

REVISTA DISTANCIA AL DÍA

ISSN: 2322-7362.



INSTITUTO SUPERIOR DE
EDUCACIÓN RURAL - ISER

VOL. 5
MAYO 2017



Instituto Superior de
Educación Rural -ISER

REVISTA DISTANCIA AL DÍA

OFICINA DE INVESTIGACION

VOLUMEN 5 / 2017

PRESENTACIÓN

RECTORA

LUDY ESPERANZA CARRILLO CÁNDELO

VICERRECTOR

CLAUDIA YANETH PEÑA FERNÁNDEZ-M.SC.

DIRECTORA DE LA REVISTA

YESENIA CAMPO VERA-M.SC.

COMITÉ CIENTÍFICO

VÍCTOR MANUEL GÉLVEZ-DR.
MYRIAM ROCÍO PALLARES MUÑOZ-DR.
CARLOS JOSÉ GIL JURADO-DR.
DEWAR WILMER RICO BAUTISTA-DR.
YAMILE DURAN PINEDA-DR.
DANIEL ALEJANDRO GONZÁLEZ ORTIZ-DR.
JAVIER ORLANDO DELGADO-M.SC.
SAYDA MIREYA JAIMES MOGOLLÓN-M.SC.
DIXON FABIÁN FLÓREZ DELGADO-M.SC.
DORA CLEMENCIA VILLADA-M.SC.
MARIBEL GÓMEZ PEÑARANDA-M.SC.
MÓNICA ALEXANDRA CAICEDO DELGADO-M.SC.
CARLOS ALBERTO VERA ROMERO -M.SC.
LUIS ALBERTO CONTRERAS-DR.
JORGE ANTONIO SEQUEDA-M.SC.
MAURICIO ZAFRA AYCARDI-M.SC.

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

ELKIN YESID PINILLA GRANADOS

PAMPLONA

2017

WWW.ISER.EDU.CO



Instituto Superior de
Educación Rural -ISER

EDITORIAL

LA REVISTA DISTANCIA AL DIA es una publicación periódica de un proceso de comunicación que se inicia con la información creada por autores, perfeccionada y formalizada por editores y comité científico, difundida por la institución como canal indirecto y formal de la producción científica en diferentes áreas del conocimiento.

En este número los investigadores del Grupo de investigación en socio-economía y desarrollo regional de la institución, se hacen presentes con un trabajo relacionado con el análisis ocupacional del sector hotelero de la ciudad de Pamplona, para obtener información actualizada sobre las necesidades de formación del personal que labora en el sector hotelero del municipio, con el fin de priorizar las insuficiencias de capacitación de los recursos humanos de las empresas que componen este sector de la economía.

Esta edición cuenta con tres artículos en el área de la ingeniería mecánica, iniciando con un trabajo de investigación sobre el control de movimiento y simulación 3D con cinemática completa de un manipulador de 5 GDL en el software CAD CATIA de Dassault Systemes; un segundo artículo de sobre el diseño e implementación de sistema de adquisición de datos para análisis de desbalance en máquinas rotativas, al conocer que el desbalance es uno de los problemas más frecuentes a causa de vibración en la industria, por ello es de gran importancia el estudio del mismo para aplicaciones prácticas que contribuyan a formar profesionales capaces de enfrentar este problema con conocimientos prácticos y teóricos.

El tercer artículo representa el SLAM (simultanea localización y mapeo) Monocular, proceso de determinar la posición y orientación de un robot mediante el análisis del flujo de imágenes de una sola cámara, en cada instante de tiempo, e ir construyendo un mapa de la trayectoria recorrida y el entorno.

Esta edición cuenta con un artículo del área de la ingeniería eléctrica donde se muestra el fenómeno de la inducción magnética que origina una fuerza electromotriz en un medio expuesto a un campo magnético variable, o por movimientos relativos a un campo constante para la inducción de energía eléctrica.

Desde el tema de salud ocupacional, se presenta un artículo que busca estimar la prevalencia de síntomas osteomusculares y su relación con factores de riesgo ocupacional, en personal docente y administrativo de una institución de educación superior, lo cual genera ausentismo laboral y aumento en los costos de enfermedades laborales.

Finalmente como tema de educación y desarrollo rural, el trabajo de revisión sobre el nuevo marco de la ruralidad colombiana, el reto mayor para el Instituto Superior de Educación Rural-ISER; donde se contextualiza el papel del Instituto Superior de Educación Rural (ISER) hacia la nueva ruralidad, subyacentes a los acuerdos de paz de La Habana y la renovada visión del agro colombiano, los retos de esa nueva ruralidad en Colombia evidencian una relación causal y directa con la violencia estructural, además, la incidencia de la educación superior como vehículo en el conocimiento de la evolución de la ruralidad próxima es insumo que contribuye a la construcción de propuestas de paz y desarrollo socioeconómico fruto de la aplicación de metodologías académicas, los aportes investigativos, el medio ambiente y la formación para la ciudadanía y la paz.

YESENIA CAMPO VERA
Directora Revista DISTANCIA AL DIA

CONTENIDO

	Pág.
ANALISIS OCUPACIONAL DEL SECTOR HOTELERO DE LA CIUDAD DE PAMPLONA	5
CONTROL DE MOVIMIENTO Y SIMULACIÓN 3D CON CINEMÁTICA COMPLETA DE UN MANIPULADOR DE 5 GDL EN EL SOFTWARE CAD CATIA DE DASSAULT SYSTEMES	16
SLAM MONOCULAR APLICADO A ROBOT MÓVIL DIFERENCIAL DE EXPLORACIÓN TERRESTRE CON CÁMARA WIFI	22
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS DE DESBALANCE EN MÁQUINAS ROTATIVAS.	31
EL NUEVO MARCO DE LA RURALIDAD COLOMBIANA, EL RETO MAYOR PARA EL INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCACION RURAL-ISER	38
INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y GENERACION DE ENERGIA	51
PREVALENCIA DE SÍNTOMAS MUSCULO-ESQUELÉTICOS EN TRABAJADORES DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL DEPARTAMENTO DE ARAUCA-COLOMBIA	70



ANÁLISIS OCUPACIONAL DEL SECTOR HOTELERO DE LA CIUDAD DE PAMPLONA

**BUSTOS C. José Javier, ACEROS G. Dora Ligia,
ALVAREZ C. Ana Carolina y DULCEY P. Brandon A.**

Grupo de Investigación en Estudios Socioeconómicos y Desarrollo Regional, Instituto Superior de Educación Rural, Pamplona, Colombia.

Semillero en Estudios Socioeconómicos

ABSTRAC

This article is the product of a research carried out in 2015, prioritized in the hotel sector in the city of Pamplona. This research was carried out to obtain updated information on the training needs of the staff working in the hotel sector of the municipality, In order to prioritize the shortcomings of training of the human resources of the companies that compose this sector of the economy. The objective of the project is to analyze the occupational characteristics of the human resource linked to the hotel sector in the city of Pamplona, measuring the perception of the clients in relation to the hotel service, determining the demand and available labor supply and analyzing the levels and functions of the jobs of the hotel sector.

RESUMEN

El presente artículo es el producto de una investigación realizada en el año 2015, priorizada en el sector hotelero en la ciudad de Pamplona, Esta investigación se realizó para obtener información actualizada sobre las necesidades de formación del personal que labora en el sector hotelero del municipio, con el fin de priorizar las insuficiencias de capacitación de los recursos humanos de las empresas que componen este sector de la economía. El objetivo del proyecto es la de analizar las características ocupacionales del recurso humano vinculado al sector hotelero en la ciudad de Pamplona., midiendo la percepción de los clientes frente al servicio hotelero, determinando la demanda y oferta laboral disponible y analizando los niveles y funciones de los puestos de trabajo del sector hotelero.

PALABRAS CLAVES: Análisis ocupacional, Sector hotelero, Estudios socioeconómicos.

1. INTRODUCCION

El municipio de Pamplona, ubicado en el departamento de Norte de Santander es un sitio del alto atractivo turístico por excelencia, tanto para colombianos como para extranjeros; todo ellos debido a su historia, diseño arquitectónico, cultura y por ser paso obligado por la ruta oriental para llegar al centro de nuestro país.

El municipio se caracteriza por la calidez y la diversidad cultural destacándose las tradiciones religiosas, el surgimiento de la independencia de nuestro país, el desarrollo de la colonia. Pamplona posee una estructura de

museos de diversa índole que lo posicionan como uno de los municipios de Colombia con mayor número de los mismos por per cápita. Este territorio, se ve beneficiado por la naturaleza que lo rodea lo cual favorece la práctica hotelera y turística, que permite tener una mirada innovadora y podría convertirlo en un sector competitivo a escala nacional e internacional.

Sin embargo, y desde un análisis del contexto, el turismo ha sido una actividad de poca importancia dentro de las políticas desarrolladas por los gobiernos locales y menos aún como campo de conocimiento que



permita la apropiación y desarrollo como sector estratégico de la economía de la ciudad.

Actualmente el sector hotelero en el municipio presenta una serie de debilidades tales como: una infraestructura escasamente desarrollada; hoteles con bajos niveles de desarrollo y bajo reconocimiento, baja capacidad instalada; escaso conocimiento de los atractivos naturales y culturales de la ciudad, baja capacidad económica para la prestación de servicios de hotelería, baja atención al cliente que nos visita. Así mismo, se observan, bajos niveles de experiencia y formación profesional en los prestadores del servicio turístico y la inexistencia de programas curriculares de formación profesional en la región que genere una conciencia y cultura turística.

Hoy en día, las empresas demandan recursos humanos altamente calificados, que contribuyan a elevar la productividad de las mismas y puedan competir en estas economías abiertas y globalizadas. Para permanecer en el mercado requieren de trabajadores idóneos, que respondan con eficiencia y eficacia, y contribuyan a elevar la competitividad de los sectores económicos del país.

La conformación de las competencias, marca como esencia la supervisión y organización del trabajo, así como la capacitación y motivación del personal como elementos importantes. Dentro de las habilidades a desarrollar en los puestos de trabajo, está la formación en estándares de calidad y la optimización de procesos y procedimientos.

Para comprender las necesidades de formación del capital humano dentro del sector hotelero, hay que conocer en primera instancia que las oportunidades de trabajo están conformadas por un grupo de demandantes de trabajo, que precisan acciones y reacciones frente a una serie de decisiones que afectan su interés particular como agentes económicos. Como resultado de esta situación, tanto empleados como empleadores tratan de regular sus actuaciones con el fin de conseguir condiciones favorables para ambas partes.

Ofrecer respuestas oportunas y de calidad en relación a la demanda de formación de los recursos humanos por parte de los sectores productivos, es una prioridad institucional y en apoyo a ésta para detectar necesidades de capacitación y demanda de los sector hotelero del municipio de Pamplona; en conformidad con esto, se realizó una investigación de carácter cuantitativo en la cual se indagó los diferentes involucrados en este tema como lo son: clientes, gerentes, administradores y/o supervisores, personal de las empresas de los sectores estudiados acerca de las necesidades de capacitación de sus recursos humanos; se evaluó los diferentes niveles de disponibilidad de las mismas para ofrecer capacitación y/o entrenamiento a su personal..

En el estudio se exponen, en primer lugar, los aspectos metodológicos y el marco conceptual, donde se analizan los cambios estructurales, el comportamiento sectorial de la economía y la estructura, las características generales del sector hotelero, desde el punto de vista laboral.

Esta investigación se realiza para obtener información actualizada sobre las necesidades de formación del personal que labora en los hoteles del municipio, en el corto y mediano plazo, con el fin de priorizar las insuficiencias de capacitación de los recursos humanos de las empresas que componen este sector de la economía.

2. MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el segundo semestre de 2015 en la ciudad de Pamplona, Norte de santander. El diseño aplicado se ubica como una investigación de corte cuantitativa y de tipo descriptiva y explorativa.

La población hotelera que se utilizó, se tomó según la información suministrada por la cámara de comercio del municipio de Pamplona, conformada por 30 hoteles de la ciudad, estos fueron:

HOTEL IMPERIAL

HOTEL URSUA



HOSPEDAJE SARARE
 HOSPEDAJE LOS LLANOS
 HOTEL EL ALAMO
 RESIDENCIAS DANUBIO
 PENSION FREDY
 RESIDENCIAS TRANSBOLIVAR
 RESIDENCIAS LAURA
 PENSION VICTORIA REAL
 RESIDENCIAS BRISAS DEL PAMPLONITA
 HOTEL COOPTMOTILON
 HOSTAL NORMANDIE
 HOTEL PRADOS
 HOTEL MARGARITA
 CARIONGO PLAZA HOTEL
 NUEVO HOTEL PAMPLONA
 HOTEL QUINTA REAL
 HOTEL HONTIBON
 HOTEL COTRANAL PLAZA
 HOSPEDAJESANTA CLARAS
 HOTEL REAL BELLAVISTA
 HOTEL LA VILLA
 HOSPEDAJE LOS ADIOSES
 HOTEL DANCAR
 HOTEL EL SOLAR
 HOTEL COTRANAL
 PENSION VICTORIA REAL
 HOSPEDAJE EL OCAÑERO
 HOSTAL 1549

La recolección de la información se desarrolló a través de:

Un cuestionario estructurado para empleadores de las empresas anteriormente enunciados. Una encuesta aplicada a 50 trabajadores de los hoteles en las diferentes edades y cargos de ambos sexos. Y una encuesta aplicada a 400 clientes del sector hotelero, realizada in situ en cada hotel del estudio.

Los resultados y discusión se presentan a continuación:

a. PERCEPCION DE LOS CLIENTES DEL SECTOR HOTELERO DE LA CIUDAD.

Con base en los resultados obtenidos al consultar los clientes de los hoteles de la ciudad, se puede analizar, que las personas que adquieren los servicios hoteleros, le dan mayor valor a los aspectos de calidad y servicio al cliente en el momento de hospedarse en un hotel, seguido de variables como ubicación, precio y formas de pago, entre otros.

En la gráfica 1 se puede evidenciar que los hoteles más visitados en la ciudad de Pamplona están: El hotel Cariongo, siendo el más reconocido, el hotel Imperial por su antigüedad; el Hotel Hontibón y el Hotel Dancar los cuales están recién fundados en la ciudad pero igualmente son frecuentados por un gran número de personas.



Figura 1. Hoteles de Pamplona más frecuentados.

Al solicitarles a los diferentes clientes de los hoteles de la ciudad, ellos recomiendan en gran porcentaje el Hotel Cariongo por su infraestructura, por su comodidad y por su atención, seguidamente se encuentran el Hotel Imperial y el Hotel Hontibón por su servicio al cliente, por su cercanía al parque principal y al centro de la ciudad y entre otros es recomendada la Residencia Brisas de Pamplonita por su ambiente familiar y sus cómodos precios. Ver figura 2.





Figura 2. Hoteles más recomendados en Pamplona.

Al indagar a los diferentes clientes sobre las áreas que mayormente escogen para hospedarse, las de mayor importancia son; el buen servicio al cliente, el manejo de una segunda lengua por parte del personal y una amplia publicidad del hotel donde se dan a conocer mediante un óptimo diseño y la implementación de las TICS.

Según los datos recolectados, podemos afirmar que el 76% los clientes no hacen sugerencias para el mejoramiento del servicio, pues piensan que la atención es buena; pero dentro del 21% expresan que algunos de los hoteles deben adecuar o mejorar la infraestructura de los sitios y el mejoramiento del servicio de Internet.

2.2 OPINION DEL PERSONAL QUE LABORA EN LOS DIFERENTES HOTELES DE LA CIUDAD

A los empleados se les pidió que calificarán de 1 a 5 el grado de satisfacción que tiene con su cargo de acuerdo a su nivel educativo, identificando que el 80% de los empleados están satisfechos con la labor que desarrollan en los hoteles en concordancia con su nivel educativo. Ver figura 3

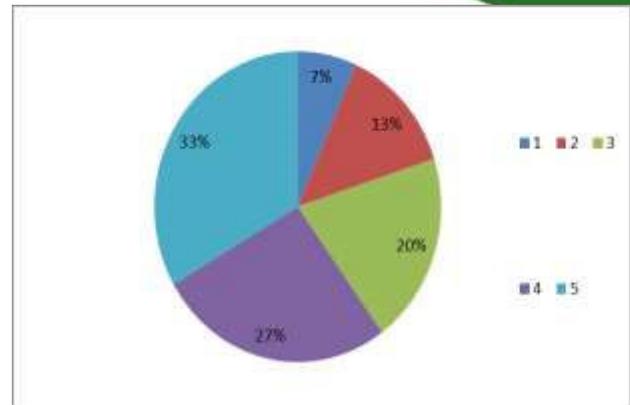


Figura 3. Nivel de satisfacción de la labor según su nivel educativo.

Se les pregunto a los empleados si la empresa a la cual está vinculado actualmente le brinda capacitaciones periódicamente, observando que el 96% definieron que la empresa no brinda capacitaciones (ver figura 4). La causa limitante respecto al tema de mantener capacitado el recurso humano se justificó por varias razones, la primera, la falta de una entidad que brinde este beneficio en la ciudad. En la actualidad en el sector la única opción que se tiene es Cotelco, que se encuentra ubicada en la ciudad de Cúcuta, por lo tanto tienen que desplazarse a otra ciudad para poder adquirir esta formación y la segunda, es el horario que se maneja en estas empresas, que no da muchas oportunidades de formación continua.

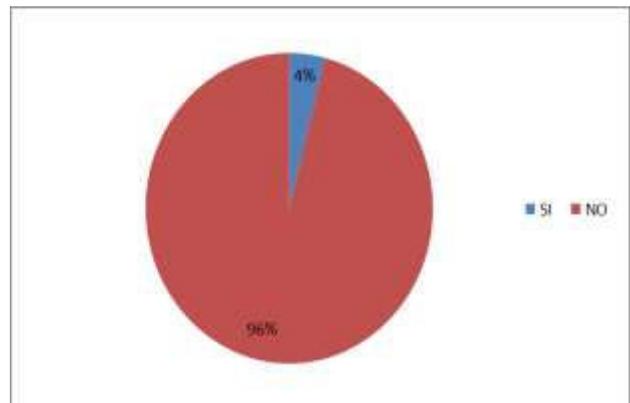


Figura 4. Oportunidad de capacitaciones periódicas



Al analizar la disposición que existe en los hoteles para poder tener ascensos por logros. Podemos encontrar que en el sector hotelero no se tiene en cuenta la capacidad del personal para obtener un ascenso, pues en la mayoría de estos establecimientos se aprovecha la capacidad que tienen los empleados para cubrir las funciones en cualquier cargo que se necesite. Así mismo los empleados se sienten satisfechos con su cargo actual, ya que se encuentran aptos o en capacidad para cubrir cualquier función o subsanar algún imprevisto que se presente dentro de las áreas de desempeño del hotel.

A hora de indagar a los empleados sobre cuales factores son importantes a tener en cuenta a la hora de prestar el servicio de hospedaje en los hoteles, Se identificó que para el empleado el sentirse cómodo (confort) es lo considerablemente importante, manteniendo una adecuada atención al cliente y teniendo un mínimo valor en los precios, y una excelente ubicación.

Otro aspecto indagado fue los procesos de selección del personal en los hoteles, analizando que en la ciudad al momento de contratar, se tiene en cuenta la experiencia de los aspirantes, sin solicitar si posee la formación académica necesaria para el desempeño del cargo que va a cubrir. En otros casos si es de tipo familiar, no se les pide este requisito.

Se indago así mismo, a los empleados sobre la disposición que tendrían en cursar un programa académico para mejorar la calidad en su trabajo, respondiendo afirmativamente el 92% de los empleados encuestados, demostrar interés en adquirir formación acorde al cargo que desempeñan en la actualidad. Ver figura 5.

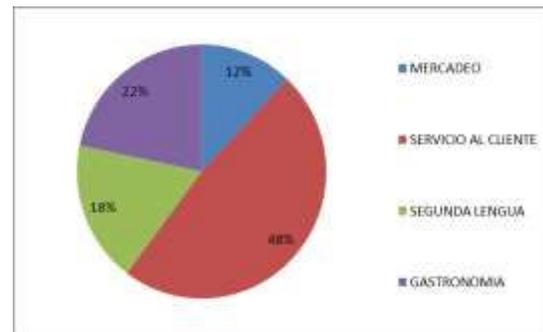


Figura 5. Interés en formación académica

En la figura 6 podemos observar que a los empleados, les llama más la atención en la formación a lo relacionado con el servicio al cliente, el manejo de los diferentes usuarios que se encuentra en el entorno y el cómo controlar una situación difícil en su sitio de trabajo. Otra necesidad detectada que ellos manifiestan con gran relevancia es el manejo de una segunda lengua.

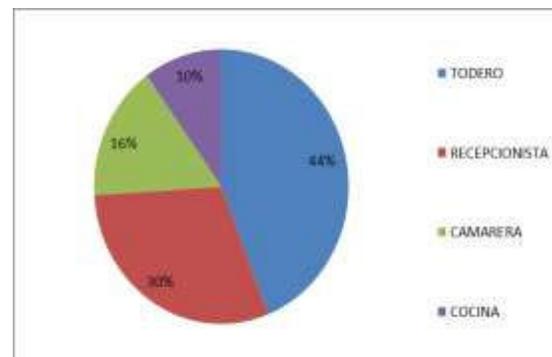
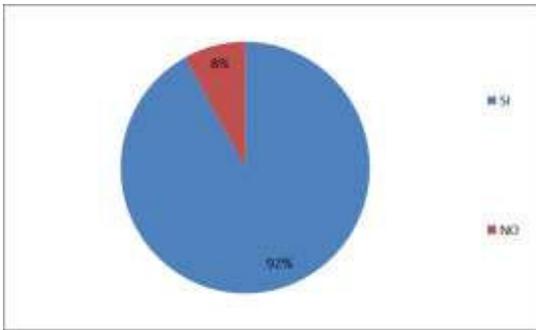


Figura 6. Áreas de formación priorizadas por los empleados de los hoteles de Pamplona.

El 92% de los empleados encuestados manifiestan tener gran interés para aprovechar al máximo las oportunidades de capacitación y expresan que sería importante para el gremio contar con una entidad en la ciudad que brinda una carrera profesional para este sector, teniendo en cuenta que la única entidad que presta este servicio es el Sena y lo hace por cortos tiempos.





Al indagar en los empleados sobre el gusto y preferencia en los horarios para tomar formación y capacitación, la gran mayoría prefieren una metodología presencial, diurno y nocturno, muchos de ellos manifiestan como la más favorable para no tener dificultad con las jornadas laborales, pues la mayoría de empleados trabajan por turnos de 8 horas diarias, una semana de día y otro de noche. En un segundo plano opinan que les sería factible el horario a distancia, así como el horario virtual. E 56% de los encuestados prefieren una formación presencial, el 24% a distancia y el 20% virtualmente. Ver figura 7.

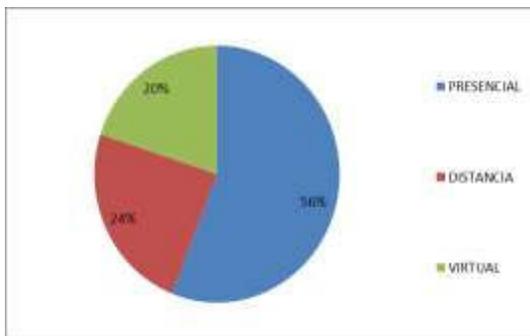


Figura 7. Preferencia metodológica para el desarrollo de programas de formación y capacitaciones.

10.3 INDAGACION A LOS ADMINISTRADORES O ENCARGADOS DEL SECTOR HOTELERO

Según lo indagado a los empleadores/administradores/encargados de los hoteles, en el momento de contratar personal para la empresa, no se tiene como prioridad la edad, si la persona demuestra que

la persona posee la experiencia necesaria para realizar dicha labor, se queda con el cargo.

En la figura 8 podemos ver el tipo de cargos que requiere empresa para prestar los servicios que ofrece.

Figura 8. Cargos requeridos por los hoteles de Pamplona

En las respuestas obtenidas por los administradores o encargados del personal sabemos que en la mayoría de los hoteles se maneja el cargo todero, puesto que la infraestructura es pequeña y no se maneja gran cantidad de personal; y en los que sí cuentan con más de un empleado solo tienen los cargos necesarios como recepcionista, la persona encargada de la camarería y en los que ofrecen servicio de restaurante el cargo de cocina y mesero.

El personal hotelero que actualmente labora en nuestra ciudad de Pamplona tiene un nivel básico de educación, las razones son que al momento de contratar no se les exige algún nivel de formación, sino que tiene como mejor opción la experiencia y trayectoria; además que gran parte de estos hoteles son de tipo familiar por lo tanto no se ve la exigencia de pedir algún nivel de formación. Ver figura 9.

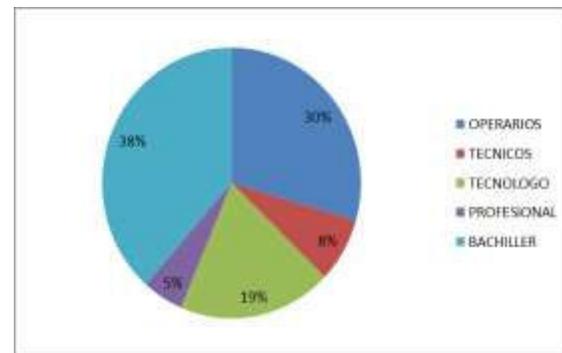


Figura 9. Niveles de formación en los hoteles de Pamplona.

