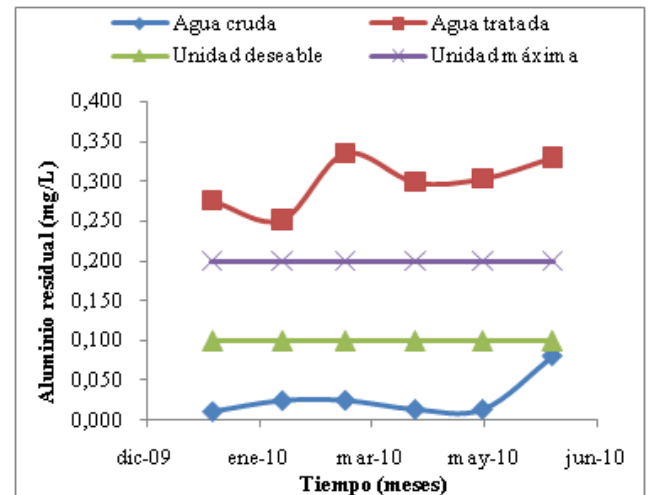


Figura 2. Concentraciones de aluminio residual en el agua cruda y tratada (hasta el proceso de sedimentación)

La turbidez a medida que avanza el tiempo (figura 3), tiende a aumentar debido a las condiciones ambientales, el agua cruda posee valores elevados en algunos de los meses y en otros valores dentro de norma, lo que hace reflejar que este parámetro no presenta valores significativamente elevados. Por otra parte los valores de turbidez del agua tratada se encuentran dentro norma de acuerdo a la norma vigente de calidad del agua potable (Gaceta oficial de la República Bolivariana de Venezuela 36.395 del año 1998), lo que indica que el proceso de potabilización es efectivo logrando una mejoría significativa en este parámetro, maximizando la calidad del agua.

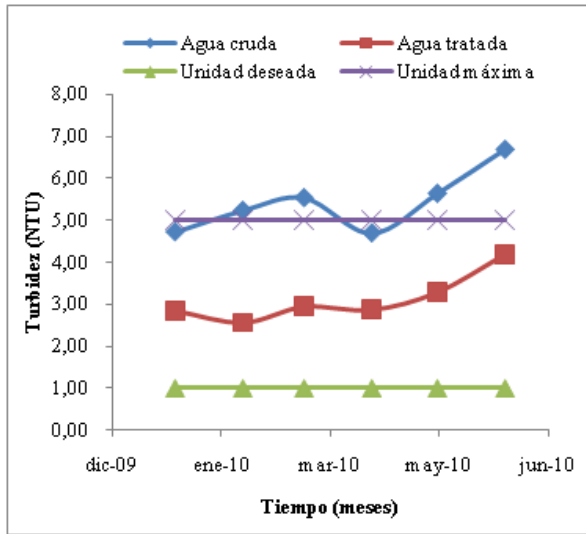


Figura 3. Comportamiento de la turbidez en el agua cruda y tratada

Finalmente, se escogieron aquellos factores que pudieran someterse a modificaciones para mejorar la eficiencia del proceso de coagulación mediante un diagrama de causa efecto, descartándose automáticamente los que no pudieran ser modificados.

Los factores seleccionados fueron: (a) la ausencia de otro coagulante que ayude a mejorar el proceso de coagulación, por ejemplo el policloruro de aluminio, (b) el pH óptimo de coagulación, porque en la planta no se realiza el control de este parámetro justo en este proceso, (c) el efecto de la concentración de coagulantes ya que no se han realizado pruebas a nivel de planta de la variación de estas concentraciones y (d) la técnica de dosificación de coagulante, ya que el coagulante no se dosifica proporcionalmente en toda la masa de agua.

Análisis del comportamiento de policloruro de aluminio y sulfato de aluminio

Para el análisis de comportamiento de dichos coagulantes por separado, se determinó que el parámetro relevante en

este estudio fue el aluminio residual, en donde se muestra la superioridad de policloruro de aluminio (PAC) sobre el sulfato de aluminio líquido (SAL), ya que para todas las dosis PAC, las concentraciones de aluminio residual se encuentran dentro de los parámetros de calidad, como se muestra en las figuras 4 y 5.

Esto se debe a que el policloruro de aluminio es un polímero inorgánico que permite atrapar la mayor cantidad de coloides presentes en el agua sin desprender aluminio residual debido a sus fuertes enlaces de cadena inorgánica, en cambio el SAL carga en su totalidad de aluminio todos flóculos formados, ocasionando que un solo flóculo sin sedimentar eleve las concentraciones de aluminio residual a la salida del proceso (Zhonglian *et al.*, 2010).

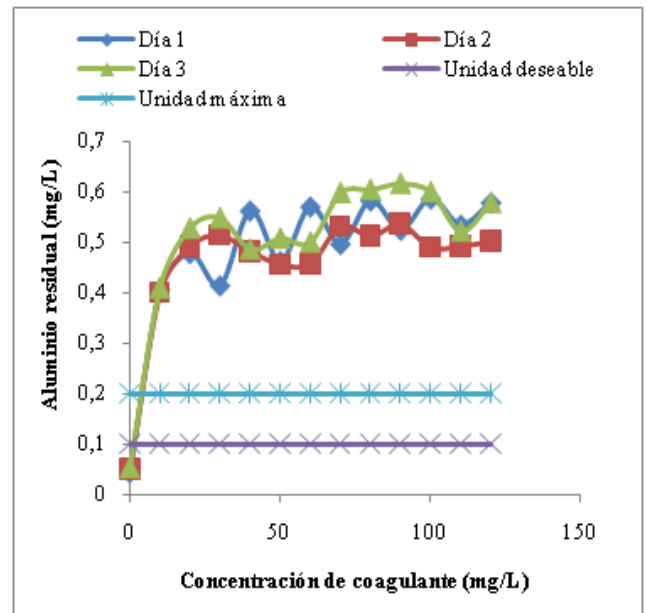


Figura 4. Concentraciones del aluminio residual en el agua cruda y de cada una de las dosis de sulfato de aluminio líquido

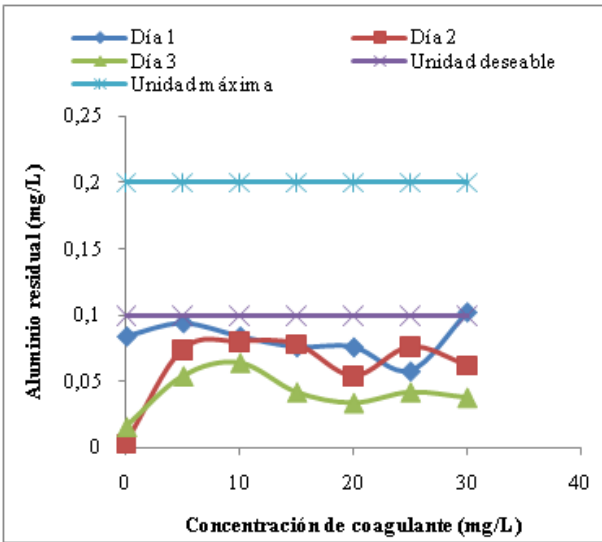


Figura 5. Concentraciones del aluminio residual en el agua cruda y sedimentada, para las distintas dosificaciones de policloruro de aluminio agregada

Para la determinación de la dosis y orden de adición de dichos coagulantes, se obtuvo que el parámetro físico-químico más determinante en este análisis fue la turbidez la cual se muestra en la Figura 6, donde se puede observar que las dosis de mejor comportamiento sin causar resuspensión de flóculos fueron: 10 mg/L de PAC con 20 mg/L de SAL, 7 mg/L de PAC con 30 mg/L de SAL y 5 mg/L de PAC con 40 mg/L de SAL.

Esto se debe a que estas dosis logran dispersarse sobre toda la masa de agua atrapando la mayor cantidad de coloides presentes en ella logrando una remoción de turbidez efectiva maximizando el proceso, gracias a que el SAL se dispersa de manera más rápida gracias a su cantidad añadida, mientras que el PAC les proporciona el peso necesario a los flóculos para su posterior resuspensión.

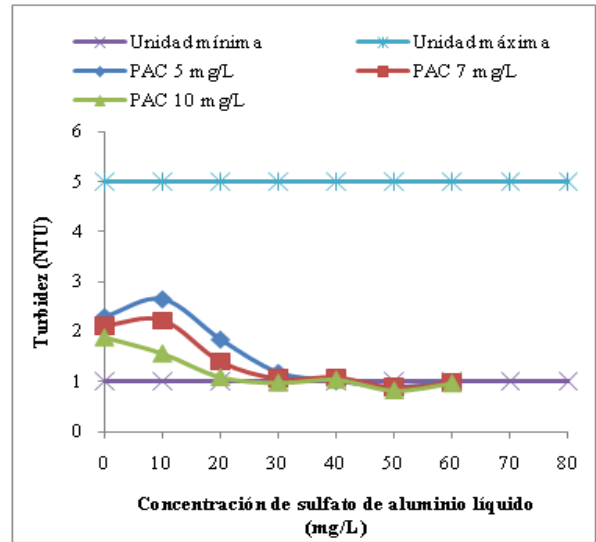


Figura 6. Comportamiento de la turbidez en el agua cruda y sedimentada de acuerdo a las variaciones de cada una de las dosis de policloruro de aluminio y sulfato de aluminio líquido

En cuanto al orden de adición, niveles más bajos de turbidez, esto se debe a que el SAL al adicionarse primero, atrapa la mayor cantidad de coloides presentes en el agua, logrando una remoción eficaz de la turbidez, al momento que entra en contacto el PAC con la mezcla, ésta ya posee pequeñas formaciones de flóculos en la masa de agua, por lo que es más fácil atraparlos y proporcionarles el peso necesario para sedimentar. El orden PAC-SAL no logra esta efectividad ya que el PAC al atrapar los coloides modifica de cierta manera la carga presente en ellos, y al entrar en contacto el SAL, no existe la fuerza de atracción necesaria para la formación de flóculos con el peso preciso para sedimentar.

Establecimiento del gradiente de velocidad adecuado para la optimización del proceso de coagulación

Partiendo de los resultados obtenidos anteriormente, se tomaron en consideración para el estudio del gradiente de velocidad óptimo, delimitando así el rango de

aplicación de coagulantes para determinar con mayor efectividad la influencia del gradiente de velocidad en el proceso, y establecer el más adecuado de acuerdo a los coagulantes utilizados, sus dosis y orden de adición, las cuales se determinaron anteriormente. Es importante hacer notar que para ello primero se determinó el gradiente de velocidad existente en la planta y partiendo de ello se tomaron gradientes de velocidad con la intención de ampliar el rango de aplicación del mismo, determinado su efectividad en el proceso.

En la tabla N°1, se presentan los resultados obtenidos correspondientes al tiempo de formación del flóculo, y se puede observar que a medida que aumenta el gradiente de velocidad aplicado en la mezcla rápida este tiempo aumenta, ya que la agitación logra dispersar todo el coagulante en la masa de agua y la rapidez con la cual estos actúan sobre los coloides disminuye el tiempo de formación de los flóculos, ya que aumenta la cantidad de coloides a absorber. Cabe destacar, que a pesar que el tiempo de formación del flóculo aumenta, a mayor gradiente de velocidad se logra una dispersión de coagulante más efectiva abarcando la mayor cantidad de coloides presentes en el agua, y por ende aumenta el rango de aplicación, ya que todo el coagulante es dispersado en la masa de agua logrando así una mayor eficiencia en el proceso (Maguire, 2009; Wang and Hung, 2007).

Cuando el gradiente de velocidad es pequeño, el coagulante al ser agregado se pone en contacto con los coloides presentes en el agua e inmediatamente las fuerzas de atracción empiezan a actuar formando los flóculos en un menor tiempo, sin embargo, a estos gradientes de velocidad los coagulantes no logran atrapar toda la materia en suspensión, ya que no se logra la dispersión total de los mismos, lo que implica

una disminución en la efectividad del proceso observándose en los parámetros físico-químicos como la turbidez.

Tabla N°1. Resultados obtenidos en los ensayos de jarra durante la determinación del gradiente de velocidad adecuado para el proceso de coagulación

Parámetro	Gradiente de velocidad, (s ⁻¹)	Dosis de SAL mg/L	Dosis de PAC mg/L	Resultado
Tiempo de formación del flóculo (s)	115	60	0	30
		0	20	90
		20	10	90
		30	7	90
		40	5	30
	154	60	0	30
		0	20	90
		20	10	90
		30	7	90
		40	5	30
	420	60	0	60
		0	20	180
		20	10	120
		30	7	120
		40	5	60
	714	60	0	60
		0	20	180
		20	10	120
		30	7	120
		40	5	60

En la continuación de la tabla N°1, se presentan de igual forma los resultados obtenidos en cuanto a la resuspensión y se aprecia que cuando la proporción de sulfato de aluminio líquido sobrepasa a la proporción de policloruro de aluminio, presenta mayor resuspensión, ya que la cantidad de policloruro de aluminio no es suficiente para actuar sobre todos los coloides presentes en el agua, lo que implica que los flóculos no alcanzan el peso necesario para sedimentar disminuyendo la efectividad del proceso. Cuando las proporciones de policloruro de aluminio son mayores o iguales a las del sulfato de aluminio líquido, no se presenta ningún tipo de resuspensión a medida que varía el gradiente de velocidad.

Tabla N°1 (Continuación). Resultados obtenidos en los ensayos de jarra durante la determinación del gradiente de velocidad adecuado para el proceso de coagulación

Parámetro	Gradiente de velocidad, (s ⁻¹)	Dosis de SAL mg/L	Dosis de PAC mg/L	Resultado
Resuspensión	115	60	0	Regular
		0	20	Ninguna
		20	10	Ninguna
		30	7	Ninguna
		40	5	Poca
	154	60	0	Regular
		0	20	Ninguna
		20	10	Ninguna
		30	7	Ninguna
		40	5	Poca
	420	60	0	Regular
		0	20	Ninguna
		20	10	Poca
		30	7	Poca
		40	5	Regular
	714	60	0	Regular
		0	20	Ninguna
		20	10	Poca
		30	7	Poca
		40	5	Poca

Es importante hacer notar que cuando el gradiente de velocidad aumenta, se hace necesario el aumento de policloruro de aluminio en el proceso, para que los flóculos adquieran el peso necesario para sedimentar, evitando de manera considerable una posible resuspensión (Matilanen *et al.*, 2010).

En cuanto al aluminio residual presentado en la tabla N°2, se puede observar que sus valores disminuyen cuando disminuye la proporción de sulfato de aluminio líquido, ya que cuando se obtienen gradientes de velocidad elevados el coagulante se dispersa en su totalidad y predomina el coagulante que se encuentra en mayor proporción, que en este caso es el sulfato de aluminio líquido, debido a esta dispersión, el

policloruro de aluminio no puede ofrecer de manera efectiva el peso necesario para la sedimentación de todos los flóculos (Zhonglian *et al.*, 2010), quedando microfóculos dispersos en la masa de agua que proporcionan concentraciones elevadas de aluminio residual, lo cual implica una disminución en la efectividad del proceso, esto trae como consecuencia que existan diferencias significativas entre los tratamientos a medida que varía el gradiente de velocidad lo cual se pudo constatar estadísticamente mediante un análisis de varianza (siendo $F=31,39211$ mayor al $F_{0,05}=2,137$), implicando que este parámetro si es determinante para la obtención del gradiente de velocidad más efectivo de acuerdo a las dosis de coagulante utilizados.

Tabla N°2. Resultados obtenidos en el parámetro aluminio residual durante la determinación del gradiente de velocidad adecuado para el proceso de coagulación

Gradiente de velocidad, (s ⁻¹)	Tratamiento	Dosis de SAL mg/L	Dosis de PAC mg/L	Resultado
115	T1	60	0	0,572
	T2	0	20	0,06
	T3	20	10	0,491
	T4	30	7	0,486
	T5	40	5	0,461
154	T6	60	0	0,56
	T7	0	20	0,065
	T8	20	10	0,445
	T9	30	7	0,546
	T10	40	5	0,46
420	T11	60	0	0,553
	T12	0	20	0,098
	T13	20	10	0,539
	T14	30	7	0,454
	T15	40	5	0,426
714	T16	60	0	0,508
	T17	0	20	0,101
	T18	20	10	0,398
	T19	30	7	0,405
	T20	40	5	0,365

La turbidez por otro lado presentada en la tabla N°3 sí se ve influenciada por el gradiente de velocidad lo cual se pudo comprobar experimentalmente y estadísticamente mediante un análisis de varianza (siendo $F=3,002$ mayor al $F_{0,05}=2,137$), esto es debido a que a medida que aumenta este gradiente, la dispersión de coagulante aumenta logrando así atrapar la mayor cantidad de coloides presente en el agua, lo cual se pone en manifiesto al observar que los valores de turbidez disminuyen a medida que aumenta el gradiente de velocidad, logrando aumentar la eficiencia del proceso de manera considerable para cada una de las combinaciones de dosis de coagulantes aplicadas en la etapa de coagulación simulado mediante ensayos de jarra, implicando que este parámetro si es de vital importancia y determinante para la selección del gradiente de velocidad óptimo para el proceso de coagulación (Arboleda, 2002; Wang and Hung, 2007; Zhonglian *et al.*, 2010).

Tabla N°3. Resultados obtenidos en el parámetro de turbidez durante la determinación del gradiente de velocidad adecuado para el proceso de coagulación

Gradiente de velocidad, (s ⁻¹)	Tratamiento	Dosis de SAL mg/L	Dosis de PAC mg/L	Resultado
115	T1	60	0	0,931
	T2	0	20	1,040
	T3	20	10	1,170
	T4	30	7	1,150
	T5	40	5	0,978
154	T6	60	0	0,956
	T7	0	20	0,999
	T8	20	10	1,18
	T9	30	7	1,049
	T10	40	5	0,936
420	T11	60	0	0,748
	T12	0	20	0,62
	T13	20	10	0,789
	T14	30	7	0,772
	T15	40	5	0,720
714	T16	60	0	0,854
	T17	0	20	0,62
	T18	20	10	0,83
	T19	30	7	0,835
	T20	40	5	0,839

CONCLUSIONES

El caudal manipulado por la planta es elevado, trayendo como consecuencia una sobrecarga hidráulica que influye en la sedimentación de los flóculos. Se determinó que el punto de adición de los coagulantes está netamente interrelacionado con el gradiente de velocidad utilizado en la sección de mezcla rápida. Se comprobó que la dosis más adecuada cuando se implementa solo sulfato de aluminio líquido como coagulantes fue de 60 mg/L para el tipo de agua tratada en la planta.

Se determinó que la dosis de policloruro de aluminio más adecuada cuando se utiliza solo en el proceso de coagulación fue de 20 mg/L. Se comprobó que el policloruro de aluminio supera en eficiencia al sulfato de aluminio líquido. Las dosis de sulfato de aluminio líquido y policloruro de aluminio más efectivas en el proceso de coagulación cuando trabajan en conjunto, fueron: 40-5 mg/L, 30-7 mg/L, 20-10 mg/L respectivamente. Se observó que a mayor gradiente de velocidad la turbidez disminuye a medida que aumenta la concentración de policloruro de aluminio, al igual que cuando este trabaja solo en proceso de coagulación.

