

PRISMA

Tecnológico

P-ISSN | 2076-8133 | E-ISSN | 2312-637X | Volumen 10, N.º 1 | 2019 | Edición anual

Planificación de las topologías de las redes de acceso Fiber to the Home con tecnologías Gigabit Passive Optical Network: un caso de estudio

**Entrevista con la Dra. Mairim Solís, Ph.D.
Líder en Biotecnología**

Obtención de aceite esencial de romero con fines cosméticos

Análisis de la operación de unión en redes de sensores inalámbricos

Indexada en:

latindex

Google
Académico

MENDELEY

BASE
Bielefeld Academic Search Engine

ERIH PLUS
EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES

MIAR

PKP|INDEX

OpenAIRE

ROAD
REPOSITORY OF OPEN ACCESS DOCUMENTS

REDIB
Red Iberoamericana
de Innovación y Conocimiento Científico

Repositorio Centroamericano SIIDCA

UTP-Ridda²

EDITORIAL
TECNOLÓGICA

Es una publicación anual de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) que se realiza a través de la Dirección de Editorial Universitaria, bajo el sello **Editorial Tecnológica**. Es una revista indexada, que ofrece artículos de contenido tecnológico y científico multidisciplinarios, cuyo objetivo es divulgar conocimiento técnico-científico, comunicar temas de ingeniería y ciencia y presentar temas sociales desde una perspectiva técnica - científica, a profesionales y estudiantes de las diversas áreas de la ingeniería, así como al público en general, de manera comprensible y amena, con claridad, amplitud y responsabilidad.

Revista PRISMA Tecnológico

Dirección de Editorial Universitaria de la Universidad Tecnológica de Panamá, Directora: Libia Batista. Avenida Universidad Tecnológica de Panamá, Vía Puente Centenario, Campus Universitario Dr. Víctor Levi Sasso, Edificio de Postgrado, Planta baja, Panamá, República de Panamá. Teléfonos: (507) 560-3703, 560-3441. Telefax: (507) 560-3442. Correo electrónico: editorial@utp.ac.pa, página web: <http://www.utp.ac.pa/contacte-la-editorial-universitaria>. Apartado - 0819-07289 - E - Dorado, Panamá, República de Panamá.

La responsabilidad de los contenidos es de los autores de los artículos firmados y no de la Universidad Tecnológica de Panamá o sus miembros. A menos que se especifique lo contrario, la Universidad Tecnológica de Panamá ni comparte ni desaprobaba cualquier posición o acción propugnada en PRISMA Tecnológico.

Correspondencia editorial

Enviar a: Director del Comité Técnico, Dr.-Ing. Carlos A. Medina C, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de Panamá, Avenida Universidad Tecnológica de Panamá, Vía Puente Centenario, Campus Universitario Dr. Víctor Levi Sasso, Panamá, República de Panamá. Tel: (507) 560-3046, correo electrónico: carlos.medina@utp.ac.pa

Tipos de artículos y secciones de la revista

PRISMA Tecnológico es una revista de divulgación técnico-científica multidisciplinaria enfocada en las diversas ramas, temáticas y aplicaciones de la ingeniería, y se ha diseñado con varias secciones que permiten incluir artículos de diversos tipos, los cuales se describen a continuación.

Tipos de artículo

Los tipos de artículo que se publican en PRISMA Tecnológico incluyen:

Investigación (original): Tiene como objetivo difundir de manera clara y precisa, los resultados originales de una investigación o proyecto realizado sobre un área disciplinar teórica o aplicada. También se incluyen, en este tipo, estudios enfocados en el desarrollo de nuevos métodos para la solución de una categoría particular de problema o estudios de caracterización comparativa de varios métodos en dominios similares o inexplorados. Este tipo de artículos tienen una estructura estandarizada (ver documento «Guía para autores - Formato de artículos») y deben incluir las citas y referencias bibliográficas necesarias para contextualizar, justificar y verificar los antecedentes e ideas o datos de base contenidos en el trabajo. Además, el contenido debe exponer toda la información necesaria para poder reproducir los resultados originales que se dan a conocer en el mismo.

Ensayo: tipo de escrito que tiene como objetivo analizar, interpretar o evaluar un tema presentando argumentos y opiniones sustentadas; exponen con claridad un tema, desarrollan unas implicaciones y presentan unas conclusiones. La estructura de un ensayo incluye resumen, palabras claves, introducción, desarrollo (con secciones internas), conclusiones, lista de referencias y apéndices (opcional).

Revisión: Proporciona una visión general de la literatura existente en un campo, y resume y organiza los resultados de investigaciones recientes de una manera novedosa. Esto incluye análisis críticos, sistemáticos, delimitados y exhaustivos, sobre los avances, resultados, tendencias, vacíos y aspectos o temas futuros de investigación encontrados en el actual estado de un campo o técnica. Puede ser de tres tipos, en términos generales: revisión de literatura, revisión sistemática y metanálisis.

Tutorial: Presenta descripciones detalladas de tecnologías, sistemas, servicios, tendencias del mercado, métodos de desarrollo, y cuestiones reglamentarias y normativas. Debe estar diseñado para ayudar al lector a familiarizarse y aprender algo específico sobre un tema elegido. Provee información práctica y actual sobre temas de interés, implementaciones y mejores prácticas de la industria. Debe escribirse con un estilo comprensible para los lectores que se encuentren fuera de la especialidad del artículo. No deben usarse ecuaciones matemáticas.

Histórico: trata sobre un logro tecnológico significativo y su evolución, o biografías de científicos importantes. Este tipo de artículo ofrece al lector, no solo una historia asombrosa de cómo se inició y desarrolló una tecnología o la vida de un científico, sino también como esta tecnología o los descubrimientos del científico en cuestión, revolucionaron la sociedad y se desarrollaron sistemas, productos y servicios exitosos asociados a esta tecnología o los descubrimientos.

Editoriales, Cartas al Editor, Artículo Invitado: estas categorías no reportan nuevo conocimiento, sino que discuten temas de interés para la Revista, para su línea editorial o para su comunidad, con un carácter de opinión informada.

Secciones de la revista

Las secciones de artículos que incluye PRISMA Tecnológico son: Impacto, Tecnología y Sociedad, Actualidad Tecnológica, Tecnología a Fondo, Tecno I+D y Tecno-Historia.

La forma de evaluación de los artículos es la revisión por al menos dos expertos externos de forma anónima - revisión por pares.

Impacto:

Se trata de ensayos sobre alguna temática relacionada con la ingeniería en cualquiera de sus áreas o aspectos, por ejemplo, la evolución e impacto de una tecnología, una aplicación o una gran obra de ingeniería; el estudio propio de la ingeniería; la filosofía de la ingeniería; la

ética en la ingeniería; la enseñanza de la ingeniería; temas sobre investigación, desarrollo e innovación en el área de la ingeniería; el impacto de la ingeniería en los diversos aspectos de la sociedad (ambiente, economía, educación, salud, etc.); visión prospectiva de la ingeniería, etc. La longitud máxima es de diez (10) páginas. Se espera que sean artículos interesantes y orientados a lectores inteligentes y con formación científica pero no expertos en un área en particular.

Tecnología y Sociedad: Incluye investigaciones y ensayos relacionados con problemáticas o realidades sociales desde una perspectiva técnica-científica de aplicación de la ingeniería a estas problemáticas. La longitud máxima es de diez (10) páginas.

Actualidad Tecnológica: Esta sección incluye artículos de revisión y tutoriales sobre tecnologías actuales. La longitud máxima es de doce (12) páginas.

Tecnología a Fondo: Pueden ser artículos de tipo ensayo, revisión o tutoriales correspondientes a un aspecto relacionado con una tecnología, aplicación o práctica de la ingeniería. La longitud máxima es de doce (12) páginas.

Tecno I+D: Son artículos de investigación que describen los resultados originales derivados de investigaciones teóricas, experimentales y de desarrollo tecnológico. Los trabajos están limitados a diez (10) páginas.

Tecno-Historia: Incluyen artículos de tipo histórico, con una longitud limitada a seis (6) páginas. Deben incluirse figuras y referencias.

La guía para autores que incluye el Formato de Artículos y las Políticas de Publicación y Ética, está disponible en <http://www.revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma>

Todos los trabajos deben ser originales y no haberse publicado en ninguna otra revista o forma de publicación exclusiva. Los artículos se recibirán durante todo el año. Que un artículo sea aceptado no significa que vaya a ser publicado, ni crea ninguna obligación de la revista PRISMA Tecnológico en relación al artículo.

Versión electrónica

Se puede acceder a los ejemplares de la revista en formato electrónico en la dirección: <http://www.revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma>

PRISMA
Tecnológico

Director del Comité Editorial

Dr. - Ing. Carlos Medina

Facultad de Ingeniería Eléctrica, UTP
carlos.medina@utp.ac.pa

Comité Editorial

Dra. Ana Muñoz

Universidad de Los Andes (Venezuela)
anamunoz@ula.ve

Dr. Rolando Gittens, Ph.D.

Instituto de Investigaciones Científicas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT-AIP)
rgittens@indicat.org.pa

Dr. Miguel Vargas Lombardo

Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales UTP
miguel.vargas@utp.ac.pa

Dr. Ronald Barazarte, Ph.D.

Electric Power Engineers, Inc.
rbarazarte@epeconsulting.com

Dr. José Hernández Rosas

Universidad de los Andes (Venezuela)
epiftajh@gmail.com

Dr. Danilo Cáceres Hernández

Miembro de la IEEE, capítulo Panamá
danilo.caceres@ieee.org

Ing. Libia Batista
Directora

Sr. Armando Pinillo
Mercadeo y Ventas

Diseño e impresión
Departamento de Comunicación Gráfica



Editorial



Damos la bienvenida a nuestros lectores de esta edición de Prisma Tecnológico 2019. En esta edición les presentamos una variedad de temas de actualidad muy interesantes y una entrevista con una exitosa científica panameña en el mundo de la biotecnología.

En este editorial me gustaría reflexionar sobre el ingenio y las invenciones del pasado que hacen posible mirar hacia el futuro. En un tiempo no muy lejano, mentes geniales idearon grandiosos inventos y desarrollaron valiosas innovaciones como la electricidad, los automóviles, los teléfonos, la radio, la televisión y las computadoras. Son muchos los grandes triunfos de la ingeniería de los últimos cien años que han tenido profundos efectos en la humanidad y el mundo, y que son una parte tan importante de nuestras vidas, pero que muchos dan por sentado. Una muestra de estos son: el primer vuelo en un avión, el nacimiento de Internet, el desarrollo de tecnologías de la salud, la mecanización de la agricultura, el láser y los materiales especiales como biomateriales, ciertos tipos de vidrios y cerámicas, compuestos de carbono, entre otros.

La ingeniería está asociada con la ciencia, pero a diferencia de ésta, que busca la "verdad por sí misma" para un entendimiento cada vez más exacto del mundo natural, la ingeniería convierte ese entendimiento en máquinas, tecnologías y procesos nuevos o mejorados, para llevar las ideas a la realidad y brindar soluciones a las necesidades de la sociedad.

En este sentido, el avance en el conocimiento y la ampliación de las disciplinas tradicionales de ingeniería, con la incorporación de una serie de nuevos sectores, como electricidad, metalurgia y aeronáutica, y su profundización con el desarrollo de nuevos métodos, poderosas herramientas computacionales y técnicas de ensayo fiable, han impulsado las grandes invenciones y productos de ingeniería sobre los que descansa el mundo actual y se construye la sociedad del mañana.

Los grandes inventos han dejado su huella en nuestra sociedad de innumerables maneras. Por ejemplo, el mundo es más pequeño que antes en virtud de la capacidad de cruzar continentes y océanos en cuestión de horas y de comunicarnos e interactuar instantáneamente con personas que se encuentran muy lejos; la "calidad de vida" ha mejorado significativamente con sistemas de agua limpia y los avances en tecnología médica; puede existir una lucha contra la injusticia y otros males sociales a través de los sistemas de comunicación globales y de tiempo real, solo por mencionar algunos cambios.

Así, para mirar hacia el futuro, debemos valorar el ingenio y las invenciones de las mentes brillantes de la actualidad.

Agradecemos a nuestro comité editorial, revisores, colaboradores y queridos lectores. Disfruten de esta edición de Prisma Tecnológico.

Prof. Dr.-Ing. Carlos A. Medina C.
Universidad Tecnológica de Panamá
prisma@utp.ac.pa / carlos.medina@utp.ac.pa

PRISMA Tecnológico

Contenido

P-ISSN | 2076-8133 |
E-ISSN | 2312-637X
Volumen 10, N.º 1 | 2019
| Edición anual

ACTUALIDAD TECNOLÓGICA

- Efectos del mercado globalizado y nuevos proyectos logísticos para la región de Urabá, Colombia.....3-10
- Planificación de las topologías de las redes de acceso Fiber to the Home con tecnologías Gigabit Passive Optical Network: un caso de estudio.....11-18

ENTREVISTA

- Entrevista con la Dra. Mairim Solís, Ph.D.
Líder en Biotecnología.....19-21

TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

- Uso de plaguicidas en la agroindustria:
Panamá y el mundo.....22-27
- Obtención de aceite esencial de romero
con fines cosméticos.....28-32
- Toxicidad por Hipervitaminosis A por el consumo de
Camote (Ipomea batatas) biofortificado en áreas
indígenas de Panamá: un estudio descriptivo.....33-36

- Gestión de las tecnologías en Costa Rica: ¿Cómo lograr
empoderar a las empresas Pymes a través del modelo
de 8 pilares? Caso de estudio empresa Soltig.....37-43

TECNOLOGÍA I + D

- Análisis de la operación de unión en redes de sensores
inalámbricos.....44-47

Contenido

P-ISSN | 2076-8133 |
E-ISSN | 2312-637X
Volumen 10, N.º 1 | 2019
| Edición anual

TECNO HISTORIA

Malcom McLean: ideó el contenedor cambiando la logística marítima y le dio armas a la globalización.....48-51

ENTRETENIMIENTO

Entrenimiento.....52-52

GUÍA PARA AUTORES

Guía para autores.....53-56



Universidad Tecnológica de Panamá

AUTORIDADES

Ing. Héctor M. Montemayor Á.
Rector

Licda. Alma Urriola de Muñoz
Vicerrectora Académica

Dr. Alexis B. Tejedor De León
Vicerrectora de Investigación, Postgrado y Extensión

Mgtr. Mauro Destro Stimamiglio
Vicerrector Administrativo

Mgtr. Ricardo Reyes
Secretario General

Ing. Brenda Serracín de Álvarez
Coordinadora General de los Centros Regionales

Revista indexada en



www.latindex.unam.mx

Efectos del mercado globalizado y nuevos proyectos logísticos para la región de Urabá, Colombia

Carlos Roberto Arango Gutiérrez ¹ , José Luis González Manosalva ² , Ligia María Vélez Moreno ³ 

Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), Medellín, Colombia.

¹carlosarango; ²josegonzalez; ³ligiavelez(@itm.edu.co)

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2162>



Resumen: *La región de Urabá, localizada en el extremo noroccidental de Colombia, sobre el mar Caribe y cerca de la frontera con Panamá, presenta unas ventajas de ubicación geográfica destacable, unida a una vocación industrial y agroindustrial importante. Lo anterior, en términos de conceptos logísticos de nodos y redes empresariales dan cuenta del potencial de competitividad para el acceso a mercados globales. Nuevos proyectos de infraestructura en materia portuaria y nuevas capacidades de acceso a la región le imprimen una dinámica muy superior a la que dicha región vivió a partir de la segunda mitad del siglo XX. Los efectos económicos, ambientales y sociales de cada uno de esos proyectos han sido analizados de manera independiente por varios autores, pero se requiere una validación de los efectos que representa la implementación simultánea.*

Palabras clave: Urabá, desarrollo logístico, efectos ambientales.

Title: Globalized market effects and new logistics projects for the Uraba region, Colombia

Abstract: Uraba region, located on the north-western corner of the country, on the Caribbean Coast and near to Panama border, has remarkable geographical advantages, coupled with an important industrial and agroindustrial vocation. This, in terms of logistic concepts or nodes and business networks, shows the potential of competitiveness for access to global markets. New port infrastructure projects and new access capabilities to the region, give it a much greater dynamism than the experienced there on the 20th century second half. The economic, environmental and social effects of each of these projects have been analyzed independently by several authors, but a validation of the effects of the simultaneous implementation is required.

Key words: Uraba, region Logistic, development, environmental effects.

Tipo de artículo: ensayo

Fecha de recepción: 15 de diciembre de 2018

Fecha de aceptación: 8 de marzo de 2019

1. Introducción

El comercio internacional requiere cada vez más la interacción geográfica de nodos de producción, bajo estrictos parámetros de eficiencia y compatibilidad, con el fin de generar valor a los productos comercializados mediante redes logísticas. Los productos adquieren valor en la medida en que son entregados al cliente en una eficiente proporción de costo y tiempo, y la implementación de estrategias de mejora logística en regiones ubicadas en zonas geográficamente favorables, como la región de Urabá, brinda oportunidades que sin ninguna duda responderán positivamente para su desarrollo y el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de las naciones.

El tráfico marítimo atraído por la ampliación del Canal de Panamá (con nuevos buques Clase Neopanamax, nuevas necesidades y retos logísticos), así como el cierre financiero e inicio de construcción de las vías concesionadas Mar 1 y Mar 2 (dentro de las denominadas “segunda ola” de las concesiones 4G en Colombia), corresponden a un detonante de la inversión y desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura, comercio y logística orientados a la atención de mercados globales.

En términos de Desarrollo Sostenible, el crecimiento de las regiones debería presentar un adecuado balance entre el desarrollo económico de los proyectos, el efecto que su implementación ocasiona en el ambiente en el que se instala y la integración social al proyecto por parte de los gobiernos y la población localizada en la zona de influencia directa. En muchas ocasiones los proyectos de infraestructura son evaluados de manera individual, siguiendo lineamientos establecidos para el otorgamiento de las respectivas licencias, pero es recomendable generar mecanismos de evaluación que integren los efectos conjuntos de dichas intervenciones.

Se requiere entonces establecer una línea base de análisis de los efectos que dicho panorama genera en la región de Urabá, y especialmente con la implementación de los proyectos portuarios, más allá de las expectativas económicas y sociales que se generan en una zona con un gran potencial de desarrollo, pero que apenas vino a ser conectada por vía terrestre a mediados del siglo XX.

2. El concepto de mercado globalizado

El mercado para las empresas de hoy está en cualquier parte del globo. Sarache-Castro *et al.* [1], indican que una empresa puede comprar sus materiales, fabricar y vender en distintos países, de acuerdo con sus requerimientos y los de sus clientes, a través de lo que se ha denominado una “estrategia mundial de competitividad” (Gopal, 1986). Indican igualmente que la “globalización”, asumida como una oportunidad de crecimiento, permite a las organizaciones beneficiarse de economías de escala, una nueva división del trabajo, mejor

utilización de los recursos disponibles y mayor incorporación de tecnología (Jara Sarrúa, 2001).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) adopta en cuanto a competitividad la tesis de Porter [2], según la cual cuatro factores hacen el desarrollo exitoso de una empresa. Las interacciones de estos determinan la necesidad del encadenamiento entre empresas y su posibilidad de aumentar el “sistema de valor” de los productos.

- Factor microeconómico: capacidad de gestión, estrategias empresariales, gestión de innovación, mejores prácticas del ciclo de desarrollo-producción-comercialización, integración de redes de cooperación tecnológica, integración de redes de comercialización e integración de proveedores y productores.
- Factor mesoeconómico: políticas de infraestructura física, educacional, tecnológica, de infraestructura industrial, ambiental, regional y de importación, así como política de impulso a la exportación.
- Factor macroeconómico: política presupuestal, monetaria, fiscal, de competencia, cambiaria y comercial.
- Factor metaeconómico: factores socioeconómicos, escala de valores, patrones de organización, política jurídica y económica, así como capacidad estratégica y política.

Los principios de un mercado globalizado dan cuenta de la competitividad ocasionada por centros de producción de bienes y servicios, basados en especialización y eficiencia, así como de las necesidades en la disminución de tiempos de respuesta a los requerimientos de los clientes. Según Christopher [3], la competencia actual no es compañía contra compañía, sino cadena de producción contra cadena de producción.

Una red empresarial se define como un conjunto de organizaciones unidas para superar obstáculos y conquistar mercados más allá de sus alcances individuales (Cardona, 2000) [1]. Las redes empresariales pueden ser redes territoriales (como los *clusters*, distritos o asociaciones), redes productivas (especializadas en subcontratación), redes comerciales (como las que brindan los *commodities*, cámaras de comercio o cooperativas) y, finalmente, redes tecnológicas (como los parques y centros tecnológicos). En el caso de la región de Urabá, la especialización en la producción agropecuaria sería la primera en aprovechar las ventajas de una infraestructura orientada al comercio global, y no necesariamente la única, en caso de fortalecerse el esquema de infraestructura proyectado.

La “cadena de valor” de un producto es sustentada por Chopra & Meindl [4], como una integración de todas las partes involucradas de manera directa e indirecta, desde la materia prima que pasa por procesos de producción, para al final tener un producto terminado cuya función es satisfacer las necesidades de los clientes en forma eficiente y eficaz. La “cadena logística”, de acuerdo con Mentzer *et al.* [5], se refiere a la coordinación sistemática y estratégica de las funciones del negocio y tácticas empresariales (tanto de la empresa como de las partes involucradas en la cadena de suministro) para mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas y la cadena de suministro. El grupo de organizaciones involucradas en la “cadena logística” incluye una dirección de flujo de bienes,

servicios, finanzas e información, pero está abierto a cualquiera que pueda colaborar con dicho flujo en suministros, producción y mercados [6].

En este contexto, el papel de los puertos en esta cadena de suministro es supremamente importante. Los recintos portuarios aparecen como plataformas logísticas de intercambio modal, con una complejidad creciente que afecta a zonas más amplias que las tradicionales enmarcadas en zonas de influencia cercana (relacionadas con el concepto del *hinterland* portuario) [6]. A los puertos convergen no solo los núcleos de transporte, sino además los servicios logísticos de primera línea, que atraen igualmente nuevas industrias secundarias de manufactura, orientadas a los mercados generados.

2.1 La estandarización logística como requerimiento

La estandarización es el proceso mediante el cual se realiza una actividad de manera estándar o previamente establecida [4]. El término estandarización proviene del término *standard*, aquel que refiere a un modo o método establecido, aceptado y normalmente seguido para realizar determinado tipo de actividades o funciones. Como connotación principal se asocia a la idea de seguir entonces el proceso estándar, a través del cual se tiene que actuar o proceder.

El concepto supone cumplir con reglas implícitas o explícitas (en su mayoría) y de importante cumplimiento para que se obtengan los resultados esperados y aprobados para la actividad que se desarrolla. Es muy común la aplicación del concepto a “procedimientos de estandarización”, empleados para corroborar el apropiado funcionamiento de maquinarias, equipos o empresas de acuerdo con los parámetros establecidos. Puede también hacer referencia a la idea de que un elemento, producto, conocimiento o forma de pensar se iguala a los demás (y aquí entra en juego la idea de globalización y mundialización), y que supone que un producto o bien de consumo es fabricado de acuerdo con determinadas reglas de estandarización y, por tanto, se realiza de igual manera en Japón, en Brasil o en la India.

Es en el sentido de requerimiento en el que la estandarización ha generado mayores polémicas. Se entiende como el fenómeno mediante el cual los diferentes procesos de fabricación globales convergen hacia un único estilo que predomina a nivel mundial, y que busca establecer similitudes entre cada ítem sin importar de dónde provengan estos, o hacia donde vayan. Esta visión del término estandarización ha recibido importantes críticas por representar la anulación de la diversidad a nivel global, lo que notoriamente se opone a la estandarización como un proceso lógico y razonable que facilita el acceso a la información y al conocimiento.

Como estrategia de mercado, conocer las características de un producto o un proceso estándar, así como las posibilidades de diferenciación que brinda el origen de los productos, favorece el aprovechamiento de elementos competitivos de producto bajo criterios de utilidad globales, creación de mercados y productos innovadores para atender demandas insatisfechas. La competitividad radica entonces en saber involucrar procesos de estandarización a la prestación de servicio, a la cadena de

abastecimiento y a los métodos logísticos, de forma que se bajen sus costos de entrada al mercado, y no necesariamente en la fabricación o diseño de un producto.

Cuando las empresas incurren en el costo de transportar un producto hacia el cliente, o tienen un inventario disponible de manera oportuna, le generan un valor al producto que antes no tenía [7]. Cuanto menores sean los costos asumidos, y mayores los beneficios relacionados con la disponibilidad del producto, mayor utilidad representa para la empresa. Sarache-Castro *et al.* [1], presentan al respecto los argumentos de Montoya Corrales (1996), según los cuales el factor tecnológico, apoyado en los notorios avances en las telecomunicaciones y los sistemas de transporte, han facilitado la reducción de las distancias y los tiempos de entrega, por lo tanto, el intercambio comercial entre países. Los costos del transporte corresponden entonces a un criterio fundamental en la competitividad de las empresas y las regiones, aspecto en el cual solo a partir del año 2000 se ha conseguido una reducción del 35 al 40%.

Un hito importante en términos de logística se remonta a 1956, cuando se iniciaba la revolución del transporte de carga con la implementación de nuevos estándares de transporte y cabotaje. Malcolm McLean inició la operación civil de carga en contenedores especialmente diseñados para el buque *Ideal-X*, en un servicio que inicialmente conectaba a la costa de los Estados Unidos con Latinoamérica y el Caribe. La estandarización internacional de contenedores marítimos se estableció posteriormente a partir de 1964, aunque solo hasta 1967 se recibiría el primer buque con contenedores estandarizado en el puerto de Hamburgo (Alemania) [8]. La capacidad de carga de los buques porta contenedores se mide en unidades estandarizadas de contenedores de 20 pies, denominados TEUs (*twenty-foot equivalent unit*). Esta medida se ha incrementado en 1.200% en los últimos 50 años, pasando de una capacidad de 1.530 TEUs hacia 1968, en el buque *Encounter Bay*, a cerca de 18.000 TEUs en los buques clase Maersk Triple E.

El transporte en contenedores, en particular, y su aplicación a aquellas mercancías susceptibles de su adaptación a ellos, requiere la existencia de unos lugares en los que se deberá proceder a su concentración o distribución a escalas medias y pequeñas, que van a ser los espacios conocidos como Zonas de Actuación Logística (ZAL) [9]. Una ZAL concentra el desarrollo de actividades de segunda y tercera línea portuaria en una misma zona geográfica (aquellas relacionadas con el almacenaje, depósito, embalaje y etiquetado) que favorecen aquellas cargas para las cuales se requiere un manejo intermedio, justificado en términos económicos. Se trata específicamente de aquellas cargas cuyo margen de precio permite incorporar maniobras y/o servicios que permitan mejorar su comportamiento en la cadena productiva mediante la ejecución de actividades de mejora logística.

La implementación de estas zonas en Colombia ha cobrado importante interés, particularmente en la región Caribe [10], lo que resalta la importancia de un análisis de las relaciones entre zonas de intercambio comercial nacionales y de las posibilidades de desarrollo que dicha interacción imprime en las

regiones. Esta especialización de zonas de servicios, geográfica y estratégicamente localizadas, puede replicarse en la región de Urabá, de acuerdo con las posibilidades que en materia de comercio internacional resultan con la mejora de sus instalaciones portuarias.

2.2 Posicionamiento de la zona de Urabá en el contexto nacional y mundial

La región de Urabá cautivó la atención de naturalistas, geógrafos y cartógrafos como el italiano Agustín Codazzi, quien realizó viajes por el río Atrato desde 1826, y en 1858 levantó planos de la costa del Golfo de Urabá [11]. Constituye el punto de unión entre Centro y Sudamérica, y es el sitio de salida del principal producto de exportación de la región (banano). La zona conforma el único acceso a puerto marítimo del departamento de Antioquia, el segundo departamento en extensión sobre costa en el litoral Caribe colombiano (véase figura 1).



Figura 1. Localización de la región de Urabá.

La Gobernación de Antioquia creó el Plan Estratégico de Antioquia (PLANEA), mediante la Ordenanza 012 de 1998, que tenía como visión un desarrollo globalizado del departamento basado en su posición geográfica bajo la siguiente visión: “En el año 2020, Antioquia será la mejor esquina de América, justa, pacífica, educada, pujante y en armonía con la Naturaleza”. Se propuso allí un modelo de desarrollo local-regional basado en la capacidad instalada y patrimonio colectivo de Medellín y las oportunidades de las distintas subregiones, entre ellas la “Costa Caribe del Urabá Antioqueño”. Esta zona está definida en el PLANEA como “zona de gran potencial turístico, agropecuario, forestal y pesquero”, y establece como prioridad “desarrollar su potencial agroindustrial, marítimo y logístico exportador” [12].

La localización de un nodo logístico en la región de Urabá, con todas las especificaciones de una ZAL sería una excelente opción para otras regiones, como por ejemplo el Eje Cafetero, que exporta el 70% del café nacional y el altiplano Cundiboyacense, con su gran número de industrias. La distancia

entre Medellín y Cartagena es de 643 kilómetros, mientras que la de Medellín a Turbo es de 380 km (un 42% menos). El ahorro en distancia de transporte entre Cartagena y Turbo desde Manizales es de 263 km (28% menos) y de 398 km desde Bogotá (un 35% menos) [13].

3. Desarrollos portuarios

Los estudios para un puerto en la zona de Urabá se remiten a 1926, a lo contratado por el departamento de Antioquia a la firma Siemens-Bauunion [14], la cual adelantó las observaciones del tiempo, mareas y estudios de los principales ríos que desembocan en el golfo. Sin embargo, dado el poco crecimiento presentado por la región, la actividad exportadora solo se desarrolló hasta la década de los sesenta con la culminación de la carretera que conectaba el centro del país con la ciudad de Turbo (iniciada de forma paralela a los estudios del puerto), y cuando se identificaron y apropiaron técnicas a la producción y explotación agrícola competitivas que permitieron superar a la región del Magdalena, en el norte de Colombia. En la figura 2 se presentan los diferentes proyectos portuarios (existentes y proyectados) de la zona.

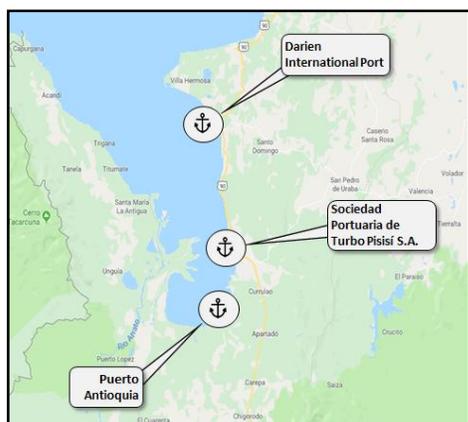


Figura 2. Desarrollos portuarios en Urabá.

3.1 Puerto existente (Puerto Antioquia)

En el año de 1978 el gobierno, a través de Planeación Nacional, dirigió un estudio auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA) en el que se actualizó la información y se propuso la magnitud necesaria para un puerto acorde a las necesidades actuales y futuras, al tiempo que efectuó selección de algunos de los sitios técnica y económicamente convenientes para su emplazamiento, y se establecieron recomendaciones generales sobre las características del puerto y estimativos de costos preliminares.

El puerto existente en el golfo de Urabá es un proyecto privado al servicio de las empresas bananeras UNIBAN y BANACOL que mueve cerca de 1,8 millones de toneladas anuales, e incluyen algunas importaciones y exportaciones para empresas no bananeras. Más de 500 barcos llegan anualmente a Urabá a cargar banano y dejar insumos, fertilizantes y papel. La infraestructura portuaria carece de muelle y emplea el

método de transferencia buque-barcaza con dos embarcaderos: uno en Zungo y el otro en Nueva Colonia, ambos en Turbo [14].

El puerto atiende mensualmente 60 a 70 buques de más de 8.000 toneladas de registro bruto y hasta ocho (8) metros de calado para la exportación de banano y plátano. Arriban también buques madereros con calado de 5 a 6 metros que recogen la producción de los principales aserraderos. Frecuentan también el puerto buques-tanques de Cartagena, los cuales aprovisionan de combustible a la zona y atracan en dos muelles petroleros localizados en punta de las Vacas.

3.2 Proyecto ampliación de Puerto Antioquia (Turbo)

Este proyecto, administrado por la existente Sociedad Puerto Antioquia, ha cumplido con las fases de otorgamiento de concesión, licenciamiento ambiental y selección del constructor preferido para la etapa de ingeniería, contratación y construcción (el consorcio francés Eiffage) [16]. Está compuesto por una zona de puerto en tierra, un viaducto y una plataforma *off-shore*.

La zona en tierra contará con un área de 54.000 m² para vehículos, ajustable hasta en un 100% de acuerdo con la demanda; una capacidad para 120.000 toneladas en fase 1 y 240.000 toneladas en fase 2; bodegas de perecederos y carga refrigerada; bodega de inspección de importación y exportación, así como dos bodegas de consolidación de carga. Las instalaciones dispondrán de 2 zonas de contenedores vacíos con capacidad total de 5.000 TEUs.

El proyecto incluye un viaducto de 4,2 km de enlace con una plataforma *off-shore* para el atraque de los buques de carga, la cual cuenta con un muelle de 130.000 m² con ocho posiciones de atraque de buques de 346 m de eslora y 10.000 TEUs. La profundidad en la zona de puerto es de 14 metros. El área *off-shore* presenta una capacidad de 4.500 TEUs contenedores secos y 1.300 TEUs de contenedores refrigerados.

3.3 Proyecto Sociedad Portuaria de Turbo, Pisisí S.A. (Turbo)

El proyecto se encuentra localizado en un área de 39 hectáreas al suroccidente de la cabecera urbana de la Bahía de Turbo, entre los caños Higino, Casanova, Las Yuquitas y el litoral de la misma bahía [15]. Actualmente se encuentra en espera de la concesión portuaria para la firma del contrato y el inicio de las obras [18]. Tiene proyectado su crecimiento en tres fases, al final de las cuales será un puerto automatizado y multipropósito de 760 m de muelle por 50 m de plataforma (35.000 m²), un canal navegable de 5,7 km de largo x 100 m de ancho y una profundidad de 16 m y dársenas de giro.