Como podemos observar en la recolección de la información no hay un mayor grado de rotación en los puestos de trabajo, y en los que sí existe este proceso de rotación es en los



cargos de recepción, por lo que la persona que desempeñe este cargo debe tener un buena atención, pues ella es la que más contacto tiene con los clientes, y un cliente satisfecho atrae más clientes. Otro puesto de rotación como se evidencia, es el de los meseros luego que el horario de ellos es bastante pesado y es complicado conseguir una persona dispuesta a trabajar bajo presión.

Al solicitarle a los empleadores, que dentro de las diferentes instituciones de educación presentes en Pamplona, cual posee mayor confiabilidad para seleccionar el personal de su empresa, ante ello, y según los datos recolectados, entre las diferentes instituciones de formación académica que existen en la ciudad de Pamplona, el SENA es la institución que mejor imagen tiene al momento de requerir personal para contratar, por otro lado los administradores manifestaban que preferían acudir a Cotelco al momento de requerir contratar al alguien. Ver figura 10.

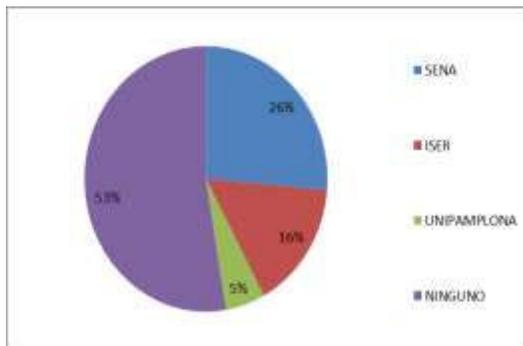


Figura 10. Preferencias de instituciones de educación al seleccionar el personal del hotel.

Al indagar a los administradores sobre el uso de medios de comunicación para los aspectos publicitarios del hotel, muchos de ellos se enfocaron en la credibilidad y el buen resultado del boca a boca, pues es más fácil difundir la información de los vacantes por este medio. Como en la ciudad no contamos con un medio radial para divulgar estas necesidades y por otra parte no se cuenta con los medios de Internet como las redes sociales puesto que la gente de mayor edad no poseen los conocimientos en estos medios y como

otro factor el medio televisivo que existe en la ciudad no tiene mucha audiencia por la falta de publicidad o credibilidad de la misma.

Frente al tipo de contratación más usado en los hoteles, sobresale el tipo de contratación de obra o labor determinada el más utilizado, ya que la mayoría de los hoteles manejan personal de la propia familia, por lo tanto estos contratos pueden aumentar respecto aumento de clientes o cuando ocurre una contingencia. En los hoteles grandes si se utiliza el tipo de contrato de término indefinido con las prestaciones de ley.

Al indagar a los empleadores sobre la normatividad que más afecta a su establecimiento, dentro de los aspectos que afectan a los establecimientos en su funcionalidad, se encuentra en mayor importancia los aspectos legales con un 40%, seguidos de los factores sanitarios con un 25%, asimismo en un 25% ningún factor y en un 10% los factores ambientales. Ver figura 11

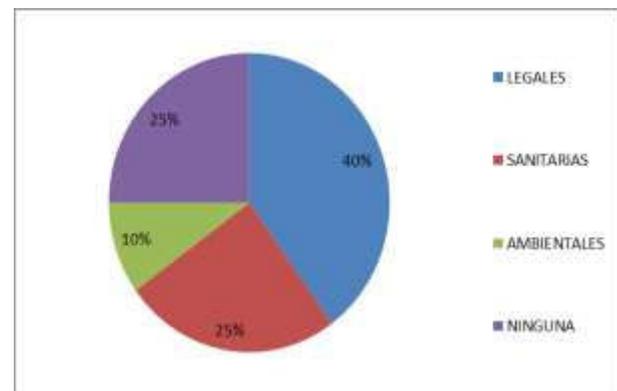


Figura 11. Normatividad que afecta regularmente a los hoteles de Pamplona.

Muy pocos hoteles conocen o tienen definida una estructura organizacional y otros no cuentan con un diseño organizacional, además que como hemos visto los otros son de carácter familiar por lo que no ven la necesidad de definir un organigrama.

En la parte interna se le dificulta a la mayoría de los hoteles pequeños la falta de habitaciones, su infraestructura es muy reducida como son casas antiguas con varias



habitaciones y acondicionadas para prestar el servicio de hospedaje. Otra falencia es la falta de personal para turnos puesto que esta eventualidad se presenta más que todos los fines de semana y a la mayoría de personas no les gusta trabajar en estos días. Ver figura 12

En las problemáticas externas los administradores ven la necesidad que la ciudad de Pamplona cuente con una guía o un mapa donde se encuentren ubicados todos los hoteles que existen ya que cuando la gente busca o pregunta por un hotel solo aparecen los principales o los más conocidos, otro aspecto también importante o el que deben afrontar el personal de los hoteles es los clientes problemáticos o que llegan a dañar la tranquilidad de los otros huéspedes al momento de negarles el servicio. Ver figura 13.

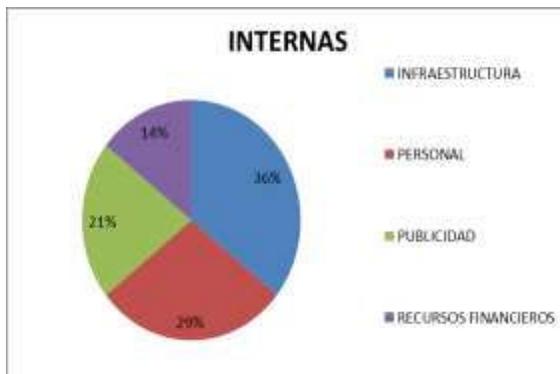


Figura 12. Problemática internas

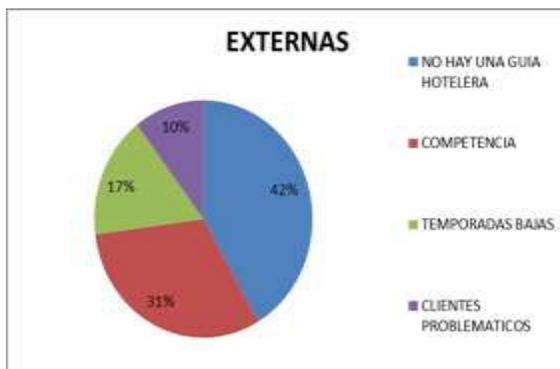


Figura 13. Problemáticas externas

Con base en los datos recolectados a los empleadores se pudo evidenciar que al momento de contratar personal, no es exigido

el dominio de una segunda lengua, pero manifiestan la necesidad e importancia de manejar varios idiomas; por lo tanto se le sugiere al personal que tomen cursos, o ver la posibilidad de proporcionarles una capacitación en este tema.

La figura 14 muestra la necesidad que ven los administradores en cuanto a capacitación en su personal. Se prioriza en servicio al cliente; es fundamental tener control en ciertas situaciones o reaccionar favorablemente en estos casos. Otra es la segunda lengua, como nuestra ciudad es muy apetecida por su clima es visitada por gente de otros países y se ve la dificultad al prestarles un buen servicio. Otro aspecto es etiqueta y protocolo, es fundamental que las camareras y el personal interno de los hoteles manejen este conocimiento para poder brindar un servicio idóneo. Las nuevas tecnologías hacen de suma importancia que todo el personal tenga conocimiento de un nivel básico en sistemas y computación para estar a la vanguardia de la globalización.

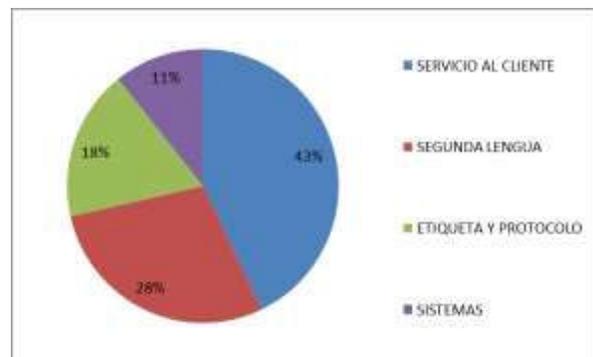


Figura 14. Necesidades de formación en hoteles

En los hoteles que se presta el servicio de restaurante, tienen algunas debilidades o inconvenientes como el espacio reducido, pues deben pasar cerca o por las mesas de atención; por otro lado la gran competencia que existe con cantidad de restaurantes que se encuentran en la ciudad y por ultimo le es difícil contratar un personal idóneo o especializado en gastronomía. Ver figura 15



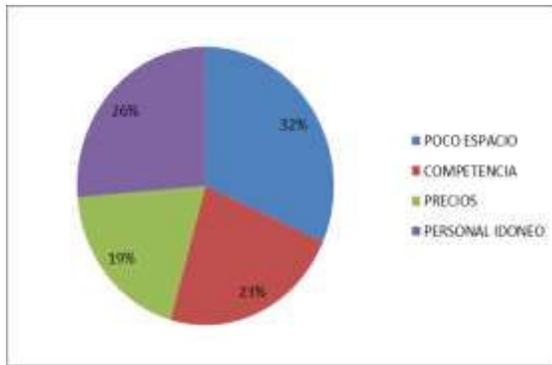


Figura 15. Debilidades de hoteles con servicio de restaurante

Podemos observar que la opinión que tienen los administradores sobre el horario adecuado para el personal que desea estudiar y superarse es el de presencial diurno o presencial nocturno, pues ya que ellos trabajan por turnos y así no les va a inferir con sus horas laborales. Con un menor grado de relevancia se tiene el horario a distancia por el motivo que para el sector hotelero los fines de semana es donde más afluencia de huéspedes o gente llega a los hoteles o a la ciudad.

3. CONCLUSIONES

Después de realizada la investigación apreciamos que la percepción que tienen los clientes de los diferentes hoteles es el buen servicio y comodidad que brindan la mayoría, hacen que sientan calor de hogar, su estadía más acogedora en nuestra fría ciudad pamplonesa, sea por motivos de trabajo, paseo, descanso por viaje largo, con frecuencia o esporádicamente que estas personas utilizan este servicio si desean sentirse como en casa.

Por medio de la investigación vemos que los clientes conocen y recomiendan los principales hoteles que son los que manejan un mayor grado de publicidad y promoción, son muy pocos los que se dan a conocer en las redes sociales, el cual es un medio muy utilizado por las personas al momento de buscar un lugar donde hospedarse; pero vemos que a pesar de eso Pamplona aun no es

competitiva a nivel nacional en el sector hotelero.

Los hospedajes pequeños brindan más sentimiento hogareño, pero la falta de una infraestructura amplia da una mala imagen a los visitantes, a pesar del buen servicio el cliente espera contar con lo necesario para la estadía como lo es un sitio más privado con sus dependencias independientes o de área común.

Al aplicar los instrumentos de la investigación nos comentaron que una de las normativas o auditorias más frecuentes son las que realizan la policía de emigración la cual les piden estar actualizando los libros digitales y físicos relacionados con este tema, la policía de infancia y adolescencia ejerce un control mensual para evitar que se propague la prostitución infantil en el municipio. De parte de la alcaldía la oficina de planeación es la que realiza las visitas necesarias y verificar que las instalaciones estén acorde con la ley manteniendo su estilo colonial que es muy característico de la ciudad. En lo relaciones a habitaciones su estado y mantenimiento de las áreas donde se manejen desechos se encarga la oficina de sanidad ambiental, ellos también controlan el tema de la contaminación auditiva y visual.

En la recolección de la información, en el proceso para la ejecución de la investigación nos mostró un nivel bajo de formación académica exigida por parte del sector hotelero al momento de contratar, además que no manejan mucho personal, la persona contratada debe realizar varias actividades mientras esta encargada del puesto de trabajo.

Podemos concluir que los hoteles bien constituidos con todos los servicios le es difícil contratar personal especializado en la parte hotelera, por lo que en la ciudad no hay una institución que brinde dicha formación, igualmente que al momento de cubrir una vacante en el hotel. Mirando de forma general se ve que la mayoría son de carácter familiar o pequeños y contratan a las personas por obra o labor determinada no más de un empleado porque los costos no permite otro empleado ni



tipo de contrato, teniendo en cuenta más la experiencia que tienen o un conocimiento empírico en el puesto de trabajo.

El personal que pertenece al sector no posee, ni maneja una segunda lengua realizando la encuestas notamos que varios administradores tiene un nivel básico del inglés, ellos presentan una escolaridad tecnológica o profesional y en cambio el personal solo cuenta con un título bachiller, siento una gran falencia al momento que llegue a sus instalaciones un extranjero que no maneje el español.

Al analizar de una manera más profunda notamos que muy pocos hoteles cuentan con una estructura organizacional definida, recordando que es algo indispensable en cualquier empresa en contar con los valores corporativos, en ese sector no se tiene como prioridad, el nivel de los hoteles es mas de empresa familiar que de organización o sociedad por esto creemos que no dan la importancia a esto.

En el campo laboral el sector hotelero los cargos que se manejan es el de recepcionista, camarera, cocina y meseros estos en donde hay restaurante en el mismo hotel. En los hoteles grandes como el Cariongo posee vigilancia especializada y jefe de personal, jefe de meseros, jefe de cocina o chef. Los hospedajes pequeños se va más en contratar personal que ellos llaman turneros que es por labor por hora para suplir los faltantes que se presentan, porque para ellos les es más fácil manejar este tipo de recurso humano. A este empleado no le tienen que cumplir con los parámetros que le exigen la ley como si fuera un contrato a tiempo definido o indefinido.

Según resultados de las encuestas y entrevista se llegó a la conclusión que las áreas en que se necesita la formación, son en el cargo de camarera la cual será etiqueta y protocolo, la cocina con gastronomía y para todo el personal idiomas, enfocándose más en el estudio de una segunda lengua como el inglés. Para formación sería orientado para los recepcionistas y meseros en servicio al cliente y manejo de sistemas. Con este apoyo de parte

de los administradores al recurso humano lograría alcanzar un estatus al nivel de los hoteles internacionales.

Como ultima conclusión vemos el interés que muestran los diferentes administradores de los hoteles porque su personal vaya a la vanguardia de los cambios para mejorar cada día y prestar un mejor servicio al cliente, contando con el apoyo de ellos en los permisos que se necesiten y apoyo para buscar un convenio con alguna entidad para brindar dichas capacitaciones a este personal; además que percibimos que también el diferente personal que fue encuestado quiere y está dispuesto a formarse en alguna de las áreas relacionadas con el sector hotelero.

BIBLIOGRAFIA

- Allan j. Rowe (1989) libro, Strategic Management & Business Policy.
- Cañas Mauricio, Parra Sandra Milena y Villamizar Martha Yolima, Caracterización de las empresas del sector hotelero de Pamplona. ISER 2014.
- Caracterización ocupacional del sector turístico autor mesa sectorial del sector turismo, Bogotá, de 2006.
- Factores de éxito en los hoteles de negocio en Bogotá. Autores Ana María Andrade y Paula Porras pdf.
- <http://www.mintrabajo.gov.co/>
- <http://www.alcaldiabogota.gov.co/>
- <http://www.mineducacion.gov.co/>
- David Ricardo, Pensamiento económico, Disponible en www.eco-finanzas.com/economia/economistas.
- Klaus Esser, Wolfgang Hillebrand, Dirk Messner, Jörg Meyer-Stamer (1996) Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política Revista CEPAL N° 59 Agosto, pp. 39-52.



- Mapa Político de Colombia, disponible en web Lebrija-santander.gov.co.
- Mapa Político de Norte De Santander, disponible en web Gobernación del norte de Santander.
- Mapa Político de Pamplona, disponible en web Alcaldía municipal de Pamplona.
- Marketing en el Siglo XXI. 3ª Edición, CAPÍTULO 2. Marketing estratégico.
- Scripta nova, revista electrónica de geografía y ciencias sociales universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2004, ISSN: 1138-9788. Depósito legal: b. 21.741-98 vol. viii, núm. 170 (51).
- Universidad de Antioquia facultad de comunicaciones documento de clase gerencia II análisis de vulnerabilidad.
- CAMARA DE COMERCIO DE LA CUIDAD DE PAMPLONA NORTE DE SANTANDER



**CONTROL DE MOVIMIENTO Y SIMULACIÓN 3D CON CINEMÁTICA
COMPLETA DE UN MANIPULADOR DE 5 GDL EN EL SOFTWARE CAD CATIA DE
DASSAULT SYSTEMES**

(C)MsC. Miguel Ángel Niño Ardila

SENA-Tecnoacademia

maninoa@misena.edu.co, Cúcuta-Colombia.

MsC. Oscar Manuel Duque Suarez

SENA-Tecnoacademia

omduke@gmail.com, omduque8@misena.edu.co, Cúcuta-Colombia.

MsC. Wilmer Guevara

SENA-Líder SENNOVA

ing_wguevara@misena.edu.co, wguevara@sena.edu.co, Cúcuta-Colombia.

(C)MsC Javier Fernando Arenales Bernal

SENA

jarenales@gmail.com, Cúcuta-Colombia

RESUMEN:

En este proyecto se definió como objetivos el control de movimiento, implementación y simulación en 3D con cinemática completa de un manipulador de 5 grados de libertad, realizado por los estudiantes de Tecnoacademia Cúcuta los cuales son de 6 instituciones de la ciudad de los grados octavo, noveno y décimo. Entre las descripciones importantes de un manipulador robótico están comprendidas en: sus grados de libertad, su configuración, su cinemática y posición articular de cada servomotor.

Los objetivos principales de este proyecto es obtener el control de movimiento y la simulación de la cinemática completa, por lo cual se realizaron las simulaciones en el software CAD CATIA 3D de dassault systemes. El cual consiste en crear cada tipo de las piezas en 3D del manipulador, luego ensamblarlas y simularlas para analizar su cinemática y control de movimiento.

Se desarrolló el control de los servomotores por medio de una programación grafica de arduino llamada visualino la cual le da la capacidad al manipulador de ejecutar todos los grados de libertad incluyendo el agarre de la pinza para realizar trayectorias dándole una posición articular a cada servomotor.

PALABRAS CLAVES: Manipulador, cinemática, control, CAD CATIA, posición articular, Visualino.

ABSTRACT:

In this project the objectives of motion control, implementation and 3D simulation with complete kinematics of a manipulator of 5 degrees of freedom, made by the students of Tecnoacademia Cúcuta, which are of 6 institutions of the city of the eighth, Ninth and tenth. Important descriptions of a robotic manipulator include: its degrees of freedom, its configuration, its kinematics and joint position of each servomotor.

The main objectives of this project are to obtain the motion control and the simulation of the complete kinematics, for which the simulations were carried out in CAD CATIA 3D software from dassault systemes. Which consists of creating each type of 3D parts of the manipulator, then assemble them and



simulate them to analyze their kinematics and movement control.

The control of the servomotors was developed by means of a graphical programming of called arduino visualino that gives the manipulator capacity to execute all the degrees of freedom including the grip of the clamp to realize trajectories giving a joint position to each servomotor.

KEY WORDS: Manipulator, kinematics, control, CAD CATIA, articular position, Visualino.

1. INTRODUCCIÓN

El avance actual de los manipuladores han tenido un rápido y significativo progreso debido a las necesidades del mundo actual, es en este contexto que se han renovado los mecanismos y sistemas de control bajo los cuales funcionan, llevando a mejorar en la eficiencia, precisión, rapidez, confiabilidad y capacidad de los robots.

El control de robots manipuladores tiene muchas más posibilidades de continuar desarrollándose, además los beneficios que trae consigo permiten el progreso de diversas áreas para las cuales puede ser aplicada la robótica como es el caso de la medicina, la industria, la exploración y situaciones, riesgosas para el ser humano.

El control del movimiento se realiza analizando la cinemática del manipulador el cual tiene por actuadores servomotores que están programados para situarse en la posición articular deseada, El proyecto se inició con el diseño de un manipulador de 5 GDL en físico que fueron proporcionadas sus piezas por Tecnoacademia Cúcuta Sena para los estudiantes de 6 colegios de la ciudad de octavo, noveno y décimo grado, Se le realizaron a cada pieza mediciones con precisión incluyendo los servomotores en los bancos de mediciones dotados de la empresa Amatrol, obteniendo como resultado la elaboración del diseño, implementación y simulación del control del movimiento en el software Catia.

2. DISEÑO GENERAL DEL MANIPULADOR 5 GDL

2.1. Mediciones de cada pieza

En esta etapa se realizaron sus respectivas mediciones a cada una de las piezas y servomotores con la ayuda del banco de mediciones Amatrol que proporciona resultados precisos de las dimensiones de cada pieza a evaluar y cada servomotor.

2.2. Ensamble del manipulador

Se ensamblaron las piezas que anterior mente fueron caracterizadas por medio de sus mediciones obtenidas de acuerdo al diseño físico proporcionado por Tecnoacademia Cúcuta.

2.3. Programación de Servomotores

La programación de los servomotores MG995 se realizó en un entorno grafico de arduino llamado visualino, los cuales se les dio la capacidad a cada servo de ejecutar todos sus grados de libertad y el agarre de la pinza, proporcionando al manipulador de ejecutar trayectorias por medio del movimiento de cada articulación para llegar a una posición articular cada servomotor.

2.4. Diseño en CATIA V5

El diseño se desarrolló en el software CATIA V5 diseñando las piezas en 3D del manipulador de 5GDL, realizando los siguientes pasos de diseño:

- Boceto y establecimiento de las medidas.
- Creación de partes mecánicas (eslabones, pinza, servomotores).
- Comprobar las partes y ensamblar.



- Crear y animar el ensamblado.
- Crear imágenes renderizadas del diseño.
- Producir un dibujo del diseño en detalle.
- Creación de dibujos del diseño con Drafting.
- Personalización de Drafting.
- Crear vistas de proyección y vistas de sección de partes 3D.
- Posicionar las vistas en la hoja de dibujo.
- Añadir dimensiones y anotaciones a las vistas

2.5. Funcionamiento

Se evaluó el funcionamiento del manipulador proporcionado alimentación para verificar el movimiento de los servomotores los cuales al hacer desplazar las articulaciones intrínsecamente se corrobora su ensamble y programación correcta de cada una de ellas, llegando a cada posición articular estipulada.

3. RESULTADOS.

Los resultados obtenidos de las simulaciones realizadas a un manipulador de 5GDL aplicándole las etapas de diseño mencionadas.

3.1. Mediciones de cada pieza

Se tomaron las mediciones de las piezas como se muestra en la figura 1 con el banco de pruebas de la empresa Amatrol como se ilustra en la figura 2.



Figura 1. Piezas caracterizadas del manipulador de 5GDL.
Fuente. Autoría propia.



Figura 2. Banco de pruebas de medición de la empresa Amatrol.
Fuente. Autoría propia.

3.2. Ensamble del manipulador

Se ensambla las piezas anteriormente caracterizadas y se realizó el montaje con todas las conexiones como se muestra en la figura 3.

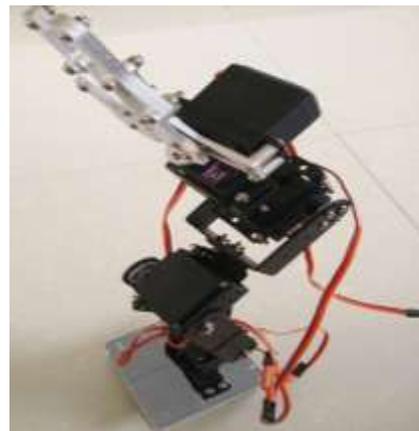


Figura 3. Ensamble de las piezas caracterizadas creando el manipulador de 5GDL.
Fuente. Autoría propia.

3.3. Programación de Servomotores

Se caracterizó el servomotor MG995 el que se muestra en la figura 4.





Figura 4. Servomotor utilizado MG995.
Fuente. Autoría propia.

Se programó en un entorno gráfico del software arduino llamado visualino como se muestra en las figuras 5, 6,7; los servomotores a controlar su posición articular al momento de desplazarse y cumplir una trayectoria.



Figura 5. Programación grafica en arduino.
Fuente. Autoría propia.

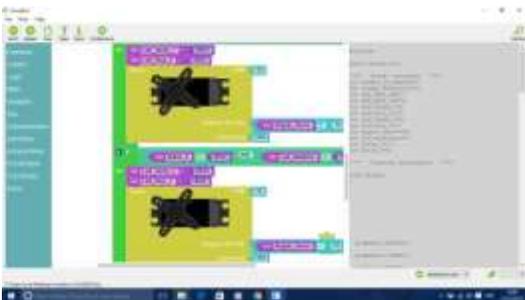


Figura 6. Programación en visualizo de los servomotores MG995.
Fuente. Autoría propia.

