



# VENTANA CIENTÍFICA

Revista de **Divulgación Científica**

ISSN: 2305-6010 (*Impreso*)

ISSN: 2415-2390 (*En línea*)

**Junio 2024**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
JUAN MISAEL SARACHO



**DICYT**  
Departamento de Investigación,  
Ciencias y Tecnología - UAJMS

Número

**23**

Vol. 14

**VC**

# REVISTA CIENTÍFICA VENTANA CIENTÍFICA

VOL. 14 N° 23

ISSN: 2305-6010 (Impreso)

ISSN: 2415-2390 (En Línea)

## CONSEJO EDITORIAL

Ph. D. Ing. Arturo Dubravcic Alaiza  
Docente Investigador UAJMS

Ph. D. Ing. Alberto Benítez Reynoso  
Docente Investigador UAJMS

Ph. D. Dra. Shirley Gamboa Alba  
Docente Investigador UAJMS

Ph. D. María Eugenia Martínez Mansilla  
INVESTIGADORA de LaSUS  
Laboratorio de Sustentabilidad de la UnB - Universidad de Brasilia

Ph. D. Jaime Rodriguez Coariti  
Doctorado en Ciencias Climáticas y  
Medio Ambiente en la Universidad Federal de Río Grande do Norte

M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba  
EDITOR  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN,  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA UAJMS

Adriana Gabriela Chambi Gareca  
CO EDITORA  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN,  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA UAJMS

## PRESENTACIÓN



M. Sc. Ing. Fernando E. Mur L.  
**DIRECTOR DICYT**

La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, a través del Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología, se complace en presentar a la comunidad universitaria y a la sociedad tarijeña el Volumen 14, Número 25 de la revista "Ventana Científica". Esta edición incluye una selección de artículos de investigación, junto con dos artículos de análisis y reflexión, que fortalecen la producción de conocimiento en áreas como la ingeniería civil, la medicina, el medio ambiente y la educación. Los trabajos presentados son el resultado de proyectos de investigación realizados tanto por docentes de la Universidad Juan Misael Saracho como por destacados profesionales externos.

En esta nueva edición, y en continuidad con la publicación semestral, es un testimonio del compromiso con la difusión y promoción de la producción escrita de investigaciones en nuestro medio. Con el objetivo de cumplir los estándares de indexación internacional, todos los artículos han pasado por un riguroso proceso de evaluación por pares internos y externos, utilizando la metodología de doble ciego, garantizando así el rigor científico requerido antes de su publicación.

En este contexto, se reconoce y felicita a los autores de esta edición, quienes han dedicado su tiempo y esfuerzo a la generación de conocimiento, así como a los pares evaluadores y al Consejo Editorial, cuya labor asegura la calidad de cada publicación.

En nombre de la UAJMS, confiamos en que esta nueva edición recibirá una valoración objetiva, crítica y constructiva por parte de los lectores.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO  
**VENTANA CIENTÍFICA**

Revista de Divulgación Científica-UAJMS

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

M. Sc. Lic. Eduardo Cortez Baldiviezo

**VICERRECTOR**

M. Sc. Lic. Jaime Condori Ávila

**SECRETARIA ACADÉMICA**

M. Sc. Ing. Silvana Paz Ramírez

**DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

**EDITOR**

M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba

**CO EDITORA**

Adriana Gabriela Chambi Gareca

Diseño y Diagramación

Samuel Sánchez Q.

Sitio web

[dicyt.uajms.edu.bo](http://dicyt.uajms.edu.bo)

Correo Electrónico

[dicyt.uajms.edu@gmail.com](mailto:dicyt.uajms.edu@gmail.com)

[dicyt@uajms.edu.bo](mailto:dicyt@uajms.edu.bo)

*"Publicación - Departamento de Investigación, Ciencia y Tecnología"*

*"Esta revista no podrá ser reproducida en forma alguna, ni total, ni parcialmente,  
sin la autorización de los editores"*

**Reservados todos los derechos**

**Junio -2024**

# CONTENIDO

## II | PRESENTACIÓN

M. Sc. Ing. Fernando Ernesto Mur Lagraba - DIRECTOR DICYT

### 01 | ENSEÑANZA DE DERECHOS HUMANOS:

SITUACIÓN ACTUAL EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE BOLIVIA

Gamboa Alba Shirley . . . . . 1

### 02 | DESEMPEÑO ACADÉMICO Y ESTILOS DE APRENDIZAJE:

UN ENFOQUE EN LA CORRELACIÓN POSITIVA

Angelo Velasquez Maria Mardey, Angelo Velasquez Marlem Carla . . . . . 12

### 03 | INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE SEROPREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL MUNICIPIO DE BERMEJO COMO MUNICIPIO NO ENDÉMICO

Ortiz Daza Lourdes, Vasco Rudy, Gonzáles Isabel, Flores Eugenia

Romero Eduardo, Moreno Diego, Palacios Alejandro, Tejerina Jorge. . . . . 21

### 04 | EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPECIES FORRAJERAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL PUERTO MARGARITA

Romero Romero José Nicolas, Castillo Gareca Ariel

Espinoza Márquez Linder, Llanos Llanos Sonia. . . . . 32

### 05 | BIM APLICADO EN TERRITORIO

Careaga Cherroni Edgar Mario . . . . . 47

### 06 | MODELACIÓN NUMÉRICA DE UN CABEZAL DE ESTRIBO PARA PUENTE Y AUTOMATIZACIÓN DE SU MEMORIA DE CÁLCULO

Echalar Flores Michael Willy . . . . . 58

### 07 | LA APLICACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE VACUNAS CONTRA LA COVID-19 EN ESTADOS UNIDOS DURANTE EL 2021

Paniagua Jauregui Giovanna Rene. . . . . 73

# ENSEÑANZA DE DERECHOS HUMANOS: SITUACIÓN ACTUAL EN LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE BOLIVIA

TEACHING HUMAN RIGHTS:  
CURRENT SITUATION IN UNIVERSITIES  
PUBLIC OF BOLIVIA

---

Fecha de recepción: 09/06/2024 | Fecha de aceptación: 28/06/2024

**Gamboa Alba Shirley<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Abogada y Economista, Ph.D., Docente de la Carrera de Derecho,  
Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas U.A.J.M.S.  
ORCID: 0000-0003-0042-7058<sup>1</sup>

**Correspondencia de la autora:** shirley.gamboa@uajms.edu.bo<sup>1</sup>  
sgamboa1964@gmail.com<sup>1</sup>  
Tarija - Bolivia

## RESUMEN

La educación en derechos humanos es un pilar fundamental para moldear individuos éticamente responsables y comprometidos con la construcción de sociedades más justas y equitativas, donde la convivencia armoniosa y la responsabilidad social sean pilares fundamentales. En este contexto, el sistema educativo, y las universidades en particular, desempeñan un papel crucial. Es por ello que este artículo se centra en el tema de la formación de los derechos humanos en las universidades públicas de Bolivia, para identificar la presencia o ausencia de contenidos relacionados con la enseñanza de los derechos humanos. A través de la revisión documental de los planes de estudio de un grupo de universidades en sus diversas titulaciones, se obtuvo una visión general sobre la situación actual de la enseñanza de los derechos humanos estableciendo que la misma se limita a algunas pocas disciplinas y no es interdisciplinar. La carencia de asignaturas con contenidos sobre el tema, permite reflexionar sobre la necesidad de revisar los contenidos para incorporar la formación en materia de derechos humanos, tomando en cuenta el rol de las universidades en la formación integral de las personas.

## ABSTRACT

Human rights education is a fundamental pillar to mold ethically responsible individuals committed to building more just and equitable societies, where harmonious coexistence and social responsibility are fundamental pillars. In this context, the educational system, and universities in particular, play a crucial role. That is why this article focuses on the topic of human rights training in public universities in Bolivia, to identify the presence or absence of content related to the teaching of human rights. Through the documentary review of the study plans of a group of universities in their various degrees, a general vision of the current situation of the teaching of human rights was obtained, establishing that it is limited to a few disciplines and is not interdisciplinary. The lack of subjects with content on the topic allows us to reflect on the need to review the content to incorporate training in human rights, taking into account the role of universities in the comprehensive training of people.

**Palabras Clave:** Derechos humanos, enseñanza, universidad, responsabilidad social, convivencia armoniosa.

**Keywords:** Human rights, teaching, university, social responsibility, harmonious coexistence.

## 1. INTRODUCCIÓN

La educación en derechos humanos es un proceso de aprendizaje que permite a las personas conocer, comprender, defender y disfrutar de sus derechos humanos en respeto de los derechos de los demás (Amnistía Internacional). Esta educación es esencial para construir sociedades justas, pacíficas e inclusivas, y para promover el desarrollo sostenible. La globalización ha aumentado la interconexión entre las personas y los países, lo que ha generado nuevos desafíos y oportunidades en materia de derechos humanos<sup>1</sup>. La creciente desigualdad social, la discriminación y la violencia son algunos de los problemas que requieren de una respuesta basada en los principios de los derechos humanos.

En ese contexto, los sistemas educativos en su conjunto, y más aún la educación superior, tienen la responsabilidad de la formación integral de los estudiantes donde la enseñanza en derechos humanos es fundamental; sin embargo, al parecer el sistema educativo en general se ha venido degradando, convirtiéndose en instituciones, más transmisoras de contenidos y empeñadas en lograr ciertas destrezas, que permitan a los profesionales desempeñarse en un mercado laboral, que por cierto, es cada vez más incierto, dejando de lado la formación para que éstos puedan vivir en una sociedad también cada vez más compleja. Al mismo tiempo, los sucesos que ocurren casi a diario en el mundo y de los cuales Bolivia no está exenta, nos llevan a pensar en la degradación constante de la escala de valores, regida no solo por la competitividad sino por afanes netamente econó-

micos y políticos fundamentalmente, que hace que nos cuestionemos sobre esa escala de valores y preguntarnos hasta qué punto ha penetrado también en el sistema educativo en general y en la Universidad en particular, cuya misión es formar personas, no solo para el ejercicio de profesionales altamente cualificados y con responsabilidad social, sino para que puedan afrontar los problemas de la vida.

En ese sentido, el objetivo de este artículo es analizar acerca de la presencia o ausencia de la enseñanza de los derechos humanos en las universidades y reflexionar sobre su importancia a partir de una mirada a los planes de estudio de universidades bolivianas tomando en cuenta su rol fundamental en la formación de personas comprometidas con la construcción de una cultura de paz social con pleno respeto a los derechos humanos.

## 2. IMPORTANCIA DE LOS DERECHOS HUMANOS COMO PARTE DE LA EDUCACIÓN

Los derechos humanos se conciben como aquellos inherentes al ser humano por el solo hecho de existir como tal. Su importancia radica en el respeto a la dignidad de la persona y a la libre autodeterminación, además de las condiciones de vida adecuadas que le permitan al individuo desarrollarse plenamente.

El Estado Social de Derecho Plurinacional adoptado por la Constitución Política de 2009 en Bolivia, fundamenta sus postulados en el respeto de esa dignidad como valor supremo<sup>2</sup>, de manera que las

---

<sup>1</sup> Kondorosi Ferenc, en su artículo publicado sobre "Los derechos del hombre en un mundo globalizado", analiza que, como consecuencia de la globalización, los derechos humanos se han convertido en internacionales, llevando a que se conforme una reglamentación internacional de los derechos humanos con un desarrollo dinámico.

<sup>2</sup> El artículo 8 de la Constitución boliviana, reconoce entre los valores constitucionales, la "dignidad". La SCP 2007/2013 de 13 de noviembre sostuvo que ["De acuerdo al art. 8.º II de la CPE, la dignidad es uno de los valores en los que se sustenta el Estado y, por ende, de acuerdo al art. 9.º 2 de la CPE, el Estado tiene como fin y función especial "garantizar el bienestar, el desarrollo, la seguridad y la protección e igual dignidad de las personas, las naciones, los pueblos y las comunidades y fomenta el respeto mutuo y el diálogo intracultural, intercultural y plurilingüe".



instituciones y derechos reconocidos en ella y en el ordenamiento jurídico boliviano, no tengan otra meta que la protección de la misma.

De esta misma forma, la educación en materia de derechos humanos debe velar por la protección de esa dignidad, entendiendo que las instituciones formadoras no deben ser simples transmisoras de conocimiento, sino que deben ser capaces de formar a las personas para la vida, y ello abarca el respeto por los derechos del otro. Es así que la educación en materia de derechos humanos, busca de manera primordial, trascender y afectar diversos ámbitos de la vida de las personas para consolidarse como parte de la formación del ser humano.

Dentro de los instrumentos que sustentan la incorporación de la educación de derechos humanos, se puede citar instrumentos legales de carácter internacional, como la Declaración Universal de los Derechos Humanos (1948). En ella se sitúa el derecho a la educación como de carácter fundamental, y se hace un llamado a los Estados parte de la comunidad de naciones, a incorporar y esforzarse en respetar y hacer respetar los postulados allí consignados. Concretamente el preámbulo hace énfasis en la necesidad de impartir el conocimiento de los Derechos Humanos a través de la educación, por medio de la integración institucional que permita la introducción y el desarrollo por el respeto y las libertades contenidas en la Declaración.

Por su parte, la UNESCO, mediante resolución 59/113, proclamó la creación del Programa Mundial para la Educación en Derechos Humanos (2005-en curso), con el objetivo de promover programas para la difusión de los Derechos Humanos en todos los sectores. Su objetivo es promover un marco concreto que garantice la adopción de medidas para la cooperación de los Estados en su compromiso internacional de educar en el conocimiento de derechos y libertades fundamentales (ONU, 2004).

De otro lado y en virtud del Plan de Acción Mundial para la Educación en pro de los Derechos Humanos adoptado en marzo de 1993 la UNESCO, recomienda a los Estados la elaboración de programas y estrategias específicas para ampliar el nivel de educación e información en materia de Derechos Humanos (ONU, 1993). Se establece en este instrumento la necesidad de abarcar materias como la paz, la democracia, el desarrollo y la justicia social en la educación para de esta manera lograr la sensibilización y comprensión del mayor número de personas en materia de Derechos Humanos (ONU, 1993). Asimismo, la Declaración sobre el Derecho y el Deber de los Individuos, los Grupos y las Instituciones de Promover y Proteger los Derechos Humanos y las Libertades Fundamentales Universalmente Reconocidos, establece que es deber del Estado fomentar la enseñanza en materia de Derechos Humanos y Libertades Fundamentales, en todos los niveles educativos. Estipula la necesidad de que todas las instituciones los particulares y las Organizaciones No Gubernamentales, cumplan su misión de sensibilizar al público sobre las cuestiones atinentes a los Derechos Humanos y las libertades fundamentales en todas las esferas, mediante la enseñanza, investigación y capacitación (ONU, 1998).

Cabe resaltar que existe un gran número de instrumentos de orden internacional como: la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer (1979) y el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en países independientes (1989), entre otros, que contemplan disposiciones orientadas a comprometer a los Estados a emplear medidas eficaces, especialmente en el ámbito de la enseñanza, la educación, la cultura y la información, para garantizar el cumplimiento de la normatividad y eliminar cualquier tipo de segregación frente a las mujeres y los pueblos indígenas.

Cada uno de los instrumentos jurídicos internacionales convenciones, convenios, tratados, pactos, protocolos, contempla disposiciones que permiten reforzar la importancia de la enseñanza de los Derechos Humanos desde las más tempranas edades, con el fin de promover los propósitos y principios de la Declaración Universal de los Derechos Humanos

Para la Unesco, queda claro que la Universidad no solo es parte fundamental en este proceso sino, además, le compete formar ciudadanos. Así lo estableció ya en 2009, en las conclusiones de la Conferencia Mundial sobre la Educación Superior celebrada en julio del mentado año, que concluía con un comunicado, que en el punto 3 señala: "la educación superior debe no sólo proporcionar habilidades [...] sino también promover el pensamiento crítico y la ciudadanía activa, y contribuir a la educación de un ciudadano comprometido con la construcción de la paz, la defensa de los derechos humanos y los valores de la democracia" (UNESCO, 2009 p.2).

Una década antes, la Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción (UNESCO, octubre 1998) apuntalaba la necesidad de formar ciudadanos en la Universidad. Estableciendo al inicio del artículo 1, el convencimiento que "la educación es uno de los pilares fundamentales de los derechos humanos, la democracia, el desarrollo sostenible y la paz..."

**Así, ya en el primer artículo establecía que entre sus misiones y funciones están:**

1. a) Formar diplomados altamente cualificados y ciudadanos responsables...; b) Constituir un espacio abierto para la formación superior que propicie el aprendizaje permanente... así como oportunidades de realización individual y movilidad social con el fin de formar ciudadanos que participen activamente en la sociedad...; c.) Contribuir

a proteger y consolidar los valores de la sociedad, velando por inculcar en los jóvenes los valores en que reposa la ciudadanía democrática...

El artículo 9.b declara que "las instituciones de Educación Superior deben formar a los estudiantes para que se conviertan en ciudadanos bien informados y profundamente motivados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar los problemas de la sociedad, buscar soluciones para los que se planteen en la sociedad, aplicar éstas y asumir responsabilidades sociales". El artículo 9.c señala que "la enseñanza de las normas relativas a los derechos humanos y la educación sobre las necesidades de las comunidades del mundo entero deberían quedar reflejadas en los planes de estudio de todas las disciplinas, especialmente las que preparan para las actividades empresariales". Por último, el artículo 14.b declara la obligación de la UNESCO de "poner de relieve la función de la enseñanza superior para la educación cívica, el desarrollo sostenible y la paz".

De la misma manera, después de la Conferencia Mundial de Derechos Humanos de Viena de 1993, entre sus conclusiones, se estipuló que los Estados debían "encauzar la educación de manera que se fortalezca el respeto de los derechos humanos y las libertades fundamentales", con el propósito de "fomentar la comprensión, la tolerancia, la paz y las relaciones de amistad entre las naciones y entre los grupos raciales o religiosos"<sup>3</sup>

Por su parte, la ONU, ya en 1998, había proclamado la resolución 534/144 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, señalando: "Incumbe al Estado la responsabilidad de promover y facilitar la enseñanza de los derechos humanos y las libertades fundamentales en todos los niveles de la educación, y de garantizar que los que tienen a su cargo la formación de abogados, funcionarios encargados del cumplimiento de la ley, personal de las fuerzas armadas

<sup>3</sup> Conferencia Mundial de Derechos Humanos, Declaración y Programa de Acción de Viena, 1993

y funcionarios públicos incluyan en sus programas de formación elementos apropiados de la enseñanza de los derechos humanos". Son muchos textos declarativos y normativos, en los que la ONU hace referencia a la necesidad de formar en derechos humanos en todos los niveles educativos. En 2004, aprueba el Programa Mundial para la Educación en Derechos Humanos, que es una continuación del Decenio de las Naciones Unidas para la Educación en la Esfera de los Derechos Humanos (1995–2004). Considera que la educación en derechos humanos debe estar presente desde la enseñanza primaria a la universitaria, decidiendo en 2009 mediante el Consejo de Derechos Humanos de la ONU en su resolución 12/4 de 1 de octubre de 2009 que la segunda etapa del Programa Mundial (2010–2014) se centra en la enseñanza superior y en los programas de capacitación sobre derechos humanos para maestros y educadores, funcionarios públicos, fuerzas del orden y personal militar a todos los niveles<sup>4</sup>.

Es así que a través de su Plan de Acción para el período 2010–2014, señala que "la educación en derechos humanos tiene por objeto fomentar el entendimiento de que cada persona comparte la responsabilidad de lograr que los derechos humanos sean una realidad en cada comunidad y en la sociedad en su conjunto", apostando a que de esta forma se contribuirá a "la prevención a largo plazo de los abusos de los derechos humanos y los conflictos violentos, a la promoción de la igualdad y el desarrollo sostenible y al aumento de la participación de las personas

en los procesos de adopción de decisiones dentro de los sistemas democrático"<sup>5</sup>. Como parte de este proceso, el año 2012 se firmó la Declaración de educación y formación en materia de derechos humanos<sup>6</sup>, que reconoce el derecho a la educación en derechos humanos y plantea orientaciones generales para su implementación en las diversas naciones.

En la Conferencia mundial de educación 2022, llevada a cabo en Barcelona, la UNESCO<sup>7</sup> presentó una hoja de ruta para la educación superior en la próxima década, señalando entre los Principios de la educación superior: Inclusión, equidad y pluralismo. Lograr una mayor inclusión y promover el pluralismo en la Educación Superior, es un fuerte imperativo de justicia social, un objetivo que se refleja en la meta 4.3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS sobre "la igualdad de acceso a una educación técnica, profesional y superior asequible". Los sistemas eficaces de educación y formación en los que las oportunidades se distribuyen de forma equitativa son la base del desarrollo sostenible y de la construcción de sociedades justas, pacíficas y democráticas"<sup>8</sup>.

Resalta entre uno de los problemas detectados el tema relativo a la democracia, señalando: "El declive general de la democracia es una cuarta fuente importante de preocupación, siendo 2021 el decimoquinto año consecutivo de declive de la libertad mundial. Según el Índice de Democracia calculado por la Economist Intelligence Unit (EIU), la proporción de la población mundial que vive en democracias

---

<sup>4</sup> Véase <http://www2.ohchr.org/spanish/issues/education/training/secondphase.htm>

<sup>5</sup> Consejo de Derechos Humanos (2010). Proyecto de plan de acción para la segunda etapa (2010–2014) del Programa Mundial para la educación en derechos humanos. Organización de las Naciones Unidas, p. 4

<sup>6</sup> Asamblea General de las Naciones Unidas, Resolución 66/137: Declaración de las Naciones Unidas sobre educación y formación en materia de derechos humanos, 16 de febrero de 2012, p.4

<sup>7</sup> Informe completo disponible en: <https://www.unesco.org/es/higher-education/2022-world-conference#:~:text=La%20Conferencia%20Mundial%20de%20Educaci%C3%B3n,el%20planeta%20y%20la%20humanidad.>

<sup>8</sup> Hoja de ruta propuesta la 3ª. Conferencia Mundial de Educación Superior WHEC2022/18–20 Mayo 2022 Documento de trabajo. Disponible en: <file:///C:/Users/CAPITAL/Downloads/389912spa.pdf>

plenas ha disminuido del 12,3 por ciento en 2010 al 6,4 por ciento en 2021, lo que se debe a una caída del número de países plenamente democráticos de 26 a 21 en el mismo periodo, mientras que el número de democracias defectuosas se mantuvo estable en 53, lo que significa que 5 países cayeron en la categoría "autoritaria". Esto significa que hay menos libertad académica, menos pensamiento independiente en la búsqueda de la verdad, menos autonomía institucional y menos tolerancia a la investigación sobre temas socialmente sensibles (género, raza, descolonización del currículo, etc.)."