Las áreas de contenedores tendrán una capacidad aproximada de 25.400 TEUs y podrá almacenar adicionalmente 20.000 contenedores refrigerados. Contará con un área de 80.000 m² para carga extradimensionada, vehículos y maquinaria, un área cubierta de 800 m² para carga suelta y áreas de inspección de 1.600 m² en los que se adelantarán las actividades de llenados, vaciados, inspecciones de cargas y consolidación (CFS).

3.4 Proyecto Darién International Port (Necoclí)

Se trata de un proyecto liderado por el sector privado (por las firmas Conconcreto y Grupo Elemental), que requiere una inversión de 1.000 millones de dólares y estima que pueda movilizar 680 mil toneladas, las cuales se proyectan distribuir así: 415 mil toneladas en contenedores y 150 mil toneladas en carga suelta y rodada. El proyecto tiene planes de expansión para el año 2020, 2030 y 2040 respectivamente. Espera actualmente la concesión de la licencia ambiental por parte de la corporación autónoma regional Corpourabá, autoridad ambiental de la zona. Tiene como soporte de demanda de carga las proyecciones efectuadas por Moffat & Nichol, consultores internacionales en la materia.

4. Accesibilidad y conexión

El acceso a la región de Urabá habría sido una parte de la conexión férrea de las Américas, desde Alaska a la Patagonia, proyectada desde finales del siglo XIX y denominada como Ferrocarril Troncal. Con el fracaso político de esta idea, básicamente por inercias políticas y un inadecuado ambiente de inversión, surgió otra más económica y viable, denominada inicialmente Carretera Interamericana, y que luego se llamaría Carretera Panamericana [15]. De los 25.800 km planteados en el trayecto original faltan únicamente por construir 108 km (58 km en Panamá y 50 km en Colombia) que conforman el denominado “Tapón del Darién”. Si se suman tramos alternativos y complementarios la red alcanza los 48.000 km, correspondiendo a la carretera más larga del mundo.

La Carretera al Mar, impulsada a principios del siglo XX por parte del señor Gonzalo Mejía, se inició oficialmente el 1 de junio de 1929 con el ánimo de unir “a Medellín con el mar Caribe, como ya se había hecho con el río Magdalena por el ferrocarril, buscando salida para los productos y esperanzas de progreso para sus pobladores”. Durante los tres primeros años de su construcción se avanzó más de la mitad de la carretera (hasta las poblaciones de Santa Fe de Antioquia y Cañasgordas), pero luego debió ser entregada a la Nación, la cual demoró mucho más tiempo en terminarla [20]. La carretera llegaba a Necoclí 30 años después de haberse iniciada y aún hoy, casi noventa años después, no puede decirse que haya una vía completamente asfaltada en ese corredor vial [21].

Taborda [13], recalca que el desarrollo del sistema portuario en la región es necesario, viable y posible, pero que sin vías de acceso en condiciones competitivas (al menos) no se puede pensar en dichos desarrollos. Podría pensarse que el dinamismo que suscitó la conexión de la región con el interior en la década de los cincuentas, que brindó mayor acceso de insumos para las nacientes explotaciones bananeras, puede replicarse de acuerdo con las nuevas características viales de conexión de las autopistas 4G, en un ambiente eficiente y eficaz en términos de conectividad, lo que representa un segundo impulso de dinamismo regional.

Del sistema de concesiones viales que actualmente se ejecuta en tierras antioqueñas, y comunican a la región de Urabá, se destacan la Transversal de las Américas (figura 3), que comunica la ciudad de Montería (Córdoba) con Arboletes,

Necoclí y Turbo (Antioquia) y las Autopistas Mar 1 (figura 4) y Mar 2 (figura 5), de la generación de concesiones 4G, que garantizan la comunicación del sistema de autopistas del Pacífico (desde Bolombolo) y Medellín con Santa Fe de Antioquia, y de allí hasta Necoclí. Se destaca en este tramo la construcción del Túnel del Toyo, un proyecto en ejecución (de 9,81 km de longitud), en el cual del departamento de Antioquia ha comprometido vigencias futuras por 520.000 millones de pesos, casi 180 millones de dólares [22].



Figura 3. Transversal de las Américas.

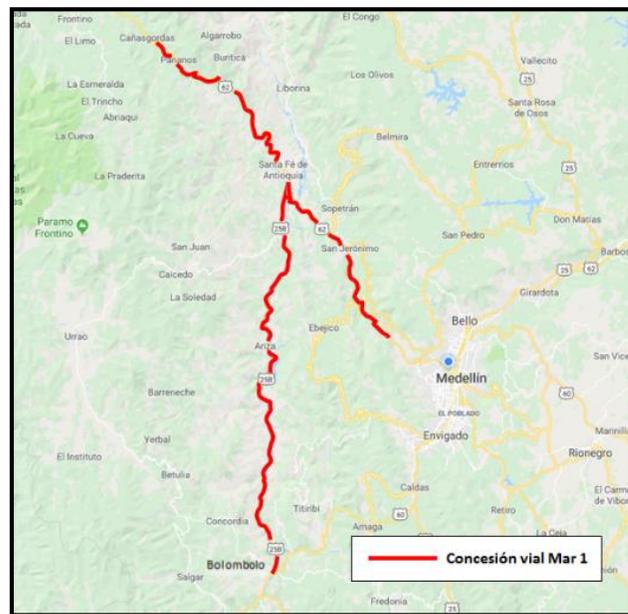


Figura 4. Concesión Mar 1.



Figura 5. Concesión Mar 2.

5. Efectos regionales

Los puertos juegan un papel muy importante en la cadena de distribución internacional, ya que se convierten en puntos de conexión de un país con el resto del mundo por vía marítima. El impulso de los grandes centros de consumo y producción en Colombia es bastante atípico (con respecto a la mayoría de los países) pues el desarrollo de las empresas en Colombia se ha iniciado en el interior del país, y desde allí hacia las provincias. Los efectos de un gobierno central en la nación han generado grandes retrasos a la esquina norte de Antioquia en materia de atención, logística y desarrollo, como se ha visto.

La región de Urabá cuenta en esta década con un gran número de proyectos de inversión y visión empresarial que pueden generar un impacto positivo en el desarrollo de industria y comercio, lo que despierta el interés por parte de investigadores en cuanto a la determinación del potencial de desarrollo que surge en las regiones como producto de una intervención en infraestructura.

Botero (2009) [11], aplica la metodología de “efectos dinámicos” establecida por el Banco Mundial a 12 megaproyectos (entre los que se cuentan el Puerto de Urabá, el Túnel del Toyo, el canal seco interoceánico, la Hidroeléctrica de Percadero Ituango y la carretera Panamericana, entre otros), en la cual se establecen los ciclos de absorción de recursos y generación de estos para la región como efecto de su implementación.

Patiño-Alzate (2016) [18], aplica en la zona modelos de simulación espacial, así como el concepto de “sistema de ciudades” incluido en el CONPES 3819 de 2014, con el objetivo de identificar las transformaciones de factores territoriales que resultan de la accesibilidad que brindan los proyectos de las vías 4G en las subregiones posconflicto.

Los efectos económicos, ambientales y sociales que resultan de la implementación conjunta de los megaproyectos acá presentados (puertos y autopistas 4G) no han sido analizados

en conjunto, de forma que solo un seguimiento permanente del desempeño en cada campo, y una modelación mediante alguna de las metodologías o modelaciones propuestas podrá determinar la dinámica regional que se da en cada campo, conforme se va ajustando el comercio y la industria a las nuevas perspectivas.

5.1 Efectos económicos

El estudio de efectos dinámicas elaborado por Botero [12], establece que la ampliación del Puerto de Urabá (véase numeral 3.1) constituye un megaproyecto transversal y detonante que impulsaría, a su vez, los demás megaproyectos analizados al generar 1.620 nuevos procesos productivos. Dicho estudio no analizó el efecto que ocasionaría la implementación simultánea de los tres desarrollos portuarios adicionales, como los mencionados en los numerales 3.2 y 3.3, unido al proceso de conexión terrestre en construcción de las vías 4G y su efecto de accesibilidad a la región, que puede ser drásticamente mayor.

Las posibilidades de desarrollo económico regional no se limitan al campo logístico o portuario. La “Iniciativa Diamante Caribe y Santanderes de Colombia” liderada por FINDETER (Financiera del Desarrollo Territorial), incluye la región de Urabá como una de las candidatas para el impulso de los llamados *clusters* agroalimentarios, como herramientas clave del desarrollo territorial y de reducción de las brechas sociales (Microsoft y Fundación Metrópoli, 2015) [18]. El modelo de simulación espacial estima que la producción agrícola en la subregión de Urabá crecería hasta en un 56% respecto de la producción actual los rubros agrícolas con mayor aptitud con la implementación de las vías 4G, sin tener en cuenta producción agrícola específica con vocación exportadora exclusivamente. La producción agrícola contará con un mejor acceso a los mercados nacionales e internacionales y a la disminución en los costos de transporte, tanto marítimos como terrestres, al incrementar la posibilidad de fletes de compensación.

5.2 Efectos ambientales

Los efectos ambientales que genera la implementación de proyectos de infraestructura en zonas costeras, y los que se generan con las intervenciones a los accesos a la región de Urabá se combinarían de múltiples formas, desde la fase de diseño hasta la construcción y operación, tanto independiente como conjunta. Los ya concebidos problemas de la región asociados a erosión costera, sedimentación de las corrientes y del golfo mismo, contaminación o sobreexplotación de recursos naturales, así como la necesidad de incremento en servicios para los nuevos asentamientos industriales o comerciales, deben revisarse conforme a la simultaneidad de la implementación conjunta de los proyectos. Es en este aspecto en el que una modelación integral cobra mayor importancia.

Es entendible, por ejemplo, que el ecosistema de la región se sometiera a una presión importante con el mejoramiento en la accesibilidad, que afecta especialmente a las áreas cubiertas de bosques, lo que ocasionaría una evidente disminución en los territorios mejor dotados de infraestructura vial. Por otra parte,

los suelos dedicados a las actividades agropecuarias son propensos al cambio definitivo de uso por la presión del fenómeno de suburbanización, lo que establece un reto para los planes de desarrollo territorial de la zona y los municipios de influencia directa.

Puede preverse igualmente un efecto en la densificación urbana como consecuencia de la activación de los proyectos y la nueva conectividad. Se genera en particular una presión por los terrenos y alta fragmentación predial en las áreas rurales más cercanas, ante las necesidades de mano de obra y los recursos necesarios para esta, las industrias o servicios allí asentados y atraídos.

5.3 Efectos sociales

La dinámica social en la región de Urabá corresponde con la de muchas zonas marginales y apartadas del país, con poca presencia del estado y donde se presentan bonanzas por la explotación de los recursos naturales [19]. Es una zona propicia para el enriquecimiento de foráneos, acción de grandes poderes y la codicia de aventureros, generando el deterioro del medio y de valores y prácticas culturales ancestrales (Uribe *et al.*, 1992 y Aramburo, 2003), lo que demuestra la susceptibilidad de las comunidades allí asentadas a la inclusión de nuevos proyectos. En este ámbito, comprender y trabajar por un país más incluyente es una responsabilidad de todos los colombianos para frenar la inequidad a la que se ven sometidos sus habitantes, según Pineda-Escobar y Falla-Villa [19]. El desarrollo de la región implica cambios sociales que se verán reflejados en los indicadores de pobreza, salud, desempleo y la creación de nuevas oportunidades de negocio, por mencionar algunos.

La interpretación unidimensional de la pobreza ha estado relacionada con la noción de solvencia económica, centrada en aspectos de ingreso y consumo, equiparando la pobreza a la inhabilidad de la persona para alcanzar un nivel determinado de ingresos adecuado para cubrir sus necesidades básicas (Wagle, 2005). La conceptualización multidimensional de la misma incluye, además del componente de carencia económica, otra serie de factores en un sentido holístico, como sexo, género, edad, nivel educativo, vivienda, entre otros. El acceso a la salud, el desempleo y la corrupción corresponden a factores que retrasan el desarrollo y se consideran importantes en la valoración del riesgo social de una región.

El desempleo se ha convertido así mismo en un problema social preocupante para Colombia, ya que alimenta la brecha de la desigualdad y la pobreza, porque se priva a la persona de acceder a bienes y servicios básicos. La falta de trabajo convierte el diario vivir en una batalla por la supervivencia; ese es el caso de quienes tienen un trabajo informal, pues no alcanzan un salario mínimo ni tienen derecho a la seguridad social o a prestaciones de ley. La inserción de nuevos proyectos de infraestructura, de forma directa e indirecta, representa una oportunidad específica de bajar los índices de desempleo en la región.

La gran ventaja de un mercado globalizado en Urabá será la implementación de negocios inclusivos (NI), asociados o no a los proyectos de infraestructura, pero si con la nueva dinámica

de desarrollo regional [20]. Este tipo de negocios, desde una lógica de mutuo beneficio, vinculan a la población vulnerable a la cadena de valor de las empresas para generar valor económico y social. Los negocios inclusivos [21], desafían algunas de las miradas tradicionales sobre el papel del mercado en la lucha contra la pobreza; entre ellas, la idea de que esta solo puede ser combatida desde el desinterés altruista. Si bien este valor es fundamental para la construcción de una sociedad mejor, es hora de expandir dicha visión.

Los actos de corrupción en el ámbito público corresponden a otro factor que tiene repercusiones negativas para el desarrollo socioeconómico de la nación. Aun cuando el país en los últimos años ha intensificado la lucha mediante la implementación del Estatuto Anticorrupción, dichos hechos ilegales siguen repitiéndose constantemente, siendo las poblaciones vulnerables las que tienden a sentir en mayor medida la carencia de inversiones, lo que amplía aún más las brechas de desigualdad.

Hoy por hoy, Colombia es considerada como una economía emergente de ingreso medio-alto, según el Banco Mundial. Tiene un índice de desarrollo humano de 0,711 para el 2014 (PNUD, 2014), y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2013) estima que es una de las economías más dinámicas y sólidas de la región de América Latina. Corresponderá identificar las variaciones que en estos aspectos se consigan con los nuevos desarrollos de infraestructura establecidos para el siguiente decenio, tanto en el ámbito nacional como regional y local.

6. Conclusión

El concepto de un mercado globalizado incluye una evaluación y desarrollo de la competitividad por centros de producción de bienes y servicios, basados en especialización y eficiencia, en torno a la disminución de tiempos de respuesta a la atención de las necesidades de los clientes. La geolocalización de los nodos de atención logística, en cuanto al acceso a dichos mercados, brinda posibilidades adicionales que redundan en ventajas competitivas de las regiones.

Durante la segunda mitad del siglo XX, la región de Urabá presentó un desarrollo importante a partir de la conexión conseguida con el interior, gracias a sus posibilidades agroindustriales y con las correspondientes disponibilidades logísticas limitadas, en cuanto a eficiencia se refiere. Una nueva oportunidad se presenta para la región y el país con la inclusión de megaproyectos simultáneos en ese sentido.

La implementación de nueva infraestructura portuaria y logística, agroindustrial y de servicios, así como la mejora en los accesos a la región de Urabá, permiten la conexión de la región a mercados globalizados, en particular a las rutas generadas con la ampliación del Canal de Panamá. De igual forma, la red vial proyectada en las autopistas 4G (tal y como está concebida) representan un nuevo esquema de accesibilidad al interior del país, con ahorros de tiempo y distancia importantes, que obligará a un replanteo de los costos de vinculación de la industria colombiana a un mercado global.

En cuanto a los efectos económicos, ambientales y sociales que resultan de la implementación conjunta de los megaproyectos de infraestructura en la región, resulta necesario establecer una línea base del desempeño y el impacto en cada campo, conforme se va ajustando el comercio y la industria a las nuevas perspectivas comerciales. Dicha línea base debe ser modelada y evaluada en términos de desarrollo sostenible con periodicidad reducida que permita la toma de decisiones oportunas para la protección de la región, tanto a nivel empresarial como gubernamental.

La inclusión de infraestructura portuaria es transversal a cualquier desarrollo industrial o agroindustrial, y la vez que es un detonante de nuevos procesos productivos asociados directamente a la operación o a la logística de productos, como los que implica el establecimiento de una ZAL. La conectividad y accesibilidad proyectada para la región representa, por sí sola, un potencial de crecimiento importante en materia agrícola que hace que la región cobre un papel preponderante en el desarrollo del país.

La dinámica social en la región de Urabá corresponde un reto para el nuevo panorama de desarrollo, dadas las condiciones políticas y administrativas. Los efectos para intervenir la pobreza, el acceso a la salud, el desempleo, así como el riesgo de corrupción son factores que retrasan el desarrollo y se consideran importantes en la valoración general del riesgo social de una región, independientemente de si se implementan los proyectos.

Referencias

- [1] Sarache-Castro, W. *et al.* (2007). "La logística del transporte: un elemento estratégico en el desarrollo agroindustrial". Manizales. 208 p. ISBN: 978-958-44-2754-0
- [2] Porter, M. E. (1991). "La ventaja competitiva de las naciones". Vergara. Buenos Aires (Argentina).
- [3] Christopher, M. (1994). "Logistics and Supply Chain Management". Financial Times. Londres (Inglaterra).
- [4] Chopra, S.; Meindl, P. (2007). "Supply chain management. Strategy, Lanning & operation". *Das summa summarum des management*, 265-275 Gabler.
- [5] Mentzer, J.T. *et al.* (2001). "Defining supply chain management". *Journal of Business logistics*, 22(2), 1-25. ISSN: 2158-1592.
- [6] Min, S.; Mentzer, J. T.; Ladd, R. T. (2007). "A market orientation in supply chain management". *Journal of the Academy of Marketing Science*, 35(4), 507.
- [7] Segrelles, J. A. (2000). "Los puertos, la mundialización de la economía y la ordenación del territorio". *GeoUruguay*. Vol. 4. pp. 117-137. ISSN 1510-2025.
- [8] Ballou, R.H. (2004). "Logística: Administración de la cadena de suministro". Pearson Educación. México.
- [9] Meisel, F. (2009). "Seaside Operations Planning in Container Terminals". Berlin (Alemania).
- [10] Gil, A. M. (2010). "Las superficies logísticas y la organización espacial de redes de transporte de mercancías en España". *Papeles de Geografía*, (51-52), 211-222. Murcia (España).
- [11] Donado, D. & Alarcón, J.D. (2016). "Una zona de actividad logística como estrategia de desarrollo regional". Colegio de Estudios Superiores de -Chica, Administración -CESA-. Bogotá.
- [12] Botero C.. "Los efectos dinámicos del puerto de Urabá". *Revista Politécnica*, Volumen 5, Número 8, p. 9-25. Medellín. (2015).
- [13] Uribe, J.D. & Riascos, J.A. (2007). "Evolución del Plan Estratégico de Antioquia (Planea): un Ejercicio de Región y Compromiso de Todos". *Revista Ciencias Estratégicas*, Volumen 15, Número 18, p. 183-199. Medellín.
- [14] Taborda, V. "El puerto de Urabá como polo de desarrollo para Antioquia". Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín. (2010).
- [15] Arbeláez, J.P., Builes, D.A. & Montoya, J.J. (2014). "Puerto de Urabá, una apuesta de funcionamiento y mejoramiento logístico". *Especialización en Alta Gerencia*, Universidad de Medellín, Medellín.
- [16] Revista Portafolio. Artículo de revista en: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/construiran-megapuerto-turbo-58316#> (2014).
- [17] Periódico El Mundo "Proyectos portuarios de Urabá, en carrera por cuál pegará primero". Nota de prensa en versión digital, el 12/10/2018. Disponible en: <http://www.elmundo.com/noticia/Proyectos-portuarios-de-Uraaba-carrera-por-cual-pegara-primero/374867> (2018).
- [18] Sitio oficial de la Sociedad Portuaria de Turbo PISISÍ S.A., disponible en: <http://puertopisisi.com> (2017).
- [19] Sitio oficial proyecto Puerto Antioquia disponible en: <http://www.puertoantioquia.com.co/porta/es/> (2017).
- [20] Arias, F y Herrera, J.C. Video publicado en El Colombiano, versión digital, el 21 de marzo de 2017. <http://www.elcolombiano.com/multimedia/videos/proyecto-construccion-de-darien-international-port-necocli-antioquia-YG6181302>
- [21] Mc Carthy, Carolyn. BBC. Noticia en medio electrónico publicada en 17/08/2014. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140814_4_darien_panamericana_tapon_dairen_finde_hr
- [22] INER "La carretera al mar y otros caminos de progreso". Nota en medio electrónico. Disponible en: <http://www.viztaz.com.co/unsINERiglo/paginas/carretera.html> (2017).
- [23] Periódico El Mundo (2017). "Solo faltan 14 kilómetros para pavimentar completamente la vía Medellín-Urabá". Nota de prensa en versión digital, el 02/02/2017. Disponible en: <http://www.elmundo.com/noticia/Solo-altan-14-kilometros-para-pavimentar-completamente-la-via-Medellin-Uraba/45853>
- [24] Periódico El Tiempo (2017). "Así será el Túnel del Toyo: el más largo y costoso que hará el país". Nota de prensa en versión digital, el 25/05/2015. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15821338>
- [25] Ali, M. "Megaproyectos y efectos perversos de la modernidad: el bizarro caso de Uraba". *Perfiles Libertadores*, (8), p. 72-80. Bogotá. (2012).
- [26] Patiño, B. "Proyectos de infraestructura vial e integración territorial. Las vías 4G en las subregiones escenarios del post-conflicto en Antioquia Bitácara Urbano Territorial". *Bitácara* 26 (2), p. 79-86. (2016).
- [27] Taborda, A. *et al.* "Participación comunitaria en el golfo de Urabá: el caso del corregimiento Bocas del Atrato y la vereda El Roto, municipio de Turbo, Antioquia". *Revista Gestión y Ambiente*, Volumen 11, Número 3, ISSN 2357-5905. (2008).
- [28] Pineda, M.A. & Falla, P.L. "Los negocios inclusivos como fuente de Trabajo de Calidad para pequeñas empresarias en Condición de pobreza: "Un estudio exploratorio en el Municipio de Apartadó, Colombia". *Equidad y Desarrollo*, Número 25, p.179-208. ISSN 2389-8844. Bogotá. (2016).
- [29] Reficco, E. "Negocios Inclusivos y responsabilidad social, un matrimonio complejo". *Debates IESA*, Volumen XV, Número 3. Bogotá. (2010).

Planificación de las topologías de las redes de acceso fiber to the home con tecnologías gigabit passive optical network: un caso de estudio

Antonio Cortés 

Universidad de Panamá
antonio.cortes@up.ac.pa
DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2165>



Resumen: Este artículo presenta el análisis de la planificación de las topologías de red de acceso FTTH con tecnologías GPON. Hoy en día, los proveedores de servicios de Internet, voz y datos y las aplicaciones multimedia, buscan penetrar en el mercado de las telecomunicaciones con planes y diseños de red más avanzados y complejos para llegar a un mayor número de usuarios y ampliar la gama de servicios que ofrecen. Aquí es donde las redes FTTH junto con la tecnología GPON juegan un papel importante, ya que cumplen con este desafío. En este artículo, presentamos un caso de estudio de la red FTTH con tecnología GPON que incluye una serie de escenarios en combinación con topologías de árbol, ojo y árbol de ojo y arquitecturas Home-Run y GPON. En el análisis del caso, se tienen en cuenta los parámetros relacionados con el conducto principal y los terminales de red (TR) conectados a los puntos de unión (PE), entre otros aspectos. La combinación de estas topologías con sus respectivas arquitecturas ayudaría a los planificadores de red a reducir el tiempo de planificación de este tipo de redes y los costos de inversión.

Palabras clave: Fibra hasta la casa, planificación, topologías de red de acceso, home-run y arquitecturas gigabit passive optical network.

Title: Planning of topologies of the fiber to the home access network with gigabit passive optical network technologies: a study case.

Abstract: This paper presents the analysis of the planning of the FTTH access network topologies with GPON technologies. Nowadays, Internet, Voice and Data service providers and multimedia applications seek to penetrate the Telecommunications market with more advanced and complex network plans and designs in order to reach a larger number of users as well as expand the range of services they provide. This is where FTTH networks coupled with GPON technology play an

important role, as they meet this challenge. In this paper, we present a FTTH network study case with GPON technology which includes a series of scenarios in combination with tree, eye and eye-tree topologies and Home-Run and GPON architectures. In the analysis of the case, parameters related to the Main Conduit and the Network Terminals (TRs) connected to Junction Points (PEs) are considered, among other aspects. The combination of these topologies with their respective architectures would help the network planners to reduce the planning time of this type of networks as well as the investment costs.

Key words: Fiber to the home, planning, access network topologies, home-run and gigabit passive optical network architectures.

Tipo del artículo: original

Fecha de recepción: 2 de mayo de 2018

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2018

1. Introducción

La creciente demanda de servicios tales como datos, video y acceso a internet de alta velocidad por parte de los usuarios hace que los proveedores de dichos servicios tengan que proponer nuevas estrategias en las tecnologías de acceso para satisfacer las exigencias de los clientes.

En este contexto se encuentran las redes de acceso FTTH que proveen un ancho de banda mayor y mejor calidad en el servicio para los clientes residenciales. Esta tecnología se divide en dos categorías: activas y pasivas [1]. Las redes ópticas activas (AONs), como se observa en la figura 1, utilizan una topología tradicional Ethernet punto a punto (EP2P), con fibra óptica dedicada (OF) entre el switch de la oficina central (CO) o un nodo remoto (RN) y una línea o terminal de red óptica (ONU/ONT) hacia el usuario final, por lo que requiere de CAPEX/OPEX. CAPEX, es el gasto de capital o inversiones que hace una empresa para adquirir o actualizar activos fijos, físicos, no consumibles.

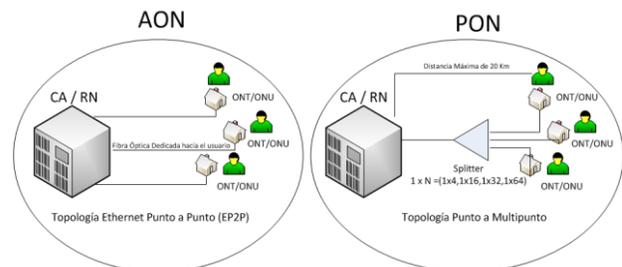


Figura 1. Topologías de AON (Ethernet Punto a Punto) y PON (Punto a Multipunto).

Por tanto, en esta investigación el CAPEX se refiere a inversiones óptimas y al compromiso que habrá que hacer para armonizar las distintas mejoras para poder garantizar lo planificado y también la posible evolución en el diseño de la red. OPEX, son los gastos operacionales referidos a los costos del

día a día. En este caso, los OAM (Costos administrativos y de mantenimiento) se intentarán reducir al disminuir las acciones y los tiempos de administración y reparación de la red para cada usuario, debido al uso exclusivo de puertos en CO y OSP. Este tipo de topologías son utilizadas en redes de acceso en edificios (FTTB), debido a que el promedio de subida de datos se da en Gb/seg en la configuración de los equipos [2], [3].

Por otra parte, las redes ópticas pasivas (PONs), utilizan tres tipos de topologías: punto a punto, punto a multipunto activo y punto a multipunto pasivo. La topología (EP2P), determina que para X usuarios se requiere instalar N fibras en el canal de comunicación dependiendo de la distancia a cubrir. No obstante, se requiere de la ubicación de un conector eléctrico – óptico en la OLT y ONT, respectivamente, en total 2xN conectores. En el caso de la topología (P2MA), para X clientes, se necesita instalar una fibra para el mayor tramo a cubrir, aparte, se requiere del uso de conector electro-óptico en la ONT y el *curb switch*, respectivamente, en total 2xN+2 conectores. Además, la topología (P2MP), para X usuarios, necesita la instalación de una fibra de acuerdo con el recorrido a cubrir. Por cada cliente, se requiere instalar un conector electro-óptico, tanto en la ONT como en la OLT, para un total de N+1 conectores. La ventaja de esta topología, es que el *splitter* óptico pasivo, que es el elemento intermedio entre la ONT y la OLT, no requiere de una fuente eléctrica de alimentación. De aquí su nombre de una red óptica pasiva o PON. Esta topología es la de menor costo.

La topología (P2MP) incorpora en sus estándares a las redes ópticas pasivas Gigabit (GPON) y las redes ópticas pasivas Ethernet (EPON) [4]. Las características específicas de la capa de convergencia de transmisión (TC) se definen en la recomendación G.984.3 de ITU-T, [5]. La capa TC en un sistema GPON se compone de dos subcapas: una subcapa de entramado y otra subcapa de adaptación. La subcapa de entramado tiene tres funciones entre las que sobresalen el multiplexado y demultiplexado, la generación y decodificación de la cabecera y el enrutamiento interno de tramas. Por otro lado, la subcapa de adaptación debe proporcionar dos adaptadores, de acuerdo a las recomendaciones de la G.984.3, que son el adaptador a la interfaz GPON y el adaptador a la interfaz OMCI (Interfaz de gestión y control de la terminación óptica de la red). Las dos subcapas son las responsables de los diversos servicios que pueden ofrecer las operadoras en un momento determinado. Las pilas de protocolos para DBA (Asignación de ancho de banda dinámicos), y la activación de ONTs, monitorización de prestaciones y algoritmos de encriptación y redundancia soportados por la capa de convergencia y sus subcapas se ajustan a lo especificado en la recomendación G.984.3. En el estándar ITU-T G.984 [6], las tramas Ethernet son encapsuladas dentro de la GTC (Capa de convergencia en un sistema GPON), mediante el método de encapsulamiento (GEM), generando el formato GEP-like, derivado del procedimiento de una trama genérica, bajo el estándar (ITU G.7401). Las tramas GEM son encapsuladas dentro de la GTC, como SONET y SDH, por lo que se obtienen velocidades de transmisión de bajada, en un sistema de comunicación sincrónico de 1.25 Gb/seg o 2.5 Gb/seg, mientras

que de subida, los promedios pueden oscilar entre los 622 Mb/seg, 1.25 G o 2.5 G; en comparación con las redes ópticas pasivas de próxima generación (XG-PON) donde las bajadas y subidas oscilan entre los (10G/2.5G), respectivamente, por lo que, han sido estandarizadas en XG-PON1 y 10G/10G en XG-PON2 [6]. El estándar IEEE 802.3 ah EPON, basado en tecnología Ethernet, tiene una capacidad simétrica de un 1G, el cual puede ser actualizado a 10G/10G (bajada y subida), mediante el estándar IEEE 802.3 av; al transportar tramas Ethernet sin fragmentación y soportando solo 32 usuarios [7].

En la tabla 1, se observan los diferentes estándares que componen la tecnología PON [8], [9].

Tabla 1. Estándares PON

Parámetros	BPON	EPON	GPON	XGPON	10G-EPON
Estándar	ITU-T G.983	IEEE 802.3 ah	ITU-T G.984	ITU-T G. 987	IEEE 802.3 av
Promedio de datos de subida	622 Mbps	1.25 Gbps	2.5 Gbps	10 Gbps	10 Gbps
Promedio de datos de bajada	155 Mbps	1.25 Gbps	1.25 Gbps	2.5 Gbps	10 Gbps – Simétrico 1 Gbps – Asimétrico

A continuación, se analizan algunos trabajos relacionados con la planificación de las topologías de redes de acceso FTTH con tecnologías GPON que han de proporcionarse [10].

Propone el diseño y la implementación de una red FTTH basada en una arquitectura GPON a través un caso de estudio denominado Baghdad/Al-Gehad, el cual forma parte de la red de telecomunicaciones y compañía postal (ITPC) de Iraq. En esta publicación, se plantea la necesidad de establecer un número de puertos de red PON, en base al promedio de tiempo de acceso a los diversos tipos de servicios que llevan a cabo los usuarios y a su vez, el poder garantizar a través del operador de servicios, Al-Gehad, una adecuada capacidad de transporte de los datos en la red FTTH. Además, se introducen los costos de optimización de la distribución de cables, cables de alimentación y el total de costos de la red FTTH a través de la tecnología GPON, con respecto al número de clientes.

A su vez, [9], recoge en las publicaciones de otros autores, dedicados al planeamiento y diseño de redes FTTH, aspectos relacionados con la eficiencia de las redes FTTH, costos de implementación, modelado de la redes FTTH, cambios relacionados con las redes de próxima generación PONs, entre otros aspectos relevantes. La propuesta es una nueva implementación de este tipo de redes FTTH, denominado marcas OLT, con protección de clase B.

La finalidad de implementar esta protección clase B en los puertos OLT es poder garantizar por un lado el proceso de redundancia de los splitters con respecto a la OLT y por otro, mantener la comunicación entre los cables de comunicación que van conectados a los splitters en caso de fallos, lo que permite establecer y mantener los niveles de comunicación

bidireccionales mínimos, de manera tal que el sistema de la red FTTH GPON continúe funcionando con normalidad en caso de los usuarios demanden el consumo de nuevos servicios. El funcionamiento de la red FTTH debe ser continuo en todo momento de manera que se garantice la calidad en el servicio que ofrecen las operadoras a sus clientes.

La propuesta de [3], presenta soluciones para el planeamiento y diseño de las redes FTTH basadas en el proveedor de servicios u operador. Considera aspectos relacionados con administración de componentes para este tipo de redes, herramientas de mapeo, diseño y automatización de recursos, administración de infraestructura, materiales, aspectos geográficos, casas, edificios y bases de datos de los usuarios. Por otra parte, el autor menciona el aspecto dinámico y el ciclo de vida de una red. Por dinámico, se entiende que la red en proceso de planificación y diseño, como efectivamente se propone en esta investigación, va a cubrir extensas áreas ocupadas por zonas rurales, ciudades, residencias familiares, casas de veraneo, entre otros aspectos, lo que hace que la red tenga que mantener el servicio que brinda a través de sus distintos operadores los siete días de la semana y las 24 horas del día, con breves interrupciones para el mantenimiento preventivo y correctivo. Con respecto al ciclo de vida, dentro del proceso de planificación y diseño de la red, hay que prever una adaptación de la infraestructura a las nuevas tecnologías que vayan surgiendo con el tiempo, a fin de no quedar obsoleta con el paso del tiempo. Por consiguiente, los aspectos que plantea este autor guardan mucha relación con los puntos fundamentales antes mencionados, que esbozan [10], [9], [11], [16] y [17] respectivamente [12], [13].