El costo del policloruro de aluminio supera el costo del sulfato de aluminio, pero los beneficios estimados durante la implementación de policloruro de aluminio como coagulante son superiores a las combinaciones realizadas, y a la condición actual.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación ha sido realizada con la participación concedida por la Empresa Hidrocentro.

REFERENCIAS

Arboleda, Jorge. (2002). Teoría y práctica de la purificación del agua. México. Editorial McGraw Hill. 3era edición. Tomo I y II.

Aristigueta, Egleé. (2001). Estudios de Coagulación-Floculación con Sulfato de Aluminio y Polímero en la planta de potabilización Ing. Lucio Baldó Soulés. Trabajo especial de grado no publicado. Valencia-Venezuela.

Colmenares, Gerardo. (2002). Curso básico de control de procesos, calidad y potabilización de agua. Hidrocentro C.A. Caracas-Venezuela.

Crites, R. y Tchobanoglous, G. (2000). Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. Colombia: Mcgraw-Hill Interamericana, S.A.

Delgado, José. (2004) (En línea). Potabilización del agua. Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en <http://www.uc.cl/quimica/agua/potabiliz.htm>.

Díaz, Rudy y Sangrona, José. (2002). Evaluación Técnico-Económica para la mejora del sistema de dosificación e inyección de químicos en la planta de potabilización Dr. Alejo Zuloaga de la C.A. Hidrologica del centro. Trabajo especial de grado no publicado. Valencia-Venezuela.

Eaton Andrew, Clesceri Lenore, Rice Eugene and Greenberg Arnold. (2005). "Standard Methods" 21st edition, edition centennial.

Fernández, Liliana y Moncada, Ronald. (2003). Evaluación y mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de tinaco. Trabajo especial de grado no publicado. Valencia-Venezuela.

Henry, J y Heinke, G. (1999). Ingeniería ambiental. Mexico: Pearson Educación.

Maguire, Ian. (2009). El efecto de las condiciones de la coagulación en la distribución del tamaño del flóculo y morfología, implicaciones para el tratamiento de los procesos aguas abajo". Tesis. Disponible en <http://hdl.handle.net/1957/13872>

Matilanen, Anu, Vepsalainen, Mikko, y Sillanpaa, Mika. (2010). Remoción natural de la materia orgánica por la coagulación durante el tratamiento de agua potable. Avances en el coloide y la ciencia de la interfaz, pp. 189-197. Laboratorio de Química Ambiental Aplicada, Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Finlandia Oriental.

Wang, L. y Hung, Y. (2007). Physicochemical treatment processes. Estados Unidos: Humana Press.

Yang, Zhonglian, GAO Baoyu, YUE, Qinyan. (2010). El rendimiento de la coagulación y la especiación de aluminio residual de $Al_2(SO_4)_3$ y el policloruro de aluminio (PAC) en el tratamiento del agua del Río Amarillo. Ingeniería Química Diario, p. 122. Universidad de Shandong. República Popular de China.

Fecha de recepción: 11 de octubre de 2014

Fecha de aceptación: 13 de noviembre de 2014

INCORPORACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE NARANJA (*Citrus Sinensis*) Y MANDARINA (*Citrus Reticulata*) EN LA FORMULACIÓN DE CREMAS DE LIMPIEZA FACIAL

Mujica, V.¹ Velásquez, I.² Plácido, N.³ Guanipa, V.⁴

^{1, 3, 4}Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.

² Departamento de Física. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.

e-mail: ivvelasquez@uc.edu.ve²

Resumen: La investigación plantea la incorporación de aceites de naranja (*Citrus Sinensis*) y mandarina (*Citrus Reticulata*) en la formulación de una crema de limpieza facial. Se caracterizaron los aceites extraídos y el producto facial de acuerdo a lo establecido en las Normas COVENIN, también se realizaron pruebas de irritabilidad. Obteniéndose que los aceites de *Citrus Sinensis* y *Citrus Reticulata* presentan un alto contenido de ácidos grasos insaturados predominando el linoleico y oleico. Al incorporar los aceites bajo estudio al producto facial se favorece su color, y proporciona un olor característico de esencia de cítricos, además de estabilidad térmica. Los aceites crudos como la crema no son irritantes de la piel, pero si moderadamente irritantes al contacto con los ojos.

Palabras clave: Crema facial, aceite naranja, aceite mandarina.

INCORPORATION OF ESSENTIAL OILS OF ORANGE (*Citrus sinensis*) MANDARIN (*Citrus reticulata*) IN THE DEVELOPMENT OF FACIAL CREAMS CLEANING

Abstract: Research incorporating oils of orange (*Citrus sinensis*) and mandarin (*Citrus reticulata*) in the formulation of a cream facial cleansers arises. The extracted oils and facial product in accordance with the provisions of the Standards COVENIN were characterized irritability tests were also performed. Oils obtained from *Citrus sinensis* *Citrus reticulata* and have a high content of unsaturated fatty acids linoleic and oleic predominating. By incorporating the oils under study to facial color product is favored, and provides a characteristic smell of citrus essence, in addition to thermal stability. Oil cream are skin irritants, but moderately irritating to eye contact.

Key words: Facial cream, orange oil, mandarin oil.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo mundial de la industria química especializada en productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos e incluso en el área médica de aplicación terapéutica, ha dejado en evidencia que los aceites esenciales de origen vegetal tienen un amplio uso en la fabricación de múltiples productos, gracias a sus propiedades saborizantes, odorizantes y medicinales; adquiriendo así un valor económico significativo como materia prima (Bernal, 2012).

Los aceites esenciales son líquidos aromáticos u olorosos (algunas veces semi-líquidos o sólidos) que se obtienen de partes de las plantas: flores, brotes, semillas, hojas, ramas, cortezas de árboles, hierbas, maderas, frutas y raíces. Los aceites esenciales también llamados esencias naturales son utilizadas como aromatizantes y saborizantes, como ingredientes de algunos preparados farmacéuticos o son base de perfumes y productos cosméticos finos, insecticidas y fungicidas, desodorantes, lociones, jabones, pastas dentífricas, etc. (Yáñez, Lugo y Parada, 2007). Estudios realizados (Martínez, et al. 2003, Guevara y Herrera, 2006) muestran las propiedades de los aceites de origen vegetal, encontrando que el aceite de mandarina (*Citrus Reticulata*) posee una actividad bactericida al igual que el aceite de la semilla de limón y la de naranja (Juárez, et al, 2010).

La actividad antimicrobiana se debe a los constituyentes activos presentes en los aceites como los isoprenos, principalmente monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes y otros hidrocarburos. (Martínez, et al. 2003, Juárez et al, 2010). Por otra parte, es conocido que las oleaginosas contienen algunos componentes antioxidantes que

contrarrestan los efectos negativos de los radicales libres, debido a las insaturaciones del aceite (Fereidoon, 1997). En la industria de cosméticos se investiga la incorporación de estos aceites en la formulación de productos para el cuidado de la piel, ya que posee características restauradoras, emolientes y humectantes. (De Matos y Chotten, 2004).

El objetivo de esta investigación es elaborar y evaluar un producto de limpieza facial incorporando aceites extraídos de las semillas de mandarina (*Citrus Reticulata*) y naranja (*Citrus Sinensis*) como compuestos activos. Con la búsqueda de nuevas sustancias que permitan la hidratación de la piel, generando nuevos productos que supone la inversión de capital nacional y/o extranjero utilizado como materia prima estas semillas. En ese panorama, el producto para limpieza facial se presenta como un activo cosmético natural. La formulación del producto consiste en una emulsión de aceite en agua (oil-in-water, O/W), en las mismas una es la fase acuosa y la otra es oleosa lo que le da al producto una sensación agradable al toque, pero también dan la posibilidad de utilizar ingredientes hidrosolubles, liposolubles e incluso insolubles en un sistema estable. Las emulsiones constituyen la forma física más utilizada en cosmética.

METODOLOGÍA

Caracterización de los aceites crudos extraídos

Los aceites extraídos de las semillas de Mandarina (Variedad Dancy) y Naranja (variedad Valencia), se caracterizan de acuerdo a lo establecido por las normas COVENIN como lo son densidad relativa (COVENIN: 703, 2001), índice de refracción (COVENIN: 702, 2001), índice de saponificación (COVENIN: 323, 1998), índice

de Yodo (COVENIN: 324, 2001), índice de acidez (COVENIN: 325, 2001), índice de peróxido (COVENIN: 501, 2001) y perfil de ácidos grasos (COVENIN: 2281, 1998).

Pruebas de irritabilidad de los aceites de mandarina y naranja

Para determinar la irritabilidad de los aceites extraídos se tomaron las directrices para la prueba de los productos químicos (OECD TG 404) propuesta por la comunidad Europea, el método proporciona información sobre los peligros para la salud que puedan derivarse de la exposición a la sustancia líquida o sólida por aplicación dérmica.

Durante la prueba en vivo se emplearon tres conejos albinos machos, con un peso corporal que oscila entre los 1,500 kg y 2,500 kg. Los animales se mantuvieron en igual condición de temperatura, humedad y alimentación durante siete días en jaulas individuales.

a) Ensayo de irritabilidad dérmica: La sustancia de ensayo se aplica en una dosis única a una pequeña área de la piel (aproximadamente 6 cm²) del animal; áreas de la piel sin tratar del animal de ensayo sirve como control. El período de exposición es de 4 horas. La dosis es de 0,5 mL (líquidos) o 0,5 g (sólidos) aplicados a la zona de prueba.

Todos los animales deberán ser examinados para detectar signos de eritema y edema durante 14 días. Las puntuaciones de la irritación dérmica deben ser evaluadas en conjunto con la naturaleza y gravedad de las lesiones, y su reversibilidad o la falta de la reversibilidad. Cuando las respuestas persisten al final del período de observación la sustancia de ensayo debe ser considerada como irritante.

b) Ensayo de irritabilidad oftálmica: La sustancia de ensayo se colocó en el saco conjuntivo del ojo derecho de cada animal, después de haber separado delicadamente el párpado inferior del globo ocular. El ojo izquierdo donde no se adicione el aceite es usado como referencial. Transcurridas 4 horas de la aplicación, se lavó el ojo con solución salina fisiológica. Los resultados de ambos ensayos se analizan de acuerdo a la escala de Draize (Rodríguez, et al. 1996).

Elaboración y caracterización del producto natural para limpieza facial

El producto natural está orientado a la remoción de impurezas en la piel, proporcionar suavidad e hidratación al cutis. Por lo tanto, no debe ser totalmente oclusiva, es decir es necesario que pueda lavarse con agua (Beierdorf, 2005). Se tomó como referencia la formulación de excipientes base para cosméticos que incluyen agentes microbianos (metilparabeno y propilparabeno), ingredientes que aportan consistencia, además de emolientes y humectantes.

El producto se formuló como una emulsión aceite en agua, donde la fase acuosa está constituida por agua destilada que servirá como vehículo en el producto, el Lauril sulfato de sodio (2 g) surfactante aniónico que posee propiedades de detergencia, espumante y humectante. Metilparabeno y propilparabeno (2 g) se usan para prevenir la actividad microbiana que alteran la fase oleosa. El alcohol cetílico que actúa como estabilizador y da consistencia al producto facial, el Polisorbato (Twenn 80, 2,5 g) y ácido esteárico (6 g) que actúan como agentes emulsificantes, mientras que la vaselina actúa como agente humectante. (Marandey y Rodríguez, 2007).

Las fases se prepararon por separado y se colocaron en un baño a 70°C hasta que el alcohol cetílico, vaselina y el ácido esteárico se homogenizaron, la temperatura de las dos fases deben ser igual y constante, ya que incrementos de temperatura pueden provocar oxidación de los componentes en la fase oleosa; y disminuciones rápidas de temperatura solidificaría el alcohol cetílico. Luego se incorporó la fase acuosa a la oleosa agitando continuamente y cuidadosamente, durante este proceso se aumenta la velocidad de agitación, para formar la emulsión y aumentar la viscosidad. Se retira del fuego y se continua mezclando pero a una velocidad inferior utilizando la técnica de espatulación, que consiste en producir un roce fuerte entre la emulsión y las paredes del recipiente en forma circular y de manera envolvente, dejando que la espátula se deslice hasta el fondo del recipiente, para evitar que se incorpore aire a las fases (Bravo y Pérez 2005).

Cuando la temperatura descendió hasta 35°C aproximadamente, se agregó una mezcla de los aceites crudos extraídos (10 g), la vitamina E; y se agitó hasta que la emulsión alcanzo la temperatura ambiente. Por último se envasó la emulsión en recipientes plásticos previamente esterilizados.

Una vez elaborado el producto de limpieza facial se valoró sus propiedades organolépticas y fisicoquímicas, considerando para esta última la densidad (COVENIN: 703, 2001), viscosidad y pH, al igual que las pruebas microbiológicas para hongos y levaduras (COVENIN 2130,1998), viscosidad y pH, al igual que las pruebas microbiológicas para hongos y levaduras (COVENIN 2130,1998). Se efectuaron pruebas de estabilidad que consintieron en someter el producto a diferentes

temperaturas: 10°C, temperatura ambiente y 40°C, por 7 días al final de los cuales se determinó si hay separación de fase, cambio de color u olor (Mujica, et al, 2010). Finalmente, se realizaron pruebas de irritabilidad dérmica y ocular según el método descrito anteriormente.

RESULTADOS

Caracterización los aceites crudos extraídos

En la tabla N°1 se muestra la caracterización de los aceites de las semillas de Naranja y Mandarina obteniéndose que el índice de acidez expresado como ácido oleico fueron de $2,10 \pm 0,05$ mg NaOH/g aceite, y de $2,70 \pm 0,05$ mg NaOH/g respectivamente. Ninguno de los aceites se encuentra en el rango permitido para el índice de acidez. Lo que es indicativo de que estos aceites pueden presentar un envejecimiento más rápido de lo usual, por lo que al ser extraído se almacena en envases ámbar.

El índice de yodo es una medida de las insaturaciones de los ácidos grasos, y se expresa en términos del número de centigramos de yodo absorbido por gramo de muestra (% de yodo absorbido). Los aceites extraídos cumplen con los requerimientos establecidos para aceites crudos en lo que respecta al índice de yodo, índice de peróxido, índice de refracción y densidad relativa.

En cuanto al índice de saponificación, que denota la reacción entre álcali y grasa, para la formación de jabón, los valores obtenidos fueron de $209,2 \pm 0,8$ mg KOH/g aceite de semillas de mandarina y de $206,7 \pm 0,9$ mg KOH/g aceite para de semillas de naranja, esto evidencia un potencial de uso en la industria de cosméticos, ya que los mejores

aceites empleados para tal fin, deben poseer índices de saponificación elevados. A los aceites extraídos se les determinó su perfil lipídico o de ácidos grasos obtenido por cromatografía de gases (Tabla N°2). Encontrándose que los aceites de mandarina y naranja poseen un alto porcentaje en ácidos grasos insaturados, en ambos aceites se presentan en mayor proporción el linoléico y el oleico.

Estos ácidos grasos contribuyen al mantenimiento de la piel y del cabello, también intervienen en la regulación del metabolismo del colesterol, ayuda a la

absorción de los nutrientes, a la regulación de las contracciones musculares, a la presión arterial y fortalece el crecimiento de las células sanas (Baduel- Dergal 1999).

Pruebas de Irritabilidad de los aceites de mandarina y naranja

Los resultados de la evaluación de irritabilidad dérmica para los aceite de semillas de mandarina y naranja mostraron que no hay aparición de edemas y eritemas en las zonas de aplicación, es decir no hay reacción inflamatoria ni manifestación patológica en la piel.

Tabla N°1. Propiedades fisicoquímicas del aceite crudo de la semilla

Análisis	Aceite de semillas de mandarina (Dancy)	Aceite de semillas de naranja (Valencia)	Requerimientos Normas COVENIN
Índice de acidez ($I_A \pm 0,05$) mg NaOH/g aceite	2,10	2,70	Menor a 2
Índice de yodo ($I_I \pm 0,7$) cg I/g aceite	90,1	103,2	(56-145)
Índice de peróxidos ($I_p \pm 0,2$) meq O ₂ /g aceite	5,0	3,6	Planta:2, Mercado:5
Índice de saponificación ($I_s \pm 0,9$) mg KOH/g aceite	209,2	206,7	(180-210)
Índice de refracción ($I_R \pm 0,0003$) adim	1,4680	1,4686	(1,457-1,470)
Densidad relativa ($\rho_R \pm 0,00004$) adim	0,90043	0,91563	(0,896-0,926)

Fuente: Placido N. (2013)

Tabla N°2. Perfil de ácidos grasos de los aceites de las semillas mandarina (*Citrus Reticulata*) y naranja (*Citrus Sinensis*)

Ácidos Grasos (%)	Aceite de semillas de mandarina (<i>Citrus Reticulata</i>)	Aceite de semillas de naranja (<i>Citrus Sinensis</i>)
Ácido caprílico	0,1	0,0
Ácido cáprico	0,0	0,0
Ácido Láurico	0,0	0,0
Ácido Mirístico	0,1	0,1
Ácido Palmítico	23,4	27,7
Ácido Palmitoleico	0,5	0,4
Ácido Esteárico	6,7	5,9
Ácido Oleico	30,8	27,7
Ácido Linoléico	35,2	33,9
Ácido Linolénico	2,6	3,6
Ácido Araquídico	0,7	0,5
Ácido Erúcico	0,2	0,1

Fuente: Placido N. (2013)

Elaboración y caracterización del producto natural para limpieza facial

Las emulsiones cosméticas son las más variadas en cuanto a tipo y forma. Las propiedades que ofrecen son aportadas por los principios activos que contienen. El producto elaborado presentó una densidad de $(1,168 \pm 0,001)$ adm y una viscosidad de $(21000,0 \pm 0,1)$ cP. Estos valores indican que el producto es una crema con una alta consistencia y apariencia gruesa lo cual es deseado para este tipo de emulsiones. El pH es de 6,5; lo que podría considerarse casi neutro, ya que el rango de pH en una crema cosmética limpiadora está en un rango comprendido entre 5 y 8. Las propiedades organolépticas son aquellas características que pueden valorarse cualitativamente. Los resultados obtenidos para las pruebas organolépticas se pueden apreciar en la tabla N°3.

La tonalidad y el brillo del producto facial se la confieren los ingredientes activos que para esta investigación son los aceites de las semillas de naranja y de mandarina, mientras que el olor se lo proporciona la esencia de cítricos que se añadió al preparado para enmascarar el olor de los aceites vegetales antes mencionados.