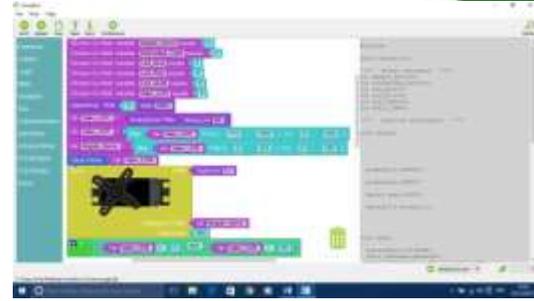


Figura 7. Programación en visualizo de los servomotores MG995.
Fuente. Autoría propia.

Se realizaron las conexiones de la tarjeta arduino con cada servomotor MG995 como se muestra en la figura 8; después de ingresada la programación en la tarjeta.

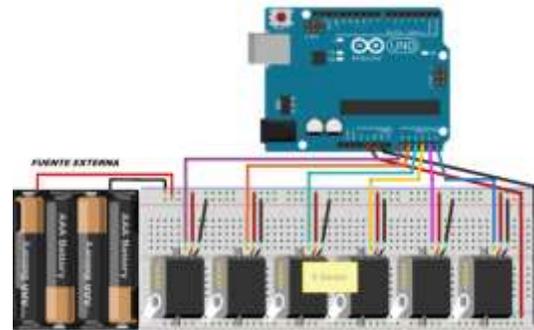


Figura 8. Configuración de conexiones de los servomotores MG995.
Fuente. Autoría propia.

3.4. Diseño en CATIA V5

Se obtuvo el boceto, el establecimiento de las medidas y la creación de partes mecánicas (eslabones, pinza, servomotores) como se muestra en las Figuras 9 y 10.





Figura 9. Creación de las partes mecánicas con sus respectivas medidas.
Fuente. Autoría propia.



Figura 11. Creación y posicionamiento de vistas de proyección y vistas de sección de partes 3D.
Fuente. Autoría propia.

Se creó y animó el ensamblado, estableciendo imágenes renderizadas del diseño, produciendo un dibujo del diseño en detalle y creando dibujos del diseño con Drafting, como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Ensamble y animación del manipulador de 5GDL.
Fuente. Autoría propia.

Se crearon las vistas de proyección y vistas de sección de partes 3D, Posicionado las vistas en la hoja de dibujo añadiendo dimensiones y anotaciones a las vistas como se muestra en la figura 11.

3.5. Funcionamiento

Se evaluó el buen funcionamiento del manipulador en físico y el manipulador diseñado en la herramienta de simulación CATIA V5, con la programación realizada en el software arduino y su entorno grafico llamado visualino, como se muestra en la figura 12.



Figura 12. Pruebas de funcionamiento del manipulador de 5GDL.
Fuente. Autoría propia.

4. CONCLUSIONES

El aprendizaje obtenido por los estudiantes de las 6 instituciones de la ciudad de Cúcuta de Tecnoacademia Sena fue productivo ya que se estudió, diseño e implemento un manipulador de 5 GDL y se analizó su

funcionamiento, cinemática y programación en el software como lo fueron CATIA V5 y visualino, estos programas de estudio son beneficiosos para los jóvenes de la región ya que son temas de gran importancia que ayudan al desarrollo intelectual y profesional.

El entorno gráfico del software arduino es una programación más sencilla y lógica de realizar el control de movimiento de los servomotores al momento de evaluar una trayectoria.

El software CATIA V5 es un software didáctico y práctico al momento de diseñar, permite conocer el análisis cinemático del manipulador y ofrece una animación en 3D con sus respectivas vistas de proyección.

5. BIBLIOGRAFIA

Antonio Barrientos, Luis Felipe Peñin, Carlos Balaguer, Rafael Aracil, “Fundamentos de robotica”, Mc Graw Hill, Segunda edicion.

Jose Maria Sabater Navarro, Jaime Martinez Verdu, “Guia docente para el diseño de robots de servicio”, AIDICO instituto tecnologico de la construccion.

<https://www.3ds.com/es/productos-y-servicios/catia/disciplinas/engineering/>

<http://www.amatrol.com/coursepage/virtual-measurement-tools-1/>



SLAM MONOCULAR APLICADO A ROBOT MÓVIL DIFERENCIAL DE EXPLORACIÓN TERRESTRE CON CÁMARA WIFI

Ing. Harol Hernando Herrerca Castellanos
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

hjh3x9@hotmail.com. Cúcuta-Colombia.

MsC. Oscar Manuel Duque Suarez
SENA-Tecnoacademia

omduke@gmail.com, omduque8@misena.edu.co. Cúcuta-Colombia.

(C)MsC. Miguel Ángel Niño Ardila

SENA-Tecnoacademia

maninoa@misena.edu.co. Cúcuta-Colombia.

(C)MsC Javier Fernando Arenales Bernal

SENA

jarenales@gmail.com. Cúcuta-Colombia

RESUMEN:

El SLAM (simultanea localización y mapeo) Monocular, es el proceso de determinar la posición y orientación de un robot mediante el análisis del flujo de imágenes de una sola cámara, en cada instante de tiempo, e ir construyendo un mapa de la trayectoria recorrida y el entorno. Este proceso ha sido usado en investigaciones recientes. En este trabajo se estudia las ventajas y desventajas, para usos de exploración terrestre. Se implementa el método Mono SLAM de Zaragoza [1] en un robot de tracción diferencial del presente diseño, con cámara de transmisión WiFi, para realizar la operación de SLAM en un procesador independiente. Los resultados muestran una alentadora respuesta frente a movimientos lineales y cambios de orientación, pero con error frente a cambios del plano de visión y avance en curvas. Por tanto, se recomienda en robots de movimiento omnidireccional, como un cuadricoptero enfocando la cámara hacia el suelo.

PALABRAS CLAVES: Odometría Visual, SLAM monocular, cámara WiFi, Robot móvil terrestre, Mapeo Matlab, Filtro de Kalman, Seguimiento de Corner.

ABSTRACT:

The SLAM (Simultaneous Location and Mapping) ,is the process to determine the position and orientation of a robot by the analysis of the image flux on a single camera, in each lapse of time, and build a map with the trajectory and environment. This process has been used in recent research. In this work we will study its pros and cons for terrestrial exploration. The algorithm will be implemented in a mobile robot with differential traction, a proper design, with a built in WiFi Camera, in order to process SLAM in an independent processor. Results show a good answer with linear and orientation changes, but it develops poorly when perspective changes or the way is curved. Because of that, it is recommended in omnidirectional robots, for example, a robot focusing on the floor.

KEY WORDS: Visual odometry, monocular SLAM, WiFi Camera, Land Mobile Robot, Matlab Mapping, Kalman filter, Tracking of Corner.



INTRODUCCIÓN

La exploración de terrenos y diferentes entornos geológicamente inestables, es una de las tareas principales que se buscan realizar con los robots móviles, para ello es requerida la navegación autónoma de los mismos, lo primordial en esta, es tener una buena percepción del desplazamiento que se realiza en cada instante de tiempo, además de identificar el espacio a su alrededor, obstáculos, objetos de interés y de más. Por ello es necesario que los robots móviles tengan sensorica suficiente pertinente a la tarea como: sensores de proximidad, acelerómetros, encoders, giroscopios, entre otros indispensables para realizar un proceso de SLAM.

Desde hace muchos años se ha querido utilizar la visión artificial en los robots como sensorica de navegación en símil a la visión en las personas y animales como la visión en las personas y animales, que será de ayuda a averiguar por donde vamos y cuáles son los movimientos, aun cuando exista un desplazamiento en un vehículo; adelante, atrás, arriba, abajo o hacia los lados, esto dependiendo si las cosas que son percibidas en el entorno, se acercan, alejan, bajan, suben etc. A sí mismo para lograr lo deseado, el algoritmo de visión debe identificar en cada uno de los fotogramas del flujo de imágenes capturadas por la cámara, unos mismos objetos o puntos de referencia constantes y estimar a partir de su desplazamiento el “Egomotion”, que es el movimiento realizado por la cámara en el espacio, y de ahí calcular el del robot portador.

Los trabajos más recientes en visión artificial, desde reconocimiento de patrones, mapeo y localización de cámara para animación y efectos especiales de escena en vivo, los inicios de las fotos panorámicas, hasta la reconstrucción en 3D de escenarios a partir de fotografías, han sido realizados usando el proceso de: extracción de “features o corner”, puntos clave o esquinas como el método Fast corner que es el que se usa en este trabajo; “matching” o emparejamiento de los anteriores

en al menos dos fotogramas; alineamiento geométrico de las parejas eliminando anomalías como la variación de 1 Point - RANSAC; por último este cambio plenamente identificado entre uno y otro fotograma pasa por un proceso de estimación de movimiento ya sea de escena o de cámara con ayuda de los parámetros intrínsecos o extrínsecos de la cámara de manera correspondiente.

Para el caso de Mono SLAM uno de los primeros trabajos al respecto realizados, utilizan junto con los pasos de emparejamiento de fotografías, un EKF (filtro extendido de Kalman), como estimador de movimiento de espacios de estado no lineales a partir de un modelo dinámico “constante” aproximado con ayuda de sus dos etapas, la de predicción y la de corrección. Cabe aclarar que Matemáticamente el mapa probabilístico que realiza el algoritmo, está representado por un vector de estado \hat{x} y una matriz de covarianza P vistos en la ecuación (1).

Ha habido muchas mejoras desde primer algoritmo de Mono SLAM uno de los últimos y con buenos resultados es el hecho por la Universidad de Zurich y aplicado a un cuadricoptero “Monocular Visual Odometry Semidirect” [4], sin embargo el estudio fue realizado con otra versión de Mono SLAM anterior de la Universidad de Zaragoza [1], debido a la versión del algoritmo en MATLAB prestada.

Mono SLAM

Ya sabiendo que para un trabajo de Mono SLAM, a los pasos básicos de emparejamiento de fotografías, se implementa el uso de un EKF como predictor de estado, cabe resaltar que su funcionamiento es basado en leyes de distribución normal o gaussiana, y por tanto es de carácter probabilístico al igual que los mapas creados por algoritmos de SLAM. En esta sección se explica algo sobre el funcionamiento de la versión del algoritmo de Mono SLAM



que se aplica, así más adelante poder mencionar detalles sobre su implementación y los resultados obtenidos con el mismo.

Mapa Probabilístico 3D

El vector de estado que como se mencionó antes, es el Mapa, está compuesto por las estimaciones de estado de, la cámara y las características; y P es una matriz cuadrada de igual dimensión que se puede dividir en elementos submatriz.

$$\hat{x} = \begin{bmatrix} \hat{x}_v \\ \hat{y}_1 \\ \hat{y}_2 \\ \vdots \end{bmatrix}$$

$$P = \begin{bmatrix} P_{xx} & P_{xy1} & P_{xy2} & \dots \\ P_{y1x} & P_{y1y1} & P_{y1y2} & \dots \\ P_{y2x} & P_{y2y1} & P_{y2y2} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{bmatrix} \quad (1)$$

Al hacer esto, la distribución de probabilidad sobre todos los parámetros del mapa se aproximan como una sola multivariable Distribución de Gauss en un espacio de dimensión igual al tamaño total del vector de estado.

Explícitamente el vector de estado de la cámara x_v de la ecuación (1), comprende un vector de posición métrica en 3D r^W , un cuaternión de orientación q^{WR} , un vector de velocidad v^W , y un vector de velocidad angular w^R , donde W es el marco de coordenadas del mundo y R el de la cámara o robot.

$$x_v = \begin{bmatrix} r^W \\ q^{WR} \\ v^W \\ w^R \end{bmatrix} \quad (2)$$

Movimiento, Modelado y predicción

Cabe saber que cada iteración de filtro de Kalman se compone de dos partes principales; Predicción: estimación de los estados a partir de un modelo dinámico establecido (no tiene que estar perfecto gracias a la segunda etapa); Corrección: Actualización y corrección, donde

se comparan la estimación con la realidad, con el fin de adaptar el modelo y la ganancia de Kalman, que está llevando a cabo las estimaciones en forma de distribución gaussiana.

1. SKIPPER

Skipper es un robot móvil de exploración terrestre de diseño propio, cuya finalidad es la implementación de algoritmos de navegación y de visión artificial, cuenta con una transmisión de video vía WiFi de 8ftps compatible con Matlab. La meta fue conseguir implementar con éxito y probar el funcionamiento del algoritmo Mono SLAM en Skipper.



Figura 1. Skipper
Fuente. Autoría propia.

Algoritmo usado paso a paso

En esta sección se va a analizar los pasos de un algoritmo de Mono SLAM a través de las funciones principales que se ejecutan de manera cíclica dentro El diagrama del flujo de este algoritmo se puede visualizar en la fig.2.

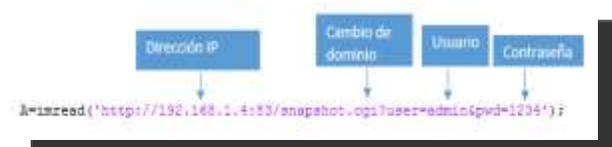


Figura 1. Diagrama de flujo del algoritmo Mono
Fuente. Autoría propia.



Implementación y Calibración de la cámara de Skipper

Para poder implementar el algoritmo, se debe contar con el modelo matemático de la cámara, en este modelo están implícitos características como la distancia focal y la distorsión del lente, la forma más fácil de hallarlo es mediante métodos de calibración de cámara, la más usada es la calibración por tablero de ajedrez. Sin embargo para trabajar en ella necesitamos contar con las imágenes transmitidas por Skipper ya en el pc.

Las cámara WiFi transmiten de manera similar las imágenes; por tanto se explica la forma que se usa para recibirlas desde Matlab. Se programa con la función “imread” que toma imágenes de internet a través del link, pero se necesita usuario y contraseña para acceder a ellas; para solucionar este inconveniente se puede usar el método de la fig.3, así hacer login desde el mismo link que contiene la dirección Ip.

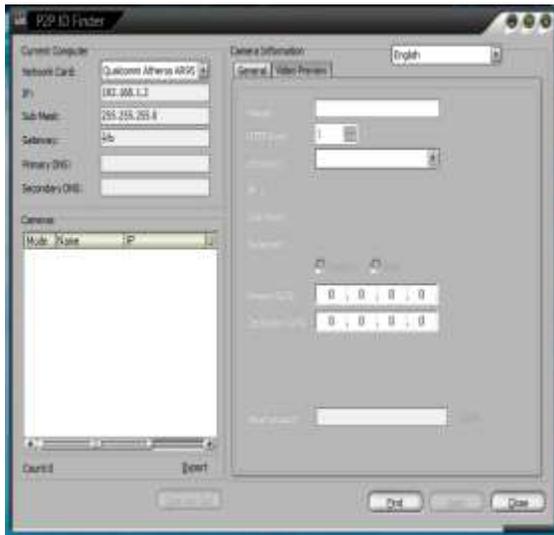


Figura 2. Estructura del comando de importación de imágenes de la cámara WiFi a Matlab

Fuente. Autoría propia.

Se aplican los resultados que se lograron con la toolbox “Camera Calibration”, se puede observar algo de este trabajo en la fig.4.

Los resultados se cambian de presentación de método Bouguet a método Tsai, que es el usado

en este algoritmo de visión. Los parámetros intrínsecos obtenidos de la cámara están dados por una matriz M .

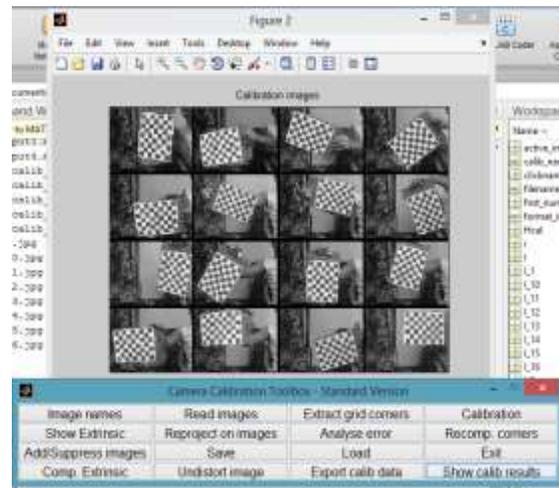


Figura 3. Toolbox camera calibration Fuente. Autoría propia.

$$M = \begin{bmatrix} F/dx & 0 & 0 \\ s & F/dy & 0 \\ Cx & Cy & 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Donde, F es la longitud focal en unidades reales típicamente milímetros, $1/dx$ y $1/dy$ son el número de píxeles por unidad de mundo en dirección a x y y respectivamente, las coordenadas Cx y Cy representan el centro óptico en píxeles, Cuando el eje X y Y son completamente perpendiculares, el parámetro de inclinación, s , es igual a 0. Sabiendo esto la matriz M obtenida de la calibración es:

$$M = \begin{bmatrix} 194.0625 & 0 & 0 \\ 0 & 194.0625 & 0 \\ 137.1829 & 132.9969 & 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Análisis del funcionamiento del algoritmo

Ya teniendo el modelo de la cámara de Skipper, podemos adaptarle el código de Mono SLAM a usar, y someterlo a diferentes trayectorias dos y



tres veces, para ver su eficiencia frente a cada movimiento. En cada prueba la cámara transmite un flujo de imágenes durante el recorrido y el algoritmo enlaza cada fotograma para hacer posible una estimación del Egomotion o movimiento que realizó la cámara. Dos de las pruebas más concluyentes fueron:

Trayectoria circular

Se puede observar el movimiento trazado en este primer experimento en la fig.5a con una línea azul y algunos objetos de referencia numerados en rojo, y en la fig.5b, trayectoria estimada por el algoritmo a partir de las imágenes capturadas, además de las coordenadas iniciales y finales estimadas. El movimiento circular de la cámara fue trazado a pulso ya que no es relevante la perfección del círculo (porque la finalidad del experimento es cerrar trayectorias con el algoritmo, y observar una coherencia entre movimiento real y el estimado). Se puede observar en esta figura, de manera gráfica y numérica la eficiencia del algoritmo para cerrar trayectorias.

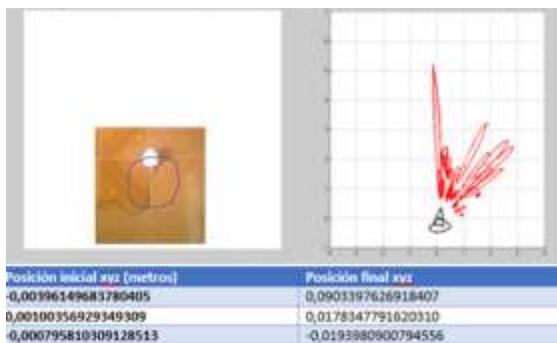


Figura 4 Trayecto circular
a) recorrido real hecho por la cámara
b) recorrido virtual estimado por el algoritmo a partir del flujo de imágenes
Fuente. Autoría propia.

Trayectoria triangular: al igual que en el experimento anterior en la fig. 6ase observa el movimiento realizado por la cámara con una línea azul y algunos de los objetos con puntos de referencia, numerados en rojo; y en la fig. 6b, la trayectoria estimada por el algoritmo. A sí mismo el movimiento triangular de la cámara fue trazado a pulso ya que no es relevante la

perfección del triángulo (porque la finalidad del experimento es cerrar trayectorias con el algoritmo, y observar una coherencia de movimiento real y el estimado).

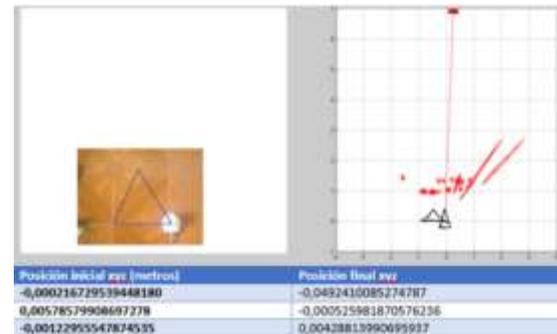


Figura 6 Trayecto triangular
a) recorrido real hecho por la cámara
b) recorrido virtual estimado por el algoritmo a partir del flujo de imágenes
Fuente. Autoría propia.

2. IMPLEMENTACIÓN EN EL ROBOT, PRUEBAS FINALES Y RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados finales, obtenidos; en las imágenes podremos apreciar la comparación entre, el recorrido real hecho por el robot, y la trayectoria estimada por el algoritmo de SLAM.

Cada imagen consta de tres partes; el recorrido estimado por el algoritmo, la trayectoria real, y un zoom para comparación entre estos. Los resultados arrojados en distancia en metros, están escalados en, el eje Y a una relación de 2.5:1 y el eje X a 1.13:1. Escalas obtenidas desde los resultados de algunas pruebas en línea recta en ambos ejes.

En línea recta de frente

La línea recorrida es de 3m de longitud, y el resultado fue de 1.2m, esta es una de las pruebas que permite determinar la escala de ajuste en el eje Y mencionada anteriormente. Las líneas de las baldosas además generan perturbaciones. Se puede observar en la Fig.7, una muy buena respuesta en línea recta, casi natural, y con las

pequeñas fluctuaciones en la línea, esperadas por las vibraciones de las llantas sobre el terreno.

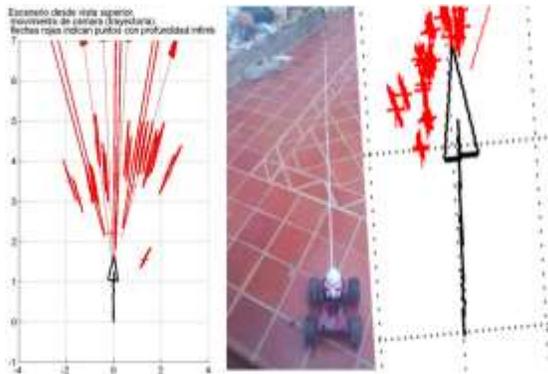


Figura 5. Análisis en línea recta de frente
Fuente. Autoría propia.

En línea recta de lado

En esta prueba se realiza un recorrido similar al primero, pero en esta ocasión la cámara estará mirando hacia un lado, esto con el fin de observar el comportamiento del algoritmo frente al flujo de imágenes producidas por una traslación lateral, una vez más la línea tiene 3m de longitud, y el resultado que muestra el algoritmo es de 2.65m, una de las pruebas que lleva a determinar la escala de ajuste en el eje X mencionada anteriormente. En la Figura 8 se puede observar una respuesta bastante positiva del desplazamiento lateral, con un error, de dirección debido a que la cámara no se rotó exactamente 90°.

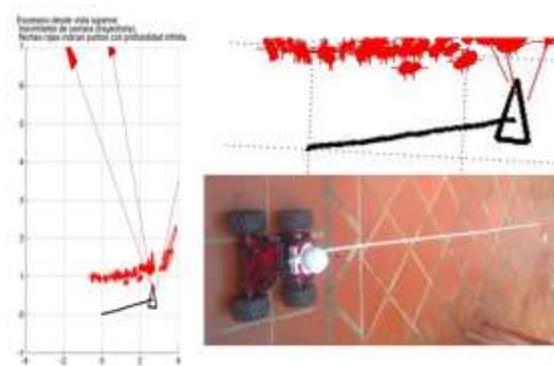
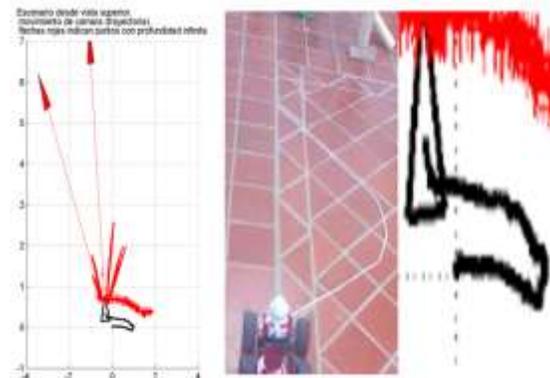


Figura 6. Análisis en línea recta de lado
Fuente. Autoría propia.

Realizando una curva abierta

En la Figura 9 se puede observar una buena respuesta, sin embargo empieza a notarse una falencia del algoritmo en asimilar rotaciones por parte del vehículo.

Figura 7. Análisis de una curva abierta
Fuente. Autoría propia.



Para poder hacer la comparación cuantitativa de los resultados del algoritmo frente a una curva, se dividen las trayectorias, tanto real como virtual en 10 puntos, los puntos en la curva real son tomados con ayuda del análisis de curvas cuadráticas de (BEZIER) que no es más que una interpolación de líneas para obtener los puntos que componen la parábola deseada (ver Figura 10). Los puntos virtuales son más sencillos de obtener, ya que contamos con un vector que contiene la trayectoria guardada y una figura que los gráfica. Los resultados los se pueden apreciar en la Tabla 1.

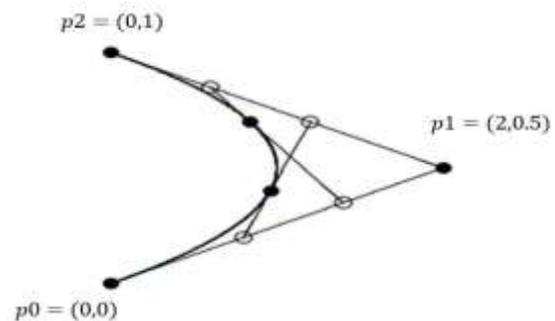


Figura 8 diagrama de curva BEZIER,
coordenadas en metros
Fuente. Autoría propia.

algunos puntos más que otros al avanzar, rota. Por tanto el algoritmo en los giros estima que: “el carro se traslada de manera lateral mientras rota”.