También establece los elementos de la red FTTH, con respecto a la ubicación de las oficinas centrales (CO) y nodos, cables de alimentación y su configuración. Además, considera la localización geográfica económica (GEL), ya que no todas las áreas, esquinas o manzanas tienen las mismas características y número de casas y usuarios. Hay que tener en cuenta que para una densidad uniforme, la posición ideal del nodo o punto de referencia debe ser en la mitad de las áreas que sirven. Muchos de los aspectos que plantea Stallworth, guardan relación con el estudio que se propone en este trabajo a nivel de planificación y diseño de redes FTTH basadas en zonificación y servicios que han de proporcionarse.

Otro trabajo de gran interés en el ámbito de la planificación y diseño de las redes FTTH es el de [14]. Su propuesta incluye los elementos de una red genérica FTTH, en donde se destaca la capa de datos, la red óptica, la terminal de casa. También establece la compatibilidad a nivel de elementos de las redes FTTH con los sistemas HFC, que son fibras híbridas: soportan cobre y fibra óptica, en forma simultánea en el mismo canal de comunicación. Estos elementos comunes se relacionan con la potencia eléctrica de los equipos, la compatibilidad con el ancho de banda, los terminales de soporte, los interfaces de datos, el protocolo de voz, la calidad del servicio (QoS), entre otros aspectos relevantes.

De esta forma, [15] expone en su trabajo, que un planificador de la red comienza con una gran área dentro de un alcance de una oficina central (CO) que se divide en subáreas

que son planificadas individualmente. Asimismo, este proceso de división manual consume tiempo y no permite optimizar los costos asignados al diseño de la red, por lo que el investigador propone una herramienta de *software* que ayude al planificador de la red a la ubicación de los elementos de una red FTTH, así como una correcta distribución de los costos en que se incurrirán en este tipo de redes.

En el caso concreto que se presenta en este trabajo, la planificación de las topologías de las redes de servicio FTTH con tecnología GPON que han de proporcionar se inicia con un área extensa, identificada como un área rural, la cual contiene a su vez una serie de pueblos, que se subdividen en casas familiares, casas de veraneo...etc. Asimismo, se asigna los nodos remotos u oficinas centrales (CO) de acuerdo al número de pueblos que componen esta área rural, número de hogares, número de habitantes y área de cobertura expresada en kilómetros cuadrados.

Este artículo está organizado en las siguientes secciones: la sección 2, se esboza los métodos y materiales de este estudio; sección 3, describe los resultados y discusión y en la sección 4, se presentan las conclusiones del trabajo.

2. Métodos y materiales

El método se basa en el estudio crítico del estado del arte en el área de la planificación de las topologías de redes de acceso FTTH con tecnologías GPON, al término del cual se expondrá la propuesta que sustenta el presente trabajo. Para ello, en primer lugar se llevará a cabo un proceso sistemático de revisión de la documentación, así como una clasificación de las distintas propuestas existentes. Posteriormente se hará una valoración específica de las propuestas de [9] y [10] como referencias del trabajo que se va a presentar aquí. La presentación del caso de estudio empezará por un análisis de los componentes de una red de acceso FTTH GPON, así como de su arquitectura, considerando los distintos puntos de vista que plantean los autores. Posteriormente se introducirán nuevos elementos y técnicas con el fin de optimizar los servicios ofrecidos por las operadoras. Se utilizará la planificación de redes automatizadas, se añadirá cartografía por zona y servicios prestados, se considerarán las topologías de redes, el número de usuarios, la distribución de manzanas, el punto de referencia para el trazado e instalación de la fibra óptica y la distribución de *splitters* de primer y segundo nivel por manzana.

La tecnología GPON es la de referencia en este trabajo porque también ha sido adoptada por múltiples proveedores de servicios, lo cual permite una comparación en la calidad de servicios (QoS) en escenarios con múltiples servicios. Además, al ser una arquitectura más compleja que EPON, ayuda a la planificación de las topologías de redes de acceso FTTH con tecnologías GPON, tomando en consideración las topologías, en un primer tiempo, y posteriormente las arquitecturas de red.

La planificación de la red se lleva a cabo considerando aspectos relacionados, con el área geográfica, elementos de la red, servicios a brindar, infraestructura tecnológica, arquitecturas y técnicas. Para el diseño de la red, se toma en cuenta el diseño del nodo de acceso, al considerar la cantidad de puertos,

cantidad de tarjetas por puerto, nodos de acceso, tipos de interfaz *uplink*, entre otros aspectos.

2.1 Topologías de la red

En el contexto de la planificación y diseño de una red, la topología se relaciona con la distribución y la conexión a través de enlaces entre nodos. Algunas topologías de red solo proyectan la conexión de una red mientras que otras tratan aspectos relacionados con la redundancia y la disponibilidad de la red.

El diseñador de una red, cuando planifica y diseña una red, intenta administrar la misma de la forma más económica y sin redundancia, es decir; optimizando todos los recursos, disponibles para la red. Una de las topologías que reúne estas dos características, es la topología en *eye-tree*, que se explica en el apartado 2.1.1 y como esta se observa en la figura 2.

2.1.1 Topología *eye-tree*

En este apartado se toman las características más relevantes de las topologías de árbol y *eye*. Por un lado, se tiene que la topología *eye* que ofrece conectar los nodos de distribución (DNs) a los puntos de empalme, mientras que, con la topología de árbol, se enlazan los puntos de empalme (PEs) a las terminales de red (TRs). De lo anterior, se obtiene el esbozo para la topología *eye-tree*. En la figura 2, se observa la topología *eye-tree* con dos nodos de distribución, ubicados en el mismo lugar.

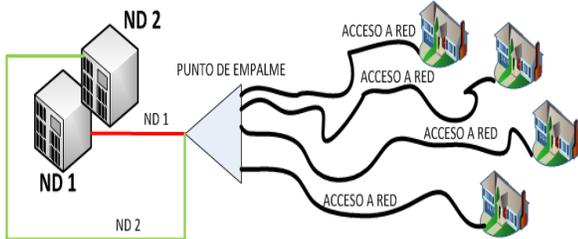


Figura 2. Topología *eye-tree* con dos nodos de distribución ubicados en el mismo lugar.

Además, se puede tener la topología *eye-tree* con dos nodos de distribución, pero ubicados en distinto lugar, como se observa en la figura 3.

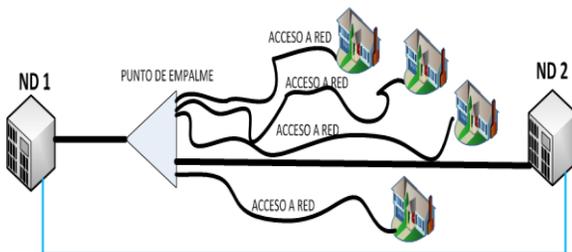


Figura 3. Topología *eye-tree* con dos nodos de distribución ubicados en distinto lugar.

En esta última configuración, como se observa en la figura 3, se pueden tener puntos de empalme con dos fibras separadas desde dos terminales de red separados, lo que causaría que los puntos de empalme sean redundantes. En la topología de árbol los enlaces se producen entre los puntos de empalme (PEs) y los terminales de red (TRs), mientras que en la topología *eye-tree*, la cantidad de fibra óptica que puede subir es direccionada a otras zonas, áreas o manzanas con la finalidad de expandir los servicios que ofrecen las operadoras. Evidentemente, no hay redundancia en la topología *eye-tree*, pero la atenuación (ruido en el canal) es mínima, por debajo de los 5dB.

2.1.2 Arquitectura *home-run* y redes ópticas pasivas *gigabit (GPON)*

La arquitectura *home-run* (HR), se compone de una fibra dedicada, que permite su implementación en diversas formas desde las oficinas centrales (CO) o centros de distribución a cada suscriptor. Por tanto, esta arquitectura requiere de más fibra óptica comparado con otras infraestructuras como se observa en la figura 4. Sin embargo, esta arquitectura también recibe el nombre de arquitectura punto a punto [14], no solo por la cantidad de fibra que se requiere para su instalación sino también por los altos costos de operación en los que se incurre.

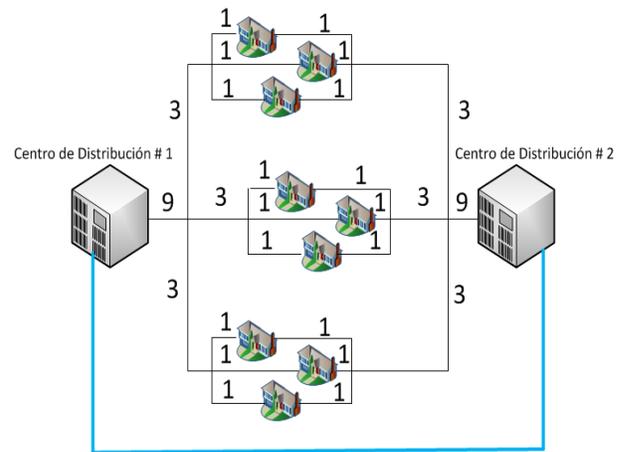


Figura 4. Topología *eye-tree* con arquitectura *home-run*.

Sin lugar a dudas, en todo proceso de planificación y diseño de una red *GPON*, es importante considerar el tipo de topología a utilizar y por ello la topología *eye-tree*, desde el punto de vista de rendimiento, si realmente lo que se quiere tener es un servicio constante y usuarios satisfechos, indistintamente de los problemas que puedan surgir en la red, el contar con dos nodos de distribución ubicados en distinto lugar ayuda a que si uno de los nodos deja de funcionar el otro que se encuentra ubicado en otro lugar permitirá brindar en servicio en forma continua e interrumpida, siendo así, la avería que se presente en la red un proceso transparente para el usuario.

Es por eso, que para esta investigación la topología que se plantea y se opta es la topología *eye-tree* con arquitectura *GPON*, como se observa en la figura 5, ya que cuenta con dos nodos de distribución ubicados en distinto lugar lo que reduce enormemente la cantidad de fibra óptica a instalar, respectivamente.

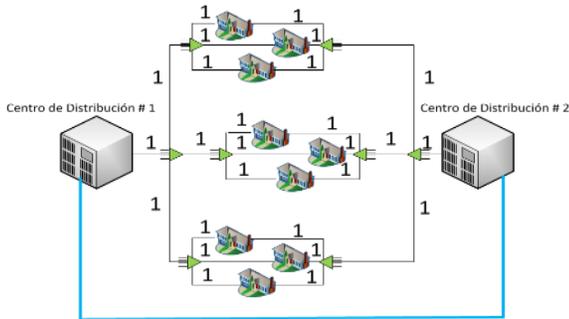


Figura 5. Topología *eye-tree* con arquitectura *GPON*.

2.1.3 Ingeniería de *software* basada en componentes

Es una rama de la ingeniería del *software* que enfatiza la separación de asuntos (*Separation of Concerns - SoC*), por lo que permite reutilizar *software* para definir, implementar y componer componentes de *software* débilmente acoplados en sistemas, permitiendo así beneficios para el mismo *software* como para las empresas que los patrocinan [18].

De este modo, los componentes se consideran como parte inicial de una plataforma de servicios representados a través de componentes como pueden ser los servicios de web o las arquitecturas orientadas a servicios (*SOA*).

En nuestro estudio, utilizaremos las arquitecturas orientadas a servicios (*SOA*), ya que es un estilo de arquitectura de TI que se apoya en la orientación de servicios, permitiendo así, pensar en servicios, su construcción y sus resultados [19]. A su vez, un servicio se plantea como una representación lógica de una actividad de negocio que tiene como resultado un negocio específico, en el caso particular de este estudio, reducción en la compra de fibra óptica para diversas conexiones, servicios constantes ininterrumpidos, usuarios satisfechos, entre otros.

Por lo tanto, estos servicios los podemos ver reflejados en nuestro estudio, en la primera etapa, a través de métricas como son los conductos principales y los TRs conectados a los PEs al momento de comparar las arquitecturas *Home-Run* y *GPON*, como se observa en la tabla 3 y tabla 4, respectivamente. En segunda etapa, tenemos métricas relacionadas con el número de usuarios y costos operativos, como se observa en la tabla 5., relacionados a cada municipio como a sus respectivos usuarios.

Así como existen compañías que necesitan que sus servicios estén en funcionamiento de forma integrada para identificar diversos procesos, flujo de información y personas [20], lo mismo sucede con la planificación de las redes de acceso *FTTH* y *GPON*, las cuales son vistas como sistemas complejos, los cuales tiene que ser construidos en un tiempo predeterminado y con los estándares más altos de calidad.

Una de las características que forman parte de *SOA*, es que está basado en el diseño de servicios que reflejan las actividades del negocio en el mundo real [21]. Basados en este principio, el caso de estudio propuesto en este estudio está compuesto por un sistema que basa su planificación en redes *FTTH* con tecnologías *GPON* permitiendo ofrecer servicios a sus usuarios del tipo *HDTV*, *VoIP*, Internet, almacenamiento en la nube, entre otros, reduciendo al máximo el costo de instalación de fibra óptica hacia el hogar.

3. Resultados y discusión

Para la elaboración de este caso de estudio, primero se tomará como referencia un área rural, que es el distrito de Arraiján, ubicada a las afuera de la provincia de Panamá. Esta zona rural, está compuesta de 5500 residencias familiares y 13500 habitantes distribuidos en 195 km cuadrados. Además, cuenta con un total de 4500 casas de negocios, las cuales se encuentran ubicados en el pueblo, y lo relativo a la producción agrícola se encuentra localizable en zonas más retiradas.

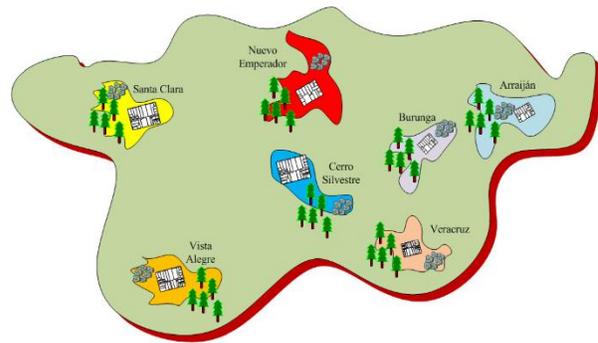


Figura 6. Distribución de las terminales de red (TRs) en el área de Arraiján.

En la figura 6, se puede observar la distribución de los terminales de red (TRs) en la zona de Arraiján. La infraestructura tecnológica existente es característica de un área rural en crecimiento, pero con aspectos similares a los de la ciudad de Panamá. Por tanto, el distrito de Arraiján va a estar compuesto por los municipios, como se aprecia en la figura 6, que son: Nuevo Emperador, Burunga, Santa Clara, Cerro Silvestre, Veracruz y Vista Alegre. Para estos municipios, se opta por seleccionar 7 centros de distribución u oficinas centrales (COs) ubicados en cada municipio e instalados por el operador correspondiente. Los centros de distribución fueron seleccionados de acuerdo a los nodos de acceso de red.

3.1 Etapas y escenarios de implementación

Este caso de estudio se desglosa en dos etapas. En la primera nos enfocamos en una zona local densa donde se llevan a cabo pruebas y se realizan comparaciones entre diversos escenarios. La segunda etapa se encamina a seleccionar los resultados generados en la primera etapa y aplicarles la mejor solución en áreas extensas, incluyendo zonas rurales. Uno de los trabajos que permiten utilizar diferentes escenarios de implementación [22] con la aplicación

de múltiples servicios se ve identificado en [23], son utilizados como referencia de este estudio.

3.1.1 Primera etapa

Se compone inicialmente de tres tipos de escenarios, como se observa en la tabla 2, en los cuales concurren las distintas

topologías estudiadas (árbol, *eye* y *eye-tree*) y las distintas arquitecturas (*home-run* y *GPON*), tomando en cuenta los nodos de distribución, ya sea en el mismo lugar o no.

Tabla 2. Planteamiento de escenarios

	Topología					
	ÁRBOL		EYE		EYE - TREE	
	con 2 nodos de distribución ubicados					
Arquitectura	En el mismo lugar	En lugares diferentes	En el mismo lugar	En lugares diferentes	En el mismo lugar	En lugares diferentes
<i>HOME - RUN</i>	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6
<i>GPON</i>	Escenario 7	Escenario 8	Escenario 9	Escenario 10	Escenario 11	Escenario 12

Por consiguiente, si se considera que el número de puertos *GPON* es igual al número de *splitters* de primer nivel, entonces se tendría un total de 18 puertos *GPON*, que son requeridos para poder atender la demanda de servicios entre los respectivos usuarios, sectorizados por manzanas y calles, respectivamente.

En la tabla 3, se presentan los resultados para los escenarios 1 al 6.

Tabla 3. Resultados de la arquitectura *home-run*

Escenario	Conducto principal	TRs conectados a PEs
1	12,500 m	180,000 m
2	6,250 m	180,000 m
3	24,000 m	490,000 m
4	24,000 m	490,000 m
5	24,000 m	180,000 m
6	24,000 m	180,000 m

Como se observa en la tabla 3, en los escenarios 3 y 4, respectivamente, se triplica el uso de fibra óptica con respecto a los escenarios 1, 2, 5, y 6, mientras que, con respecto al conducto principal, los escenarios 3, 4, 5, y 6 mantienen el mismo consumo de tramo en metros. Es importante resaltar, en el escenario 2, una reducción significativa en los requerimientos de fibra óptica y conducto principal, con respecto a los otros escenarios.

Del mismo modo, en el caso de la arquitectura *GPON* (Escenarios 7 a 12) se obtienen los siguientes resultados. Ver tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la arquitectura *GPON*

Escenario	Conducto principal	TRs conectados a PEs
7	24,000 m	180,000 m
8	24,000 m	180,000 m
9	55,000 m	490,000 m
10	55,000 m	490,000 m
11	55,000 m	180,000 m
12	55,000 m	180,000 m

Como se observa en la tabla 4, en los escenarios 9 y 10, en una arquitectura *GPON* se triplica el uso de fibra óptica con respecto a los escenarios 7, 8, 11 y 12, respectivamente. Sin embargo, con respecto al uso de conducto principal, los escenarios 9, 10, 11 y 12, mantienen el mismo consumo de tramo en metros.

En la figura 7, donde se muestra la comparativa de las dos arquitecturas, con sus respectivos escenarios, tomando en cuenta sus respectivas topologías, se puede observar que, a nivel de costos, si comparamos la topología de árbol con la topología *eye-tree*, se da un incremento de un 25% entre ambas a través de cada uno de los escenarios que se plantean. En la segunda etapa de este estudio de caso, se profundiza más en el estudio de la topología *eye-tree*.

Comparativa de los escenarios de las arquitecturas home-run y GPON

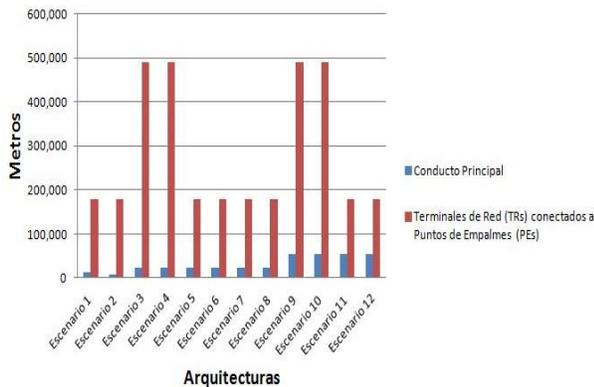


Figura 7. Comparativa de los escenarios de las arquitecturas home-run y GPON.

3.1.2 Segunda etapa

La segunda etapa se centra en el uso de los mejores resultados de la primera etapa a fin de situarlos en un escenario más real. Para lograr esto, se plantean una serie de criterios para esta segunda etapa, los cuales se esbozan a continuación:

- Las pruebas a gran escala, ya que se toman en cuenta el resto de los municipios.
- Investigar la conformación de los municipios así como el tamaño de los mismos.
- Se contemplan dos escenarios de red como son la topología de árbol y la *eye-tree*, respectivamente, solo la arquitectura *Home-Run* y la distribución de los nodos en una sola localización.

Se toman en cuenta, los criterios anteriores, ya que, para este caso de estudio en particular, nos interesa ver en qué forma los operadores pueden ofrecer mayor cantidad de servicios a sus usuarios a través de las redes de última generación, como son las redes GPON. Por esta razón, se tiene en cuenta una mayor cantidad de usuarios ubicados en los distintos municipios distribuidos en manzanas o áreas a los cuales, no solo se les ofrece un servicio, sino que el mismo debe ser continuo y sin interrupciones de ningún tipo. La topología *eye-tree* con arquitectura GPON, frente a la topología de árbol, y una arquitectura *home-run*, permite una reducción significativa en la cantidad de la fibra óptica a usar y comprar, equitativamente.

En esta segunda etapa, en vez de considerar solo el distrito de Arraiján, se consideran los municipios que conforman este distrito, así como las áreas densas y rurales. Para el análisis se toman en cuenta los respectivos municipios, así como los costos operativos (representados en dólares y se calculan tomando en cuenta las terminales de red, sean 30 o 40 a conectar multiplicado por el total de usuarios a los cuáles se les brinda el respectivo servicio), los cuales se muestran en la siguiente tabla 5.

Tabla 5. Municipios y costos operativos

Municipio	Número de usuarios	Costos operativos
Santa Clara	31,250	\$ 1,250,000
Nuevo Emperador	62,500	\$ 2,500,000
Vera Cruz	122,500	\$ 4,900,000
Cerro Silvestre	127,500	\$ 5,100,000
Burunga	130,000	\$ 5,200,000
Arraiján	375,000	\$ 15,000,000
Vista Alegre	500,000	\$ 20,000,000

Así, si tomamos estos resultados y aplicamos estos costos operativos, como se muestra en la tabla 5, se observa un incremento del 17% en la compra de fibra entre los ayuntamientos de Vista Alegre y el distrito de Arraiján. Se inicia la comparación con estos dos alcaldías porque son los que más usuarios hay que conectar a las terminales de red y por ende dónde va a existir mayor demanda de servicios ofertados por las operadoras ya que son zonas de crecimiento urbanístico y poblacional en auge, a diferencia de los otros ayuntamientos que muestran una menor cantidad de usuarios y densidad poblacional. Se tiene que en el ayuntamiento de Vista Alegre se utiliza topología de árbol y en el otro ayuntamiento *eye-tree*, lo que justifica por otro parte este 17%, en el incremento en el consumo de cantidad de fibra óptica por lo que la topología *eye-tree* puede utilizarse como una solución en la planificación y diseño de redes FTTH con tecnología GPON. Es evidente, que dependiendo del tipo de topología utilizada, así como, la respectiva distribución de los nodos de distribución y el número de terminales de red conectados a los puntos de empalme, la cantidad de fibra a utilizar puede disminuir o incrementarse, en un momento determinado.

4. Conclusión

Se ha propuesto una planificación de las topologías de redes de acceso FTTH con tecnologías GPON el cual se ha estudiado mediante un caso de estudio dividido en dos etapas. En esta primera etapa, se han considerado las topologías de árbol, *eye* y *eye-tree*, comparativamente, en asociación con las arquitecturas *home-run* y GPON, lo que da lugar a 12 escenarios distintos en los que hay dos nodos de distribución ubicados en el mismo lugar o no. Los resultados que se obtienen de esta primera etapa, permiten establecer que la topología *eye-tree* unida a la arquitectura GPON, permite reducir la cantidad de fibra óptica en los procesos de instalación entre las terminales de red y sus respectivos puntos de empalme.

En la segunda etapa, se han tomado los resultados de la primera etapa y se han implementado en un escenario más real, tomando en consideración una serie de criterios definidos con anterioridad. Se concluye que la topología *eye-tree* es la topología más viable en este tipo de escenarios, debido a que reduce los costos operativos en la compra de la fibra óptica y, por otro lado, permite establecer entre 30 a 40 terminales de red por zona o predio, predeterminado.

A su vez, el uso de las arquitecturas orientadas a servicios (SOA), nos permite tener un sistema compuesto por métricas tales como: conducto principal, TRs conectados a Pes, número de usuarios, costos operativos que permiten y según las características de SOA, tener un sistema orientado a servicios para que los clientes puedan consumir servicios tales como: internet, VoIP, HDTV, entre otros.

Además, en el proceso de la planificación y diseño de la red, se recomienda el uso de la cartografía que ayuda a ubicar la distribución de los predios o zonas, así como del punto de referencia para el soterrado de la fibra óptica hacia cada predio, que permitirá llevar los respectivos servicios de las operadoras a sus clientes. También favorece la distribución equitativa a nivel de splitters de primer y segundo nivel, una correcta colocación de los centros de distribución en las diversas manzanas y calles, ya que todos estos son los encargados de distribuir los diversos servicios que demandan los clientes. Sin embargo, es importante señalar, que no ha habido experimentación efectuada con estos sistemas debido al costo económico de su implementación.

Los resultados obtenidos inicialmente y de manera experimental, permiten tener una aproximación inicial de lo que podría costar la implementación de una red de accesos FTTH con tecnología GPON. A este estudio experimental habría que incorporarle el costo de medición entre los empalmes de fibra óptica, las pérdidas de datos en la recepción y transmisión de datos, entre otros aspectos fundamentales.

Como trabajo futuro, la identificación de aplicaciones que soporten el ancho de banda y la confiabilidad en redes FTTH, sería un estudio que se llevaría posteriormente.

Referencias

- [1] K. Wieland. The FTTx Mini-Guide. White Paper, Ed. Nexans and Telecomm – Magazine, 2007.
- [2] J. Segarra, V. Sales and J. Prat. Access Services Availability and Traffic Forecast in PON Deployment in Proc. ICTON 2011, Stockholm, Sweden.
- [3] J. Segarra, V. Sales and J. Prat. Planning and Designing FTTH Networks: Elements, Tools and Practical Issues, in Proc. ICTON 2012, Stockholm, Sweden.
- [4] P.Chanclou et al. Overview of the optical broadband access evolution: A joint article by operations in the IST network of excellence e-Photon/One IEEE, Comm, Mag., vol.44, no. 8, pp. 29 – 35, 2006.
- [5] CommScope Solutions Marketing. (October, 2013). GPON – EPON Comparison. White Paper, (Consultado el: 10/04/2014), Disponible en: http://www.commscope.com/...Comparison_WP_107285.pdf
- [6] ITU-T G.984. (Oct. 2010). Gigabit – Capable Passive Optical Network (G-PON), Geneva, Switzerland.
- [7] IEEE 802.3 ah y IEEE 802.3 av, (Consultado el: 10/04/2014), disponible en: <http://www.ieee802.org/3/>.
- [8] Sumanpreet and Sanjeev D. Sanjeev. A review on Gigabit Passive Optical Network (GPON). *Internacional Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, Vol. 3, Issue 3, 2014.
- [9] M. Mahmoud. Design and Implementation of a Fiber to the home FTTH Access Network based on GPON. *Internacional Journal of Computer Applications*, Volume 92-No.6, 2014.
- [10] D. Jasim and N. Abdul-Rahman. Design and Implementation of a Practical FTTH Network. *Internacional Journal of Computer Applications*, volume 72, No.12, 2013.
- [11] P. Brereton, B. Kitchenham A. Budgen, D. Turner, M., & M. Khalil. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software*, 80(4),571-583, 2007. doi:10.1016/j.jss.2006.07.009
- [12] D. Stallworth. *Fundamental FTTH Planning and Design:Part1 Broadband Properties – Technology*, 2011.
- [13] D. Stallworth. *Fundamental FTTH Planning and Design:Part2. Broadband Properties – Technology*, 2011.
- [14] L. Chinlon. *Broadband Optical Access Networks and Fiber – to – the – Home: Systems Technologies and Deployment Strategies*. England, John Wiley & Son, Ltd, pages 220 – 228, 2006.
- [15] O. Anis, P. Kin, and Ch. Andrej. FTTH Network Design Under Power Budget Constraints. *IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM)*, 2013
- [16] The Swedish ICT Commission. *General guide to a future-proof IT infrastructure*, 2005.
- [17] A. Mitsenkov, P. Katzenberger, P. Bakos, G. Paksy. Automatic map-based FTTx access network design, 22nd European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS2011), Budapest, 18-21: *Innovative ICT Applications – Emerging Regulatory, Economic and Policy Issues*, 2011.
- [18] Ingeniería de software basado en componente, (Consultado el: 11/04/2018), Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Ingenieria_de_software_basada_en_componentes
- [19] Arquitectura orientada a servicios, (Consultado el: 11/04/2018), disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_orientada_a_servicios
- [20] ¿Qué se entiende por SOA y cuáles son sus beneficios?, (Consultado el: 11/04/2018), Disponible en: <http://www.i2btech.com/blog-i2b/tech-deployment/que-se-entiende-por-soa-y-cuales-son-sus-beneficios/>
- [21] Service-Oriented Architecture – What Is SOA?, (Consultado el: 11/5/2018) Disponible en: http://www.opengroup.org/soa/source-book/soa/p1.htm#s_oa_definition
- [22] M. Tahir Riaz, Gustav H. Haraldsson, Jose G. Lopaz, Jens M. Pedersen, Ole B. Madsen. On Planning of FTTH Access Networks with and without Redundancy. Jacques Berleur; Magda David Hercheui; Lorenz M. Hilty. *What Kind of Information Society? Governance, Virtuality, Surveillance, Sustainability, Resilience*, 328, Springer, pp.326-337, 2010, IFIP Advances in Information and Communication Technology, 978-3-642-15478-2.<10.1007/978-3-642-15479-931>.<hal-01054784>
- [23] J. M. Pedersen, T. P. Knudsen and O. B. Madsen, "Reliability demands in FTTH access networks," *The 7th International Conference on Advanced Communication Technology*, 2005, *ICACT 2005.*, Phoenix Park, 2005, pp. 1202-1207.

Entrevista con la Dra. Mairim Solís, Ph.D. Líder en Biotecnología

Dr. Carlos Medina 

Universidad Tecnológica de Panamá

carlos.medina@utp.ac.pa

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2166>

La biotecnología es una ciencia que tiene sus bases en múltiples campos. Integra diversos conocimientos que derivan de la tecnología y las ciencias biológicas aplicadas, así como la química y la física. Es una ciencia relevante para el desarrollo de la humanidad ya que encuentra aplicación en la medicina, la agricultura, la industria alimenticia, la fabricación de productos químicos, la salud e incluso temas ambientales como el tratamiento de residuos y eliminación de contaminación.

En Panamá, contamos con la Dra. Mairim Solís, Ph.D., una joven científica líder en biotecnología, y es con mucho placer que los invitamos a conocer un poco sobre su vida, visión de la ciencia y experiencia en el fascinante mundo de la biotecnología.

Mairim Alexandra Solís es una científica nacida en Ciudad de Panamá, quien en el 2005 gana una beca completa para cursar sus estudios de Ingeniería en Producción Animal en la Universidad Nacional de Pingtung de Ciencia y Tecnología en Taiwán, donde se gradúa como Suma Cum Laude del Colegio de Agricultura. Durante este periodo se une a un equipo de investigación en el Laboratorio de Células Madre Embrionarias de dicha universidad, en donde desarrolló un proyecto de investigación que fusiona las ciencias agropecuaria y de la salud. Esto, por medio de la utilización de un producto porcino, para diferenciación de células madre embrionarias hacia ovocitos y posibles tratamientos de infertilidad. Con este proyecto obtiene su primera financiación del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Taiwán. Posteriormente, realiza estudios doctorales en la Universidad Nacional de Cheng Kung, en donde se une al Laboratorio de Biomedicina y desarrolla un proyecto de investigación para elucidar el "Efecto del Ácido Hialurónico en la Función de la Mitocondria y Preservar la Proliferación de Células Madre Mesenquimales Derivadas de la Placenta Humana". En el 2017, regresa a Panamá con el propósito de impulsar investigaciones en células madre a nivel gubernamental. Actualmente, es Investigadora en Salud del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud y ha logrado la aprobación de protocolos de investigación en células madre por el Comité Nacional de Bioética de Investigación de Panamá; entablar colaboración con el Hospital Santo Tomás para recolección de placenta de pacientes bajo consentimiento informado, y proyectos de investigación en donde busca determinar las características de las donantes que maximicen el potencial de las células madre mesenquimales para regeneración pancreática, que sirva en futuros tratamientos de Diabetes. Estos proyectos son ejecutados bajo financiación de la Secretaría Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación y del Ministerio de



Economía y Finanzas (MEF). Cuenta con varias publicaciones científicas en el área de células madre y dirige un equipo de investigación en células madre, en el que participan estudiantes de tesis de licenciatura y maestría. A su vez, imparte cursos de medicina regenerativa en la Universidad de Panamá. Además, es miembro activo de la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC) y de la Red Internacional de Biotecnología AllBiotech. Ha representado a Panamá en diversas redes de colaboración internacional en Medicina Regenerativa, incluyendo el Consejo Superior de Investigación Científica de España. En el 2018, es seleccionada como una de las 100 líderes en biotecnología de América Latina y se le otorgó la Llave de la Ciudad de Panamá por su destacada labor en impulsar investigaciones en células madre.

¿Quién es Mairim Solís? ¿Cómo describes tu aporte a la ciencia y la educación?

Mairim Solís es una persona muy sencilla, quien tiene una vocación enorme por la investigación. Mis hallazgos científicos me han llevado a creer, firmemente, en que el futuro de la salud será a través de tratamientos de medicina regenerativa y terapias en células madre. Esto acrecienta en mí un deseo por impulsar avances que logren hacer llegar estas opciones terapéuticas a toda la población panameña. Soy muy determinada y apasionada en mis investigaciones, logrando en tres ocasiones impulsar novedosas líneas de investigación tanto en Taiwán como en Panamá. Mi mayor satisfacción es por medio de la formación de estudiantes que logren especializarse en investigaciones en células madre, haciendo crecer el grupo de científicos en medicina regenerativa. Esto lo estoy llevando a cabo a través de congresos, cursos de universidad, y dirección de tesis. Mi deseo de regresar a Panamá, y contribuir al avance de las investigaciones en células madre, actualmente incipiente en

nuestro país, refleja mi compromiso, cooperación, iniciativa y pasión por querer transformar América Latina.

¿Cómo te interesaste en el mundo de la ciencia y en particular, en tu especialidad?