En lo referente a las pruebas de estabilidad se encontró que luego de 7 días las muestras colocadas a temperatura ambiente y a 10°C, conservan sus propiedades organolépticas y no se evidencia cambio de pH. A la temperatura de 40°C, el producto presentó un cambio en su apariencia, el color se intensificó y se hizo más sólido. Esto está relacionado con la pérdida de parte del agua de la fase acuosa, ya que los componentes de la fase oleosa son en su mayoría sólidos que se funden a temperaturas no superiores a 70°C. Por lo que se recomienda guardar el producto en un lugar fresco o a temperatura ambiente para conservar sus propiedades.

Las emulsiones especialmente las del tipo aceite en agua, son muy susceptibles a contaminación microbiológica, esta contaminación puede provenir de las materias primas con más riesgo a contaminarse, como el agua o algunos extractos provenientes de materias vegetales o de los envases que puedan favorecerla. Por tal motivo se realizan controles microbiológicos.

Los resultados obtenidos (tabla N°4) muestran que todas las pruebas realizadas, se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles para la formación de colonias bacterianas establecidos en la norma COVENIN 2130:1998, asegurando así los parámetros de calidad en cuanto a la asepsia y cantidad de agentes microbianos en el producto elaborado.

Finalmente se estudió la irritabilidad y sensibilidad de producto elaborado. Los resultados mostraron que al aplicar el

producto no se aprecia edemas ni eritemas en la zona aplicada, mientras que a nivel ocular produce una irritación leve. Es importante advertir que debe evitarse el contacto con los ojos y en caso de que ocurra, lavar inmediatamente con abundante agua.

En el caso de la irritabilidad oftálmica u ocular se observó un enrojecimiento moderado e inflamación intensa, durante las primeras 4 horas después de su aplicación, luego de transcurridas 24 h no se observó enrojecimiento ni inflamación. El comportamiento de ambos aceites es similar.

Con base a estos resultados la escala de Draize, clasifica los aceites como no irritante a la piel, pero moderadamente irritantes al contacto con globo ocular. Por lo que pueden ser incorporados al producto.

Tabla N°3. Propiedades organolépticas del producto cosmético

Color	Olor	Brillo	Apariencia
Blanco, ligero matiz verde	Características de la esencia	Posee brillo	Semisólida

Tabla N°4. Características microbiológicas del producto cosmético

Aerobios mesófilos UFC/g	Pseudomonas aeruginosa UFC/g	Staphylococcus aureus UFC/g	Mohos UFC/g	Levaduras UFC/g
3	<1	<1	<1	<1

Fuente: Placido N. (2013)

CONCLUSIONES

Los aceites crudos de semillas de *Citrus Reticulata* y *Citrus Sinensis*, aplicados tópicamente se pueden calificar como no irritantes de la piel, pero moderadamente irritantes de los ojos. El producto facial presentó un color blanco con un ligero matiz

verdoso, con olor característico a la esencia de cítricos, de apariencia semisólida, el mismo presenta una alta estabilidad. La incorporación de los aceites a la crema limpiadora no afectan la inocuidad del producto y su aplicación no ocasionó daños en el piel. Sin embargo, es importante

advertir que debe evitarse el contacto con los ojos.

AGRADECIMIENTOS

A las profesoras Alírica Suarez y Goretti Rodríguez de la Facultad de Farmacia de la Universidad Central de Venezuela (UCV), por su ayuda y orientación en la formulación de los excipientes del producto cosmético. A la profesora Yalitz Aular de la Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Farmacología de la Universidad de Carabobo, por su guía y apoyo, en la realización de las pruebas de toxicidad.

REFERENCIAS

Badui-Dergal, S. (1999) Química de los alimentos. 4ta. Edición. Editorial Addison Wesley.

Bernal C. (2012). Extracción del aceite esencial de la cáscara de naranja: caracterización y estudio de potencial industria en el Ecuador. Trabajo de grado Universidad de San Francisco Quito. Ecuador.

Bravo, R. y Pérez, S. (2005). Factibilidad de desarrollar un producto cosmético empleando como principio activo el aceite extraído de una semilla vegetal. Trabajo especial de grado no publicado, Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Valencia, Venezuela.

Beierdorf. (2005) [Revista en línea] Disponible en: <http://www.eucerin.es> [Consulta: 2011, Marzo]

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación de la Densidad Relativa". (3^{ra} Revisión). N° 703:2001.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación del Índice de Refracción". (2^{da} Revisión). N° 702: 2001.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) (1998). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación del Índice de Saponificación". (2^{da} Revisión). N° 323:1998.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación del índice de Yodo por el método de Wijs". (4^{ta} Revisión). N° 324:2001.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación de la Acidez". (3^{ra} Revisión). N°325:2001.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación del Índice de Peróxidos". (2^{da} Revisión). N° 508:2001.

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) (1998). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación del Perfil de Ácidos Grasos e índice de Yodo por cromatografía de gases". (2^{da} Revisión). N° 2281:1998

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (2001). Aceites y Grasas Vegetales. "Determinación de la Densidad Relativa". (3^{ra} Revisión). N° 703:2001

Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1998). "Determinación microbiológica". N° 2130:1998

De Matos P., y Chotten R. 2004. Elaboración y evaluación de cremas de aceite de nuez y de pua de Pequi. Tesis de grado. Univerisdad de Earth. Costa Rica

Fereidoon, S. (1997). "*Natural antioxidants: chemistry; health effects and applications*", AOCS Press.

Guevara, E. y Herrera T. (2006). *Estudio preliminar de las propiedades de la semilla de limón mexicano (Citrus aurantifolia swingle) para sus posibles usos*. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías.

GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS (OECD). Documento en línea disponible en http://ihcp.jrc.ec.europa.eu/our_labs/eurl-ecvam/validation-regulatory-acceptance/docs-skin-irritation-1/DOC2_OECD-TG-404.pdf. Consulta: Diciembre 2013.

Juárez J., Castro A., et al. (2010) Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de *citrus sinensis l.* (naranja dulce) y formulación de una forma farmacéutica. *Ciencia e Investigación* 13 (1): 9-13.

Maradey, P. y Rodríguez, J. (2007). Desarrollo de un preparado facial con fines exfoliantes a partir del aceite extraído de una semilla vegetal. Trabajo especial de grado no publicado. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Martínez, J., De Ferrer B., Ojeda; Ferrer A. y Nava R. (2003). *Actividad antibacteriana del aceite esencial de mandarina*. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia. Vol 20 (4) 502-512.

Mujica V., Delgado M., Ramírez M., Velásquez I., Pérez C., y Rodríguez C. (2010) Formulación de un producto cosmético con propiedades antiarrugas a partir del aceite de semilla de merey (*Anacardium Occidentale L.* Rev. Fac. Ing. UCV. Vol.25, n.2.

Placido, N. (2013). *Desarrollo de un producto cosmético a partir de los aceites de las semillas mandarina (Citrus Reticulata) y naranja (Citrus Sinensis)*. Trabajo especial de grado no publicado, Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Valencia, Venezuela.

Rodríguez, A., et.al. (1996). *Prueba de irritabilidad dérmica primaria del Plantago mayor L.* Revista cubana Plant Med. Instituto Superior de Ciencias médicas de Camagüey "Carlos J. Finlay".

Yáñez X., Lugo L., y Parada D. (2007) Estudio del aceite esencial de la cáscara de la naranja dulce (*Citrus sinensis*, variedad Valenciana) cultivada en Labateca (Norte de Santander, Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 5, núm. 1, pp. 3-8.

Fecha de recepción: 14 de octubre de 2014

Fecha de aceptación: 31 de octubre de 2014

CAPACIDAD ANALITICA PARA LA DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES EN DOS MUNICIPIOS DEL ESTADO CARABOBO, VENEZUELA

Marrero, S.¹ González, S.¹ Guevara, Y.¹ Querales, M.²

¹ Unidad de Toxicología Molecular. Escuela de Bioanálisis. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela

² Departamento de Bioquímica. Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela

e-mail: querales.marvin@gmail.com²

Resumen: Los Compuestos Orgánicos Persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias químicas que poseen gran toxicidad. Para evaluar los efectos sobre la salud producidos por los mismos, es necesario contar con laboratorios adecuados y especializados. Es por ello que, en el presente estudio, se evaluó la capacidad analítica para la determinación de COPs en laboratorios toxicológicos de los Municipios Valencia y Naguanagua. Se encontró que la mayoría de los laboratorios evaluados procesan muestras tanto biológicas como no biológicas para la determinación de solventes, metales, plaguicidas entre otros compuestos; contando además con equipos diversos cuyos límites de detección dependen del compuesto a analizar. Esto permite concluir que los laboratorios evaluados sí poseen capacidad analítica para la determinación de COPs. Estos hallazgos contribuyen al fortalecimiento de los programas en Venezuela que buscan dar cumplimiento a convenios internacionales para la gestión de dichos compuestos.

Palabras clave: Compuesto orgánico persistente, capacidad analítica, determinación analítica.

ANALYTICAL CAPACITY FOR THE DETERMINATION OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN TWO MUNICIPALITIES FROM CARABOBO STATE, VENEZUELA

Abstract: Persistent organic pollutants (POPs) are a group of chemicals that have high toxicity. To evaluate the health effects produced by them, it is necessary to have adequate and specialized laboratories. That is why, in the present study, we evaluated the analytical capability for determining POPs toxicology in laboratories of Valencia and Naguanagua Municipalities. Most of the laboratories that were evaluated process both biological and non-biological samples for determining solvents, metals, pesticides, among other compounds. They also have other equipment whose detection limit depends on the compound to be analyzed. The findings indicate that the laboratories that were evaluated do possess the analytical capability for the COPs determination. These findings contribute to strengthening of the programs in Venezuela that seek to comply with international agreements for the management of such compounds.

Key words: Persistent organic pollutants, analytical capacity, analytical determination.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos orgánicos persistentes (COPs) son un conjunto de sustancias químicas que presentan cuatro características básicas: persistencia en el medio ambiente, capacidad de bioacumularse en la cadena alimenticia, se trasladan a grandes distancias en la naturaleza y poseen una gran toxicidad (Stockholm at 10: Chemical Challenges, Sustainable Solutions, 2011). De hecho, su presencia en el organismo se ha asociado a alteraciones neurológicas, del comportamiento y disminución de los procesos cognitivos (Weichenthal y col, 2010), así como también relación con algunos tipos de cáncer y problemas inmunitarios (Weichenthal y col, 2010; Hernández y col, 2011; Turner, Wigle y Krewski, 2011).

Estas propiedades intrínsecas de los COPs condujeron a la creación de comités internacionales para reducir y eliminar la liberación de dichos contaminantes al medio ambiente. Como resultado de estas sesiones se logró acordar un texto de Convenio que se firmó oficialmente el 23 de mayo del 2001 en Estocolmo, el cuál definió doce COPs: aldrina, endrina, dieldrina, clordano, dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), heptacloro, mirex, toxafeno, hexaclorobenceno, bifenilos policlorados (PCB), dioxinas y furanos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2001). Últimamente se han agregado otras sustancias como atrazina, endosulán, pentaclorofenol, éteres de bifenilo polibromado lindano, compuestos orgánicos de mercurio, compuestos orgánicos de plomo, compuestos orgánicos de estaño, fenoles policlorados, hidrocarburos poliaromáticos, parafinas, clorados de cadena corta, ftalatos, octil y monilfenoles; ampliamente utilizadas en la industria textil y en la fabricación de partes

electrónicas (Stockholm at 10: Chemical Challenges, Sustainable Solutions, 2011; Arata de Bellabarba, 2011).

Desde que entró en vigor el Convenio de Estocolmo sobre COPs han sido diversas las experiencias llevadas a cabo para cuantificar, mediante biomarcadores, el grado de exposición de la población general no expuesta a fuentes concretas de estos contaminantes, tanto en Europa (Porta, Puigdomènech y Ballester, 2009), como en Venezuela (Gil, 2006). La fuente de exposición más importante a estos compuestos es la laboral, en la manufactura y aplicación de los plaguicidas. En población general la fuente principal de aporte son los alimentos (Porta y col, 2002).

Para evaluar los efectos sobre la salud producidos por la exposición a estos agentes químicos, es necesario contar con laboratorios adecuados y especializados para la detección, identificación y cuantificación de todo tipo de sustancias químicas. Estos laboratorios deben poseer una elevada capacidad analítica pues un solo instrumento y técnica no pueden ser utilizados satisfactoriamente para todas las necesidades requeridas en la evaluación de los COPs. Es por ello que, la presente investigación se planteó caracterizar los laboratorios que procesan muestras toxicológicas en los Municipios Valencia y Naguanagua del Estado Carabobo, Venezuela, con la finalidad de determinar si poseen o no capacidad analítica para la determinación de compuestos orgánicos persistentes.

METODOLOGÍA

Se registró un total de 63 laboratorios, 57 de los cuáles estuvieron ubicados en el Municipio Valencia y 6 en el Municipio

Naguanagua del estado Carabobo, Venezuela, durante el período enero-julio del año 2010. De cada municipio se seleccionaron 4 laboratorios, debido a que son los únicos que determinan los compuestos de interés.

Previo aceptación por parte de los encargados, se procedió a aplicar un instrumento de recolección de datos, el cual consistió en una encuesta estructurada con preguntas abiertas que fueron plasmadas en formatos personalizados a cada uno de los laboratorios.

La encuesta proporcionaba información acerca de: ubicación, tipo de laboratorio (toxicológico, clínico toxicológico, otros), Acreditación por los entes gubernamentales (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (MPPA), Colegio de Bioanalistas y SENCAMER (Servicio Autónomo Nacional de Normalización, Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos), tipo y cantidad de muestras que procesan (biológica y/o no biológica), pruebas toxicológicas y método que utilizan para llevar a cabo su procesamiento y características generales

de los equipos (modelo, marca y límites de detección).

El registro y análisis descriptivo de la información se llevó a cabo con el Software Microsoft Excel 2007, siendo los datos expresados en tablas.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los laboratorios que procesan compuestos persistentes ubicados en los municipios evaluados son: De Referencia González-Martínez, Toxicológico del Ambiente, Hidrolab Toro Consultores y el Centro de Asesoramiento Toxicológico Dr. Jorge Irrizaga (CATOX) en el municipio Valencia; y Laboratorio Toxicológico Ambiental (LABTA), Centro de Investigación Toxicológica UC (CITUC), Unidad Toxicológica Molecular (UTM) y el Laboratorio de Análisis Instrumental de la Universidad de Carabobo en el municipio Naguanagua.

En la tabla N°1, se evidencian Frecuencia de laboratorios por cada municipio que procesan los tipos de muestras biológicas y no biológicas encuestadas.

Tabla N°1. Frecuencia de laboratorios por cada municipio que procesan los tipos de muestras biológicas y no biológicas encuestadas.

TIPO DE MUESTRA		MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
		n	%	n	%
BIOLÓGICA	Contenido Gástrico	1	25	1	25
	Líquido Cefalorraquídeo	1	25	0	0
	Orina	4	100	3	75
	Pelos	1	25	1	25
	Saliva	1	25	1	25
	Sangre	4	100	2	50
	Suero	1	25	1	25
	Tejido Muscular	1	25	0	0
	Uñas	1	25	0	0
NO BIOLÓGICA	Agua	3	75	1	25
	Alimentos	1	25	0	0
	Aire	1	25	2	50
	Efluentes Industriales	1	25	0	0
	Emisiones Atmosférica industriales	1	25	0	0
	Jugos (Bebidas)	1	25	0	0
	Medicamentos	1	25	0	0
	Muestras para evaluar contaminantes en el ámbito de Higiene industrial	1	25	0	0
	Plaguicidas	1	25	0	0
	Plantas	1	25	0	0
	Sanitarios	1	25	0	0
	Suelos	1	25	1	25

Se evidenció que siete (87,5%) de los ocho (8) laboratorios encuestados procesan muestras biológicas. El 100% de los ubicados en el Municipio Valencia y 75% del Municipio Naguanagua procesan muestra de orina, siendo ésta la muestra de mayor

procesamiento en relación al número de laboratorios encuestados, seguida de la muestra de sangre, procesada por el 75% de los ocho (8) laboratorios encuestados. Sin embargo, es necesario destacar que los laboratorios que no procesan este tipo de

muestras, son laboratorios especializados en muestras no biológicas.

Es importante señalar que una gran cantidad de laboratorios que procesan muestras de orina y sangre (en relación con la cantidad de laboratorios encuestados), responde principalmente a la sencillez del procedimiento para el análisis de dichas muestras, tanto para el paciente en cuanto a la toma de muestra como para el analista. Estas muestras son sumamente importantes en el análisis de compuestos persistentes, ya que, en el caso de la orina es un vehículo de eliminación de numerosos tóxicos como alcaloides, barbitúricos, arsénico, plomo, mercurio, cobre; además, los compuestos son excretados en mayor o menor parte por vía renal, ya sea en forma de compuestos inalterados o en forma de diversos metabolitos (Baht y Moy, 1997; Sen, 2002).

En el caso de las muestras no biológicas, se evidenció que la muestra más común, procesada en el 50% de los laboratorios encuestados, es la muestra de Agua, seguida de la muestra de Aire, procesada en el 37,5% de los ocho (8) laboratorios total encuestados. Tanto el agua como el aire, son elementos que están en contacto directo y permanente con el ser humano y, al mismo tiempo, son los que han sufrido en mayor grado los daños ocasionados por el deterioro

y la contaminación ambiental. En este sentido, es sumamente valioso percatarse de que, al menos en los Municipios Valencia y Naguanagua del Estado Carabobo, se ha tomado conciencia de ello y se ha hecho énfasis especial en el análisis y procesamiento de muestras de estos elementos, relacionado en gran medida con el auge industrial de la Ciudad de Valencia (Ladrón de Guevara y Moya, 1995).

Las muestras de efluentes industriales, sanitarios, muestras para evaluar contaminantes en el ámbito de Higiene industrial y suelos, son procesados por el 25% de los laboratorios ubicados en el Municipio Valencia. Las muestras de plaguicidas, medicinas, alimentos, bebidas y plantas, son procesadas en el mismo municipio en igual proporción. En el Municipio Naguanagua, son procesados muestras de suelo tan solo en el 25% de los laboratorios. Estos resultados revelan que en el municipio Valencia hay mayor diversidad de laboratorios que puedan procesar muestras provenientes del sector industrial o agrario.

En la tabla N°2 se puede apreciar el Número de laboratorios por cada municipio que procesan las pruebas encuestadas para la determinación de exposición a los COPs.

Tabla N° 2. Número de laboratorios por cada municipio que procesan las pruebas encuestadas para la determinación de exposición a los COPs.

PRUEBAS PARA LA DETERMINACIÓN EXPOSICIÓN	MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
	n	%	n	%
Solventes	4	100	3	75
Plaguicidas	1	25	1	25
Metales	3	100	3	75
Otros	2	25	1	25

Los solventes son procesados en siete (87,5%) de los ocho (8) laboratorios encuestados, 4 del Municipio Valencia y 3 del Municipio Naguanagua. El 75% de los laboratorios tanto del Municipio Valencia y Naguanagua determina metales y un 25 % otros compuestos. Tan sólo el 25% de los laboratorios de ambos municipios evalúan la presencia de plaguicidas. Esta información

permite conocer la existencia de laboratorios con capacidad para analizar los elementos antes mencionados.