Tabla 1. Resultados de curva abierta (unidades en metros)

punto	virtual x	y	Real x	y	Diferencia x	y
P1	0	0	0	0	0	0
P2	0.25	0.007	0.395	0.11	0.1450	0.1030
P3	0.598	-0.001	0.691	0.22	0.0930	0.2210
P4	0.949	-0.006	0.888	0.33	0.0610	0.3360
P5	1.107	0.005	0.987	0.44	0.1200	0.3900
P6	0.847	0.325	0.986	0.55	0.1390	0.2250
P7	0.463	0.4825	0.888	0.66	0.4250	0.1775
P8	0.09	0.506	0.691	0.77	0.6010	0.2100
P9	-0.21	0.605	0.395	0.88	0.6050	0.2300
P10	-0.3	0.9	0	0.99	0.3000	0.0900
promedio					0.2127	0.1982

Respuesta frente a giro cerrado (forma Z)

Esta prueba se hace con el fin de mostrar, la mejor y la no tan buena, cualidad del algoritmo, donde la mejor es la respuesta frente a translaciones en línea recta, en esta pista en forma de Z tenemos tres tramos. Y la falta de exactitud del algoritmo frente a giros, ya que en esta pista tenemos dos giros cerrados. En la Figura 11 se puede observar la correcta respuesta en los tramos de línea recta; además se puede apreciar no solo ahí si no en el video del paralelo entre el carro real y el virtual en movimiento, como el algoritmo responde frente a un giro.

Debido a que el algoritmo observa el entorno y detecta sus cambios frente a la traslación de puntos fijos, y la aparición de nuevos objetos de interés, se puede decir que: la traslación lateral y el giro, se asemejan en su flujo óptico, por tanto la respuesta del algoritmo es natural, él se traslada a un lado, pero al ver que se aleja de

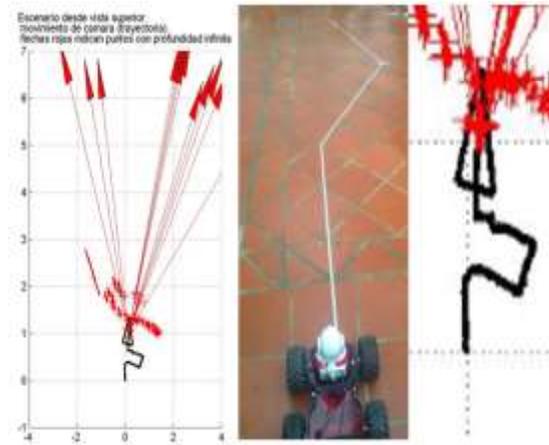


Figura 9. Análisis recorrido en Z
Fuente. Autoría propia.

En la Figura 12 se puede apreciar la comparación de las dimensiones del recorrido virtual y real, para ver el error y el desfase, dado el caso, se ignoran las líneas hechas por giros sobre el mismo eje, y se toman los datos que son la orientación y el avance en línea recta para sacar unos resultados, ver Tabla 14. Para la longitud y el ángulo virtual tomamos desde la figura en Matlab 2 puntos extremos de cada recta y con ellos se determina su función incluida la pendiente, para saber el ángulo de rotación y longitud de cada segmento de la trayectoria estimada.

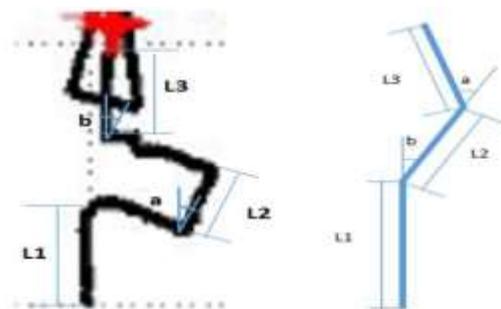


Figura 10. Comparación recorrido real y virtual en forma de Z
Fuente. Autoría propia.



Tabla 2. Resultado recorrido en Z

Dimensión	Virtual	Real	Diferencia
L1	1.025	1	0.025 m
a	26	30	4°
L2	0.83	0.8	0.03 m
b	28	40	12°
L3	0.89	0.8	0.09 m

CONCLUSIONES

En definitiva la Odometría visual es una opción bastante buena a la hora de querer realizar SLAM (mapeo y localización simultaneas) de un robot móvil, por tanto es un campo de estudio investigativo muy prometedor. Como soporte de esta conclusión se tienen los resultados obtenidos, en los que podemos distinguir la efectividad del algoritmo frente a diferentes recorridos.

El éxito del algoritmo está directamente relacionado con la cantidad de fotogramas por segundo que se logren capturar. Se debe a que la parte del algoritmo de matching o emparejamiento, hace su búsqueda de características, alrededor de un área de incertidumbre determinada, donde el EKF le dice que podría estar la característica o esquina en base al movimiento, trayectoria y velocidad llevadas, si no encuentra al menos 1 punto emparejado denominados (individualmente compatibles) el siguiente paso de alineamiento geométrico o RANSAC para saber el cambio entre fotograma y fotograma, no podrá ser llevado a cabo, y el algoritmo generara error; y un cambio muy grande de movimiento entre uno y otro fotograma se desbordaría del área de predicción mencionada. De una manera más simple, si el robot se mueve tan rápido que la rata de fotogramas enviados no alcanza a captar el movimiento paso a paso, el algoritmo se pierde, y el EKF no logra encontrar solución.

El entorno en el que exista el movimiento debe ser rico en esquinas o puntos sobresalientes a manera de asegurar que el algoritmo encuentre suficientes puntos de referencia. Esto debido al mismo problema de la conclusión anterior,

entre menos puntos de referencia tenga, más posibilidades hay de que no encuentre ningún punto individualmente compatible y se pierda.

Se puede decir que un movimiento ideal, en el que el algoritmo puede entregar sus mejores resultados, es el realizado por un robot de configuración omnidireccional. Como vimos los mejores resultados son la estimación de movimientos lineales, el robot omnidireccional puede moverse para un lado y otro sin necesidad de la rotación. Otro punto a favor para este tipo de tracción, son los excelentes resultados de validación del algoritmo antes de montar la cámara en el robot diferencial en la que trazábamos círculos e incluso triángulos, recordemos que el movimiento imprimido a la cámara de manera manual fue muy similar al de un robot omnidireccional.

El algoritmo parece estar diseñado para vehículos aéreos como un cuadricoptero. Si analizamos la vista superior de un vehículo aéreo, siempre va estar muy colorida y llena de esquinas y puntos característicos, además podemos decir que el movimiento de un vehículo aéreo por los cielos mirando al suelo, es similar al de un robot omnidireccional mirando al frente. Trabajo mencionado en la introducción hecho por la universidad de Zurich [4].

La tasa de fotogramas por segundo transmitida por la cámara Wi-Fi está limitada por el ancho de banda prestado por la red a la que se encuentre conectada. Esto fue comprobado al realizar pruebas conectando el robot a diferentes redes de WiFi doméstico.

BIBLIOGRAFIA

Javier Civera, Andrew J Davison, JMM Montiel, "Inverse Depth Parametrization for Monocular SLAM," IEEE Transactions on Robotics, vol 24, no 5, 2008

Andrew J. Davison, Ian D. Reid Member IEEE, Nicholas D. Molton, and Olivier Stasse Member IEEE "MonoSLAM: Real-Time Single Camera SLAM," IEEE



transactions on pattern analysis and machine intelligence, vol. 29, no. 6, 2007

Edward Rosten and Tom Drummond,
“European Conference on Computer Vision (to appear),“ 2006, página oficial para descarga inclusive para MATLAB: <http://www.edwardrosten.com/work/fast.html>

Christian Forster, Matia Pizzoli,
Davide Scaramuzza, “SVO: Fast Semi-Direct Monocular Visual Odometry,” IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2014

Javier Civera, Oscar G Grasa,
Andrew J Davison, JMM Montiel, “1-Point RANSAC for EKF Filtering. Application to Real-Time Structure from Motion and Visual Odometry,” revista Journal of Field Robotics vol. 27, no. 5, pag. 609-631, 2010

Georg Klein, David Murray, “Parallel tracking

and mapping for small AR workspaces”, Mixed and Augmented Reality, 2007. ISMAR 2007. 6th IEEE and ACM International Symposium on

Richard A. Newcombe and Andrew J. Davison
“Live Dense Reconstruction with a Single Moving Camera”, Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010 IEEE Conference

Matia Pizzoli, Christian Forster and Davide Scaramuzza, “REMODE: Probabilistic, Monocular Dense Reconstruction in Real Time”, IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2014

Jiixin Li, Yingcai Bi, Menglu Lan, Hailong Qin, Mo Shan, Feng Lin, Ben M. Chen, “Real-time Simultaneous Localization and Mapping for UAV: A Survey”, National University of Singapore, 2016



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS DE DESBALANCE EN MÁQUINAS ROTATIVAS.

MsC. Jhon Edward Lizarazo

SENA-Tecnoparque Nodo Ocaña

Jhon364@gmail.com, jlizarazop@sena.edu.co. Cúcuta-Colombia.

MsC. Oscar Manuel Duque Suarez

SENA-Tecnoacademia

omduke@gmail.com, omduque8@misena.edu.co. Cúcuta-Colombia.

MsC. Wilmer Guevara

SENA-Líder SENNOVA

ing_wguevara@misena.edu.co, wguevara@sena.edu.co. Cúcuta-Colombia.

(C) MsC Javier Fernando Arenales Bernal

SENA

jarenales@gmail.com. Cúcuta-Colombia

RESUMEN:

El desbalance es uno de los problemas más frecuentes a causa de vibración en la industria, por ello es de gran importancia el estudio del mismo para aplicaciones prácticas que contribuyan a formar profesionales capaces de enfrentar este problema con conocimientos prácticos y teóricos. Para tal fin se realizó un instrumento virtual de análisis de vibración por desbalance mediante la adquisición de datos de sensores de vibraciones como acelerómetros y velocímetros, el cual sirve para evaluar los modos y efectos de falla en un rotor efectuando un diagnóstico del elemento, hallando la forma posible de corregir cuando ocurra desbalance. Este instrumento está desarrollado con programación gráfica en LabVIEW, y está instalado en el banco de pruebas del laboratorio de Mecánica de Materiales (LABMM) en la universidad de los Andes (ULA, Venezuela), el cual cuenta con la instrumentación adecuada. Los instrumentos utilizados durante el desarrollo del trabajo fueron: dos acelerómetros 736T, un velocímetro 793V y la tarjeta de adquisición de datos DAQpad-6020E para efectuar la medición de vibración en el ROTOR 5000 del laboratorio.

PALABRAS CLAVES: Instrumentación virtual, desbalance, mantenimiento predictivo.

ABSTRACT:

Vibration due to unbalance is one of the most frequent problems in industry and it is of great importance to study it. To help in the understanding of this issue and facilitate the professional training of those who have to deal with this problem, we built a virtual instrument for analyzing vibration due to unbalance. This device collects data from vibration sensors, such as accelerometers and speedometers, to evaluate the failure mode and effects on a rotor element, making a diagnosis and finding a possible solution to the unbalance. This tool was developed with LabVIEW graphical programming, and is installed in the Mechanics of Materials Test Lab (LABMM) at Universidad de los Andes (ULA, Venezuela), which has the appropriate instrumentation. The instruments used during the development of this work were: two accelerometers 736T, 793V speedometer and data acquisition card DAQpad-6020E, for measurement of vibration with the laboratory's test bench ROTOR 5000.

KEY WORDS: Virtual instrumentation, unbalance, predictive maintenance.



6. INTRODUCCIÓN

La detección de fallas en maquinaria rotativa abarca tecnologías como el análisis de aceite, la termografía infrarroja y el análisis de vibraciones. La corrección de fallas en maquinaria rotatoria comprende el simple reemplazo de piezas defectuosas, como correas, cojinetes y engranajes, enderezar un eje doblado, la alineación de acoplamientos y el balanceo dinámico. De la detección de fallas y su corrección se han realizado numerosos trabajos, sin embargo el diagnóstico por vibraciones es uno de los más extendidos y será el objetivo de este trabajo de investigación, enfocado al estudio de desbalance.

El análisis de vibraciones en equipos rotativos es la herramienta que permite interpretar las lecturas de vibración y eventualmente diagnosticar con precisión el tipo de falla. El desbalance ocasiona el deterioro progresivo y la falla prematura de los cojinetes anti-fricción que soportan el rotor debido a las fuerzas centrífugas creadas por la rotación, este se corrige mediante balanceo dinámico, ya sea en una máquina de equilibrado o en el mismo sitio donde está instalada la máquina bajo condiciones normales de temperatura, carga y velocidad de funcionamiento.

2. DISEÑO GENERAL

2.1. Diseño de tacómetro

La medición de velocidad en la industria se efectúa de dos formas: con tacómetros mecánicos y tacómetros eléctricos. Los primeros detectan el número de vueltas del eje de la máquina por medios exclusivamente mecánicos pudiendo incorporar o no la medición conjunta del tiempo para determinar el número de revoluciones por minuto (r.p.m.), mientras que los segundos captan la velocidad por sistemas eléctricos. Para usos industriales se suelen utilizar tacómetros transformación directa de la señal para alimentar los eléctricos porque permiten los instrumentos registradores o controladores de panel. Un caso de aplicación típica lo constituye la medición de la velocidad de giro del eje de una turbina en una central de energía.

Para desarrollar el tacómetro se seleccionó un emisor de luz infrarroja y un fototransistor como receptor del

haz luminoso que conmute cada vez que detecte un objeto obstaculizando el mismo. Para diseñar y simular el circuito se utilizó el programa ISIS de Proteus. En la figura 1 se muestra los dispositivos electrónicos necesarios para obtener el circuito interruptor del haz luminoso.

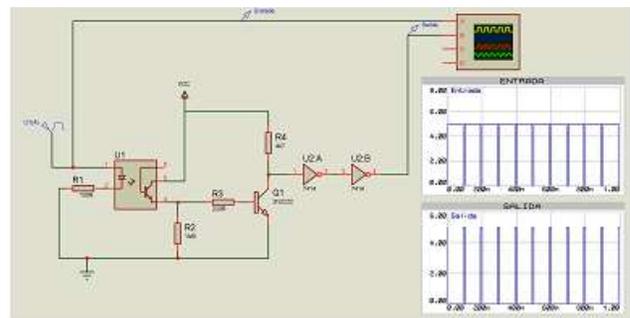


Figura 1. Diagrama de circuito para tacómetro infrarrojo.

Fuente. Autoría propia.



Figura 2. Montaje de emisor y receptor infrarrojo.

Fuente: Propia.

En la figura 2 se muestra la manera de montar el tacómetro utilizado para la tarea de medir la velocidad de giro del ROTOR 5000 (Máquina utilizada como base para el banco de pruebas).

La señal del tacómetro se envía a la tarjeta de adquisición de datos DaqPAD-6020E para calcular la velocidad de giro midiendo la frecuencia de paso de la señal teniendo un pulso por vuelta del rotor.

2.2. Montaje e Instalación de equipos en el laboratorio.



Uno de los factores importantes a la hora de implementar el instrumento virtual es la correspondiente instalación y puesta a punto de los dispositivos de medición y estructura física del banco de pruebas. Para ello luego de diseñar el tacómetro se agrupa el mismo en el conjunto de instrumentos presentes en el laboratorio de la escuela de ingeniería mecánica, es decir, (Tarjeta de adquisición de datos, transductores, fuentes, motor, ajuste de estructura física y demás).



Figura 3. Banco de Pruebas Rotor 5000.

Fuente. Autoría propia.

En la figura 3 se observa el banco de pruebas utilizado para la tarea de medición de vibraciones en el laboratorio de Mecánica de Materiales de la universidad de los Andes. La tarjeta de adquisición de datos y el control de velocidad del motor que acciona el rotor se muestra en la figura 4.



Figura 4. Tarjeta de adquisición de datos DaqPAD-6020E, motor, controlador de velocidad de motor y fuentes de los transductores de aceleración y velocidad.

Fuente. Autoría propia.

2.3. Programación del Instrumento Virtual para Medición de Vibraciones y Balanceo del Rotor 5000.

El software diseñado para la tarea de balancear el rotor está compuesto de dos subinstrumentos llamados INVIBA (*Instrumento Virtual Para Balancear ROTOR-5000*) e INVIBRA (*Instrumento Virtual Para la medición de vibraciones*), esta distinción se realiza ya que son dos módulos independientes pero trabajan de la mano para la tarea final que es balancear la máquina ROTOR 5000. El módulo INVIBA se ejecuta en el instante que se inicia el programa de balanceo como se muestra en la figura 5. Esta ventana indica al usuario que tarea desea realizar mostrando tres opciones principales que son:

- Balancear en un Plano
- Balancear en Dos Planos
- Evaluar severidad vibratoria.



Figura 5. INVIBA interfaz inicial del programa para balancear el ROTOR 5000.

Fuente. Autoría propia.



Figura 6. INVIBRA interfaz para medición de vibraciones.

Fuente. Autoría propia.

La interfaz principal del programa es INVIBRA ya que en esta ventana se mide y se realiza todo el cálculo según el método seleccionado en la ventana INVIBA sea balanceo en un plano, balanceo en dos o evaluar la severidad de la vibración.

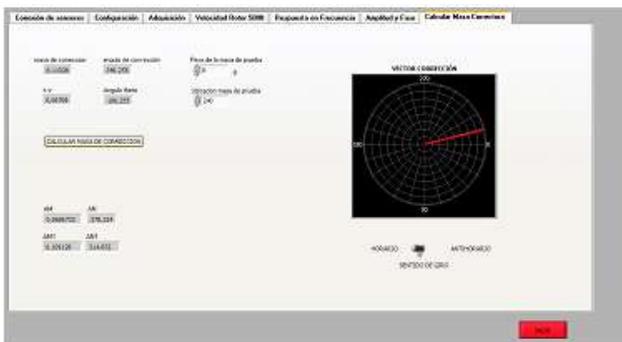


Figura 7. Interfaz de cálculo de masas de corrección para el método de balanceo en dos planos por el método de coeficientes de influencia.

Fuente. Autoría propia.

3. ANALISIS DE RESULTADOS.

Se determinaron resultados satisfactorios para cada uno de los métodos de balanceo aplicados y para la evaluación de la severidad de la vibración.

3.1. Balanceo en un Plano

Para el balanceo en un plano se necesitan dos muestras, una sin ningún tipo de masa de prueba y otra con una masa de prueba que permita perturbar el sistema obteniendo las mediciones de amplitud y fase en cada una de las muestras. En esta prueba se trabaja con el transductor de velocidad ya que presenta una respuesta más adecuada en la velocidad para frecuencias bajas. En

la figura 8 se muestra el contenido espectral para la señal tomada por el acelerómetro a una velocidad de 1960 RPM y la figura 9 muestra la señal obtenida por el velocímetro a la misma velocidad de operación, donde se muestra que el velocímetro tiene un mejor comportamiento en las frecuencias bajas ya que las componentes de alta frecuencia se suprimen o integran por la señal de velocidad. Por ello el rango de trabajo para el velocímetro es de 1000 a 12000 RPM donde se tiene una respuesta lineal. Se decide trabajar con el velocímetro para el balanceo en un plano.

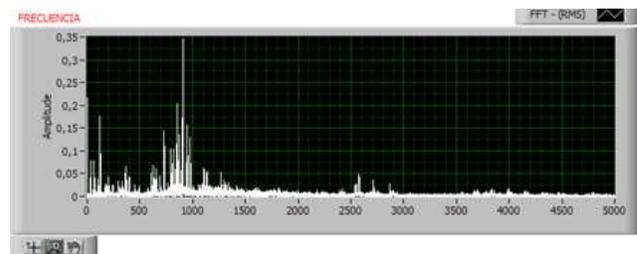


Figura 8. Respuesta en frecuencia para acelerómetro. Fuente. Autoría propia.

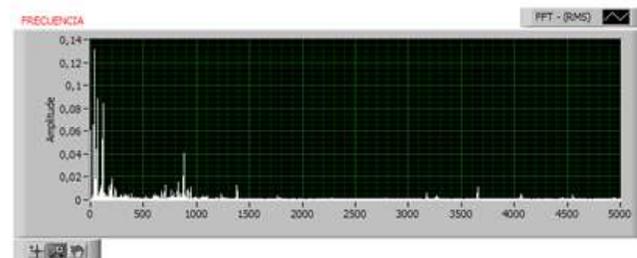


Figura 9. Respuesta en frecuencia para velocímetro. Fuente. Autoría propia.

En la práctica se toma una muestra a una velocidad de operación de 1937 RPM sin ninguna masa de balanceo como vibración inicial en el plano medido. En la figura 7.22 se muestra el espectro de vibración de la señal del velocímetro y la señal en el tiempo del tacómetro como de la velocidad de vibración. La amplitud de vibración observada contiene una frecuencia fundamental en 32,5 Hz correspondiente a la frecuencia de orden 1 con una amplitud de 0,09 in/s y una fase de 282°. Luego se agrega un peso de prueba de 8gr ubicado a 60° de la marca de referencia del tacómetro obteniendo un valor de amplitud de 0.078 in/s y un corrimiento de fase de 233°.

Luego de tener capturado los datos de velocidad de vibración en los dos casos se procede a ejecutar el



programa de balanceo en un plano arrojando el siguiente resultado para el peso de corrección 9,2 gr. ubicado en el ángulo -12,20, ya que el ROTOR 5000 tiene cuatro agujeros igualmente espaciados con ángulos de 90° uno de ellos queda en la posición -30° de la posición de referencia del tacómetro (se debe recordar que el ángulo de fase se mide inverso al sentido de rotación del eje principal), se ingresa la misma pesa de corrección de 8 gr. en la posición -30° obteniendo el resultado mostrado en la figura 10 donde se observa una amplitud de vibración de 0,0263 in/s y una fase estable de 345° logrando un balanceo óptimo ya que se redujo la amplitud en un 70% del valor inicial comprobando así que el programa funciona de la manera correcta para esta prueba. Si se pudiese colocar la masa correctora en el ángulo correcto de 9° la reducción en la amplitud sería mucho mayor que la tomada como óptima.

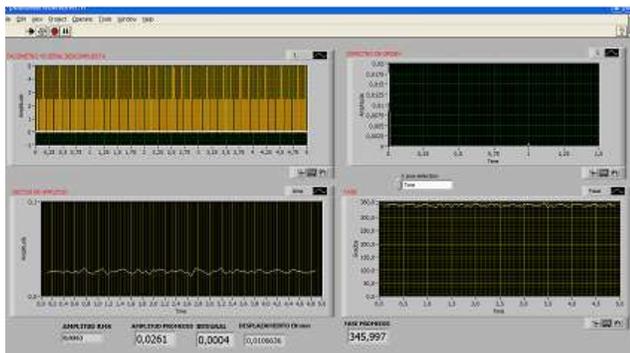


Figura 10. Resultado de vibración con masa correctora instalada.

Fuente. Autoría propia.

3.2. Balanceo en Dos Planos

Para efectuar el balanceo en dos planos es necesario aclarar los dos planos de perturbación donde se ingresarán las masas de prueba, por lo general para este tipo de banco de pruebas se utilizan dos discos separados una distancia L y así poder establecer un rango de perturbación entre un plano cercano al punto de medida y un plano lejano comúnmente llamado (near y far), para demostrar que el programa está funcionando de la manera correcta se compara con datos obtenidos en [2] para balanceo en dos planos obteniendo los mismos resultados del libro en cuestión. Para ello se utilizó la primera versión del programa de balanceo en dos planos realizado en LabVIEW con la opción de simulación de entrada de datos, con datos constantes de entrada para

ángulos de fase y amplitudes en cada una de las pruebas descritas por el método de balanceo por coeficientes de influencia.

Near	Ángulo Near	Far	Ángulo Far	Peso prueba	Ángulo peso
38	256	19	36	Sin masa	Sin masa
31	300	37	75	7.95	90
17	264	31	21	7.95	90

Tabla 1. Datos de entrada al programa de balanceo.



Figura 11. Resultado balanceo en dos planos con datos constantes tomados del libro [2].

Fuente. Autoría propia.

3.3. Módulo de Severidad de Vibración

La práctica realizada para la evaluación de severidad vibratoria donde se hace una perturbación desbalanceando el sistema rotor-dinámico ROTOR 5000 con un tornillo lo suficientemente pesado como para elevar los niveles de vibración a niveles intolerables por la máquina. Para la elaboración del programa se aplicó la norma ISO 10816 donde se indican que para una máquina de este tipo los niveles permisibles o iniciales de montaje son 0,06 in/s, 0,11 in/s para un nivel intermedio donde la máquina no presenta fallos pero se indica que la máquina ya tiene algún tiempo funcionando mal, en este punto se dice que la falla es del tipo incipiente, 0,18 in/s la condición de la máquina no es adecuada y no puede funcionar de manera continua, en este punto se dice que la falla es del tipo potencial, el valor límite para la vibración es cuando presenta falla funcional para valores por encima de 0,18 in/s.

La figura 12 se muestra la descripción de la tabla de la norma ISO 10816 tomada del instrumento virtual para evaluar severidad vibratoria.