En mis últimos años de estudios de secundaria, durante una clase de Biología en Ingeniería Genética, nació mi interés en la biotecnología. Para entonces, no existía en nuestro país la carrera de Biotecnología, por lo que inicié mi búsqueda de universidades en el extranjero. Poco tiempo después, los directivos de la Universidad Nacional de Pingtung de Ciencia y Tecnología de Taiwán vinieron a nuestro país a promover becas completas para Ingeniería en Producción Animal. Al ver en sus videos de promoción, los avances investigativos de científicos de alto nivel, vi la oportunidad de formarme como científica en aquella universidad. Me fascinaba el reto de ir a un país asiático, aprender un nuevo idioma, el mandarín, y sumergirme en esa cultura. Efectivamente, en mi tercer año de estudios, por mi excelencia académica que demostraba mi compromiso y dedicación, fui invitada a integrarme al equipo de investigadores del único laboratorio en células madre de esa universidad, laboratorio donde obtuve mi primer fondo de investigación subsidiado por el Ministerio de Ciencias y Tecnología para el estudio del "Efecto del fluido folicular porcino en la diferenciación de Células Madre embrionarias a ovocitos". Mis investigaciones eran una fusión de la agropecuaria y la medicina.

Posteriormente, decidí realizar mi maestría y doctorado en la Universidad de mayor renombre en el sur de Taiwán, la Universidad Nacional de Cheng Kung, en donde me uní al Laboratorio de Biomedicina, enfocando mis estudios en "El efecto del Ácido Hialurónico en prolongar el potencial regenerativo de las células madre Mesenquimales humanas", a través de la Función de la Mitocondria. Durante ese tiempo, logré realizar diferentes publicaciones en revistas científicas indexadas. Obtuve mi doctorado en el 2016, y al verme en la posibilidad de establecer mis investigaciones en Taiwán o Estados Unidos, países con grandes avances en las investigaciones en células madre, sentía el compromiso de aportar mis conocimientos a mi país.

¿Para qué sirve la biotecnología?

La biotecnología es una rama importante de la ciencia que logra desarrollar tecnologías novedosas para maximizar la biología de un organismo. Estas tecnologías pueden ser utilizadas en el sector agropecuario para incrementar la producción de un vegetal o ganado, en la industria alimenticia para aumentar el rendimiento de un producto, o en la salud para encontrar herramientas terapéuticas que logren revertir enfermedades. En mi caso, me he

especializado en la Biomedicina y en particular la Medicina Regenerativa, en donde a través del uso de células madre busco regenerar tejidos enfermos. Las células madre son células que se encuentran en nuestro cuerpo, y que, debido a su capacidad única de autorenovación y diferenciación, logran un constante abastecimiento celular para evitar la degeneración de tejidos que llevan a enfermedades y al envejecimiento. Increíblemente, estas células pueden ser aisladas de nuestro cuerpo y utilizadas como herramientas para tratar enfermedades.

¿Por qué es importante la investigación?

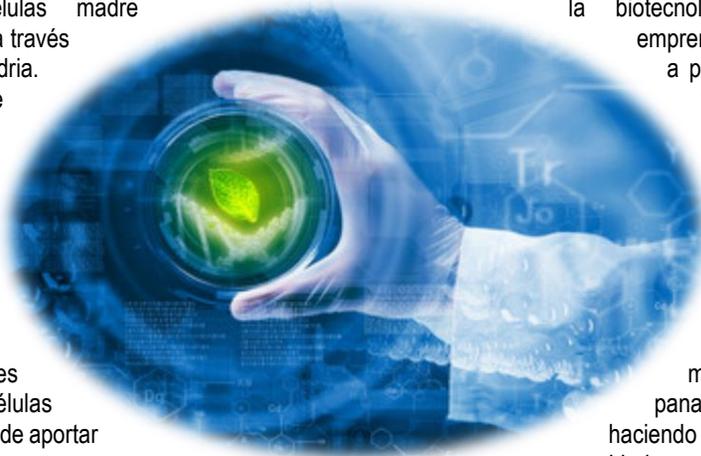
La investigación es definitivamente el motor que lleva a un país hacia un desarrollo más sostenible y de esta manera maximizar sus recursos y crecer económicamente. Son precisamente los descubrimientos científicos los que llevan a un país a tener mejores estrategias para combatir las necesidades alimentarias, de salud, y herramientas tecnológicas que facilitan nuestro diario vivir. Por ello, es importante impulsar desde la niñez, un entorno de laboratorios en donde se pueda desarrollar la creatividad y formación de futuros investigadores y emprendedores que logren consolidar la masa de científicos en nuestro país.

¿Cuál es el nivel de desarrollo de la biotecnología en Panamá?

La biotecnología ha dado un gran avance en comparación a 15 años atrás. A diferencia a tiempos anteriores, nuestras universidades ya cuentan con la carrera de biotecnología desde la licenciatura hasta el nivel de doctorado. Esto, es un primer gran paso para la formación de profesionales panameños. Opino que Panamá ya está empezando a vislumbrar y proyectar que los avances de la ciencia, en nuestro país, vendrán a través de la biotecnología. Las investigaciones y emprendimientos en biotecnología sí van a pasos lentos, a raíz de la falta de fondos que no permiten avanzar en el tema. La inversión a la investigación en nuestro país es uno de los más bajos de la región. Considero que, si las oportunidades de obtención de fondos incrementaran, el desarrollo de la biotecnología avanzaría de la mano. Ya somos más los científicos repatriados panameños que nos encontramos haciendo ciencia en nuestro país, con la capacidad y conocimientos investigativos de primer mundo, solo nos hacen falta las herramientas para desarrollarlas.

¿Cuál es el rol de las universidades, centros de investigación y el gobierno en el desarrollo de estos temas y nuevas tecnologías asociadas?

Las universidades y centros de investigación juegan un rol primordial en la formación de investigadores. Es necesario reestructurar nuestras universidades a manera de vincular la



función de cada docente con trabajos de investigación, en donde pueda brindar a sus estudiantes un entorno y estructura para formar estudiantes en la temática. Para ello, es necesario que el gobierno asigne fondos para investigación a todas las universidades y centros de investigación nacionales, en donde se pueda proporcionar a estudiantes laboratorios equipados y con los recursos de insumos para el desarrollo de proyectos. Igualmente, es importante entablar los vínculos entre las universidades, centros de investigación y hospitales, en donde tanto docentes y médicos, también, puedan tener los estímulos para dedicar parte de sus labores a la investigación y no solo al aula de clase o atención de pacientes. Esto a su vez, requiere el apoyo económico del gobierno para incentivar al recurso humano.

¿Qué proyectos en biotecnología se desarrollan en Panamá?

Actualmente, las investigaciones que realizo en el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud son bajo financiación nacional. Esto, es un claro indicador de la apuesta que el país le está dando a las investigaciones en medicina regenerativa, y agradezco mucho el apoyo que ha llevado a nuestros avances. Nuestro proyecto busca correlacionar las características óptimas de las donantes de placenta en Panamá, en cuanto a que maximicen el potencial de las células madre para regeneración y futuro tratamiento celulares en Diabetes.

Este año 2019, se me otorgó financiación por el MEF, gracias al apoyo del Instituto, para finalmente empezar la ejecución de ensayos preclínicos sobre obtención de progenitores pancreáticos a través de las células madre. En la actualidad, ya contamos con la estandarización de los procedimientos de aislamiento, aproximadamente, más de 500 viales de células madre almacenadas en nuestros tanques de nitrógeno, y la caracterización de parte de aquellas muestras. Cabe destacar que los experimentos desarrollados, hasta el momento, iniciaron apenas en febrero de 2018, indicando un gran avance. A la fecha, tanto las pacientes como el equipo médico, de enfermeras y auxiliares del Hospital Santo Tomás han sido sumamente colaboradores con esta iniciativa del proyecto. Los hallazgos de estos estudios proporcionarán información acerca de estrategias para obtención de progenitores pancreáticos en diabetes.

A nivel nacional, las investigaciones en células madre se utiliza de manera comercial por el sector privado. Hace falta reforzar las investigaciones preclínicas y ensayos clínicos en células madre para poder realmente demostrar la seguridad y eficacia de los tratamientos celulares.

¿Qué aconsejas a los jóvenes sobre el estudio de una carrera científica?

La investigación es una carrera al alcance de todos. No hay que ver la carrera científica como algo incomprensible que solo los más dotados logran alcanzar. Solo es necesario un carácter comprometido, organizado, y responsable para llevar a buen culmen un proyecto de investigación. Son fascinantes los hallazgos que diariamente encontramos en nuestros laboratorios acerca de cómo funcionan nuestras células y el cuerpo humano.

Poder encontrar una explicación a nuestra biología, plasmarlo en artículos científicos y patentes que en un futuro se logren comercializar y poner al servicio de la humanidad es de gran satisfacción. Invito a todos los jóvenes a aventurarse a estudios científicos, a buscar especializarse en el tema que más les apasione hasta llegar al nivel doctoral. Es precisamente la pasión por su trabajo lo que los llevará a sobresalir y darse cuenta lo entretenido en que se puede tornar los sacrificios que conlleva la investigación.



Uso de plaguicidas en la agroindustria: Panamá y el mundo

Pauline Garcerán¹ , Mónica Castillo¹ 

¹Universidad Tecnológica de Panamá

¹pauline.garceran, monica.castillo@utp.ac.pa}

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2169>



Resumen: Para el control y eliminación de plagas en las producciones agrícolas, como práctica común a nivel mundial, se hace uso de plaguicidas, y la preocupación sobre el impacto de estas sustancias en cuanto a la salud humana aumenta. Si bien es cierto que estos agentes químicos han traído beneficios para el sector agrícola, existen evidencias que relacionan el creciente padecimiento de enfermedades crónicas, como diferentes tipos de cáncer o diabetes, con la exposición directa e indirecta a estos agrotóxicos. Se han tomado medidas internacionales en cuanto a la cantidad de residuos de plaguicidas presentes en los alimentos, además de la introducción de leyes y estándares para el correcto uso de plaguicidas, con el fin de disminuir sus efectos dañinos con relación a la salud humana, por el reporte de incidencia de intoxicaciones agudas en agricultores y usuarios de estas sustancias. Panamá, como productor del sector agro, presenta un alto consumo de estas sustancias, especialmente del ingrediente activo glifosato, últimamente causante de controversia a nivel mundial por evidencias que lo desestiman de su categoría de no peligro agudo, otorgado por la OMS. La repercusión en el ambiente ha sido factor determinante para encontrar soluciones que respeten la utilización de los recursos naturales, sin disminuir la producción y mantener el control de las plagas. Para lograrlo, se introducen alternativas al uso de agroquímicos y métodos de conservación naturales, como la agricultura orgánica y el manejo integrado de plagas.

Palabras clave: Pesticida, toxicidad, manejo integrado de plagas, agricultura, riesgo, glifosato, enfermedades crónicas, intoxicación aguda.

Title: The use of pesticides in agroindustry: Panama and the world

Abstract: For the control and elimination of pests in agricultural production, as a common practice worldwide, pesticides are used, and the concern about the impact of these substances in terms of human health increases. While it is true that these chemical agents have brought benefits to the agricultural sector, there is evidence linking the growing suffering of chronic diseases, such as different types of cancer or diabetes, with direct and indirect exposure to these agrototoxic. International measures have been

taken regarding the amount of pesticide residues present in food, in addition to the introduction of laws and standards for the correct use of pesticides, in order to reduce their harmful effects in relation to human health, the incidence report of acute intoxications in farmers and users of these substances. Panama, as a producer of the agricultural sector, has a high consumption of these substances, especially the active ingredient glyphosate, which has recently caused controversy worldwide due to evidences that dismiss it from its category of acute non-danger, granted by the WHO. The impact on the environment has been a determining factor in finding solutions that respect the use of natural resources, without reducing production and maintaining pest control. To achieve this, alternatives are introduced to the use of agrochemicals and natural conservation methods, such as organic agriculture and integrated pest management.

Key words: Pesticide, toxicity, integrated pest control, risk, agriculture, glyphosate, chronic diseases, acute intoxication.

Tipo de artículo: Ensayo

Fecha de recepción: 23 de julio de 2018

Fecha de aceptación: 26 de marzo de 2019

1. Introducción

Dosis sola facit venenum, Paracelso (siglo XV), padre de la toxicología, refiriéndose a que “nada es veneno, todo es veneno, la diferencia está en la dosis”. ¿Podríamos haber aceptado este adagio sin realmente comprender lo que implica? Surgen conceptos como la bioacumulación, entendiéndose como “el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las presentes en el ambiente o en los alimentos” [1]. Dicho esto, y mediante estudios científicos comprobados [2], algunos de ellos presentados en este trabajo, se ha podido establecer una relación entre el uso de sustancias químicas, en el caso específico de los plaguicidas en la agricultura, y sus efectos dañinos a la salud humana, ya sea por exposiciones a altas concentraciones en un periodo corto de tiempo o, por el contrario, la exposición a bajas concentraciones por largos periodos. Quizás sea hora de empezar a pensar que veneno, a cualquier dosis, sigue siendo veneno.

El objetivo de nuestro estudio es examinar el vínculo entre el uso de plaguicidas, ya sea por exposición directa o indirecta, y las enfermedades crónicas que comprometen la integridad de la salud humana, animal y ambiental, mediante el análisis de estudios clínicos realizados alrededor del mundo y las alternativas del uso de estas sustancias que representarían un cambio positivo a la agricultura actual.

2. Antecedentes: la evolución a la agricultura moderna

La historia del uso de los plaguicidas, en la agricultura, como protección de los cultivos data del año 2500 AC. Se utilizó azufre por primera vez, en Sumeria, alrededor de 4500 años atrás. Para el siglo XV, metales pesados como arsénico, mercurio y plomo

eran utilizados en el control de plagas. En el inicio del siglo XIX, se utilizaba, principalmente, aceites esenciales, jabones y emulsiones de queroseno. En el año 1874, el químico alemán Otto Ziedler, sintetiza por primera vez el diclorodifenil tricloroetano, comúnmente conocido como DDT, pero no es hasta 1939 que se conocen sus propiedades pesticidas, es en este momento que se forma un hito histórico para la agricultura: la Revolución Verde. El DDT detuvo la epidemia de muertes por malaria, debido a su efecto insecticida contra el mosquito vector de la enfermedad. Para el final de la Segunda Guerra Mundial, donde el mundo luchaba contra las pérdidas económicas y el hambre, el uso de DDT fue internacionalmente adoptado [3]. La producción de comida a nivel mundial enfrentaría pérdidas significativas [4], como se muestra en la tabla 1, sin el uso de plaguicidas. Actualmente, estas sustancias son tema de interés social y científico, en cuanto a los residuos presentes en los alimentos y en el ambiente, y la importancia del uso apropiado y medido de los mismos.

Tabla 1. Porcentaje de pérdidas en la producción agrícola de diferentes rubros, a nivel mundial, por no usar plaguicidas.

Producto	% de pérdida
Aguacate	43
Banano	33
Repollo	37
Zanahoria	44
Coliflor	49
Grano	25
Lechuga	62
Mango	30
Naranja	26
Piña	70
Camote	95
Tomate	30

Fuente: Traducido de [4].

3. Panamá como productor agrícola

La producción agrícola panameña tiene como principales rubros los granos básicos (arroz, maíz, frijoles y porotos). Le sigue en importancia la producción de frutas tropicales, raíces y tubérculos y hortalizas [5].

Del total de la producción obtenida para el cierre de de año agrícola 2016-2017 (8 889 587 quintales), en el grupo de cultivos básicos, el mayor porcentaje lo constituye el rubro arroz con el 76%; el maíz con 22% y los demás (poroto, frijol guandú) el 2% de dicha producción [6].

Chiriquí es la provincia donde se dio la mayor producción de rubros como arroz (28%), poroto (88,5%) y frijoles (96%), para el año 2017, según el MIDA. Los Santos, es el mayor productor de

maíz (81%); Bocas del Toro produce el 100% del banano a nivel nacional [6].

Actualmente, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC), la actividad agropecuaria creció 2.5% con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) al cierre del año 2017, sobresaliendo las cosechas de granos como el maíz (11.2%) y el arroz (9.5%) [7].

4. Consumo nacional de plaguicidas

Los plaguicidas, naturales o sintéticos, son sustancias o mezcla de sustancias cuyo objetivo es el de prevenir, destruir, repeler o apaciguar el daño de cualquier peste [8].

Actualmente, se utilizan tres categorías para los plaguicidas: según modo de entrada, función del pesticida y del organismo que eliminan, su composición química. Las plagas pueden ser insectos, patógenos de plantas, maleza, moluscos, aves, mamíferos, peces, nematodos y microbios que compiten con los humanos por comida, destrucción de propiedad, propagación de enfermedades o por ser considerados una molestia [9].

Los productos plaguicidas están compuestos por un ingrediente activo, aquel que mata, repele o controla la plaga y por otros ingredientes, conocidos como ingredientes inertes, cuya función es la de atraer la plaga, aumentar vida útil del producto o esparcir el producto de manera más uniforme sobre la superficie.

Las técnicas actuales para minimizar el uso de plaguicidas, como la exclusión o saneamiento, no son suficientes y se hace necesaria la continua utilización e importación de estas sustancias.

El sector agropecuario de Panamá, en particular, emplea una cantidad elevada de plaguicidas y moderada de fertilizantes, según el INEC entre los años 2015-2017 se importaron en promedio 23.9 millones de kilogramos de pesticidas de uso agrícola. En las figuras 1 y 2, se presentan las cantidades importadas de plaguicidas de uso agrícola en Panamá de los últimos años y la distribución de su utilización por provincia por año, respectivamente.

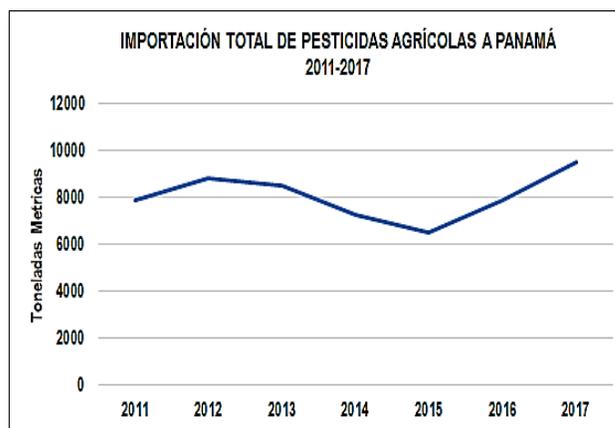


Figura 1. Importación total de plaguicidas agrícolas en Panamá, años 2011-2017. Fuente: Contraloría General de la República de Panamá. INEC.

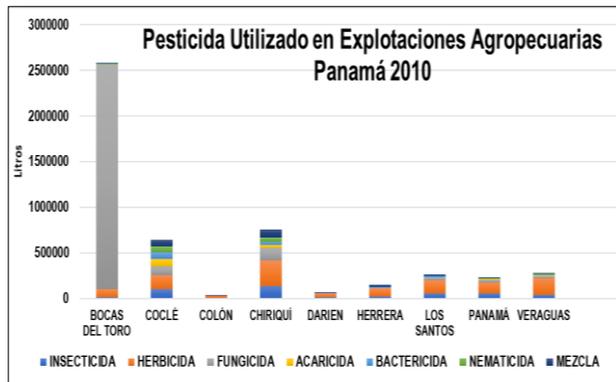


Figura 2. Tipos de plaguicidas utilizados por provincia de Panamá en el año 2010. Fuente: Adaptado de datos de Contraloría de la República de Panamá. INEC. 2010.

Chiriquí, al ser el mayor productor de los rubros de mayor importancia en el país, utiliza la mayor cantidad de herbicida importada, seguido de Veraguas, Coclé y Los Santos, respectivamente. Bocas del Toro, utiliza la mayor cantidad de fungicida, debido a que es el único productor de banano, y este es comúnmente afectado por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, causante de la enfermedad Singatoka negra [10].

5. Enfermedades e intoxicaciones relacionadas al uso de plaguicidas

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), anualmente se registran entre uno y cinco millones de casos de intoxicación por plaguicidas, con varios miles de casos fatales. El 99% de estos hechos ocurren en países en desarrollo, entre los cuales los países de América Latina representan el 75% de los casos [11].

La principal fuente de exposición de los plaguicidas en la población, son los alimentos, lo que ha llevado a establecer regulaciones de la Ingesta Diaria Admisible, definida como la cantidad que puede ser ingerida diariamente, incluso durante toda la vida, sin riesgo apreciable para el consumidor.

En el 2015, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá (MIDA), realizó un estudio con el fin de asegurar el cumplimiento de los niveles máximos de residuos (LMR) de plaguicidas en frutas y vegetales de consumo nacional, a través de un programa de monitoreo, en el cual, se analizaron 141 muestras de 37 frutas y verduras diferentes [12]. Los pesticidas más comúnmente detectados fueron el propiconazol y el malatión, respectivamente, este último comúnmente utilizado en las plantaciones de banano y plátano [13]. Los resultados del programa son presentados en la figura 3.

El 36% de frutas y vegetales se encontraban libres de residuos, un 49% contenían residuos de pesticidas por debajo de los LMR y 15% restante contenían residuos por pesticidas por encima de los MRL.

En la mayoría de los casos, los valores superiores al LMR se relacionaron con los productos importados, mientras que los productos producidos en Panamá fueron menos frecuentes.

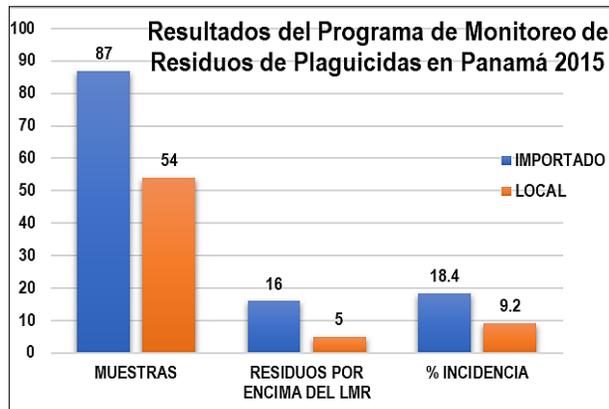


Figura 3. Resultados del programa de monitoreo de residuos de plaguicidas en Panamá, 2015. Fuente: MIDA. (2015). Pesticide Residue Monitoring Program in Panama.

5.1 Intoxicaciones agudas por plaguicidas (IAP's)

Se producen por exposiciones en grandes cantidades del agente químico, por un periodo corto de tiempo. Los síntomas, según el grupo químico al que pertenecen, se presentan en las primeras 24 a 48 horas.

Según datos del Departamento de Epidemiología del MINSA, la incidencia de IAP's se da en la población masculina, debido a su dedicación a las actividades agrícolas, como se observa en la figura 4.

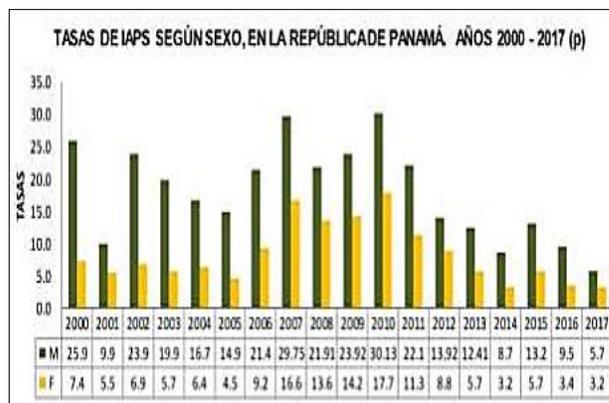


Figura 4. Tasas de Intoxicaciones Agudas por plaguicidas en Panamá, años 2000-2017. Fuente: Departamento de Epidemiología. SSVG.

La mayor cantidad de IAP's son debidas a insecticidas inhibidores de la colinesterasa, de los grupos químicos organofosforados y carbamatos [14]. En el 2005, en Puerto Armuelles y Changuinola, se encontró en trabajadores bananeros, niveles de acetilcolinesterasa por debajo de los límites normales a consecuencia de la manipulación y aplicación de este organofosforado [15].

Desde el 2011, el MIDA restringió el uso de ingredientes activos, con la intención de disminuir el uso y abuso de los mismos e intentar reducir las intoxicaciones por plaguicidas.

5.2 Enfermedades crónicas y evidencias clínicas que las relacionan a la exposición a plaguicidas

Las enfermedades crónicas están caracterizadas por ser de lento desarrollo en largos periodos de tiempo. Actualmente, según la OMS, es la principal causa de muerte a nivel mundial, representando el 60% de todas las muertes [16].

En la figura 5 se observa el comportamiento de las enfermedades crónicas en los últimos años en Panamá, según datos del INEC.

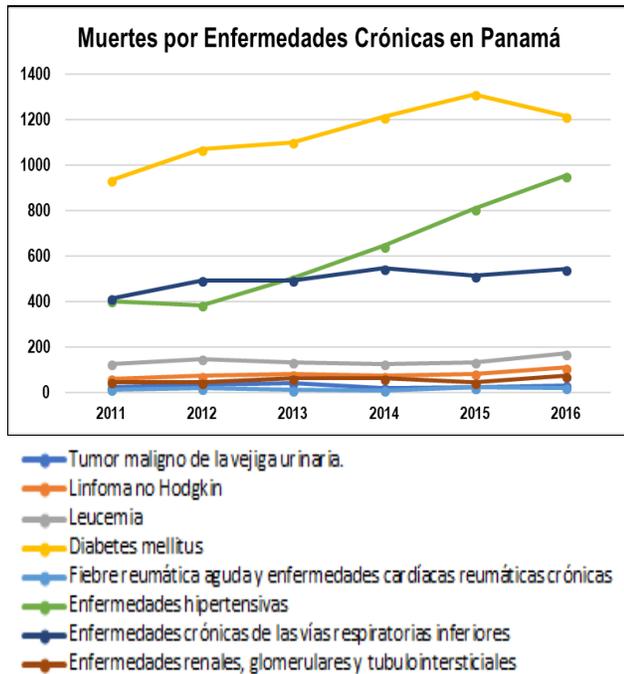


Figura 5. Defunciones por enfermedades crónicas en Panamá. Fuente: Contraloría General de la República de Panamá. INEC.

En Panamá, según datos del MINSA, Departamento de Epidemiología, las mayores causas de muerte por enfermedades crónicas son los cánceres de mama y próstata, diabetes y enfermedades del sistema respiratorio.

La preocupación en cuanto a la relación que existe entre las enfermedades crónicas y la exposición a plaguicidas ha instigado la búsqueda de evidencias que los vinculen.

Un fragmento de una recopilación de estudios clínicos y ecológicos, realizada por el Departamento de Toxicología y Farmacología de la Universidad de Ciencias Médicas de Teherán, Irán [2], es presentado en la tabla 2, tomándose como puntos de referencias las enfermedades que son causa de mayor cantidad de fatalidades a nivel nacional.

5.3 Glifosato: el herbicida “seguro”

El ingrediente activo glifosato es el herbicida mayormente utilizado a nivel mundial [17], debido a su baja toxicidad para la salud humana y el ambiente. Sin embargo, en la última década ha sido motivo de polémica alrededor del mundo por haberse presentado estudios en cuanto a sus efectos adversos. De hecho,

en el 2015, el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC), clasificó al glifosato en el Grupo 2A, como un “probable carcinógeno humano” [18].

Tabla 2: Recopilación de casos clínicos para diferentes enfermedades crónicas de mayor incidencia en Panamá.

Enfermedad	Tipo	Caso control	Cohorte
Cáncer	Cáncer de seno	Band <i>et al.</i> (2000); Brophy <i>et al.</i> (2002); Duell <i>et al.</i> (2000); Mills and Yang (2005); Teitelbaum <i>et al.</i> (2007).	Dolapsakis <i>et al.</i> (2001)
	Cáncer de próstata	Cerhan <i>et al.</i> (1998) Dosemeci <i>et al.</i> (1994) Forastiere <i>et al.</i> (1993) Meyer <i>et al.</i> (2007) Mills and Yang (2003) Settini <i>et al.</i> (2003)	Alavanja <i>et al.</i> (2003) Chamie <i>et al.</i> (2008) Dich and Wiklund (1998) Fleming <i>et al.</i> (1999) Kross <i>et al.</i> (1996) MacLennan <i>et al.</i> (2002)
Diabetes	Tipo I, II y gestacional	Lee <i>et al.</i> (2010)	Montgomery <i>et al.</i> (2008) Saldana <i>et al.</i> (2007)
Enfermedades crónicas respiratorias	Asma	Salam <i>et al.</i> (2004)	Beard <i>et al.</i> (2003) Hoppin <i>et al.</i> (2002) Hoppin <i>et al.</i> (2008) Slager <i>et al.</i> (2009)
	Obstrucción pulmonar crónica	Arifkhanova <i>et al.</i> (2007) Ubaidullaeva (2006)	Chakraborty <i>et al.</i> (2009) Hoppin <i>et al.</i> (2007) LeVan <i>et al.</i> (2006) Valcin <i>et al.</i> (2007)

Fuente: Adaptado de [5].

Uno de los estudios más relevantes fue hecho por Andrés Carrasco y su equipo de investigación en Buenos Aires, Argentina, quien pudo concluir la relación de este agente químico con las malformaciones durante el desarrollo embrionario de *Xenopus laevis* [19].

Existen bacterias capaces de degradar el glifosato, usándolo como fuente de carbono, fósforo y nitrógeno. Un metabolito de esta degradación es el ácido aminometilfosfónico (AMPA), luego del AMPA se convierte a metilamina y de aquí a formaldehído, carcinógeno conocido [20].

Para un estudio realizado por la Dra. Stephanie Seneff, investigadora científica de MIT, algunos de los efectos tóxicos del glifosato son: su interferencia con la función de enzimas P450 (CYP) del citocromo; interfiere con la síntesis de aminoácidos aromáticos y metionina (lo que provoca un corto en neurotransmisores), e interrumpe la síntesis de sulfatos y su transporte [21].

El vínculo entre la creciente incidencia de enfermedades crónicas y el uso de plaguicidas, como glifosato, es difícil de comprobar ya que este ingrediente activo actúa a nivel celular, a través de la disrupción de proteínas [22].

El uso de este ingrediente activo está aprobado para la agricultura en Panamá, lo mismo que para la Unión Europea, que lo ha admitido hasta el 2022 [23], [24].

6. Agricultura orgánica

Ante la creciente demanda en la producción de alimentos, el aumento en el uso de plaguicidas es notable. Sin embargo, como se ha expuesto en este trabajo, se han presentado efectos adversos que han comprometido la salud humana y ambiental, a lo largo del tiempo. La industria alimentaria se ha dado a la tarea de encontrar soluciones a estas intoxicaciones y enfermedades crónicas relacionadas a estos agroquímicos.

Surge como una alternativa al uso de plaguicidas, la agricultura orgánica, entendiéndose como “el sistema de producción que trata de utilizar los recursos naturales de manera responsable, haciendo énfasis en la fertilidad del suelo y su actividad biológica, con la intención de minimizar el consumo de sustancias químicas y proteger la salud de todos” [25].

La comida orgánica, contienen solo un tercio de pesticidas que los alimentos de agricultura convencional [26].

Como herramienta para conseguir la disminución en el uso de estos químicos, logrando productos de menor riesgo en cuanto a la acumulación de residuos en los alimentos, se ha creado una tendencia mundial que busca soluciones integrales para lograr un balance armonioso agroecológico, conocido como el manejo integrado de plagas.

6.1 Manejo integrado de plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un método efectivo y consciente con el ambiente que se centra en la combinación de prácticas de sentido común y principios científicos. El concepto principal se basa en la prevención y/o supresión de efectos dañinos de ciertos organismos, conseguido por el uso de alternativas a los pesticidas sintéticos, mediante acciones que aseguren consecuencias favorables en el ámbito económico, ecológico y sociológico [27].

Más que un programa específico o metódico, es estrategia y la aplicación de MIP no significa la eliminación completa de pesticidas, sino su uso correcto, controlado y minimizado en situaciones individuales, para proteger la salud humana y ambiental.

Todo el proceso se puede dividir en componentes como educación (sobre las plagas, buenas prácticas agrícolas), monitoreo (para estimar el riesgo de daño de las cosechas para optimizar el uso de las medidas de control) y la toma de decisiones, en cuanto a controles biológicos, físicos u otros métodos, teniendo como última opción el uso de químicos. En la figura 6, se presenta los principios del MIP en una pirámide, análoga a la de los grupos básicos de alimentos.

7. Conclusión

La toxicidad por el uso inapropiado de plaguicidas es un tema de suma importancia que afecta no solo a los usuarios de estos químicos, sino también los ecosistemas en general. Las intoxicaciones y las muertes provocadas por estas sustancias se

deben, principalmente, a la falta de protección y conocimiento por parte del manipulador. Capacitarlos en cuanto a los alimentos que cosechan, las plagas comunes que pueden afectarlos, y maneras naturales que disminuyan sus efectos dañinos para mantener al mínimo posible la utilización de estos agroquímicos es una responsabilidad del Estado.

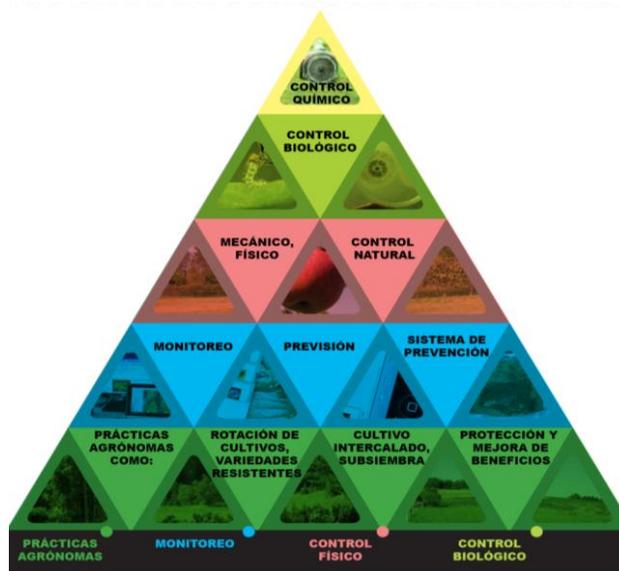


Figura 6. Pirámide MIP. Fuente: traducido de IMBA 2013 [28]

Las reglamentaciones en cuanto a los residuos de plaguicidas en alimentos, ya sean producidos localmente o de importación, deberán ser más exigentes, ya que se presenta una alta incidencia de estos casos (18,2% y 9,2%, respectivamente).

“Se debe utilizar el control biológico y disminuir totalmente el uso de agroquímicos que afectan la salud humana”, indicó Aníbal Fossatti, Director del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CITT), de la Universidad Tecnológica de Panamá, Aguadulce, Coclé.