Es significativo destacar la información proporcionada por la tabla N°3, la cual muestra el número de laboratorios que aplican los distintos métodos utilizados en el procesamiento de compuestos persistentes.

Tabla N°3. Número de laboratorios por cada municipio que aplican los distintos métodos utilizados en el procesamiento de compuestos persistentes.

MÉTODO QUE SE UTILIZAN PARA PROCESAMIENTO DE COMPUESTOS PERSISTENTES	LABORATORIOS ENCUESTADOS QUE PROCESAN COMPUESTOS PERSISTENTES			
	MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
	n	%	n	%
Absorción Atómica	2	50	3	75
ICP	1	25	0	0
Ultravioleta Visible	1	25	2	50
Cromatografía de Gases	1	25	3	75
Cromatografía de Capa Fina	1	25	0	0
Espectrofotometrías	2	50	0	0
Pruebas Colorimétricas	2	50	0	0
HPLC	0	0	1	25

El método más utilizado es la Absorción Atómica; se ubica en cinco (5) laboratorios (62,5%), del total de los laboratorios encuestados: 2 en el Municipio Valencia y 3 del Municipio Naguanagua. Seguido por la Cromatografía de Gases, la cual es utilizada en cuatro (4) laboratorios (50%) de los ocho laboratorios encuestados, 1 ubicado en el Municipio Valencia y 3 del Municipio Naguanagua.

En la tabla N°4 se indica la marca, niveles de detección y ubicación de los equipos, en cada uno de los laboratorios encuestados. La variedad encontrada permite afirmar que, en cuanto a equipos, en los Municipios Valencia y Naguanagua, se cuenta con la

dotación necesaria para realizar una identificación, y cuantificación de los compuestos persistentes presentes en muestras ambientales y biológicas.

En relación al límite de detección de los equipos en estudio, se puede observar que son variados, dependiendo del método utilizado, y de las condiciones analíticas de cada laboratorio, oscilando entre unidades tan bajas como μg hasta mg/dL . El conocimiento de estas concentraciones en distintos elementos del medio ambiente, permitirá un mejor diagnóstico de intoxicaciones en individuos sometidos al contacto con dichos elementos.

Tabla N°4. Tipos de Equipos utilizados y el número de laboratorios encuestados que los disponen para la determinación de compuestos persistentes

EQUIPOS	MARCA / MODELO	LÍMITE DE DETECCIÓN	LABORATORIOS ENCUESTADOS QUE PROCESAN COMPUESTOS PERSISTENTES			
			MUNICIPIO VALENCIA (TOTAL=4)		MUNICIPIO NAGUANAGUA (TOTAL=4)	
			n	%	n	%
Espectrofotómetro de Absorción Atómica	Perkin Elmer AA. Analyst 200	Hg en Orina $\geq 0.6 \mu\text{g/dL}$; ; Pb en Sangre $\geq 0,6 \mu\text{g/dL}$; Pb en Orina $\geq 2,4 \mu\text{g/24h}$; Cu: $0,1\text{mg}/\mu\text{L}$; Zn: $0,1\text{mg}/\mu\text{L}$;	2	50	0	0
	Unicalibrador Diagnóstica STAGO	Hg en Orina $\geq 0.6 \mu\text{g/dL}$	1	25	0	0
	GBC 932 AA	0,1 a 1 abs	0	0	1	25
	Perkin Elmer AA. 3100	Pb: $0,001\text{mm/dL}$; Hg: $2,2\text{mm/dL}$	0	0	2	50
ICP	ICP Perkin Elmer. Óptima 7000DV	Metales: $< 0,001\text{mg/L}$; Formaldehído $< 0,01\text{mg/L}$;	1	25	0	0
Cromatógrafo de Gases	SRI Gas 8610 Genesys 10vv	COV: $< 0,1\text{mg/L}$.	1	25	0	0
	Agilent Technologies 6890U	no fueron suministrados	0	0	1	25
	Varian 3800	10 a $30 \mu\text{v}$	0	0	1	25
	Shimatzu GC14	no fueron suministrados	0	0	1	25
HPLC	Perkin Elmer200 NCI 901	no fueron suministrados	0	0	1	25
Detector de Masa	Agilent Technologies 2589 ^a	no fueron suministrados	0	0	1	25
Infrarrojo	FTIR-84005 SHIMADZU	0,5 Abs	0	0	1	25
Espectrofotómetro UV visible	Perkin Elmer Precisely Lambda 25	0,5 Abs	0	0	1	25
	Lambda 3D	no fueron suministrados	0	0	1	25
	Espectronyc 20 Bauch & Lomb	$\leq 5\text{mg/dl}$	1	25	0	0

CONCLUSIONES

Haciendo un análisis global de los resultados obtenidos, se puede concluir que en el Estado Carabobo, específicamente en los Municipios evaluados, se cuenta con capacidad analítica para la determinación de COPs; siendo importante la difusión de esta información para el conocimiento público de la región.

Cabe destacar que en cada país que haya suscrito el Convenio de Estocolmo, ha llevado a cabo un proyecto denominado Plan Nacional de Implementación, con miras a dar cumplimiento con la eliminación y control de los COPs. En Latinoamérica se han reportado avances importantes al respecto, tal como los mostrados en Uruguay (Capacidad analítica de Uruguay en contaminantes orgánicos persistentes: situación y perspectivas, 2005) y Chile (Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Chile: Fase I, 2005), cuyos resultados han aportado bases para que el estado desarrolle y potencie las capacidades existentes en dichos países.

En Venezuela, de forma similar, se han ejecutados proyectos para la formulación y elaboración del Plan Nacional de Implementación, en el cual se definen las estrategias nacionales concretas para la reducción y eliminación de los COPs (Informe preliminar de inventarios de contaminantes orgánicos persistentes en la República Bolivariana de Venezuela, 2006). Como parte de las actividades definidas en el mencionado proyecto, se ejecutó una fase denominada "Establecimiento de inventarios de COP y evaluación de la infraestructura y capacidad nacional", donde se contempló la realización de un inventario nacional. Esta fase fue ejecutada exitosamente obteniéndose una visión preliminar de la

situación en el país con respecto a los COPs. No obstante, en ese informe no se presentaron resultados de forma municipal.

Es por ello, que la presente investigación representa un aporte novedoso para Venezuela, contribuyendo al conocimiento público del conjunto de recursos o de infraestructura con el que se cuenta en los Municipios Valencia y Naguanagua para la determinación de COPs. Fortaleciendo, además, los programas nacionales que tienen como objetivo fundamental implementar el Convenio de Estocolmo.

REFERENCIAS

- Arata de Bellarba, G. (2011). Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs): qué son y cómo afectan el medio ambiente y la salud. En Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo, 9(2):34-36.
- Baht, R., y Moy, G. (1997). Monitoring and assessment of dietary exposure to chemical contaminants. World Health Statistics Quarterly (Geneva). Vol 50, 132-149.
- Capacidad analítica de Uruguay en contaminantes orgánicos persistentes: situación y perspectivas. (2005). Consultado el 30 de abril de 2013 desde <http://www.relasc.org/index.php?/esp/5/2/Uruguay/Capacidad-analitica-de-Uruguay-em-contaminantes-organicos-persistentes-COPs-situacion-y-perspectivas>
- Gil, M. (2006). Informe ciudadano de la situación de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Venezuela. En Proyecto Internacional de Eliminación de los COP. Disponible en www.ipen.org
- Hernández A., Parrón T. y Alarcón R. (2011). Pesticides and asthma. En Curr Opin Allergy Clin Immunol, 11:90-96.

Ladrón de Guevara, J., y Moya, V. (1995). Toxicología médica, clínica y laboral. 38 (9)1678-1684.

Fecha de recepción: 04 de noviembre de 2014

Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2014

Plan Nacional de Implementación para la Gestión de los Contaminantes Orgánicos Persistentes en Chile: Fase I. (2005). Consultado el 30 de abril de 2013 desde <http://www.pnud.cl/publicaciones/COPs.pdf>

Porta M., Kogevinas M., Zumeta E., Sunyer J. y Ribas-Fito N. (2002). Concentraciones de compuestos tóxicos persistentes en la población española: el rompecabezas sin piezas y la protección de la salud pública. En Gac Sanit 16:257-266.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2001). Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. PNUMA, Suecia.

Sen, A. (2002). Environmental Separation of Heavy Metals: engineering processes. Lewis Publishers, Boca Raton, EE.UU.

Stockholm at 10: Chemical Challenges, Sustainable Solutions. (2011). Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Stockholm Convention. Geneva, Switzerland.

Turner M., Wigle D. y Krewski D. (2011). Residential pesticides and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis. En Cien Saude Colet, 16(3):1915-1931.

Weichenthal S., Moase C. y Chan P. (2010). A review of pesticide exposure and cancer incidence in the Agricultural Health Study cohort. En Environ Health Perspect, 118:1117-1125.

PROPUESTA DE MEJORAS DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS EN EL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Duran, J.; Ordoñez, J.

Escuela de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia.
Estado Carabobo. Venezuela

e-mail: joanmanuel575@gmail.com

Resumen: El objetivo del estudio fue proponer mejoras en los procesos administrativos identificados en la Maestría de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo. Se desarrolló bajo la modalidad de proyecto factible. La población de estudio estuvo compuesta por el personal que labora en la Maestría de Ingeniería Industrial del Postgrado de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. La información se recolectó mediante la observación directa, entrevistas no estructuradas y revisión bibliografía. Entre las debilidades encontradas en los procesos administrativos resaltan: la falta generalizada de Identificación e Integración del personal, desconocimiento de las leyes y reglamento que competen al alumno, profesor y personal administrativo, falta de interacción y comunicación entre el personal docente y personal administrativo y por último, los alumnos de la maestría no culminan el programa. La propuesta de mejora pretende actuar en cuatro direcciones básicas: prevención, detección, corrección y mejora de procesos identificados con la investigación.

Palabras clave: Propuesta, procesos administrativos, programa de maestría.

PROPOSAL OF BUSINESS PROCESSES IMPROVEMENT IN THE MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INDUSTRIAL ENGINEERING

Abstract: The objective of the study was to propose improvements of administrative processes in place at the Master of Science program at the Industrial Engineering School of the University of Carabobo. It was developed under the mode of feasible project. The sample under study was made up of personnel that work at the Industrial Engineering's Master of Science program of the University of Carabobo's post-graduate sector. The information was collected through direct observation, interviews and literature review. Among the weaknesses found in the administrative processes stand out: the general lack of identification and integration of the staff; lack of laws and regulations concerning the student, teacher and administrative staff; lack of interaction and communication between teachers and administrative staff and, finally, students do not complete the Master of Science program. The improvement proposal seeks to act on four basic directions: prevention, detection, correction and enhancement of processes regarding the investigation.

Key words: Motion, administrative processes, master's program.

INTRODUCCIÓN

Los procesos administrativos se han considerado como uno de los asuntos con mayor importancia en el mundo actual, el objetivo principal es cumplir los requerimientos del cliente y cerciorarse que todos los procesos de la organización contribuyan a satisfacer sus necesidades. Actualmente la eficiencia en los procedimientos administrativos es una característica muy apreciada por el cliente.

Stoner (1996), a finales del siglo XIX define la administración en términos de cuatro funciones específicas de los gerentes: la planificación, la organización, la dirección y el control. Menciona que la administración es el proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de los miembros de la organización y el empleo de todos los demás recursos organizacionales, con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos por la organización.

En el campo educativo, es importante mencionar la necesidad de que los postgrados públicos y privados redefinan los procedimientos administrativos que permitan mejorarlos; la Universidad de Carabobo no escapa a esa situación; en el área de Postgrado de Ingeniería, Maestría en Ingeniería Industrial, elaboró en noviembre de 2011, un informe de evaluación de la misma donde se mencionan, que aun cuando la maestría actualmente tiene pertinencia profesional y académica, se necesitan realizar ciertos cambios que permitan mejorar el perfil de los egresados. Diversos autores (Romero y Ordóñez, 2002; Ferreira y Molina, 2006; Martínez, 2009; Barrios y Granadillo, 2010), convergen en la necesidad de proponer mejoras en los procedimientos y sistemas de gestión en las organizaciones, ya que esto colabora con la eficiencia en los servicios que ofrecen,

además de cumplir con los estándares de calidad que requieren los clientes.

En el caso de la Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad de Carabobo, entre estos cambios se pueden mencionar: redireccionamiento en las líneas de investigación, actualización de los contenidos programáticos de las asignaturas. Con este informe se quiere dar los primeros pasos para iniciar un proceso de renovación, ya que en ocasiones tiene poca efectividad el control de sus operaciones y manejo de trámites para la evolución de sus procesos, lo cual aumenta las actividades en los procesos administrativos afectando el clima de la organización y por ende el desempeño.

Cabe mencionar que no se refleja un flujo de los controles administrativos por no estar descritos y no existe una pronta respuesta debido a una fluidez inadecuada de los procedimientos, lo cual amerita un análisis y que este garantice un servicio eficiente y adecuado que permita agilizar los procesos.

Es por eso que la coordinación del programa de maestría de ingeniería industrial de la Universidad de Carabobo está en la búsqueda de la eficiencia de los procesos administrativos a través de una información adecuada para poder tener una buena retroalimentación de la interpretación de los procesos, perfeccionando la calidad de la toma de decisiones y motivando la eficiencia de dichos procesos, por lo que en las mejores propuestas deberá considerarse al personal en los procesos de cambio. En este sentido, el propósito del presente estudio fue proponer mejoras en los procesos administrativos para controlar y mejorar los métodos administrativos involucrados en la maestría de ingeniería industrial de la Universidad de Carabobo.

METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló bajo un nivel descriptivo que tiene como propósito: "...interpretar realidades de hecho. Incluye descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, composición o procesos de los fenómenos." (Palella y Martins, 2006, p. 102). Al mismo tiempo, se utilizó la modalidad de proyecto factible que, para Palella y Martins "...consiste en elaborar una propuesta viable a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica." (pág. 107). También, se enmarca en un diseño de campo, pues los datos se recolectan directamente de la realidad de estudio (Arias, 2006).

Para efectos del presente estudio, la población está representada por el personal que labora en los procesos administrativos de la Maestría de Ingeniería Industrial del Postgrado de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, específicamente, el personal de los procesos administrativos, siendo la muestra censal.

Se utilizaron como técnicas de recolección de datos:

- **Entrevistas no estructuradas.** Éstas siguen un formato básico o guion, cuya aplicación es libre de acuerdo con el criterio del entrevistador, las preguntas son abiertas y no estandarizadas. Las entrevistas fueron realizadas a los docentes de la maestría y al personal administrativo de la maestría que intervienen en la ejecución de los procesos dentro del postgrado.

Tanto las observaciones como las entrevistas fueron registradas en apuntes para su posterior análisis.

- **La observación directa.** Ya que a través del proceso de observación se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en el contexto. Las observaciones se llevaron a cabo en las visitas realizadas a los centros de trabajo donde se verificó y avaló la información obtenida en las entrevistas, para obtener evidencias escritas sobre la información de entrada y salida de cada proceso.

Fases de la Investigación

La investigación se realizó en tres fases, las cuales consiste en desglosar en actividades los objetivos específicos propuestos en la investigación.

Fase I. Análisis de los procesos y los procedimientos: Esta fase correspondió a entrevistas abiertas no estructuradas al personal que intervienen en los procesos de administración del área asociada al problema para determinar los centros controlables y conocer cuales procesos son ejecutados en la actualidad, cómo son ejecutados detalladamente, ya que se carece de documentación, registros y formalización de los procesos y procedimientos relacionados con la administración dentro de la maestría de ingeniería industrial.

Fase II. Diseño de procesos y herramientas para la recolección de datos: Documentar los flujogramas de procesos apoyados en la visión sistemática y diagramación hipo que se basa en entrada proceso y salida; construcción de esquemas de análisis de los procesos administrativos con el establecimiento de objetivos estratégicos y su aplicación en el área de la maestría de ingeniería industrial; construcción de esquemas de análisis de los procesos de administración con el establecimiento de objetivos estratégicos y su aplicación en los

departamentos de la maestría de ingeniería industrial; establecimiento de factores claves y factores críticos de éxito de los procesos basados en la metodología para establecer los procesos administrativos del programa de maestría.

Fase III. Establecimiento de estrategias para la instrumentación del sistema de procesos administrativos: Esta fase en sí es el desarrollo y análisis del caso práctico.

Situación actual de la maestría de Ingeniería Industrial del postgrado de Ingeniería de la Universidad de Carabobo

Los estudios de Postgrado en la Universidad de Carabobo se iniciaron en 1970 con la creación del Área de Estudio de Postgrado. Ese mismo año la Universidad suscribe convenios con las Universidades de Oklahoma, USA y Complutense de Madrid, España y en septiembre de 1970 comienzan las clases del postgrado en Matemática.

En 1972 se firma convenio con la Universidad de Florida para la Maestría en Ingeniería Mecánica. Asimismo se firman otros convenios para dar inicio a programas en las diferentes Facultades y Escuelas que conforman la Universidad en aquel entonces.

Hoy en día, la Facultad de Ingeniería, pionera de los estudios de postgrado en la Universidad de Carabobo a través de la Dirección de Estudios para Graduados, ofrece cursos de Maestrías de Ingeniería Ambiental, Eléctrica, Industrial, Mecánica, Ingeniería de Procesos, Gerencia de Construcción y Matemática y Sistemas.

Organigrama funcional del postgrado de la Universidad de Carabobo

El postgrado de Ingeniería de la Universidad de Carabobo posee una estructura organizacional del tipo funcional, una

Dirección de Postgrado de ingeniería que coordina siete Coordinaciones de Postgrado: Ingeniería Industrial, Matemática y Computación, Ingeniería Ambiental, Gerencia de Construcción, Ingeniería de Procesos, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica. Está conformado por:

- Director.
- Asistente Ejecutivo de Estudios para Graduados.
- Evaluador Curricular.
- Secretaria Ejecutiva.
- Asistente en Recursos de Apoyo Informático.
- Secretarias
- Oficinista.
- Asistente Especialistas en Información.
- Especialista de Tecnología de Información y Comunicación.
- Administrador de Tecnología de Información y Comunicación.
- Tecnología de recursos de Informática.
- Asistente de Laboratorio de Informática.
- Supervisor de asuntos Audiovisuales.
- Asistente de Asuntos Audiovisuales.

Los procesos administrativos del Programa de Maestría en Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo que se tomaron en cuenta en el presente estudio, fueron desarrollados a través de entrevistas realizadas a la personas conocedoras en las dependencias de los mismos. Los procesos estudiados fueron los siguientes:

- Selección de Alumnos del Postgrado de Ingeniería Industrial.
- Solicitud de Constancias.
- Retiro de Asignatura del Postgrado.
- Retiro Temporal o Permanente Voluntario del Programa del Postgrado
- Reincorporación (1) como Alumno Regular, Debido a Retiro Menor a un Año.