Por último, la visión de la UNESCO sobre la educación superior, sostiene que "las IES tienen tres misiones principales: producir conocimiento a través de la investigación científica, educar a las personas, en el sentido amplio de la palabra, y la responsabilidad social, que no es un añadido a las dos misiones anteriores. ... Además, las IES deben educar a profesionales completos que sean también ciudadanos plenos que aborden de forma cooperativa cuestiones complejas. La responsabilidad social debe estar integrada en el espíritu de las IES. Las IES no pueden permitirse el lujo de ignorar los principales problemas contemporáneos, como la desigualdad y la sostenibilidad. Estas preocupaciones deben traducirse en prácticas institucionales que respeten los principios de los derechos humanos (políticas internas de igualdad de género, diversidad de perspectivas en cada programa, políticas de protección de la libertad de expresión y de investigación)."

A nivel interno, en Bolivia, la Constitución Política del Estado boliviano, en su artículo 79 señala que "La educación fomentará el civismo, el diálogo intercultural y los valores ético morales. Los valores incorporarán la equidad de género, la no diferencia de roles, la no violencia y la vigencia plena de los derechos humanos".<sup>9</sup>

Por su parte, el Estatuto Orgánico del Sistema de la Universidad Boliviana (SUB) define en el artículo 4, la Misión del SUB "...cuya misión es formar profesionales idóneos de reconocida calidad humana y excelencia científica, con conciencia crítica y capacidad de crear, adaptar y enriquecer la ciencia y la tecnología universal para el desarrollo sostenible, impulsando el progreso, la integración nacional y la interacción social; promover la investigación científica y los estudios humanísticos, recuperando los saberes ancestrales; participar en los procesos sociales defendiendo los recursos y los derechos humanos; difundir y acrecentar el patrimonio cultural, así como contribuir a la defensa de la soberanía del país y el compromiso con la liberación nacional y social." (pág. 240, 241).

Asimismo, en el artículo 9, entre los fines del SUB, establece: "a) Contribuir a la creación de una conciencia nacional, partiendo del conocimiento de la realidad de dependencia, opresión y explotación del país, en la perspectiva de su integración y de su libre determinación"; y en el inciso b) Formar profesionales idóneos en todas las áreas del conocimiento científico, humanístico (...) y estén dotados de conciencia crítica.

Por todo el amplio andamiaje normativo, se advierte la importancia que cobra el tema de la educación en derechos humanos en especial en las dos últimas décadas, encontrándose señalado en su misión y fines institucionales en su norma principal. Por lo que, la educación y enseñanza de los derechos humanos y los valores democráticos, queda justificada plenamente en el ámbito universitario, no debiendo quedar relegada únicamente a las carreras de Derecho, sino que viene a ser una tarea pendiente a asumir por las universidades para que su enseñanza pueda incorporarse de manera transversal en todas las currículas, aspecto que, por cierto, conlleva también la respectiva capacitación docente.

<sup>9</sup> Constitución Política del Estado (2009). Gaceta oficial de Bolivia

### 3. METODOLOGÍA

El tipo de estudio es analítico-descriptivo bajo el enfoque cualitativo (Sandelowski, 2000) que permitió analizar la situación actual de la enseñanza de derechos humanos en las universidades bolivianas reflejadas en sus planes de estudio.

En primer lugar, se realizó una revisión de la literatura sobre la importancia de la educación en derechos humanos en las universidades, las experiencias en otros países y la normativa vigente en Bolivia.

A continuación, se analizaron los planes de estudio de diez universidades del sistema de la Universidad boliviana y de éstas los planes de estudio de aquellas Carreras de corte humanístico para identificar la presencia o ausencia de contenidos relacionados con los derechos humanos.

Los datos recopilados a través de la revisión documental, fueron analizados utilizando técnicas de análisis de contenido. Finalmente, los resultados obtenidos se presentan y discuten en el presente artículo.

Esta metodología permitió obtener una visión general de la situación actual de la enseñanza de los derechos humanos en las universidades bolivianas reflejadas en sus planes de estudio, que permite reflexionar sobre la necesidad de revisar los contenidos para incorporar la formación en materia de derechos humanos.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Planes de estudio de las universidades bolivianas y la enseñanza de los derechos humanos

Se parte de la interrogante ¿las universidades públicas de Bolivia, tienen presente la formación en derechos humanos en sus planes de estudio? Un análisis de los planes de estudio de las carreras ofrecidas

por las universidades del Sistema Universitario Boliviano revela una realidad preocupante: la inclusión de la educación en derechos humanos es, en el mejor de los casos, mínima o inexistente.

**La información recabada a través de las páginas oficiales de las universidades refleja en general lo siguiente:**

- Titulaciones en el área de Ciencias Políticas y Gestión Pública. Se examinaron cuatro planes de universidades que imparten dicha titulación y ninguna tiene la asignatura específica de Derechos Humanos. Lo que se observa, que incorporan asignaturas de Introducción al Derecho y Derecho Constitucional.
- Titulaciones en Medicina. Se examinaron cinco planes de estudio y si bien se encuentran asignaturas relacionadas con la ética y bioética médica; ninguna incorpora de manera específica, alguna asignatura de derechos humanos.
- Titulaciones de Administración de Empresas. Se revisaron seis planes de estudio, habiéndose encontrado que se encuentran asignaturas relacionadas con la ética, y en algunas universidades, se incorpora asignaturas de Derecho Constitucional y administrativo y, Derecho Empresarial, pero en ninguna existe la asignatura de derechos humanos.
- Titulaciones de Economía. Ninguna incorpora asignatura específica de derechos humanos.
- Titulaciones de Trabajo Social. Solo en una<sup>10</sup> se incorpora la asignatura de Derechos Humanos y Legislación Social.
- Titulaciones en Psicología. Ninguna incorpora la asignatura de Derechos Humanos.
- Titulaciones en Derecho. Se examinaron siete planes de estudio y llama la atención que en

tres planes<sup>11</sup>, no existe ninguna asignatura que contenga de manera específica la denominación derechos humanos. Tres planes de estudio, contempla solo una asignatura<sup>12</sup> con denominación específica de derechos humanos. Un plan<sup>13</sup> que contempla en su malla curricular, dos asignaturas con la denominación específica de derechos humanos: Derechos Humanos por un lado y Protección Internacional de Derechos Humanos, por otro lado. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que las titulaciones de Derecho por sus características deberían realizar la enseñanza de Derechos Humanos de manera transversal, aspecto que será abordado en otra investigación.

De los datos obtenidos, se puede afirmar que existe una significativa carencia en la formación en derechos humanos en el ámbito universitario, lo cual es injustificable, más aún si se tiene en cuenta que en Bolivia en la década de los 80 se recupera e instaura la democracia, momento propicio que pudo haber sido tomado en cuenta para un cambio curricular que contemple la enseñanza transversal de los derechos humanos; y en 2009 con la aprobación de la Constitución, se instaura un nuevo paradigma constitucional, en el que destaca la incorporación de una gama de derechos y su protección multinivel, al haberse incorporado como parte del ordenamiento jurídico constitucional, el bloque de constitucionalidad<sup>14</sup>,

Debe entenderse que los derechos humanos aportan un marco ético y jurídico idóneo para abordar la formación universitaria con un enfoque integral de responsabilidad y compromiso social, necesario para tratar los grandes problemas que enfrenta la humanidad en el siglo XXI; sin embargo, y pese a la retórica y declaraciones de autoridades rectorales y ministeriales respecto al tema de la formación integral y responsabilidad social, muy poco se avanza en la práctica para la consecución de lo que verdaderamente implica, el tener en cuenta la formación en el área de derechos humanos.

## 5. CONCLUSIONES

Esta primera mirada los planes de estudio de las universidades, constituyen valiosas fuentes de información para comprender la realidad de la educación en derechos humanos en el nivel universitario, perfilando la necesidad de realizar investigaciones que permitan conocer y evaluar la situación tanto a nivel general como en otros campos profesionales, toda vez que no existen estudios que se hayan referido a este tema.

Los resultados demuestran que la educación de derechos humanos en las universidades tiene un carácter exclusivo, eso quiere decir que los derechos humanos sólo se enseñan en pocas disciplinas, como, por ejemplo, en el Derecho, en las Ciencias Políticas o Trabajo Social; esto significa que en cada

<sup>10</sup> Ver: <https://drive.google.com/file/d/1K0tW9UjOz3CSsFcBOaZe3IAmZlkj8u4b/view>

<sup>11</sup> Ver: <https://www.upb.edu/es/carreras/derecho-plan-estudio-sc>; <http://si.usfx.bo/planestudio/ctrl/index.php?id=0&pag=123&ex=-yes&op=pln&idc=7&idp=11&idf=PS>; <http://svr4.uatf.edu.bo/carreras/PlanEstudiosTabla/?p=DER>

<sup>12</sup> Ver: [https://www.uto.edu.bo/images/facultades/fdcps/p\\_der.pdf](https://www.uto.edu.bo/images/facultades/fdcps/p_der.pdf); <https://umsabolivia.com/derecho/>; <https://www.uajms.edu.bo/oferta-academica/plan-de-estudios-carrera-de-derecho/>

<sup>13</sup> <https://drive.google.com/file/d/1wagF1b8tYgzFPpoVIRerV7VYUAWOBHfK/preview?rm=minimal>

<sup>14</sup> El artículo 410 de la Constitución Política del Estado, no solo expresa la jerarquía normativa, sino que señala que el bloque de constitucionalidad está integrado por los tratados internacionales en el tema de derechos humanos y el derecho comunitario, en tanto que el artículo 256, establece la interpretación supra constitucional de los tratados internacionales en el tema de derechos humanos, cuando estos contengan normas más favorables.

caso se hace hincapié en alguna parte específica de los derechos humanos, y es casi propio de la titulación de Derecho, que aunque no se contemple de manera específica la asignatura de derechos humanos, se incluyen contenidos en el Derecho Internacional, el Derecho Constitucional, Derechos del Niño Niña y adolescentes entre otras.

La educación en derechos humanos en las instituciones de enseñanza superior es esencial, toda vez que en ella se formarán quienes tomen el timón de las nuevas generaciones. Son acervos de saber, centros consagrados al desarrollo de las personas, y les corresponde un papel destacado para coadyuvar al desarrollo de una sociedad cada vez más justa.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Amnistía Internacional. Disponible en: <https://www.es.amnesty.org/en-que-estamos/temas/educacion-en-derechos-humanos/>
- Declaración universal de los derechos de los pueblos (1976), Argel, Disponible en web: <http://permanentpeopletribunal.org/carta-de-argel/?lang=es>.
- Kondorosi, Ferenc (2002). Los derechos del hombre en un mundo globalizado. Cuadernos Const. De la Cátedra Fadrique Furió Ceriol n° 38/39. Valencia, 2002. Disponible en: <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r12918.pdf>
- Magendzo, A. (2006). Educación en derechos humanos: un desafío para los docentes de hoy, Santiago de Chile, Ed. LOM.
- Constitución Política del Estado, disponible en formato PDF en: <http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/app/webroot/archivos/CONSTITUCION.pdf>
- Sistema de la Universidad Boliviana. Comité Ejecutivo de la Universidad Boliviana (2014). Estatuto Orgánico de la Universidad Boliviana (Pág. Disponible en: <https://www.uajms.edu.bo/deva/wp-content/uploads/sites/42/2018/05/XII-Congreso-de-Universidades-CEUB.pdf>
- NACIONES UNIDAS. (2011). Declaración de las Naciones Unidas sobre educación y formación en materia de derechos humanos. Disponible en web: <http://www.derechoshumanos.unlp.edu.ar/assets/files/documentos/declaracion-de-naciones-unidas-sobre-educacion-y-formacion-en-materia-de-derechos-humanos.pdf>
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS IBEROAMERICANOS. (2008 a). Declaración final de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe, Cartagena, Colombia. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/salactsi/cres.htm>. Fecha de consulta: 28-06-20
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS IBEROAMERICANOS. (2008 b). La Educación en Derechos Humanos en la Educación Formal en las Américas, AG/Res. 2404 (XXXVIII-O/08). (Aprobada en la cuarta sesión plenaria, celebrada el 3 de junio de 2008).
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS IBEROAMERICANOS. (2008). Declaración final de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe, Cartagena, Colombia. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/salactsi/cres.htm>.
- ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS IBEROAMERICANOS. (2010). La Educación en Derechos Humanos en la Educación Formal en las Américas AG/Res. 2604 (XL-O/10) Aprobada en la cuarta sesión plenaria de la 40 Asamblea General de la Organización de Estados Americanos, celebrada el 8 de junio de 2010 en Lima, Perú. <http://www.corteidh.or.cr/tablas/27481.pdf>

- 🔖 Sandelowski, M. 2000. Whatever happened to qualitative description? *Research in Nursing & Health* 23: 334-340. doi: 10.1002/1098-240X(200008)23:43.0.CO;2-G
- 🔖 Santos, B.DE S. (2014). *Derechos Humanos, Democracia y Desarrollo*. Bogotá, Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad.
- 🔖 Tribunal Constitucional Plurinacional. Sentencia Constitucional N° 0068/2018-S3.
- 🔖 UNESCO (2019). DECLARACIÓN MUNDIAL SOBRE LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL SIGLO XXI: VISIÓN y ACCIÓN. *Revista Educación Superior y Sociedad (ESS)*, 9(2), 97-113. Recuperado a partir de <https://www.iesalc.unesco.org/ess/index.php/ess3/article/view/171>
- 🔖 UNESCO (2022). Más allá de los límites. Nuevas formas de reinventar la educación superior. Hoja de ruta propuesta para la 3ª Conferencia Mundial de Educación Superior WHEC2022 | 18-20 Mayo 2022 Documento de trabajo. Disponible en formato PDF en: <https://cdn.eventscase.com/www.whec2022.org/uploads/users/699058/uploads/6be1788a20aecc20c5468118ef386ed-5f0271e46d0298d778d4c1ca2b235400e7d52e-159117000427c73517b38607ed00208.62833bc1b5d6a.pdf>
- 🔖 UNESCO. Conferencia Mundial de Educación Superior 2022 de la UNESCO. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/higher-education/2022-world-conference#:~:text=La%20Conferencia%20Mundial%20de%20Educaci%C3%B3n,el%20planeta%20y%20la%20humanidad.>



2

ARTÍCULO DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

# DESEMPEÑO ACADÉMICO Y ESTILOS DE APRENDIZAJE: UN ENFOQUE EN LA CORRELACIÓN POSITIVA

ACADEMIC PERFORMANCE AND LEARNING STYLES:  
A FOCUS ON POSITIVE CORRELATION

Fecha de recepción: 07/06/2024 | Fecha de aceptación: 21/06/2024

Angelo Velasquez Maria Mardey<sup>1</sup>  
Angelo Velasquez Marlem Carla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lic. en Idiomas, Docente de la Carrera de Idiomas, Facultad de Humanidades U.A.J.M.S.

<sup>2</sup>Abogada Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

**Correspondencia de las autoras:** maria.angelo@uajms.edu.bo<sup>1</sup>, maria.mardey3@gmail.com<sup>1</sup>,  
marlemangelovelasquez@gmail.com<sup>2</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo identificar los estilos de aprendizaje predominantes entre los estudiantes de enfermería que cursaban inglés II en la Facultad de Ciencias de Enfermería de la UAJMS y analizar sus posibles relaciones con el rendimiento académico. Se siguió un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental, descriptivo y correlacional transversal. Se utilizó el Cuestionario Estandarizado de Estilos de Aprendizaje Honey-Alonso (CHAEA) para recolectar datos de una muestra de 84 estudiantes inscritos en el primer semestre de 2023, y se evaluaron sus calificaciones finales para medir su desempeño académico. Los resultados mostraron un ligero predominio de los estilos Reflexivo y Teórico sobre el estilo Activo, y un predominio aún mayor sobre el estilo Pragmático. Con un nivel de significancia del 0.05, se encontraron relaciones estadísticas directas positivas, pero significativamente bajas entre los estilos de aprendizaje y el rendimiento académico. Se concluye que, aunque existen diferencias en los estilos de aprendizaje, estas no tienen una influencia significativa en el rendimiento académico, sugiriendo que otros factores podrían ser más determinantes en el desempeño académico de los estudiantes de enfermería.

## ABSTRACT

This study aimed to identify the predominant learning styles among nursing students taking English II at the Faculty of Nursing Sciences at UAJMS and analyze their potential relationships with academic performance. A quantitative approach with a non-experimental, descriptive, and cross-sectional correlational design was followed. The Honey-Alonso Standardized Learning Styles Questionnaire was used to collect data from a sample of 84 students enrolled in the first semester of 2023, and their final grades were evaluated to measure their academic performance. The results showed a slight predominance of the Reflective and Theoretical styles over the Active style, and an even greater predominance over the Pragmatic style. At a significance level of 0.05, direct positive statistical relationships were found, but they were significantly low between learning styles and academic performance. It is concluded that, although there are differences in learning styles, these do not have a significant influence on academic performance, suggesting that other factors could be more determinant in the academic performance of nursing students.

**Palabras Clave:** Estilos de aprendizaje, Desempeño Académico, Activo, Reflexivo, Teórico, Pragmático.

**Keywords:** Learning styles, Academic performance, Active, Reflective, Theoretical, Pragmatic.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo global, en todos sus niveles, pero especialmente en la educación superior, se está desarrollando una nueva forma de entender el aprendizaje. Se busca adaptar los métodos de enseñanza a los avances actuales y futuros de una sociedad contemporánea altamente tecnológica e interconectada, donde la información es un recurso estratégico fundamental. En este sentido, la UNESCO destacó en su Conferencia Mundial sobre Educación Superior del 1998 que es necesario que la educación superior ajuste sus métodos de enseñanza a las necesidades reales de la sociedad.

Se han desarrollado varias intervenciones para cumplir con las expectativas previamente mencionadas. Una de estas iniciativas es el estudio PISA<sup>1</sup>, un programa cooperativo internacional de la OCDE<sup>2</sup> que invierte recursos en comprender las competencias, habilidades, experiencia y capacidades de los estudiantes. Además, la iniciativa regional "Metas Educativas 2021: La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios", como se ha señalado, tiene como objetivo que el desarrollo científico y tecnológico en la región sea un factor clave para abordar desafíos presentes y futuros. Esto exige que la educación superior juegue un papel predominante en preparar a futuros ciudadanos con una alfabetización científica funcional.

En las aulas universitarias locales, los estudiantes jóvenes están inmersos en el mundo digital y altamente conectados por redes tecnológicas. Aunque demandan aprender en condiciones que les resulten más naturales, las prácticas pedagógicas siguen siendo tradicionales, lo que impacta negativamente en su rendimiento académico. Estas implicaciones requieren una reorientación de los procesos educativos actuales con el fin de estimular el espíritu comprometido, creativo, innovador, tecnológicamente

avanzado y científico de los estudiantes, así como su deseo por un aprendizaje continuo. Esto les permitirá construir y reconstruir constantemente sus conocimientos, habilidades y actitudes de manera resiliente para enfrentar los desafíos que afectan a la humanidad y sus entornos. Los ajustes educativos serán realmente efectivos si se gestionan de manera integral basándose en el estilo único de aprendizaje de cada estudiante: un conjunto de características cognitivas, afectivas y conductuales con las que nacen las personas y que desarrollan a medida que crecen.

Esta combinación de habilidades individuales y preferencias determina, entre otras cosas, las actividades y sentidos a través de los cuales las personas tienden a adquirir, procesar y retener información de forma más fácil y eficiente. Sin embargo, en la realidad, los profesores suelen carecer de conciencia sobre los estilos de aprendizaje de sus estudiantes. Esto limita sus acciones educativas y obstaculiza la implementación de nuevos métodos ágiles, activos y participativos, así como estrategias laborales. En el aula, las características individuales de los estudiantes pueden favorecer a una pequeña parte de la población estudiantil cuyas cualidades se alinean estrechamente con aquellas valoradas por los maestros. Esto puede resultar en experiencias de aprendizaje ineficaces que carecen de relevancia y no satisfacen los intereses y deseos de otros estudiantes. Según Estrada García (2018, p. 220), los estilos de aprendizaje se desarrollan como resultado de las estrategias educativas empleadas por los educadores.

El enfoque no está en resaltar habilidades, sino en identificar preferencias, alternativas y prioridades en el uso consistente de recursos cognitivos que exhiban ciertas regularidades inclusivas. Esto permite la identificación de debilidades y fortalezas para llegar a conclusiones que respalden intervenciones peda-

<sup>1</sup> Programme for International Student Assessment

<sup>2</sup> OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

gógicas destinadas a lograr un aprendizaje efectivo y eficiente con un significado genuino y trascendencia para los estudiantes.

Por otro lado, el rendimiento académico es un concepto relacionado con el proceso de enseñanza y aprendizaje, que tiene implicaciones tanto en el ámbito educativo como social. Se considera como un indicador cuantitativo de los logros de aprendizaje, las capacidades cognitivas, los conocimientos adquiridos y las calificaciones obtenidas. También se vincula con la productividad, eficiencia y éxito educacional. En resumen, se trata de un indicador importante para evaluar la calidad de los procesos educativos.

En cuanto a los factores causales del deterioro del rendimiento académico, según (Fernández Da Lama, 2020), se pueden clasificar en dos categorías principales. La primera se refiere a problemas generales, mientras que la segunda concierne a las características de los estudiantes. Este último grupo ha recibido mayor atención por parte de comunidades científicas y académicas, resultando en diversos estudios de investigación.

Con este propósito y el objetivo de mejorar, desde un marco reflexivo, las prácticas docentes basadas en la diversidad del aprendizaje en el aula para optimizar los niveles de aprendizaje. La investigación propone determinar las relaciones estadísticamente significativas entre los Estilos de Aprendizaje clasificados en el cuestionario estandarizado CHAEA en los estudiantes inscritos en inglés II dentro del programa de Enfermería en el Departamento de Ciencias de Enfermería de la UAJMS y su Rendimiento Académico representado por las calificaciones promedio obtenidas por los estudiantes en este curso.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio empleó un paradigma positivista y un enfoque cuantitativo, siguiendo un diseño no experimental para observar las situaciones existentes en

su contexto natural. El propósito fue descriptivo, se caracterizó los estilos de aprendizaje de la muestra a través de la recolección de datos en un momento único. Se midieron pares de variables y evaluaron posibles relaciones estadísticas.