Las buenas prácticas agrícolas (BPA), junto con la ayuda de la implementación del MIP, representarían un cambio positivo significativo para la agricultura panameña. Para lograrlo, se está desarrollando la aprobación de la Ley 11, que pretende dar solución en materia de BPA y trazabilidad, entendiendo que, dentro de las mismas, se encuentra la inocuidad química.

Si bien no se pretende eliminar por completo el uso de plaguicidas debido a las pérdidas de producción que podrían representar, educar tanto al manipulador de agroquímicos como al consumidor en cuanto a sus efectos para disminuir la incidencia de intoxicaciones y enfermedades, es el primer paso.

Agradecimiento

Las autoras agradecen al Ingeniero Dario Solís por su ayuda en la orientación y realización del presente trabajo.

Al Licenciado en Recurso Naturales Gabriel Hernández, del Departamento de Agroquímicos, por su colaboración en el estudio del Programa de Monitoreo de Residuo de Plaguicidas.

Al Ingeniero Anibal Fossatti, Director del CITT de la Universidad Tecnológica de Panamá, por sus contribuciones referentes al uso de plaguicidas en el país.

Referencias

- [1] Crettaz, M., Sedan, D., Giannuzzi, L. (2017). Bioacumulación y biomagnificación de cianotoxinas en organismos acuáticos de agua dulce. *Cianobacterias, Como determinantes ambientales de la salud*. (pp. 171-182). Argentina: Ministerio de salud.
- [2] Mostafalou, S. y Abdolohi, M. (2013). Pesticides and human chronic diseases: Evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 268 (2013), 157-177.
- [3] Dunlap 1981.
- [4] Shibamoto, T., Bjeldanes, L. (2009), *Introduction to Food Toxicology*, U.S: ELSEVIER.
- [5] Ministerio de desarrollo Agropecuario. (2014). Aportes para el desarrollo del sector agropecuario y rural de Panamá. Direcciones nacionales de: agricultura, ganadería y desarrollo rural.
- [6] Ministerios de desarrollo Agropecuario. (2017). Informe del cierre agrícola Año (2016-2017). Dirección de Agricultura.
- [7] Ministerio de Economía y Finanzas (2017). Informe Económico y Social. Panamá 2018. Ministro, Viceministro de economía y Viceministra de Finanzas.
- [8] State Key Laboratory of Organic Geochemistry, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China.
- [9] Yadav, I., Linthoingambi, N. (2017). Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment: Vol. 6: Toxicology, Chapter: 7, Publisher: Studium Press LLC, USA, pp.140-158.
- [10] Álvarez, E., Pantoja, A., Gañán, L. y Ceballos, G. (2013). La Sigatoka negra en plátano y banano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- [11] Yadav, I., Linthoingambi, N. (2017). Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment: Vol. 6: Toxicology, Chapter: 7, Publisher: Studium Press LLC, USA, pp.140-158.
- [12] Checa, B., Hernández, G., Coronado, E., Fuentes, J. y Aparicio, L. (2015). Pesticide Residue Monitoring Program in Panama. Pesticide Residues in Fruits and Vegetables and Good Agriculture Practice and Trazability Department - Ministerio de Desarrollo Agropecuario.
- [13] Cruz, E., Bravo, v. y Ramírez F. Manual de Plaguicidas de Centroamérica. Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET). Costa Rica. Universidad Nacional Heredia.
- [14] RAY DE. Pesticide neurotoxicity in Europe: real risks and perceived risks. *Neurotoxicology* 2000; 21(1-2): 219-221.
- [15] Fuentes, A. (2012). Asistencia técnica para la elaboración de un plan de manejo de plaguicidas a ser aplicado para las inversiones ambientales financiadas por el proyecto cbmap ii. Autoridad nacional del ambiente (ANAM).
- [16] Organización Mundial de la Salud. (2014). Noncommunicable diseases. Recuperado el 25 de julio del 2018 de http://www.who.int/topics/noncommunicable_diseases/en/
- [17] D. Garthwaite, I. Barker, R. Laybourn, A. Huntly, G. P. Parrish, S. Hudson & H. Thygesen. (2014). Pesticide usage survey report 263. United Kindom.
- [18] García, S. (2015). El Glifosato y el cáncer. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- [19] Paganelli A, Gnazzo V, Acosta H, López SL, Carrasco AE. (2010). Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology* 2010 23 (10), 1586-1595. DOI: 10.1021/tx1001749
- [20] Cox, 1991 y 1995; Dinham, 1999.
- [21] Seneff, S. (2018). Glyphosate: The safe herbicide that is making us all sick. Institute of Sustainable Nutrition.
- [22] Ministerio de Desarrollo. (2018). Agropecuario. Ingredientes activos de plaguicidas químicos formulados de origen sintético, registrados en Panamá.
- [23] European Commission. (2016). EU Pesticides Database.
- [24] Junco, D. (2017). Historia de los pesticidas utilizados en la agricultura.
- [25] Baker et al, 2002.
- [26] Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2018). Laboratorio de Control y Aseguramiento de la Calidad de Plaguicidas. Recuperado el 5 de julio del 2018 de https://www.mida.gob.pa/direcciones/direcciones_nacionales/direccion-de-sanidad-vegetal/laboratorio-de-control-y-aseguramiento-de-la-calidad-de-plaguicidas.html
- [27] Guía del Manejo Integrado de Plagas (MIP) para técnicos y productores. Recuperado el 5 de julio del 2018 de https://www.jica.go.jp/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf

Obtención de aceite esencial de romero con fines cosméticos

Vélez Mendoza Biuty Sherina¹ ; Pita Meza María Nicole¹ ; Moreira Mendoza Karen Estefanía¹ ; Pin Mera Diana Elizabeth¹ ; Oyervide Vargas Ariane Monserrat¹ ; María Antonieta Riera² 

¹Estudiantes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica de Manabí. ²Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí.

¹bvelez7151@utm.edu.ec; ¹mpita8965@utm.edu.ec;

¹kmoreira4312@utm.edu.ec; ¹dpin4761@utm.edu.ec;

¹aoyervide4815@utm.edu.ec; ²mriera@utm.edu.ec

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2170>



Resumen: *Los aceites esenciales son extractos que pueden ser utilizados en distintos sectores de la industria. El presente trabajo de investigación se realizó en la asignatura Cálculo a la Ingeniería Química I, con el objetivo de desarrollar un proceso a nivel experimental donde fuese posible realizar el balance de masa y que además sirviera de referencia a nivel industrial. El mismo se dividió en dos etapas: primero, la extracción del aceite esencial de romero por el método destilación por arrastre de vapor donde se obtuvo un rendimiento de 0,53%; segundo, se realizó una saponificación donde se utilizó el aceite de romero como un aromatizante, obteniendo finalmente un jabón de tocador de pH básico. El procedimiento realizado permitió comprobar que es posible utilizar aceites esenciales para un fin diferente al comúnmente empleado, sirviendo así como referencia para industrias de cosméticos con interés en desarrollar productos basados en extractos naturales.*

Palabras clave: Aceite esencial, romero, destilación por arrastre de vapor, jabón de tocador.

Title: Obtaining rosemary essential oil for cosmetic purposes.

Abstract: Essential oils are extracts that can be used in different sectors of the industry. The present research work was carried out in the matter Calculus to Chemical Engineering I, with the objective of developing a process at experimental level where the mass balance could be made and that will serve a reference at an industrial level. It was divided into two stages: First the extraction of rosemary essential oil by the steam distillation method where a yield of 0.53% was obtained. Later, a saponification was carried out where the rosemary oil was used as a fragrance agent, finally obtaining a basic pH toilet soap. The procedure carried out proved that it is possible to use essential oils for a purpose other than that commonly used, thus serving as a reference for cosmetic industries interested in developing products based on natural extracts.

Key words: Essential oil, rosemary, steam distillation, toilet soap.

Tipo de artículo: original

Fecha de recepción: 20 de agosto de 2018

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2018

1. Introducción

El romero (*Rosmarinus officinalis* L.) es una planta aromática conocida y utilizada desde la antigüedad como condimento y con fines medicinales. Puede medir entre 50 y 150 cm de altura y sus hojas hasta 3 cm de largo y 4 mm de ancho. Las hojas de romero es el lugar donde se concentran los principios activos de la planta y poseen entre 1,0 y 2,5% de aceite esencial, además de diterpenos, flavonoides y polifenoles [1].

Los aceites esenciales (AEs) son líquidos aromáticos y volátiles obtenidos de las plantas, incluyendo flores, raíces, corteza, hojas, semillas, cáscara, frutas, madera y plantas enteras [2]. Estos contienen entre 85 y 99% de componentes volátiles y entre 1 y 15% de componentes no volátiles [3].

El aceite esencial es el compuesto más estudiado de la planta debido a que los principios bioactivos que lo conforman, tienen importantes propiedades biológicas como lo son su actividad antioxidante, citotóxica y anticancerígena [4].

Este se caracteriza por ser un líquido transparente y muy fluido, con un olor y sabor penetrante, aromático y alcanforado. Su composición aproximada es 21,9% piperitona, 14,9% α -pineno, 14,9% linalool [5], además de otros entre los que se encuentra el 1,8-cineol, alcanfor, alfa-terpineol, canfeno, borneol, acetato de bornilo, limoneno, mirceno, verbenona. Sin embargo, esta puede variar dependiendo de la parte de la planta recolectada, el grado de desarrollo en el momento de su recolección, la procedencia geográfica, entre otros [1].

Existen varios métodos para extraer aceites esenciales. Estos pueden incluir el uso de dióxido de carbono líquido o microondas, aunque comúnmente se usa destilación a baja o alta presión empleando agua hirviendo o vapor de agua [6].

La destilación por arrastre consiste en vaporizar dos líquidos inmiscibles a una temperatura menor a la de ebullición de cada uno de los componentes volátiles presentes, usando para ello una corriente directa de vapor agua. El vapor calienta la mezcla hasta su punto de ebullición y luego los vapores generados se condensan y finalmente los dos líquidos inmiscibles (agua y aceite esencial), se separan por gravedad [7].

Este método permite la máxima difusión del vapor a través del material vegetal, reduciendo los daños que pudieran sufrir los componentes de las esencias extraídas [8]. El rendimiento obtenido en la extracción en general es muy variado entre 0,01% y 2% y varía en función de la composición de la planta así como del método utilizado [9].

Los aceites esenciales se emplean como principios activos o excipientes de medicamentos y en la industria agroalimentaria para producir bebidas y aromatizar alimentos. También tienen aplicación en la fabricación de perfumes, cosméticos, jabón, champús o geles limpiadores. Desde el punto de vista

económico, es de gran interés en la industria de cosméticos, jabones, detergentes y perfumes [10].

En la actualidad ha crecido el interés en el consumo de productos cosméticos naturales formulados con ingredientes funcionales y de origen botánico. El aceite esencial juega un rol importante no solo como fragancia, sino también como preservante del producto al prevenir la pérdida de ingredientes aromáticos volátiles [11].

Kareru et. al. [12] usaron extractos de las plantas *Tithonia diversifolia* Helms, *Azadirachta indica* y *Aloe secundiflora* para elaborar jabones, teniendo como resultado un producto antimicrobiano, debido a los efectos inhibidores que poseen los fitoconstituyentes de las plantas.

Un jabón contiene sales de sodio o potasio de los ácidos grasos, producto de la mezcla de un cuerpo graso (triglicéridos con un álcali, que puede ser hidróxido de sodio o de potasio) y que se obtiene a partir de una reacción llamada saponificación [13].

Los AEs pueden emplearse como fragancias naturales en la elaboración de jabón. A nivel comercial es común encontrar jabones de tocador elaborados a base de extractos de manzanilla, caléndula, ginseng, jazmín, rosa mosqueta, lavanda, eucalipto, sándalo, sábila, canela, entre otros.

El romero, la salvia, la camomila, el lúpulo y la limonaria, son algunas hierbas beneficiosas usadas para el realce visual y aromático del jabón, así como para conferir propiedades suavizantes e hidratantes en la piel [14].

Expertos aseguran que el aceite esencial de romero tiene un gran potencial para ser usado en aplicaciones farmacológicas y biotecnológicas. Pero también puede ser explotado en diferentes productos comerciales como suplemento, cosméticos y nuevas formulaciones [15].

Partiendo de estas aseveraciones se realizó el presente estudio con el objetivo de evaluar el uso del aceite esencial de romero en la elaboración de un producto cosmético, como una alternativa de uso en esta industria. Para ello se extrajo el aceite esencial de las hojas de romero y luego se utilizó en la elaboración de un jabón de tocador.

Este trabajo establece el procedimiento a seguir en la obtención de este producto cosmético y parte de una escala de laboratorio que posteriormente puede ser escalable al sector manufacturero.

2. Materiales y métodos

Para dar cumplimiento al objetivo se llevaron a cabo dos pasos. El primero de ellos fue la extracción del aceite esencial de romero y luego se procedió a elaborar el jabón de tocador.

2.1 Extracción del aceite esencial

Se seleccionaron las hojas de romero a utilizar, eliminando las hojas extrañas, tallos gruesos y tierra que pudiera estar adherida. El procedimiento para la extracción por arrastre de vapor fue el descrito por Castillo y Mendoza [16].

Se pesó una muestra de 100 g de hojas de romero en una balanza analítica ADAM y se redujo su tamaño para aumentar la

superficie de contacto. Se colocaron en un balón de tres bocas de 1000 mL que estaba conectado al equipo de destilación por arrastre de vapor, conformado a su vez por un balón generador de vapor de 1000 mL, un matraz de 250mL, dos placas calefactoras digitales IKA C-MAG HS7, un termómetro de vidrio, un condensador, conexiones de vidrio y goma (figura 1).



Figura 1. Equipo de destilación por arrastre de vapor.

Se calentó el balón donde se encontraba el agua hasta su ebullición, con el fin de generar el vapor y pasarlo al segundo balón para extraer la esencia de romero. Conforme se efectuó la destilación se recibió en un matraz una mezcla de aceite y agua. Se suspendió el calentamiento cuando se había consumido entre el 70% y 85% del agua alimentada.

La mezcla de agua y aceite obtenida se colocó en un embudo de separación para separar por diferencia de densidades el aceite esencial de romero del agua (figura 2). Se determinó con ayuda de una pipeta la cantidad de aceite extraído y luego se almacenó en un tubo de ensayo.



Figura 2. Equipo de destilación por arrastre de vapor.

Para determinar la humedad tanto de las hojas de romero en la alimentación como del aceite esencial extraído, se utilizó una termobalanza MB45 OHAUS.

El porcentaje de rendimiento de aceite esencial (%AEs), se determinó usando el método gravimétrico – volumétrico [17], a través de la ecuación (1):

$$\%AEs = \frac{mAEs (g)}{mCV (g)} \times 100\% \quad (1)$$

Donde mAEs es la masa del aceite esencial obtenido en la extracción y mCV es la masa de la carga vegetal de la muestra a destilar.

2.2 Fabricación de jabón de tocador

Para la obtención del jabón de tocador se siguió la metodología descrita en un trabajo realizado para el diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados [18].

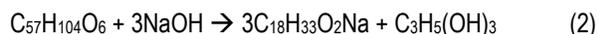
Se comenzó preparando una infusión con 200 mL de agua y 10 g de romero seco. Se calentó hasta su ebullición en una placa de calentamiento y posteriormente se retiró el romero de tal manera que solo quedara la solución acuosa (figura 3).



Figura 3. Preparación de la infusión de romero.

Se pesaron 13,11 g de NaOH grado analítico en una balanza analítica SARTORIUS y se mezcló con 42,28 mL de la infusión preparada. Paralelamente se pesaron 100 gr de aceite de palma comercial y se procedió a calentar por 10 minutos hasta alcanzar una temperatura de 40°C.

Transcurrido el tiempo señalado, se añadió el aceite de palma a la mezcla anteriormente preparada y se procedió a homogenizar. En este momento se lleva a cabo la reacción de saponificación (2).



Una vez que la mezcla espesó, se añadió el aceite esencial extraída y romero seco. Se procedió a tomar el pH con tirillas de pH y la mezcla obtenida se dejó reposar en un molde durante 24 horas, obteniendo finalmente el jabón de tocador.

Con los datos obtenidos durante cada proceso, se realizó un balance de masa sin reacción química (extracción de aceite esencial) y con reacción química (elaboración de jabón) en régimen estacionario [19] usando la ecuación (2) para tal fin:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación}.$$

3. Resultados y discusión

El proceso de extracción por el método de destilación por arrastre de vapor quedó conformado por cuatro operaciones unitarias: molienda, mezclado, destilación. El mismo se representó gráficamente a partir de un diagrama de bloques (figura 4), donde se muestran los resultados obtenidos experimentalmente además de los calculados a través de balance de masa.

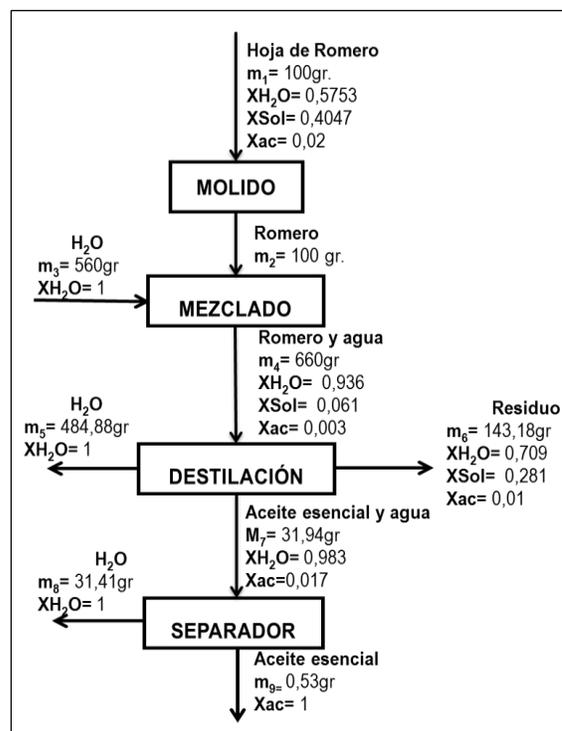


Figura 4. Diagrama de bloques para la extracción de aceite esencial de romero.

A partir de 100 g de materia vegetal se obtuvo 0,53 g de aceite esencial o bien 0,58 mL determinada con su densidad la cual es de 0,9116 g/mL [20]. Usando (1) se determinó el rendimiento del aceite esencial en el proceso de extracción, siendo de 0,53%.

El resultado obtenido se encuentra dentro del rango de 0,48 y 1,75% reportado por Angioni *et. al.* [21] al usar este método de destilación por arrastre de vapor. Valores similares reportan Bonilla *et. al.* [22] con 0,67% al utilizar este mismo método de extracción, además de Valverde y Leonardo [23], quienes obtuvieron 0,61% en la extracción de aceite con tejido en estado fresco y aumentó a 0,98% con tejido seco. Mejores rendimientos

se podrían obtener si las hojas de romero se someten a secado antes de la extracción.

El proceso de obtención de jabón se constituyó de tres operaciones unitarias: mezclado, reacción y separación. Este también se representó gráficamente con un diagrama de bloques (figura 5), señalando las operaciones unitarias realizadas para tal fin.

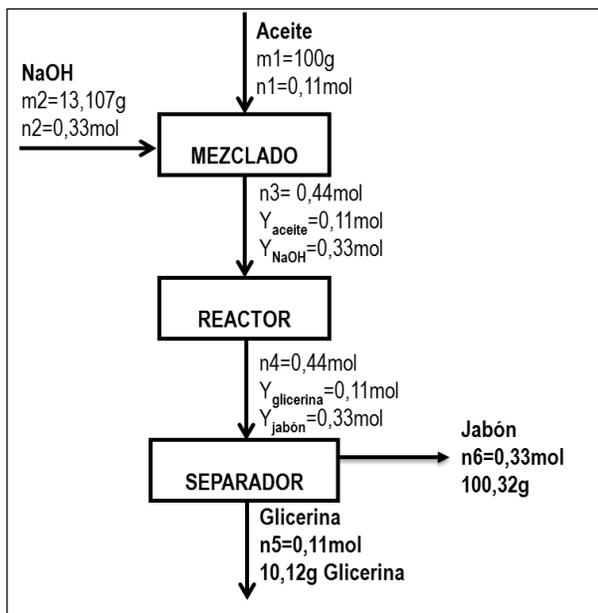


Figura 5. Diagrama de bloques para la elaboración de jabón.

Al llevar a cabo la reacción de saponificación se obtuvo un jabón de tocador de 100,32 g (figura 6). Debido a que el rendimiento en la reacción calculado por estequiometría supera el 100%, indica que en el jabón elaborado quedaron restos de glicerina que no se lograron separar.



Figura 6. Jabón de tocador obtenido.

El pH del jabón determinado con tirillas de pH fue de 8, estando dentro del rango de pH de jabones comerciales, tal como lo evidencian resultados obtenidos en una evaluación realizada a 29 jabones de marcas tanto comerciales como de laboratorios médicos [24]. Resultados similares reportaron Alvarado y Alvarado [25], al comparar el pH de 8 marcas de jabones comerciales.

Los resultados obtenidos experimentalmente tanto en la extracción del aceite esencial como en la saponificación, se utilizaron para realizar los diagramas de bloques para cada proceso y sus respectivos balances de masa (figuras 5 y 6). En cada caso se indican las corrientes de flujo másico (m_i), molares (n_i), las fracciones másicas (X_i) y molares (Y_i).

3. Conclusión

En el trabajo realizado se utilizó el aceite esencial de romero para un fin diferente al comúnmente empleado, demostrando que es posible usarlo como extracto en la industria cosmética. El rendimiento obtenido para la extracción del aceite esencial con el método por arrastre de vapor, se ubicó dentro de los parámetros establecidos en la bibliografía consultada, sin embargo este podría incrementarse añadiendo la operación unitaria de secado antes de la molienda.

El alto rendimiento en la elaboración del jabón se debe a las trazas de glicerina que quedaron en este, razón por la cual es necesario mejorar la operación de separación para este proceso. El pH que se registró para este jabón, se compara con el de los jabones comerciales, así como también por aquellos elaborados por laboratorios médicos.

El procedimiento aquí descrito podría servir de referencia para el sector industrial, cuyo interés sea el desarrollo de nuevos productos basados en componentes de origen natural.

Agradecimiento

Se agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Portoviejo, por facilitar el acceso a sus laboratorios y uso de sus equipos, para realizar parte del desarrollo experimental de la investigación.

Referencias

- [1] M. T. López Luengo, "El romero. Planta aromática con efectos antioxidantes", *Offarm Farm. y Soc.*, vol. 27, n.º 7, pp. 60-63, Jul. 2008.
- [2] M. Hyltdgaard, T. Mygind, y R. L. Meyer, "Essential oils in food preservation: Mode of action, synergies, and interactions with food matrix components", *Front. Microbiol.*, vol. 3, n.º 12, 2012. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
- [3] L. Sánchez-González, M. Vargas, C. González-Martínez, A. Chiralt, y M. Cháfer, "Use of Essential Oils in Bioactive Edible Coatings: A Review", *Food Eng. Rev.*, vol. 3, n.º 1, pp. 1-16, 2011. <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>
- [4] R. Ávila, A. Navarro, O. Vera, R. Dávila, N. Melgoza, y R. Meza, "Romero (*Rosmarinus officinalis*): Una revisión de sus usos no culinarios", *Rev. Cienc. y Mar*, vol. XV, n.º 43, pp. 23-36, Abr. 2011.
- [5] C. A. C. Barrera y G. E. Acosta, "Actividad antibacteriana y determinación de la composición química de los aceites esenciales de romero (*Rosmarinus officinalis*), tomillo (*Thymus vulgaris*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) de Colombia", *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, vol. 18, n.º 2, pp. 237-246, Jun. 2013.
- [6] F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck, y M. Idaomar, "Biological effects of essential oils - A review", *Food Chem. Toxicol.*, vol. 46, n.º 2, pp. 446-475,

2008. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- [7] J. Armijo C., E. Vicuña G., P. Romero y Otiniano, C. Condorhuamán C., y B. Hilario R., "Modelamiento y simulación del proceso de extracción de aceites esenciales mediante la destilación por arrastre con vapor", *Rev. Peru. Química e Ing. Química*, vol. 15, n.º 2, pp. 19-27, 2012.
- [8] A. Lamarque, J. Zygado, D. Labuckas, L. López, M. Torres, y D. Maestri, *Fundamentos teórico-prácticos de química orgánica*, Argentina: Editorial Brujas, 2008.
- [9] M. Rodríguez Álvarez, L. Alcaraz Meléndez, y S. M. Real Cosío, *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas*, México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., 2012.
- [10] J. L. Ríos, "Essential oils: What they are and how the terms are used and defined", *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*, V. R. Preedy, Ed. Elsevier Inc., 2015, pp. 3-10. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00001-8>
- [11] I. T. Carvalho, B. N. Estevinho, y L. Santos, "Application of microencapsulated essential oils in cosmetic and personal healthcare products - A review", *Int. J. Cosmet. Sci.*, vol. 38, n.º 2, pp. 109-19, 2016. <https://doi:10.1111/ics.12232>
- [12] P. G. Kareru, J. M. Keriko, G. M. Kenji, G. T. Thiong'o, A. N. Gachanja, y H. N. Mukiira, "Antimicrobial activities of skincare preparations from plant extracts", *African J. Tradit. Complement. Altern. Med.*, vol. 7, n.º 3, pp. 214-218, 2010. <https://doi:10.4314/ajtcam.v7i3.54777>
- [13] I. Regla, E. Vázquez, D. Cuervo, y A. Neri, "La química del jabón y algunas aplicaciones", *Revista Digital Universitaria*, vol. 15, n.º 5, May. 2014.
- [14] R. S. McDaniel, *JABONES ESENCIALES*. Barcelona: Editorial Paidotribo, 2002.
- [15] J. A. Neves, J. A. Neves, y R. de C. M. Oliveira, "Pharmacological and biotechnological advances with *Rosmarinus officinalis* L", *Expert Opin. Ther. Pat.*, vol. 28, n.º 5, pp. 399-413, 2018. <https://doi:10.1080/13543776.2018.1459570>
- [16] N. Castillo y J. Mendoza. (2012) Manual de prácticas para el laboratorio de química orgánica I, *Man. Prácticas Química Orgánica*, vol. 1. [Online]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Manual2016-1_31098.pdf
- [17] J. Juárez, A. Castro, y J. Jauregui, "Composición química, actividad antibacteriana del aceite esencial de *Citrus sinensis* L. (Naranja dulce) y formulación de una forma farmacéutica", *Cienc. Invest.*, vol. 13, n.º 1, pp. 9-13, 2010.
- [18] C. Guerrero, "Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados", Tesis de grado, Universidad de Almería, Almería, España, Jun. 2014.
- [19] R. M. Felder y Ronald W. Rousseau, *Principios elementales de los procesos químicos*, 3ª ed. México D.F.: Editorial Limusa, 2004.
- [20] A. I. Terry, S. Rodríguez, R. C. Bermúdez, M. Fernández, I. Aguilera, y J. Buzón, "Evaluación de un inóculo para el arranque de reactores UASB empleados en el tratamiento de residual líquido de café", *Rev. Cuba. Química*, vol. 17, n.º 1, pp. 206-211, 2005.
- [21] A. Angioni *et al.*, "Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L.", *J. Agric. Food Chem.*, vol. 52, n.º 11, p. 3530-5, Jun. 2004.
- [22] D. M. Bonilla *et al.*, "Efecto del aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* sobre *Porphyromonas gingivalis* cultivada in vitro", *Rev. Colomb. Ciencias Químico-Farmacéuticas*, vol. 45, n.º 2, pp. 275-287, 2016. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n2.59942>
- [23] Y. Valverde y J. Leonardo, "Extracción y caracterización del aceite esencial del romero (*Rosmarinus Officinalis*) por el método de arrastre de vapor obtenida en estado fresco y secado convencional", Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Tarma, Perú, 2011.
- [24] I. D'Santiago y M. E. Vivas de Marcano, "El pH de los jabones en la industria cosmética de México", *DERMATOLOGIA Venez.*, vol. 34, n.º 3, pp. 119-120, 1996.
- [25] E. E. Alvarado Carranza y M. Y. Alvarado Leiva, "pH de jabones de tocador en barra comercializados en el distrito de Trujillo - Marzo 2012", Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, May. 2012

Toxicidad por hipervitaminosis A por el consumo de camote (*Ipomea batatas*) biofortificado en áreas indígenas de Panamá: un estudio descriptivo

Ana Guerrero¹ , Ana Rodríguez¹ , Indira Franco¹ 

¹Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad Tecnológica de Panamá
ana.guerrero, ana.rodriguez, indira.franco@utp.ac.pa
DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2171>



Resumen: En Panamá el camote es biofortificado con vitamina A para disminuir trastornos a causa de su deficiencia, sin embargo, no se ha evaluado la concentración necesaria del micronutriente en el tubérculo a fin de erradicar enfermedades por insuficiencia o exceso. Es necesario recopilar y presentar información científica que valide la necesidad de indagar experimentalmente las secuelas de ingerir dosis innecesarias de la vitamina a largo plazo. Para esto, se acudió a material bibliográfico y a instituciones involucradas en el proyecto, además se realizaron cuadros comparativos de morbilidad en niños de cero a cuatro años y tablas donde se plasmaron las cantidades de camote que sugiere consumir y los requerimientos nutricionales actuales. Se recomienda realizar estudios de toxicidad crónica y capacitar a las poblaciones con acceso al camote biofortificado.

Palabras clave: Toxicología, hipervitaminosis A, *Ipomea batatas*, biofortificación.

Title: Hypervitaminosis A toxicity due to consumption of biofortified sweet potatoe (*Ipomea batatas*) in indigenous areas of Panama: a descriptive study

Abstract: In Panama, the sweet potato is biofortified with vitamin A to reduce deficiency disorders, however the concentration of the micronutrient in the tuber has not been evaluated to eradicate diseases due to insufficiency or excess. It is necessary to compile and present scientific information that validates the need to investigate experimentally the sequelae of unnecessary consumption of the vitamin in long term. To accomplish this, bibliographic material was consulted and the institutions involved in the project were contacted, in addition comparative morbidity tables of children between zero and four years old were made and tables where the suggested quantities of sweet potato to consume are registered and the current

nutritional requirements were recorded. It is recommended to start making chronic toxicity studies and train populations with access to the biofortified sweet potato.

Key words: Toxicology, hypervitaminosis A, *Ipomea batatas*, biofortification.

Tipo de artículo: original

Fecha de recepción: 20 de julio de 2018

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2018

1. Introducción

El ser humano requiere ingerir vitaminas pues colaboran con el correcto desarrollo, desempeñan funciones fisiológicas y mantienen equilibrado el sistema inmune. Estas vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo, por lo que son necesarias en la dieta o por fuentes externas. La carencia de los requerimientos de estas vitaminas puede dar consecuencias diversas en personas de cualquier sexo, edad y nivel socioeconómico. Según datos de la FAO, derivados de la segunda conferencia internacional sobre nutrición celebrada en 2014 y de la Organización Mundial de la Salud, más de dos mil millones de personas sufren de carencias de vitamina A, yodo, hierro, ácido fólico y zinc [1]. Las poblaciones rurales tienen un mayor riesgo de padecer deficiencias debido al acceso limitado a un régimen alimenticio balanceado. Por esta razón, en las últimas décadas se han desarrollado y aplicado estrategias que combatan el hambre oculta [2].

La vitamina A cumple con la característica de ser liposoluble, se encuentra naturalmente en los alimentos como vitamina A preformada en carne vacuna, de ave, pescado y productos lácteos; y como provitamina A en frutas y verduras. El betacaroteno es el tipo más común de provitamina A presente en los alimentos. Son fuentes importantes, el hígado vacuno, el salmón, brócoli, zanahoria y frutas como el melón y el mango [3].

La hipervitaminosis A es causada por un aporte excesivo de vitamina A, existen dos tipos, la aguda provocada por el consumo desmesurado en un corto tiempo y la crónica incitada por la acumulación de la vitamina en un periodo más prolongado [4]. Existe la posibilidad que una intoxicación aguda conlleve a una crónica.

El requerimiento estimado promedio (REP) es el nivel de ingestión dietética diaria promedio que permite a la mitad de los individuos de un determinado grupo de edad y sexo saludables, mientras que la recomendación diaria dietética (RDD) es la cantidad de un nutriente que en diversas condiciones ambientales y situacionales, facilita el funcionamiento normal metabólico, físico y psíquico, previniendo enfermedades y garantizando calidad de vida [5].

Las dosis de vitamina A recomendadas se expresan en ($\mu\text{g/d}$ EAR) que es equivalente a la cantidad de retinol por día [3]. La biofortificación es una técnica de fitomejoramiento que aprovecha la diversidad natural del contenido de nutrientes presentes en cultivos para aumentar su nivel alimenticio [6]. A través de la biofortificación se puede incrementar el contenido de micronutrientes y mejorar la biodisponibilidad de estos en los

cultivos mediante técnicas como la fertilización del suelo o aplicación foliar, fitomejoramiento convencional o ingeniería genética. Es reconocido que la utilización estos métodos agronómicos por sí solos, o combinadas mejoran la productividad y minimizan los efectos de plagas y condiciones climáticas o de suelo adversas.

El Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP) desde el año 2005 lleva a cabo investigaciones para el desarrollo de nuevas variedades de alimentos biofortificado; junto a *Harvest Plus*, un programa global que mejora la nutrición desarrollando cultivos alimenticios ricos en micronutrientes a través de la biofortificación, lanzaron el Proyecto Nacional de Biofortificación “Agro Nutre Panamá” el 29 de agosto de 2013. El fin del proyecto es la expansión, difusión y promoción de alimentos biofortificados para prevenir y reducir las deficiencias de micronutrientes del país. Entre los alimentos biofortificados dentro del proyecto están el arroz, el frijol, el maíz, la yuca y el camote. Las áreas rurales campesinas de la provincia de Veraguas e indígenas de Ngäbe Buglé son las que han sido beneficiadas por el proyecto.

Las variedades de camote de pulpa naranja suministran importantes cantidades de carotenos. Además, existe evidencia científica de la efectividad en el uso del camote biofortificado para aumentar la ingesta de vitamina A en comunidades rurales de la República de Mozambique [7]. Es por esto por lo que se ha elegido utilizarlo como parte de la canasta de alimentos biofortificados que ofrece el proyecto Agro Nutre.