Figura 12. Niveles tolerables e intolerables para análisis de severidad de vibración.
Fuente. Autoría propia.

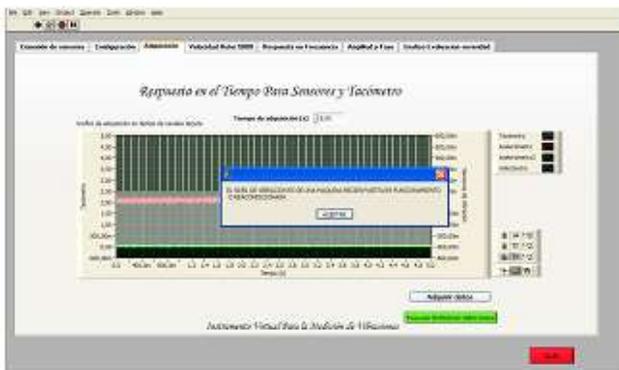


Figura 13. Mensaje mostrado según el valor leído para la vibración en un rotor en perfecto estado.
Fuente. Autoría propia.

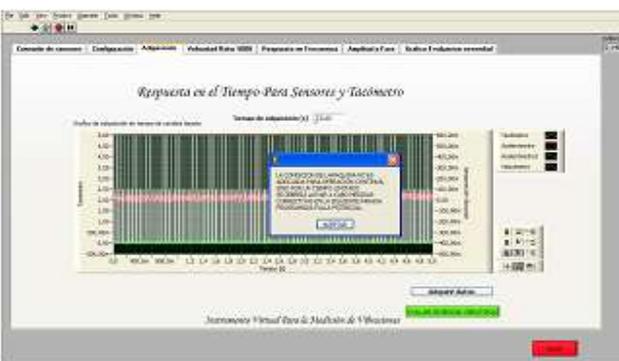


Figura 14. Mensaje mostrado según el valor leído para la vibración en un rotor con falla potencial.
Fuente. Autoría propia.

En cada una de las siguientes figuras se muestra los resultados para bajos niveles de vibración y niveles elevados perturbando el sistema con un tornillo de una

masa elevada desbalanceando el rotor para establecer cada una de las escalas de la norma ISO 10816.

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se implementaron tres instrumentos virtuales para la medición de vibraciones con el propósito de implementar mantenimiento predictivo, balanceo en un plano, balanceo en dos planos y evaluación de severidad vibratoria. Estos programas se demostraron que son funcionales para el ROTOR 5000, aplicando métodos de balanceo comúnmente aplicados en la industria para evaluación de maquinaria rotativa.

La flexibilidad del programa permite añadir instrumentos en un futuro para trabajar otros problemas tales como desalineamiento y análisis de rodamientos, pero esta plataforma es la base para tomar medición de vibraciones y almacenar data en archivos para luego ser procesados y analizar diferentes problemas en maquinaria rotativa. La portabilidad de la instrumentación y la tarjeta de adquisición de datos DaqPAD-6020E, permite hacer un instrumento portátil de análisis de vibraciones para cualquier tipo de rotor que necesite ser balanceado.

El rango de medición es de -10V a 10V por lo tanto se pueden adquirir datos con valor límite de 100 gravedades y el rango límite de sensor son 500 g. De la misma manera se tiene una resolución de 0.488 mV como mínima unidad de medida.

El mantenimiento predictivo es una de las ramas más aplicadas del mantenimiento a nivel industrial pero lamentablemente para ingresar en este mundo se debe trabajar en el sector y así tener acceso a la información concerniente a la práctica de medición y balanceo de maquinaria rotativa, este trabajo permite establecer una conexión básica con lo que se puede encontrar por parte del estudiante de Ingeniería de Mantenimiento y el mundo real visualizando datos de una máquina rotativa sencilla obteniendo señales de vibración complejas y aplicando métodos de balanceo vistos en clase de análisis de vibraciones. Luego de llevar un historial de mediciones se pueden obtener curvas de tendencia que a nivel industrial son muy importantes para realizar diagramas de evolución de falla IPF y la típica curva de la bañera en un estudio de mantenimiento de maquinaria.

5. BIBLIOGRAFIA



- Antonio Creus. (1998) *Instrumentación Industrial*. Barcelona, sexta edición,
- Mendez-Adriani Jose Alberto. (Abril de 1995 edición, Abril de 1995.) *Balanceo dinámico de maquinaria rotativa*.
- National Instruments (2003). *Order Analysis Toolset User Manual*. National Instruments, USA, Manual toolset.
- Fernandez Joaquin del Rio. Lázaro Antonio Manuel. (2006) *Labview 7.1. Programación Gráfica para el control de instrumentación*. Labview. Universidad Politécnica de Catalunya, 1 edición,
- National Instruments. *DAQ-pad 6020E User Manual*. (1998) *Multifunction I/O Devices for USB*, USA, septiembre 1998 edición,
- William Bolton. (Febrero de 2006) *Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica.*, tercera edición.
- Wilcoxon Research USA (2010). *Installation of vibration sensors*. Technical report,
- Dean Lofall and Azima DLI. (1998) *Introducción al Análisis de Vibraciones. Mecanicas.U.S.A*,
- Jose M. Olivo P. (1995) *Balanceo de Máquinas Rotativas*. Universidad de Los Andes, Mérida.



EL NUEVO MARCO DE LA RURALIDAD COLOMBIANA, EL RETO MAYOR PARA EL INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCACION RURAL-ISER

Miguel Eduardo Ramírez Montañez¹

¹ Tecnólogo Agropecuario ISER (1990), Administrador de empresas UNAD (2003), Especialista en Gerencia Estratégica de Mercadeo UNAD (2013), Maestrante de Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo URBE (Maracaibo 2017).

Resumen

Este documento pretende contextualizar el papel del Instituto Superior de Educación Rural (ISER) hacia la nueva ruralidad, subyacentes a los acuerdos de paz de La Habana y la renovada visión del agro colombiano, los retos de esa nueva ruralidad en Colombia evidencian una relación causal y directa con la violencia estructural, además, la incidencia de la educación superior como vehículo en el conocimiento de la evolución de la ruralidad próxima es insumo que contribuye a la construcción de propuestas de paz y desarrollo socioeconómico fruto de la aplicación de metodologías académicas, los aportes investigativos, el medio ambiente y la formación para la ciudadanía y la paz.

Para alcanzar este propósito habrá de reconocerse la violencia como un elemento caracterizador, concatenar los hallazgos con las potencialidades, descubrir las posibilidades que desde la experiencia del ISER logre integrarlo como motor de una nueva ruralidad direccionada al progreso y desarrollo humano.

Palabras claves: ruralidad, paz, violencia, ISER, agrario, agro, desarrollo humano



Abstract

This document intends to contextualize the role of the Higher Institute of Rural Education (ISER) towards the new rurality, underlying the peace agreements of Havana and the renewed vision of Colombian agriculture, the challenges of this new rurality in Colombia show a causal and In addition, the incidence of higher education as a vehicle in the knowledge of the evolution of the next rurality is an input that contributes to the construction of proposals for peace and socio-economic development resulting from the application of academic methodologies, the contributions Research, the environment and training for citizenship and peace.

To achieve this purpose, violence must be recognized as a characterizing element, a link between the findings and the potentialities, and the possibility of integrating it as an engine of a new rurality aimed at human progress and development.

Keywords: rurality, peace, violence, ISER, agrarian, agro, human development

Introducción

60 años de realizaciones académicas dejando huella en el agro regional y nacional hacen del ISER un actor protagónico para desarrollo de las políticas públicas alrededor del logro de la paz, la amalgama de factores que favorecen la institución pasan por su capacidad investigativa, su ubicación geográfica y por la irrefutable valía que su marca significa tanto en lo educativo como en lo social, en consonancia con ese pasado, el presente le coloca al ISER la oportunidad, el reto y la elección de proseguir cosechando éxitos en la construcción del

tejido social, (en algunos casos en la reconstrucción), desde luego, esto no puede ser resultado del azar o del momento, tampoco se asume con la mera hoja de vida institucional, al contrario, hay un imperioso compromiso como es acometer el acostumbrado aprestamiento de manera reflexiva para ser superiores a las expectativas presupuestadas por las comunidades, entonces, en este panorama es menester atender varios aspectos claves al inmiscuirse en el escenario, en primer lugar la comprensión de la ruralidad emergente, segundo, repensar la productividad de los campos, no perder de



vista el contexto violento, repensar la asociatividad como factor de desarrollo en estas áreas y envolver todos los factores alrededor del desarrollo humano como propósito último. He aquí un ejercicio de racionalidad, recursos y capacidades, un espacio para la propuesta y el dialogo regional desde el enfoque territorial.

La Ruralidad

“Colombia no podrá insertarse en el mundo globalizado, modernizar su economía, superar la pobreza, resolver el conflicto armado y saldar el conflicto agrario sin una reforma rural transformadora que no da más espera”, Bruno Moro, del PNUD. Estas palabras de Bruno Moro muestran la manera como la desigualdad ha definido con mayor precisión las causas del conflicto en Colombia y su íntima relación con el sector rural.

La ruralidad es ese hábitat que se ha construido durante generaciones por la actividad agropecuaria, es el territorio donde este sector ha tejido una sociedad. (Echeverry & Ribero, 2002), puntualmente en Colombia esta ruralidad impregnada por la violencia, por el conflicto armado. Para los jóvenes esta es una historia ajena y difusa, son

generaciones nacidas en tiempo de guerra de guerrillas, narcotráfico y paramilitarismo que no han conocido una condición diferente a la confrontación. Las profundas raíces que han llevado al país a su actual situación tienen asidero en aspectos fundamentalmente socioeconómicos ligados estrechamente con el campo y por supuesto con la desigualdad.

En efecto esta ruralidad trastocada por la violencia ha sido definida en muchos contextos en referencia a lo urbano, es más, ha sido considerada como un apéndice de lo urbano y desde esa concepción se ha considerado como un engranaje en la maquinaria económica de la industrialización en el mejor de los casos, en otros, simplemente se ha ignorado. De cualquier manera, no existe como lo manifiesta Guillermo Torres, en su libro acerca del desarrollo compatible, una compensación adecuada para los servicios del campo, aun considerando netamente los aspectos económicos y dejando de lado el desarrollo integral que es un elemento obligado de esta ecuación (Torres, 2012).

Ante décadas de debatir el tema de la



ruralidad y un sinnúmero de iniciativas tendientes a cerrar las brechas desde un enfoque urbano - rural (equivocado, por cierto), las reflexiones podrían girar alrededor de lo posible y lo imposible, sin negar lo necesario de abordar el asunto rural. Guillermo Torres (2012) lo ilustra acertadamente:

De ahí que resulta indispensable debatir alrededor de un tema de gran actualidad como es el de la nueva ruralidad, y tomando en consideración el contexto del mundo rural cifrado en el dilema de si aquélla constituye una mera quimera, o bien una utopía realizable. (p.61)

Fernández (1982) lo presenta como:

En todos los casos y en todos los países, el desarrollo de las economías nacionales ha estado en función del aporte realizado por el agro, por lo que hablar de una nueva ruralidad significa, en principio, pensar al campo en forma inédita. (Torres 2012. p.62)

Entonces, el núcleo de la ruralidad se consolida al desligarla de lo urbano, en la construcción de un nuevo paradigma que la viabilice en múltiples sentidos.

En definitiva el espectro de influencia del agro en el mundo y la vida humana ha sido marcada en los tiempos actuales por

la industria, en otras palabras, la producción agropecuaria industrializada viene definiendo (Teubal, 2005), las políticas estatales y en efecto las dietas de los ciudadanos, evidencia de ello es la asombrosa transformación que ha sufrido la alimentación humana en los últimos 50 años de manera acelerada por la globalización de los mercados, la alta competitividad y particularmente en Colombia la violencia rural y urbana.

La Violencia y el agro:

Muchos se han ocupado de dibujar en distintos textos y medios, el escenario de gestación de la violencia, por ejemplo, Fearon & Laitin (2003) manifiestan y concluyen que:

El conflicto violento es engendrado por gobiernos centrales débiles y por condiciones sociales que favorecen la insurgencia. Su argumento central es que los gobiernos que son financiera, organizacional y políticamente débiles hacen que la insurgencia resulte más atractiva y factible, a causa de la corrupción. (p.2)

En consecuencia, se comprende el conflicto como una manifestación de violencia estructural, así la presenta La Parra & Tortosa (2003) es una “ampliación



semántica de la palabra violencia, cuyo objetivo es mostrar que su amenaza está presente de manera institucional incluso cuando no hay violencia en el sentido literal o amplio”. (p.61)

Entonces, surgen una serie de elementos que amalgamados fuertemente coadyuvan a explicar por qué en el campo está la génesis de la violencia y sus víctimas, dado que allí se accionan detonadores como la concentrada tenencia de la tierra, bajos niveles de educación, ínfima infraestructura en todos los sentidos (salud, vías), baja productividad, escasa asistencia técnica, ingredientes que otrora motivaron a grupos de campesinos a sublevarse, empuñar las armas hace 60 años y arremeter contra los gobiernos desde entonces. Esta vivencia permanente de la guerra, aunque muy ajena a las ciudades y muy intensa en los campos ha desdibujado la paz como modo de vida, como cotidianidad de la existencia humana y la ha definido siempre desde esa ausencia de confrontación armada, sin embargo, esta percepción y preocupación no es patrimonio de los colombianos, ya en China y en Grecia en los siglos VI A.C. se proponía en la primera el desarme y en la segunda la realización de alianzas para contener tanto enemigos internos como

externos, el siglo XV, Francesco Petrarca (desde la literatura) escribe que “nos habitan cinco grandes enemigos de la paz: la avaricia, la ambición, la envidia, la cólera y el orgullo”. Y añade: “Si desaparecieran, gozaríamos de una paz eterna”. (Tuvilla, 2010, p.18)

Retos y oportunidades:

Ahora, en 2017, el panorama sufre transformaciones que declaran distintas posturas polarizantes a las cuales no haré referencia, sin embargo, si se observan los elementos generadores, estos continúan vigentes y sobredimensionados, sigue siendo el campo, el campesinado y la ruralidad el foco, tanto así que las negociaciones entre el Gobierno y las Farc han producido en primera instancia un acuerdo en el ámbito agrario, con la pretensión de incidir directamente en las causas del conflicto y buscando una paz duradera, por medio de la mejora del sector rural (Acuerdos de Paz, 2017).

Desde luego el ISER, desde su tradición social, agrícola, pecuaria, formativa en virtud de la coherencia con su propia misión y proyección hacia el desarrollo de la región, la coyuntura le señala un rol protagónico en la concepción, implementación y



seguimiento de estas iniciativas que se encaminan hacia la paz construida con hechos, cambios reales y palpables. Este es un reto mayor, la necesidad de aportar, de incidir de jalonar los procesos de transformación social y productiva como lo indica Ceña “proceso de mejora del nivel de bienestar de la población en su conjunto (urbana o rural) con su base de recursos naturales” (Ceña, 1993, p.03). Entonces las dinámicas entre lo rural y urbano son simbióticamente claras y vitales para la sociedad.

Desde los imaginarios posibles para el campesinado está el logro de una revalorización de lo rural como la denomina Giarraca, es decir, la visión de una nueva, aceptable y mejor alternativa de vida donde el principal componente será lo cultural. Europa avanzó hace varios años hacia ese horizonte y en América latina está naciendo esa conciencia, sin embargo, existe el riesgo de caer por su equivocado entendimiento en el romanticismo y desde él desvirtuarse (Giarraca, 2005).

1. Una luz desde la educación

“Creo que la difusión del conocimiento entre el pueblo es, con mucho la más importante ley de nuestro

ordenamiento jurídico. Ningún otro fundamento seguro puede ser ideado para la conservación de la libertad y de la felicidad”. (Tivulla, 2010, p.65)

Desde la revolución francesa, la educación viene reclamando su sitio en la construcción de humanidad, de pluralidad, sin embargo, la favorable desacralización y posterior politización de la educación por parte de los estados ha derivado en nuevos problemas en el acceso y calidad aunque se debe reconocer que es un derecho universalmente consagrado (Gómez de Castro, 1988). La realidad histórica en el ámbito rural acerca de lo educativo presenta aún más falencias, especialmente ausencias; los campesinos han padecido la destrucción de escuelas, la carencia de docentes, la insuficiencia de recursos educativos, además de las limitantes ya existentes en todo el sistema (Tuvilla, 2010).

La educación que se propone para el desarrollo de la ruralidad, es aquella que forme a personas para la paz y la ciudadanía, aunque estos esfuerzos no son nuevos, el Ministerio de Educación Nacional (2004) puso en marcha el programa Nacional de competencias ciudadanas que inmiscuye la formación



cívica y de ciudadanía donde como lo expresa Jaramillo “la educación cívica y ciudadana debe basarse en competencias y no exclusivamente en conocimientos” (Jiménez & Nieto, 2010, p.349) si requieren una permanente actualización, revisión frente a los sucesos y las políticas coyunturales.

2. La Reforma Rural integral (RRI) y sus desafíos

Por otra parte, la exigencia de la reforma rural integral (como se denomina el acuerdo agrario entre el gobierno y las Farc), señala la copiosa necesidad de recursos indispensables para su puesta en marcha, adicionalmente la responsabilidad de encausarlos inteligentemente hacia las comunidades de manera acertada, en este contexto instituciones como el ISER, las universidades y otros entes adquieren una connotación relevante, pertinente por su carácter frente al conocimiento y corresponsabilidad social.

La esencial transformación del campo colombiano en el marco del acuerdo final y en su praxis por medio de la RRI, abarca de manera universal a todos los campesinos de Colombia, sin embargo, existe unas prioridades que permiten actuar sobre las zonas que

tradicionalmente han sido afectadas por el conflicto, muchas de ellas permeadas por el fenómeno de los cultivos ilícitos (del que existe otro componente del acuerdo final), estas regiones que han sido definidas en el decreto 893 del 28 de Mayo de 2017 y son sujetas de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), que no es otra cosa que actuar de manera organizada y planificada sobre los problemas puntuales, con limitantes específicas en distintos aspectos y con condiciones sociales particulares a las que se deberá responder con soluciones concretas teniendo como denominador común la vivencia de la paz como un bien supremo (Presidencia de la República, 2017).

Desde de la RRI se prevé la reversión de las causas y efectos del conflicto armado, como la concentración en la propiedad de la tierra y el atraso rural, para este efecto el gobierno ha dispuesto de un fondo de tierras correspondientes a tres millones de hectáreas que por diversas vías permitirán acceso a la propiedad a aquellos campesinos que aún no poseen la tierra, aquí se privilegia a las mujeres y en particular las víctimas del conflicto, estos terrenos son el fruto de baldíos de la nación y expropiaciones hechas a



delinquentes, otras vienen por la vía de la restitución. También se benefician las personas o comunidades que participen en los llamados programas de asentamiento y reasentamiento tendientes a proteger el medio ambiente, sustituir cultivos ilícitos y fortalecer la producción alimentaria del país, además de quienes demuestren tener una extensión de tierra insuficiente para la producción (Nieto, 2016).

Como la respuesta debe ser integral, el acuerdo final contempla acciones complementarias como la construcción de vivienda digna para los campesinos, mejoramiento de la infraestructura vial, acceso a agua potable, mejora en los servicios de educación y salud (Nieto, 2016).

La finalidad respecto al tema rural está determinado por “asegurar el bienestar y el buen vivir, la protección de la riqueza pluriétnica y multicultural, el desarrollo de la economía campesina y familiar y las formas propias de producción de los (pueblos, comunidades y grupos étnicos), el desarrollo y la integración de las regiones abandonadas y golpeadas por el conflicto y el reconocimiento y la promoción a las organizaciones de mujeres rurales, y hacer del campo colombiano un

escenario de reconciliación.(decreto 893 de 2017)” se puede observar la importancia que reviste el enfoque de género y la necesidad de incorporar al proceso de mejora del campo las organizaciones de mujeres o promover su formación de manera que se dé la inclusión dentro del abanico de soluciones en las regiones donde inicialmente se aplicará la RRI.

3. Los caminos que llevan a la nueva ruralidad

Se inicia otro sendero para la nación y desde el que hacer de la academia y la investigación deberán germinar muchas propuestas, proyectos y estudios que iluminen esta nueva ruralidad que deberá considerar los enfoques que Chayanov (1925) quien devela la doble naturaleza de la vida campesina, lo productivo y lo familiar, es decir, el indisoluble vínculo empresa-familia en lo rural, que exige una nueva visión e imaginarios para definir soluciones que difieren sustancialmente de lo urbano e individualista, por supuesto, van a requerir un nivel de análisis, metodologías y estrategias conducentes entre otros, a aspectos como la formación en ciudadanía, asociatividad, la productividad, el perdón, la



reconciliación, la administración agropecuaria, el mercadeo, etc. Además de las relativas con infraestructura física y de comunicaciones.

Con respecto a la asociatividad esta se erige como la estrategia con dualidad de propósito que persigue la puesta en movimiento del aparato productivo rural y la oportunidad de hacer comunidad, en lo que supone no solo una forma jurídica para funcionar dentro del aparato económico y legal sino en el pretexto para redescubrir el sentido ético de la corresponsabilidad de unos con otros para un mejor vivir, para el ejercicio de las libertades, donde cada individuo contribuye con su aporte generoso donde él puede promover sus potencialidades como lo describe Buber (1979): “El hecho fundamental de la existencia humana no es ni el individuo en cuanto tal, ni la colectividad en cuanto tal. Ambas cosas, consideradas en sí mismas, no pasan de ser formidables abstracciones”. Deriva aquí la trascendente relación activas, de colectividad y la generación de una capacidad de lectura de la realidad que beneficia o perjudica la vivencia comunitaria y que por otra parte reacciona ante las tendencias de pensamiento que se contraponen con la mentalidad solidaria

(Tuvilla, 2010).

4. ¿Sustentable o compatible?

La urgencia de pasar de la retórica ambiental a la práctica es un elemento que deberá quedarse en la mente de quienes son responsables de diseñar las soluciones para los problemas del campo con miras a la construcción de la nueva ruralidad, y en principio cuando el tema de la sustentabilidad toca las mentes se encienden básicamente dos elementos, lo ecológico y lo económico, se pretende la armonización de este dúo, sin embargo, el enfoque limitado requiere de ser ampliado o talvez corregido ya que se funda en la teoría productivista, es decir, en el logro del equilibrio como resultado de la suma de sus elementos, pero, no es solo ecología y economía, a la fórmula habrá que agregarle lo social y cultural, alcanzar un panorama multidimensional que supere lo lineal y abarque la relación de sustentabilidad del hombre con la naturaleza, no solo se trata de sostenibilidad sino más bien de compatibilidad humano-natural implicando una nueva forma de relacionamiento con la naturaleza y los semejantes, como bien lo expresa Torres “Las dificultades teórico-prácticas del



desarrollo sustentable, como posibilidad para remontar la catástrofe ambiental que vive el mundo. Y se establece la premisa de que, sin un desarrollo compatible, la sustentabilidad sería un imposible”. (Torres, 2012, p.25)

5. Investigar para la paz.

La idea de incorporar procesos de ciencia en lo social ha sido debatida ampliamente, sin embargo, los resultados, la información, la diversidad de enfoques y disciplinas que se entrelazan en este tipo de indagaciones dan cuenta de su valor real con beneficios que subyacen para la sociedad. La investigación para la paz o “peace research”, representa el esfuerzo multidisciplinar por reconstruir la violencia humana y construir una conceptualización de la paz desde una categorización independiente, compleja y equitativa (Jiménez, 2011).

La investigación para la paz no es ajena al rigor científico, por principio inicia en los fundamentos epistemológicos reconocidos universalmente conllevando a la aprehensión de la realidad histórica, es en cierta forma es como aprender a leer en el sentido amplio los fenómenos objeto de estudio (Galtung, 1996).

Para Jiménez, existen tres etapas

definidas para el abordaje de los estudios de paz, en primer lugar se denominan “fundacional”, que son relativos a la paz negativa (la guerra o conflicto), la segunda llamada fase de “expansión y especialización” donde se identifican copiosos aportes de científicos sociales (paz positiva) y la tercera etapa “hibridación o amalgama”, donde se vinculan distintas disciplinas y organizaciones como la ONU, que trabajan de manera permanente en la construcción de la paz (paz neutra) (Jiménez, 2011).

Johan Galtung insiste en que “las investigaciones para la paz tendrían como objetivo fundamental la producción de un conocimiento científico independiente de las creencias del investigador y de las circunstancias que habían estimulado su pensamiento (Galtung, 1995), en consecuencia, la neutralidad, el desmarcarse de posiciones cifradas por intereses de cualquier índole es requisito sine qua nom para el ejercicio de la investigación en su estado puro. Por otra parte, el científico social estudioso de la paz debe embeberse de realidad y reconocer las coyunturas de su país, de su región, de su comunidad



También Vicente Martínez Guzmán, señala acerca de la Investigación para la paz y hace la observación siguiente: «Uno de los problemas de la Investigación para la paz, ha sido su falta de reconocimiento como ciencia» Por ello los Estudios para la paz son la exploración científica de las condiciones pacíficas para reducir la violencia. (Martínez, 2005), haciendo referencia a un debate histórico sobre la cuestión científica.