- (2) de Readmitido como Alumno Regular de Postgrado Tiempo Mayor a un Año.
- Selección de Convalidación de Asignaturas.
- Régimen de Estudio Dirigido (Clases Particulares)
- Aprobación del Proyecto de Tesis de la Maestría.
- Petición de Prorroga para la Presentación o Culminación del Trabajo de Grado.
- Inscripción y Defensa del Trabajo Especial de Grado.
- Aprobación de Proyecto de Tesis del Doctorado.
- Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.
- Contratación de Profesores en Postgrado.
- Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.

Propuesta de mejoras de los procesos administrativos en el programa de maestría en ingeniería industrial

La propuesta de mejoras en los procesos administrativos del postgrado, comprende una estructura organizativa, recursos necesarios y procedimientos de actuación que de manera conjunta, permitan asegurar la mejora de las actividades desarrolladas.

La propuesta de mejora pretende actuar en cuatro direcciones básicas:

✓ **Prevención:** Evitar que se produzcan desviaciones o elementos no conformes en todas las fases de la realización de alguna actividad.

✓ **Detección:** Localizar en el momento más próximo posible las desviaciones o elementos no conformes.

✓ **Corrección y mejora:** Implementar acciones correctivas necesarias para la eliminación de las no conformidades observadas, evitando su repetición y mejorando los procedimientos.

✓ **Demostración:** Ejecutar y documentar todas las acciones necesarias para poder demostrar el cumplimiento de todos los objetivos de calidad.

Estructura documental del modelo de mejoras administrativas

La estructura documental del modelo de mejoras administrativas se emplea con el fin de organizar, controlar y distribuir la documentación emanada de los diferentes procesos administrativos y de servicio que se realizan en los Programas de Maestría de Ingeniería Industrial, usando como mecanismo la codificación y estandarización, aplicando a todas las áreas relacionadas con el control de los procesos en búsqueda de asegurar su implantación y cumplimiento estableciendo una identificación única e intransferible a cada documento. Será responsabilidad de la dirección la revisión, aprobación y actualización de la estructura documental y de los procedimientos que contiene.

En la tabla N°1 se exponen los factores internos, y en la tabla N°2 se exponen los factores externos de la matriz DOFA de la maestría de Ingeniería Industrial.

Tabla N° 1. Matriz DOFA de la maestría de Ingeniería Industrial: Factores Internos

Fortalezas	Debilidades
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nivel de compromiso de los directivos con la Coordinación de Ingeniería Industrial. 2. Integridad propia de la institución con respecto a las instituciones del país; ya que el programa de Maestría de Ingeniería Industrial tiene pres-tigio académico a nivel regional y del país. 3. Automatización de los procesos. 4. Disponibilidad de recursos autofinanciados y por partida asignada. 5. Personal Profesional capacitado para ejercer el cargo. 6. Disposición para mejorar las relaciones interpersonales. 7. Alta calidad de los profesionales. 8. La plana docente de Maestrías y Doctorados, son profesionales de universidades de prestigio académico y cultural. 9. La globalización y la capacidad de actualización profesional constante de docentes Magísteres y Doctores. 10. Convenios con instituciones públicas y privadas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Falta generalizada de Identificación del personal. 2. Ausencia de normalización y estandarización de procesos en las unidades. 3. Realización de la mayoría de los procesos manuales. 4. La improvisación en la selección del personal administrativo a desempeñar labores no acordes con su profesión y la poca oportunidad de participación en el cargo correspondiente. 5. Desconocimiento pleno de las leyes y reglamento que competen alumno, profesor y personal Administrativo. 6. Falta de inter-acción y comunicación entre el personal 7. No atención oportuna de pagos de honorarios al personal docente que dicta cátedra para los programas de la maestría de Ingeniería Industrial. 8. Morosidad de los pagos de las autoridades 9. Los alumnos de la maestría no culminan el programa.

Tabla N° 2. Matriz DOFA de la Maestría de Ingeniería Industrial: Factores Externos

Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Los titulados de las diferentes facultades de la Universidad Nacional son nuestros clientes potenciales, ya que al obtener títulos de postgrado se refleja en un bono adicional se sus honorarios profesionales. 2. Adoptar nuevas herramientas tecnológicas que coadyuve en los postgrados a distancia. 3. Convenio con otras instituciones públicas y privadas e inter-nacionales para el intercambio y actualización de los programas dictados en la Institución. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pérdida de interés por parte de los interesados por mala publicidad. 2. Programas de universidades nacionales e internacionales dictan postgrado a distancia. 3. La desertificación de homologación por parte del gobierno central.

Estrategias

Previamente con las tablas N°1 y N°2, como respuesta a la matriz DOFA se realizó el contraste de sus partes para así obtener estrategias que aseguren la permanencia en

el mercado de los programas de Maestría de la Universidad, utilizando las fortalezas para aprovechar las oportunidades (FO) y neutralizar las amenazas (FA) y reducir las

debilidades aprovechando las oportunidades (DO), neutralizando las amenazas (DA).

La Estrategia DA. En general, el objetivo de la estrategia es:

- La actualización de programas para crear interés en los estudiantes y egresados a fin de que cursen estudios en la maestría de Ingeniería Industrial.
- Crear un software que agilice la verificación de datos por parte del personal que autoriza los pagos y poder cumplir puntualmente con el pago a docentes contratados.

La Estrategia DO. La segunda estrategia, intenta minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades:

- Con la implementación de nuevas tecnología que permita mejoramiento de SIGMA y así crea una integración entre el personal administrativo.
- Al captar más estudiantes se podrá contratar más profesores creando un balance tutores vs Alumnos teniendo más oportunidades el alumno de culminar su maestría.

La Estrategia FA. Esta estrategia, se basa en las fortalezas de la Maestría de Ingeniería Industrial que pueden copar con las amenazas del medio ambiente externo:

- Aprovechando la plana docente de alto nivel profesional y el prestigio de la Maestría de Ingeniería Industrial para diseñar estudios a distancia.
- Programar clases de Maestrías y Doctorados en diurno y sabatino, para captar el interés del estudiante.

La Estrategia FO. A cualquier organismo le agradecería estar siempre en la situación

donde pudiera maximizar tanto sus fortalezas como sus oportunidades, utilizando recursos para aprovechar la oportunidad del mercado para sus servicios:

- Contando con la capacidad profesional de alto nivel de docentes para realizar intercambios de programas y así mantenerse actualizados en esos tipos de estudios.
- A través de los convenios con otras instituciones nacionales e internacionales para así actualizar el estatus de la homologación de los postgrados.

Manual de Procesos Administrativos

La administración de cada organización debe definir la documentación necesaria para soportar un sistema de gestión administrativa: La naturaleza y extensión de la documentación debe satisfacer las necesidades de la organización. La documentación provista debe definir la implementación, mantenimiento y mejoras del sistema, y típicamente incluye: políticas de la Institución incluyendo el manual de procesos, documentación para el control de procesos, instrucciones de trabajo y tareas definidas, formatos estandarizados para recolectar y reportar datos.

En este sentido, el manual contiene una serie de documentos, que se pueden visualizar en las figuras 1 y 2.



	MANUAL DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS	Fecha de Emisión: dd/mm/aaaa	
	Contenido del Manual de los Procesos Administrativos de la Maestría de Ingeniería Industrial		
CONTENIDO			
Organigrama Estructural del Área de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.....01			
Objetivos.....02			
Procesos Identificados.....02			
Documentos (Formatos).....03			
Documentos (Recaudos).....04			
Responsable:.....06			
Personal Autorizado.....06			
Personal Revisor.....06			
Proceso de Selección de Alumnos para la Maestría de Ingeniería Industrial.....07			
Diagrama para la Selección de Alumnos para la Maestría de Ingeniería Industrial.....08			
Proceso de Solicitud de Constancias.....09			
Diagrama de Solicitud de Constancias.....10			
Proceso de Retiro de Asignatura de la Maestría de Ingeniería Industrial.....11			
Diagrama del Retiro de Asignatura de la Maestría de Ingeniería Industrial.....12			
Proceso de Retiro de la Maestría de Ingeniería Industrial.....13			
Diagrama del Retiro de la Maestría de Ingeniería Industrial.....14			
Proceso de Reincorporación (1) como Alumno Regular Ausente por Menos de un Año y Reincorporación (2) Ausencia Mayor a un Año.....15			
Diagrama de Reincorporación (1) como Alumno Regular Ausente por Menos de un Año y Reincorporación (2) Ausencia Mayor a un Año.....16			
Proceso de Selección de Convalidación de Asignatura en la Maestría de Ingeniería Industrial.....17			
Diagrama de Selección de Convalidación de Asignatura en la Maestría de Ingeniería Industrial.....18			
Proceso del Régimen de Estudios Dirigidos (Clases Particulares).....19			
Diagrama del Régimen de Estudios Dirigidos (Clases Particulares).....20			
Proceso de Aprobación del Proyecto de Tesis de Maestría.....21			
Diagrama de Aprobación del Proyecto de Tesis de Maestría.....22			
Proceso de Prorroga para la Presentación del Trabajo de Grado.....23			
Diagrama de la Prorroga para la Presentación del Trabajo de Grado.....24			
Proceso de Inscripción y Defensa del Trabajo Especial de Grado.....25			
Diagrama de Inscripción y Defensa del Trabajo Especial de Grado.....26			
	Revisado por:	Autorizado por:	Recaudos:
			Fecha Revisión: dd/mm/aaaa

Figura 1. Contenidos del Manual de Procesos Administrativos de la maestría de Ingeniería Industrial



	MANUAL DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS	Fecha de Emisión: dd/mm/aaaa																																									
Contenido del Manual de los Procesos Administrativos de la Maestría de Ingeniería Industrial																																											
CONTENIDO																																											
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Proceso de Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado.....</td> <td style="text-align: right;">27</td> </tr> <tr> <td>Diagrama de Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado.....</td> <td style="text-align: right;">28</td> </tr> <tr> <td>Proceso de Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.....</td> <td style="text-align: right;">29</td> </tr> <tr> <td>Diagrama de Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.....</td> <td style="text-align: right;">30</td> </tr> <tr> <td>Proceso de Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">31</td> </tr> <tr> <td>Diagrama de Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">32</td> </tr> <tr> <td>Proceso de Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">33</td> </tr> <tr> <td>Diagrama de Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">34</td> </tr> <tr> <td>Formato de Cancelación de Aranceles Varios.....</td> <td style="text-align: right;">35</td> </tr> <tr> <td>Formato de Preinscripción a la Maestría de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">36</td> </tr> <tr> <td>Formato de Petición de Título.....</td> <td style="text-align: right;">37</td> </tr> <tr> <td>Formato de Solicitud de Régimen de Estudios Dirigidos Ante la Comisión Coordinadora de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">38</td> </tr> <tr> <td>Formato de Relación de Trabajo Profesor & Alumno.....</td> <td style="text-align: right;">39</td> </tr> <tr> <td>Formato del Acta de Aprobación del Proyecto de Trabajo de Grado de la Maestría de Ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">40</td> </tr> <tr> <td>Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos de Alumnos y del Tutor).....</td> <td style="text-align: right;">41</td> </tr> <tr> <td>Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Co-Tutor).....</td> <td style="text-align: right;">42</td> </tr> <tr> <td>Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Plan de Académico).....</td> <td style="text-align: right;">43</td> </tr> <tr> <td>Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Comité Asesor).....</td> <td style="text-align: right;">44</td> </tr> <tr> <td>Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos de Asignaturas Dictadas y Trabajos Publicados).....</td> <td style="text-align: right;">45</td> </tr> <tr> <td>Formato del Acta de Evaluación de Alumnos Pertencientes al Postgrado de la Maestría de ingeniería Industrial.....</td> <td style="text-align: right;">46</td> </tr> </table>				Proceso de Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado.....	27	Diagrama de Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado.....	28	Proceso de Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.....	29	Diagrama de Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.....	30	Proceso de Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial.....	31	Diagrama de Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial.....	32	Proceso de Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.....	33	Diagrama de Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.....	34	Formato de Cancelación de Aranceles Varios.....	35	Formato de Preinscripción a la Maestría de Ingeniería Industrial.....	36	Formato de Petición de Título.....	37	Formato de Solicitud de Régimen de Estudios Dirigidos Ante la Comisión Coordinadora de Ingeniería Industrial.....	38	Formato de Relación de Trabajo Profesor & Alumno.....	39	Formato del Acta de Aprobación del Proyecto de Trabajo de Grado de la Maestría de Ingeniería Industrial.....	40	Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos de Alumnos y del Tutor).....	41	Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Co-Tutor).....	42	Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Plan de Académico).....	43	Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Comité Asesor).....	44	Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos de Asignaturas Dictadas y Trabajos Publicados).....	45	Formato del Acta de Evaluación de Alumnos Pertencientes al Postgrado de la Maestría de ingeniería Industrial.....	46
Proceso de Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado.....	27																																										
Diagrama de Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado.....	28																																										
Proceso de Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.....	29																																										
Diagrama de Consignación del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado.....	30																																										
Proceso de Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial.....	31																																										
Diagrama de Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial.....	32																																										
Proceso de Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.....	33																																										
Diagrama de Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial.....	34																																										
Formato de Cancelación de Aranceles Varios.....	35																																										
Formato de Preinscripción a la Maestría de Ingeniería Industrial.....	36																																										
Formato de Petición de Título.....	37																																										
Formato de Solicitud de Régimen de Estudios Dirigidos Ante la Comisión Coordinadora de Ingeniería Industrial.....	38																																										
Formato de Relación de Trabajo Profesor & Alumno.....	39																																										
Formato del Acta de Aprobación del Proyecto de Trabajo de Grado de la Maestría de Ingeniería Industrial.....	40																																										
Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos de Alumnos y del Tutor).....	41																																										
Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Co-Tutor).....	42																																										
Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Plan de Académico).....	43																																										
Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos del Comité Asesor).....	44																																										
Formato de la Planilla del Plan Académico del Doctorado en Ingeniería Industrial (Datos de Asignaturas Dictadas y Trabajos Publicados).....	45																																										
Formato del Acta de Evaluación de Alumnos Pertencientes al Postgrado de la Maestría de ingeniería Industrial.....	46																																										
	Revisado por:	Autorizado por:	Recaudos: Fecha Revisión: dd/mm/aaaa																																								

Figura 2. Contenidos del Manual de Procesos Administrativos de la maestría de Ingeniería Industrial

El propósito primario de la documentación de la administración es el describir el sistema de gestión, estos documentos sirven de base para la implementación y el mantenimiento de los sistemas. La documentación debe ser adecuada y estar disponible para almacenar efectivamente las operaciones del sistema de gestión. Se debe definir e implementar el control de los registros para asegurar que se usen correctamente. Los documentos obsoletos deben ser sustituidos de todos los puntos, folletos, manuales, usos y otros, tan pronto como sea posible para eliminar intento de uso.

controlados confidencialmente. La organización debe asegurarse de mantener la suficiente documentación para demostrar sus conformidades y para verificar la correcta y efectiva operación del sistema de gestión administrativa. El manual de procesos administrativos debe describir las políticas de calidad institucional de la organización y soporte e instrucciones de sus procesos principales, y debe tener referencia de todos los posibles documentos aplicables a los sistemas de manejo de gestión administrativa.

Todos los documentos referentes al mejoramiento administrativo deben ser retenidos, archivados mantenidos, y

En la figura 3 se pueden visualizar los procesos administrativos que se recomiendan mejorar a través de la utilización del manual.

	MANUAL DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS	Fecha de Emisión: dd/mm/aaaa	
	Objetivos y Procesos Identificados Código: PMII-G-02		
<p>1. OBJETIVOS:</p> <p>Describir de manera sistemática y gráfica cada uno de los procesos administrativos, para coadyuvar la gestión relacionadas con la Coordinación de Ingeniería Industrial de los estudios de Postgrado de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.</p> <p>2. PROCESOS IDENTIFICADOS:</p> <p style="text-align: center;">NOMBRE DEL PROCESO ADMINISTRATIVO</p> <p>01 Selección de Alumnos de la Maestría de Ingeniería Industrial</p> <p>02 Solicitud de Constancias</p> <p>03 Retiro de Asignatura de la Maestría de Ingeniería Industrial</p> <p>04 Retiro del Programa de la Maestría de Ingeniería Industrial</p> <p>05 Reincorporación(1) como Alumno Regular Ausente por Menos de un Año y Reincorporación(2) Ausencia Mayor a un Año</p> <p>06 Selección de Convalidación de Asignaturas en la Maestría de Ingeniería Industrial</p> <p>07 Régimen de Estudios Dirigidos (Clases Particulares)</p> <p>08 Aprobación del Proyecto de la Tesis de Maestría de Ingeniería Industrial</p> <p>09 Prórroga Para la Presentación del Trabajo de Grado</p> <p>10 Inscripción y Defensa del Trabajo Especial de Grado</p> <p>11 Aprobación del Proyecto de Tesis del Doctorado</p> <p>12 Consignación Del Trabajo Especial de Grado en la Sección de Postgrado</p> <p>13 Contratación de Profesores en la Maestría de Ingeniería Industrial</p> <p>14 Pago de Honorarios Profesionales a los Profesores de la Maestría de Ingeniería Industrial</p>			
	Revisado por:	Autorizado por:	Recaudos: Fecha Revisión: dd/mm/aaaa

Figura 3. Contenidos y objetivos identificados

Uno de los procesos ilustrados en forma de diagrama de flujo en el manual, es el retiro

de una asignatura del programa de maestría, por lo cual se refleja en la figura 4.