Con esta investigación se busca recopilar y presentar información científica acerca de la biofortificación del camote en la República de Panamá y exponer los peligros inherentes a la toxicidad crónica de vitamina A por su presencia en la dieta de áreas vulnerables. Se brinda un panorama actual de la situación a través de los requerimientos de vitamina A para niños de cero a cuatro años, información nutricional de las variedades de camote de pulpa naranja disponible en el país y estadísticas nacionales.

2. Materiales y métodos

En el presente estudio descriptivo se procedió a realizar una investigación exploratoria acerca de la posibilidad de afectar a la población indígena en Panamá por el consumo de camote biofortificado, provocando una hipervitaminosis A crónica, enfocado a niños iguales o menores a cuatro años.

Primeramente, se realizó la recopilación de la información acerca de la vitamina e hipervitaminosis A y del proyecto desarrollado en nuestro país por *Harvest Plus* y *Agro Nutre Panamá*. Posteriormente se hizo la compilación de los datos estadísticos de enfermedades causadas por hipervitaminosis A en la población seleccionada y un análisis y recomendaciones de la información. La extracción de datos fue basada en estudios actuales y se limitaron los datos estadísticos a regiones indígenas y al grupo de edades escogidos.

3. Resultados y discusión

El REP y la RDD varían de acuerdo con las edades de las personas, en la tabla 1, se observan las mismas para distintos rangos de edades hasta los cuatro años, en los primeros meses de vida el REP y la RDD son mayores que para las edades posteriores al año.

Tabla 1. REP y RDD de vitamina A en niños

Edad	REP (µg/d EAR)	RDD (µg/d EAR)
0 – 5 meses	375	375
6 – 11 meses	450	450
1 – 3.9 años	210	300
4 años	250	350

Fuente: Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP [8].

El camote biofortificado fue incluido en la dieta de comunidades indígenas El Copé y Chichica por el proyecto Agro Nutre Panamá, mediante tamales, bebidas, pesadas a base del tubérculo y su consumo usual asándolo. Su aceptación fue analizada por medio de estudios sensoriales [9] obteniéndose resultados de aprobación de más del 87% de la población encuestada.

En la tabla 2, se encuentran los tres tipos con los que trabaja el IDIAP. El estudio de aceptación fue aplicado para las variedades CIP 106090-1 y CIP 106603-1 porque la variedad CÚCULA aún se encontraba en desarrollo al momento de la realización de las evaluaciones de aceptabilidad sensorial. Como valor de referencia, la cantidad presente de vitamina A en camotes no biofortificados es aproximadamente de 709 (µg/100g) [10].

Tabla 2. Contenido de vitamina A en las tres variedades de camote biofortificado cultivados en Panamá

Caroteno	Variedad		
	CIP 106090-1	CIP 106603-1	CÚCULA
Vitamina A (µg/100g)	867	966	1000

Fuente: Ficha técnica [11].

Las tres variedades de cultivos de batata pueden ser consideradas como “altas” en vitamina A según las directrices para el Uso de Declaraciones Nutricionales y Saludables (CAC/GL 23-1997; CAC/GL 2-1985) del Codex Alimentarius [12].

Por lo general, luego de cocer el camote por treinta minutos, se conserva entre un 70% y un 90% de su contenido original de betacarotenos [13].

En revisiones de literatura recientes se encontró que hervir el camote de veinte a treinta minutos tiene un efecto mínimo en la degradación de los carotenoides, en seis estudios se reportó la retención total de carotenoides o betacaroteno dentro de un rango entre 80% y un 90% [14].

En la tabla 3 se observan los valores calculados de vitamina A presentes las tres variedades de camote biofortificado suponiendo un porcentaje de retención de 70%, 80% y 90% después de la cocción.

Tabla 3. Retención de vitamina A en camote hervido por treinta minutos

Porcentaje de retención	Variedad		
	CIP 106090-1 (µg/100 g)	CIP 106603-1 (µg/100 g)	CÚCULA (µg/100g)
70%	607	677	700
80%	693	773	800
90%	780	870	900

Fuente: Ficha técnica [2].

Tabla 4. Ingesta máxima admisible (UL) de vitamina A

Edad	UL (µg/d EAR)
1-3 años	600
4 años	900

Fuente: Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP [8].

La vitamina A y carotenos son muy estables durante su preparación casera. El calentamiento excesivo del alimento o la utilización de una cantidad mayor a la necesaria de agua para cocinarlo podrían afectar su retención [8]. Sin embargo, la cocción con agua sigue siendo la más recomendada para garantizar la retención de este tipo de vitamina.

Hay muchos factores que afectan la biodisponibilidad de esta vitamina y su absorción en el cuerpo. El consumo de grasas aumenta la absorción de las vitaminas liposolubles, así como también la presencia de vitamina E en la dieta aumenta la biodisponibilidad de la vitamina A al evitar su oxidación. Hasta la fecha no existen estudios realizados en Panamá acerca de la retención y la biodisponibilidad de los alimentos biofortificados a las comunidades a las que son aplicados.

Debido a que la vitamina A es liposoluble, puede ser almacenada en el cuerpo y una ingesta frecuentemente alta podría resultar en una toxicidad causada por la hipervitaminosis A. Por esta razón, se han establecido valores máximos admisibles con el fin de prevenir el riesgo de toxicidad. En la tabla 4 se observan los niveles máximos estipulados por el Comité de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de los Estados Unidos.

La forma aguda de la enfermedad en niños se presenta primariamente con manifestaciones del sistema nervioso central debidas a un brusco y marcado incremento de la presión del líquido cefalorraquídeo. La respuesta al exceso crónico es muy

variable en cada persona, los síntomas pueden desaparecer después de semanas o meses de la suspensión del consumo excesivo de la vitamina A. La mayoría de los casos se presentan entre el segundo y tercer año de vida, tras una ingesta prolongada y excesiva. Los signos más prominentes están caracterizados por el engrosamiento cortical de los huesos, tumefacción dolorosa de las extremidades, irritabilidad, prurito, hepatoesplenomegalia, limitación de los movimientos o incapacidad de mantenerse de pie, pelo áspero y frágil, fisuras de los labios, estreñimiento y dificultad para ganar peso [15].

Tabla 5. Estadística de morbilidad según el Ministerio de Salud en Panamá durante el año 2016

Causa	Región	Menor de un año	Uno a cuatro años
Cefalea	Guna Yala	0	6
	Ngäbe Bugle	4	13

Fuente: Departamento de Registros y Estadísticas de Salud.

La información plasmada en la tabla 5 fue recolectada por el Ministerio de Salud y muestra la cantidad de niños de dos regiones indígenas del país en un rango de edades de cero a cuatro años que han presentado cefalea, enfermedad que puede ser causada por uno de los signos de la toxicidad aguda de vitamina A en infantes llamada presión intracraneal aumentada [16]. Se observa una mayor incidencia de cefalea en la región de Ngäbe Buglé, donde se tiene acceso a las variedades de camote de pulpa naranja biofortificado. La concurrencia de este tipo de patologías en esta población indígena abre camino a la hipótesis que podrían estar conectadas a la ingesta habitual excesiva de la vitamina A. En las tablas 6, 7 y 8, se estima la cantidad en gramos de camote biofortificado que niños de acuerdo con sus rangos de edades deberían ingerir para alcanzar el límite de consumo vitamina A recomendado por día, acorde a cada variedad de camote.

La biodisponibilidad no es tomada en cuenta en la tabla anterior porque solamente mediante experimentación se puede obtener resultados reales a causa de las variables que intervienen. Tampoco son considerados otros alimentos o suplementos que puedan estar involucrados en la dieta de la población.

Tabla 6. Estimación de porción a ingerir para llegar UL de vitamina A en variedad CIP 106090-1

Porcentaje de retención	Variedad	
	CIP 106090-1	
	1-3 años	4 años
70%	98.85 g	148.27 g
80%	86.58 g	129.87 g
90%	76.92 g	115.38 g

Tabla 7. Estimación de porción a ingerir para llegar UL de vitamina A en variedad CIP 106603-1

Porcentaje de retención	Variedad	
	CIP 106603-1	
	1-3 años	4 años
70%	88.63 g	132.94 g
80%	77.67 g	116.43 g
90%	68.97 g	103.45 g

Tabla 8. Estimación de porción a ingerir para llegar UL de vitamina A en variedad CÚCULA

Porcentaje de retención	Variedad	
	CÚCULA	
	1-3 años	4 años
70%	85.71 g	128.57 g
80%	75.00 g	112.50 g
90%	66.67 g	100.00 g

4. Conclusión

Es necesario que se realicen estudios de toxicidad por hipervitaminosis A por recuento sanguíneo completo, así como también se debe capacitar a las comunidades acerca de los riesgos de toxicidad, las porciones necesarias para las diferentes edades y la variedad de camote empleada. Deben evaluarse las fuentes de vitamina A incluidas en la dieta de la población meta y determinar la concentración de los micronutrientes producto de la biofortificación acorde a cada comunidad en específico.

Agradecimiento

Los autores agradecen al Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) y al Ministerio de Salud quienes contribuyeron con material bibliográfico y datos estadísticos para la realización de este proyecto.

Referencias

- [1] DMS Nutritional Products. Industria y Fortificación de Alimentos: Una historia de suceso. Food Ingredients Brasil São Paulo, Brasil: Editora Insumos LTD, 2014, No. 30:28-30.
- [2] A. Bonilla, "Fortificación de Alimentos en Centroamérica y el Caribe," Universidad de Costa Rica. Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2016.
- [3] "Vitamin A: Fact Sheet for Health Professional," Office of Dietary Supplements, National Institute of Health, Maryland.
- [4] Universidad Inca Garcilaso de la Vega (s.f.) La Avitaminosis e Hipervitaminosis. [Online]. Disponible en <https://vdocuments.mx/biologia-avitaminosis-y-hipervitaminosis.html>.
- [5] M. Hernández, "Recomendaciones nutricionales para el ser humano: actualización," Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas, vol. 23, versión On-line ISSN 1561-3011, sep. 2004.
- [6] Resolución N° 1319: Que adopta la norma integral de prevención y control de las deficiencias de micronutrientes. Ministerio de Salud. Gaceta Oficial 28429, 2017.
- [7] J. Low, M. Arimond, N. Osman, B. Cunguara, F. Zano, D. Tschirley, "A food-based approach introducing orange fleshed sweet potatoes increased vitamin A intake and serum retinol concentrations in young children in rural Mozambique," The Journal of Nutrition, American Society of Nutrition, 2017, No. 137(5):1320-7.
- [8] M. Menchú, B. Torun, L.G. Elías, Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Segunda Edición, INCAP, Ciudad de Guatemala, Guatemala, 2012.
- [9] Y. Batista, A. Fernández, O. Vergara, T. Henríquez, M. Barría, Aceptabilidad sensorial de los cultivares de camote biofortificado (Ipomoea batatas) en áreas indígena y campesina de Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, 2017.
- [10] MT. Menchú, H. Méndez, Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, Guatemala: INCAP/OPS. Segunda Edición. Tercera reimpresión febrero 2012.
- [11] Harvest Plus, Ficha Técnica de Cultivos: Camote, 2017.
- [12] Codex Alimentarius, "Directrices para el uso de declaraciones nutricionales y saludables," Codex Alimentarius, Roma, Italia, 9, 1997.
- [13] Bengtsson et al, "Effects of various traditional processing methods on the all-trans-b-carotene content of orange-fleshed sweet potato," Journal of Food Science and Technology, vol 48(4), pp. 520-524, 2011.
- [14] Harvest Plus, Camote (Ipomoea batatas) Biofortificado con Provitamina A, 2015.
- [15] O. Alarcón, "La Hipervitaminosis A: una enfermedad multisistémica," Revista de la Facultad de Farmacia. Vol 48(2), pp. 13-20, 2006.
- [16] DR. Miller, KC. Hayes, Nutritional Toxicology, ser. Nutrition: Basic and Applied Science. New York, United States, Academic Press, 1982, vol. 1.

Gestión de las tecnologías en Costa Rica: ¿Cómo lograr empoderar a las empresas Pymes a través del modelo de 8 pilares?

Caso de estudio empresa Soltig

Cynthia López Valerio 

Centro de Investigación de la Escuela de Ingeniería en Sistemas (CIIS), Sede Heredia, Universidad Latina de Costa Rica.

cynthia.lopez@ulatina.cr

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2172>



Resumen: *La Gestión de las Tecnologías ha venido en una creciente evolución. Es un área que combina conocimientos de ingeniería, ciencia y administración, con el objetivo de planificar y desarrollar soluciones tecnológicas que contribuyan a los objetivos estratégicos de una empresa. Las mejoras prácticas sobre la Gestión de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) en el mundo, han establecido por muchos años formas de que hacer para gestionarlas; sin embargo, no han definido la forma operativa de cómo implementarlas, es por esta razón que muchas de las características del porqué el modelo ha venido a sumar interés en las empresas PYMES (Micros, pequeñas y medianas), de nuestro país en especial del Gran Área Metropolitana. Como lograr gestionar las PYMES a través del modelo es el desafío llevado a la práctica a través de un caso de estudio.*

Palabras clave: Gestión, tecnologías, PYMES, modelo, 8 pilares, estrategia, procesos, servicios, plataforma tecnológica.

Title: Management of technologies in Costa Rica: How to achieve empowering SMEs through the 8 pillars model? Case study company Soltig

Abstract: The Management of Technologies has come in a growing evolution. It is an area that combines knowledge of engineering, administration and science, with the aim of planning and developing technological solutions that contribute to the strategic objectives of a company. The best practices on the Management of Information and Communication Technologies (ICTs) in the world, have established for many years ways to do to manage them, however, have not defined the operational way of how to implement them, it is for this reason that many of the

characteristics of why the model has come to add interest in SMEs (Micro, small and medium), in our country especially the Greater Metropolitan Area. How to manage SMEs through the model is the challenge carried out through a case study.

Key words: Management, technologies, PYMES, model, 8 pillars, strategy, processes, services, technological platform.

Tipo de artículo: original

Fecha de recepción: 15 de enero de 2019

Fecha de aceptación: 26 de marzo de 2019

1. Introducción

El modelo de 8 pilares para la gestión de las tecnologías surgió como una necesidad de apoyar a las empresas PYMES que trabajan en Tecnologías de Información y Comunicación y lograr que estas integren y alineen la parte estratégica de la organización con la parte técnica, donde pueda imperar el uso eficiente de los recursos, su medición y control. Además, que estas empresas a través del modelo puedan lograr gestionar las tecnologías de una mejor manera identificando de forma eficiente sus procesos y servicios, y logrando a través de ellos generar una ventaja competitiva, orientado a un enfoque de mejora.

Sin embargo, las mejoras prácticas sobre tecnologías en el mundo han establecido por muchos años formas de que hacer para gestionar las TIC's; sin embargo no han definido la forma operativa de cómo implementarlas, es por esta razón que muchas de las características del porqué el modelo ha venido en una creciente evolución en las empresas PYMES (Micros, pequeñas y medianas) se debe a la versatilidad que este ha desencadenado y cómo a través de sus guías-técnicas metodológicas, herramientas y acompañamiento se le ha acortado la brecha a las empresas que ansían gestionar de una forma competitiva y mantener un enfoque de calidad y mejora continua.

2. Antecedentes que dan origen al modelo

Según la Contraloría General de la República de Costa Rica desde el 2009 publicó en sus Normas técnicas para la gestión y el control de las tecnologías de información (TI), en adelante referidas como NT, según la resolución No. R-CO26-2007, una serie de criterios básicos de control que deben ser observados en la gestión institucional de las tecnologías, de frente a un adecuado uso de los recursos invertidos en ellas y a facilitar su control y fiscalización. En ella se destaca una serie de elementos como: 1.1 Marco estratégico de TI 1.4, Gestión de la seguridad de la información, 1.5 Gestión de proyectos, 2.2

Modelo de arquitectura de información, 2.5 Administración de recursos financieros, 4.1 Definición y administración de acuerdos de, 5.1 Seguimiento de los procesos entre otros. La articulación de estos elementos no está definida por lo que dificulta su

abordaje de forma conceptual y práctica. Además, no existen documentación específica que indiquen como ir implementando estos en las organizaciones y cuáles deberían ser los resultados esperados.

Además, según se menciona por Ministerio de Ciencia y Tecnología (2015), en su Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015–2021, señala que Costa Rica debe multiplicar esfuerzos para fortalecer el sistema nacional de Ciencia Tecnología e Innovación mediante el diseño de proyectos de impacto que incremente la inteligencia del Estado para alcanzar la competitividad, la prosperidad y el bienestar de sus habitantes. A lo largo del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021 se deja en evidencia que la capacidad de impactar el país depende de cambiar la inercia del estado actual de los retos nacionales y apoyando a las PYMES. Se destaca la urgente necesidad de impulsar la interacción entre centros de investigación públicos y privados que fortalezca la transferencia de tecnología hacia el sector productivo y desarrolle su competitividad. Por esta razón es que se contempla entre sus principales los componentes Estratégicos tales como: Definición de proyectos, metas e indicadores, donde se recomienda que la ciencia, la tecnología, las telecomunicaciones y la Innovación sean enfocadas como áreas de trabajo que trasciendan los períodos gubernamentales, a fin de lograr la continuidad y el sostenimiento de los esfuerzos de los diversos actores de la sociedad.

Adicionalmente, según los requisitos que establece el Artículo 1 y el 3 de la Ley No. 8262 y su Reglamento se establece un marco normativo que promueva un sistema estratégico integrado de desarrollo de largo plazo, el cual permita el desarrollo productivo de las pequeñas y medianas empresas, en adelante PYMES, y posicione a este sector como protagonista, cuyo dinamismo contribuya al proceso de desarrollo económico y social del país, mediante la generación de empleo y el mejoramiento de las condiciones productivas y de acceso a la riqueza. Se entiende por pequeña y mediana empresa (PYME) toda unidad productiva de carácter permanente que disponga de recursos físicos estables y de recursos humanos, los maneje y opere, bajo la figura de persona física o persona jurídica, en actividades industriales, comerciales o de servicios. Las PYMES en Costa Rica representan un 60% del total de las empresas del país. En la actualidad existe una carencia en cómo estas organizaciones gestionan sus Tecnologías de Información y Comunicación, ya que no está definido un modelo a seguir que les facilite el uso eficiente de sus recursos. Esto significa que existen carencias en conocimientos e instrumentos que faciliten esta gestión en las PYMES. Además, las mejores prácticas internacionales no indican el cómo implementar lo que ellos establecen en sus marcos de referencia para este tipo de organizaciones.

Se visualiza la necesidad de contar con un modelo que se constituya de un conjunto de pilares que mediante guías técnicas metodológicas facilite la Gestión de Tecnologías de Información y Comunicación y que agrupe estos componentes, pero que

también indique las principales actividades e insumos que se requiere tener como mínimo para realizar una gestión adecuada de los recursos técnicos materiales e intelectuales y que especifique acciones concretas de cómo estos se pueden llevar a cabo para incrementar la productividad de las tecnologías logrando ser más competitivos a nivel país.

3. Aspectos teóricos y de definición

La gestión de las tecnologías información comunicación (TIC's), está enfocada principalmente en como las tecnologías se organizan, se distribuyen, se miden y mejoran continuamente. Es importante mencionar que según la escuela de Organización Industrial 2016, la Gestión de las Tecnologías de Información y Comunicación agregan valor a las actividades operacionales y de gestión empresarial en general y permite a las empresas obtener ventajas competitivas, permanecer en el mercado y centrarse en su negocio. Las tecnologías hacen referencia a la utilización de medios y sistemas informáticos para almacenar, procesar y difundir todo tipo de información en las distintas unidades o departamentos de cualquier organización.

El uso eficiente de las TIC's puede traer grandes beneficios entre los que se destacan la creación de valor para la organización, la mejora de los servicios, la reducción de costos y su complemento en el incremento de las ganancias; entre otros, pero es preciso encontrar los elementos que combinados adecuadamente ofrezcan una guía de gestión eficiente de forma tal que se mantengan las ventajas como una constante, así como la organización de los recursos de tecnología de una forma eficiente. Aunque los marcos de referencia comúnmente utilizados en la actualidad como COBIT 5, ITIL v3, ISO 27000, ISO 22301; indican algunos de los elementos para asegurar, regular y administrar los procesos de TI en las organizaciones; no especifican puntualmente como realizar una gestión adecuada de las tecnologías y como tomar en consideración distintos elementos como servicios, proyectos, seguridad, continuidad entre otros y entremezclarlos entre sí para producir un marco de trabajo general que ofrezca las acciones concretas para su implementación.

3.1 ¿Qué es una estrategia?

Según [1] Goodstein, M.Nolan y Pfeiffer (1998), la estrategia es el encuentro de un equilibrio entre lo que una organización "está haciendo" frente a lo que "podría hacer". Pero las estrategias en Tecnologías de Información abarcan una gama más amplia, estas consideran los cambios por los cuales atraviesa una organización, tanto internos como externos; junto con las oportunidades potenciales disponibles, estas pueden incluir formas de usar la tecnología para ganar una ventaja competitiva, reducir costos, aumentar ingresos, entre otras.

Sobre esta orientación los autores en mención definen una guía para transformar las organizaciones basado en los siguientes aspectos:

- La planeación estratégica aplicada se encuentra

enfocada en el futuro.

- Está impulsada por el liderazgo y no por un líder.
- Proporciona un alto nivel de involucramiento organizacional.
- Produce un plan totalmente comprendido y aceptado por todos en la organización.
- Genera un plan completo y muy detallado.
- Es un guía que se puede aplicar satisfactoriamente.
- Proporciona la energía necesaria para poder impulsar las transformaciones.

La responsabilidad y compromiso esencial de la planeación debe estar situada en el área de dirección de una organización. Esta área deberá ser responsable de establecer objetivos innovadores, aceptación real del cambio, compromiso con el tiempo invertido para generar un producto final de calidad. El plan será eficaz si es realmente participativo. Así, la planeación debe ser un instrumento para involucrar, responsabilizar y comprometer a todos los miembros de una organización. La planeación no se ocupa de las decisiones futuras, sino del impacto futuro de las decisiones actuales.

La planeación estratégica no está encaminada a eliminar riesgos (asumir riesgos es esencial para el progreso) sino en asegurar que estos se detecten y una vez detectados, aceptar los que sean oportunos en el momento adecuado.

Así mismo orientan el desarrollo de la planeación con una serie de factores que obligan a planificar, entre ellos tenemos:

Las expectativas de los consumidores cambian al ritmo del cambio exponencial en el conocimiento.

La información, y especialmente la explosión del conocimiento y su correcta utilización, están creando organizaciones completamente distintas a las convencionales.

El planificar será una forma de reducir la inseguridad, de ejercer la autonomía, de responsabilizarse del propio futuro, y de aprovechar el riesgo del cambio como un factor de oportunidad para el desarrollo de las TIC's en mi organización.

La planeación estratégica en tecnologías de información y Comunicación establece la relación que existe de la parte estratégica con las tecnologías y como estas apoyan la consecución de los objetivos de la organización.

3.2 ¿Que es un proyecto?

Según el [2] "un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un principio y un final definidos".

Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto, esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto. Por ejemplo, los edificios de oficinas se pueden construir con materiales idénticos o similares, y por el mismo equipo o por equipos diferentes.

Sin embargo, cada proyecto de construcción es único, posee una localización diferente, un diseño diferente, circunstancias y situaciones diferentes, diferentes interesados, entre otros.

3.3 ¿Qué es un proceso?

Según [3], en su libro *Mejoramiento de la calidad* se define como proceso "el conjunto de actividades con una meta prefijada que toma insumos, les agrega valor usando recursos humanos, tecnológicos, materiales, de tiempo y financieros, para proveer un servicio o producto a un cliente interno o externo".

El enfoque a procesos en las organizaciones es el primer reto que debe asumir las TIC's y así poder guiar a los servicios a ser más dinámicos y versátiles. La trazabilidad que tienen los procesos es la forma en cómo puedo devolverme en el tiempo para saber que sucedió con un proceso.

3.4 ¿Qué es un servicio?

De acuerdo con [4] "un servicio es un medio para entregar valor a los clientes, facilitando los resultados que los clientes quieren conseguir sin asumir costes o riesgos específicos". Los servicios de TI se tienen que enmarcar en un contexto más amplio, para lo cual es necesario reconocer el ciclo de vida del servicio y gestionar los servicios de TIC como segundo pilar fundamental en este creciente desarrollo. El enfoque a los servicios es necesario para que las empresas identifiquen sus servicios y establezcan acciones concretas de cómo obtenerlos de una forma adecuada para su organización.

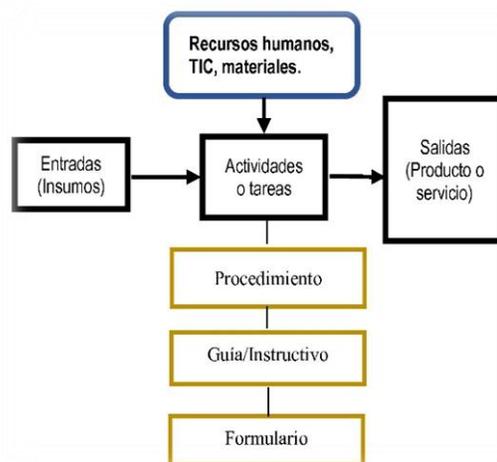


Figura 1. Diseño de proceso.

3.5 Seguridad de la información

Según la [5] seguridad de la información es una función de negocio. Como tal, es fundamental que los profesionales de la seguridad de la información en busca de progresar dentro de una empresa desarrollen habilidades de negocio sanas, además de las habilidades, conocimientos y destrezas funcionales que le faciliten a las TIC utilizar todo su potencial.

3.6 Sistema de seguridad de la información

Según el Instituto de normas técnicas INTECO [6], la adopción de un sistema de gestión de seguridad de la información es una decisión estratégica para una organización.

El establecimiento y la implementación de un sistema de gestión de seguridad de la información de una organización están influenciados por las necesidades de la organización y los objetivos, requisitos de seguridad, los procesos organizacionales utilizados y el tamaño y la estructura de la organización. Se espera que todos estos factores que influyen cambien con el tiempo. El sistema de gestión de seguridad de la información preserva la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información mediante la aplicación de un proceso de gestión de riesgos y da confianza a las partes interesadas de que los riesgos se gestionan adecuadamente, así como los activos de información primarios y secundarios; es realmente de estos donde se inicia la Gestión de las TIC's.

3.6.1 Riesgos

Según la ISACA [9], la gestión de riesgos de seguridad de la información es la segunda área de responsabilidad crítica de la gestión de seguridad de la información contenida en las áreas de práctica laboral. Esta área representa la totalidad del ciclo de gestión del riesgo en una empresa, desde la evaluación hasta la mitigación.

3.6.2 Controles

Según la [9] la selección de los controles depende de las decisiones organizacionales basadas en los criterios para la aceptación del riesgo, las opciones para el tratamiento de riesgos y el acercamiento a la gestión general del riesgo aplicado a la organización, y debería también estar conforme a toda la legislación y regulaciones nacionales e internacionales relevantes. La selección de controles depende también de la manera en que interactúan los controles para proporcionar defensa en profundidad.

3.7 Continuidad del negocio

De acuerdo con [8], la administración de la continuidad de los procesos en la organización debe contener elementos clave los cuales tales como:

- a) Una política,
- b) Personas con responsabilidades definidas,
- c) Gestión de los procesos relativos a:
 - Planeamiento.
 - Implementación y operación.
 - Evaluación de desempeño.
 - Análisis de la gestión.
 - Mejoramiento.
 - Documentación para evidencia auditable.
 - Cualquier proceso del negocio pertinente.

3.8 Qué es la mejora continua?

Según [3], uno de los aspectos medulares para la mejora de procesos y servicios, es la medición, análisis y mejora: aquí se sitúan los requisitos para los procesos que recopilan información, la analizan, y que actúan en consecuencia.

El objetivo es mejorar continuamente la capacidad de la organización para suministrar productos que cumplan los requisitos.

En la parte de mejora se incorpora el Ciclo de Deming, acrónimo de Plan, *Do*, *Check*, *Act* (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Está estructurada en cuatro grandes bloques, completamente lógicos.

La mejora continua se logra por medio del constante monitoreo, corrección de desviaciones y la comunicación de los resultados y la medición de los indicadores a los interesados. La administración de calidad es esencial para garantizar que TI está dando valor al negocio, mejora continua y transparencia para los interesados.

Según [9] la mejora continua emplea el enfoque a procesos, que incorpora el ciclo Planificar-Hacer Verificar-Actuar (PHVA).

El enfoque a procesos permite a una organización planificar sus procesos y sus interacciones. El ciclo PHVA permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, y que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia.

El cumplimiento permanente de los requisitos y la consideración constante de las necesidades y expectativas representa un desafío para las organizaciones en un entorno cada vez más dinámico y complejo. Para lograr estos objetivos, la organización podría considerar necesario adoptar diversas formas de mejora además de la corrección y la mejora continua, tales como el cambio abrupto, la innovación y la reorganización.

Para poder responder a la pregunta inicial, se realizó una serie de actividades de exploración donde se visualizaron las variables de los objetivos establecidos. Estos objetivos están enfocados en definir la funcionalidad del modelo, su uso, y facilidad para que las pequeñas y medianas empresas se empoderen y logren una ventaja competitiva en el mercado.

Según el nivel el alcance de la investigación es descriptiva ya que se realizará una caracterización de un grupo con el fin de establecer sus necesidades y comportamiento en las PYMES dedicadas a las tecnologías, en especial las que están registradas. Utilizando las empresas suscritas al Ministerio de Economía, Industria y Comercio de Costa Rica, que tienen su ubicación física en la GAM (Gran Área Metropolitana), con un tamaño de la población de 276 empresas, la cual se realizó un muestreo aleatorio con un error máximo permitido de 13% y un nivel de confianza de 95%, Y el tamaño de la muestra es de 23 empresas.

Uno de los mayores problemas que se materializan es que las empresas que trabajan con tecnologías no desean mostrar su información ya que consideran que esto puede afectarlas, por

la seguridad, por la competencia, y por otros factores que inciden en el manejo interno; pero si manifiestan su deseo de requerir ayuda para poder mejorar sus procesos, ser más eficientes, lograr crecer y ser más competitivas en un mercado cada vez más cambiante.

La aplicación de la encuesta fue digital a través del sitio oficial de la Universidad destinado para realizar y aplicar este tipo de instrumentos. Se aplicaron preguntas cerradas, abiertas y de opción múltiple, para poder validar no solo lo que respondía cada empresa, también los ejemplos que ellos daban ante las interrogantes abiertas, eso permitió cruzar los datos y validar que tanto conocen de la gestión de las TIC en estas empresas Pymes. Se utilizó la escala de Likert en la encuesta.

4. ¿Cómo surge el modelo?

El modelo de 8 pilares para la gestión de las tecnologías ha surgido para apoyar a estas empresas que trabajan en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y garantizar que integren y alineen la parte estratégica de la organización con la parte técnica según [10], donde el uso eficiente de recursos, su medición y control pueden prevalecer. Además, que puedan administrar las tecnologías de una mejor manera al identificar eficientemente sus procesos y servicios, y lograr a través de ellas generar una ventaja competitiva, orientada a un enfoque de mejora. Este modelo contiene 3 perspectivas, estas son enfoques específicos que de acuerdo con las mejores prácticas y el análisis de datos de las empresas que participaron definieron como áreas donde requieren fortalecer habilidades y para lograr integrar la estrategia, la operativa, la seguridad y continuidad.

Cada perspectiva del modelo asegura que se pueda cubrir un área fundamental de la organización, alineado con lo indicado en el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología [13]. La primera llamada perspectiva estratégica, agrupa la planeación estratégica, que exterioriza los objetivos de la empresa y los enfoca a cubrir toda la organización, la alineación estratégica, se asegura de encaminar los esfuerzos que realiza la línea estratégica con las tecnologías según [11], logrando con ello una posicionamiento externo en el mercado empresarial y como tercer componente está la definición de proyectos según [12], que garantiza que las iniciativas de proyectos que surgen de la línea estratégica se materializan y formen parte de los procesos más sustantivos de la organización.

5. Metodología utilizada

Lo primero es validar los criterios que establece el modelo con empresas pilotos que participan y están registradas en el MEIC y están registradas en la muestra representativa inicial la cual fue definida según [15]. En primera instancia, se les explica que el modelo funciona a través de las guías técnicas metodológicas, las cuales a través de procesos, procedimientos, guías, formularios e indicadores establecen una guía técnica-metodológica para las empresas en cada uno de los pilares.

Inicialmente se empieza con un diagnóstico para determinar el grado de madurez que tienen las empresas con respecto al modelo establecido.

Tabla 1. Empresas que están registradas en la muestra inicial

¿En cuál tipo de PYME se clasifica de acuerdo al personal contratado en un período fiscal?	Cantidad	Porcentaje
Microempresa si el resultado es igual o menor a 10. (A1)	8	34,78%
Pequeña Empresa si el resultado es mayor que 10 pero menor o igual a 35. (A2)	7	30,43%
Mediana Empresa si el resultado es mayor que 35 pero menor o igual a 100. (A3)	8	34,78%

El modelo de madurez tiene 6 niveles que van desde 0 a 5. Los niveles de madurez le ayudan a las empresas a rendir mejor sus capacidades para desempeñar las actividades y les fortalecen sus debilidades para poder incrementar sus ventajas y ofertas de servicios. De acuerdo con el tipo de empresa, micro, pequeña y mediana, y a los resultados del diagnóstico que se realizó, la empresa desarrollará actividades que le ayuden en la implementación de las mejoras en sus organizaciones, además de ofrecerle fortaleza al modelo y versatilidad en su uso frecuente.

Con el fin de poder demostrar la eficiencia del modelo se aplicó este a la empresa SOLTIG S.A., la cual es una empresa 100% costarricense, PYME en tecnología creada desde hace tres años, que ofrece servicios en gestión de la información espacial y georreferenciación. Se inicia con el diagnóstico inicial el 26 de agosto del 2017, donde se establece la revisión de los procesos, servicios, proyectos, recursos, continuidad y seguridad de la información, quedando excluidos los aspectos de planeación y alineación estratégica. El caso de estudio con la empresa SOLTIG logra evidenciar los resultados que tiene la empresa con respecto a cada pilar. Posteriormente se realizó una recopilación de datos y se realiza un análisis de ellos, tomando en consideración la capacidad que tiene los procesos y las actividades requeridas para lograr subir de nivel. Cada uno de estos niveles establece acciones y herramientas que ayudan a la empresa a ubicarse e ir progresando en un proceso paulatino y controlado.