### 2.1. Participantes

Los participantes del estudio consistieron en 84 estudiantes, incluyendo 60 mujeres y 24 hombres, que estaban matriculados en el curso de inglés II de la carrera de Enfermería de la Facultad de Ciencias de Enfermería de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, en el primer semestre del 2023. Esta muestra fue seleccionada basándose en los criterios, necesidades e intereses del investigador utilizando un muestreo no probabilístico que fue a la vez intencional y por conveniencia.

### 2.2. Instrumento y procedimiento para el análisis de datos

El análisis de la información recopilada incluyó la integración de los resultados del cuestionario CHAEA y las calificaciones de los estudiantes en una planilla Excel. Posteriormente, se depuraron y codificaron los datos antes de ensamblar la base de datos principal para el estudio. Se realizaron estadísticas descriptivas sobre las variables estudiadas, seguido por el análisis de posibles relaciones estadísticas utilizando pruebas como Kolmogórov-Smirnov dependiendo del patrón distributivo encontrado en los datos. Todos los análisis se llevaron a cabo con un valor predeterminado de significancia ( $p=0.05$ ).

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Estilos de aprendizaje

La caracterización de los Estilos de Aprendizaje entre los estudiantes en la asignatura se abordó utilizando un enfoque deductivo. De esta manera, se presentan los indicadores obtenidos comenzando con los generales y terminando con los específicos.

ESTADÍSTICOS	ESTILOS DE APRENDIZAJE			
DESCRIPTIVOS	Activo	Reflexivo	Teórico	Pragmático
Media	15,05	18,08	17,43	10,87
Moda	15,00	18,00	17,00	12,00
Mediana	15,00	18,00	17,00	12,00
Desviación Estándar	3,11	3,03	3,93	2,59
Varianza de la muestra	9,67	11,70	13,20	7,70
Curtosis	-0,63	-0,29	-0,52	-0,75
Mínimo	6	7	5	8
Máximo	35	34	33	40
Coefficiente de variación	28.16	27.59	34.48	27.90
Coefficiente de asimetría	0,17	0,28	0,36	0,80
Nivel de confianza (99.0%)	1.06	1.14	1.34	0.94

Tabla 1. Estadísticos del perfil de Estilos de Aprendizaje predominante en la muestra.

Fuente: Elaboración propia.

			PREFERENCIA DE ESTILOS DE APRENDIZAJE					Total
			Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto	
Debe estar en el margen de:			10%	20%	40%	20%	10%	
ESTILO DE APRENDIZAJE	Activo	Ítems	0-6	7-8	9-12	13-14	15-20	
		Frecuencia	6	15	35	21	7	84
		Porcentaje	7.1%	17.9%	41.7%	25.0%	8.3%	100%
	Reflexivo	Ítems	0-10	11-13	14-17	18-19	20	
		Frecuencia	0	18	34	23	9	84
		Porcentaje	0%	21.4%	40.5%	27.4%	10.7%	100%
	Teórico	Ítems	0-6	7-9	10-13	14-15	16-20	
		Frecuencia	5	17	33	19	10	84
		Porcentaje	6.0%	20.2%	39.3%	22.6%	11.9%	100%
	Pragmático	Ítems	0-8	9-10	11-13	14-15	16-20	
		Frecuencia	8	18	40	9	9	84
		Porcentaje	9.5%	21.4%	47.6%	10.7%	10.7%	100%
Frecuencias totales			19	68	142	72	35	336
Porcentaje encuestados			5.7%	20.2%	42.3%	21.4%	10.4%	100%

Tabla 2. Perfil de Estilos de Aprendizaje grupal, dispuesto por categoría.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Rendimiento Académico

Se centró únicamente en las calificaciones individuales logradas por cada estudiante en la materia, considerándolas como un dato exclusivamente cuantitativo.

	ESTUDIANTES EN LA ASIGNATURA		
	Inscritos	Aprobados	Reprobados
Frecuencia	84	79	5
Porcentaje	100%	94.0%	5.9%

Tabla 3. Promedios y porcentajes de aprobación semestre I-2023.

Fuente: Calificaciones de la asignatura, semestre I-2023.

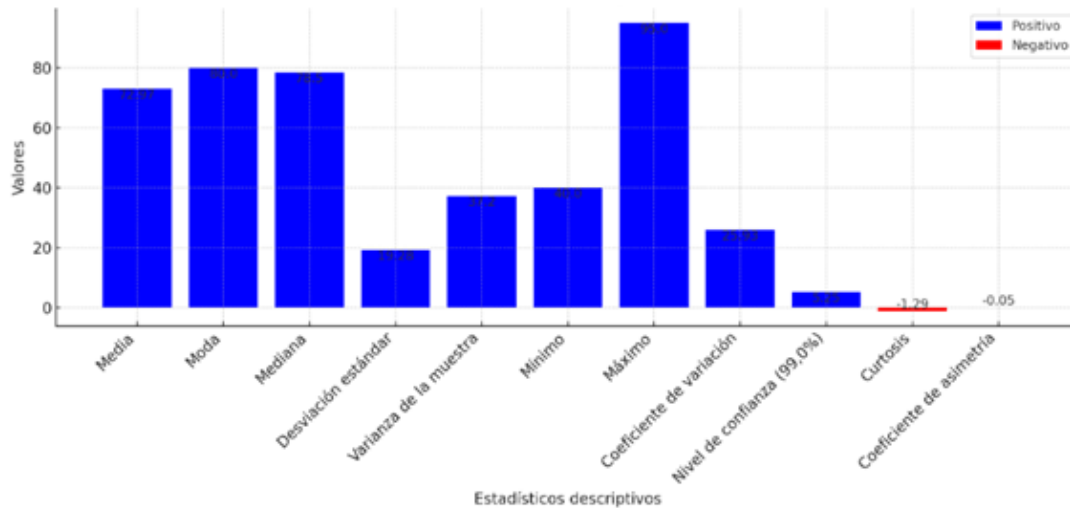


Figura 1. Promedios de calificaciones, semestre I-2023.

Fuente: Planilla de calificaciones primer semestre de 2023.

### 3.3. Presentación de posibles correlaciones estadísticas entre variables.

Implicó analizar la distribución de la evidencia recopilada en el formulario CHAEA. Esto se hizo mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov, la cual reveló que solo en el caso del Estilo de Aprendizaje Teórico, los datos no siguen una distribución normal.

Variable	Valor P	Valor K-S	Diferencia	Distribución
Activo	0,07	0,11	-0,04	Lineal
Reflexivo	0,09	0,11	-0,02	Lineal
Teórico	0,118	0,11	0.003	No lineal
Pragmático	0,05	0,11	-0,06	Lineal
Rendimiento académico	0.11418	0.11444	-0.00027	Lineal

Tabla 4. Prueba de normalidad Kolmogórov-Smirnov para los cuatro estilos de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia 2024.

Estilo de Aprendizaje	RENDIMIENTO ACADÉMICO- PREFERENCIA								
	Insuficiente 0-50		Bajo 51-60		Regular 61-75		Bueno 76-90		Excelente 91-100
	F	Rango	F	Rango	F	Rango	F	Rango	
Activo					1	MA	1	MA	
Reflexivo	2	M			1	MA			
Teórico			1	MA					
Pragmático	4	M							
Activo-Reflexivo	4	M			9	M-A	3	M-MA	
Activo-Teórico	6	M-A			9	A-MA			
Activo-Pragmático	1	M			2	A-MA			
Reflexivo-Teórico	12	M-A	6	M-A	6	M-MA	4	M-MA	
Reflexivo-Pragmático	1	M			6	A-MA	2	M-MA	
Teórico-Pragmático	1	M-A			2	M-MA			
<b>Totales</b>	<b>31</b>		<b>7</b>		<b>36</b>		<b>10</b>		
<b>Porcentajes</b>	<b>36.9%</b>		<b>8.3%</b>		<b>42.8%</b>		<b>11.9%</b>		

Tabla 5. Relación Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Académico.

Fuente: Elaboración propia.

**Nota:** M (moderado), MA (muy alto), M-A (de moderado hasta alto), A-MA (de alto hasta muy alto).

#### 4. DISCUSIÓN

Al comparar las tablas, se observa que los estudiantes encuestados tienden a tres estilos de aprendizaje en este orden: Reflexivo, Teórico y Activo. Además, al analizar medidas ponderadas, se nota un ligero predominio del estilo Teórico sobre el Activo. Estos resultados coinciden con hallazgos anteriores en carreras como Ingeniería Biomédica, Electrónica e Industrial (Yacub, Patron G, Agámez, & Acevedo, 2018) (Bolaños Valencia, Sandoval, & Lasso Cardona, 2020).

En relación a la muestra grupal, el estilo de aprendizaje Activo es el más común entre los estudiantes, con un 41.7% en un nivel moderado y un 25.0% en un nivel alto. El estilo Reflexivo también es muy frecuente, llegando al 67.9% en ambos niveles; mien-

tras que el estilo Teórico alcanza un porcentaje superior al 61.9%. Por otro lado, el Estilo Pragmático se determinó como menos común según estos resultados. Estas cifras respaldan las puntuaciones máximas obtenidas en promedio.

En el caso de los dos estilos Activo y Reflexivo, los coeficientes se encuentran más alejados del centro del intervalo de variación: Activo (0.44) y Reflexivo (0.53). Aunque estos valores mejoran con respecto al anterior, en términos estadísticos siguen estando por detrás de los márgenes óptimos para una ligación firme e influyente de las variables.

En los rendimientos considerados buenos, el estilo Pragmático destaca como base de cualquier combinación de estilos de aprendizaje en este rango. Sin embargo, la cantidad de rendimientos establecidos en este nivel es muy baja. A pesar de esto, el rendimiento general de los estudiantes en la asignatura ha sido relativamente aceptable, superando el 60% de la muestra.

En cuanto a los rendimientos desfavorables, se observa una diversidad en los Estilos de Aprendizaje. La mayoría de los estudiantes que muestran bajos rendimientos tienen afinidad con uno o más estilos de aprendizaje, aunque tienden a mostrar una preferencia moderada hacia alguno de ellos.

Estos hechos indican que, aunque se encontraron relaciones estadísticamente significativas, los Estilos de Aprendizaje no ejercen una influencia relevante en el rendimiento académico. La variabilidad en los resultados del cuestionario CHAEA y las calificaciones obtenidas fluctúan según las condiciones externas e internas.

Considerar el rendimiento académico solo desde una perspectiva cuantitativa basada en calificaciones desvirtúa su verdadero significado. Albornoz et al. (2010) sostienen que el rendimiento académico implica más que las capacidades intelectuales; depende también de la motivación, la actitud, los hábitos de estudio y las relaciones interpersonales. Encapsular a los estudiantes en categorías cognitivas rígidas sin explorar más allá es demasiado simplista. Alonso, Gallego y Honey (1995) argumentan que los estilos de aprendizaje son flexibles, adaptables y evolucionan según la situación y los contenidos estudiados.

Basándose en la evidencia presentada, se puede concluir que al contrastar estadísticamente las medias resalta una baja prevalencia del estilo Reflexivo sobre el estilo Activo y un declive en el estilo Pragmático. Un segundo indicador, acorde a la naturaleza de los datos del estilo Teórico, sitúa esto en una posición secundaria de preferencia. Además, desde una perspectiva general, los datos también muestran que, en términos generales, el grupo de muestra tiende hacia una preferencia promedio por un estilo Activo.

Las experiencias de enseñanza nos permiten reconocer la conexión entre las características individuales del aprendizaje y los modelos educativos. Fer-

nández Da Lama (2020) destaca que el estilo de los docentes influye significativamente en los estilos de aprendizaje de los estudiantes. Las estrategias pedagógicas preconcebidas limitan la diversidad en el potencial cognitivo de los estudiantes, obstaculizando su desarrollo académico, personal y social (Perales Miranda, 2021). Para romper esta rutina en las aulas universitarias, es esencial comprender las características individualizadas del aprendizaje y reconsiderar los procesos actuales de enseñanza con el objetivo de cultivar una construcción continua y reconstrucción del conocimiento, habilidades y actitudes en los estudiantes (Alanes Fernández, 2022).

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Alanes Fernández, A. M. (2022). Estilos de aprendizaje de estudiantes universitarios en ciencias de la salud y su proceso de desempeño. *Memoria del posgrado*, 3(2), 9-15.
- Albornoz, M., Cámara Hurtado, M., Castro, E., Chaparro, F., Girbal Blacha, N., Herrera Marquez, A., . . . Vagot, C. (2010). *Ciencia Tecnología y Universidad en Iberoamerica. Coleccion Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. (1a ed ed.). (M. Albornoz, & J. A. Lopez Cerezo, Edits.) Buenos Aires: Eudeba.
- Alducin Ochoa, J. M., & Vázquez Martínez, A. A. (Enero-Abril de 2017). Estilos de aprendizaje, variables sociodemográficas y rendimiento académico en estudiantes de Ingeniería de Edificación. *EDUCARE*, 21(1), 1-31.
- Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1995). *Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora* (/ma ed.). Bilbao, España: Mensajero. Recuperado el 29 de 06 de 2023,
- Avila Angulo, E. (2015). Estilos de aprendizaje en la Maestría de Educación Superior de la Facultad de Humanidades-Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. *Ad Astra*, 6(4), 117-123.



- 🔖 Bolaños Valencia, W., Sandoval, E., & Lasso Cardona, L. (2020). Caracterización de los estilos de aprendizaje de estudiantes de Ingeniería Industrial de la UCEVA-Colombia. *Revista Espacios*, 41(44), 171-183.
- 🔖 De la Cruz Porta, E. A. (2020). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en estudiantes de ingeniería agroindustrial de la UNCP. *Diagnostico Educativo*, 5(4), 57-70.
- 🔖 Díaz Díaz, M. A., & Ortega Sánchez, I. (30 de 11 de 2017). Caracterización de estilos de aprendizaje en estudiantes de ingeniería de jornadas diurnas y vespertinas. *Enseñanza & Teaching Revista Universitaria de Didactica*, 35(2), 97-108.
- 🔖 Estrada Garcia, A. (Julio de 2018). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico. *Boletín Redipe*, 7(7), 218-228.
- 🔖 Fernández Da Lama, R. G. (2020). Problemáticas actuales del Sistema Educativo Superior: desde los estilos de aprendizaje. *Ajayu Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología UC BSP*, 18(1), 78-101.
- 🔖 López Bañuelos, A. A., & Morales Márquez, K. A. (2014). Estilos de aprendizaje y su transformación a lo largo de la trayectoria escolar. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 19(2), 36-47.
- 🔖 Martínez Flores, F. G., & Delgado Sánchez, U. (2017). Estilos de aprendizaje, elección de carrera y perfil curricular en estudiantes de Comunicación Humana. *RIDU: Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 11(2), 274-287.
- 🔖 Perales Miranda, V. H. (2021). Los desafíos de la Universidad Boliviana en la mejora de la calidad educativa de la educación superior. *Educacion Superior*, 8(1), 58-68.
- 🔖 Polo Escobar, B. R., Hinojosa Salazar, C. A., Weepiu Samekash, M. L., & Rodríguez Medina, J. L. (2022). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en el área de comunicación con enfoque de sistemas. *Ciencias sociales*, 28(5), 48-61.
- 🔖 Sánchez Horna, J. M., & Alejos Reyes, B. G. (2019). Estilos de aprendizaje de estudiantes universitarios de ciencias biológicas. *Revista de estilos de aprendizaje*, 11(22), 50-70.
- 🔖 Yacub, B., Patron G, G., Agámez, M. E., & Acevedo, D. (Enero-Junio de 2018). Estilos de aprendizaje y su relación con repitencia y retraso académico en Ingeniería Biomédica, Electrónica e Industrial. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 72-77.
- 🔖 Yana, M., Mamani, M., Cusi, L., & Adco, H. (2019). Estilos de aprendizaje y los desempeños académicos del área de comunicación en los estudiantes de educación básica. *RIE*, 1(1), 44-56.

# INVESTIGACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE SEROPREVALENCIA DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS EN EL MUNICIPIO DE BERMEJO COMO MUNICIPIO NO ENDÉMICO

EPIDEMIOLOGICAL INVESTIGATION OF SEROPREVALENCE OF  
CHAGAS DISEASE IN THE MUNICIPALITY OF BERMEJO  
AS A NON-ENDEMIC MUNICIPALITY

Fecha de recepción: 16/07/2024 | Fecha de aceptación: 28/06/2024

Ortiz Lourdes\*  
Moreno Diego\*\*  
Tejerina Jorge\*\*\* | Vasco Rudy<sup>1</sup> | Gonzáles Isabel<sup>1</sup> | Flores Eugenia<sup>1</sup>  
Romero Eduardo<sup>1</sup> | Palacios Alejandro<sup>1</sup>

\*Médico, M. Sc. Docente Investigador de la Carrera de Medicina U.A.J.M.S.  
Responsable Plataforma de Chagas Tarija

\*\*Médico, Plataforma de Chagas Tarija – Fundación CEADES

\*\*\*Médico, CERETROP Red de Salud Bermejo

<sup>1</sup>Plataforma de Chagas Tarija – Universidad Juan Misael Saracho

**Correspondencia de los autores:** lourdes.ortiz@uajms.edu.bo\*, lourdesortizd@yahoo.es\*  
dr\_morenodiego@gmail.com\*\*

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

De los 11 municipios del departamento de Tarija, únicamente el Municipio de Bermejo es considerado municipio no endémico debido a la ausencia del *T. infestans*, vector de la enfermedad de Chagas en Bolivia. El estudio de seroprevalencia se realizó mediante muestreo estratificado por grupos y servicios de salud, evaluación mediante la aplicación de ficha epidemiológica, toma de muestra para tamizaje, lectura de resultados y toma de muestra en pacientes positivos para posterior procesamiento de pruebas confirmatorias de Elisa en la Plataforma de Chagas. Se realizó de manera simultánea en los siete centros de salud seleccionados en el componente urbano y dos centros de salud en el componente rural.

La seroprevalencia encontrada fue de 12,87% en el total de grupos de edad, esta prevalencia es alta considerando que se trata de un municipio no endémico; y se aproxima a estudios de seroprevalencia encontrados en municipios endémicos.

En el marco de la ética en la investigación en salud se procedió a la firma de consentimiento informado (adultos y padres en el caso de niños) y posteriormente se ofertó tratamiento a la población diagnosticada positiva.

Los resultados encontrados demostraron la necesidad de organizar la atención de la enfermedad de Chagas en el Municipio de Bermejo, mediante la incorporación gradual del diagnóstico y tratamiento en la red de servicios de salud, como respuesta a las necesidades de la población.

## ABSTRACT

Of the 11 municipalities in the department of Tarija, only the Municipality of Bermejo is considered a non-endemic due to the absence of *T. infestans*, the vector of Chagas disease in Bolivia. The seroprevalence study was carried out through stratified sampling by groups and health services. It has been made the evaluation through the application of an epidemiological record, sample collection for screening, reading of results and sample collection in positive patients for processing of confirmatory Elisa tests on the Chagas Platform. It was carried out simultaneously in the seven selected health centers in the urban component and two selected health centers in the rural component.

The seroprevalence found was 12.87% in all age groups. This prevalence is high considering that it is a non-endemic municipality and is close to seroprevalence studies found in endemic municipalities.

Within the framework of ethics in health research, informed consent was signed (adults and parents in the case of children) and treatment was offered to the population diagnosed positive.

The results found demonstrate the need to organize care for Chagas disease in the Municipality of Bermejo, through the gradual incorporation of diagnosis and treatment in the health services network, in response to the needs of the population.

**Palabras Clave:** Seroprevalencia, endémico, enfermedad de Chagas.

**Keywords:** Seroprevalence, endemic, Chagas disease.

## 1. INTRODUCCIÓN

La inmigración es un fenómeno en aumento en municipios que potencialmente brindan oportunidades de trabajo; históricamente los movimientos migratorios y desplazamientos de poblaciones humanas han supuesto la entrada y/o diseminación de enfermedades o en otros casos la demanda de atención de salud en servicios que no se encuentran preparados para la misma, como el caso de la enfermedad de Chagas (Gazcon, 2005), actualmente presente en la población de municipios no endémicos.

De los 11 municipios del departamento de Tarija, únicamente el Municipio de Bermejo es considerado municipio no endémico debido a la ausencia del *T. infestans*, vector de la enfermedad de Chagas en Bolivia (Ministerio de Salud y Deportes Bolivia, 2011), sin embargo, este municipio por sus características socio económicas y laborales es un municipio receptor de importantes flujos migratorios, los mismos que en gran parte proceden de municipios considerados como zona endémica de la enfermedad de Chagas.

El Programa Departamental de Chagas ha realizado acciones de diagnóstico en población escolar a partir del año 2011, sin embargo, no se cuenta con información actualizada sobre la infección en diferentes grupos de edad, lo que no ha permitido estructurar acciones de diagnóstico y tratamiento oportunas y permanentes, en la red de servicios de salud, como respuesta a este problema de salud presente en la población.

La integración de las actividades educativas, científicas y de extensión contribuye a la visualización de la enfermedad, a mejorar el conocimiento y promover la educación y la salud en la comunidad, incorporando a la población universitaria como parte del proceso de vinculación con las organizaciones sociales e instituciones estatales involucradas (red de servicios de salud).

En esta investigación mediante la proyección comunitaria se generó la interacción entre ciencia y so-

ciudad en el campo de la investigación e innovación, incorporando estudiantes y organizaciones de la sociedad civil como sujetos activos para el cambio.

## 2. ANTECEDENTES

Las actividades del Programa Departamental Chagas Tarija, en los últimos 10 años lograron importantes avances en la reducción de la problemática de la enfermedad de Chagas en el departamento de Tarija, con mayor énfasis en los componentes de Control Vectorial y Vigilancia entomológica, reflejada en una reducción drástica de la infestación del vector *T. infestans* domiciliar en la viviendas de la región de los valles que comprenden los municipios de Cercado, Padcaya, El Puente, Yunchara, Uriondo y San Lorenzo, que por ende se refleja en los datos actuales de la reducción a su mínima expresión del riesgo de transmisión vectorial en la población susceptible (SNIS VE, 2018).