Las observaciones generalizadas de los estudios acerca de la paz presentan relación directa con distintos tipos de violencia (desde su generalización), se consideran la violencia directa, estructural y cultural, las investigaciones se han enfocado en estas formas en el intento de explicar su incidencia, causas y efectos, (Jiménez, 2011).

El hemisferio occidental aportó una dimensión de la paz social con nuevas repercusiones en su enfoque del desarrollo humano sustentable tanto de los seres humanos como de los pueblos basado en derechos humanos, especialmente los de segunda y tercera generación (Jiménez 2011), esta es la visión de una paz más visible y humana, una paz que sobrepasa los textos, leyes y la discursiva,

aterrizando en los entornos, bienestar y mentes de las personas, solo desde el conocimiento de la realidad a través de la investigación (conocer lo que somos) podremos edificar la nuestra propia paz, una paz a la medida de nuestro aparato productivo, recursos, anhelos y capacidades (lo que queremos ser).

Conclusión

Desde cualquier óptica se vislumbra un panorama desafiante y comprometedor para la comunidad educativa del ISER y particularmente para quienes desde el ámbito académico e investigativo aportarán soluciones que tiendan a la construcción de una ruralidad digna. Entonces queda una pregunta en el aire ¿Cuál será nuestro papel particular e institucional en esta construcción de la nueva ruralidad?

Para responder habrá que entrar en la consideración de los factores intervinientes en la problemática, hay que sumergirse en las comunidades, reconocer (de manera investigativa) sus características, es decir, profundizar en un diagnóstico que dé cuenta integral de su estado, desde luego, va más allá de las personas, de sus anhelos aspiraciones y potencialidades y toca aspectos técnicos de



las tierras, el ambiente, el agua etc.

En consecuencia, se tendrá que hacer una arquitectura que afine cada detalle por insignificante que este pueda parecer y llegar al análisis de los procesos de las comunidades, colocándolos en sintonía con las capacidades institucionales de manera que la intervención sea más un complemento a manera de catalizador y no un elemento perturbador de intromisión, más bien, deberá ser generador de la autogestión y el mejor detonador de la autonomía personal y colectiva.

El tiempo, quien siempre limita, llama oportunamente ahora a la proactividad de las acciones, es momento de la reflexión tendiente a definir los cursos de acción, los propósitos y las políticas a las cuales se apuntará, en teoría todo está dado, entonces, es hoy la oportunidad de decodificar y fijar el rumbo hacia la praxis.

Bibliografía

Acuerdos de Paz. (2017). Mejores oportunidades para el campo. Recuperado de <http://www.acuerdodepaz.gov.co/acuerdos/mejores-opportunidades-para-el-campo>

Buber, M. (1979) ¿Qué es el hombre?

México: FCE.

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. (2006). Estudios e investigaciones: nueva ruralidad; enfoques y propuestas para América Latina, México: CEDRSSA y Cámara de Diputados.

Chayanov, A. (1974). [1925]. La organización de la unidad doméstica campesina. Buenos Aires. Nueva Visión.

Echeverri, R. & Ribero, M. (2002). Violencia estructural: una ilustración del concepto. Ciudad de Panamá: IICA.

Echeverri, R. (2002). Nueva ruralidad visión del territorio para América latina y el caribe. Ciudad de Panamá: IICA.

Fearon, D. & Laitin, D. (2003). Ethnicity, insurgency, and civil war. *The American Political Science Review* 97(1), 75-90.

Fernández, Y. & Fernández, R. (1982). Temas agrarios. México: FCE

Galtung, J. (1995). *Storia dell'idea di pace*. Torino: Satyagraha.



- Galtung, J. (1996) *Peace by Peaceful Means*. Londres: Sage/ PRIO.
- Giarracca, N. (2005). *¿Una nueva ruralidad en América Latina?* Buenos Aires: AR: CLACSO.
- Giraldo, P. (2016). *Respuestas coyunturales al desarrollo rural. Reflexiones analíticas para la construcción de políticas públicas participativas para la ruralidad*. *Estudios de Derecho*. 73(161), 79-98.
- Gómez, F. (1988). *Los sistemas educativos y la Revolución Francesa. En AV.: Génesis de los sistemas educativos nacionales*. Madrid: UNED.
- Jiménez, F. (2011). *Racionalidad pacífica: una introducción a los estudios para la paz*. Madrid: Dykinson.
- Jiménez, M; Nieto, A. & And Lleras, J. (2010). *La paz nace en las aulas: evaluación del programa de reducción de la violencia en Colombia*. *Educación y Educadores*, 13(3), 347-359.
- La Parra, D. & Tortosa, J. (2003). *Grupo de Estudios de Paz y Desarrollo*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Martínez, V. (2005) *Podemos hacer las paces. Reflexiones éticas tras el 11-S y el 11-M*. Bilbao: Desclée de Brouwer.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Formar para la ciudadanía si es posible*. Bogota: El Ministerio.
- Nieto, J. (2016). *El plan para garantizar la tierra prometida*. *Diario el tiempo*. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/especiales/acuerdo-de-reforma-rural-integral-del-proceso-de-paz-48160>
- Presidencia de la República. (2017). *Decreto, 000893 del 28 de mayo de 2017*. Bogota: Imprenta Nacional
- Teubal, M. (2005). *Globalización y nueva ruralidad en América Latina, Economía agraria (Universidad de California, Berkeley, California, Estados Unidos); CLACSO*.
- Torres, G. (2012). *Desarrollo compatible: nueva ruralidad y nueva urbanidad*. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
- Tuvilla, J. (2010). *Cultura de paz: fundamentos y claves educativas*. Bilbao: Desclée de Brouwer.



INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y GENERACION DE ENERGIA

Javier Carreño Ortiz¹-Jairo Andrés Bermúdez Jáuregui¹

¹Centro de Gestión y Desarrollo Agroindustrial de Arauca-SENNOVA: Sistema de Investigación, Innovación y Producción Académica GIISATA - Grupo de Investigación para la Innovación Social, Agroindustrial, Tecnológica y Ambiental Araucana.

RESUMEN

La inducción magnética es un fenómeno que origina una fuerza electromotriz en un medio expuesto a un campo magnético variable, o por movimientos relativos a un campo constante. Otros factores influyen en la *FEM* (FUERZA ELECTROMOTRÍZ) que se induce en una bobina, como lo son su número de espiras, su configuración (si tienen un material ferromagnético en su interior) y de su movimiento con respecto al campo magnético. Lo que ésta *FEM* inducida trata, es oponerse al cambio del flujo magnético.

ABSTRACT

Magnetic induction is a phenomenon that originates an electromotive force in a medium exposed to a variable magnetic field, or by movements relative to a constant field. Other factors influence the woman being induced in a coil, as does her number of turns, her configuration (if they have a ferromagnetic material inside) and their movement with respect to the magnetic field. What this induced woman tries is to oppose the change of the magnetic flux.

INTRODUCCIÓN

La inducción electromagnética es el fenómeno que origina la producción de una fuerza electromotriz (f.e.m. o voltaje) en un medio o cuerpo expuesto a un campo magnético variable, o bien en un medio móvil respecto a un campo magnético estático. Es así que,



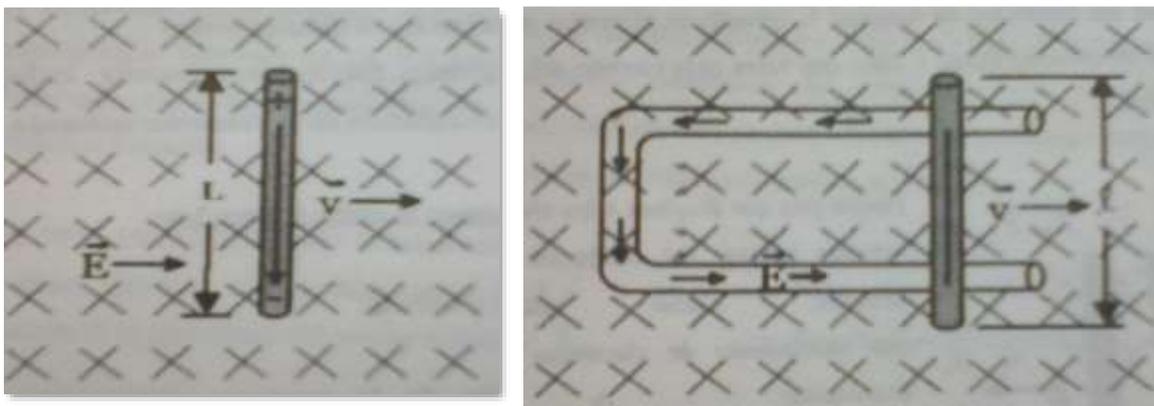
cuando dicho cuerpo es un conductor, se produce una corriente inducida. Este fenómeno fue descubierto por Michael Faraday quién lo expresó indicando que la magnitud del voltaje inducido es proporcional a la variación del flujo magnético (Ley de Faraday).

Por otra parte, Heinrich Lenz comprobó que la corriente debida a la f.e.m. inducida se opone al cambio de flujo magnético, de forma tal que la corriente tiende a mantener el flujo. Esto es válido tanto para el caso en que la intensidad del flujo varíe, o que el cuerpo conductor se mueva respecto de él.

El movimiento de un conductor de longitud L situado en un campo magnético B , hace que sobre cada electrón del conductor actúe una fuerza magnética. Dicha fuerza hace que los electrones se desplacen hacia un extremo (dependiendo de la dirección del campo) en donde se acumulan. Como resultado de este movimiento, se obtiene una distribución de cargas que genera un campo eléctrico dirigido a lo largo del conductor.

El movimiento de los electrones continúa hasta que la fuerza magnética se equilibra con la fuerza eléctrica cuando el conductor se desliza sobre otro conductor estacionario, cuya forma es tal que constituyen una trayectoria cerrada. Es así como dentro de los conductores se establece una corriente eléctrica i , llamada corriente eléctrica inducida, cuya dirección en sentido convencional es anti horario.

Como consecuencia de esta corriente, el exceso de cargas en el extremo del conductor se reduce, y el campo eléctrico se debilita y las fuerzas magnéticas producen un nuevo desplazamiento de electrones libres dentro del conductor móvil, desplazamiento de



electrones que origina la circulación de la corriente eléctrica i ya mencionada. Esta corriente circula mientras se mantiene en movimiento al conductor.

Figura 1. Barra de cobre sometida a un campo eléctrico. Fuente. Electricidad y Magnetismo. Serway

La Ley de inducción electromagnética de Faraday (o simplemente Ley de Faraday) se basa en los experimentos que Michael Faraday realizó en 1831 y establece que el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde:

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

donde \vec{E} es el campo eléctrico, $d\vec{l}$ es el elemento infinitesimal del contorno C , \vec{B} es la densidad de campo magnético y S es una superficie arbitraria, cuyo borde es C . Las direcciones del contorno C y de $d\vec{A}$ están dadas por la regla de la mano derecha.

La permutación de la integral de superficie y la derivada temporal se puede hacer siempre y cuando la superficie de integración no cambie con el tiempo.

James Clerk Maxwell entre 1864 y 1873 realizó la formulación matemática de todas las leyes experimentales del electromagnetismo, sintetizándolas en cuatro ecuaciones, que en el espacio libre, o sea en ausencia de material dieléctrico y magnético, se escriben:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q}{\epsilon_0} \text{ (Ley de Gauss para electricidad)}$$

$$\oint B \cdot d\vec{A} = 0 \text{ (Ley de Gauss para magnetismo)}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{d\Phi_m}{dt} \text{ (Ley de Faraday)}$$



$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \text{ (Ley de Ampere - Maxwell)}$$

El objetivo de esta investigación es generar fuerza electromotriz utilizando campos magnéticos para la inducción de energía eléctrica.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Diseños preliminares de la estructura del Prototipo.

Los diseños preliminares han sufrido alteraciones constantemente ya que a medida que se van probando los diseños el sistema se va variando, cada uno de los sistemas que hemos diseñado en inventor tiene sus ventajas y consecuencias y dependemos también mucho de los materiales y las herramientas que tenemos a disposición.

Primer Diseño:

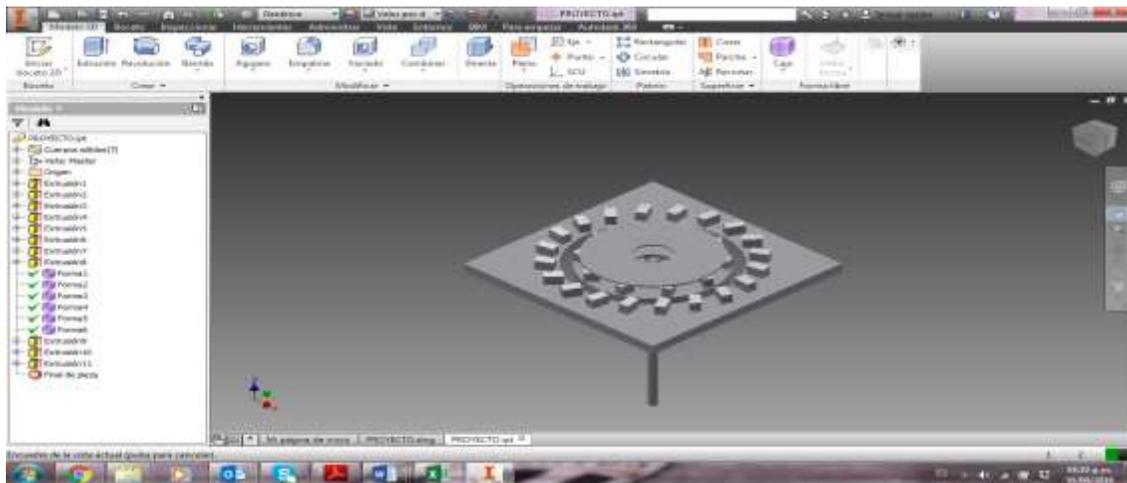


Figura 2. Diseño de un prototipo de generador eléctrico con imanes de Neodimio realizado en INVENTOR de AutoDesk.

Como vemos en la gráfica, este es el diseño que se pensó inicialmente para ser el generador de energía, pero tuvimos algunos inconvenientes por la exactitud de los imanes y la poca velocidad que se generaba; aún está en periodo de investigación para aumentarle al eficiencia en materia de velocidad angular. Como se puede ver, es un diseño sencillo que contrapone



los imanes, los del estator y los del rotor para que queden los dos con el mismo polo enfrentados, para que se cree así una repulsión magnética y haga mover el rotor.

Ventajas:

- Fácil construcción.
- Económico.

Desventajas:

- Exactitud en la posición de los imanes, tanto en el rotor como en el estator.
- Total manejo del campo magnético.

Segundo Diseño

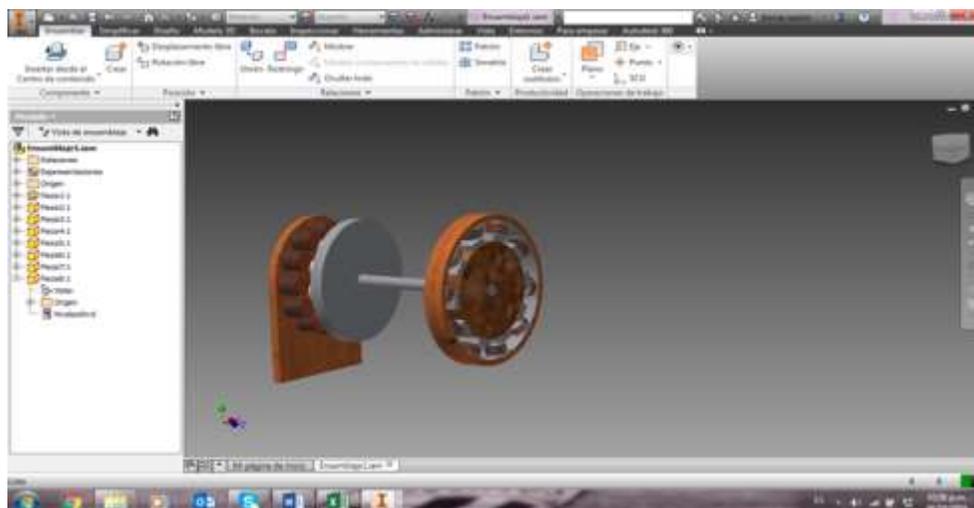


Figura 3. Diseño de un prototipo alternativo de generador eléctrico con imanes de Neodimio realizado en INVENTOR de AutoDesk

En este segundo diseño, aunque es un poco complejo en la construcción, es más manejable que el diseño anterior. Este diseño consta de dos partes principales, la conversión de energía eléctrica en mecánica y la conversión de energía mecánica en eléctrica.

a. LA CONVERSIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MECÁNICA

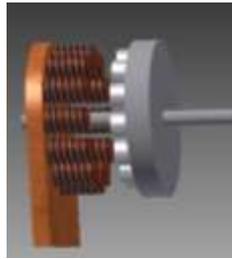


Figura 4. Perfil del prototipo donde se ven los imanes junto con las bobinas de inducción, Realizado en Inventor de AutoDesk.

En esta conversión es necesario una batería de 12 v, para poder alimentar las bobinas, las cuales se van a convertir en un electroimán por medio de la repulsión hace que el rotor que se encuentra al frente compuesto por imanes de neodimio gire con gran velocidad, este rotor está unido mediante un eje a la otra parte del proyecto que es la conversión de energía mecánica en eléctrica.

b. LA CONVERSIÓN DE ENERGÍA MECÁNICA EN ELÉCTRICA.

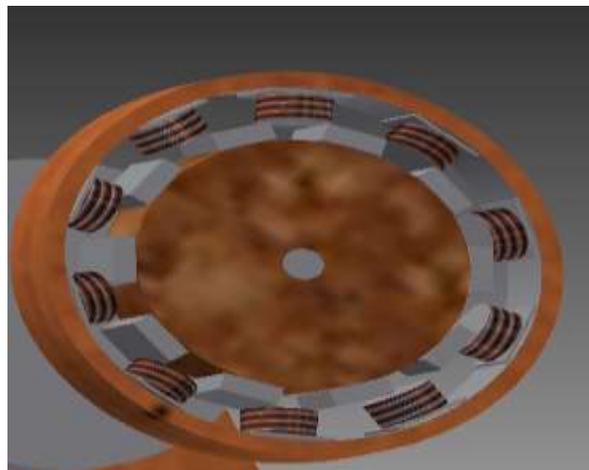


Figura 5. Eje donde se va a realizar la inducción magnética a las bobinas similar a un motor de inducción. Realizado en Inventor de AutoDesk.

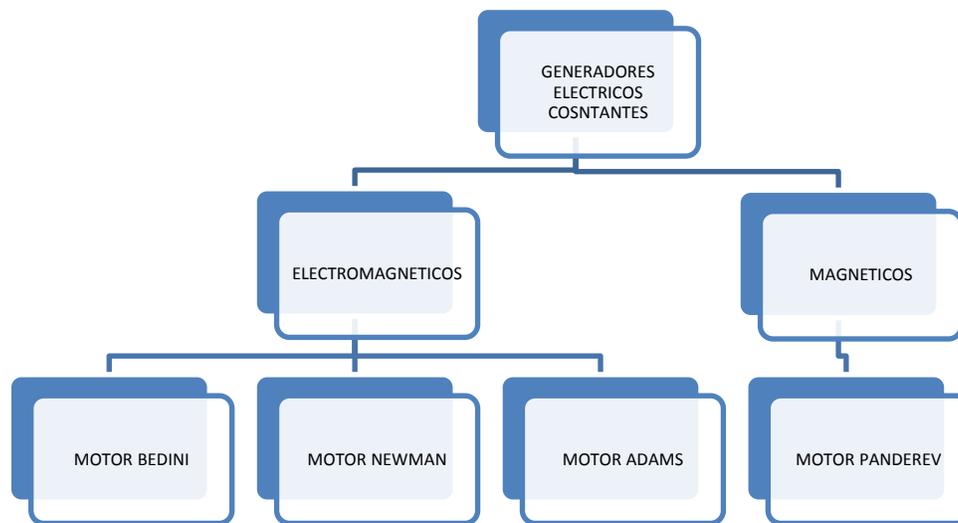
Esta segunda parte consta de un rotor que es accionado por la primera etapa, este rotor tiene imanes de neodimio y además hay un estator con una serie de bobinas conectados en serie entre sí, similar al alternador de una motocicleta, de modo tal que al girar el rotor, éste le va

a generar una indicción magnética a las bobinas y con ello una diferencia de potencial entre sus extremos. La idea es que esta segunda etapa del proyecto genere más de las que se consume en la primera y así obtener un rendimiento superior a 1.

2. PROTOTIPOS Y PRUEBAS GENERALES.

Los casos exitosos de un tipo de generación de energía eléctrica constante y limpia, no son muchos, algunas publicaciones en YouTube y demás páginas de poca reputación nos muestran diferentes manera de hacer este generador, pero con poco fundamento teórico, también se han podido evidenciar casos bien fundamentados en donde se ve la generación de energía de una manera más clara.

Por eso, tratamos de generar investigación y desarrollo tecnológico con algunos de estos casos, para ver qué tan cierto o falso resultan ser ciertas afirmaciones, y qué componentes tanto de una manera como de otra podemos aplicar para llegar a tener un prototipo que sea verdaderamente eficiente y amigable con el medio ambiente.



Grafica 1. Diferentes clasificaciones que pudimos extraer acerca de los diferentes motores funcionales.

La grafica 1 nos muestra, las diferentes clasificaciones que pudimos extraer acerca de los diferentes motores funcionales que dicen ser de energía constante e infinita.



Los electromagnéticos tienen un funcionamiento bastante parecido, la diferencia radica principalmente en la forma de la obtención de la energía eléctrica. Y los motores magnéticos, se tiene principalmente con el motor panderev que utiliza solo imanes de neodimio y demás partes estructurales pero sin el menos consumo de energía eléctrica.

Motor Bedini.

El motor del Sr. John C. Bedini [10] es un motor de pulso que saca una energía extra de la gravitación terrestre y no de los imanes, es decir, este motor pertenece a la categoría conocida como “Rueda Gravitacional”.

Los imanes ubicados en el borde del rotor hacen que la densidad del peso del mismo quede ubicado en la orilla como si tuviera un péndulo, y como existen varios imanes, es como si tuviésemos varios péndulos independientes. En la imagen aparece un esquema físico.

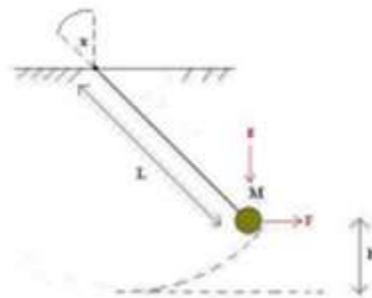


Figura 6. Diferentes fuerzas que pueden afectar al motor Bedini. Fuente Internet.

Como se puede apreciar, si un péndulo inicialmente se encuentra colgado por su propio peso y le aplicamos una fuerza F siempre horizontal y constante, el mismo se moverá y formará un ángulo x respecto de la vertical, como el peso de la masa al extremo del péndulo es siempre un vector vertical, el trabajo hecho por la fuerza F no tiene componente vertical, por lo tanto el trabajo hecho por la fuerza peso no se origina de la fuerza F , así la tensión en la cuerda o vástago del péndulo no hace trabajo por lo que tenemos el fenómeno simple y tan poco advertido de que el péndulo es una configuración geométrica que nos permite sacar energía libre de la gravedad y adiccionarla al sistema. Está claro que si dejamos de aplicar la fuerza F , la energía de la caída libre del mismo no será mayor que la inicialmente aplicada, lo



importante es que en todo momento estas energías sumadas y la adicional aportada de la gravedad aporta energía al eje del péndulo, pues es en el eje donde se da esta ganancia mientras la fuerza es aplicada.

La estrategia es entonces aplicar pulsos cortos de fuerza F , trenes de pulsos de modo que al aplicarlos el sistema gane y sume más y más energía por cada vuelta; como tenemos muchos péndulos en el rotor de Bedini, o bien infinitos péndulos en una “Gravity Wheel” tipo volante, en unos pocos segundos el sistema queda con una velocidad final muy elevada.

En la siguiente figura se muestra el circuito eléctrico que genera el tren de pulsos cuando pasa un imán. En primer lugar cuando pasa un imán por la ferrita hace que las bobinas se carguen de energía. Dicha energía proviene del campo magnético de los imanes y esto hace que el transistor se encuentre polarizado en zona activa y permita la carga de una batería, cambiando la polaridad de la corriente en la otra bobina. De esta forma repele el imán que en ese momento está pasando por el transformador.

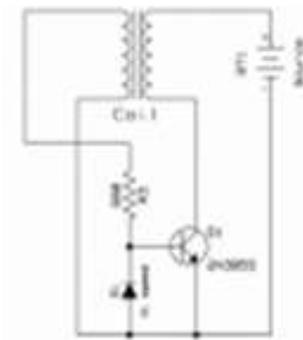


Figura 7. Circuito eléctrico que genera los pulsos En la siguiente figura se muestra el esquema que aparece en la patente 6,545,444 de los Estados Unidos, realizada por John C. Bedini

En nuestro caso hemos decidido realizar una serie de cambios para obtener un mayor rendimiento del motor, ya que el simple giro del motor como se muestra en los esquemas no es suficiente para mantener un campo magnético.