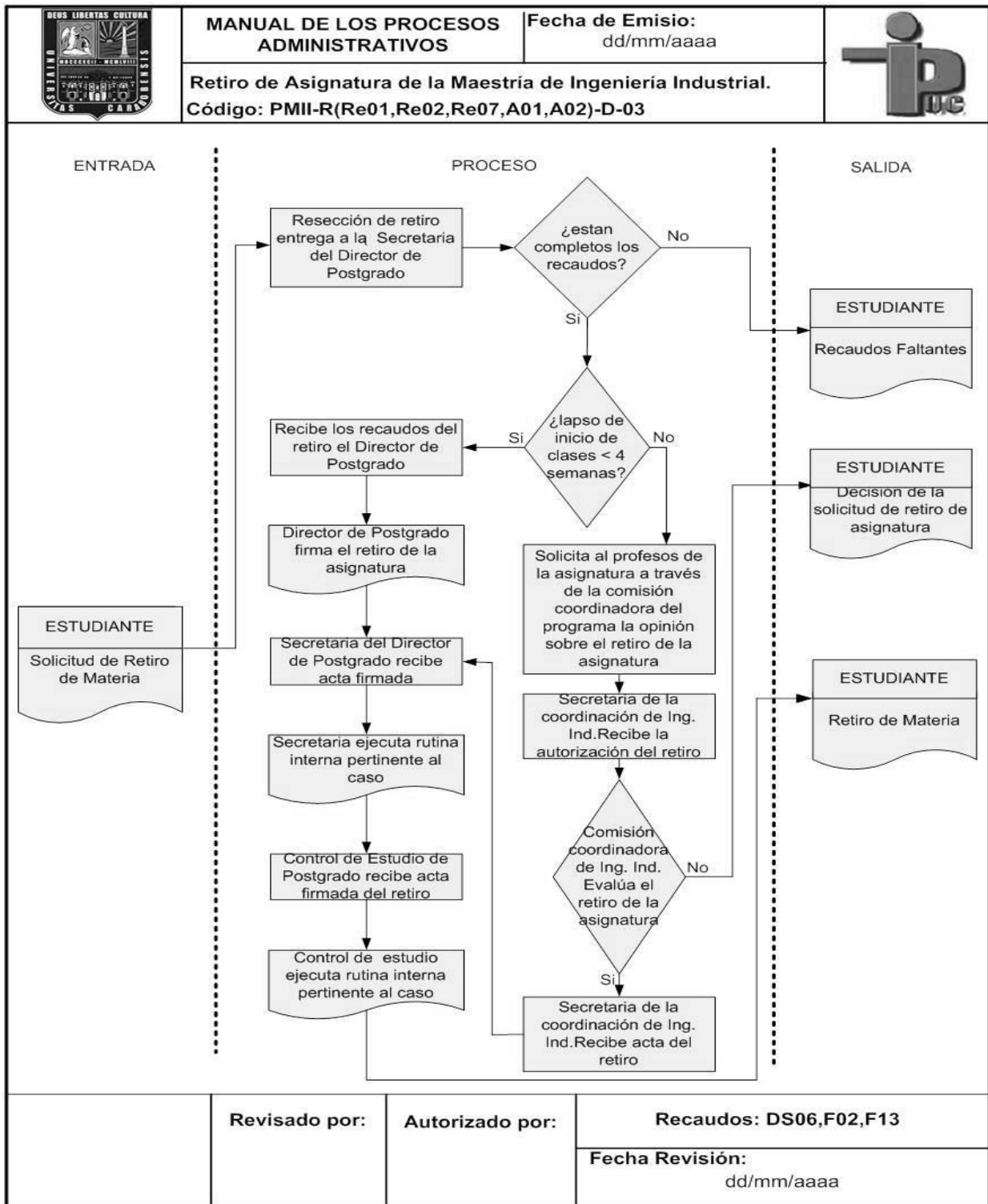


Figura 4. Retiro de asignatura de la maestría de Ingeniería Industrial

Por último, en cuanto al manual de procesos administrativos en sí, éste debe definir claramente y mantener lo siguiente:

1. El alcance de los procesos administrativos del programa, incluyendo los detalles, justificación por cualquier exclusión.
2. Los procedimientos documentados o referencia de ellos.
3. Una secuencia de la interacción de los procesos incluidos en el los procesos administrativos.
4. El mismo debe ser controlado, mantenido y mejorado periódicamente.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de la presente investigación se presentan las experiencias y conocimientos que conducen hacia las siguientes conclusiones acerca de las condiciones que predominan en las actividades académico-administrativas llevadas a cabo en los Programas de Maestría de Ingeniería Industrial:

- ✓ La estandarización de los formatos e instructivos actuales así como el diseño de otros nuevos mejora el control de los registros y el vaciado de la información para los diferentes procedimientos operativos, lo que permite aprovechar al máximo los recursos y minimizar la cantidad de planillas, actividades y tiempo empleado.
- ✓ El uso de indicadores de gestión que permiten llevar un seguimiento efectivo de los procesos y detectar fayas sobre la marcha, para tomar acciones correctivas en forma oportunas, disminuyendo el estado de incertidumbre actual.

- ✓ Se cumplieron los objetivos propuestos inicialmente, reflejado en el diagnóstico de los Programas de Maestría de Ingeniería de Ingeniería, los procesos prioritarios o de mayor importancia que se realizan, donde el principal protagonista es el Personal Administrativo.
- ✓ Se evidenció claramente que la definición y posterior documentación de los procesos que se realizan en el área administrativa, eliminará las posibles polémicas que se puedan suscitar sobre la manera de ejecutarlos, permitiendo así un control adecuado de su desempeño,
- ✓ Se diseñó el organigrama donde pone de manifiesto el acoplamiento entre las partes que lo componen como instrumento del postgrado que revela: la división de funciones, los niveles jerárquicos, las líneas de autoridad y responsabilidad, los canales formales de la comunicación, la naturaleza lineal o asesoramiento del postgrado, los jefes de cada grupo de empleados y la relación que existe entre los diversos puestos del postgrado.

- ✓ Es incuestionable que la mayoría de los procesos administrativos necesitan contar con un sistema automatizado, mientras las actividades realizadas dentro de la Maestría se hace evidente su urgencia. Todos los procesos que se realizan en dicha Coordinación son manuales, extremadamente lentos (8 días o 15 días para la entrega de cualquier tipo de solicitud) y con alto nivel de burocracia.

Recomendaciones

- Utilizar el presente trabajo como base para implantar la propuesta presentada en Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo así como unidades y áreas

administrativas del Postgrado de Ingeniería.

- Informar al personal sobre la importancia de llevar los registros de los datos y la clasificación de los mismos, de forma legible, fácilmente identificable; ya que estos proporcionan evidencia de la conformidad con los requisitos.
- La dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso e implantación de la Propuesta de Mejora en Procesos Administrativos del programa de Maestría en Ingeniería Industrial, llevando a cabo auditorías periódicas (cada trimestre), donde se evalúe el nivel de cumplimiento de los procesos y registros, así como la mejora continua, comunicando a la organización la importancia de satisfacer los requisitos reglamentarios.
- Continuar haciendo entrevistas a expertos para revisar y actualizar las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas que presente la organización.
- Realizar revisiones, actualizaciones y modificaciones a los procedimientos operativos, formatos e instructivos.
- Dar a conocer al personal docente y administrativo de la institución la labor que realiza cada uno tomando como base el organigrama propuesto.
- Medir y registrar el comportamiento de todo proceso realizado en todas las áreas de la Maestría desde sus inicios y así poder tomar medidas correctivas oportunas.
- Implementar un sistema de mensajería en línea y adiestrar al personal para su uso, eliminando así la comunicación por medio físico (cartas, memorando, oficios, papel); acelerándola y haciendo más efectiva la comunicación interna de todo el personal.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006). El proyecto de investigación, Guía para su elaboración (5a. ed.). Caracas: Episteme.

Barrios, M. y Granadillo, J. (2010). Propuestas de Mejoras de la Calidad de Servicio Percibida por Medio de la Medición del Nivel Satisfacción De los Clientes de Johnson & Johnson de Venezuela S.A. Trabajo Especial de Grado no publicado. Universidad de Carabobo.

Ferreira, N. y Molina, M. (2006). Sistema de Indicadores de Calidad de Servicio en una Empresa de Balanzas y Pesaje Industrial. Trabajo Especial de Grado no publicado. Universidad de Carabobo.

Martínez, R. (2009). Sistema de Indicadores de Gestión en una Tienda Comercializadora de Pinturas. Trabajo especial de grado no publicado. Universidad de Carabobo.

Palella, S. y Martins, F. (2006). Metodología de la investigación cuantitativa. (2da. Ed.). Caracas: FEDUPEL.

Ordóñez, J. y Romero, A. (2002). Propuesta de Mejoras Docencia, como Soporte de un Sistema de Indicadores de Gestión. Caso: Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo. Trabajo Especial de Grado no publicado. Universidad de Carabobo.

Stoner, J., Freeman, R. y Gilbert, D. (1996). Administración. (6ta. ed.) México: Prentice. Hall Hispanoamericana, S.A.

Fecha de recepción: 3 de octubre de 2014

Fecha de aceptación: 12 de noviembre de 2014

SISTEMA DE COSTEO ABC EN LA GESTIÓN DE LOS HOSPITALES: UNA REFLEXIÓN

Fernandes, V.¹; Barbosa, A.²; Mendes, E.³; Del Canto, E.⁴.

^{1,2}NAPG/FACIC. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. Brasil

³FACIC. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. Brasil

⁴FaCES. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela

e-mail: edelcanto19@yahoo.es⁴

Resumen: Los hospitales son organizaciones complejas y, en este sentido, el conocimiento de las actividades, procesos y costos, es fundamental para los ejecutivos de estas organizaciones que pueden tener herramientas de gestión capaces de dar subvenciones para tomar decisiones, ya sea a nivel operativo, táctico y estratégico. Los recursos empleados en estas organizaciones son poco frecuentes y de alto valor añadido, por lo que es importante saber el costo, ya sea de personal, tecnología, medicina y finalmente, la gestión de costos de manera eficaz puede aportar valor económico, que la organización requiere para incrementar su capacidad de gestión. La investigación tiene por objetivo, estudiar los principales métodos de costos. La metodología fue cualitativa, exploratoria. Las conclusiones destacan la importancia del costeo ABC para la eficiencia de las organizaciones hospitalarias así como la importancia de los sistemas de costos para la toma de decisiones gerenciales.

Palabras clave: Organizaciones hospitalarias, gestión de costos, herramientas de gestión.

THE ABC COST MANAGEMENT OF HOSPITALS: A REFLECTION

Abstract: Hospitals are complex organizations, and, in this sense, to know their processes and costs is essential for executives running these organizations; executives who might have management tools by which grants can be given for decision making at operational, tactical or strategic levels. The recourses to run these organizations are frequently scares and of high added value, which makes it important to know the costs related to personnel, technology and medicine in order to improve the organization's management capability. The methodology used in this research was qualitative and exploratory and its aim was centered on studying the main cost methods. The findings highlight the importance of ABC costing for hospital organizations as well as the importance of cost systems in decision making.

Key words: Hospital organizations, cost management, management tools

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones recientes en el campo de la gestión estratégica han puesto de manifiesto la creciente complejidad y la dinámica del entorno empresarial. Para muchos de estos autores, entramos en una época en particular, mediante el aumento de la incertidumbre y la hipercompetencia donde las ventajas competitivas tienden a ser imitadas o superadas rápidamente por los competidores. Para sobrevivir y prosperar en estos ambientes de fuerte competencia, es necesario que las empresas sean capaces de adaptarse con mayor rapidez y eficacia a las crecientes amenazas y oportunidades impuestas por su entorno (Oliveira et al., 2007).

En las organizaciones hospitalarias, estos factores han sido considerados críticos, desde 1980, la Asociación Americana de Hospitales (AHA), mostró que estas organizaciones son complejas, y tiene una misión vital que es proporcionar servicios a la población. En este sentido, esta investigación tiene como objetivo conocer las metodologías de costos utilizados en las organizaciones hospitalarias destacando el costeo ABC y reflexionar sobre la forma en que estas herramientas de costo influyen en la toma de decisiones. También conocer el proceso de gestión de costes en dos organizaciones hospitalarias, una pública y otra privada, en el estado de Minas Gerais [MG]. Posteriormente, el documento propone evaluar cómo los directivos de estas organizaciones utilizan la información de costos para la toma de decisiones.

Este trabajo fue un estudio exploratorio, según Gil (2009, pp.85), "La investigación exploratoria se lleva a cabo con el objetivo de proporcionar información general de tipo aproximado, sobre cierto hecho." En cuanto a la finalidad de la investigación exploratoria, Gil (Ob.cit.) expresa que buscan desarrollar,

aclarar y modificar las ideas, con miras a la formulación de problemas de búsqueda más precisos o hipótesis para estudios posteriores. El autor también señala que la investigación de esta naturaleza por lo general implica levantamiento bibliográfico.

Las conclusiones se orientan a entender la importancia de los sistemas de información de costos para la toma de decisiones eficiente y eficaz en las organizaciones hospitalarias, siendo el sistema ABC el más eficiente pero a su vez el más complejo para su aplicación.

BASES TEÓRICAS

Sistemas de costos

Los sistemas de costos han evolucionado a partir de la creciente necesidad de mejorar los métodos de evaluación de stock en las empresas industriales, sobre todo cuando una cantidad significativa de trabajo en proceso requiere una medición precisa y la consiguiente valoración de las existencias. Haciendo referencia a (Mattos, 2007), con la Revolución Industrial, las empresas tenían procesos de producción muy similares a los procesos artesanales, sus costos estaban compuestos por materias primas y el trabajo era la mano de obra, siendo éstos últimos los más relevantes.

Con la introducción de nuevas tecnologías de producción y nuevos procesos de fabricación además de la aparición de los materiales preparados artificialmente, los costos de investigación se estaban volviendo más exigibles. Como lo expresa (Horngren et al., 2007), con el crecimiento de las empresas y el consiguiente aumento de la complejidad del sistema de producción, se constató que la información proporcionada por la contabilidad de costos constituye una ayuda potencialmente útil para la gestión,

ayudándolas con el control y la toma de decisiones.

Los cambios en el entorno empresarial en el inicio del siglo XXI, caracterizados por incertidumbre, avances tecnológicos, la creciente inflación entre otros, hacen que las organizaciones se enfrenten a economías más abiertas y con crecientes competencias en mercados cada vez más globales. En este escenario deben obtener y manejar información clave para la toma asertiva de decisiones, tal y como hace referencia Fullana y Paredes (2008, p.13) los sistemas contables entre los que se destaca los de costos “deben traspasar sus límites temporales de sus datos históricos y ofrecer datos relativos al futuro para apoyar la puesta en marcha de las nuevas estrategias”. Lo anterior evidencia la importancia de la información contable para afrontar escenarios inciertos y el cambio, para lograr con eficiencia los objetivos de la organización.

Gestión de los costos de las organizaciones hospitalarias

En la actualidad, la organización del hospital es uno de las más complejas, no sólo por la nobleza y la amplitud de su misión, sino porque debe tener un equipo de alto desempeño que utilice tecnología de punta para prestar un mejor servicio a los pacientes hospitalizados. En el sector público este tipo de organizaciones se han visto afectadas por los cambios del entorno caracterizados según De Val-Pardo y Corella (2012) por el énfasis en el *manegement*, el rendimiento, la eficiencia y la reducción de los costes, como vía para ser más competitivas y lograr satisfacer las necesidades de sus usuarios con mayor calidad.

Por otra parte, las organizaciones hospitalarias difieren de otros tipos de

organizaciones, ya que sus actividades tienen sus propias características. Para Bittencourt (1999, p.48) "... las instituciones de salud son vistas como organizaciones complejas, dada su capacidad única para operar en la prestación de servicios de salud a la sociedad". El autor pone de relieve los recursos humanos y el alto nivel de las actividades realizadas por un hospital, como los profesionales con alto nivel de conocimientos (como los médicos y enfermeras), actividades con alta escala de producción (tales como lavandería, nutrición e higiene), actividades intensivas equipos (tales como radiología, laboratorio y cuidados intensivos), además de las actividades administrativas y de apoyo de ingeniería.

En este contexto, los costos de gestión de las organizaciones hospitalarias adquirieron relevancia. La obra de Martins (2002) y Abbas (2001) puso de relieve el problema de la gestión de los costos en los hospitales brasileños, como las organizaciones públicas, el problema se agrava debido a la escasez de recursos. Sin embargo, la gestión de costes en los servicios hospitalarios, tiene relevancia, y la necesidad de estudiarse más a fondo, con el fin de contribuir a mejorar el desempeño de estas organizaciones.

Proceso en los hospitales y gestión pública

La actividad hospitalaria se evidencia en los mercados de Babilonia, Egipto y la antigua Grecia, la India (226 a.C.) y Ceilán (437 a.C.). Ya en la era cristiana, el Concilio de Nicea en el año 325, determinó que los obispos crearían hospitales a lo largo de las catedrales de cada ciudad, para el cuidado de los indigentes de los medios, los cansados peregrinos y los privados de la esperanza de la curación de los enfermos.

A lo largo de la Edad Media corría un gran número de estos establecimientos en toda Europa, incluyendo el sistema monástico, atendiendo a los enfermos en nombre de la caridad cristiana. El primer registro de esta revolución histórica en el sistema hospitalario de Brasil y también en América del Sur, es la Santa Casa de Misericordia de Santos, fundada en 1543 por Braz Cubas. Esta forma de atención de salud, estaba íntimamente ligada a la actividad religiosa, basada en las costumbres europeas. Los hospitales eran organizaciones de caridad dirigidos por entidades religiosas, donde la actividad de prestación de la asistencia se compartió con los religiosos.

El hospital público en Brasil tiene características particulares en relación con los muchos tipos de pacientes, debido a que la mayor demanda se dirige a los suscriptores del Sistema Único de Salud (SUS) mediante el cual, el gobierno administra el gasto en salud pública, y determina el precio de cada procedimiento o servicio realizado. Por tanto, el SUS con sede en el Ministerio de Salud es un sistema de regulación, a través del cual el gobierno es el principal financiador, para reembolsar a los hospitales y clínicas públicas y privadas.

Hay que tener en cuenta que, en este contexto, la receta para los servicios hospitalarios es una variable dependiente de la regulación gubernamental, por lo tanto, el principal medio de gestionar el resultado necesariamente implica el control de los gastos y la mejora de procesos.

Debe hacerse hincapié en que, para mejorar el proceso, es necesario que los hospitales desarrollen la creatividad, cuyo conocimiento está implícito en las personas a través de la experiencia y el constante proceso de interacción para generar nuevos procesos y métodos. Sin embargo es importante

destacar que los procesos una vez implementados, como lo expresa Pérez (2010, p.51) se convierten en “actividades repetitivas y conectadas de una manera sistematizada”, por lo que la creatividad debe estar asociada a la mejora del mismo, es decir la innovación debe orientarse a mejorar los procesos mediante la reducción de sus fases o reducción de costos en los mismos.

Se cree que después de que el conocimiento de los procesos y sub- procesos y costos de los recursos, es esencial involucrar a todas las personas, por lo que se crean las oportunidades de mejora, para que los hospitales sean capaces de mejorar sus resultados económicos.

Métodos de cálculo de costos utilizados en la atención sanitaria

La contabilidad de costos, ha ido evolucionando, adaptándose a las necesidades de cada momento. Desde la década de 1970, los cambios y las huelgas comienzan a ocurrir en los negocios debido a la competencia global y la innovación tecnológica. El nuevo entorno exige ahora información más relevante relacionada con los costos de las actividades, procesos, productos y clientes (Abbas, Ob.cit). En el sector de manufactura, estos cambios en especial los tecnológicos, influyen en los procesos productivos tal y como lo expresan Berrío y Castrillón (2008): “...con la automatización las empresas pueden fabricar grandes volúmenes de lotes pequeños, de varios productos en un periodo corto. Generalmente la fabricación automatizada requiere de fuertes inversiones en la fase de diseño, El costo de la mano de obra disminuye, mientras que los costos indirectos aumentan”. (p.176)

Lo anterior destaca el crecimiento explosivo de costes indirectos en el entorno de fabricación moderna, pudiendo inclusive reemplazar en un futuro la mano de obra directa, ya que hay un aumento en el proceso de automatización de las organizaciones, lo que permite reflexionar sobre la importancia de aplicar nuevos enfoques en la contabilidad de costos, que impliquen obtener información clave para la toma de decisiones estratégicas.