Este hito logrado por el departamento de Tarija, ha permitido en los últimos años orientar las actividades del Programa hacia el diagnóstico y tratamiento de la enfermedad, habiéndose incorporado el mismo en los establecimientos de salud de los municipios endémicos, dentro de ellos el Centro de la Plataforma de Chagas (L. Ortiz et al, 2022).

Sin embargo, por las características de no endemidad, las acciones del Programa Departamental de Chagas, han dejado un vacío de atención en el único municipio no endémico del departamento de Tarija caracterizado por una alta tasa de migración de población joven en edad de trabajar (Municipio Bermejo, 2014), junto a su familia, con posible infección por *T. cruzi*.

Por este motivo, el presente estudio buscó establecer la seroprevalencia de la enfermedad de Chagas, en este municipio, lo que permitirá estructurar la respuesta necesaria de la red de servicios de salud, sirviendo además como modelo para municipios no endémicos con características similares.

### 3. METODOLOGÍA

Sobre la base del protocolo de investigación, que definió la realización de un estudio epidemiológico descriptivo para la caracterización de la población infectada por T. Cruzi según condición sociodemo-

gráfica, de acuerdo el manual operativo del estudio y otros instrumentos, se procedió a:

#### Definición de población y muestra

La población del Municipio asignada por servicios de salud es la siguiente:

POBLACIONES POR ESTABLECIMIENTO DE SALUD 2021 BERMEJO					
Establecimiento	Población	0-4 Años	5-14 Años	15-49 Años	50 y más años
Hospital V. Ch	8252	186	1663	4805	1598
San Jose	5365	553	983	2856	973
21 de Diciembre	3549	543	617	1807	582
Azucarero	3549	515	619	1827	588
Central	3456	524	601	1758	573
San Roque	3541	535	612	1814	580
Moto Mendez	3525	498	640	1800	587
Seguro a Corto Plazo	6726	33	1177	3466	2050
Colonia Linares	1221	79	251	653	238
Campo Grande	972	37	204	577	154
Barretero	621	38	119	349	115
Arrozales	1022	65	230	555	172
Naranjitos	297	15	65	164	53
Porcelana	276	30	52	146	48
Candado Grande	622	33	118	353	118
Santa Rosa	275	13	61	178	23
<b>TOTAL RED</b>	<b>43269</b>	<b>3697</b>	<b>8012</b>	<b>23108</b>	<b>8452</b>

Fuente: Población SNIS-VE Min. Salud INE.

La muestra se obtuvo mediante un muestreo estratificado para los tres primeros grupos de edad según servicios de salud, de acuerdo al siguiente procedimiento:

MUESTRA con intervalo de confianza de 95% y 5% de error

Para el cálculo de la muestra se toma en cuenta lo siguiente:

$$n = \frac{z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

Formula 1

**N**= Población

Nivel de confianza =95%

**Z**=1,96

**Error** = 5%

**P** = Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio= 50%

**Q**= Proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio= 50%

Detalle	Población	Muestra
Población de 0 a 4 años	3.697	349
Población de 5 a 14 años	8.012	367
Población de 15 a 49 años	23.108	379

Se seleccionaron a los individuos aleatoriamente de acuerdo a demanda de atención en los servicios de salud designados.

### **Capacitación a equipo de campo y supervisión de la actividad:**

Se realizaron actividades de capacitación en talleres organizados para el personal de la Red de salud de Bermejo y estudiantes de la Facultad de Medicina. Estas actividades permitieron organizar brigadas por Centros de Salud, conformadas por el personal médico y bioquímico de cada servicio, estudiantes de medicina e integrantes del equipo investigador de la Plataforma de Chagas Tarija.

Atención en centros de salud y visita domiciliaria para incorporación de pacientes al estudio según diseño muestral

Se realizó una actividad concentrada en los servicios de salud, en los cuales con apoyo de personal de los centros de salud, de estudiantes de la Facultad de Medicina de la ciudad de Tarija, estudiantes del programa de enfermería de Bermejo UAJMS y el equipo de investigadores de la Plataforma de Chagas, se procedió previa la firma de consentimiento informado (adultos y padres en el caso de niños), a la evaluación mediante la aplicación de ficha epidemiológica, toma de muestra para tamizaje, lectura de resultados y toma de muestra en pacientes positivos para posterior procesamiento de pruebas confirmatorias de Elisa en la Plataforma de Chagas. Esta actividad se realizó de manera simultánea en los siete centros de salud seleccionados en el componente urbano y dos centros de salud seleccionados en el componente rural.

Posteriormente en una segunda fase, para completar la muestra por grupos de edad, se realizaron actividades de visita domiciliaria tanto en área urbana como rural. Esta actividad por la duración de la misma estuvo a cargo del personal de los centros de salud y del equipo de investigación.

En esta fase se procedió a la devolución de resultados de pruebas positivas confirmadas y a la georreferenciación de casos para el seguimiento respectivo e incorporación al tratamiento.

Los datos de toda la investigación, se manejan de manera confidencial, sin posibilidad de identificación de las personas incorporadas a la investigación mediante consentimiento informado.

## **4. RESULTADOS**

El estudio considero dos fases. En la primera fase se aplicó la ficha epidemiológica a 724 pacientes que acudieron a los centros de salud. En la segunda fase se realizaron acciones de rastillaje en el ámbito geográfico asignado a cada servicio de salud, lo que permitió completar la muestra llegando a un total de 1.181 pacientes con pruebas de diagnóstico laboratorio para la enfermedad de Chagas.

De los 724 pacientes evaluados mediante la aplicación de ficha epidemiológica el 91% corresponde a los centros del área urbana que son San Roque, Azucarero, 21 de diciembre, Central, San José y Moto Méndez, el 9% restante corresponde a los centros de salud Colonia Linares y Candado Grande del área rural, esto tiene relación con las características propias del municipio que cuenta con una mayor población urbana y en este sentido se hizo el cálculo de la muestra.

Características	Descripción	Número	Porcentaje
Centro de Salud	Urbano	659	91,0
	Rural	65	9,0
Sexo	Masculino	286	39,5
	Femenino	438	60,5
Estado civil	Soltero	478	66,0
	Casado/conviviente	246	34,0
Instrucción	Preescolar	124	17,2
	Analfabeto	32	4,4
	Primaria	258	35,6
	Secundaria	178	24,6
	Técnico	41	5,7
	Profesional	91	12,5
Inmigración	Bermejo o migración mayor a 25 años	182	25,2
	Migración de los últimos 25 años	542	74,8

Tabla 1: Características socio demográficas de la población Municipio de Bermejo 2022

Fuente: Encuesta epidemiológica. Elaboración propia

La mayoría de los pacientes evaluados son mujeres (60,5%) esto puede explicarse por las propias características culturales de la región que siempre reporta mayor número de consultas en las personas de sexo femenino. Predomina el estado civil soltero (66%) lo que se relaciona con datos específicos que muestran que el 49% de los evaluados son menores de 25 años. En cuanto al nivel de instrucción un 78,4% de la población ha superado la instrucción primaria, si bien hay una relación demostrada entre niveles socioeconómicos desfavorables y la presencia de la enfermedad de Chagas, la población incluida en el

estudio en su mayoría ha adquirido la infección por vía congénita ante la ausencia del vector en el Municipio, por lo cual no es posible correlacionar esta información con la presencia de los casos positivos.

Respecto a la procedencia un 25,2% de la población es del Municipio de Bermejo o migró hace más de 25 años, de la población migrante un 85,2% procede de otros municipios del departamento de Tarija y un 14,8% de otros municipios de los departamentos de Chuquisaca, Potosí y Santa Cruz principalmente, estos datos coinciden con estudios de migración realizados por otras instituciones.

Característica	Descripción	Número	Porcentaje
Conocimiento del vector	Si	405	56,0
	No	319	44,0
Recibió transfusión sanguínea	Si	48	6,6
	No	676	93,4
Diagnóstico previo de enfermedad de Chagas	Si	258	35,6
	No	466	64,4
Resultado de laboratorio previo	Positivo	92	35,6
	Negativo	166	64,4
Tratamiento específico	Si	7	8,1
	No	85	91,9
Conclusión de tratamiento	Si	2	28,6
	No	5	71,4

Tabla 2: Características epidemiológicas de la enfermedad de Chagas en la población Municipio de Bermejo 2022

Fuente: Encuesta epidemiológica. Elaboración propia

Es importante mencionar que el 35.6% de los pacientes se realizaron una prueba para la enfermedad de Chagas antes de este estudio, este dato podría tener relación con el porcentaje de pacientes que presentan síntomas (36.7%), en general los pacientes al tener alguna signo-sintomatología relacionada a la enfermedad, buscan realizar una segunda prueba que permita confirmar o descartar el diagnóstico .

Otros aspectos epidemiológicos relevantes se refieren al conocimiento del vector, un 56,0% de los 724 pacientes, no conoce la vinchuca, situación esperada al tratarse de un municipio no endémico. Un 93,4% no recibió nunca una transfusión sanguínea y un 35,6% (227) realizó anteriormente una prueba de diagnóstico de la enfermedad de Chagas, de los cuales un 38,5% (87) dijeron tener un resultado positivo. De los positivos solamente un 8,1% (7) realizó trata-

miento específico, llegando a completar el esquema de tratamiento solo el 28,6% (2), los restantes 5 pacientes no concluyeron por abandono del mismo y/o por reacciones adversas.

Todos los pacientes que participaron en la investigación recibieron información y orientación sobre las generalidades de la enfermedad de Chagas como ser: agente causal, mecanismos de transmisión, síntomas y signos de la enfermedad, medicamentos utilizados para el tratamiento. Esta información fue proporcionada de manera verbal y escrita, luego de realizar el llenado de la ficha de evaluación epidemiológica, los pacientes tuvieron la oportunidad de realizar preguntas durante esta orientación y también resolvieron sus dudas de manera individual con el medico durante la evaluación clínica.



ESTABLECIMIENTO DE SALUD SELECCIONADOS, POBLACIÓN TOTAL, TAMIZAJE Y CONFIRMACIÓN LABORATORIAL							
MUNICIPIO DE BERMEJO 2022							
Establecimientos seleccionados	Población	Muestra Poblacional	Tamizados Test Rapido	Positivos	Confirmación Test Elisas	Positivos	Seroprevalencia
San Jose	5365	219	219	20	20	20	9,13
21 de Diciembre	3549	185	185	19	19	18	9,73
Azucarero	3549	148	148	27	27	22	14,86
Central	3456	61	61	14	14	13	21,31
San Roque	3541	338	338	33	33	27	7,99
Moto Mendez	3525	129	129	38	38	37	28,68
Colonia Linares	1221	61	61	9	9	9	14,75
Candado Grande	622	40	40	6	6	6	15,00
<b>TOTAL</b>	<b>24828</b>	<b>1181</b>	<b>1181</b>	<b>166</b>	<b>166</b>	<b>152</b>	<b>12,87</b>

Tabla 3: Población con tamizaje y confirmación laboratorial por establecimiento de salud Municipio del Bermejo 2022

Fuente: Elaboración propia

Las actividades de tamizaje con prueba rápida y posteriormente confirmación laboratorial con dos pruebas de Elisa de principios diferentes (Elisa convencional y Elisa recombinante) mostraron un 92% de concordancia, del total de pruebas rápidas positivas 11 tuvieron resultado negativo con los test de Elisa y 3 resultados discordantes. En la Plataforma de Chagas la concordancia entre test rápidos y test de Elisa es de 97%, la diferencia en este estudio obedece principalmente a la actividad en terreno, con apoyo de personal de salud recientemente capacitado.

La seroprevalencia encontrada es de 12,87% en el total de grupos de edad seleccionados, esta prevalencia es alta considerando que se trata de un municipio no endémico, no existiendo además estudios de seroprevalencia en población general en los municipios endémicos, para los cuales estudios puntuales registran una prevalencia entre 12 y 18%.

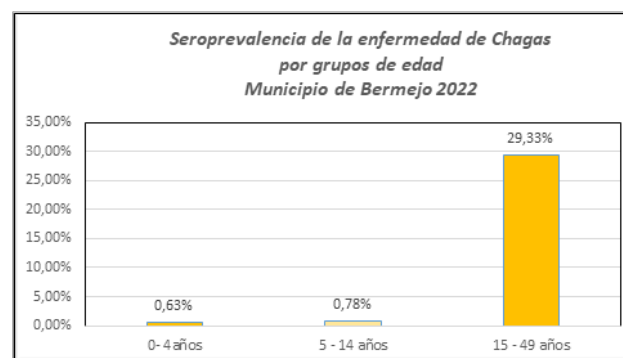


Figura 1: Seroprevalencia de la enfermedad de Chagas en población según grupos de edad Municipio de Bermejo 2022

Fuente: Elaboración propia

La seroprevalencia encontrada por grupos de edad, de igual manera refleja lo esperado en el Municipio, los niños de 0 a 4 años y los niños de 5 a 14 años constituyen casos de Chagas congénito cuyo nacimiento fue atendido en el Municipio. El grupo de 15

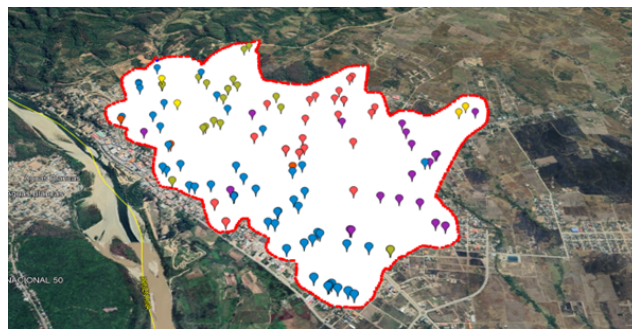
a 49 años, se encuentra constituido por población joven en edad productiva con una media de 37 años, que, según la norma, pueden incorporarse al tratamiento. La seroprevalencia encontrada en este grupo de edad alcanza a 29,33%, comparada con información de seroprevalencia en el Banco de Sangre de referencia departamental, es incluso superior.



*Figura 2: Distribución geográfica de casos positivos en la población Municipio de Bermejo 2022*  
Fuente: Elaboración propia

La georreferenciación es el proceso de asignar coordenadas geográficas a datos, como direcciones o ubicaciones específicas, facilitando el análisis geoespacial. En este caso la georreferenciación permitió visualizar los casos positivos identificados por cada Centro de Salud.

Por tratarse de una enfermedad crónica de larga evolución, posiblemente adquirida por transmisión congénita, el trabajo de georreferenciación de casos positivos no tiene la finalidad de asociar factores de riesgo, pero sí de contribuir a la identificación de casos para el seguimiento e incorporación al tratamiento, contribuyendo al control de la enfermedad, sobre todo priorizando el tratamiento de mujeres en edad fértil, para evitar la transmisión congénita de la enfermedad.



*Figura 3: Distribución geográfica de casos positivos según establecimiento de salud Municipio de Bermejo 2022*  
Fuente: Elaboración propia

Es posible con la información desagregada utilizada para la georreferenciación y entregada a la Red de Salud Bermejo, hacer el seguimiento de la población según los casos positivos identificados, para posteriormente lograr complementar estos datos con pacientes incorporados al tratamiento y conclusión del mismo. Esta información es de utilidad para comprender mejor cómo es la distribución de estos casos positivos y para tomar decisiones informadas sobre medidas de prevención y control en cada establecimiento de salud.

## 5. CONCLUSIONES

- La mayoría de los participantes del estudio fueron mujeres en edad fértil, situación que responde a las prioridades del Programa Nacional de Chagas que focaliza los esfuerzos de diagnóstico y tratamiento en este grupo etáreo para evitar la transmisión vertical o congénita de la enfermedad, esta afirmación tiene respaldo en estudios realizados, que demuestran que mujeres previamente tratadas no transmiten la enfermedad a sus hijos durante el embarazo. (F. Torrico et. al, 2019).

- De acuerdo a la seroprevalencia por grupos de edad, al ser un municipio no endémico, la infección por *T. cruzi*, se concentra en población joven migrante, posiblemente infectada en los municipios de origen o por transmisión vertical.
- Al ser una enfermedad crónica sin la presencia de síntomas en estadios iniciales, las personas no acuden a los servicios de salud para realizar tratamiento específico, siendo mayor esta dificultad en un municipio no endémico, cuya red de salud no considera esta enfermedad como propia del perfil epidemiológico local.
- La seroprevalencia encontrada hace visible la necesidad de estructurar la respuesta de los servicios de salud en el Municipio de Bermejo, incorporando el diagnóstico y tratamiento en las actividades de los centros de salud de primer nivel de atención.
- El estudio deja disponible el registro de personas positivas con confirmación laboratorial y la georreferenciación de cada uno de ellos, por centro de salud, facilitando un primer paso en la aplicación de resultados de este estudio para el inicio de tratamiento en estas personas.
- Se demostró la importancia de organizar la atención de la enfermedad de Chagas en el Municipio de Bermejo, mediante la incorporación gradual del diagnóstico y tratamiento en la red de servicios de salud, definiendo los flujogramas para la realización de pruebas complementarias de electrocardiograma y laboratorio (hemograma y transaminasas).
- Debido a la alta prevalencia de la enfermedad de Chagas en el departamento de Tarija y a la movilización continua de la población, es importante fortalecer las actividades de diagnóstico y tratamiento de Chagas en los servicios de salud, en el ámbito de los municipios endémicos y no endémicos.





#### Se agradecer la colaboración de:

La Lic. Roxana Alemán (CIEPLANE), al Dr. Gildo Angulo (+) Gerente de Red de Salud Bermejo, al Dr. Eduardo Rueda, Jefe Departamental del Programa Chagas, al personal de los Centros de Salud seleccionados en el Municipio de Bermejo.

A la Secretaría de Desarrollo Humano del Municipio de Bermejo, a los estudiantes de la Facultad de Medicina de Tarija y del Programa de Enfermería de Bermejo de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 J. Gascón et. al. Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad de Chagas importada (pág. 5). Retos de la Salud Pública. Barcelona: Med Clin (Barc). 2005;125(6):230-5.
- 🔖 Ministerio de Salud y Deportes. Informe acciones de control vectorial por municipios de Bolivia. La Paz Bolivia. 2011
- 🔖 Escudo Epidemiológico Ministerio de Salud. Informe prueba piloto control vectorial por municipios. La Paz Bolivia. 2005
- 🔖 SEDES Tarija. Programa Departamental de Chagas. Prevalencia de infección por *T. cruzi* en Banco de Sangre de Referencia Departamental. Informe 2017.
- 🔖 Municipio Bermejo. Plan de Desarrollo Municipio de Bermejo 2014-2018. Bermejo. 2014
- 🔖 SNIS VE. Control vectorial en los Municipios de Tarija. Tarija bolivia. 2011.
- 🔖 SNIS VE. Sistema Nacional de Información en Salud. La Paz Bolivia. 2023

-  US Food & Drug Administration. Drug approvals and databases. Drugs@FDA. Benznidazole tablets. Medical review. 2017. Available from: [https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda\\_docs/nda/2017/209570Orig1s000MedR.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/nda/2017/209570Orig1s000MedR.pdf). Accessed June 17, 2020.
-  Altchek J, Corral R, Biancardi MA, Freilij H. Anti-F2/3 antibodies as cure marker in children with congenital *Trypanosoma cruzi* infection. *Medicina (B Aires)*. 2003; 63:37–40. PMID: 12673959
-  Pinazo MJ, Thomas MC, Bustamante J, Almeida IC, Lopez MC, Gascon J. Biomarkers of therapeutic responses in chronic Chagas disease: state of the art and future perspectives. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2015; 110:422–432.
-  Torrico F, Gascon J, Ortiz L, Alonso-Vega C, Pinazo MJ, Schijman A, et al. Treatment of adult chronic indeterminate Chagas disease with benznidazole and three E1224 dosing regimens: a proof-of-concept, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet Infect Dis*. 2018; 18:419–430. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(17\)30538-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(17)30538-8) PMID: 29352704

# EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ESPECIES FORRAJERAS – ESTACIÓN EXPERIMENTAL PUERTO MARGARITA

EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON SPECIES FORAGE  
– EXPERIMENTAL STATION PUERTO MARGARITA

---

Fecha de recepción: 30/06/2024 | Fecha de aceptación: 28/06/2024

Romero Romero José Nicolás<sup>1</sup>  
Castillo Gareca Ariel<sup>2</sup> | Espinoza Márquez Linder<sup>3</sup> | Llanos Llanos Sonia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Médico en Veterinaria y Zootecnia, M. Sc. Docente Investigador  
de la Estación Experimental de Puerto Margarita UAJMS

<sup>2</sup>Docente Investigador Instituto de Investigación Ecología y Medio Ambiente - IIEMA

<sup>3</sup>Docente Facultad Ciencias Agrícolas y Forestales Carrera de Ingeniería Forestal y Agronomía

<sup>4</sup>Docente Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas (Derecho Agrario)

**Correspondencia de los autores:** jose.romero@uajms.edu.bo<sup>1</sup>

jnromero2003@yahoo.es<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

El proyecto Análisis de efectos del cambio climático en especies forrajeras de la Estación Experimental de Puerto Margarita, tiene como objetivos, realizar el análisis cualitativo y cuantitativo de las especies forrajeras nativas como efectos del cambio climático en la alimentación del ganado vacuno, se ha considerado que el área de estudio presenta una marcada sequía con bajas precipitaciones, lluvia dispersas y altas temperaturas, permitiendo preferencialmente utilizar la pradera en la producción bovina, de esa manera el estudio fue realizado en la Estación Experimental de Puerto Margarita y en una finca referencial en Palos Blancos, se utilizó el método de investigación cualitativo descriptivo, reuniendo a expertos productores y vaqueros de la zona con quienes identificamos las especies arbustivas y arbóreas consumidas por los bovinos, caracterizando la parte comestible de la planta, el aporte de biomasa, la época de oferta forrajera y su distribución fisiografía en la pradera, de igual manera se tomaron muestra de cada especie forrajera y se realizaron exámenes bromatológicos para valorar el porte nutricional de cada una de las 14 especie forrajeras identificadas, asimismo mediante el método de transecto se ha determinado la producción de biomasa en kg. M.S./ha con un resultado de 288,88 kg M.S./ha y relacionando con el peso promedio del ganado bovino criollo, determinado la carga animal de 11.69 ha/UG, entre otros resultados se tiene que los efectos del cambio climático afectan la producción de biomasa en la oferta la que dependiendo del manejo del agua y la carga animal los rendimientos de los indicadores zootécnicos de producción bovina serían menos comprometidos

## ABSTRACT

The project "Analysis of the Effects of Climate Change on Forage Species at the Puerto Margarita Experimental Station" aims to conduct qualitative and quantitative analyses of native forage species as a consequence of climate change on cattle feed. The study area is characterized by a pronounced drought with low rainfall, scattered showers, and high temperatures, which favor the use of pastures for cattle production. Accordingly, the study was carried out at the Puerto Margarita Experimental Station and a reference farm in Palos Blancos. A descriptive qualitative research method was employed, involving expert producers and cowboys from the area to identify shrub and tree species consumed by cattle. The study characterized the edible parts of the plants, biomass contribution, the timing of forage availability, and their physiographic distribution in the pasture. Samples of each forage species were collected, and bromatological analyses were conducted to assess the nutritional content of each of the 14 identified forage species. Additionally, the transect method was used to determine biomass production in kg DM/ha, with a result of 288.88 kg DM/ha, and relating this to the average weight of Creole cattle, the livestock carrying capacity was determined to be 11.69 ha/AU. Among other results, it was found that the effects of climate change impact biomass production in the forage supply, which, depending on water management and livestock load, would make the yields of cattle production zootechnical indicators less compromised.