6. Análisis de resultados

Con el fin de poder demostrar la eficiencia del modelo se aplicó este a la empresa SOLTIG S.A. la cual es una empresa 100% costarricense de tipo PYME según [14], su énfasis es en tecnología y ha sido creada desde hace tres años, ofrece

servicios en gestión de la información espacial. Inicialmente se realiza diagnóstico inicial el 26 de agosto del 2017, donde se establece la revisión de los procesos, servicios, proyectos, recursos, continuidad y seguridad de la información, quedando excluidos los aspectos de planeación y alineación estratégica.

De este diagnóstico se arrojan los siguientes resultados: Hay una confusión clara entre los procesos estratégicos y los técnicos. La empresa identifico 34 procesos en la organización, que en realidad son procedimientos. Los procesos claves no están identificados, además tienen que estar vinculados a la organización. Los procesos sustantivos deben desarrollarse. La estrategia que lleva la misión y la visión institucional se debería mantener durante aun cuando durante el paso del tiempo se dedique a otros proyectos o productos.

No tienen un catálogo de servicios ni acuerdos de nivel de servicio asociados. Realizan actividades para levantar

información en el campo, estudios estadísticos, base de datos, visor, pruebas, capacitación. Como la estructura no está documentada la ejecución de actividades no es de conocimiento estándar para ser realizada por otra persona aparte del encargado. Se tiene una perspectiva usualmente operativa. Los procesos de la empresa son Hormiga, acompañamiento y crecimiento para PYMEs, y SOLGTIC GIS, servicios de capacitación, consultoría, levantamiento de GPS y soporte. La valoración inicial de la iniciativa de los proyectos y las propuestas y el retorno de inversión no identifican los costos directos e indirectos. Es necesario la utilización de las guías según las actividades de la organización. No se verifica la rentabilidad y oportunidades de mejora. La utilización de metodologías como SCRUM, se tiene identificado en la empresa. No se tienen puntos de control definidos para la verificación del tiempo y los recursos y el cumplimiento de los objetivos.

Tabla 2. Criterios de evaluación aplicados – agosto 2017

Pilares	Planeación estratégica	Alineación estratégica	Definición de proyectos	Recursos, roles y responsable	Gestión de procesos	Gestión de servicios	Seguridad de la información	Continuidad de negocio
Interrelación o alineación	0	0	2	1	0	1	0	0
Conocimiento	0	0	2	1	0	1	0	0
Repetible documentado	0	0	2	1	0	1	0	0
Efectivo	0	0	1	1	1	1	0	0
Medible	0	0	1	1	1	1	0	0
	0	0	8	5	2	5	0	0
Formula	20							

Tabla 3. Criterios de evaluación aplicados – agosto 2018

Pilares	Planeación estratégica	Alineación estratégica	Definición de proyectos	Recursos, roles y responsable	Gestión de procesos	Gestión de servicios	Seguridad de la información	Continuidad de negocio
Interrelación o alineación	1	1	2	1	1	2	0	0
Conocimiento	1	1	2	1	1	2	0	0
Repetible documentado	1	1	2	1	1	2	0	0
Efectivo	1	0	1	1	2	2	0	0
Medible	1	0	1	1	2	2	0	0
	5	3	8	5	7	10	0	0
Formula	38							

Un resumen de acuerdo con los criterios de madurez definidos determina que la empresa está en un modelo de madurez 1 incipiente, cuando inicia y ahora luego de aplicado los componentes del modelo en el rango de fechas establecido, la ponderación final fue de 38 y le corresponde el nivel 2 de

definido. Es importante definir cómo se puede escalar el modelo como la suma de todos los pilares y la madurez que cada uno representa dentro del modelo y la estructura aplicada. Pues se puede avanzar con algunos componentes y otros elementos se trabajan a posterior.

De los resultados presentados, se visualiza un claro crecimiento en la parte de los procesos, roles y responsabilidades, servicios y definición de proyectos. Las acciones más concretas que realizaron están en la documentación completa de sus procesos mediante las fichas de proceso definidas en las guías, así como la definición de sus procedimientos, guías e indicadores.

En cuanto a servicios, se documentaron los servicios que ofrece la empresa en un catálogo y se asignaron responsables por proceso, además de iniciar con una herramienta para la gestión de incidentes. En cuanto a proyectos se empezó a medir los resultados y costos de este de una forma más estándar y en cuanto a los roles y responsabilidades de cada colaborador se han definido de forma clara y estándar, para facilitar a todos los integrantes de la empresa su acceso y comunicación.

7. Conclusión

Para el futuro próximo se está trabajando con una plataforma consolidada donde las empresas PYMES puedan registrarse con una cuenta y usuario respectivo y logren acceder las guías técnicas, los cursos virtuales y además una serie de herramientas y sistemas automatizados de estructura *Open Source* (sin costo de licenciamiento), para que puedan trabajar específicamente temas como: Proyectos, CRM (*Customer Relation Ship*), mesa de servicio, servidor documental y flujos de trabajo; entre otros. Además, el último componente de este modelo es el llamado Acompañamiento, que es la asistencia de primera mano de un perfil similar a un consultor que realizaran los estudiantes de Licenciatura que están próximos a graduarse, de modo que estos le puedan brindar una serie de recomendaciones a realizar para el uso de las guías técnicas y las otras herramientas y se puedan llevar una constante evaluación del trabajo realizado.

Referencias

- [1] Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan, J. William Pfeiffer. Planeación Estratégica Aplicada. Santa Fe, Bogotá: Mc Graw Hill Interamericana. 1998.
- [2] Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos, Pmbok. Project Management Institute, Inc. Quinta Edición. 2013.
- [3] Acuña, J. A. (2005). Mejoramiento de la Calidad, con enfoque a servicios. (T. de C. Rica, Ed.) (2005th ed.).
- [4] Bon, J. von., Guía de Gestión, Estrategia del Servicio basado en ITIL V3. Holanda: Van Haren Publishing (VHP).2006.
- [5] Asociación de Auditoría y Control de Sistemas de Información, ISACA. página 191 para la posición de gerencia de seguridad de la información. Estados Unidos. 2008.
- [6] Instituto de Normas Técnicas Costa Rica, Norma ISO 27001. Tecnología de la información —Técnicas de seguridad — III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sostenible, Chiriquí, Panamá 27 al 29 de junio de 2018 -66- Sistema de Gestión de Seguridad de la Información. San José. 2014.
- [7] Norma ISO 27002. Sistema de Gestión de Seguridad de la Información. 2014.
- [8] Norma ISO 22301. Instituto de Normas Técnicas Costa Rica, 2015. [9] ISO 9001-2015. Traducción oficial español. Ginebra, Suiza. 2015.
- [9] (INTECO), I. de N. T. de C. Ri. (2014). Tecnología de la información Técnicas de seguridad — Sistemas de gestión de la seguridad de la información — Requisitos.
- [10] ISACA. (2014). COBIT 5. ISACA. <http://www.isaca.org/COBIT/Pages/Cobit-Registration.aspx?pc=WCB5SS>.
- [11] Larios, J. A. C., Silva, L. O. R., & Escoto, M. A. M. (2018). (2018). El proceso administrativo ampliado con enfoque en intervención organizacional, un modelo de mejora continua en MyPES (Diagnóstico). Red Internacional de Investigadores En Competitividad, 8(1), 16.
- [12] López Valerio, C. (2018). Modelo de 8 pilares para las Pymes de TIC's, una mirada en retrospectiva. In Revistas UTP (Ed.), III Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo Sostenible, Chiriquí, Panamá (p. 11). Chiriquí, Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá. revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/download/1789/258.
- [13] Ministerio de Ciencia, T. y T. (2015). Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2021.
- [14] Ministerio de Economía, I. y C. (MEIC). (2002). Ley No8262: Ley de fortalecimiento de las pequeñas y medianas empresas. MEIC.
- [15] Roberto Hernández Sampieri, D. C. F. C. y D. M. del P. B. L. (2014). Metodología de la Investigación. (S. A. D. C. V. Sexta edición, McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed.).

Análisis de la operación de unión en redes de sensores inalámbricos

Axel Rodríguez¹ , Armando Jipsion² 

¹Estudiante de Doctorado en Ingeniería de Proyectos, ²Docente/investigador
Universidad Tecnológica de Panamá

¹axel.rodriguez2@utp.ac.pa; ²armando.jipsion@utp.ac.pa

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2173>



Resumen: El consumo de energía es un factor importante en el rendimiento y la vida útil de las redes de sensores inalámbricos. Las redes de sensores inalámbricos están conformadas por módulos de sensores distribuidos geográficamente en un área determinada con el objetivo de recopilar información necesaria para las distintas mediciones en las investigaciones científicas. La transmisión de los datos es el factor principal en el consumo de energía en una red de sensores inalámbricos. Los datos de los nodos de la red conforman los registros para una base de datos distribuida. La unión de estos registros antes de la transmisión garantiza que se difundan menos datos y, por lo tanto, se requiere menos energía en las redes de sensores inalámbricos. Los sistemas actuales de base de datos para redes de sensores inalámbricos, como verbigracia: TinyDB o Cougar, pueden proporcionar una función de consulta similar a SQL. Por ejemplo, pueden hacer una función agregada GROUP-BY. Sin embargo, no son compatibles con la operación de consulta de unión. En este estudio, analizamos la operación de unión, la cual es de suma importancia en la transmisión de un conjunto de datos determinado fuera de línea. Los resultados de la evaluación experimental para esta investigación demuestran que es útil implementar la operación de consulta de unión en el entorno de las redes de sensor inalámbrico, a fin de que podamos garantizar el ahorro de energía de los sensores y por ende la vida útil de los mismos.

Palabras clave: Red de sensores inalámbricos, consulta de unión, TinyDB.

Title: Analyzing the necessary of join operation in sensor network.

Abstract: Power consumption is a significant factor in the performance and lifetime of wireless sensor networks. Wireless sensor networks entail sensor modules that are geographically distributed over a given area to collect data. Transmission of the data is the primary factor in the power consumption in a wireless sensor network. The data from the nodes of the network make up tuples of a distributed database. Joining these tuples before transmission ensures that less data is transmitted and thus less power is required. Current wireless sensor network database systems, such as TinyDB[1] or Cougar[2], can provide SQL-like

query function. For example, they can do GROUP-BY or Aggregate function. However, they don't support join query operation. In this report, I tried to analyze the necessary of join operation by a given dataset off-line. The experimental evaluation results show that it is useful to implement join query operation in wireless sensor network environment.

Key words: Wireless Sensor Network, Join Queries, TinyDB.

Tipo de artículo: original

Fecha de recepción: 9 de agosto del 2018

Fecha de aceptación: 17 de octubre de 2018

1. Introducción

Una red de sensores inalámbricos se compone de varios módulos de sensores que se llaman nodos. Los nodos recopilan datos a través de los sensores y los transmiten a la ubicación deseada llamada sumidero o nodo central. Los nodos pueden tener capacidades de procesamiento y almacenamiento. Un nodo sensor es una fuente de datos que genera los registros. Diferentes nodos en la misma red pueden crear registros del mismo tipo; que a su vez pueden agruparse a fin de conformar una base de datos distribuida. Algunas aplicaciones de la red de sensores inalámbricos incluyen domótica y agricultura. Los registros del sensor se pueden considerar como registros de una base de datos lógica en el sistema de base de datos físicamente distribuido. Una de las principales operaciones en la base de datos que involucra tuplas es una consulta de combinación. Las investigaciones en el campo de la electrónica y las comunicaciones luchan por encontrar estrategias para maximizar el tiempo de batería de las redes de sensores inalámbricos (WSN) con el fin de ahorrar energía. El poder efectuar la consulta de unión de los datos antes de su transmisión nos permitirá efectuar un ahorro de energía es decir se efectuará una depuración de los datos antes de su transmisión.

WSN es una tecnología emergente que se ha considerado como una herramienta muy útil para dominios variantes, como la detección de hábitats y el monitoreo de volcanes [3]. Sin embargo, los nodos de sensores inalámbricos son bien conocidos por sus recursos limitados. Por ejemplo, tienen muy poca potencia, velocidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento y ancho de banda de comunicación. Estas limitaciones de recursos conducen a nuevos desafíos de investigación.

En cuanto a la gestión de datos en la red de sensores inalámbricos, existen dos sistemas de bases de datos principales. Uno es TinyDB [1], y otro es Cougar [2]. Ambos sistemas proporcionan una función similar al lenguaje de consulta de base de datos (SQL).

Los usuarios pueden recopilar datos de la red de sensores emitiendo un lenguaje de consulta similar a SQL. Estos sistemas también desarrollaron consultas agregadas a las consultas de base de datos como, COUNT, SUM y AVG. Estas técnicas de agregación dentro de la red pueden reducir significativamente la cantidad de transmisión de datos; ya que reducen la potencia de los nodos del sensor y pueden conducir a su destrucción afectando la transmisión de los datos en las redes WSN.

Sin embargo, en ciertos escenarios, las consultas simples de selección o agregación no son lo suficientemente buenas para manejar todos los requisitos de consulta del usuario. Un escenario es que podríamos interesarnos en rastrear las correlaciones entre los datos del sensor en una ventana de tiempo para hacer la detección del evento. Por ejemplo, en el monitoreo de volcanes, los científicos están interesados en las presiones detectadas dentro de una determinada región alrededor de la montaña volcánica. Después de notar que la actividad volcánica de la montaña se ha incrementado, es posible que deseen saber si las presiones detectadas han pasado un cierto umbral y si aumentan continuamente dentro de un período de tiempo. Esta consulta se puede escribir en esta forma.

```
SELECT P1.pressure, P1.time, P2.pressure, P2.time
FROM Pressure AS P1, Pressure AS P2
WHERE P1.pressure > threshold
AND P2.pressure > P1.pressure
AND P2.time > P1.time
```

En esta consulta, el valor umbral es un valor constante dado por el usuario, y la tabla Presión representa la tabla en el nodo sensor, que recopila información de presión. A partir de esta consulta, podemos observar que hay una operación de unión allí.

En el sistema de base de datos existente en la red de sensores, no proporcione la función de unión. Si uno quiere realizar esta consulta, tiene que pedir a todos los nodos del sensor que envíen de vuelta sus datos a la estación base, y luego dejar que la estación de peaje realice las operaciones de unión. Sin embargo, esto daría como resultado una alta transmisión de datos y reduciría el recurso de potencia para cada nodo. Por lo tanto, es importante implementar la operación de unión para reducir la alta transmisión de datos para este tipo de escenarios.

Las siguientes secciones se resumen a continuación. La sección 2 describe el enfoque para implementar la operación de unión en la red de sensores. La sección 3 describe el entorno de nuestro experimento y es el resultado experimental. Finalmente, concluimos este experimento en la sección 4.

Una unión es una operación de base de datos que implica la coincidencia de registros (tuplas o filas) dependiendo de si se cumple un predicado particular o no. La relación lógica, en este caso, podría ser una tabla. Dadas dos tablas L y R, una unión entre las tablas L y R es una concatenación de las tuplas en L a aquellas en R cuando se cumple una condición específica. En redes de sensores inalámbricos, se realiza una unión entre nodos de sensores en la misma región de la red de sensores inalámbricos. Las uniones se pueden implementar de dos maneras: unión externa y uniones internas. Las uniones externas se implementan en las estaciones base. Eso significa que los datos se transmiten antes de que se implementen las uniones.

Esto conduce a un alto consumo de energía ya que se deben enviar más datos y cada sensor de la red de sensores inalámbricos está involucrado en la transmisión. Las uniones internas / dentro de la red ejecutan uniones en los nodos antes de transmitir los resultados a las estaciones base. Los operadores de

la consulta se envían a la red y cada nodo ejecuta la consulta. El resultado es intermedio para la consulta. Las tuplas del sensor se procesan dentro de la red antes de la transmisión a la estación base. En efecto, se transmiten menos mensajes y la transmisión usa menos energía.

2. El enfoque para implementar la operación de unión en la red de sensores --- TPSJ [4]

En esta sección, describiremos brevemente el enfoque para implementar la operación de unión en la red de sensores. Este enfoque se denomina auto-unión de ventana de dos fases (TPSJ) [4]. La sección 2.1 define el escenario de ejecución. La sección 2.2 describe el enfoque TPSJ.

2.1 Escenario de ejecución

El escenario de ejecución que nos interesa es encontrar las correlaciones entre los datos del sensor dentro de una ventana de tiempo. La correlación aquí significa la relación entre los datos sea una muestra única. El formulario de consulta general de este requisito se puede definir como la siguiente forma:

```
SELECT S1.AT1, S2.AT2
FROM Sensor AS S1, Sensor AS S2
WHERE p1(S1.AT3)
AND p2(S1.attj, S2.atth)
AND window (S1.ts, S2.ts,W)
```

donde Sensor es una tabla en nodos de sensor, p1 es un predicado para el filtrado de datos, p2 es un predicado para la operación de unión, y Windows (S1.ts, S2.ts, W) es un predicado conceptual para restringir la muestra en un período.

2.2 Enfoque de selfjoin en dos fases (TPSJ)

En esta sección discutimos el enfoque TPSJ. Básicamente, como sugiere el título, TPSJ se puede dividir en dos fases, que son la descomposición de consultas y el proceso de autoensamblado. La idea básica de hacer esto es hacer que la consulta original sea más eficiente. La consulta original se descompondrá en las siguientes dos formas:

Forma 1:

```
SELECT S.AT1 INTO R1
FROM Sensor AS S
WHERE p1(S.AT3)
```

Forma 2:

```
SELECT S.AT2
FROM R1, Sensor AS S
WHERE p2 (R1.attj, S.atth)
AND window (R1.ts, S.ts,W)
```

De la forma 1, sería la primera fase en TPSJ, y de la forma 2, sería la segunda fase en TPSJ. La primera fase tiene dos propósitos. Un propósito es seleccionar algunas tuplas que puedan contribuir con el resultado final. Estas tuplas se usarán para filtrar datos en la fase dos. Otro objetivo es determinar cuándo iniciar una operación de unión de ventana. Si el formulario 1 devuelve más de una tupla de regreso a la estación base, luego emitiremos la segunda consulta.

El propósito de la segunda fase es usar la tupla candidata en la fase uno para realizar la operación de unión para hacer la detección de eventos dentro de una ventana de tiempo. Usemos la forma de consulta de monitoreo de volcanes en la sección 1 para dar un ejemplo. La descomposición de la consulta de fase uno sería la siguiente:

```
SELECT P.pressure, P.time INTO R1
FROM Pressure AS P
WHERE P.pressure > threshold
```

En la figura 1 ejemplificamos la ilustración de la consulta anterior.

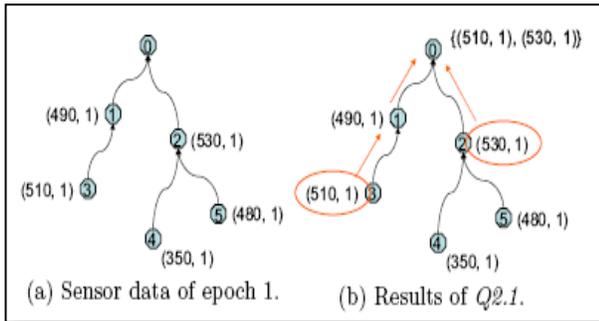


Figura 1. Fase uno tomada de [5].

En la figura 1, cada nodo del sensor mantiene una tabla que consiste en la lectura del sensor y la época. El nodo 0 es nuestra estación base para recopilar datos. El valor de umbral en la figura 1 es 500. La figura 1 (a) muestra cada una de las lecturas del sensor en la fase uno, y la figura 1 (b) es el resultado de la fase uno. Los nodos 3 y 2 satisfacen con el predicado, por lo que envían su valor de lectura a la estación base.

La descomposición de la consulta de la fase dos sería la siguiente:

```
SELECT P.pressure, P.time
FROM R1, Pressure AS P
WHERE P.pressure > R1.pressure
AND window (R1.time, P.time, h)
```

Utilizaremos la figura 2 como un ejemplo para la ilustración de la consulta anterior.

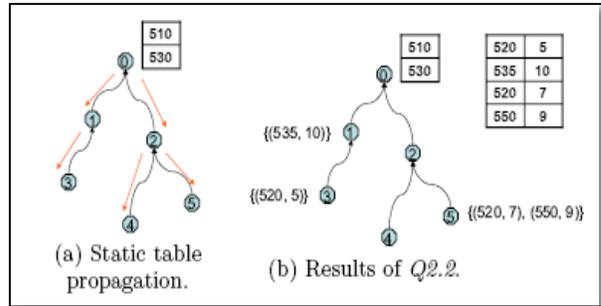


Figura 2. Fase dos tomada de [5].

En la figura 2, el tamaño de la ventana (h) es 10 y en la parte (a), la estación base inyecta los resultados de la primera fase en la red. Cada nodo sensor ahora tiene esta tabla, que tiene 510 y 530 lecturas. Después de diez fases, los nodos 1, 3 y 5 tienen lecturas que son mayores que 510 y 530. Por lo tanto, el resultado final está dado por la lectura de datos del nodo 1, 3, 5.

3. Experimento

En nuestro experimento, utilizaremos el conjunto de datos del laboratorio de Intel en Berkeley California [5] y MySQL para analizar el algoritmo TPSJ. El esquema del conjunto de datos es el siguiente:

Date	time	epoch	id	temp	humidity	light	volt
------	------	-------	----	------	----------	-------	------

En nuestro experimento, solo utilizamos los atributos en color rojo para hacer el análisis. La topología de red se muestra en la figura 3.

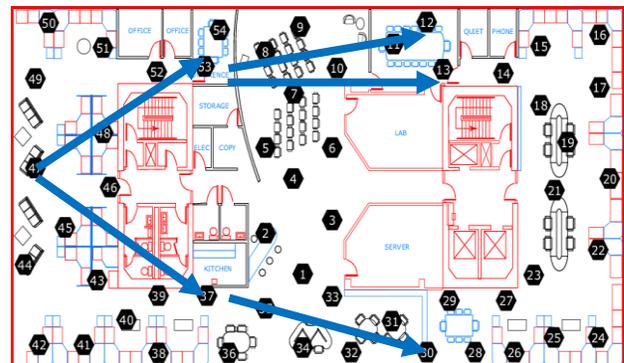


Figura 3. Topología de red.

La figura 3, es el mapa del laboratorio de investigación de Intel en Berkeley. Hay 54 nodos de sensor en este laboratorio. Para este experimento, utilizamos el nodo 47, 53, 12, 13, 37 y 30 para formar una topología de árbol. El nodo 47 es la estación base.

La consulta para evaluar el TPSJ en este experimento es la siguiente:

```
SELECT A.id, B.id, A.humidity, B.humidity
FROM sensor as A, sensor as B
WHERE A.humidity > threshold
AND A.humidity > B.humidity
AND window (B.epoch, A.epoch, h)
```

Además de TPSJ, también tratamos de analizar el método tradicional para lograr la operación de unión. Es decir, todos los sensores envían las lecturas de sus sensores a la estación base y permiten que la estación base se una a la operación. Mediante esta comparación, podemos analizar las operaciones de unión necesarias en la red de sensores.

La métrica de evaluación para este experimento es la cantidad de transmisión de datos en toda la red. La figura 4, muestra el resultado experimental.

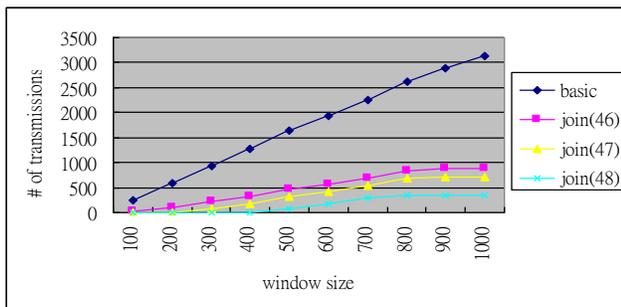


Figura 4. Número de transmisiones de datos en la red.

La línea básica indica el método tradicional para lograr la operación de unión. La unión (N) significa que establecemos que el valor umbral sea N en TPSJ. En este caso, el umbral es igual a 46, 47 y 48 respectivamente. Para el tamaño de la ventana, el rango es de 100 a 1000.

En la figura 4, podemos ver que el TPSJ es mucho más externo que el método básico, especialmente cuando la selectividad es baja, es decir, un valor umbral más alto.

4. Conclusión

Nuestro resultado experimental muestra que la operación de unión puede reducir drásticamente la cantidad de transmisión de tuplas en la red. El consumo de energía es un punto importante de consideración con respecto al costo en la implementación de redes de sensores inalámbricos. Las redes de sensores inalámbricos usan la potencia para procesar y transmitir datos. Sin embargo, la cantidad de energía utilizada en la transmisión de datos es mucho mayor que la utilizada en el procesamiento de datos. Las operaciones de uniones de base de datos dentro de la red de sensores, consumen menos energía porque se reduce la cantidad de datos que se transmitirán a la estación base. Por lo tanto, podemos concluir que la operación de unión es necesaria para la red de sensores y garantizar su vida útil.

Referencias

- [1] A. Agrawal, L. Gupta, and B. K. Behera, "Query Processing in Wireless Sensor Network," vol. 3, no. 1, pp. 1–6, 2013.
- [2] D. O. Kim, L. Liu, I. S. Shin, J. J. Kim, and K. J. Han, "Spatial TinyDB: A spatial sensor database system for the USN environment," *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 2013, 2013.
- [3] D. Gupta, "Wireless Sensor Networks 'Future trends and Latest Research Challenges,'" *IOSR J. Electron. Commun. Eng. Ver. II*, vol. 10, no. 2, pp. 2278–2834, 2015.
- [4] S. Mo, Y. Fan, Y. Li, and X. Wang, "Multi-Attribute Join Query Processing in Sensor Networks," *J. Networks*, vol. 9, no. 10, pp. 2702–2712, 2014.
- [5] X. Yang, H. B. Lim, T. M. Özsu, and K. L. Tan, "In-network execution of monitoring queries in sensor networks," *Proc. 2007 ACM SIGMOD Int. Conf. Manag. data - SIGMOD '07*, p. 521, 2007.
- [6] <http://db.csail.mit.edu/labdata/labdata.html>

Malcom McLean: Ideó el contenedor cambiando la logística marítima y le dio armas a la globalización

Manaen Bobadilla¹ , Abdiel Pino² 

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Ingeniería en Logística y Cadena de Suministro, Facultad de Ingeniería Industrial.

²Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ciencias y Tecnología.

¹manaen.bobadilla@utp.ac.pa; ²abdiel.pino@utp.ac.pa

DOI <https://doi.org/10.33412/pri.v10.1.2177>



Resumen: *El hombre que inventó el primer contenedor de la historia enfrentó retos y obstáculos, superando todos y cada uno de ellos con gran tenacidad. Su legado ha sido un ejemplo de lucha, perseverancia, basado en la observación y recolección de datos bajo la perspectiva innovadora, que son elementos que marcan la historia. La trayectoria de Malcom McLean es el retrato de la perseverancia y la voluntad de realizar cambios, partiendo de la brillante e innovadora idea de implementar contenedores, un aspecto que podría verse como simple, pero de gran transcendencia para el transporte logístico. El inventor de la contenedorización no se imaginó cómo su proyecto impulsaría el crecimiento de la logística del transporte y el desarrollo del concepto de estandarización, como también el beneficio de aplicar la economía de escala, de allí que la contenedorización llegaría a convertirse en una de las bases importantes de la globalización al aumentar el traslado de productos de manera segura a un menor costo económico.*

Palabras clave: Contenedores, globalización, logística.

Title: Malcom McLean: He conceived the container by changing maritime logistics and gave arms to globalization.

Abstract: The man who invented the first container of history faced challenges and obstacles, surpassing each and every one of them with great tenacity. His legacy has been an example of struggle, perseverance, based on observation and data collection under the innovative perspective, which are elements that mark history. Malcom McLean's career is a portrait of perseverance and the will to make changes, based on the brilliant and innovative idea of implementing containers, an aspect that could be seen as simple, but of great importance for logistics transport. The inventor of the containerization did not imagine how his project would boost the growth of transport logistics and the development of the concept of standardization, as well as the benefit of applying the economy of scale, hence the containerization would become one of the important bases of globalization by increasing the transfer of products safely at a lower economic cost.

Key words: Containers, globalization, logistics.

Tipo de artículo: histórico

Fecha de recepción: 3 de febrero de 2019

Fecha de aceptación: 8 de marzo de 2019



Figura 1. Malcom McLean [11].

La historia de la globalización se unifica, de cierta manera, con el desarrollo de la logística que es el ejemplo vivo de la búsqueda del progreso constante del ser humano, desde esta disciplina, para lograr el traslado de bienes y servicios que se encuentran en distintos y distantes lugares, y es que, una idea elaborada para solucionar una dificultad puede transformar el entorno y la forma en que se realizan ciertas actividades y un claro ejemplo es la innovación puesta en marcha por el emprendedor Malcom McLean; con una idea, que, aunque parece sencilla, desafío en su momento a los mecanismos logísticos establecidos, los parámetros laborales y proporcionó el ambiente ideal para el auge de la globalización.

La revolucionaria idea de los contenedores fue originada por el joven de la ciudad de Maxton, Carolina del Norte, quien con arduo esfuerzo se convirtió en un emprendedor de la logística. Demostrando así que, el lugar de origen no es un factor limitante para la auto superación y la importancia de la consagración de una idea para alcanzar los objetivos propuestos. La idea de los contenedores de McLean no fue aceptada ni generalizada de inmediato, muy por el contrario, encontró oposición y rechazo a la adaptación de los nuevos cambios, por otro lado, tampoco los puertos fueron adaptados para los contenedores, sin embargo, esto no fue obstáculo ni razón para que McLean perdiera entusiasmo en continuar con su innovadora idea. La implementación generalizada de los contenedores y el primer recorrido tras-atlántico sucedió en mayo de 1966 llevada a cabo por una navío petrolero llamado Fairland, la ruta trazada fue de New York-al puerto de Rotterdam [1], el navío estaba adaptado para el transporte de contenedores y transportó 228 contenedores iniciando, de esta manera, la revolución del comercio mundial y el proceso conocido como contenerización.

Este acontecimiento, es de suma importancia para la globalización, ya que permite el intercambio de mercancía mundial, disminuye los costos de inversión por parte de la empresa distribuidora, permitiendo que el consumidor adquiera los productos a menor costo, por otro lado, se impulsa el crecimiento del comercio mundial, se oferta mayor cantidad de plazas de empleos en los puertos y aumenta la gama o cantidad de productos que se logran transportar por medio de contenedores [2]. Antes de la existencia de los contenedores, las mercancías eran manipuladas con el uso de herramientas rudimentarias; guardadas en sacos, estas a su vez eran trasportadas a los camiones, estos trasportaban la mercancía a los barcos y de los barcos, era necesario trasladar la mercancía nuevamente al camión de transporte, lo que significaba una inversión y pérdida de tiempo para cumplir con las entregas en cada puerto, como también, la mercancía corría el peligro de ser hurtada, esto representaba una pérdida significativa para la industria.

Sus inicios como emprendedor

Cabe destacar que McLean no solo observaba un conflicto, sino que, buscaba soluciones a su dificultad. Malcolm McLean nació en el año 1913 en la pequeña y poca industrializada ciudad de Maxton, al Norte de Carolina en Estados Unidos de América. Asistió a la escuela primaria o Grammar School. Se esforzó para ayudar en el sustento de su familia en una época de crisis económica conocida como la Gran Depresión. En sus inicios, Malcolm, trabajó como granjero y después se desempeñó como operador de una pequeña estación de gasolina, fue allí donde un cliente le consultó sobre dónde podría obtener los servicios de un camionero de esta manera, es como inicia el desarrollo de su idea y el crecimiento emprendedor del ingenio natural para plantear soluciones. McLean siempre fue un hombre visionario y con motivación, superaba sus limitaciones económicas, por lo que decidió comprar un camión pickup en \$150.00; con solo \$ 30.00 al contado; esta compra se convirtió en el primer paso para empezar su empresa “McLean Trucking” que llegó a ser una de las pioneras compañías de trasportes de camiones de los Estados Unidos de América [3].

La historia se remonta cuando McLean a la edad de 21 años esperaba que descargasen la mercancía de su camión en la zona portuaria de Carolina del Norte, mientras esperaba, pudo observar el gran esfuerzo que demandaba de los estibadores y el tiempo perdido, como también, lo que significaba trasladar los fardos o cajas de algodón de los camiones para ubicarlo en el buque. Y en esas circunstancias surgió uno de sus pensamientos claves “que fácil sería tomar el camión en sí, su caja y ponerla sobre cubierta”. La empresa aumentó su capital económico y se convirtió en una naviera, comprando a Waterman Steamship la naviera Pan-Atlantic, Streamship Company por siete millones de dólares. Era propietario de siete barcos tipo C-2, que fueron construidos en los años de la Segunda Guerra Mundial. Luego adquirió el Waterman Steamship, con financiamiento del First National City Bank de Nueva York y de White Weld, un prestigioso banco de

inversiones, actualmente desaparecido, en 42 millones de dólares [4].

Fue entonces cuando Malcom McLean diseñó una caja de 35 pies de longitud para proceder a un reparto, incursionando en su idea, logró subir la carga completa al buque utilizando el contenedor. El primer contenedor recorrió la ruta New York-Houston en el año 1956; a bordo de dos barcos el Ideal X y el Almena.

En situaciones de crisis, siempre se mantuvo firme en sus ideales y en la constante búsqueda de crecimiento de su proyecto e invenciones [5].

Como todo proyecto innovador o invento que se aplica en un área laboral, surge la resistencia al cambio o modificación; sucedió lo mismo con los contenedores de McLean; no fue sencillo desarrollar e implementar el uso de los contenedores. Una de las razones era la confrontación de los estibadores, a quienes les preocupaba perder sus puestos de trabajo, también existieron dificultades en los puertos, por ejemplo, en el puerto de Nueva York no aceptaron de inmediato la revolución del contenedor e invirtieron erróneamente en aumentar la capacidad de los muelles tradicionales que se encontraban obsoletos.