Motor Adams



El motor diseñado por el Sr. Robert Adams ha sido descrito en la “guía práctica de dispositivos de energía libre” de Patrick J. Kelly, capítulo 2, (<http://www.free-energy-info.com/Spanish.html>) como un dispositivo sobre-unitario capaz de entregar más cantidad de energía que la que se le aporta. Básicamente se trata de un motor que funciona con pulsos de corriente continua aplicados a dos pequeñas bobinas, enfrentadas a 180 grados en la periferia de un rotor compuesto por cuatro imanes desfasados entre sí a 90grados. Hay otras cuatro bobinas dispuestas igualmente en la periferia del rotor que tienen mayor tamaño y que están conectadas en serie entre sí, cuya misión es captar la variación del campo magnético de los imanes del rotor en su giro. Algunos replicantes entre los que cabría destacar al Sr. Sparkey Sweet o Tim Harwood, entre muchos otros, han experimentado con sus prototipos de éste sistema.

Han estado buscando la sobre-unidad en la energía extraída de las bobinas captadoras, pero como se puede apreciar también han sido conscientes de la presencia de la fuerza contra-electromotriz o back fem., que sale de las bobinas una vez cesa el corto pulso de corriente que se les aplica. En adelante se hará referencia a éste efecto denominándolo “back”. En los experimentos realizados se ha podido comprobar lo mucho que afectan las distancias entre bobinas e imanes, el instante en que comienza el pulso y la duración de éste. También se han obtenido diferentes resultados alterando las disposiciones de los imanes en el rotor, aumentando y disminuyendo el número de éstos o variando su polaridad. El aumento de revoluciones también se ha hecho evidente intensificando los campos magnéticos y se ha podido evidenciar que es efectivo en otros sistemas como el motor de Bedini.

Los mayores quebraderos de cabeza han venido de la mano de la back, a la que culpo del deterioro de un polímetro, dos fuentes de alimentación y una variada lista de semiconductores y otros componentes usados en los experimentos. Tal ha sido la impotencia sentida por no poder progresar en la comprobación de los resultados en las bobinas captadoras, que se decidió centrar la atención en éste particular efecto de la corriente. A partir de ahora es donde se comienza a describir la evolución y el resultado final. En primer lugar, indicar que para el rotor se eligió usar el mismo que sirvió para el estudio del motor de Bedini, que está construido con un cilindro de nailon con cuatro rebajes desfasados a 90° dentro de los cuales permanecen los imanes pegados.



DATOS Y RESULTADOS

Se han hecho diferentes pruebas con los imanes de neodimio, la idea que por grupos los integrantes del semillero creamos un prototipo de generación diferentes para así crear conocimiento y multiplicarlo con los otros integrantes.

Motor Panderev.



Figura 8. Construcción del prototipo diseñado por John C. Bedini

Se ha tratado de hacer el motor Panderev, con algunos materiales como los imanes de neodimio y un lector de disco duro, se han visto buenos resultados pero todavía falta más investigación acerca de la exactitud que debe haber en la posición de los imanes con respecto al rotor, además el torque generado no es mucho, entonces no es capaz de mover algún tipo de generador eléctrico. Pero como se dijo, estamos en etapa de investigación y no hemos desechado esta posibilidad.

Motor Bedini.

- *Primera Parte.*

Este tipo de motor nos ha dado mayores resultados que los demás, puesto que manejamos bobinas que sirven como electroimán con un pequeño consumo de potencia, pero ganamos en control, velocidad y torque, y ayudados con la potencia magnética de los imanes podemos tener mejores condiciones para la generación de energía.



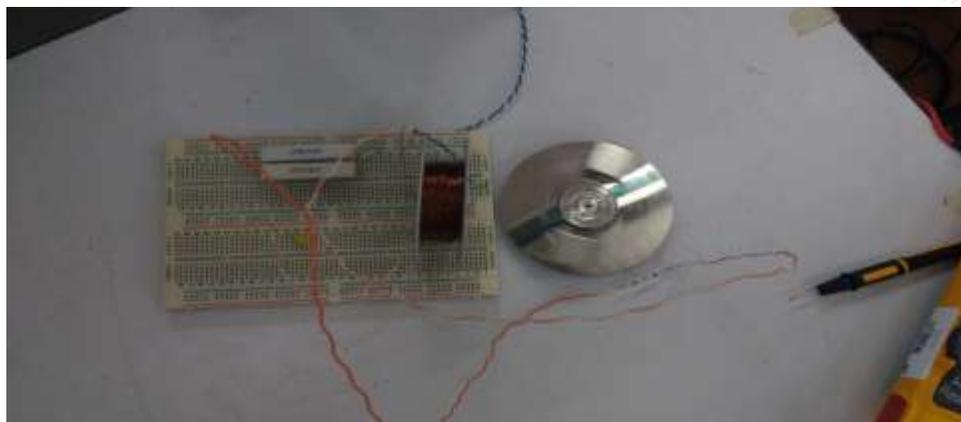


Figura 9. Prototipo de Motor Paredev en funcionamiento.

Como vemos en la imagen anterior, primero tenemos 2 resistencias de potencia de 100 Ohmios, cada uno, puesta en paralelo, y en serie de la bobina que cumple las funciones de un electroimán y le aplicamos un voltaje de 12v en DC, y junto a la bobina se puso un rotor con dos imanes de neodimio.

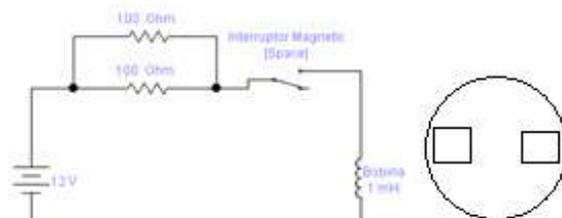


Figura 10. Circuito eléctrico de Motor generador eléctrico con una bobina de inducción.

Este sistema fue bueno, pero la velocidad del rotor era muy poca, así que debimos implementar otra bobina, con ello aumentamos exponencialmente la velocidad del rotor y con el mismo consumo de corriente.



Figura 10. Circuito eléctrico de Motor generador eléctrico con dos bobinas de inducción.

Con este sistema nos ha dado mayor velocidad y torque, por un pequeño consumo de potencia.

- *Segunda Parte.*

En la segunda fase del proyecto del motor bedini realizamos el acople de un sistema electrónico llamado Circuito Lindermann, el cual consiste principalmente de un transistor que va a servir como conmutador con elevador de voltaje, esto ayuda a que la bobinas tengan más fuerza y la velocidad aumente considerablemente. El circuito esta de la siguiente manera:

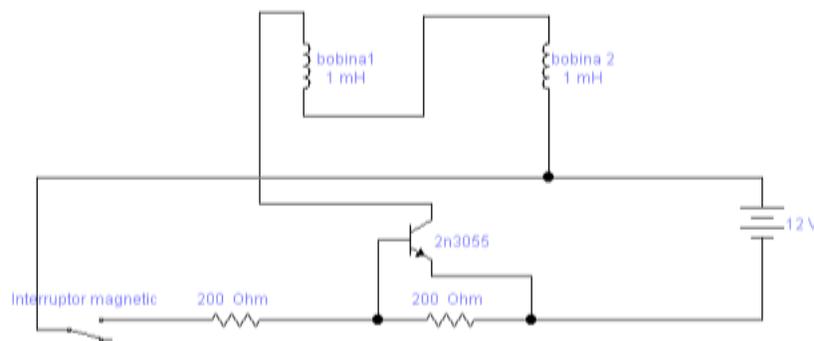


Figura 11. Circuito Lindermann para aumento de velocidad de la bobinas

Con el circuito se aumentó exponencialmente la velocidad pero al tiempo la corriente proporcionalmente fue aumentando, quedando a 0,4 Amperios. Lo interesante de este circuito es que las bobinas no solo sirven como electroimán para el movimiento del eje, sino que también funciona como una especie de dinamo en corriente alterna, por la misma acción de los imanes que por la primera ley de Faraday hace una inducción magnética a los devanados de la bobinas y por ende produce una señal sinusoidal de aproximadamente 10 VCA como se muestra en la siguiente figura.

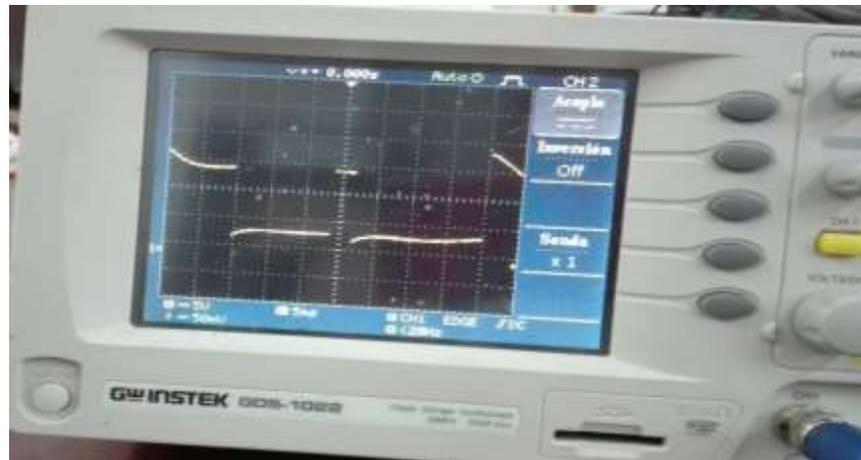


Figura 12. Forma de Onda en alterna generada por la salida en las bobinas.

La forma de onda no es totalmente simétrica y sinusoidal, esto se debe a que el devanado de las bobinas no es igual en las dos, el diámetro del eje de las bobinas tiene diferencias en algunos milímetros y posición de las bobinas no está a 180 grados exactos; todos estos factores influyen en la generación de la forma de onda.

- **Tercera parte.**

La tercera fase consistió en la implementación de un circuito rectificador de onda completa al circuito ya mostrado figura 11. Este circuito rectificador consta de un puente de diodos con una capacidad máxima de 6 amperios y un condensador que sirve como filtro para la atenuación del rizado producido por el puente. El circuito final quedó de la siguiente manera:

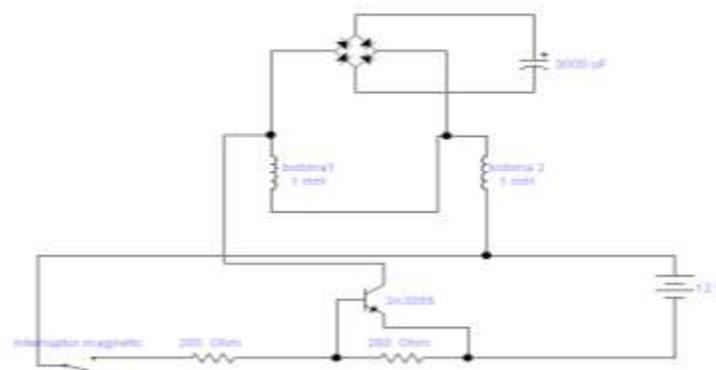


Figura 13. Circuito con rectificador de onda completa.

Este circuito transforma el voltaje en corriente alterna en voltaje de corriente directa dando como resultado un voltaje de aproximadamente 49 VDC.



Figura 14. Voltaje arrojado por el circuito en la salida del capacitor.

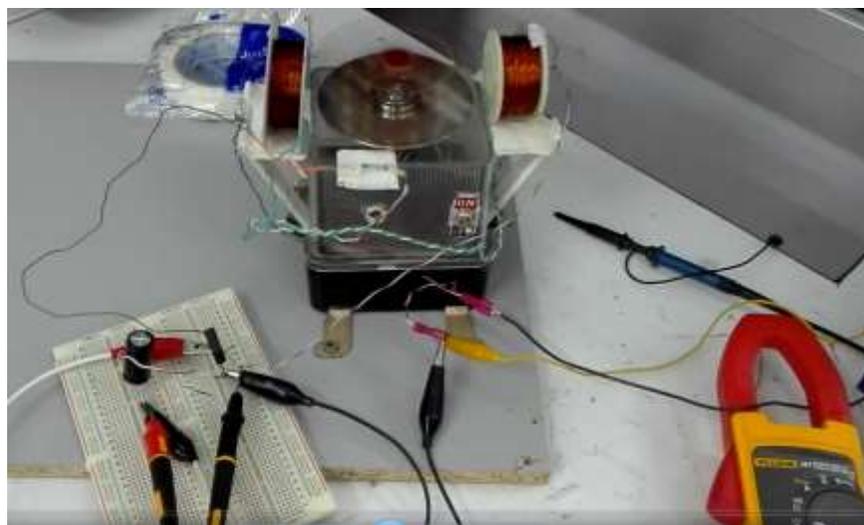


Figura 15. Fase de prueba del rectificador de onda completa.

Cuando se conecta la salida del capacitor en serie con un diodo rectificador para cargar la batería, se evidencia que el voltaje disminuía a 12, 8 voltios, lo cual es ideal para cargar la batería eléctrica, pero se evidencia una notable disminución en la velocidad angular que tiene el rotor compuesto por imanes, pero no me genera ningún tipo de problemas en el circuito.

Como se vio anteriormente, el circuito tenía un consumo de 0,4 Amperios y la corriente que está generando es de 0,45 amperios, eso quiere decir que en realidad tenemos un rendimiento superior a 1, ya que el circuito está recibiendo más de lo que da, con esto vemos que el circuito funciona correctamente (diferente a lo que se pretendía inicialmente), pues al momento de cargar un artículo eléctrico o electrónico de bajo consumo, estamos utilizando en la salida de la batería un inversor eléctrico el cual va a transformar los 12VDC en 110 VAC, y así conectar los cargadores correspondientes, esto hace que el consumo del dispositivo al cargar sea mayor y con ello va a tener mayor consumo en la batería; ya que la ganancia es de 50 mA, y cualquier dispositivo que aumente esta corriente quiere decir que va a gastar la corriente de la batería. Por ende, el dispositivo no puede estar conectado todo el tiempo a una fuente de consumo sino que se tiene que dejar un tiempo para que él recargue la batería. Se recomienda que los datos, tiempos y cantidad se estudien más adelante con nuevas investigaciones.

ANÁLISIS

a) Como varia la tensión inducida en función del número de espiras?

Al aumentar el número de espiras y manteniéndose el flujo magnético constante, aumenta la FEM

b) Porque es preferible conectar las bobinas en serie para estas pruebas de laboratorio y no utilizarlas una a una?

Es preferible conectar las bobinas en serie para estas pruebas debido a que en esta conexión comparten la misma intensidad.

c) Como influyen los polos del imán de neodimio en el sentido de circulación de la corriente inducida?

Al presentarse una variación en el sentido de los polos del imán de neodimio, esto influye a que el sentido de la corriente inducida también se modifique y se comporte como una señal alterna.

d) Que tipo de corriente se induce al girar el imán de neodimio?

Cuando el imán comienza a rotar, en el sistema se genera una diferencia de potencial capaz de producir una corriente eléctrica. De este modo se producen tensiones eléctricas entre sus bordes, cuya polaridad es positiva o negativa, se invierte alternativamente con el pasar del tiempo. Cuando esta tensión se aplica a un circuito eléctrico, produce en él una *corriente*



alterna que se caracteriza por una inversión alternativa, con idéntica frecuencia, cuya representación gráfica, en función del tiempo, tiene la forma de una línea sinusoidal.

e) Como depende la tensión inducida del tipo de núcleo de la bobina inducida?

La tensión inducida depende del material con el cual está elaborado el núcleo de la bobina.

DISCUSION

Estas pruebas de laboratorio nos permiten entender la relación entre la corriente eléctrica y los campos magnéticos, específicamente, en cómo los campos magnéticos pueden inducir una corriente y fem a otro conductor, en este caso, a bobinas.

En el primer experimento, lo que hacíamos es observar las lecturas del voltímetro cuando se introducía el polo norte de un imán a una bobina. Lo que se obtuvo es que, según el desplazamiento, la lectura del voltímetro era distinta. Cuando se ingresaba el imán (el campo magnético quedaba de tal forma que se alejaba observador) el voltímetro marcaba una lectura hacia la derecha, positiva (la mostrada por la Tabla 1), mientras que al retirarse el imán esta lectura era hacia la izquierda, negativa. La explicación a este fenómeno yace en la corriente inducida en la bobina. Al acercar el imán, lo que ocurre es que el flujo magnético aumenta, por lo que la fem inducida va a ser tal que se oponga a dicho cambio en el flujo, aumentando en un sentido contrario. Esta fem aumenta hasta cierto valor máximo, y comienza a disminuir hasta cero mientras el imán se detiene para cambiar su dirección (para retirar el imán). Cuando ello ocurre y se empieza a sacar el imán, ahora el flujo varía en sentido opuesto a cuando se ingresaba, disminuyendo, por lo que ahora la fem inducida va a ser tal que se oponga a este nuevo cambio, o sea, en sentido de la disminución del flujo. Por ello es que en esta condición el voltímetro marca un valor negativo al primero; la fem aumenta en sentido opuesto a cuando el imán se ingresaba a la bobina.

Ahora, mientras la bobina tenía más espiras, la fem inducida era mayor. Esto se debe a que el cambio de flujo magnético también induce una corriente, la cual es mayor mientras hay más espiras en la bobina. Por ser el voltaje proporcional a la corriente, entonces también la fem inducida es mayor a mayor número de espiras en la bobina.



El segundo experimento guarda relación con la anterior, nada más que ahora el polo sur del imán es el que se introduce y retira de cada una de las bobinas. Por cambiar la polaridad del campo magnético, las variaciones de flujo son contrarias a las de la actividad anterior y por ende, la dirección de la fem inducida. Es por ello que al observar los valores del voltímetro, al ingresar el polo sur del imán la aguja no se mueve hacia la derecha sino hacia la izquierda, marcando un valor máximo de fem similar pero negativo.

El tercer experimento tenía que ver con un imán que giraba sobre una bobina de 900 espiras. Lo que observamos fue una oscilación periódica de la aguja del voltímetro en torno al punto cero. Lo que ello nos quiere decir es que la tensión inducida no es constante cuando cambia el flujo (el cual conforme gira, va aumentando y disminuyendo), sino que alterna su signo a cierta frecuencia. El núcleo de hierro en el interior de la bobina se dispuso para aumentar la intensidad del campo.

El cuarto experimento nos mostraba la diferencia que existe en cuando a la fem inducida cuando se colocan ciertos materiales dentro de una bobina a la cual se le va a inducir una tensión. Se obtuvo que cuando sólo había aire en su interior, la fem que se indujo era muy pequeña, mientras que si se le colocaba un núcleo de hierro era un poco mayor, y ya cuando se las dispuso a las dos bobinas de manera que estaban conectadas a través de núcleos de hierro la fem fue mucho mayor. Estas diferencias en cuanto a tensiones inducidas se deben básicamente a las propiedades ferromagnéticas del hierro. Dichas propiedades lo que hacen es inducir un campo magnético en el hierro en la misma dirección que el campo externo, por lo que ocasiona que el campo magnético al cual la bobina conectada al voltímetro sea mayor, ya que se suma al campo generado por la otra bobina conectada a la fuente. Por ser mayor el campo al cual es expuesto, la tensión que se induce en la bobina es mayor. Para observar este fenómeno hubo que abrir y cerrar el interruptor varias veces, de modo que al hacer esto, variábamos el flujo magnético. De no ser así, el flujo hubiera sido constante y no se habría inducido ninguna tensión a la otra bobina. Por último, en la última configuración del circuito la fem inducida fue la mayor debido a que los núcleos que se conectaron hicieron que el campo magnético fuera mucho más intenso.

El último experimento consistía en deslizar una bobina con un núcleo de hierro en su interior cerca de otra bobina conectada a una fuente de voltaje. Lo que esto nos mostró fue que el



movimiento del campo y bobina es relativo y que igual en estas condiciones también se induce una fem en la bobina. Esto es porque aunque el campo no se mueva, al deslizar la otra bobina hacemos que el flujo no sea constante en ella, por lo que ocasiona una fem inducida que se opone al cambio en el flujo magnético.

CONCLUSIONES

La introducción de energías renovables y eficiencia energética a todo nivel permitirá reducir la dependencia en el uso de los combustibles fósiles. Los cálculos para la demostración de los diferentes fenómenos que se presentan para crear energía eléctrica por medio de imanes permanentes son bastante complejos. El generador eléctrico de imanes permanentes no se puede utilizar para generar a grandes escales energía eléctrica ya que hasta la actualidad no hay imanes tan potentes para poder ser aplicado masivamente para el consumo total de una vivienda unifamiliar.

BIBLIOGRAFIA

- SERWAY, Raymond. Física, Edic. 5, Pearson Educación, México, 2001.
- SERWAY, Raymond A, Física, vol II. Edit. McGraw-Hill, tercera edición revisada, 1993
- KAGANOV, M y V. Tsukernik (1985), La Naturaleza del Magnetismo, Edil., Mir.
- http://www.pps.k12.or.us/district/depts/edmedia/videoteca/curso3/htmlb/SEC_65.HTM
- Chapman, Stephen J: Maquinas Eléctricas. British AeroSpace Australia, McGrawHill



**PREVALENCIA DE SÍNTOMAS MUSCULO-ESQUELÉTICOS EN
TRABAJADORES DE UNA INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL
DEPARTAMENTO DE ARAUCA-COLOMBIA**

**PREVALENCE OF MUSCULOSKELETAL SYMPTOMS, IN WORKERS AN
INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION IN ARAUCA-COLOMBIA**

Delgado C. Mónica¹, Moreno Montoya José², Ribero Andrés³

¹Ingeniera Ambiental, Universidad Francisco de Paula Santander. Magíster en Salud Ocupacional y Ambiental, Universidad del Rosario. Bogotá. Colombia. Correo electrónico monykd@gmail.com.

² Estadístico. Magister en Epidemiología Clínica. Doctor en Epidemiología. Profesor de la Escuela de Medicina, Universidad del Rosario. Bogotá. Colombia. Correo electrónico: josed.moreno@urosario.edu.co.

³ Médico, Especialista en medicina física y rehabilitación, y en salud ocupacional. Bogotá. Colombia. Correo electrónico andresribero2000@gmail.com.

RESUMEN

Los desórdenes musculo esqueléticos representan uno de los problemas de salud ocupacional más comunes de trabajadores, lo cual genera ausentismo laboral y aumento en los costos de enfermedades laborales. Estimar la prevalencia de síntomas osteomusculares y su relación con factores de riesgo ocupacional, en personal docente y administrativo de una institución de educación superior en el Departamento de Arauca para el año 2015. Estudio analítico de corte transversal en una muestra de 116 trabajadores. Se utilizaron dos instrumentos: “La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo” del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT) y el “Cuestionario Ergopar”, validados al Español. Se obtuvo previa autorización del Comité de ética de la Universidad del Rosario. El análisis estadístico se realizó con el IBM SPSS Statistics versión 20.0. Los síntomas osteomusculares con mayor prevalencia fueron en cuello (86,2%), espalda lumbar (61,2%), manos muñecas (59,5%) y pies (52,6%); no se observaron diferencias estadísticamente significantes entre administrativos e instructores. En el lugar de trabajo los factores de riesgo con mayor prevalencia fueron exposición a temperaturas extremas (48,3%), aberturas y huecos desprotegidos, escaleras, plataformas, desniveles (44%) significativamente mayor en instructores (52,6%) que en personal administrativo (27,5%) (p= 0,010). Los síntomas osteomusculares más prevalentes fueron aquellos propios de la actividad docente: cuello,



espalda lumbar, manos muñecas y pies. El personal de la institución en especial los docentes está expuesto a factores de riesgo físico, químico y ergonómico. Las condiciones de trabajo son adecuadas. No se encontró asociación estadística entre exposición a factores de riesgo en el puesto de trabajo y prevalencia de síntomas osteomusculares. Se debe establecer **acciones dirigidas a evitar lesiones musculo esqueléticas en la población.**

Palabras Clave Síntomas osteomusculares, condiciones de trabajo, factores de riesgo, educación.

ABSTRACT

Musculoskeletal disorders represent one of the most problems of occupational health workers, which lead to absenteeism and increased costs of occupational diseases. To estimate the prevalence of musculoskeletal symptoms and its relation with occupational associated factors given on school teachers and administrative staff in a high school at Arauca department in 2015. Analytical cross-sectional study in a sample of 116 employees, administrative workers and teachers of an high education institution. Two instruments were used : The basic set of items related to development work, " National Survey on Working Conditions " of the National Institute for Safety and Health at Work of Spain (INSHT) and "Questionnaire Ergopar " validated the Spanish version. Previous authorization from the Ethics Committee of the University of Rosario was obtained. Statistical analysis was performed using IBM SPSS version 20.0 The most prevalent musculoskeletal symptoms were the following results: neck (86.2 %) , lower back (61.2 %) , hands wrists (59.5 %) and feet (52.6 %) ; no statistically significant differences between administrative and teachers were observed. At the workplace risk factors were most prevalent exposure to extreme temperatures (48.3%), unprotected openings and holes, ladders, platforms, slopes (44 %) significantly more in teachers (52.6 %) than in administrative staff (27.5 %). The most prevalent musculoskeletal symptoms were those typical of teaching: neck, lower back, wrists, hands and feet. The staff of the institution in particular teachers are exposed to factors risk of physical, chemical and ergonomic. Working conditions are adequate. No statistical association between exposure to risk factors found in the workplace and prevalence of



musculoskeletal symptoms as the affected body part. Must set actions to prevent musculoskeletal injuries in the employees.