**Palabras Clave:** Forraje, cambio climático, biomasa, flora, vegetación.

**Keywords:** Forage, climate change, biomass, flora, vegetation.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija, maneja un hato de bovinos criollos desde la década del 2000 en la Estación Experimental de Puerto Margarita, bajo un sistema extensivo a campo abierto donde la base fundamental de la alimentación del ganado son las forrajeras nativas propias de una zona seca semiárida con una flora predominante de especies nativas entre herbáceas, arbustivas y arbóreas.

Al convertirse el hato de vacunos de la Estación en un referente en la región y considerando que las fincas ganaderas circundantes presentan la misma topografía con características similares en la producción natural de su flora, se ha definido realizar un estudio con la finalidad de valorar los efectos del cambio climático sobre el comportamiento de la flora la misma que se refleja en el comportamiento de los indicadores zootécnicos de producción bovina regional.

Se considera a la zona de Puerto Margarita como un área seco semiárido con precipitaciones pluviales alrededor de los 350 mm, donde su vegetación corresponde a especies xerofíticas cuyo valor nutricional se hace necesario determinarlo con el propósito de evaluar los rendimientos en la producción bovina, donde predomina el duraznillo "Ruprechtia triflora Grise", se convierten en campos de pastoreo de ganado bajo ramoneo utilizando las demás especies leñosas cuyo aporte nutricional y producción de biomasa determina la capacidad de carga de la pradera J.J.Pinto (2019), sostiene que la región oeste de la provincia de Formosa la cría bovina se realiza de forma extensiva sobre bosque xerofítico nativo. El forraje se compone de frutos, follaje verde y hojarasca de leñosas. El objetivo de este trabajo fue evaluar la oferta forrajera compuesta por el follaje y la hojarasca de leñosas así como de herbáceas en cuanto a su disponibilidad y calidad. La disponibilidad de forraje para el ganado bovino se estimó mediante la cuantificación de la producción de materia seca estacional

y anual por hectárea durante 3 años y la determinación de los parámetros nutricionales en laboratorio a partir de una muestra compuesta con el total del forraje cosechado en cada estación en el período 2017-2018. La mayor disponibilidad de forraje se observó en invierno con 439,44 kg MS/ha y la menor en primavera con 106,48 kg MS/ha. La mayor acumulación de forraje se obtuvo en el tercer período (2017-2018) con 1.411,11 kg MS/ha y la menor en el primer período (2015-2016) con 553,34 kg MS/ha. La calidad del forraje obtenido se clasificó de media a baja.

La zona Chaqueña y parte de los Valles representan las áreas de mayor producción bovina en el departamento de Tarija, cuyo producto satisface en parte la demanda interna departamental e inclusive va a los mercados aledaños del interior como Potosí y Sucre por la demanda del producto.

En zonas semiáridas el factor lluvia juega un papel importante para el rebrote de la vegetación, floración, fructificación y sobre todo para la cobertura vegetal que permite proteger el suelo e incrementar la producción de biomasa, la misma que en condiciones naturales se convierte en la base fundamental para la alimentación de vacunos en sistemas extensivos.

En el año 2013 la baja precipitación pluvial anual sumada a las altas temperaturas en el área de Puerto Margarita ha provocado un marcado efecto del cambio climático en la disponibilidad de forraje con consecuencias de una elevada tasa de mortalidad de vacunos superior al 18% en el predio de la Universidad, con menor grado de afectación en las fincas vecinas debido a la poca intervención del hombre en la deforestación de sus campos.

La oferta de biomasa con destino a la alimentación animal en condiciones naturales, depende de las precipitaciones pluviales, normalmente en el área de Puerto Margarita y Palos Blancos que corresponde a una llanura situada al medio de dos serranías las lluvias iniciaban en diciembre y culminaban en febrero, lluvias o lloviznas que no sobrepasaban los 40 mm

de precipitación seguidas luego de fuertes calores y distanciadas unas de otras inclusive hasta de 15 días. A partir del 2014 ha cambiado el comportamiento del clima en la zona con lluvias tempranas en octubre y en algunos años hasta finales de abril, este fenómeno ha provocado un cambio el comportamiento de la flora natural es decir muchas especies reverdecen y fructifican hasta dos o más veces al año, consiguientemente la oferta forrajera ha mejorado y la tasa de mortalidad de vacunos ha reducido.

El efecto de las lluvias mejoran la cobertura vegetal con el incremento de biomasa la misma que puede ser aprovechada por los bovinos tanto en ramoneo en época de primavera, verano y otoño, en el resto de las estaciones aprovecha la hojarasca (heno natural), como efectos se logra mantener los animales en condiciones aceptable, contrariamente las bajas precipitaciones pluviales desfavorecen a la foliación y cobertura vegetal por tanto disminuye la oferta de biomasa para los animales reduciendo la carga animal o elevándose el índice de mortalidad.

Al considerar que en la zona de Puerto Margarita que se extiende hasta Zapatera hacia el Sur y a Ivoca hacia el norte cuya llanura constituye el fuerte de la ganadería en la Provincia O'Connor y siendo que el hato de vacunos que tiene la UAJMS en Puerto Margarita es un referente en el manejo de la zona, ha surgido el interés de un equipo de docentes de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales realizar un estudio sobre los efectos del cambio climático en las especies forrajeras de la Estación Experimental de Puerto Margarita y área de influencia, con la finalidad de orientar a los productores regionales las técnicas de producción bovina tomando en cuenta los efectos climatológicos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. AREA DE ESTUDIO

La base del proyecto se encuentra ubicada en la Estación Experimental de Puerto Margarita en el

departamento de Tarija, provincia O'Connor en el cantón CHIMEO, distante a 200 Km. de la ciudad de Tarija, geográficamente en:

Latitud Sud:	21° 15' 02"
Longitud Oeste	63° 45' 42"
Altura	562 m/s/n/m:

Perteneciente a la cuenca hidrográfica del río Pilcomayo.

### 2.2. PROPUESTA METODOLÓGICA

Se aplicó el método de investigación analítico descriptivo, con la participación de expertos empíricos vaqueros, productores experimentados en la crianza y manejo de la ganadería bovina en sistemas extensivos en condiciones de pastoreo de bosque de chaco semiárido y de profesionales productores bajo este régimen de crianza vacuna.

Con el equipo de trabajo incluidas las personas señaladas reunidos en mesa redonda inicialmente se hizo un punteo de todas las forrajeras palatables del estrato arbustivo y arbóreo tomando en cuenta su ubicación fisiográfica en la pradera, el aporte de biomasa (hojas, ramillas, flor, frutos y hojarasca), así como la época de esta oferta forrajera, luego mediante la técnica de transecto se ha medido la producción global de biomasa en kg de M.V/ M<sup>2</sup> para luego convertir en materia seca M.S. en kg/ha que aplicando el porcentaje aprovechable se obtiene la oferta real de biomasa de la pradera del área de estudio en kg de MS/ha

A cada una de las forrajeras identificadas como palatables del área se realizó un examen bromatológico con la finalidad de conocer el aporte nutricional de cada especie

Con la información obtenida se procedió a analizar los datos tabulados para luego ser interpretados mediante los parámetros de rangos e intervalos de clase para cumplir con los objetivos planteados y



llegar a los resultados esperados que permitan sacar conclusiones y recomendaciones.

Para realizar una comparación sobre el comportamiento y características de la flora de áreas xerofíticas se toma en cuenta diferentes estudios realizados por diferentes autores que sustentan el trabajo ejecutado en el presente estudio que nos permiten relacionar los resultados conforme se detalla en la siguiente recopilación de información de literatura.

En Bolivia se ha registrado 15345 especies de plantas vasculares, estas especies de plantas son también conocidas como plantas superiores, morfológicamente presentan una raíz que sostiene la planta y absorbe los nutrientes, un tallo que forma parte de la arquitectura de la planta, hojas que son muy variadas, las encargadas de realizar la fotosíntesis (Zenteno y otros 2022)

Alzerreca (1.988) definen como Vegetación a las especies herbáceas que se desarrollan en un medio natural y espontáneo, luego de alteraciones de la vegetación originada sin ningún tipo de cuidado, es característica en zonas con poca precipitación sean estos sitios bajos o de altura.

Jorge a Rojas citado en revista No. 01El bovino (2018), sostiene que los suelos en el Chaco Boliviano, tienen diferentes características, en el pie de monte suelos apropiados para uso agrícola, en la llanura los suelos son más frágiles y sensibles a la degradación, principalmente por falta de cobertura vegetal.

En Costa Rica, la utilización de árboles forrajeros para la alimentación de rumiantes ha disminuido la utilización de gramíneas rastreras, y se ha observado un sustancial incremento en el tamaño y niveles de producción animal (Benavides 1994). Las características nutricionales y de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería estas especies pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de forrajes en época de sequía. Por lo tanto,

el sistema radicular de los árboles es más desarrollado que el de forrajeras rastreras, por lo que estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrientes desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores

Asimismo, varias especies de árboles han mostrado características apropiadas para la producción de follaje, tal como la tolerancia a podas intensas, alta capacidad de rebrote, niveles adecuados de producción de biomasa comestible, vertibilidad para el manejo de semillas y siembra, y altos contenidos de nutrientes para los animales (Benavides 1994).

Alcérreca (1.982), sostienen que la Capacidad de Carga Animal es número de animales que pueden pastorear en un potrero sin afectar la productividad de forraje; de aquí surge la expresión "esta finca carga tantos animales", es decir, que puede mantener un determinado número de animales. Para lograr esto, es necesario conjugar el pastoreo del máximo número de animales conservando cada uno el máximo nivel de producción sostenible.

No necesariamente el área o extensión de una finca determina la Capacidad de Carga Animal o la Capacidad de Carga Óptima, ya que una finca o hacienda de gran extensión puede que tenga menos producción de forraje que una de menor extensión.

Para (Benavides 1994), un árbol o arbusto es forrajero si tiene ventajas de tipo nutricional, producción y versatilidad agronómica, como puede ser adaptación al sitio, especie rústica y fácil de establecer ya sea por siembra o regeneración natural, sobre otros forrajes utilizados tradicionales.

Para considerar un árbol o arbusto como potencialmente forrajero depende del contenido de nutrientes y el consumo sean adecuados para esperar cambios en los parámetros de respuesta niveles significativos de biomasa comestibles por unidad de área

Mauricio Helman (1969) Se entiende por vegetación xerofítica a las plantas adaptadas al calor estival

y a la sequedad, que se manifiesta a través de sus troncos cortos y de corteza gruesa, de sus profundas raíces y del pequeño tamaño de sus hojas, fuertes y enceradas, de carácter perenne. La vegetación se dispone en formaciones de bosques claros que dan una escasa cobertura al suelo y que suelen estratificarse en tres formaciones: cubierta arbórea, arbustiva y herbácea.

El adjetivo xerófilo o xerófila se aplica en botánica a las plantas y asociaciones vegetales adaptadas a la vida en un medio seco. Es decir, plantas adaptadas a la escasez de agua en la zona en la que habitan, como la estepa o el desierto.

La escasez de agua se puede deber a precipitaciones escasas y/o una elevada evapotranspiración, ocasionada por el viento o una fuerte insolación; o bien a la estructura del suelo, que no retiene la humedad.

Las forrajeras xerofíticas en su mayoría son consumidas por el ganado bovino criado en condiciones extensivas en la llanura chaqueña, las dificultades de acceso en el consumo y los factores climáticos como la disponibilidad de agua hace que el aprovechamiento de estas forrajeras se limite solo en un 17 – al 18 % de su producción natural (Sarvia Tolardo 1995)

Dentro de la región Chaqueña Argentina, también se ha destacado la importancia de las leñosas arbustivas por su valor nutritivo y la época de su oferta (Dalla Tea et al., 1992; Ayerza et al., 1988; Díaz y Karlin, 1987). Estas plantas son menos afectadas por las fluctuaciones de las precipitaciones, manteniendo los nutrientes en vástagos y yemas apicales disponibles para los animales durante las estaciones secas (Klusmann, 1988; Díaz et al., 1984; Bordón, 1998). La inclusión de especies leñosas forrajeras en el manejo de sistemas ganaderos está limitada por el desconocimiento que se tiene sobre la calidad y la cantidad de forraje que éstas pueden producir (Dalla Tea et al., 1992; Karlin y Díaz, 1984; Dayanoff, com. pers.).

La vegetación natural está compuesta por pastos, latifoliadas, arbustos, árboles y epífitas. Esta diversidad de especies permite alcanzar distintos objetivos: proveer forraje para el ganado, hábitat para la fauna, aprovechamiento forestal, recreación, etc. Planificar un buen manejo de la vegetación nativa requiere en primer lugar reconocer cuál es el sitio ecológico sobre el que se realizará la producción y en segundo lugar, en qué estado se encuentra. En la subregión del Chaco semiárido, los suelos y la vegetación se distribuyen a lo largo de una toposecuencia que va desde un sitio alto con vegetación de bosque hasta un sitio bajo con una vegetación de sabanas, con dominancia de pastizales, atravesando ecotonos o sitios de transición. En la mayoría de las situaciones, los sitios se encuentran dominados por leñosas arbustivas que dificultan el rápido reconocimiento del sitio.

El conocimiento de la composición de las masas forestales exige un examen previo de los caracteres culturales de las especies, pues estos caracteres tienen la mayor importancia económico-silvícola ya que nos permiten apreciar las condiciones biológicas y las exigencias ecológicas de las especies forestales y nos orientan sobre sus cultivos y tratamientos de sus masas, dándonos a conocer las aplicaciones o aprovechamiento más convenientes de las mismas. Por otra parte, la influencia arbórea puede ser directa sobre el animal: como forrajera y modificadora del ambiente donde el animal vive. Puede ser directa: sobre el forraje herbáceo y arbustivo y sobre los suelos. El árbol a su vez se ve influenciado por el resto de la vegetación, por el suelo y por los animales: se establece así una relación dinámica e incluso reacciones entre uno y otro elemento (Karlin, 1985). Al eliminar el estrato arbóreo (y arbustivo) de una u otra forma de un bosque, se produce generalmente una explosión de fitomasa herbácea, siempre que exista en el sitio potencialidad forrajera (semillas, propágulos, etc.), pues llega mayor cantidad de energía lumínica a los estratos inferiores que se había constituido

en el principal déficit bajo esa condición, ya que el suelo tiene nutrientes en abundancia. Ese aumento de la producción forrajera es sólo momentáneo, ya que al cabo de un tiempo, puede agotarse el suelo, disminuyendo la cantidad de fitomasa herbácea y su calidad. Esta disminución se puede mantener, pero tiene sus costos, mediante el uso de fertilizaciones, consociaciones, rotaciones largas, etc. El aprovechamiento de los recursos forrajero dentro de este sistema posee gran importancia para la producción ganadera especialmente en épocas del año en que la producción de pasto es escasa

Para Fernández (2007), el origen del ganado bovino criollo enunciado en trabajo dirigido por Marque (2014). Es la raza más antigua de las que existen en América y en el mundo. Su origen se remonta a los primeros vacunos traídos por Cristóbal Colón en su segundo viaje a América en 1493. Estos vacunos fueron seleccionados en Andalucía y se difundieron por el Nuevo Mundo con las expediciones colonizadoras, de esta manera, llegaron a todos los confines de América, adaptándose rápidamente a las diversas condiciones climáticas. Por las aptitudes que desarrollaron se multiplicaron de manera asombrosa desde los glaciares patagónicos hasta el oeste norteamericano.

Dado que su evolución fue en estado salvaje, la selección natural determinó que estos biotipos, en general, tengan una gran adaptación al medio y rusticidad, pero son de baja productividad.

Lamentablemente, con el tiempo, en muchos casos fueron absorbidos por las razas que se introdujeron, principalmente desde Europa, y en muchas regiones prácticamente han desaparecido como biotipo nativo puro. Sin embargo, en donde aún persisten, se están haciendo grandes esfuerzos para conservar el germoplasma y, mediante cruzamientos planificados, obtener biotipos productivos y con una gran adaptación al medio. Animales Cruza: en general valen las mismas consideraciones que las mencionadas para los biotipos sintéticos. Con el sistema de cruzamientos que fuera se busca explotar los beneficios del vigor híbrido y la complementación de caracteres de importancia económica.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Actividad de Resultado 1.- Identificación de especies forrajeras nativas

Identificadas 14 especies forrajeras entre arbustivas y arbóreas en el predio de la Estación Experimental de Puerto Margarita y áreas circundante descritas cada una por su taxonomía, producción de biomasa, valores nutricionales con respecto a la materia orgánica "MO", calcio "Ca", fósforo "P", materia seca "M.S.", ceniza "CN" y proteína bruta "PB", ubicación fisiográfica en la pradera y época de aporte forrajero según partes de la planta:

Identificación que se ha procedido de la siguiente manera en cada una de las especies, como se detalla en la Figura 1.



**Reino:** Vegetal.  
**Phylim:** Telemophytae.  
**División:** Tracheophytae.  
**Subdivisión:** Anthophyta.  
**Clase:** Angiospermae.  
**Subclase:** Dicotyledoneae.  
**Grado Evolutivo:** Archichlamydeae.  
**Grupo de Ordenes:** Corolinos.  
**Orden:** Rosales.  
**Familia:** Leguminosae.  
**Subfamilia:** Mimosoideae.  
**Nombre Científico:** Prosopis alba.  
**Nombre común:** Algarrobo Acosta (2018)

Figura 1: Identificación de variables de las especies forrajeras

Fuente: Elaboración propia

Según nuestro estudio se ha identificado 14 especies forrajeras del estrato arbustivo y arbórea, lo que significa que el 70% de árboles y arbustos en las unidades de nuestro son especies consumidas por los vacunos, ello implica que en la pradera de la Estación Experimental de Puerto Margarita y en la propiedad Angova de Palos Blancos el 70% de las especies arbustivas y arbóreas son consumidas Benavides (1994), sostiene que un árbol o arbusto es forrajero si tiene ventajas de tipo nutricional, producción y versatilidad agronómica, como puede ser adaptación al sitio, especie rústica y fácil de establecer ya sea por siembra o regeneración natural, sobre otros forrajes utilizados tradicionales.

### Actividad de Resultado 2.- Oferta de biomasa por especie forrajera

Se entiende por biomasa al conjunto de materia orgánica sea ésta de origen vegetal o animal y los materiales que proceden de su transformación natural o artificial que a su vez están disponibles para la alimentación animal, en este caso nos referimos a la biomasa procedente de la flora natural de especies forrajeras aprovechables para el consumo de los vacunos.

Si bien se ha medido la oferta individual de cada especie forrajera identificada sin embargo con fines prácticos para determinar la carga animal de la pradera necesariamente se ha utilizado el método de transecto de esa forma en cada muestra definida en el método en 1M2 se identifica el aporte forrajero de las especies en conjunto en gr/M2 obteniendo luego como producto final que el aporte de biomasa de la finca es de 1,51 Tn de M.S./ha que aplicando el porcentaje aprovechable en condiciones de pastoreo extensivo se convierte en una oferta forrajera de 272,88 kg M.S./ha (ver cuadro No.2). Sarabia Toledo sostiene que las forrajeras xerofíticas en su mayoría son consumidas por el ganado bovino criado en condiciones extensivas en la llanura chaqueña, las dificultades de acceso en el consumo y los factores climáticos como la disponibilidad de agua hace que el aprovechamiento de estas forrajeras se limite solo en un 17 – al 18 % de su producción natural, este factor de aprovechamiento de los recursos forrajeros en área de chaco fue ajustado en el estudio para determinar la producción de biomasa cuyo resultado tiene relación con lo que indica este autor, de esta manera se presenta el siguiente cuadro que nos reporta la producción de biomasa (ver Tabla 1)

Muestra No.	Especies naturales	Coordenadas		msnm	Peso MV/M2 gr
		X	Y		
1	Mistol Tala Coca de cabra	419563	47631828	724	230
2	Mistol Sacha rosa Coca de cabra	419373	7630453	742	280
3	Escayante Mistol Ulala Taquillo Pasto	419166	7628938	556	410
4	Duraznillo Pasto Garrancho	419177	7627368	766	220
5	Duraznillo	418931	7625893	790	180
6	Duraznillo Coca de cabra	418737	7624605	811	220
7	Mistol Duraznillo	418929	7623289	828	300
Peso total: 1.840 gr Peso promedio materia vegetal consumida/vacunos en 1M2 = gr Materia Vegetal % MS 57,69 Producción de Materia Seca por M2= 151,63 g Rendimiento en M.S./ha = 1,51Tn % aprovechable 18% Rendimiento Aprovechable de biomasa natural/ha = 272,88 kg/ha en M.S.					

*Tabla 1: Cuantificación de biomasa/ especie forrajera/M2 en gr  
Fuente: Elaboración propia*

Este cuadro nos muestra que el rendimiento de biomasa por hectárea es de 272,88 kg/ha M.S. siendo las principales forrajeras que aportan biomasa el duraznillo, tala, taquillo, ulala y mistol, aunque las demás igualmente son forrajeras palatables.