La creación de la compañía Sea-Land fue un reto para McLean porque debía mantener a flote una empresa que se encontraba rodeada por un entorno económicamente inestable. La inversión obtuvo resultados cuando se resolvió construir un nuevo puerto de contenedores en la ciudad de Elizabeth, Nueva Jersey, llegando a ser éste, un patrón para los futuros puertos que se construirían. Se empezaron a comprobar las ventajas de los contenedores como la reducción del costo, reducción de hurtos en el cargamento y el tiempo de carga y descarga se acortaba. McLean vendió la compañía Sea-Land por \$160 millones en el año 1969[6].



Figura 2. Primer contenedor de la historia [11].

McLean, firme en su innovación, aprovechó las dificultades logísticas que acaecieron en la guerra de Vietnam para expandir su invención en Asia, aumentando así, la cantidad de puertos adaptados para trabajar con contenedores dando como resultado una revolución en el transporte marítimo. Por lo antes mencionado, se puede decir que, McLean, es uno de los pioneros en establecer las herramientas o medios que inspiraron e impulsaron la globalización. Malcom McLean fallece en el año

2001, siendo irrisorio conocido por el impacto global de su innovación.

Importancia de los contenedores en el proceso de globalización

La invención de los contenedores de McLean garantizó una ventaja a la globalización y a la logística internacional; permitió la mecanización de las tareas de carga y descarga en los diferentes puertos o centros logísticos, de igual manera, se evitó ocasionar daños a la mercancía o actos de sustraer contenido de la mercancía y la estandarización de los contenedores que es muy importante para la globalización [7].

Al lograr disminuir el costo del transporte de bienes, facilitó la continuación del proceso de globalización de la economía mundial. En el ámbito de la logística, permitió la economía de escala, elevó la internacionalización de las mercancías, como también el mejoró el manejo de esta. Y, actualmente, la movilización de contenedores es un elemento de evaluación para determinar el rango de eficiencia o buen desarrollo que posee un puerto. En la actualidad se han desarrollado ciertas modificaciones en los materiales utilizados en la construcción de los contenedores que pueden ser de acero, aluminio entre otros; cabe destacar que, el material de construcción es una variante a destacar por sus posibles ventajas o desventajas. La modificación de los contenedores facilita la variedad de mercancía que se puede trasportar existiendo la modalidad del uso de contenedores refrigerantes.

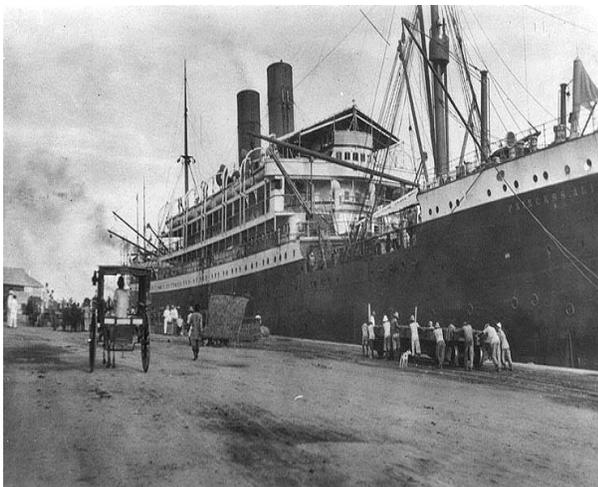


Figura 3. Sistema de transporte de carga antes del invento del contenedor [9].

Cabe mencionar que, en el campo de la logística marítima la utilización generalizada de los contenedores dio paso al diseño y la construcción de buques cargueros y al proceso de plan de estiba utilizando grúas pórtico, actualmente la eficiencia y rentabilidad de los puertos marítimos se mide por la cantidad de contenedores que se descargan y cargan en un lapso limitado de tiempo, esto depende de la tecnología empleada o la cantidad de movimientos que sea posible realizar por la grúas móviles

portuarias. En el puerto de Hamburgo, Alemania, se encuentra la terminal marítima de contenedores de *Altenwerder* que implementa grúas automatizadas mediante un software que ejecuta 165,2 movimientos por hora logrando descargar 8,759 contenedores en un lapso de 50 horas [10]. El contenedor permite realizar un sistema eficiente de transporte de puerta a puerta a escala mundial, reduciendo los costes de estiba.

Por ende, es evidente que, el uso de contenedor modificó la estructura, la organización de los puertos y dio inicio al proceso de transporte intermodal, en la cual los sistemas logísticos que posean diferentes medios de transporte con la capacidad de trasladar contenedores sean mediante sistema ferroviario o en carreteras siempre estarán interconectados, situación que, favorecerá a los países que posean la facilidad de ofertar diferentes sistemas de transporte. Por ende, todos los sistemas de transporte de mercancías o productos internacionales han evolucionado con el objetivo de facilitar el traslado de los contenedores. Dando como resultado un amplio y constante proceso de globalización [11].

Las medidas estándar de los contenedores están fijadas en las reglas ISO-668:1995 y la ISO 1496-1, el tipo de contenedor de mayor uso en la logística marítima es de dos TEUs, características de 8 pies de anchura y 8,6 pies de altura. En resumen, el impacto de los contenedores en los puertos es evidente mediante el aumento de la mecanización, la creación de zonas francas y puertos secos (Inland Container Depot) que constituyen zonas ferroviarias en la cual se realiza cambio modal de los contenedores del ferrocarril al camión y viceversa siendo los puertos secos áreas que amplían la influencia de los puertos marítimos que lo utilizan. A darse una ruptura de mercancía se debe redistribuir, por ende, se crea la posibilidad de agregar valor a los productos al realizar el cambio modal por medio de mecanismos como el embalaje, tipos de etiquetado, control de calidad y control fiscal [12].

El crecimiento del comercio marítimo internacional ha facilitado el inicio de operadores logísticos que gestionan las mercancías con una visión de red portuaria, puertos regionales y en un último nivel, el transporte marítimo de cabotaje para pequeños o medianos recorridos con el objetivo de trasladar carga a puertos con poca demanda de mercancías.

El elemento que permitió la globalización y el crecimiento del intercambio de productos de un lugar de origen a una zona de consumo fue y seguirá siendo los contenedores. La idea de Malcom McLean renovó la logística mercantil el Siglo XXI, aportando las herramientas necesarias y el ambiente propicio de intercambio de bienes y servicios en un mercado internacional de oferta y demanda proporcionando el libre comercio, proceso conocido como globalización.

Honores y logros

Constan en los registros estatales y en oficinas de patentes las distinciones y premiaciones con las cuales fue galardonado y en su memoria se continúan premiando a los diferentes innovadores que revolucionan la historia de la humanidad.

- En 1982, fue incluido como miembro del Salón de la Fama de Negocios por la agencia Fortune.

- En 1995, American Heritage lo galardonó como uno de los diez innovadores sobresalientes de los últimos 40 años. Siendo un reconocimiento por su aporte como innovador en una época de restricciones comerciales y generalizado crecimiento de políticas públicas de aranceles por parte de las naciones industrializadas.
- En el año 2000, se le dio el reconocimiento de Hombre del Siglo por el Salón Internacional de la Fama Marítima.
- En el año 2000, recibió un grado honorario de la Academia de Marina Mercantes de los Estados Unidos.
- La empresa Trailer Bridge, Inc., fundada por McLean en el año 1992, otorga anualmente el premio Malcom McLean Innovative Spirit (Espíritu Innovador). El premio posee el propósito de reconocer el esfuerzo y excelencia académica de un estudiante graduado de la Universidad de George Mason.
- Malcom McLean es la única persona que ha fundado tres compañías que posteriormente cotizaron en la Bolsa de New York y otras dos compañías en el NASDAQ.
- En 1982, Fue incorporado al Salón de la Fama de (Junior Achievement) de los Archivos Junior de los Estados Unidos. Un reconocimiento por su constante entrega al desarrollo económico de los Estados Unidos.

Referencias

- [1] González Laxe, Fernando, "El contenedor: la caja que cambió el mundo económico. Repercusiones sobre la Galicia marítima," Catedrático de Economía y director del Instituto de Estudios Marítimos. Universidad de Coruña, Centro de Investigación Económica y Financiera. segundo trimestre 2007, pp.43-55. Disponible en: <http://www.udc.es/iuem/documentos/monografias/2007-2.pdf>.
- [2] Valdes, Ricardo, "Los 50 años del invento del contenedor," Conferencia efectuada el 29 de noviembre en EXPONAVAL, 2006, presidente de la Compañía Sud-Americana de Vapores S.A. Vicepresidente de la Fundación Mar de Chile.
- [3] Schettini Neira, Gino, "Contenedores, envases y embalajes y unitarización," Instituto de desarrollo y comercio exterior, Analista en Comercio Exterior. Disponible en: Saxon, Wolfgang, "M.P. McLean, 87, Container Shipping Pioneer (Pionero del transporte de contenedores)," The New York Times, Retrieved 2015-07-22. <http://www.nytimes.com/2001/05/29/nyregion/m-p-mclean-87-container-shipping-pioneer.html>
- [4] Cudahy, Brian, "The Containership Revolution: Malcom McLean's 1956 Innovation Goes Global," National Academy of Sciences. Edición 246, septiembre-octubre 2006. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/trnews/trnews246.pdf>
- [5] Simth S., Scott, "Malcom McLean Made Waves with Shipping Containers," investors.com. junio 25, 2014. <http://www.investors.com/news/management/leaders-and-success/malcom-mclean-invented-better-shipping-containers/?ven=schf&src=aurldhz>
- [6] Levinson, Marc, "The box that changed Asia and the World," 3.13.2006 Forbes. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20070301050148/http://members.forbes.com/global/2006/0313/030.html>
- [7] Comunicación Moldtrans, "Origen e historia de los contenedores del transporte," 6.26.2015. Disponible en: <https://www.moldtrans.com/origen-e-historia-de-los-contenedores-del-transporte-maritimo/>
- [8] Ruiz Vázquez, Mónica, "Puerto de Hamburgo: Modelo de exportación," 4.18.2006 DW Noticias-Economía. Disponible en: <https://www.dw.com/es/puerto-de-hamburgo-modelo-de-exportacion/a-16740132>.
- [9] Grupo Tiba, Blog Logística y Transporte, "Historia del Contenedor marítimo," 4.29.2016. México. Disponible en: <https://www.tibagroup.com/mx/mclean-y-la-caja-que-cambio-la-historia-del-comercio>.
- [10] Martínez, Carlos Mey, "Derecho del Mar y de la Navegación Puerto, Contenedorización de la Carga," Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Argentina. 10.2005 Historia y arqueología marítima, Disponible en: <http://www.histarmar.com.ar/Legales/RegimenLegalTEU.html>

"El fin de la ciencia especulativa es la verdad, y el fin de la ciencia práctica es la acción."-Aristóteles

ADIVINANZAS

- Cuantos más das, más dejas atrás. ¿Qué soy?
- ¿Qué es lo que puedes encontrar una vez en un minuto, dos veces en un momento y ninguna vez en cien años?
- Lastimamos sin movernos, envenenamos sin tocar. Podemos dar la razón y engañar. Nunca nos juzgan por el tamaño. ¿Quiénes somos?
- Aliméntame y viviré, dame agua y moriré. ¿Quién soy?
- Cuanto más le quitas, más grande se vuelve. ¿Qué es?
- Crudo no se come; cocido se bota. ¿Qué es?
- No uses nada ni utilices una calculadora. Suma 40 más 1000. Más otros 1000. Más 30. Más 1000. Más 20. Más 1000. Y más 10. ¿Cuánto es?
- Si cuatro chicos en tres días se beben diez jarras de leche y cinco chicas en seis días se beben veinte jarras ... bebiendo todos juntos, ¿En cuánto tiempo se beberán un tonel con capacidad para sesenta jarras?
- En un corral hay gallinas y conejos. Si se cuentan las cabezas hay 23 y si se cuentan las patas hay 62. ¿Cuántas gallinas y cuántos conejos hay?
- 1 - 11 - 21 - 1211 - 111221 - 312211 Completa la serie, ¿qué número es el siguiente?
- Hay dos hermanas, una de las cuales engendra a la otra, y ésta a su vez engendra a la primera.
- ¿Cuántos animales tengo en casa si todos son perros menos dos, todos son gatos menos dos y todos son conejos menos dos?
- Quien lo hace, no lo necesita. Quien lo compre, no le sirve para nada. Quien lo usa no puede ni verlo ni sentirlo. ¿Qué es?
- ¿Cuál es el siguiente número en esta secuencia?
31, 41, 43, 47, 53, ____
- Un taxi le cobra \$ 1.50 por el primer kilómetro y \$.90 por cada kilómetro adicional. ¿Hasta dónde podría ir por \$ 20 si le da al conductor una propina de \$ 2?

Soluciones - adivinanzas
M, 13112221, pasos, 15 y 8, laurel, nueve, palabras
4100, fuego, día y noche, foso, 59, atadú, tres, 19, 33

SUDOKU

Instrucciones

Tienes que completar todas las casillas existentes teniendo en cuenta que no pueden coincidir dos números iguales en la misma fila o en la misma columna, o dentro de una misma área resaltada. Tan solo puedes usar números del 1 al 9.

3						8		
			6	5		2		9
			3		7			
5							6	
8	9			3			4	2
	4							3
			7		3			
2		8		9	5			
		7						4

Jigsaw Sudoku

		9					8	4
	9	2	8					1
5				1				
		6				5		7
		8				9		
9		1				6		
				3				6
7					1	3	9	
6	5					1		

"En lo tocante a la ciencia, la autoridad de un millar no es superior al humilde razonamiento de una sola persona." -Galileo Galilei.

Guía para autores

Formato de artículos

PRISMA Tecnológico

Editorial Tecnológica
prisma@utp.ac.pa



PRISMA Tecnológico (ISSN 2312-637X) es una publicación anual de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) que se realiza a través de la Editorial Universitaria. Es una revista abierta que ofrece artículos de contenido tecnológico y científico multidisciplinarios, cuyo objetivo es divulgar conocimiento técnico-científico, y tratar temas de ingeniería en sus múltiples disciplinas, de manera comprensible y amena, con claridad, amplitud y responsabilidad.

PRISMA Tecnológico se ha diseñado con varias secciones que permiten incluir artículos de diversos tipos. Las secciones de la revista y los tipos de artículo permitidos se describen en la «Guía para autores - Políticas de publicación y ética».

A continuación, se listan los tipos de artículo y las secciones de la revista.

- Tipos de artículo: investigación, ensayo, revisión, tutorial, e histórico.
- Secciones de la revista y tipos de artículos que se aceptan en las mismas: Impacto (ensayo), Tecnología y Sociedad (investigación y ensayo), Actualidad Tecnológica (ensayo, revisión y tutorial), Tecnología a Fondo (revisión y tutorial), Tecno I+D (investigación), Tecno-Historia (histórico).

1. Formato

Escriba el documento en página tipo carta (21.9 cm x 27.94 cm). Todo material impreso, incluyendo texto, ilustraciones, gráficas y ecuaciones, debe mantenerse dentro de un área de impresión de 17.52 cm de ancho, por 22.86 cm de alto, con márgenes de 2.54 cm superior e inferior y de 2.03 cm a izquierda y derecha. No escriba o imprima nada fuera de esta área de impresión. Todo texto debe estar en un formato de dos columnas completamente justificado. Las columnas deben ser de 8.36 cm de ancho, con una separación entre ellas de 0.8 cm.

Tipos de letra y estilos

Utilice Word con el tipo de letra Arial Narrow. Por favor evite el uso de "bit-mapped fonts". Caracteres True-Type 1 son preferidos.

Título principal

El título principal debe iniciar en la primera columna, justificado a la izquierda, en Arial Narrow, 20 puntos, tipo negrita. Ponga en mayúscula solamente la letra inicial y aquellas de nombres propios o siglas. Si tiene subtítulo, éste debe ir a continuación, justificado a la izquierda, en Arial Narrow 16 puntos,

tipo negrita. Incluya a continuación una línea en blanco de 12 puntos.

El título debe expresar claramente el tema en el que se centra el artículo, de modo que el lector pueda extraer, con solo leerlo, una idea de lo que va a encontrar después. Los autores procurarán no incluir en él abreviaturas salvo que éstas sean de uso generalizado (WCDMA, OFDM, etc.). En caso de duda, no las incluya.

Nombre(s) de autor(es) y afiliación(es)

Los nombres de los autores deben estar justificados a la izquierda justo debajo del título (o subtítulo) en Arial Narrow, 12 puntos, negrita. Cuando son múltiples autores deben mostrarse uno, seguido de otro. Use un subíndice seguido del nombre del autor para indicar el primer autor (a) y el autor de correspondencia (b). Para indicar la afiliación de cada autor use un superíndice numerado después del nombre de cada autor. Debajo, coloque el superíndice y la afiliación correspondiente en Arial Narrow 8 puntos. De forma similar, coloque debajo de las afiliaciones en el orden de los autores el correo electrónico de los mismos, también en Arial Narrow 8 puntos. Incluya a continuación una línea en blanco de 12 puntos.

Se entiende por primer autor (a) la persona que lidera la organización y escritura del artículo, y por autor de correspondencia (b) a la persona responsable de la comunicación oficial del artículo, de la organización y dirección del grupo de trabajo.

Además, todos los autores deben incluir su perfil ORCID, si no lo tienen deben registrarse en la siguiente dirección:

<https://orcid.org/>

El siguiente ejemplo ilustra el formato de nombres de autores, ORCID y afiliaciones.

Ejemplo:

Carlos Babel^{a1} , Benito Chan¹ , Juan Bernal^{b2} 

¹Universidad Tecnológica de Panamá

²Centro Experimental Internacional

¹{carlos.babel, benito.chan}@utp.ac.pa

²juan.bernal@cei.org

Incluir en cada artículo la licencia Creative Commons, utilizada por la revista como icono debajo de la información de autores:



Resumen

El resumen debe ser escrito en texto completamente justificado y en itálica, en la parte superior de la columna izquierda, debajo de la información del autor. Utilice la palabra "Resumen" como título, en Arial Narrow 12 puntos, tipo negrita, no itálica, justificada a la izquierda relativa a la columna, con mayúscula inicial y seguida de dos puntos. A continuación, inicie el resumen, el cual debe estar escrito en Arial Narrow 10 puntos, espacio sencillo, itálica y puede ser hasta 7.62 cm de largo. Deje una línea (tamaño 10) en blanco después del resumen, luego incluya una lista de palabras claves.

Todos los tipos de artículo deben acompañarse de un resumen, con excepción de los trabajos en la sección Tecno-Historia. El resumen debe recoger los aspectos más destacados del trabajo, de modo que éste sea comprensible sin tener que leer el resto del artículo.

Para los artículos de Tecno I+D el resumen debe ser estructurado conteniendo objetivos, métodos, resultados y conclusiones. Para todas las otras secciones, el resumen no se estructurará. Nunca se incluirán citas bibliográficas en el resumen.

Palabras clave

Utilice la expresión “Palabras clave” como título, en Arial Narrow 12 puntos, tipo negrita, no itálica, justificada a la izquierda relativa a la columna, con mayúscula inicial y seguida de dos puntos. A continuación, incluya de 3 a 7 palabras claves en Arial Narrow 10 puntos itálicos a espacio sencillo. Seguido de los dos puntos la primera letra debe ir en minúscula, salvo excepciones (nombres propios, siglas, otras).

Sección en inglés

Después de las palabras claves deben aparecer el título, el resumen y las palabras claves en inglés en el formato anterior, indicando cada uno como se muestra a continuación.

Title: ...

Abstract: ...

Key words: ...

Texto principal

Escriba su texto principal en Arial Narrow 10 puntos, a espacio sencillo. No use doble espacio. Todos los párrafos deben tener una sangría de 0.5 cm. Asegúrese que el texto está completamente justificado, es decir, raso a la izquierda y a la derecha. Por favor no agregue ninguna línea en blanco entre párrafos.

Cabeceras de primer nivel

Los títulos de primer nivel, por ejemplo, “1. Introducción”, deben estar en Arial Narrow 12 puntos negrita, con mayúscula inicial, a la izquierda de la columna con una línea en blanco antes. Utilice un punto (“.”) después de la numeración, no una coma. Como en el título, use mayúscula solo para la primera letra, nombres propios o siglas.

Cabeceras de segundo nivel

Los títulos de segundo nivel, por ejemplo, “1.1 Antecedentes”, deben estar en Arial Narrow 11 puntos, negrita, solo la primera letra en mayúscula, y una línea en blanco antes.

Cabeceras de tercer nivel

Los títulos de tercer nivel, por ejemplo, “1.1.1 Secciones”, no se recomiendan. Sin embargo, de ser necesarios, use Arial

Narrow de 10 puntos, negrita, solo la primera letra en mayúscula, y una línea en blanco antes.

Viñetas

Las viñetas deben ir justificadas a la izquierda y a espacio sencillo. La posición de la viñeta con respecto a la columna del texto debe ser cero (0) cm, y las posiciones de la tabulación y la sangría del texto de la viñeta deben ser 0.3 cm.

Diseño de la última página

Si la última página de su documento está solo parcialmente llena, arregle las columnas para que estén igualmente balanceadas si es posible, en lugar de tener una sola columna larga.

Enumeración de páginas y encabezados

No enumere automáticamente las páginas en el procesador, y no utilice ningún tipo de encabezado (header or footer).

Figuras y tablas

Todas las figuras y tablas deben ocupar el ancho completo (en lo posible) de una columna. Figuras y tablas muy grandes pueden ocupar ambas columnas, pero procure usar estas figuras y tablas de dos columnas de ancho solo cuando sea absolutamente necesario. Las leyendas de figura se colocan debajo de las figuras, y los títulos de las tablas se colocan centrados sobre las tablas. Las figuras y tablas deben enumerarse separadamente y en forma consecutiva usando números arábigos. Por ejemplo: “Figura 1. Esquema de modulación”, “Tabla 1. Datos de entrada”. Las leyendas de figuras y tablas deben ser Arial Narrow de 10 puntos. Use mayúscula inicial solo para la primera palabra de cada leyenda de figura o título de tabla. Para el contenido de las tablas use Arial Narrow de 8 puntos. Localice las tablas y figuras lo más cerca posible a la primera referencia de las mismas, al inicio o final de cada columna; evite colocarlas en el medio de las columnas. A continuación, se presenta un ejemplo de formato correcto para las tablas y figuras en la Figura 1 y la Tabla 1.



Figura 1. Ejemplo de imagen con resolución aceptable.

Tabla 1. Ejemplo de una tabla.

Sectores	N	%
Arriba	10	14.5
Abajo	13	60.2

Fuente: Adaptado de [2]

Todas las figuras (gráficas, ilustraciones, fotos) deben estar centradas, inclusive el título. Los artes (figuras, etc.) deben estar en su sitio dentro del artículo (preferiblemente como parte del texto en lugar de pegados). Procure utilizar ilustraciones, gráficas y fotos de alta calidad, mínimo 300 dpi, para evitar que se distorsionen si se amplían o reducen. Una vez se apruebe su artículo, se le solicitará que envíe las imágenes en formato JPG o PNG y las tablas o fórmulas en formato PDF de ser necesario.

Ecuaciones y símbolos

Para las ecuaciones, utilice el editor de ecuaciones de Microsoft y asegúrese de utilizar tipo Arial Narrow 10 puntos para las variables, números y texto en general. Para el formato de la ecuación (Format Object) seleccione "in line with text" y asegúrese que la numeración correspondiente queda alineada a la derecha y la ecuación queda centrada, como se ilustra a continuación

$$\int_0^{r_2} F(r, \varphi) \, dr \, d\varphi \quad (1)$$

Enumere las ecuaciones en forma consecutiva en paréntesis. Para hacer las ecuaciones más compactas puede utilizar el solidus (/), la función exp, o exponentes apropiados, y use paréntesis para evitar ambigüedades en los denominadores, como en

$$\int_0^{r_2} F(r, \varphi) \, dr \, d\varphi = [\sigma r_2 / (2\mu_0)] \quad (2)$$

$$\cdot \int_0^{\infty} \exp(-\lambda |z_j - z_i|) \lambda^{-1} J_1(\lambda r_2) J_0(\lambda r_i) \, d\lambda$$

Asegúrese que los símbolos en su ecuación se han definido antes que aparezca la ecuación o inmediatamente después de la ecuación. Utilice tipo itálica para los símbolos (así, por ejemplo, T para referirse a una temperatura, mientras que T para la unidad Tesla). Refiérase a "(1)" no a "ec. (1)" ni "ecuación (1)".

Confine las ecuaciones a una columna y de ser necesario, divídalas en los símbolos algebraicos apropiados (como en (2)).

Con respecto a los símbolos matemáticos, letras griegas u otros elementos gráficos asegúrese que se muestran e imprimen correctamente, y que están incluidos en los tipos de letras (fonts packages) disponibles regularmente en MS Word.

Pies de página

Procure no utilizar pies de página. Si se utiliza colóquelo en la parte inferior de la columna de la página en la cual se hace referencia. Use Arial Narrow 8 puntos, espacio sencillo. Para facilitar la lectura, evite el uso de pies de página e incluya las observaciones necesarias en el texto (entre paréntesis, si se prefiere, como se ilustra aquí).

Secciones más comunes

Las siguientes secciones son las más usuales (pero no están limitadas a éstas) en un artículo de investigación.

Resumen: en el caso del resumen estructurado, el mismo debe incluir cuatro elementos identificables,

- El objetivo, es decir, el propósito fundamental del estudio y la hipótesis principal si la hubiera.
- Los materiales y métodos, se mencionan los procedimientos para la realización del estudio, se describen modelos, esquemas, herramientas, equipos, así como los métodos de modelado, simulación, observación y analíticos.
- Los resultados más relevantes del estudio, incluyendo la magnitud de los efectos y su importancia.
- Las conclusiones más relevantes que se sustentan directamente en los datos, junto con su aplicación.

Introducción: debe ubicar al lector en el contexto del trabajo. La introducción debe contener:

- La naturaleza del problema cuya solución o información se describe en el documento.
- El estado de la técnica en el dominio tratado (con sus respectivas referencias bibliográficas).
- El objetivo del trabajo, su relevancia y su contribución en relación al estado de la técnica.
- La descripción de la forma como el documento está estructurado, evitando que parezca una tabla de contenido.

Materiales y métodos: es importante presentar el diseño y tipo de investigación, pasos de la investigación, métodos y materiales. Además, también deben incluirse los criterios de selección del material tratado, los controles, estudios planeados y realizados.

Resultados y discusión: se recomienda presentar los resultados en orden lógico acorde a la metodología planteada. Usar tablas y figuras cuando sea posible para presentar los resultados de forma clara y resumida.

- Deben indicarse claramente los hallazgos más significativos.
- Posterior a la presentación de los resultados, se destacarán y discutirán los aspectos más importantes del trabajo. Toda afirmación debe estar avalada por los resultados obtenidos. Y por último, comparar los resultados obtenidos con estudios previos
- Se evitará repetir la enumeración de los resultados o los conceptos que se presentan en la introducción. Los autores expondrán el significado y trascendencia de los resultados obtenidos, su concordancia o no con estudios similares ya realizados, las limitaciones de su trabajo y la continuación lógica de éste.
- Se recomienda extremar la síntesis evitando repeticiones innecesarias.
- Tenga mucho cuidado en el texto del artículo al usar porcentajes o estadísticas con un pequeño número de muestras. Es incorrecto: "El sesenta por ciento (3/5) de las muestras X y el 20% (1/5) de Y han demostrado resistencia a los medicamentos." Es correcto: "Tres de cada cinco ejemplares de

X y 1 de cada 5 ejemplares de Y han demostrado resistencia a los medicamentos."

- Cuando un número empieza una oración entonces debe escribirlo en letras. Además, utilice numerales cuando las cifras sean mayores que 10.

Conclusión: las conclusiones deben ser enunciadas con claridad y deberán cubrir:

- Las contribuciones del trabajo y su grado de relevancia.
- Las ventajas y limitaciones de las propuestas presentadas.
- Referencia y aplicaciones de los resultados obtenidos.
- Recomendaciones para trabajos futuros.
- Impacto sobre la comunidad científica

Es importante indicar que no se requiere una sección de conclusión, pero que si se incluye debe cuidar que, aun cuando una sección de conclusión pueda resumir los puntos principales del artículo o ensayo, no debe duplicar el resumen en la conclusión. Una conclusión, como se ha indicado, debe elaborarse sobre la importancia del trabajo o sugerir aplicaciones y extensiones del mismo.

Los otros tipos de artículos tendrán estructura libre.

Apéndices (Anexos)

Los apéndices o anexos, de ser necesarios, aparecen antes del agradecimiento.

Agradecimiento

Podrán incorporarse, cuando se considere necesario, las personas, centros o entidades que hayan colaborado o apoyado la elaboración del trabajo, sin que ello justifique la calidad de autor. Debe especificarse la naturaleza de la ayuda.

Utilice el término en singular en el encabezado, aun cuando pueda tener muchos agradecimientos. Evite expresiones tales como "Uno de nosotros (S.A.M) agradece...". En lugar de esto, escriba "S. A. M. agradece...". El reconocimiento de apoyo a algún patrocinador o de apoyo financiero va en esta sección, por ejemplo, "Este trabajo fue financiado o apoyado en parte por la Secretaría Nacional bajo el acuerdo BS12345".

Referencias

La sección de Referencias va al final del documento y no debe estar enumerada. En ella debe listar y enumerar todas las referencias bibliográficas en Arial Narrow 8 puntos, espacio sencillo.

Utilice los estilos Regular e Itálica para distinguir entre los diferentes campos como se muestra en los ejemplos de esta sección.

Las referencias bibliográficas aparecerán seguidas de la última sección del texto, o de los agradecimientos, sin cambiar de hoja.

En el texto, enumere los elementos consecutivamente (en orden de aparición) en paréntesis cuadrados (e.g., [1]). Cuando se refiera a un elemento de la referencia, simplemente use el número de referencias, como en [2]; no use "Ref. [2]" o "Referencia [2]", excepto al inicio de una oración, e.g., "En [2] se muestra que...". Múltiples referencias se deben enumerar cada una con paréntesis separados (e.g., [1], [2], [4]-[6]).

A continuación se ilustran diferentes categorías con su formato que incluyen: libro [1], libro en una serie [2], artículo de revista (journal) [3], artículo en revista electrónica con DOI [4], artículo de conferencia [5], patente [6], sitio web [7], página web [8], hoja de datos [9], libro de datos como un manual [10], tesis de maestría o doctorado [11], reporte técnico [12], estándar [13].

- [1] S. M. Metev and V. P. Veiko, *Laser Assisted Microtechnology*, 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Berlin, Germany: Springer-Verlag, 1998.
- [2] J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
- [3] S. Zhang, C. Zhu, J. K. O. Sin, and P. K. T. Mok, "A novel ultrathin elevated channel low-temperature poly-Si TFT," *IEEE Electron Device Lett.*, vol. 20, pp. 569–571, Nov. 1999.
- [4] M. Gonçalves, E. Fox, & L. Watson, "Towards a digital library theory: a formal digital library ontology," *International Journal on Digital Libraries*, vol. 8, no. 2, pp. 91-114, 2008. <http://doi:10.1007/s00799-008-0033-1>
- [5] M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [6] R. E. Sorace, V. S. Reinhardt, and S. A. Vaughn, "High-speed digital-to-RF converter," U.S. Patent 5 668 842, Sept. 16, 1997.
- [7] (2002) The IEEE website. [Online]. Disponible en: <http://www.ieee.org/>
- [8] M. Shell. (2002) IEEEtran homepage on CTAN. [Online]. Disponible en: <http://www.ctan.org/tex-archive/macros/latex/contrib/supported/IEEEtran/>
- [9] "PDCA12-70 data sheet," Opto Speed SA, Mezzovico, Switzerland.
- [10] FLEXChip Signal Processor (MC68175/D), Motorola, 1996.
- [11] A. Karnik, "Performance of TCP congestion control with rate feedback: TCP/ABR and rate adaptive TCP/IP," M. Eng. thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India, Jan. 1999.
- [12] J. Padhye, V. Firoiu, and D. Towsley, "A stochastic model of TCP Reno congestion avoidance and control," Univ. of Massachusetts, Amherst, MA, CMPSCI Tech. Rep. 99-02, 1999.
- [13] Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specification, IEEE Std. 802.11, 1997.



Portal de REVISTAS ACADÉMICAS UTP



Bienvenido al Portal de Revistas Académicas (Investigación, Académica, Cultural, Congresos Nacionales e internacionales) de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).

Este sitio nace como una iniciativa del proyecto UTP-Ridda² para mostrar la producción científica e investigativa desarrollado por los docentes, investigadores y estudiantes de la UTP. Este proyecto es desarrollado por la Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión, Editorial Universitaria y la Dirección de Comunicación Estratégica, con el apoyo de las principales autoridades de nuestra Universidad.

El objetivo de esta plataforma es visibilizar la producción científica en las revistas científicas en vías de mejorar el alcance de las publicaciones a nivel nacional e internacional a través de la integración en directorios, bases de datos, catálogos e indexaciones.

A partir del 2018 las publicaciones de los volúmenes de las revistas I+D Tecnológico, Prisma Tecnológico y la Revista de Iniciación Científica (RIC) se les asignará un DOI (Digital Object Identifier).



I+D Tecnológico
ISSN: 1680-8894
E-ISSN: 2219-6714



Prisma Tecnológico
ISSN: 2076-8133
E-ISSN: 2312-637X



Revista de Iniciación Científica
ISSN: 2412-0464
E-ISSN: 2413-6786



Revista RETOS XXI
ISSN: 2524-1125
E-ISSN: 2524-1133



El Tecnológico
ISSN: 1819-9623
E-ISSN: 1819-9623



Cultural Maga
ISSN: 1018-1563
E-ISSN: 1018-1563



Memorias de Congresos UTP



Congresos CLABES

Enlaces de Interés

- Repositorio Institucional UTP-Ridda2
- Plataforma de Investigadores UTP
- Perfiles Docentes/Investigadores UTP
- Google Scholar UTP
- ResearchGate UTP
- Academia.edu

Platform & workflow by OJS / PKP

© 2016 Portal de Revistas de la Universidad Tecnológica de Panamá
Este sitio es un componente del proyecto UTP-Ridda2
Utilizando Open Journal Systems



Universidad Tecnológica de Panamá

Campus Universitario Dr. Víctor Levi Sasso,
Edificio Administrativo

Teléfono: (507) 560-3703 – Telefax: (507) 560-3442

Correo electrónico: editorial@utp.ac.pa

Web: www.utp.ac.pa

Apartado Postal 0819-07289 El Dorado,
Panamá, República de Panamá.