KEY WORDS: Musculoskeletal symptoms, working conditions , risk factors , education.

INTRODUCCIÓN

Los desórdenes musculo-esqueléticos (DMEs) son un grupo de patologías asociadas con ciertas condiciones del trabajo (1, 2) , y han sido considerados como las enfermedades de mayor prevalencia en trabajadores alrededor del mundo. Su sintomatología se asocia con el dolor y pérdida de la capacidad funcional y laboral (3, 4). La repetición, la fuerza, la postura, el estrés y la vibración son los cinco factores de riesgo ocupacionales más importantes en el desarrollo de DME, también influyen la ergonomía en el puesto de trabajo y el estilo de vida de las personas (5).

Mundialmente los DME afectan a más de 1,7 mil millones de personas y ocupan el cuarto lugar de impacto sobre la salud en general (6), constituyendo la segunda causa de discapacidad a nivel mundial en todas las regiones del mundo (7, 8). Estas lesiones en algunos casos son generadas, empeoradas, prolongadas o han evolucionado en asociación con el

ambiente laboral y la ejecución del trabajo (9, 10) situación que es particularmente grave en personal docente quienes por su tipo de actividad, se exponen constantemente a factores de riesgo como malas posturas, trabajo estático, presión y falta ó rezago de apoyo social (11).

Acerca de la prevalencia de DMEs en docentes, En China, un estudio realizado con docentes de colegio mostró que la prevalencia de dolor cuello y/o dolor en el hombro (NSP) fue de 48,7%, y dolor lumbar (LBP) fue de 45,6%. La prevalencia de NSP entre profesoras fue mucho mayor a la de los profesores con un 51,7% frente a un 42,7% en hombres (12). En Turquía en el año 2011, se halló una alta proporción de maestros que reportaron síntomas osteomusculares en la parte posteroinferior del cuerpo (48,4%) durante los 12 meses anteriores a dicho estudio, seguido por síntomas en la espalda superior (42,6%), cuello (41,4%), hombros (37,1%), muñecas / manos (23,9%), rodillas (18,6%), codos y las



caderas/muslos (13,2%) y tobillos/pies (7,3%), dando lugar inminentemente a incapacidades para trabajar (13, 14) ; así mismo se evidenció una asociación significativa en el aumento de masa corporal, ya que esta se asocia con el dolor de espalda baja y provoca síntomas en otras regiones del cuerpo (10). Dentro de los resultados que dan estos estudios se evidenció mayor prevalencia de estos dolores en las mujeres que los hombres (13).

En Colombia entre trabajadores administrativos, se evidenció que el 75% de la población pasa cerca de 15 horas semanales trabajando frente al computador. Sólo el 33,8% refirió la práctica de algún deporte. En consecuencia, el 57% de los trabajadores administrativos presentaron sintomatología de dolor, siendo más frecuente la sintomatología localizada en la zona baja de la espalda (56,6%), la zona alta de la espalda (53,1%) y el cuello (49,0%) (15)

El propósito de este trabajo es estimar la prevalencia de síntomas osteomusculares e identificar los factores asociados, en personal docente y administrativo de una

institución de educación superior en el Departamento de Arauca para el año 2015.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio de corte transversal en una población de 116 trabajadores, entre administrativos y docentes, que laboran en las diferentes sedes de una institución superior educativa en el Departamento de Arauca. Dentro de la población de estudio, algunos docentes laboran en área rural, y otros en el área urbana desarrollando sus actividades en ambientes cerrados (aulas de clase).

Para el desarrollo de la presente investigación se tuvo en cuenta dos instrumentos: “La Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo” del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (INSHT), en la versión validada al español, que incluye un conjunto básico de ítems relacionados con el desarrollo del trabajo, donde se registran datos personales, datos de descripción de la actividad realizada, ritmo de trabajo, condiciones de empleo y condiciones de trabajo (16, 17). Por otro lado el “Cuestionario Ergopar” en la versión validada al español, para la identificación de los síntomas y factores de riesgo



ergonómicos existentes en los puestos de trabajo (18). Dentro de los criterios de inclusión se tuvieron en cuenta trabajadores mayores de 18 años y trabajadores que lleven más de 6 meses laborando en la empresa y los trabajadores que voluntariamente no aceptaron participar fueron excluidos. Se realizó un estudio piloto con el 10% de la población.

El presente estudio contó con la previa autorización del Comité de Ética de Investigación de la Universidad del Rosario y la autorización de la empresa donde se llevó a cabo la investigación; todos los procedimientos, se realizaron de acuerdo con los principios bioéticos establecidos en la Resolución 8430 de 1993 (19), la cual categoriza este estudio como de riesgo mínimo.

La caracterización de la población de estudio y los factores de riesgo se hizo con base en distribuciones porcentuales, prevalencias e intervalos de confianza del 95% para variables cualitativas y de medidas de tendencia central y de dispersión (media, mediana y desviación estándar) para las variables cuantitativas. La evaluación de la asociación estadística entre potenciales factores de riesgo en el

puesto de trabajo y prevalencia de desórdenes musculoesqueléticos, se hizo con base en el estadístico Chi-cuadrado (20), y la prueba de probabilidad exacta de Fisher (cuando un valor esperado fuese menor a 5). Se estableció a priori un nivel de significación estadística $\alpha = 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 20.0.

Para identificar factores de riesgo ergonómico relacionados con presencia o no de sintomatología osteomuscular se utilizó un modelo de regresión logística binaria (21). Para la selección de las variables independientes a incluir en el modelo, primero se realizó un análisis bivariado entre cada variable dependiente (presencia o no de sintomatología osteomuscular según parte del cuerpo afectada) y las covariables edad, género, ocupación y las registradas en la encuesta Ergopar; se seleccionaron aquellas que fueran estadísticamente significativas a nivel $\alpha = 0,05$. Como medida de fuerza de asociación se calculó la desigualdad relativa (odds ratio) y su intervalo de confianza al 95%.



RESULTADOS

De acuerdo a la población de 116 trabajadores, 34,5% (n = 40) de ellos era personal administrativo y 48,3% (n=56) pertenecían al género femenino. El promedio de edad de la población de estudio fue de 38,1 ± D.E. 9 años; no se observaron diferencias estadísticamente significativas ni por edad (p= 0,974), ni por género (p= 0,787) entre personal administrativo y docente.

Un 30% (n=12) del personal administrativo y 37% (n=28) de instructores informaron tener actualmente otros trabajos remunerados; las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas (p= 0,388). Con respecto al

tiempo (años) en el puesto de trabajo no se observaron diferencias estadísticamente significativas (p=0,577) 37,5% (n=15) administrativos y 38,2% (n=29) instructores tenían un tiempo menor a un año de trabajar en el puesto de trabajo. Con respecto al día de la semana tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas (p = 0,053).

El mayor porcentaje del personal es asalariado con contrato temporal y duración definida (62,5% administrativos y 80% instructores) con salario promedio mensual que fluctúa entre 554, 5286 USD y 1386,3216 USD (dólar a Enero 2016) y espacio de trabajo habitual en espacio cerrado o semicerrado (Tabla 1).

Tabla 3. Caracterización sociodemográfica y ocupacional de docentes y administrativos de una institución de educación superior de Arauca en el año 2015

Condiciones de empleo	Personal				Valor_p
	Administrativo		Docentes		
	No.	%	No.	%	
Edad (años)	40		76		0,974
n	21 – 58		24 – 62		
Rango	38,2 ± 9,3		38,1 ± 8,9		
Media ± Desviación estándar					
Género	40		76		0,787
Masculino	20	(50,0)	40	(52,6)	



Trabajos remunerados actualmente	40		76		
0	28	(70,0)	48	(63,2)	0,388
1	10	(25,0)	18	(23,7)	
2	2	(5,0)	10	(13,3)	
Tiempo (Años) en el puesto de trabajo	40	(76		
Menos de 1	15	37,5)	29	(38,2)	0,577
1 - 5	8	(20,0)	21	(27,6)	
Mayor a 5	17	(42,5)	26	(34,2)	
Tipo de relación laboral con la empresa	40		76		
Asalariado fijo	15	(37,5)	5	(6,6)	0,000
Asalariado con contrato temporal y duración definida	25	(62,5)	71	(80,3)	(*)
Horario de trabajo	40		76		
Jornada partida (mañana y tarde)	33	(82,5)	36	(47,4)	
Turno fijo de mañana	2	(5,0)	5	(6,6)	0,007
Turno fijo de tarde	1	(2,5)	7	(9,2)	(*)
Turnos rotatorios excepto el de noche	3	(7,5)	4	(5,3)	
Horario irregular	1	(2,5)	15	(19,7)	
Promedio de salario neto mensual últimos tres meses	40		76		
Menor a 554,5286 USD	13	(32,5)	2	(1,3)	0,000
Entre 554,5286 USD – 924,2144 USD	17	(42,5)	36	(47,4)	(*)
Entre 924,2144 USD – 1386,3216 USD	10	(25,0)	38	(48,7)	
Lugar de trabajo habitual	40		76		
Al aire libre/ a la intemperie	10	(25,0)	28	(36,8)	0,041
Cerrado	17	(42,5)	38	(50,0)	(*)
Semicerrado	13	(32,5)	10	(13,2)	

(*) Diferencias estadísticamente significativas

Adicional a los DME, se evaluaron otros factores de riesgo relacionados, a los cuales se encontraban expuestos el personal administrativo y docente de acuerdo a las condiciones del



puesto de trabajo, dentro de estos estaba la exposición a huecos (44%), exposición a superficies inestables (26,7%) e iluminación deficiente en algunos puestos de trabajo especialmente para los docentes (Tabla 2).

Tabla 2.- Prevalencia de exposición a potenciales factores de riesgo en docentes y administrativos de una institución de educación superior de Arauca en el año 2015

Factores potenciales de riesgo	Prevalencia %			valor_p
	Administrativos	Docentes	Total (%)	
Exposición a huecos	27,5	52,6	44,0	0,010 (*)
Exposición a superficies inestables	17,5	31,6	26,7	0,103
Iluminación deficiente	7,5	36,8	26,7	0,001 (*)
Exposición a vibraciones	20,0	18,4	19,0	0,837

(*) Diferencias estadísticamente significativas

La mayor prevalencia de sintomatología osteomuscular se encuentra en cuello, hombros y/o espalda dorsal presentando un 77,5% (n=31) de molestia y/o dolor para el caso de administrativos y un 90,8% (n=69) para docentes, seguido de molestia y/o dolor en espalda lumbar con valores de 62,5% y 48,6% en administrativos y docentes respectivamente. Los segmentos corporales con menor prevalencia fueron rodillas con un 32,5% (n=13) en administrativos y 48,7% (n=37) en docentes; así mismo molestia y/o dolor en pies con una prevalencia de 40,0% (n=16) para administrativos y 59,2% (n=44) piernas para docentes (Tabla 3).

Tabla 3. Prevalencia de síntomas osteomusculares, según área corporal en docentes y administrativos de una institución de educación superior de Arauca en el año 2015.

PRESENTA MOLESTIAS (%)	PERSONAL		
	Administrativo n =	Docentes n = 76	Total n = 116
	40		



	Prev (%)	IC (95%)	Prev (%)	IC (95%)	Prev (%)	IC (95%)
CUELLO HOMBRO Y/O ESPALDA	77,5	61,5 – 89,1	90,8	81,9 – 96,2	86,2	78,6 – 91,9
ESPALDA LUMBAR	62,5	45,8 – 77,2	60,5	48,6 – 71,6	61,2	51,7 -70,1
CODOS	37,5	22,7 – 54,2	31,6	21,4 – 43,2	33,6	25,1 – 43,0
MANOS Y O MUÑECAS	57,5	40,9 – 72,9	60,5	48,6 – 71,6	59,5	50,0 – 68,5
EN PIERNAS	32,5	18,6 – 49,1	40,8	29,6 – 52,7	37,9	29,1 – 47,4
RODILLAS	32,5	18,6 – 49,1	48,7	37,0 – 60,4	43,1	33,9 – 52,6
PIES	40,0	24,9 – 56,7	59,2	47,3 – 70,3	52,6	43,1 – 61,9

En la tabla 4 se encuentra la prevalencia de los factores de riesgo asociados a sintomatología osteomuscular, donde la frecuencia de movimientos repetitivos (62%), frecuencia de trabajo excesivo (57,7%) y trabajo de posturas forzadas (33,8%) causa en la población trabajadora sintomatología en cuello y espalda baja, principalmente.



Tabla 4.- Prevalencia de exposición a potenciales factores de riesgo según sintomatología osteomuscular en zona corporal en docentes y administrativos de una institución de educación superior de Arauca en el año 2015.

Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en CUELLO			valor_p	OR (IC 95%)
	Si	No	Total		
La iluminación no le permite trabajar en una postura adecuada	74,0	31,2	68,1	0,001	6,2 (1,9 – 19,7)
Frecuencia de movimientos repetitivos	62,0	18,8	56,0	0,001	7,1 (1,9 – 26,4)
Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en ESPALDA LUMBAR			valor_p	OR (IC 95%)
	Si	No	Total		
Trabajar sentado	47,9	24,4	38,8	0,012	2,8 (1,6 – 3,4)
Frecuencia de posturas forzadas	33,8	4,4	22,4	0,000	10,9 (2,4 – 49,2)
Frecuencia de trabajo excesivo	57,7	31,1	47,4	0,005	3,0 (1,4 – 6,6)
Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en CODOS			valor_p	OR (IC 95%)
	Si	No	Total		
La iluminación no le permite trabajar en una postura adecuada	84,6	59,7	68,1	0,007	3,7 (1,4 – 9,9)
Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en MANOS MUÑECAS			valor_p	OR (IC 95%)
	Si	No	Total		
Trabajar sentado	47,8	25,5	38,8	0,016	2,6 (1,2 – 5,9)
Velocidad automática máquinas/desplazamiento productos	23,2	8,5	17,2	0,040	3,2 (1,0 – 10,4)



Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en PIERNAS			valor_p	OR (IC 95%)
La iluminación no le permite trabajar en una postura adecuada	93,2	52,8	68,1	0,000	12,2 (3,4 – 43,1)
Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en RODILLAS			valor_p	OR (IC 95%)
Manipulación de cargas	32,0	15,2	22,4	0,031	2,6 (1,0 – 6,5)
Frecuencia de trabajo excesivo	60,0	37,9	47,4	0,018	2,5 (1,1 – 5,2)
Factores potenciales de riesgo	Sintomatología osteomuscular en PIES			valor_p	OR (IC 95%)
Trabajar de pie	80,3	58,2	69,8	0,009	2,9 (1,3 – 6,7)
La iluminación no le permite trabajar en una postura adecuada	82,0	52,7	68,1	0,001	4,0 (1,7 – 9,4)
Frecuencia de trabajo excesivo	60,7	32,7	47,4	0,003	3,1 (1,5 – 6,8)

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 4 se encontró una asociación entre sintomatología de dolor y/o molestia en cuello con factores como la iluminación ya que no permite trabajar en una postura adecuada (OR 6,2; IC 95%: 1,9 - 19,7) y la frecuencia de movimientos repetitivos (OR 7,1; IC 95%: 1,9 - 26,4); para el caso de sintomatología en espalda lumbar se asocia principalmente a la frecuencia de posturas forzadas (OR 10,9; IC 95%: 2,4 - 49,2).



DISCUSIÓN

Existen diferentes factores de riesgo tanto ocupacionales como de la actividad física y psicosocial, asociados a los desórdenes musculoesqueléticos (22, 23). Los DME tienen una alta prevalencia en Colombia (84%) de acuerdo a datos reportados por FASECOLDA en el año 2010 (24).

Los resultados arrojados en el presente estudio muestran que no existe diferencias significativas de acuerdo al género y edad de la población objeto de estudio, quienes desempeñan labores como docentes 76% y administrativos 40%, la edad promedio fue de 38,1 años, por lo tanto se considera que es una población joven, un estudio demostró que los trabajadores más jóvenes se enfrentan a mayores demandas de trabajo, ya que se apoderan de más actividades y tareas, por lo tanto la exposición a factores de riesgo inicia desde comienzos de la carrera (25); se reporta un tiempo de trabajo menor a un año 15% administrativos y un 29% en docentes, estos se debe a que en esta institución de educación superior la mayor parte del personal es contratista, así mismo un 30% del personal administrativo y 37% de instructores informaron tener actualmente otros trabajos remunerados,

que de acuerdo al estudio realizado por JP, Cardoso en 2009 donde arrojó que docentes que se desempeñan en más de una institución tienden a presentar trastornos osteomusculares (25).

Los principales factores de riesgo a los cuales se encuentran expuestos los trabajadores son la exposición a huecos, exposición a superficies inestables, teniendo en cuenta que algunos docentes deben trasladarse a la zona rural por carreteras no pavimentadas, y que son factores de riesgo para la aparición de síntomas osteomusculares. La iluminación deficiente (74%) se considera otro factor de riesgo ya que no le permite a la población trabajar en una postura adecuada tratando de obtener un mejor ángulo visual, Trabajar de pie (80,3%), la frecuencia de movimientos repetitivos (62%), como es el caso de los administrativos que hacen parte de este estudio, frecuencia de trabajo excesivo (57,7%) y trabajo de posturas forzadas (33,8%), estos se asocian con posturas prolongadas, mantenidas, que como lo refiere el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), que los factores de riesgo para desórdenes osteomusculares se asocian con los



esfuerzos prolongados, entre otros (26), estos resultados se pueden relacionar con la naturaleza del trabajo tanto de administrativos y docentes, ya que incluye actividades como la lectura frecuente, escritura en el tablero, la mala postura, posturas prolongadas (mucho tiempo de pie y/o sentado), el levantamiento de cargas (libros, computadores, proyectores, trabajos, entre otros), que pueden ser la causa de sintomatología osteomuscular en esta población (27).

La mayor prevalencia de sintomatología se encuentra a nivel de cuello hombro y/o espalda (86,2%), seguido de molestia y/o dolor de espalda lumbar (61,2 %) lo cual se relaciona con el estudio realizado por Yue , Liu F, Li L, en China en 2012 (16), donde los trabajadores de los diferentes niveles educativos, reportaban estos dos segmentos corporales como los que les proporcionaba dolor musculoesquelético más frecuente (12); así mismo plantea que el realizar el trabajo en postura incomoda, y el realizar trabajo durante mas de 3 horas sentado se considera un factor de riesgo específicamente para el dolor lumbar(28, 29) lo cual coincide con los resultados de este estudio, donde se evidencio asociación estadística.

Dentro de las ventajas que representa el estudio, es que es el primero que se realiza en el Departamento de Arauca, por lo tanto no existía información relacionada con los síntomas ostemusculares y la asociación con las actividades laborales que puedan afectar a la clase trabajadora de instituciones de educación superior, la mayoría de la población que participo en el estudio tenían menos de 1 año de contratación, por lo tanto no se pudo obtener datos de la prevalencia de acuerdo a la exposición continua a factores de riesgo.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados arrojados por el estudio, se establece que es importante realizar estudios posteriores que incluyan más factores de riesgo de tipo comportamental, actividad física, psicosocial, de acuerdo a la exposición objeto de estudio. Así mismo, es importante establecer un programa de vigilancia epidemiológica de sintomatología osteomuscular con el fin de obtener a tiempo información para tomar medidas de prevención y control.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargas Porras PA, Orjuela Ramírez ME, Vargas Porras C. Lesiones osteomusculares de miembros superiores y región lumbar: caracterización demográfica y ocupacional. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá 2001-2009. *Enfermería Global*. 2013;12(32).
2. Piedrahíta Lopera H. Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes músculo-esqueléticos. *MAPFRE MEDICINA*. 2004;15(3).
3. L MR. Caracterización de los factores de riesgo de desorden musculoesquelético asociados a las condiciones de la tarea. Caso clínica odontológica Adulto. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Maestría en Salud y Seguridad en el Trabajo; 2014.
4. Cardoso JP, Ribeiro IdQB, Araújo TMd, Carvalho FM, Reis EJFBd. Prevalência de dor musculoesquelética em professores. *Rev bras epidemiol*. 2009;12(4):604-14.
5. Hidrovo Á. Documento técnico: Sistema de Vigilancia Ocupacional de Trastornos Osteomusculares (SIVIGO-TOM). Bogotá: SIVIGO-TOM; 2001.
6. Leavitt SB. Pain-Topics News/Research UPDATES. A Soaring Burden of Musculoskeletal Pain 2014.
7. Bihari V, Kesavachandran CN, Mathur N, Pangtey BS, Kamal R, Pathak MK, et al. Mathematically Derived Body Volume and Risk of Musculoskeletal Pain among Housewives in North India. *PLOS ONE*. 2013;8(11).
8. Murray C, Otros. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. 2012;380(15/22/29).
9. Bernard BP. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. Bernard BP, editor. Cincinnati: DHHS (NIOSH) Publication; 1997.
10. Mohammadi Ghorbanali J. Musculoskeletal complaints among high school teachers. *Jornal of Musculoskeletal Research*. 2013;16(2).
11. INSHT. IndSeHeet. Trastornos musculoesqueléticos. ERGA - Primaria Transversal [Internet]. [cited 2015 15 Diciembre]. Available from:



http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/ErgaPrimaria/2007/Numero21_2007.pdf.

12. Yue P, Liu F, Li L. Neck/shoulder pain and low back pain among school teachers in China, prevalence and risk factors. *BMC public health*. 2012;12(1):789.

13. Başkurt F, Başkurt Z, Gelecek N. Prevalence of self-reported musculoskeletal symptoms in teachers. *ARAŞTIRMA*. 2011;2(1).

14. Henrique Fernandes M, da Rocha VM, Roncalli da Costa-Oliveira AG. Factors associated with teachers' osteomuscular symptom prevalence. *Revista de Salud Pública*. 2009;11(2):256-67.

15. Vernaza-Pinzón P, Sierra-Torres CH. Dolor músculo-esquelético y su asociación con factores de riesgo ergonómicos, en trabajadores administrativos. *Revista de salud pública*. 2005;7(3):317-26.

16. Benavides FG, Zimmermann M, Campos J, Carmenate L, Baez I, Nogareda C, et al. Conjunto mínimo básico de ítems para el diseño de cuestionarios sobre condiciones de trabajo y salud. *Arch Prev Riesgos Labor*. 2009;13(1).

17. Pinto Becerra AJ, Peña Cedano JV. Prevalencia de desórdenes musculoesqueléticos y factores asociados en trabajadores de una caja de compensación familiar en el año 2012. 2013.

18. García AM, Gadea R, Sevilla MJ, Ronda E. Validación de un cuestionario para identificar daños y exposición a riesgos ergonómicos en el trabajo. *Revista española de salud pública*. 2011;85(4):339-49.

19. (COICM) CdOIdlCM. PAUTAS ÉTICAS INTERNACIONALES PARA LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN SERES HUMANOS. 2003.

20. Fernández SP, Díaz SP. Asociación de variables cualitativas: test de Chi-cuadrado. *Metodología de la Investigación*. 2004;1:5.

21. Aguayo Canela M. Cómo hacer una Regresión Logística con SPSS® "paso a paso".(I). Sevilla: Documento Web FABIS (Fundación Andaluza Beturia para la Investigación en Salud). 2012.

22. Trabajo AEplSylSee. Trastornos musculoesqueléticos de origen laboral del cuello y las extremidades superiores 2000. Available from: <https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/5>.



23. Korkmaz NC, Cavlak U, Telci EA. Musculoskeletal pain, associated risk factors and coping strategies in school teachers. *Scientific Research and Essays*. 2011;6(3):649-57.
24. Leguizamo Brand M, Ramos Castañeda JA. Prevalencia de desordenes musculo-esqueléticos y su asociación con factores ergonómicos en trabajadores administrativos de una institución educativa de nivel superior 2015. 2015.
25. Paixão Cardoso J, Batista Ribeiro IdQ, de Araújo TM, Martins Carvalho F, Borges dos Reis EJP. Prevalence of musculoskeletal pain among teachers. *Rev Bras Epidemiol*. 2009;12(4).
26. NIOSH. INplSySO. Fact Sheet Musculoskeletal disorders. Summary: What Are Work-Related Musculoskeletal Disorders 2001 [cited 2015 Julio 6]. Available from: <http://www.cdc.gov.ez.urosario.edu.co/spanish/niosh/fact-sheets/fact-sheet-705005.html>.
27. Tessa. Is teaching bad for your back?2010; Teaching Expertise Magazine. Available from: <http://www.teachingexpertise.com/articles/teaching-bad-back-598>.
28. ZARAGOZA JM. O mal-estar docente: a sala de aula e a saúde dos professores. Bauru: Edusc, 1999.
29. Omokhodion F, Sanya A. Risk factors for low back pain among office workers in Ibadan, Southwest Nigeria. *Occupational Medicine*. 2003;53(4):287-9.



REVISTA DISTANCIA AL DÍA

OFICINA DE INVESTIGACIONES



INSTITUTO SUPERIOR DE
EDUCACIÓN RURAL - ISER