El rendimiento en la producción de forraje natural depende fundamentalmente de las lluvias sean éstas tempranas o tardías de igual manera facilitan la cobertura vegetal con la consiguiente oferta de biomasa nativas de acuerdo a la información recolectada y observación, se puede sacar como resultado que las lluvias tempranas en los meses de octubre y noviembre han favorecido el rebrote de la vegetación lo que ha mejorado la oferta de forraje y ha mejorado el estado físico de los vacunos tanto por la oferta forrajera como por la disponibilidad vegetal las misma que en el periodo de estiaje propor-

cionaron mayor oferta de hojarasca con resultados positivos para la alimentación animal, se ha podido observar que la variabilidad en la presencia de precipitaciones ha provocado un desequilibrio en la floración y fructificación de las especies leñosas provocando en algunas especies la producción de frutos en dos o más periodos, este fenómeno fue positivo para la alimentación animal, lo que significa que el fenómeno del cambio climático con relación a la disponibilidad forrajera no ha causado daños negativo

### Actividad de resultado 3.- Determinar la calidad de las especies forrajeras nativas

La valoración nutricional de las forrajeras nativas de la Estación Experimental de Puerto Margarita y área de influencia se la realizó en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la UAJMS entre ellos se presenta la siguiente Tabla.

Nombre común muestra	RESULTADOS ANALISIS QUIMICO			
	MS (%)	P (ppm)	Ca (%)	PB (%)
Algarrobilla (hoja – fruto)	61,17	146,1	0,31	15,36
Algarrobo (fruto)	83,58	56,9	0,41	12,21
Chañar (hoja)	53,16	409,9	1,93	14,24
Coca de cabra (fruto)	36,43	0	0	0
Duraznillo – Choroque (hoja)	38,42	257,9	1,7	13,25
Garrancho (hoja)	47,72	216,1	1,14	14,68
Huancar (hoja)	30,31	344,1	3,63	12,15
Mistol (hoja)	49,61	397,9	1,35	14,55
Quebracho blanco (hoja)	46,72	230,0	0,76	13,01
Sacha rosa (fruto)	16,21	689,0	3,49	12,99
Tusca (hoja – tallo)	57,16	336,2	2,52	10,48
Tala (hoja)	38,02	265,3	2,32	16,26
Taquillo (hoja)	62,55	246,7	1,22	14,55
Toborocho (fruto)	14,73	373,6	2,33	13,11

Tabla 2: Aporte nutricional de diferentes especies forrajeras nativas del área de Puerto Margarita en MS (%), P (ppm), Ca (%) y PB (%)

Fuente: Elaboración propia

	MS (%)	P (ppm)	Ca (%)	PB (%)
Media	44,20	294,12	1,75	12,422
Error típico	5,16	47,24	0,30	1,110
Mediana	46,72	265,30	1,70	13,110
Moda	18,62	170,31	1,10	4,002
Desviación estándar	346,72	29005,07	1,21	16,018
Varianza de la muestra	68,85	689,00	3,63	16,260
Rango	14,73	0,00	0,00	0,000
Mínimo	83,58	689,00	3,63	16,260
Máximo	574,62	3823,60	22,80	161,480
Suma	13,00	13,00	13,00	13,000
Cuenta	11,25	102,92	0,66	2,419
Nivel de confianza (95,0%)				

*Tabla 3: Análisis estadístico del comportamiento del valor nutricional de las forrajeras nativas del área de Puerto Margarita  
Fuente: Elaboración propia*

El cuadro y su análisis nos muestra los resultados bromatológicos de las diferentes especies forrajeras dentro de un nivel de confianza del 95% así tenemos en MS(%) una media general en cuanto a esta variable de 44,20, la desviación estándar de 18,62 que nos indica que existe una dispersión entre los valores, encontrando valores de 14,73 en la especie Toborochi que es la especie que reporta el menor porcentaje de MS, mientras por el otro extremo se encuentra que la especie como ser el algarrobo que reporta valores por encima de los 80 % (83,58) existiendo un rango entre los extremos de 68,85% todo esto para un nivel de confianza de 95% de probabilidad.

En cuanto al P(ppm) tomando en cuenta el estadígrafo que corresponde al rango, nos muestra un elevado valor, de 689ppm lo que indica que existe especies que su composición este elemento es elevado, como también existen especies con valores bajos de este elemento, o que no existe este elemento en su composición, si tomamos en cuenta la desviación estándar que es un estadígrafo de dispersión observamos un valor que sobrepasa los 100 lo que vuelve

a confirmar la existencia de valores muy altas y muy bajos y dispersos presentes en las diferentes especies.

Con respecto a la PB se observa que los valores nutricionales de las forrajeras en estudio tienen estrecho margen de variabilidad de un 10,48% que tiene la tusca hasta un máximo de 16,26% que reporta la tala, esto nos hace ver que el valor proteico de las forrajeras xerofíticas de consumo de los vacunos en el área de estudio tiene un buen aporte nutricional en PB con una mediana de 13,11% y un error de 1,11%. Según Benavides (1994). Sostiene que las características nutricionales y de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería estas especies pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de forrajes en época de sequía. Por lo tanto, el sistema radicular de los árboles es más desarrollado que el de forrajeras rastreras, por lo que estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrientes desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores (Zenteno y otros 2022).

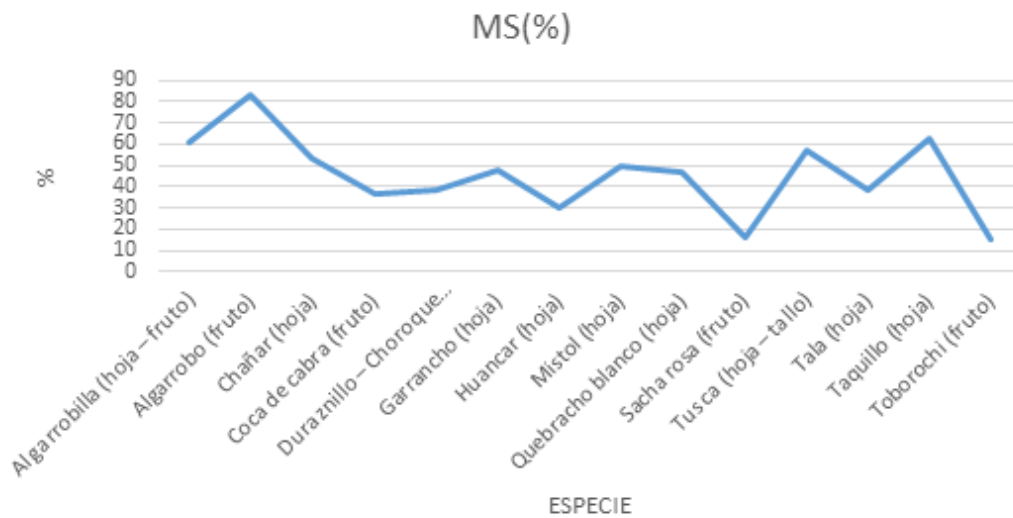


Figura 2: Relación de M.S. (Materia Seca)/especies forrajeras /aporte de biomasa  
Fuente: Elaboración propia

La gráfica nos muestra que no existe una uniformidad en cuanto se refiere al % en M.S (Materia Seca), debido a que algunas forrajeras pierden agua más rápido que otras y de la misma manera algunas pruebas fueron ejecutadas en hoja y otras en frutos lo que hace variar el contenido de agua.

Sin embargo, este análisis nos permite determinar el consumo forrajero y por consiguiente la capacidad de carga animal definida en la finca de estudio de 11,9 h/UG.

Según investigadores del Instituto Argentino de Investigación y del INTA, sostienen que la inclusión de especies leñosas forrajeras en el manejo de sistemas ganaderos está limitada por el desconocimiento que se tiene sobre la calidad y la cantidad de forraje que éstas pueden producir (Dalla Tea et al., 1992; Karlin y Díaz, 1984; Dayanoff, com. pers.). Existen algunos trabajos realizados para el Chaco Semiárido Argentino, sobre la calidad nutricional de los arbustos como forraje y la época de consumo de los mismos por parte de los animales (Martín et al.), asimismo hacen referencia al manejo animal y de las forrajeras, en el

estudio realizado se tiene resultados sobre algunos nutrientes de las arbustivas y arbóreas del Chaco en el área de Puerto Margarita, si bien no cubren las necesidades nutritivas de los vacunos sin embargo contribuyen con un excelente aporte nutricional en su condición de forrajeras nativas, de igual manera la producción de biomasa de 272,88 kg MS/ha, permite manejar una carga animal que en condiciones de pastoreo natural continuo tiene gran importancia en el uso y aprovechamiento de los recursos forrajeros naturales en la producción de ganado bovino en áreas de chaco.

#### Actividades del resultado 4.- Determinar la carga animal "CA"

En sistemas extensivos de producción bovina, se define como carga animal a la unidad de superficie por el número de animales expresados en número de hectáreas por cabeza o unidad ganadera

Para determinar la CA en la finca de la Estación Experimental de Puerto Margarita se ha realizado el estudio con el hato de bovinos criollos de la finca de donde se tiene los siguientes resultados:



CATEGORIA	PESO PROMEDIO kg
Un año	237
Machos dos años	256
Hembras dos años	244
Vacas	327
Toros	393
Promedio peso	291

Tabla 4: Registro de Peso Promedio del Hato de Bovinos Criollos eepm/categoría

Fuente: Elaboración propia

El cuadro nos muestra un peso promedio del hato de bovinos criollos de la Estación Experimental de Puerto Margarita de 291 kg. P.v. este peso nos permite determinar el consumo animal en M,S, y poder estimar la carga animal (C.A)

- Peso vivo promedio del hato por Unidad animal "UA" 291,4 kg
- Consumo animal de forraje en MS/año con una relación de 3 kg. De Ms por cada 100 kg de peso vivo resulta un consumo de 3.190,83 kg MS por animal/año
- Rendimiento de Materia Seca "MS" en la pradera 1.516 kg/ha
- Porcentaje de forraje aprovecha en condiciones extensivas 18% del forraje producido, por tanto, queda disponible para la alimentación de los vacunos 272,88 kg MS/ha

De donde resulta que la capacidad de carga de la finca de la Estación Experimental de Puerto Margarita es:

$$CA = \frac{\text{forraje consumido}}{\text{Forraje producido}}$$

$$CA = 3.190,83 \text{ kg} = 11.69 \text{ ha/UG/año}$$

Lo que significa que para producir ganado vacuno en condiciones extensivas en la finca de la Estación Experimental de Puerto Margarita se necesita anualmente 11,69 ha/UG

Alcérreca (1.982), sostiene que la Capacidad de Carga Animal es número de animales que pueden pastorear en un potrero sin afectar la productividad de forraje; de aquí surge la expresión "esta finca carga tantos animales", es decir, que puede mantener un determinado número de animales. Para lograr esto, es necesario conjugar el pastoreo del máximo número de animales conservando cada uno el máximo nivel de producción sostenible. Si se relaciona lo indicado por Alcérreca, podemos indicar que, con la carga determinada para el predio de la Estación Experimental de Puerto Margarita, los vacunos tienen un buen comportamiento productivo y reproductivo.









#### 4. CONCLUSIONES

- El fenómeno del cambio climático produce alteración en el comportamiento de la flora natural, que afecta la producción de biomasa natural, sin embargo, el rendimiento de los indicadores zootécnicos de producción en la crianza bovina en condiciones extensivas bajo el impacto de este cambio climático, dependerá del manejo, de la disponibilidad de agua en los abrevaderos y de la carga animal
- El factor agua en la crianza de vacunos a campo abierto en el área semiárido de la zona de estudio es fundamental su disponibilidad y distribución, favorece la toma del líquido e incrementa las horas de consumo forrajero por el equilibrio hídrico que mantiene en homeostasis al animal

- Manejar el recurso forrajero natural mejora los índices de producción, potreros para maternidad y destete contribuye a reducir el índice de mortalidad de terneros y regula los servicios de monta en las vacas madres y hembras primizas
- Una alternativa que contribuye a mejorar los rendimientos de la producción en la finca consiste en el cerramiento perimetral de la finca y divisiones internas para el pastoreo diferido y rotacional de la pradera con pasturas nativas considerando la oferta de biomasa de la flora tanto de la fructificación como de ramoneo de acuerdo a la distribución de las especies forrajeras en la fisiografía de la finca
- Los resultados del análisis bromatológico de las especies forrajeras nativa de la región de Puerto Margarita nos indica que, los valores nutricionales de la flora nativa no cubren las necesidades nutritivas de los vacunos, pero los aportes son significativos para mantener una producción bovina en condiciones extensivas sin dañar el ecosistema
- Los suelos franco arenosos y arenosos si bien son frágiles en su estructura con mayor probabilidad de erosión, sin embargo, la fácil infiltración de agua permite un rápido rebrote de la vegetación.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- 🔖 BASTIDA (1997). Bolivia país ganadero; Tarija una ganadería promisoría, Revista M 3, Memoria de confederación de ganaderos de Bolivia. Santa Cruz, Bolivia pp. 33-34.
- 🔖 BREGAGLIO, M., Karlin, U., Coirini, R. (1999) Respuesta de Especies Arbustivas Forrajeras a Tratamientos de Desmonte Selectivo en el Chaco Árido, Argentina. <https://www.redalyc.org/pdf/428/42800807.pdf>
- 🔖 BRODY (1964), sitio argentino de producción animal, factores que afectan pubertad del ganado bovino edad y peso. Ed. 1ra Edit. Bruño pp 2 – 7, Buenos Aires – Argentina.
- 🔖 DUTHIL J (1.989) Producción de Forrajes, 4ta edición, editorial Ediciones Mundi-Prensa, Madrid
- 🔖 Fernández, J., Prause, J., Gandara, F. (2003) Valor Nutritivo en la Biomasa Forrajera de Montes Nativos Manejados en el Chaco. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20naturales/49-valor\\_nutritivo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/49-valor_nutritivo.pdf)
- 🔖 GREE, (1983), Influencia del sexo en la ganadería de peso. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz, Bolivia.
- 🔖 KENNEDY, (1963). Anatomía y Fisiología de la Reproducción Bovina. Bogotá- Colombia, Ed. 2da, pp. 162-167
- 🔖 KINDER, (1987) desarrollo folicular Temperatura y humedad, Manual de publicaciones, pp. 16-17.
- 🔖 Ledesma, R., Saracco, F., Coria, R., (2017) Guía de forrajeras herbáceas y leñosas del chaco seco: identificación y características para su manejo. Buenas prácticas para una ganadería sustentable. Kit de extensión para el Gran Chaco. <https://inta.gob.ar/documentos/forrajeras-herbaceas-y-lenosas-del-chaco-seco> , <http://hdl.handle.net/20.500.12123/8130>
- 🔖 LÓPEZ SEBASTIÁN; (1989). Pubertad en la hembra bovina. Táchira – Colombia. <albeitar.portalveterinaria.com/.../Pubertad-en-la-hembra-bovina.-Revisio.
- 🔖 MAURICIO B. HELMAN Ganadería tropical (1969) ganado bovino criollo en Bolivia. Ed. 3ra. Edit. El ateneo, pp 195– 199, Buenos Aires – Argentina

-  Pinto, J. (2019). Determinación de la disponibilidad y análisis nutricional del forraje en un bosque xerofítico del Chaco Semiárido, departamento Bermejo, Formosa, Argentina. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v39n1/v39n1a03.pdf>
-  PINEDA, (1994). Pubertad del ganado bovinocriollo. (<http://www.gdcbiotech.com/bovinos/industria/bovino%20y%20sus%20derivados%20financiera%20rural%202012pdf>)
-  PRIETO, (1994). Factor determinante sobre la Pubertad, Manual de ganadería para el trópico de Bolivia, Una orientación para las zonas ganaderas del trópico de Bolivia, La Paz - Bolivia.<Anatomía reproducción bovina - gtrd.bogo.com/p/fisio.htm. >
-  RINQUET, (1994). El fotoperiodo infertilidad nutricional y metabólica de la vaca; incidencia de la infertilidad nutricional y metabólica. ed. acribia s.a., pp. 39 44. Zaragoza – España.
-  RojasJ y otros cita Revista El Bovino criollo (2018), Caracterización morfológica, manejo e impacto ambiental del ganado bovino criollo en la región del chaco boliviano, revista No.01, 1ra ed. Cochabamba 2018
-  SARAVIA TOLEDO, C. (1995) Manejo para recuperar el pastizal nativo y estacionar servicios, Manual de ganadería del Chaco Boliviano, Ira. Ed. Editorial Talleres Gráficos, Sucre, Bolivia, Pág. 82 90.
-  SCHILLO, (1992). Repercusión de la agricultura en la ganadería. edit. noriega ed. 2da. Impresión, México, pp. 158 160.
-  ZENTENO, (2022), Guía de plantas forrajeras y melíferas, La diversidad florística, Ministerio de medio ambiente y agua La Paz Bolivia.

## BIM APLICADO EN TERRITORIO

BIM APPLIED IN TERRITORY

---

Fecha de recepción: 04/06/2024 | Fecha de aceptación: 28/06/2024

Careaga Cherroni Edgar Mario<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docente de Postgrado - Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

*Correspondencia del autor:* edgarcareagacherroni@gmail.com<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

La integración del BIM (Building Information Modeling) y el CIM (City Information Modeling) en la gestión territorial ofrece una solución avanzada para enfrentar los retos de la planificación y desarrollo urbano. Al combinar las capacidades de BIM que se centran en la representación detallada de edificaciones y con las de CIM, que abarcan infraestructuras a gran escala y además la suma de BIMs, permite que con ambas se obtenga una visión holística del entorno. Esta sinergia permite una planificación más precisa en función a un BIG Data (estadística de geometría y datos), también mejora la coordinación entre las distintas disciplinas y optimiza la gestión del ciclo de vida de los proyectos.

Los beneficios de esta integración incluyen una representación más completa del territorio, la capacidad para realizar simulaciones detalladas de escenarios futuros y una coordinación más efectiva entre profesionales, además, facilita la gestión eficiente de recursos, reduce costos y tiempos de ejecución y minimiza los impactos ambientales, genera la posibilidad de toma de decisiones en función a datos.

A medida que la tecnología avanza, la combinación de BIM y CIM se posiciona como una herramienta clave para un desarrollo urbano más sostenible y adaptado a las necesidades del siglo XXI.

## ABSTRACT

The integration of BIM (Building Information Modeling) and CIM (City Information Modeling) in territorial management offers an advanced solution to face the challenges of urban planning and development. By combining the capabilities of BIM, which focus on the detailed representation of buildings, with those of CIM, which cover large-scale infrastructures, and also the sum of BIMs, it allows both to obtain a holistic view of the environment. This synergy allows for more precise planning based on BIG Data (geometry and data statistics), it also improves coordination between different disciplines and optimizes the management of the life cycle of projects.

The benefits of this integration include a more complete representation of the territory, the ability to perform detailed simulations of future scenarios and more effective coordination between professionals. In addition, it facilitates the efficient management of resources, reduces costs and execution times and minimizes environmental impacts, generating the possibility of decision-making based on data. As technology advances, the combination of BIM and CIM is positioned as a key tool for more sustainable urban development adapted to the needs of the 21st century.

**Palabras Clave:** BIM, CIM, BIG DATA

**Keywords:** BIM, CIM, BIG DATA

## 1. INTRODUCCIÓN

La metodología BIM está basada en el diseño tridimensional de geometría vinculada a datos alfanuméricos como una de sus tantas definiciones actuales de BIM, metodología que es aplicada originalmente para el rubro de la arquitectura, aunque hoy por hoy es aplicada en todas las infraestructuras construidas por los seres humanos.

Es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción, su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. (Buldingsmart, 2024)<sup>1</sup>

Si seguimos esa lógica de aplicación podemos inferir que la suma de edificios y de infraestructura diseñados bajo la metodología BIM permite construir una ciudad de forma virtual (Virtual Building, Gemelo Urbano, Infraestructura)

La metodología se basa en diseñar y combinar básicamente cuatro modelos virtuales por actividad o especialidad en diseños arquitectónicos definidos como:

- Modelo Arquitectónico
- Modelo Estructural
- Modelo MEP o de Instalaciones
- Modelo Zonas o Medio Ambiental

Esta metodología está basada en trabajo colaborativo y en función a un lenguaje de intercambio abierto (OpenBIM de Building Smart (smart, 2023; Buldingsmart, 2024)<sup>4</sup>) llamado IFC (Industry Foundation Classes) (Buldingsmart, 2024) que permiten intercambiar y combinar geometría tridimensional y datos alfanuméricos entre todas sus disciplinas (Arquitectura e Ingenierías).

Tanto los edificios virtuales como la infraestructura están construidos sobre un territorio y ese soporte físico se llama ciudad.

Las variables territorio (lote, distrito, barrio, etc.) diseñadas en esta metodología BIM permiten configurar el diseño virtual de la geometría tridimensional del territorio y contener sus datos alfanuméricos. La suma de diseños BIM de arquitectura e infraestructura configuran lo que hoy en día se llama CIM. Entendemos que básicamente la ciudad es construida por arquitectos, ingenieros y afines y si todos hablan el mismo lenguaje y utilizan un método en común con un formato de intercambio de geometría y data (BIG DATA) (arimetrics, 2024)<sup>2</sup>, estamos caminando por el camino correcto.

Entre la suma de todos se configura un BIG DATA de territorio y ciudad (CIM) (<https://www.theagilityeffect.com/es/article/sig-bim-cim/>, 2024)<sup>3</sup> que además comparte un lenguaje en común, un método de trabajo y permite transferir geometría y metadatos (BIG DATA).

La complejidad de una ciudad requiere del empleo de todas las nuevas herramientas posibles para volverla más sostenible, más eficiente. La aplicación de la metodología BIM CIM es el inicio de una construcción virtual de la ciudad que combina datos alfanuméricos aplicados a geometría 3D y a una escala elegida permitiendo crear una base de datos (BIG DATA).

Si entendemos que estamos en un proceso de digitalización, denominada la revolución tecnológica 4.0, considerada la década de los datos y la estadística, debemos entender la necesidad urgente de contar con un sistema que nos permita administrar toda esta información producida, datos que son a la vez cuantitativos y cualitativos, vinculados a una geometría 3D.

La creación de un (BIG DATA) permitirá entender y administrar de forma eficiente la ocupación de este soporte físico de territorio llamado ciudad.