Según Kaplan y Cooper (2003), los sistemas de asignación de costos basados en la mano de obra fueron creados hace 50 u 80 años y tenían sentido, porque en ese momento, gran parte de los costos incurridos en la fabricación era Mano de obra. En la coyuntura actual, la producción de bienes y servicios toma nuevas formas, debido al avance de la tecnología y las nuevas formas de gestión. Varias críticas se han indicado en los sistemas de contabilidad de gestión adoptados por las empresas, referidas principalmente a inadecuado de estos instrumentos frente a las fuerzas de la

competencia de un mundo globalizado, las nuevas formas de organización, la implementación de tecnología de la información, la desregulación del mercado y la necesidad de que los empleados actúen con mayor autonomía, responsabilidad analítica y comprometida con la empresa.

Los sistemas de costos representan una combinación entre el principio, el método, y cuando ocurren, para satisfacer las necesidades de gestión de una organización en cualquier momento. Según Bornia (2002), el sistema de costos es la combinación del principio de los métodos y el costo de cálculo de costes. El principio de coste está relacionado con la información generada, el objetivo es diferenciar los costes fijos y variables y la separación real de los residuos identificados en el proceso. El método se relaciona con el funcionamiento del sistema, es decir, cómo se deben procesar los datos para generar la información. La figura 1 muestra, de forma esquemática, los principales métodos y principios.

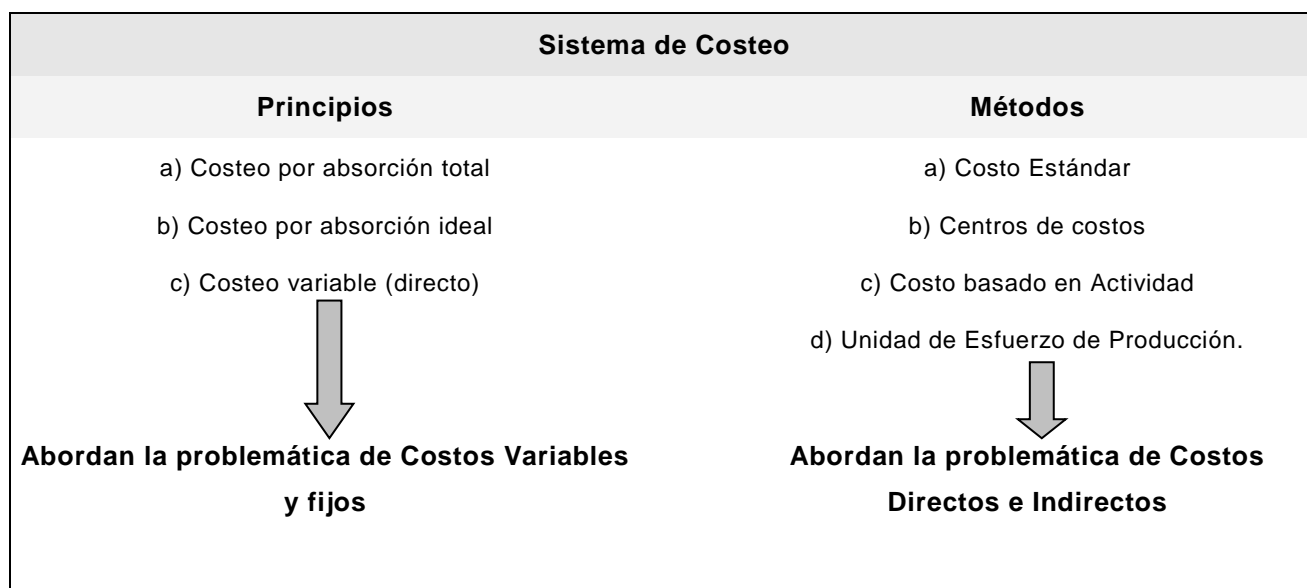


Figura 1. Principales sistemas y métodos de costos.

Fuente: Adaptado de Bittencourt (1999)

Los principios para la financiación son:

- La absorción total de costos: adopta el concepto del gasto, es decir, para producir bienes o servicios, todos los recursos se asignan en el proceso (utilizado para fines fiscales).
- Cálculo del coste para una absorción óptima: este principio sólo tiene en cuenta la cantidad que se gastó en bienes o servicios. A través de ella es posible medir la ineficiencia del gasto.
- Costeo Variable (Directo): este principio considera sólo los costos directos, es decir, aquellas que se relacionan de manera directa con los productos o servicios.

Para una mejor comprensión de estos principios de cálculo de costos es necesario entender algunos términos, tales como los costos indirectos, gastos, costos, etc. Los métodos de cálculo del coste más empleados son:

- ✓ Costo estándar
- ✓ Centro de costos
- ✓ Costeo basado en actividades y Activity-Based Costing (ABC)
- ✓ Esfuerzo Unidad de Producción (UEP's)

El valor predeterminado está destinado a proporcionar un estándar para el comportamiento de los costos, según lo expresado por Bornia (2002, p.33) "el ajuste de la norma, lo compara a la determinación definitiva del costo real ocurrido; las distorsiones percibidas entre la realidad y el estándar deben ser revisados y corregidos". Según Martins (2002, p.334), "el costo estándar siempre implica tomar más trabajos para la sociedad que si no lo hubiera hecho, no elimina la real o disminuye su tarea". Debido a esta evaluación el costo por defecto es un buen método de cálculo del coste, pero su uso es costoso.

El método de centro de costos o *Reichskuratorium wirtschaftlichkeit* (RKW), es un método en el que se asignan los costos, en primer lugar, a los centros de costes a través de un criterio de reparto, entonces los centros de coste se descargan a los bienes o servicios. Este es el método más utilizado en todo el mundo, en todos los sectores, incluyendo el área hospitalaria (Bittencourt, Ob.cit.). Por su parte, Bornia (Ob.cit., p. 41) critica este método y expresa: "...deja mucho que desear, ya que funciona con las actividades, entonces es difícil diferenciar entre los costos y las pérdidas en diferentes centros de costos."

La idea básica del método ABC, tal y como lo expresa (Bornia Ob.cit. 42) es "tomar los costos de las diversas actividades de la empresa y entender su comportamiento, la búsqueda de bases que representan las relaciones entre estas actividades y productos." Este método está siendo implementado por un número creciente de organizaciones de todo el mundo, según Horngren (citado en Bittencourt Ob.cit.).

Igualmente (Bornia Ob.cit., p.58), destaca que el método de la UEP "se basa en la unificación de la producción para simplificar el proceso de control de gestión, la medición del rendimiento de la empresa es a través de los costos y medidas físicas de la eficiencia, la eficacia y la productividad". Este método propone unificar la producción a través de una sola medida denominada UEP (Unidad de esfuerzo de producción). Dichos esfuerzos de producción representan la dedicación a transformar la materia prima en los productos terminados de la empresa.

El método de costo y centro de costes estándar es el más tradicional, a su vez los métodos ABC y UEP son los más actuales, sus características se adaptan mejor a las necesidades de gestión de la realidad actual.

El método de la UEP se utiliza en empresas industriales multiproductoras y hace uso de un modelo de cálculo del período de producción, a través de la determinación de una unidad de medida común para todos los productos y procesos, la empresa, la Unidad de Esfuerzo Producción (UEP). Para Bittencourt (Ob.cit.), en el sector de servicio, el método ABC es fácil de aplicar mediante la presentación de la vista característica de los procesos y de la cadena de valor.

Las empresas de servicios son candidatos ideales a ABC porque prácticamente sus costos son indirectos y aparentemente fijos y la mayor parte de su personal proporciona apoyo indirecto a productos y clientes. Teniendo en cuenta esta posición y considerando los servicios de enfermería en un hospital, parece ser que las enfermeras proporcionan servicios de enfermería a muchos pacientes, por lo tanto, el costo indirecto es fijo y por lo tanto, se evidencia que un hospital es una organización de apoyo a la cadena ABC.

La necesidad de mejorar el control de los costos indirectos, que hoy en día son muy representativos, ha contribuido a que muchas empresas, tanto industriales como de servicios, adopten el sistema ABC, siendo una filosofía que se ocupa de costeo basado en las actividades llevadas a cabo dentro de la empresa, proporcionan análisis de negocio para los procesos y reduce la arbitrariedad de los criterios actuales para el prorrateo. Price Waterhouse citó al Consejo Regional de la Contabilidad de São Paulo, (1995), institución que hace referencia a que el método ABC ha sido utilizado por diversas organizaciones de servicios de salud en todo el mundo, como Brasil, donde algunos hospitales han implementado este método.

Igualmente hace mención que en el Hospital Baintree en Boston, el ABC se ha aplicado

en los servicios de rehabilitación de enfermería del hospital, con 168 camas, una de las más extensas redes de hospitales en la atención de la salud de Estados Unidos que trata a pacientes ambulatorios y hospitalizados. El motivo de la elección, mediante la aplicación de este método en los servicios de enfermería, está vinculado al hecho de que este servicio representa el 50% de los costos indirectos del paciente y que no todos los pacientes usaban los servicios de enfermería en cantidades iguales.

El sistema ABC dispuso para la administración de este hospital, una mejor comprensión de los procesos de costos de consumo y los servicios prestados por la enfermería. Por lo tanto, el hospital puede pagar los servicios efectivamente prestados, salvo que, con esta información, se produzca un cambio en el enfoque económico de los administradores, sólo tiene que ubicar los pacientes que tienen un patrón de consumo compatibles con la mezcla de servicios enfermería disponible.

Por su parte Abbas (Ob.cit.), hace referencia al caso de Providence Portland Medical Center Hospital en Portland, EE.UU. Este caso se refiere a un hospital de enseñanza sin fines de lucro de la comunidad, con 483 camas privadas. Antes de la implementación de ABC, se intentó crear un grupo de mejoras encaminadas a resolver el problema de las recetas ilegibles que la farmacia recibía diariamente; este grupo propuso que el hospital debe trabajar con las máquinas de fax para escanear las recetas a la farmacia y las unidades de enfermería a través de un sistema de alquiler de equipos, pero el costo total del alquiler de estos equipos se estima en \$100,000 dólares. El hospital no contaba con datos suficientes para evaluar los costos de esta propuesta, y la Junta de calidad hospitalaria ejerció una

creciente presión para reducir los costos de atención médica sin comprometer la calidad. Así, el grupo optó por posponer la propuesta inicial y propuso la asignación del flujo del proceso.

Después de mapear el flujo, se identificaron tres objetivos: a) reducir el tiempo de la prescripción de los ingresos hasta la recepción del producto en la unidad de enfermería; b) la mejora de la comunicación y c) aumento de la satisfacción del empleado. El ABC fue implementado con el propósito de identificar las actividades relacionadas de la medicación que pudieron haber reducido los costos a través de la mejora de procesos mediante los costos financieros, y verificar el impacto en el día - costo por paciente; informar a los administradores acerca de los beneficios esperados de mejoras de proceso y asegurarse de que los recursos se asignan de forma programada.

Después de la aplicación del ABC, se llegó a la conclusión de que el grupo no podría haber ofrecido trabajar con los dispositivos de fax con la farmacia y escanear las recetas de las unidades de enfermería del hospital, a través de un sistema de alquiler de equipos, y sí, podría reemplazar con nuevos modelos cuando sea necesario. El Hospital Providence Portland logra un ahorro de más de \$ 1.5 millones de dólares al año en actividades de drogas.

Por su parte Cogan, citado en Pain, Cardoso, Caulliroux y Clemente (2009), presenta el caso del Massachusetts Eye and Ear Infirmary, una clínica con 174 camas, con especialistas en el ojo, el oído, la nariz y la garganta. En un año, la clínica recibió 11.200 pacientes para diversos servicios, permaneciendo hospitalizado en promedio 53.984 días. El costeo tradicional calcula la estancia por paciente, un día igual a \$138,79

dólares, que es el cociente entre el gasto total y el número de pacientes / día. Para el método ABC, el valor obtenido por días paciente es de \$258,82 dólares. Lo interesante de esta historia es que cuando el paciente va a permanecer más días en el hospital, el coste para el método ABC disminuye.

La evidencia en este caso demuestra que el paciente que pasó 10 días en la clínica, con la aplicación de la metodología de costeo tradicional, su costo indirecto fue de \$1.387,90 dólares y el costo indirecto metodología ABC fue de \$770,83 dólares. Lo que se observa aquí es que si el paciente pasa en el hospital un par de días, la tendencia es que el hospital será subpagado, por los gastos consumidos por el paciente en la metodología tradicional. Por otro lado, si el paciente necesita un mayor número de días de hospitalización, los costos hospitalarios se sobrevaloran y por tanto, la cantidad a facturar.

Otro caso que presenta el mismo autor, es el del Hospital João XXIII, en Belo Horizonte, en la capital del estado, este hospital cuenta con una cuota de aproximadamente 2.300 empleados, para satisfacer una demanda de 360 consultas externas y 700 ingresos al mes. La solicitud de aplicar el ABC fue hecha por los docentes de FACE (Facultad de Economía), Universidad Federal de Minas Gerais, ya que el ABC sirve como apoyo a las decisiones, ayuda en la planificación y control de los materiales, comprobar el nivel de los recursos humanos y supervisa el uso de los recursos del equipo.

CONCLUSIONES

En el entorno complejo en el cual se encuentran inmersas las organizaciones, permite reflexionar sobre la necesidad de ser más eficientes, siendo la gestión de costos un factor clave de éxito a controlar para

lograr tal fin. Esto permitirá establecer estrategias financieras para mejorar la calidad de servicio al cliente.

Dentro de las organizaciones hospitalarias, los profesionales necesitan información de costos para evaluar y analizar el rendimiento del servicio. La dirección entiende la necesidad e importancia de la información de un sistema de costos para apoyar la toma de decisiones eficiente y eficaz y buscar la sostenibilidad económica y financiera, pero se ha encontrado a través de la investigación que hay una escasez en la gestión de costes en éstas.

La información de costos hospitalarios, según los métodos presentados, evidencia que el sistema de costeo ABC es importante para el análisis de los precios de los servicios, lo que permite conocer el rendimiento de cada actividad en relación con el rendimiento general de la institución de salud y determinar la eficiencia de los controles. Sin embargo es importante destacar que su implementación puede resultar compleja y costosa, puesto que se orienta a determinar las actividades y su relación con los costos del producto, para de eliminar aquello que no agregue valor al producto final y poder dar mejor calidad de servicio al paciente, por lo que el gerente debe decidir entre el factor costo/beneficio.

Este estudio da orientaciones sobre la importancia de los sistemas de costos para la toma de decisiones gerenciales, siendo un antecedente para continuar indagando en la gestión de los costos hospitalarios.

REFERENCIAS

Abbas, K. (2001) Gestión de Costos en Organizaciones Hospitalarias. Manuscrito no publicado. Programa de Postgrado en

ingeniería de Producción. Universidade de Santa Catarina. Florianópolis.

Barney, J. y Hesterly, S. (2007) Administración Estratégica y ventaja Competitiva. Sao Paulo: Editorial Pearson Prentice Hall.

Berrío, D. y Castrillón, J. (2008) Costos para Gerenciar Organizaciones Manufactureras, Comerciales y de Servicios. 2da. Ed. Barranquilla. Ediciones Uninorte.

Bittencourt, O. (1999) Empleo del método de costeo basado en actividades: activity-based costing como instrumento de apoyo de decisiones en el área hospitalaria. Manuscrito no publicado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

De Paiva, J. (2010) Manual para la Elaboracion de Trabajos de Grado, Disertaciones y Tesis. Sao paulo: Club de Autores

De Val-Pardo, I. y Corella, J. (2012) Direccion y Gestion Hospitalaria de Vanguardia.España. Ediciones Díaz de Santos

Fullana, C. y Paredes, J. (2008) Manual de Contabilidad de Costes.Madrid: Delta Publicaciones.

Gil, A. (2009) Métodos y técnicas de Investigación Social. Sao Paulo: Atlas.

Horngren, C.; Datar, S. y Foster, G. (2007) Contabilidad de Costos: un enfoque gerencial. Mexico: Editorial Prentice Hall.

Kaplan, R.; Atkinson, A.; Banker, R. y Young, M. (2002) Management accouting. New Jersey: Prentice-Hall.

Kaplan, R. y Cooper, R. (2003) Costo y efecto: cómo usar el ABC, el ABM y el ABB para mejorar la gestión, los procesos y la rentabilidad Barcelona: Ediciones Gestión 2000.

Martins, V. (2002) Resultados de la evaluación del modelo para los servicios hospitalarios basados en la adecuación de los ingresos y los costos asociados con las actividades de los servicios. Manuscrito no publicado. Universidade Federal de Santa Catarina.

Mattos, José. (2007) Costos de Producción. Historia, teoría y Conceptos. Consultado el día 08 de marzo de 2009 desde: <<http://www.gea.org.br/scf/aspectosteoricos.html>>

Oliveira, I. y Paula, M. (2007) Comunicación Organizacional: aciertos y desaciertos en la comunicación estratégica en las organizaciones. Sao Paulo: Editorial Paulos.

Pain, R.; Cardoso. V.; Caulliroux, H. y Clemente, R. (2009) Gestión de Procesos. Pensar, hacer y aprender. Sao Paulo: Editorial Bookman

Pérez, J. (2010) Gestión por Procesos. 4ta. ed. Madrid: Esic Editorial.

Scarano, E. (2006) Metodología de la Investigación Contable. Instituto de Investigaciones Contables. Ediciones de la Universidad de Buenos Aires.

Wayne, L. y De León, J. (2011) Contabilidad para no Contables. Madrid: Editorial Piramide.

Fecha de recepción: 10 de octubre de 2014

Fecha de aceptación: 05 de noviembre de 2014

NORMAS Y FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA INGENIERÍA Y SOCIEDAD UC

(interlineado doble en Arial 10)

Autores^{1,2,3}, (Apellidos, Nombres; Arial 12, regular, centrado, un espacio)
(interlineado simple en Arial 10)

Institución(es) y dirección(es). (Arial 12, un espacio, regular, centrado).

De existir más de un centro de trabajo, se indicarán superíndices al final del apellido de cada autor (1,2,3, etc.) y se indicarán al comienzo de cada centro. Ejemplo:

1. Universidad de... ;
2. Instituto de ..., etc.

Añadir el e-mail del autor principal al final (no usar notas al pie de página).
(interlineado doble en Arial 10)

Resumen: Este documento contiene información para guiar a los autores en la preparación de los artículos técnicos a ser presentados en la Revista Ingeniería y Sociedad UC. El documento está escrito en el estilo requerido para la elaboración de los artículos definitivos. Los autores deben seguir cuidadosamente las instrucciones para asegurar la uniformidad de los trabajos que sean aceptados para la publicación. El papel debe ser tamaño carta y los márgenes superior e inferior deben ser de 2,5cm, el izquierdo de 2,5cm y el derecho de 1,5cm, el texto debe escribirse en doble columna (8,5cm de ancho por columna, separadas 0,5cm). Los títulos, el resumen y el abstract en una sola columna. El resumen no debe exceder de 150 palabras. El resumen debe especificar: propósito, hipótesis/supuestos, metodología, resultados, discusión de resultados y conclusiones.