Actualmente el sistema de administración de ciudades y territorio en Bolivia está a cargo de los gobiernos municipales de cada ciudad dentro de la Ley Marco de Autonomías y Descentralización Andrés

Ibañez N 031 Ley del 19 de julio de 2010.5

Las nuevas teorías urbanas como la Acupuntura Urbana plantean nuevos escenarios donde existe la necesidad de entender cada uno de los componentes y tiene una particular importancia la forma en que se relacionan e interactúan entre ellos y su dinámica de cambio. Estos nuevos paradigmas de ciudad requieren un sistema metodológico que permita avanzar al mismo ritmo del cambio planteado.

Las ciudades se construyen en la metodología BIM, la suma de construcciones BIM conforma un CIM que es la base de una ciudad inteligente como resultado de la suma de las partes, que es en realidad una suma de BIMs a gran escala.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Hipótesis

La implementación de BIM-CIM en la gestión territorial mejora significativamente la planificación y sostenibilidad de los desarrollos urbanos al proporcionar una visualización avanzada, facilitar un análisis detallado de escenarios y promover una coordinación interdisciplinaria más efectiva, resultando

en un uso más eficiente de los recursos y una mayor capacidad para mitigar riesgos ambientales. Permite la creación de una base de datos abierta escalable compuesta de geometría y datos alfanuméricos en un formato común y para uso colaborativo.

### 2.2. Metodología

Se aplica una metodología deductiva a través de un trabajo descriptivo y explicativo.

### 2.3. Procedimiento

Se formula la aplicación del sistema metodológico planteado CIM-BIM logrando implementar un sistema de registro geométrico 3D que sea interoperable, de formato abierto y adaptable a la escala y requerimientos específicos del órgano municipal de cada ciudad con la posibilidad de generar datos estadísticos fiables y además con un control de calidad de los mismos para conseguir administrar, registrar, y diagnosticar de forma eficiente el territorio.

La base de datos generada es escalable de acuerdo a las necesidades de cada territorio

Se puede trabajar en tres escalas micro, media y macro. (Figura 1)

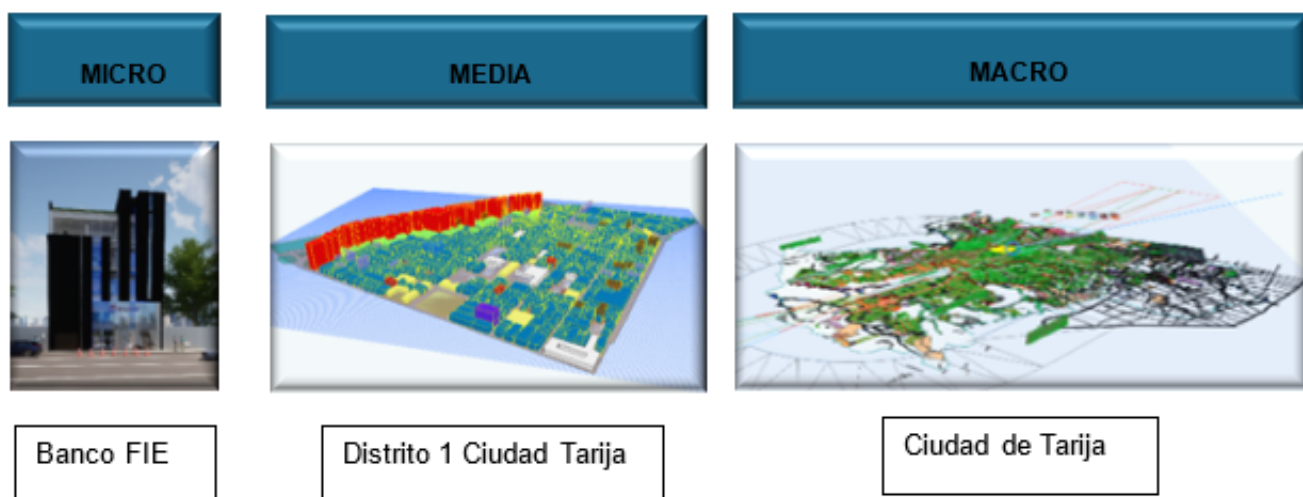


Figura 1. Escala de Trabajo de ArchiCAD

Fuente: Elaboración propia

sualización y en un formato común (IFC).1

Al aplicar la metodología CIM-BIM creamos un BIG DATA con recopilación, transformación, cuantificación, análisis y registro de geometría 3D, para la vinculación entre ellos con la creación de datos cuantitativos y cualitativos.

El método CIM-BIM permite recopilar y transformar la información gráfica 2D en 3D, recopilar y sistematizar la información de datos ya existente, insertar los datos al entorno gráfico y vincular la geometría 3D a los datos.

Todo elemento creado en BIM en tres dimensiones tiene geometría y datos alfanuméricos.

## 2.4. Geometría y Datos

Se vinculan con propiedades cuantitativas que son como ejemplo área, perímetro, volumen, etc.

Asimismo, se vinculan con propiedades cualitativas que son datos alfanuméricos, como ejemplo nombre, estado jurídico, datos técnicos, georreferencia, normativas, número de cédula de identidad, número Celular, etc. (Figura 2)

Actualmente la mayoría de los sistemas de diseño CAD y registro de edificaciones en los sistemas de ordenamiento territorial carecen de escala, vinculación entre ellos, interoperabilidad y control de calidad.

La ciudad y el territorio van cambiando de forma dinámica transformando la manera de como vivimos y nos relacionamos en ese nuevo soporte de la tecnología desarrollada en el espacio físico llamado ciudad. Estas nuevas tecnologías y su ritmo acelerado plantean la necesidad de adaptarse a estos nuevos

desafíos. La evolución de los sistemas CAD y la geometría 3D vinculada a datos alfanuméricos permiten desarrollar de forma eficiente la administración del territorio mediante la aplicación de la tecnología CIM-BIM.

Una base de datos CIM-BIM además de contener datos cuantitativos y cualitativos, adiciona variables de propiedades y clasificación dentro de ellos.

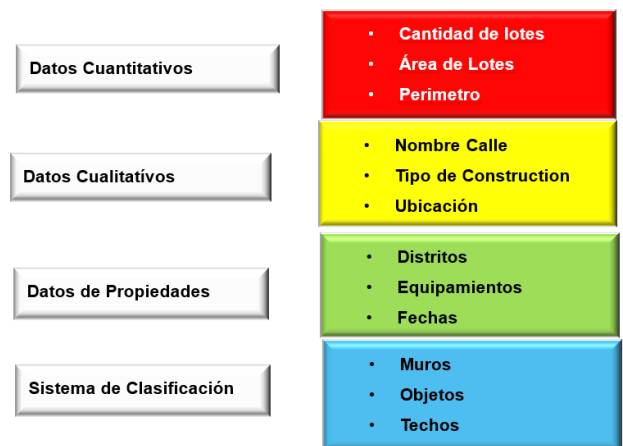


Figura 2. Componentes de una base de datos CIM-BIM.

Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Base de Datos y Esquemas

Una base de datos CIM-BIM se cuantifica mediante esquemas. Los esquemas son planillas

electrónicas de cuantificación de Datos cuantitativos, cualitativos, propiedades y sistemas de clasificación. Se refieren a cuadros de datos ordenados de un diseño personalizado del proyecto, que permiten cuantificar los elementos del mismo, realizar control de calidad y precios unitarios. Están divididos en esquema 2.



Figura 3. Componentes de un esquema de una base de datos.

Fuente: Elaboración propia



## 2.6. Elementos

Las geometrías 3D están creadas con las herramientas de ArchiCAD y a cada una de ellas se las puede vincular con los componentes de la base de datos.

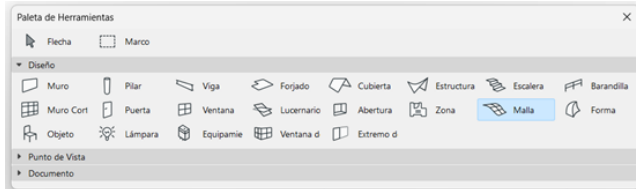


Figura 4. Paleta de herramientas ArchiCAD para la creación de elementos.

Fuente: Elaboración propia

## Aplicación de datos a elementos mediante herramientas

Cada elemento creado por una herramienta debe contener los datos necesarios de acuerdo a la temática que se desea abordar. Figuras 5- 9.

### ID /Categoría/Rehabilitación

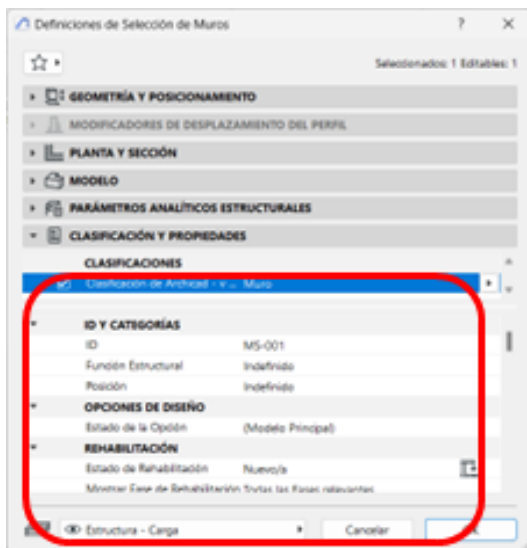


Figura 5. Sistema de ID de ArchiCAD

Fuente: Captura pantalla Software ArchiCAD

## Propiedades

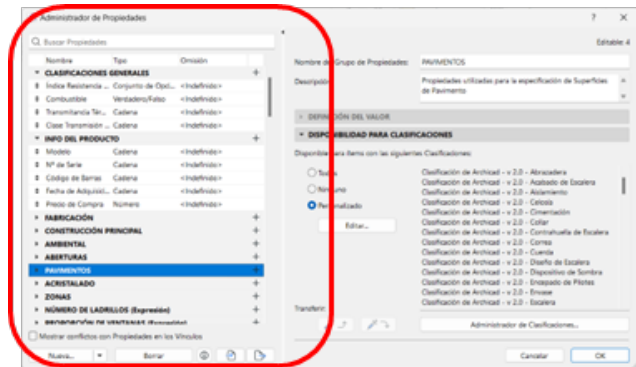


Figura 6. Propiedades de ArchiCAD

Fuente: Captura pantalla Software ArchiCAD

## Clasificación IFC

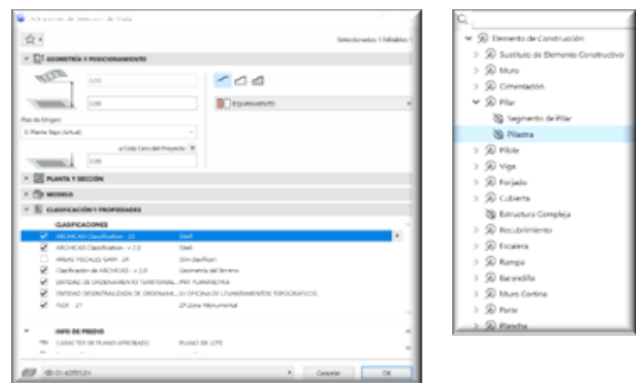


Figura 7. Sistema de clasificaciones de ArchiCAD.

Fuente: Captura pantalla Software ArchiCAD

## Superficies

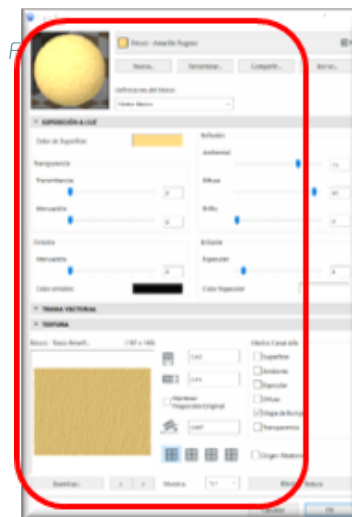


Figura 8. Superficies de ArchiCAD

Fuente: Captura pantalla Software ArchiCAD

## Materiales

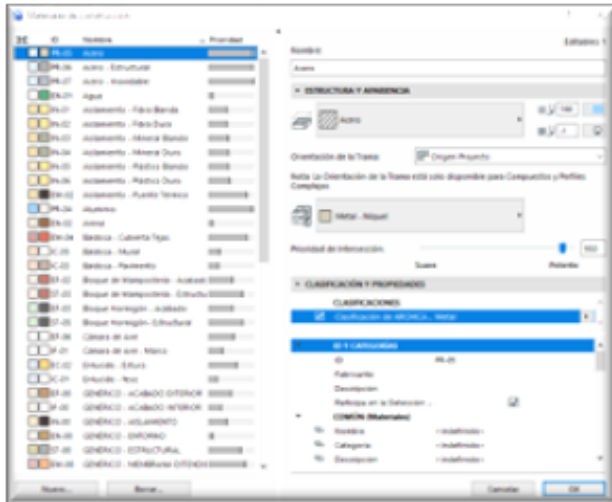


Figura 9. Materiales en ArchiCAD

Fuente: Captura pantalla Software ArchiCad

### 3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE BIM A TERRITORIO

La idea básica de la aplicación de la metodología BIM a territorio es generar un modelo CIM-BIM (modelo inteligente de la ciudad), similar al modelo desarrollado para edificación e infraestructuras, que contenga información detallada sobre las entidades en el modelo y las relaciones entre ellas.

Un modelo CIM puede ser utilizado por urbanistas y diseñadores para planificar una ciudad de manera más eficiente y efectiva, también permitirá la simulación de diferentes aspectos tales como el tráfico, la energía, la gestión de residuos, la limpieza, el impacto de desastres naturales, etc. Digamos que existe una relación biunívoca entre CIM y lo que se ha dado en llamar Smart Cities.

BIM, CIM y las ciudades inteligentes están entrelazados, ya que BIM puede verse como un habilitador y desarrollador de la ciudad inteligente, aportando herramientas e información con una base de datos común para ayudar a las ciudades a enfrentar los desafíos que plantea el crecimiento urbano a través de la mejora de su eficiencia operativa, trazabilidad

operacional y transparencia.

Los sistemas BIM-CIM permiten trabajar en diferentes escalas y alcances:

- Construir una visual 3D del municipio con todos los elementos urbanos sobre una única base de datos.
- Registrar e inventariar todos los lotes y construcción del territorio de las ciudades.
- Inventariar todos los elementos que componen los servicios urbanos de las diferentes concesiones y secciones, con un nivel de desarrollo mínimo (Level of development LOD).
- Permitir una ventanilla abierta con los ciudadanos para compartir información de interés público.
- Agilizar los procesos de abrir y cerrar incidencias.
- Generar indicadores de puntos críticos en cada uno de los servicios de obras ejecutadas en marcha y futuras.
- Prever inversiones y consumos energéticos en materia de mantenimiento, etc.

El BIM-CIM es un resultado de trabajo colaborativo que permite generar y gestionar información mediante el uso de modelos digitales 3D durante el ciclo de vida de un proyecto de edificación, predio, lote o infraestructura y sus componentes en un espacio virtual de forma estructurada y aplicado a un espacio real llamado ciudad dentro de un territorio. (Figuras 10- 13)

Asimismo, el BIM-CIM permite mejorar la gestión municipal de administración del territorio con diferentes resultados:

1. Inclusión del ciudadano en los procesos de transformación.

2. Colaboración y cooperación entre las partes.
3. Unificación de la información de manera centralizada.
4. Valoración de la gestión de riesgo.
5. Mejora de la gestión de los recursos públicos.
6. Responsabilidad ambiental.



Figura 10. Distrito 1 Ciudad de Tarija  
Fuente : Elaboración propia

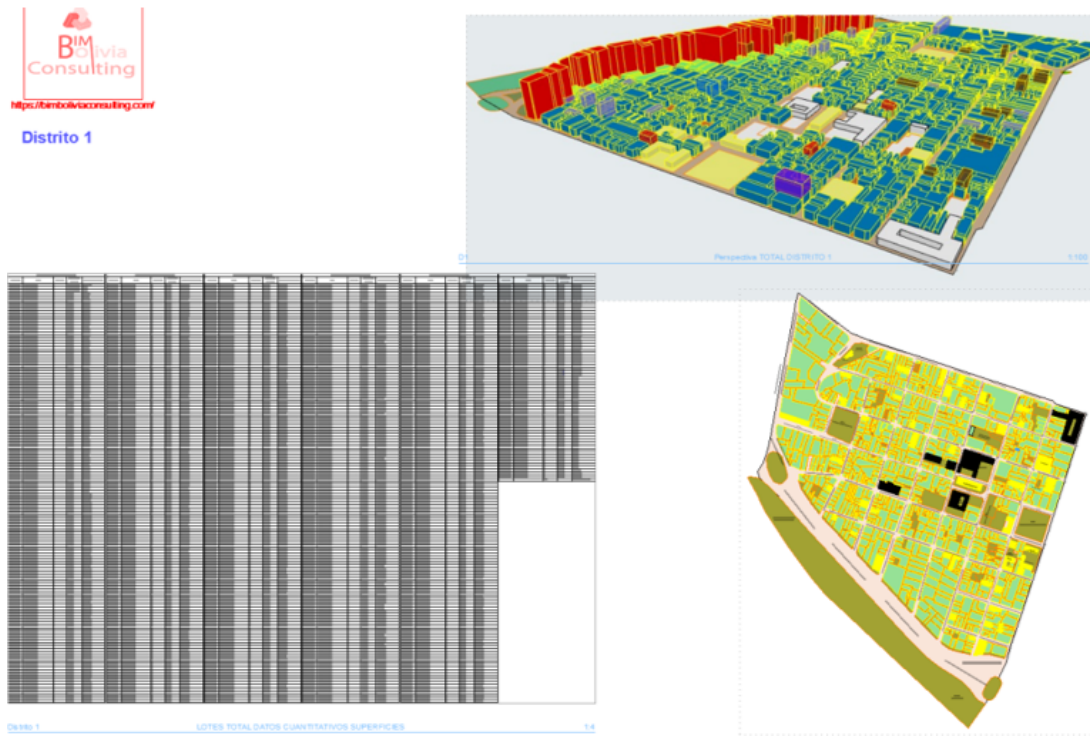


Figura 11. Esquema Cualitativo Distrito 1 Ciudad de Tarija.  
Fuente: Elaboración propia

Distrito 1 - USOS TOTAL DADOS CUALITATIVOS														
DISTRITO	Capa	ID de Elemento	COD. CATASTRAL	Cantidad	USO ACTUAL	CARACTER DE PLANO	CATEGORIA (1)	NOMBRE	CARNET DE IDENTIDAD	TELEFONO	NOMBRE PROYECTISTA	Nº DE TESTIMONIO	Nº DE FOLIO	Nº DE ESCRITURA
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-001	16-111-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Sandra Raquel García Mar...	7101191	78647225	Ara. Mario Taron	5072628	0008/2017	1637913
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-002	2-75-38-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Hugo Francisco Zeballos B...	1629001	79412199	Ara. Nilsa Estima Est...	1834747	0009/2017	7155439
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-003	10-114-13-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Maria Antonieta Gonzaga S...	2032143	78962162	Ara. Orlando Orozco	1066385	0010/2017	4523127
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-004	10-12-26-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Javier González Gonzaga Fe...	7217121	78958271	Ara. Umberto Torres	1628840	0011/2017	1671126
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-005	18-82-38-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Juan Erik Medina Castillo	4749991	4612648	Ara. Ramiro Silva Ca...	1833272	0012/2017	1662321
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-006	10-102-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Alfredo Lechón Romero La...	4853321	71148132	Ara. Johnny Martínez	2114317	0013/2017	1666980
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-007	20-104-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Mary Imhove Namazzi Noto...	1824441	71148166	Ara. Umberto Torres	1641277	0014/2017	1623037
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-008	18-102-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Frank Rodrigo Flores Miler	7101914	7960322	Ara. Haydee Vera Te...	5222643	0015/2017	1624203
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-009	12-20-3-0-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Flore Huancá Huancá Sola...	4947773	7183001	Ara. Umberto Torres	1805917	0016/2017	1671211
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-010	10-151-3-0-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Ara Cristina Suroguty Galla...	10040704	71955555	Ara. Carlos Pardo	5964242	0017/2017	1646721
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-011	4-75-24-3-0-0	1	DOMINIO	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Demario Ortega Garzon	1811281	74688888	Ara. Eileen Jacinto	1827668	0018/2017	1662626
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-012	16-87-16-3-0-0	1	OTRO	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Rubén Silva Mares Magaña	1119601	78962162	Ara. Eileen Jacinto	1628840	0019/2017	1671838
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-013	11-88-44-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Alicandra Andrade Lopez B...	1884195	78964239	Ara. Johnny Martínez	1118686	0020/2017	1638889
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-014	12-75-3-0-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	James Marcelo Lingüiza Ma...	4145641	74175843	Ara. Carlos González	1669454	0021/2017	1666710
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-015	18-163-1-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Aldia Caron Sandoza Gomez...	3820911	77617455	Ara. Carlos González	1815028	0022/2017	1611144
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-016	26-12-13-3-0-0	1	OTRO	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Shenan Osvera Flores Miri...	2115427	7481238	Ara. Carlos González	7183003	0023/2017	1620281
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-017	19-90-15-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Raynoldo Gary Condon	3071860	78962162	Ara. Roberto Carlos	5078621	0024/2017	1671124
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-018	16-118-17-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Maria Cristina Figueroa Oja...	4134079	74157166	Ara. Eileen Medina	7118240	0025/2017	1641537
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-019	18-118-2-0-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Maria Cristina Figueroa Oja...	4134079	71158966	Ara. Eileen Medina	1811711	0026/2017	1646654
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-020	18-97-3-0-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Yerlyn Elena Rojas Guerra	4768996	74726715	Ara. Paul Gortazar	2217680	0027/2017	1626454
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-021	26-118-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	OTRO EMPLOO	Wanda Kodo Sotomayor Ba...	7252759	74832166	Ara. Magaly Serrano	4981778	0028/2017	1626453
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-022	10-102-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Samantha Flores Gomez...	5548536	75417166	Ara. Roberto Carlos	1811434	0029/2017	1667107
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-023	26-121-16-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Juan Carlos Paredo Lozano	1664800	79638233	Ara. Magaly Serrano	1261696	0030/2017	1672326
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-024	26-121-1-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Juan Carlos Paredo Lozano	1664800	76007555	Ara. Magaly Serrano	1875446	0031/2017	4721151
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-025	26-121-44-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Andrei Yagmina Hurtado	1144613	74445555	Ara. Carlos González	5062539	0032/2017	1666880
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-026	10-28-13-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Mariana Mariela Henao Be...	5051230	79633130	Ara. Jose Luis Flores	1625030	0033/2017	1691721
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-027	18-118-13-3-0-0	1	DOMINIO	PLANO DE USOS	OTRO EMPLOO	Rafael Fernando Rojas Mar...	6585961	76138286	Ara. Juan Rojas	2217680	0034/2017	1626454
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-028	16-111-16-3-0-0	1	OTRO	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Rafael Carlos Higueras Agu...	3031601	74135826	Ara. Magaly Serrano	4192119	0035/2017	1626451
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-029	10-38-4-0-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Pablo Cesar Salazar Soria	6306443	74137777	Ara. Eileen Jacinto	1227960	0036/2017	1671152
DISTRITO 1	01-D015-01	01-D015-030	16-111-90-3-0-0	1	MINIENDA	PLANO DE USOS	REPUBLICANA	Yuliana Susana Briceno	6114584	74847110	Ara. Eileen Jacinto	1227960	0037/2017	1671151

Figura 12. Esquema Cualitativo Distrito 1 Ciudad de Tarija.