Palabras clave: Entre tres y cinco palabras clave.

NORMS AND FORMAT FOR ARTICLES TO BE PUBLISHED IN THE ENGINEERING AND SOCIETY UC JOURNAL

Abstract: This document contains information to guide authors in preparing technical articles for the Engineering and Society UC Journal. The document is written in the style required for finished articles. Authors must carefully follow the instructions to make sure that the articles are written in a uniform way. Letter-size paper must be used. Margins are to be as follows: upper and lower margins: 2.5cm; left: 2.5cm; right: 1.5cm. The text must be written in double columns (8.5cm wide, 0.5cn apart). The title, summary and abstract must be in a single column.

Key words: Around 3 to 5 key words.

INTRODUCCIÓN

La Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” es un órgano de divulgación del conocimiento científico y tecnológico vinculado a lo humanístico y social en la Ingeniería y en la formación del ingeniero, lo cual supone una perspectiva de inter y transdisciplinariedad, bajo la responsabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El objetivo fundamental de la Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” es la publicación semestral de las investigaciones realizadas en el campo del conocimiento científico y tecnológico vinculado a lo humanístico y social.

La Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” tiene como objetivos servir de órgano de divulgación del conocimiento, estimular la producción intelectual de los docentes e investigadores de la Universidad de Carabobo, los Centros de Investigación Nacionales e Internacionales, y de otros centros académicos de creación y producción del conocimiento, así como propiciar el intercambio cultural a través de redes información a nivel nacional e internacional, en procura de realimentar la investigación en las áreas mencionadas.

A los fines de cumplir con sus objetivos, la Revista admite la colaboración de autores nacionales y extranjeros, cuyos criterios deberán ser expuestos y analizados bajo los principios de libertad, innovación, coherencia, ética, contribución, social y sistematización que exige el conocimiento científico.

Los artículos serán sometidos a doble arbitraje ciego, previo a la publicación de los mismos. Si el comité editorial lo considera necesario se someterá a un tercer arbitraje. Sólo se aceptarán trabajos que puedan ser incluidos en las siguientes secciones:

- I. Investigación. Proyecto en proceso o concluido.
- II. Diseño Instruccional.
- III. Ensayo.
- IV. Información y/o Resumen de Eventos Académicos.
- V. Reseña Bibliográfica.
- VI. Autor Invitado
- VII. Divulgación de experiencias institucionales

Le corresponderá al autor(s) indicar a cual sección de las anteriormente mencionadas pertenece su trabajo.

Los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español y no ser arbitrados por otras revistas. En el caso de que el trabajo fuese presentado en algún evento, se deberá suministrar los detalles correspondientes (Nombre completo, fecha, lugar, institución organizadora).

Para someter un trabajo a la consideración de la Revista, se deberán enviar tres (03) ejemplares del trabajo, de los cuales dos (2) deben estar sin identificación. Adicionalmente, se debe enviar un CD con el documento almacenado en Word, a la dirección: Revista “Ingeniería y Sociedad-UC”, Facultad de Ingeniería, Av. Universidad, Bárbula Valencia, Edo. Carabobo, Venezuela. Únicamente se aceptarán trabajos provenientes del exterior a través de la dirección electrónica ingenieriaysociedad@uc.edu.ve

La extensión de los trabajos debe tener un máximo de 15 páginas, incluida la bibliografía.

En conjunto con el ejemplar identificado debe enviarse una página de presentación, la cual debe contener título, autor(es), correo(s) electrónico(s), institución de procedencia, ciudad, una breve reseña

curricular que no exceda cincuenta (50) palabras y el resumen del trabajo.

La primera página de los ejemplares sin identificación personal sólo debe tener el título del trabajo y el resumen.

El orden a seguir para la redacción de los trabajos de investigación es el siguiente: Portada, Introducción, Metodología o Desarrollo de la Investigación, Análisis, Discusión de Resultados, Conclusiones y Referencias Bibliográficas.

El orden a seguir para la redacción de los ensayos es: Presentación del tema, Sustentación, Conclusiones y Referencias.

La Portada debe contener: Título del trabajo, en idioma español y en idioma inglés; Nombre(s) del autor(es) y su(s) dirección(es) institucional(es) completa(s), correo electrónico; resumen del trabajo en idioma español y en idioma inglés (Abstract) con un máximo de ciento cincuenta (150) palabras; agregar al resumen de tres (03) a cinco (05) palabras clave.

Todos los artículos son responsabilidad de los autores y no del comité editorial ni del cuerpo de árbitros de la Revista.

TÍTULOS

El título de cada sección se escribirá en negritas, en mayúsculas, justificado a la izquierda en el texto y sin identificación numérica.

Subtítulos

El encabezamiento de las subsecciones se escribirá en negritas y en minúsculas a la izquierda del texto.

Fuentes

El título del artículo debe escribirse en estilo Arial, fuente 16, negritas, con interlineado sencillo y el texto en Arial 12. Debe utilizarse

fuente 10 para las leyendas de los gráficos y cuadros, así como otros textos subordinados.

Siglas

Las siglas deben ser identificadas en su primera aparición en el texto, con excepción del resumen.

Tablas y Figuras

Los gráficos, fotografías, diagramas y toda la ayuda gráfica, con o sin información cuantitativa, deben denominarse figura. Deberán enumerarse consecutivamente y con números arábigos; ser incluidos en el texto correspondiente (no agrupados al final del mismo) y con su leyenda.

Todas las tablas y figuras deben ser mencionadas en el texto y deben tomarse las provisiones para que estén ubicadas cerca del párrafo en el cual han sido mencionadas por primera vez. Los gráficos deben ser originales (no fotocopias), nítidos y realizados en impresión de alta resolución; ser enviados en blanco y negro bien contrastados, de 17,5 cm. de ancho máximo.

El título de las tablas debe estar en la parte superior (Ver Tabla N°1). Si la tabla fue elaborada por los autores del artículo no debe indicarse la fuente.

Tabla N°1. Tamaños y estilos de letras

Sección	Estilo
Título principal	Mayúsculas, negrilla, 16
Título de sección	Mayúsculas, negrilla, 12
Título de subsección	Mayúsculas y minúsculas, 12
Título de tabla o Figura	Mayúsculas y minúsculas, negrilla, centrados, 12
El texto dentro de una tabla	Mayúsculas y minúsculas, puede variar en un rango de 10 a 12, según sea necesario para su ajuste adecuado
Leyenda de gráficos y tablas	Mayúsculas y minúsculas, 10

El título de las figuras debe estar en la parte inferior. Un ejemplo de ello puede ser observado en la figura 1.

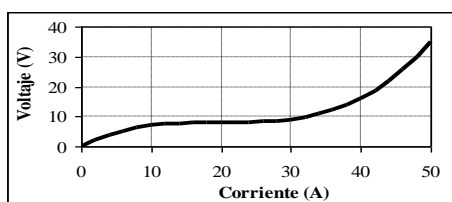


Figura 1. Relación entre el voltaje y la corriente en un elemento no-lineal

Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Los subíndices y supraíndices deben estar correctamente ubicados. Todas las ecuaciones deben ir en tamaño 10, enumeradas consecutivamente con números arábigos colocados entre paréntesis en el margen derecho.

$$V_P \cos \theta = \{r_Q P_Q + x_Q Q_Q + V_Q^2\} / V_Q \quad (1)$$

Las referencias citadas en el texto deben expresar apellido del autor y la fecha de publicación}. El título de la sección de referencias tampoco debe identificarse con número alguno y se colocan al final del artículo ordenadas alfabéticamente. Por ejemplo:

REFERENCIAS

ASAMBLEA NACIONAL (2005). Ley de Reforma de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Consultado el día 5 Abril del 2007 desde http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php?option=com_dbquery&Itemid=182&task=ExecuteQuery&qid=7&leyes_id=20619.

Martínez, M. (2006). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. México: Editorial Trillas.

Pande, P., Neuman, R. y Cavanagh, R. (2004). Las claves prácticas de Seis Sigma. Colombia: McGraw-hill/interamericana.

Rodríguez, M. (2006). Se lo que mi nota dice que sé. En Revista Ingeniería y Sociedad UC, 3 (2) ,94-101.

Sánchez, T. (1998). Nivel Educativo como un pronosticador de sucesos. Manuscrito no publicado.

Sandoval, R. (2002). Importancia de apoyar al talento científico juvenil en su formación investigativa. Tesis de maestría no publicada, Facultad de Educación, Universidad de los Andes.

En caso de agradecimiento, éste se ubicará antes de las referencias bibliográficas (extensión máxima de 50 palabras).

La impresión de los artículos se realizará en blanco y negro. Se recomienda tomar las previsiones necesarias desde el inicio, especialmente en lo referente a las figuras para garantizar su nitidez.

NORMS AND FORMAT FOR ARTICLES TO BE PUBLISHED IN THE ENGINEERING AND SOCIETY UC JOURNAL

(double space, Arial 10)

Author(s) ^{1,2,3}. (Second name, First Name: Arial 12, regular, centered, single space)
(single space, Arial 10)

Institution(s) & address(es). (Arial 12, regular centered single space).

If there are two or more working places, there will be superindexes on each author (1, 2, 3, etc.), and will be showed at the beginning of each center.

Eg. 1. XXX University ...

2. Institute / College ...

Add main author's e-mail at the end (Do not use foot notes)

(double space, Arial 10)

Abstract: This document contains information to guide authors in writing technical articles for the "Ingeniería y Sociedad - UC" Journal. This document has been written according to the requirements of the editorial board. Authors must carefully follow the instructions to make sure that the articles are written in a uniform way. Letter-size paper must be used. Margins to be used: upper and lower margins: 2.5 cm; left: 2.5 cm; right: 1.5 cm. The text must be written in double columns (8.5 cm wide, 0.5 cm apart). The title, summary and abstract must be in a single column.

Key words: Approximately from 3 to 5 key words.

NORMAS Y FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA INGENIERÍA Y SOCIEDAD UC

Resumen: Este documento contiene información para guiar a los autores en la preparación de los artículos técnicos a ser presentados en la Revista Ingeniería y Sociedad UC. El documento está escrito en el estilo requerido para la elaboración de los artículos definitivos. Los autores deben seguir cuidadosamente las instrucciones para asegurar la uniformidad de los trabajos que sean aceptados para la publicación. El papel debe ser tamaño carta y los márgenes superior e inferior deben ser de 2,5cm, el izquierdo de 2,5cm y el derecho de 1,5cm, el texto debe escribirse en doble columna (8,5cm de ancho por columna, separadas 0,5cm). Los títulos, el resumen y el abstract en una sola columna. El resumen no debe exceder de 150 palabras. El resumen debe especificar: propósito, hipótesis/supuestos, metodología, resultados, discusión de resultados y conclusiones.

Palabras clave: Entre tres y cinco palabras clave.

INTRODUCTION

The Journal "Ingeniería y Sociedad - UC" is a popular science and technology Journal, which contains articles on science and technology as well as on social and humanistic topics applied to engineering and necessary in the training of new engineers, which means the inter and transdisciplinarity, under the responsibility of the Faculty of Engineering of the University of Carabobo.

The main goal of this journal is to achieve the six-month publication of research done on science and technology related to humanistic and social topics.

The journal "Ingeniería y Sociedad - UC" has different goals: become a popular science and technology journal, stimulate the intellectual production of the professors and researchers from the University of Carabobo, National and International Research Centers, and other academic centers of creation and production of knowledge, as well as to bring about the cultural exchange through information networks national and internationally, trying to sustain the research in the previously mentioned areas.

In order to achieve its goals, this periodical accepts national and international collaborators, which criteria must be exposed and analyzed under the principles of freedom, innovation, coherence, ethics, social contribution, and systematization demanded by the scientific knowledge.

The submitted manuscripts will be evaluated by double blind review prior to publication. In case the publishing committee considers it necessary, the article will be subjected to a third review. Articles to be accepted must be related to:

- I. Research: in process or finished.
- II. Instructional design.
- III. Essay.

IV. Information / Summary of Academic Events.

V. Bibliographic Review.

VI. Invited author.

VII. Disclosure of institutional experiences.

The author has to state the previously mentioned section, in which his manuscript will be published.

Manuscripts must be originals and unpublished, written in Spanish and must have not been previously submitted to publishing review. In case it is to be presented in any event, some information must be given: full name, date, place, organizing institution.

In order to submit any piece of work, three (03) copies must be sent, two (02) of which must not be identified. Additionally, a digital copy, word-compatible file, in cd, must also be sent, to the following address: Revista "Ingeniería y Sociedad-UC", Facultad de Ingeniería, Av. Universidad, Bárbula Valencia, Edo. Carabobo, Venezuela. Foreign pieces will be accepted through the following e-mail: ingenieriaysociedad@uc.edu.ve.

Articles must have a maximum length of fifteen (15) pages.

Joined to the identified copy, there must be an introduction piece of paper that contains title, author(s), e-mails, institution, city and a profile not longer than fifty (50) words, and the abstract.

The non identified copies first page must only show the title and the abstract.

All pieces of work should follow the next order: Title page, Introduction, Methodology or Research Development, Text, Analysis, Result Discussion, Conclusions and Bibliographic References.

If it is an essay, it should have: Topic Introduction, Theoretical Support, Conclusions and References.

The title page must contain: Title of the manuscript, written in Spanish and English; Author(s) Name(s) and work place address, e-mail; Abstract in English and Spanish, maximum 150 words, with three (03) to five (05) key words.

Authors are fully responsible of all pieces of works, nor the publishing committee nor the evaluating staff.

TITLES

Each section title will be written in bold type, capital letters, to the left of the text, no numbering.

Subtitles

The heading of each subsection will be written in bold type and small letters to the left side of the text.

Letter

The title of the article should be written in Arial, 16, bold type, single space, and the text in Arial 12. For the graphics and charts, use letter size 10 for legends.

Acronym

Abbreviations should be identified at the first appearance in the text, except if it is used in the abstract.

Charts and Figures

Graphics, photographs, diagrams, and any graphic help, with or without quantitative information, must be called Figure. They should be numbered consecutively, using Arabic numerals, and should be placed in the corresponding text, (not at the end), with its legend.

All charts and figures should be mentioned in the text and must be placed near the

paragraph where it was mentioned for the first time. Graphics must be original, (not photocopied), sharp, and done in highly resolution printing definition; highly contrasted black and white, 17,5 maximum wide.

Titles for the charts must be above them (See Table N°1). If it was made by the article authors, the source must not be mentioned.

Table N°1. Letter size and Styles

Section	Style
Main Title	Capital, bold type letter, 16
Section Title	Capital, bold type letter, 12
Subsection Title	Capital and small letter, 12
Chart / Figure Title	Centered capital and small letter, 12
Text in the Chart	Capital and small letter, it may vary from 10 to 12 as necessary
Legend in Graphics / Tables	Capital and small letter, 10

The title of the figure must be below it. See the following example in Figure 1.

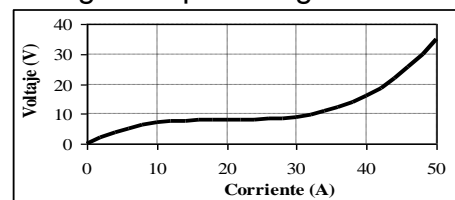


Figure 1. Relationship between voltage and current in a non-linear element

Mathematical symbols must be clear and readable. Sub indexes and supra indexes must be correctly placed. All equations must be in size 10, consecutively numbered, (Arabic numerals), placed in brackets to the right side.

$$V_P \cos \theta = \{r_Q P_Q + x_Q Q_Q + V_Q^2\} / V_Q \quad (1)$$

The title in the references must not be numbered. References must be numbered, using Arabic numerals in square brackets [1], at the end, in the same order of appearance. For example:

REFERENCES

ASAMBLEA NACIONAL (2005). Ley de Reforma de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Consultado el día 5 Abril del 2007 desde http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php?option=com_dbquery&Itemid=182&task=ExecuteQuery&qid=7&leyes_id=20619.

Martínez, M. (2006). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. México: Editorial Trillas.

Pande, P., Neuman, R. y Cavanagh, R. (2004). Las claves practicas de Seis Sigma. Colombia: McGraw-hill/interamericana.

Rodríguez, M. (2006). Se lo que mi nota dice que sé. En Revista Ingeniería y Sociedad UC, 3 (2) ,94-101.

Sánchez, T. (1998). Nivel Educativo como un pronosticador de sucesos. Manuscrito no publicado.

Sandoval, R. (2002). Importancia de apoyar al talento científico juvenil en su formación investigativa. Tesis de maestría no publicada, Facultad de Educación, Universidad de los Andes.

In case of Acknowledgement, it must be placed before the bibliographic references (maximum word length: 50 words).

Printing must be in black and white. It is highly recommended to pay special attention in order to guarantee the clearness of the graphics and figures.

1 IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO	Título:		
	Fecha de recepción Documento por el Árbitro	Fecha de envío al Árbitro	Fecha de recepción por el Árbitro
	Fecha de Evaluación		

2 EVALUACIÓN	Marque con una X las características que a su juicio son relevantes en el artículo asignado					
	E: excelente / B: bueno / R: regular / D: deficiente					
	ASPECTOS	E	B	R	D	JUSTIFICACIÓN
1	Título					
2	Resumen y palabras clave					
3	Desarrollo coherente del contenido					
4	Organización de secciones					
5	Objetividad de los planteamientos enfoques					
6	Profundidad del tema					
7	Aporte al conocimiento					
8	Uso adecuado de las fuentes					
9	El artículo describe un trabajo original con aportes significativos y/o novedosos					
10	Presentación de conclusiones y recomendaciones					
11	Actualidad de las fuentes					
12	Uso adecuado de tablas y signos					
13	Apreciación general					

Nota: puede hacer correcciones de estilo y de ortografía en el texto

3 OPINIÓN
De acuerdo a la evaluación realizada, en su opinión el artículo es para:
Publicar <input type="checkbox"/>
Corregir y publicar <input type="checkbox"/>
Corregir exhaustivamente <input type="checkbox"/>
No publicar <input type="checkbox"/>

4 OBSERVACIONES

Firma. CI:



Ingeniería y Sociedad – UC

Año 2015 /Vol. 10 Nº 1 / Valencia, Enero – Junio 2015



Universidad de Carabobo



Diseño y Diagramación:

La Revista Ingeniería y Sociedad – UC consta de un tiraje de 50 ejemplares y 50 CD's (formato electrónico) subvencionada por el CDCH-UC

Se terminó de imprimir en Junio de 2015
Ingeniería y Sociedad - UC