Fuente: Elaboración propia



Figura 13. Gemelo urbano Puente 4 de Julio y Mercado Campesino.

Fuente: Elaboración propia

## 4. CONCLUSIONES

La cantidad de objetos (Entidades BIM) que pueden integrar un CIM son muy diversos. Van desde edificios, infraestructuras (puentes, caminos, entre otros), o los sistemas de alumbrado público, transporte, tráfico, sistemas de alcantarillados, redes de agua potable, sistemas de comunicación, etc.

La suma de estos objetos conforma el CIM con su BIG DATA con datos que van desde datos técnicos de funcionamiento, modificación y mantenimiento de los objetos y sistemas, hasta lotes y edificios, por

eso se convierte en una herramienta necesaria para la administración del territorio.

Cada CIM puede ser diseñado en función a los requerimientos propios de cada ciudad o territorio, se pueden adicionar geometría y datos nuevos en forma sencilla manteniendo la base de datos actualizada.

Si pensamos que en un futuro próximo podemos estudiar todos los componentes de una ciudad y su territorio, los datos de cada componente, la relación entre ellos con la geometría de una precisión exacta, georreferenciada conformando una base de datos escalable, el valor es incalculable.

## GLOSARIO

### Territorio

Un territorio es la parte física de un ordenamiento político-social, como una nación o un estado, que se delimita por sus fronteras.<sup>6</sup>

### BuildingSMART

BuildingSMART es el organismo industrial mundial que impulsa la transformación digital de la industria de activos construidos. BuildingSMART se compromete a ofrecer mejoras mediante la creación y adopción de estándares y soluciones internacionales abiertos para infraestructura y edificios.<sup>7</sup>

### OpenBIM

OpenBIM es un proceso colaborativo que mejora la accesibilidad, usabilidad, gestión y sostenibilidad de los datos digitales en la industria de activos construidos.<sup>7</sup>

### BIG DATA

BIG DATA se refiere a conjuntos grandes y diversos de información que crecen a un ritmo cada vez mayor. Abarca el volumen de información, la velocidad a la que se crea y recopila, la variedad o alcance de los puntos de datos que se cubren (conocidos como las "Tres v" del BIG DATA). Los BIG DATA a menudo provienen de la minería de datos y llegan en múltiples formatos.

BIG DATA es un gran conjunto de datos con volumen, variedad y velocidad crecientes.<sup>2</sup>



### CIM

El concepto de City Information Modeling (CIM) pone en relación los datos del edificio (BIM) y los del terreno (SIG) entre otros, para lograr la correcta inserción de un edificio inteligente en su territorio. Se trata de una herramienta de ayuda a la toma de decisiones para los promotores de la smart city.

Las definiciones expertas de un CIM o modelo de información de la ciudad generalmente describen un modelo de ciudad 3D "Super-BIM" totalmente integrado y habilitado semánticamente que hiperconecta de forma que a los usuarios con cualquier fuente de datos o herramienta de análisis contextual del proyecto, estática o dinámica.

El CIM es un Sistema de Información Geográfica (SIG) en 3D enriquecido con objetos que, en un determinado perímetro (barrio, zona industrial, ciudad, aglomeración, etc.), proporciona infinidad de información sobre estos objetos y otros a los que están conectados. En definitiva, el CIM es una gigantesca base de datos de objetos georreferenciados junto con sus conexiones.<sup>10</sup>

## 5. BIBLIOGRAFÍA

-  Gobierno de España EDICIÓN MARZO 2024 RECL\_BIM-Fundamentos-para-la-ciudad-digital-2.pdf (reddecidadesinteligentes.es)
-  by Editorial Team / febrero 1, 2024 City Information Modeling (CIM): revolución digital para ciudades inteligentes - BibLus (accasoftware.com)

- 🔖 Ley N° 031, del 19 de julio de 2010 Ley Marco de Autonomías y Descentralización "Andrés Ibañez" (respecto al medio ambiente) LEY MARCO DE AUTONOMÍAS Y DESCENTRALIZACIÓN
- 🔖 "Territorio". Autor: equipo editorial productora Etécé. Argentina. Última edición: 19 de septiembre de 2020. <https://concepto.de/territorio/#ixzz8b3dYyGm5>
- 🔖 Lily Maxwell 16/7/2018 From BIM to CIM: why building and city information modelling are essential to the development of Smart Cities | BIM-Community
- 🔖 EDITECA 15 Abril 2020 CIM: ciudades conectadas para construcciones inteligentes | Editeca
- 🔖 Eduardo García Martín 2 June 2021 08:00 AM Transformación de ciudades usando la metodología CIM - Blog - Innotica
- 🔖 por Editorial Team / diciembre 20, 2023 La visión innovadora de las Smart Cities a través del BIM - BibLus (accasoftware.com)
- 🔖 Alianza BIM junio 28, 2024 Rol del BIM en Smart City | Alianza Bim Post aBIM
- 🔖 BIM Channel 23 de abril 2014 BIM y las Smart Cities - Digitalización - BIM Channel
- 🔖 by Editorial Team / noviembre 30, 2023 Planificación y diseño con el enfoque integrado BIM-GIS - BibLus (accasoftware.com)



# MODELACIÓN NUMÉRICA DE UN CABEZAL DE ESTRIBO PARA PUENTE Y AUTOMATIZACIÓN DE SU MEMORIA DE CÁLCULO

NUMERICAL MODELING OF A HEAD FROM STIRUP TO BRIDGE  
AND AUTOMATION OF YOUR CALCULATION MEMORY

---

Fecha de recepción: 07/06/2024 | Fecha de aceptación: 28/06/2024

Echalar Flores Michael Willy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Civil, M. Sc. Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Civil, FCyT – U.A.J.M.S.

**Correspondencia del autor:** [michaelechalar@uajms.edu.bo](mailto:michaelechalar@uajms.edu.bo)<sup>1</sup>

Tarija - Bolivia

## RESUMEN

Este trabajo presenta la modelación numérica de un cabezal de estribo que soporta la superestructura de un puente, utilizando librerías de Python. Se describe un proceso automatizado que abarca desde el análisis estructural y el diseño del elemento de hormigón armado hasta la generación de la documentación técnica, incluyendo la memoria de cálculo y los esquemas de planos.

Se enfoca en la descripción del proceso, las herramientas utilizadas, y los resultados obtenidos con el fin de proporcionar un marco de referencia para otros investigadores, siendo este trabajo del tipo descriptivo.

La implementación se realiza completamente en un entorno de programación Python, utilizando diversas librerías especializadas que permiten optimizar el flujo de trabajo, evitando la necesidad de emplear múltiples herramientas de software. Se realiza el análisis estructural, el diseño de la sección, su detallamiento y la generación de su memoria de cálculo.

El estudio destaca las ventajas de Python, Latex y Quarto como un recurso accesible, eficiente y robusto para el análisis y diseño en ingeniería civil, demostrando su capacidad para reemplazar soluciones comerciales de software.

## ABSTRACT

This paper presents the numerical modeling of an abutment cap supporting a bridge superstructure, using the Python anaStruct library. An automated process is described that ranges from structural analysis and design of the reinforced concrete element to the generation of technical documentation, including the calculation report and drawing schemes.

It focuses on the description of the process, the tools used, and the results obtained in order to provide a reference framework for other researchers.

The implementation is carried out entirely in a Python programming environment, using various specialized libraries that allow the workflow to be optimized, avoiding the need to use multiple software tools. The study highlights the advantages of Python, Latex and Quarto as an accessible, efficient and robust resource for analysis and design in civil engineering, demonstrating their ability to replace commercial software solutions.

**Palabras Clave:** Python, Latex, Automatización, Diseño Estructural, FEM, Ingeniería Computacional.

**Keywords:** Python, Latex, Statics, FEM, Computational Engineering.



## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de análisis y diseño de elementos de hormigón armado es tedioso y requiere el paso por diferentes paquetes informáticos, iniciando por el empleado para el análisis del elemento; generalmente se emplean programas de elementos finitos como: Sap2000, CsiBridge, Midas y otros. A partir de los esfuerzos obtenidos se procede al diseño, para lo cual se suelen emplear planillas Excel, hojas de Mathcad y Matlab; se confeccionará posteriormente el plano constructivo que contiene el detallamiento de dimensiones y armaduras para la materialización del elemento. Lo cual se realiza generalmente en AutoCAD, se debe incluir también la memoria de cálculo la cual describe todo el proceso y permite la revisión de la idoneidad del trabajo, para lo cual se emplea casi siempre un documento de Word.

Lo descrito supone tráfico de información a través de varios paquetes y formatos. Este flujo de trabajo es ineficiente debido al tiempo necesario para realizar el cambio de formato, como a la posibilidad de la pérdida o corrupción de los datos durante el proceso.

El flujo óptimo es mantener todo el proceso dentro de una sola plataforma, en la cual se debe poder analizar, diseñar, dibujar y documentar. El proceso está descrito específicamente dentro del ámbito de la ingeniería estructural, pero de manera general lo que se está haciendo es emplear varios algoritmos y sistemas para solucionar un problema de ingeniería, esto último implica el uso de métodos computacionales y procesamiento de datos, lo que se está haciendo es Ingeniería Computacional como la define Fangohr (2018).

En la ingeniería actual debido a la complejidad de los problemas a los que se enfrenta y a la cantidad de datos existentes es necesario realizar cálculos numéricos, modelación, simulaciones y análisis de los datos obtenidos de estas (Huijse, 2022).

Es evidente que pocos recursos computacionales pueden cubrir los requerimientos para poder com-

pletar exitosamente el proceso, uno de ellos es el lenguaje de programación Python. De esta manera este trabajo se centra en la documentación y análisis de cómo se emplea el mismo para la automatización, de procesos de diseño y la generación de documentación técnica, se incluye la descripción detallada del algoritmo, las librerías empleadas y su modo de implementación. De esta forma la presente investigación puede considerarse como descriptiva.

Al tratarse este de un software libre y de código abierto ha sido acogido por la comunidad ingenieril en general, de modo que se cuenta con librerías para todas las tareas que deben ser realizadas en nuestro caso particular.

Las hay disponibles para la modelación numérica mediante elementos finitos en 2D y 3D como anaStruct, Pynite y Opensees; para el manejo de ecuaciones y cálculos de ingeniería como Sympy y Numpy, se puede pasar la notación de computadora a texto manual empleando Handcalc.

Es posible también manejar valores con unidades asignadas, de modo que, y al realizar los cálculos las mismas se compongan y simplifiquen, mediante Pint.

Están disponibles también librerías para la escritura de archivos dxf (formato universal para intercambio de información CAD) como Ezdxf o para la comunicación con AutoCad como Pycad. También se puede lograr la comunicación con Word mediante Python-docx. Añadiendo a lo mencionado existe Quarto, que es un sistema de publicación de documentación técnica de código abierto. El cual permite la creación de artículos informes y libros a partir de un archivo ipynb (interactive Python notebook) llamado cuaderno Jupyter, o de un archivo qm (quarto markdown); permitiendo la inserción de imágenes, tablas y otros.

Existen trabajos en los cuales se han realizado modelos numéricos para verificar la rigidez y el grado de deformación de elementos estructurales (Miran-

da et al., 2024), también se ha empleado en el cálculo de flechas inmediatas en elementos de hormigón armado (Déo, 2022), como en la optimización estructural de elementos sólidos como indican Sarma et al. (2023) y He et al. (2023); como también en cerchas (He et al., 2019).

El empleo de Python en la ingeniería civil no se reduce únicamente a la parte estructural, se ha empleado para el procesamiento de información y la predicción en 3D de investigaciones geotécnicas como mencionan Ngeno et al. (2024) y Ali & Shakir (2022). También se han empleado algoritmos para representar tridimensionalmente modelos hidrogeológicos (Mekonen et al., 2024).

El presente trabajo muestra la modelación numérica del cabezal de un estribo que soporta la superestructura de un puente, la cual incluye el análisis estructural, el diseño como sección de hormigón armado y el uso de esta información para la generación automática de documentación técnica que incluye la memoria de cálculo del elemento y esquemas para planos.

La integración de las librerías especializadas de Python para realizar el análisis, diseño, salida a planos y redacción de la memoria de cálculo se logra mediante Quarto; que es una implementación de la librería Pandoc, una versión moderna del lenguaje LaTeX. El cual siempre se ha empleado junto con Python para el manejo de expresiones matemáticas (Arroyo et al., 2024).

La generación de documentación técnica también ha empleado con bastante éxito Python y Latex (Poore, 2015). Los cuales permiten la generación automática de documentación. Respecto de esto Quarto supone un avance respecto de LaTeX, ya que no es necesario conocer el lenguaje a profundidad y se puede en gran parte de la generación de documentos evitar problemas de compilación. Sin embargo por sí mismo es

aún el estándar para la documentación matemática y de programación (Triantafyllidis & Papageorgiou, 2018).

Además de su uso en documentación técnica, Python y LaTeX son ampliamente usados en la generación de documentación educativa, como indica Orduz-Ducara (2013).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en un sistema de las siguientes características:

OS: Windows 11  
IDE: VS Code

### Se usaron los siguientes recursos de software:

Lenguaje: Python v.3.12.3  
Librerías: Anastruct  
Pandas  
Handcalc  
Openpyxl  
Numpy  
Pint  
Ezfxf  
Quarto  
Pypdf

La estructura de la carpeta que contiene el proyecto es la siguiente:

```
infraestructura/  
    MdC_cabezal_estribo/  
    planos/  
    imágenes/  
    pdf/  
    src/
```

Python tiene diferentes tipos de archivo, que permiten diferentes grados de interactividad, iniciamos en el guion de extensión py los cuales no permite interacción, simplemente se ejecuta el guion y se ob-

serva el resultado de la ejecución, como muestra la figura 1

```

memoriaEstribo.ipynb  hacer.py x
hacer.py > ...
1  import os
2  import subprocess
3
4  file = "memoriaEstribo.ipynb"
5  render = f"quarto render {file} --to pdf"
6  subprocess.run(render)
7  # render2 = f"quarto render {file} --to docx"
8  # subprocess.run(render2)
9  print(os.path, file)
10

```

Figura 1: Archivo de extensión .py  
Fuente: Elaboración propia

Esta la terminal interactiva que permite la carga sucesiva de comandos y la presentación de resultados parciales. Esta como el documento más interactivo en ya mencionado ipynb, e cual es un documento con estructura html que contiene células de código, resultados y texto de tipo markdown, como se muestra en la figura 2.

```

memoriaEstribo.ipynb  Untitled-1.ipynb
+ Code + Markdown | Run All Restart Clear All Outputs

a=1
b=2
c=a+b
[1] ✓ 0.0s

se va imprimir la variable c

print(c)
[2] ✓ 0.0s
... 3

```

Figura 2: Archivo de extensión .ipynb  
Fuente: Elaboración propia

Para que Quarto pueda traducir el archivo de tipo ipynb a un pdf, se requiere de un encabezado del tipo yaml, en el cual se define el formato del documento a generar: tamaño de la hoja, orientación, márgenes, si se va mostrar el código de celdas o no, etc. Un pequeño ejemplo se tiene en la figura 3.

```

File Edit Selection View Go Run Terminal Help
memoriaEstribo.ipynb  Untitled-1.ipynb
memoriaEstribo.ipynb > M+ MATERIALES. -
+ Code + Markdown | Run All Clear All Outputs Outline ...

---
title: Memoria de Calculo Cabezal de Estribo
format:
  pdf:
    keep-ipynb: true
    keep-tex: false
    documentclass: scrartcl
    papersize: letter
    toc: false
    shift-heading-level-by: 2
    fig-pos: "H"
    fig-cap-location: top
    geometry:
      - top=0.6in
      - right=.6in
      - bottom=0.8in
      - left=.6in
execute:
  echo: false
  warning: false
---
```

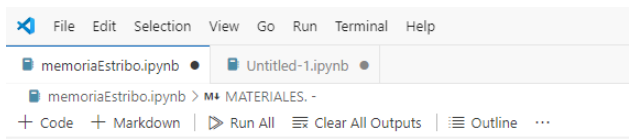
Figura 3: Encabezado de configuración en formato yaml  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se puede observar las líneas:

Execute:

Echo: false

Esto tendrá un efecto importante en el documento final ya que todas las celdas de código se escondrán, mas no su resultado. Por lo que la importación de librerías no será visible.



## NORMA DE DISEÑO. -

El puente se diseñó en su totalidad empleando la Norma de diseño: AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (9th Edition, 2020)

## CARGAS.

De acuerdo a la normativa adoptada AASHTO LRFD 2020 las cargas aplicadas se ha considerado como peso específico de los materiales los siguientes:

- Hormigón armado: 23.544 KN/m<sup>3</sup>
- Hormigón pretensado: 23.544 KN/m<sup>3</sup>
- Hormigón simple: 21.750 KN/m<sup>3</sup>

Carga de vehículos:

Se ha considerado en el diseño el vehículo HL-93.

```
from openpyxl import load_workbook
from anastruct import SystemElements, Vertex
from anastruct import LoadCase, LoadCombination
import handcalcs.render
from handcalcs import handcalc
import numpy as np
import pandas as pd
from math import sqrt
from textwrap import dedent
from IPython.display import Markdown

from pint import UnitRegistry

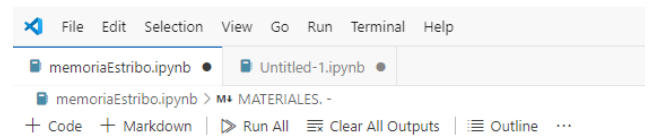
ureg = UnitRegistry()
ureg.default_format = "~"

pi=np.pi
```

Figura 4: Descripción de la norma, cargas e importación de librerías Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente se pueden emplear celdas con texto y código, en la figura 4, se puede observar el preámbulo que describe las normativas u condiciones del trabajo a realizar y también la importación de librerías de Python para las distintas tareas a realizar.

La parte siguiente del documento es la importación de valores, previamente calculados en una hoja de Excel, como se ve en la figura 5.



## Peso de la superestructura

```
tabla = pd.read_excel(r"D:/2024 proy/70 diseño final/03 pila/cabeza/TablaPesoSuperestructura.xlsx")

pd.set_option('display.max_rows', None)
pd.set_option('display.max_columns', None)
pd.set_option('display.width', 1000)
pd.set_option('display.colheader_justify', 'center')

tabla.head(8).style.format(precision=3).hide(axis="index")
```

Elemento	Area	Longitud	Volumen	Veces	Total
Tablero	1.777	30.600	54.364	1.000	54.364
Diafragma Int	2.393	0.250	0.598	6.000	3.589
Diafragma Ext	1.851	0.250	0.463	6.000	2.776
TOTAL LOSA					60.729
Sec I	0.524	27.400	14.366	4.000	57.463
Sec Ext	1.098	1.600	1.756	8.000	14.049
TOTAL VIGA					71.513

```
wb = load_workbook(r"D:/2024 proy/70 diseño final/03 pila/cabeza/Hoja2.xlsx")
sh = wb["Hoja2"]
```

Figura 5: Lectura de los pesos de la superestructura Fuente: Elaboración propia

La tabla generada de la lectura de datos se presentará en el documento en el formato de LaTeX. La figura 6 muestra la definición de la estructura en la librería Anastruct. Solucionada la misma en el sentido longitudinal y luego transversal se procederá a recuperar el momento máximo actuante como se ve en a figura 7.

Posteriormente se realiza el diseño de la sección de hormigón armado, para lo cual se debe recuperar el momento máximo como se indica en la figura 8. Se observa que al momento actuante se le han asignado unidades de kN.m y a las resistencias de los materiales en MPa, se verá más adelante que la librería de unidades simplificará y compatibilizará los resultados.

```

File Edit Selection View Go Run Terminal Help
memoriaEstribo.ipynb • Untitled-1.ipynb
memoriaEstribo.ipynb > MATERIALES.
+ Code + Markdown | ▶ Run All | Clear All Outputs | Outline ...

Nod = [None] * 8
Nod[0] = [0, 0]
Nod[1] = [L - 2 * 4.3 - 15.24, 0]
Nod[2] = [L - 2 * 4.3 - 15.24 + 4.3, 0]
Nod[3] = [L - 2 * 4.3 - 15.24 + 4.3 + 4.3, 0]
Nod[4] = [L, 0]
Nod[5] = [L + 4.3, 0]
Nod[6] = [L + 2 * 4.3, 0]
Nod[7] = [2 * L, 0]

[91]

A = 1
I = 510
E = 29000

ss = SystemElements(EA=E * A, EI=E * I)

[92]

#ss.add_element(location=[Nod[0], Nod[1]])
#ss.add_element(location=[Nod[1], Nod[2]])
#ss.add_element(location=[Nod[2], Nod[3]])
#ss.add_element(location=[Nod[3], Nod[4]],spring=(2: 0))

ss.add_element(location=[Nod[4], Nod[5]])
ss.add_element(location=[Nod[5], Nod[6]])
ss.add_element(location=[Nod[6], Nod[7]])

ss.add_support_hinged(node_id=[1,4])

ss.q_load(element_id=[ele for ele in range(1,4)], q=-0. carril)
ss.point_load(node_id=[2,1], Fy=-P)
ss.point_load(node_id=[3], Fy=-P/4)
    
```

Figura 6: Definición de la geometría de la estructura  
Fuente: Elaboración propia

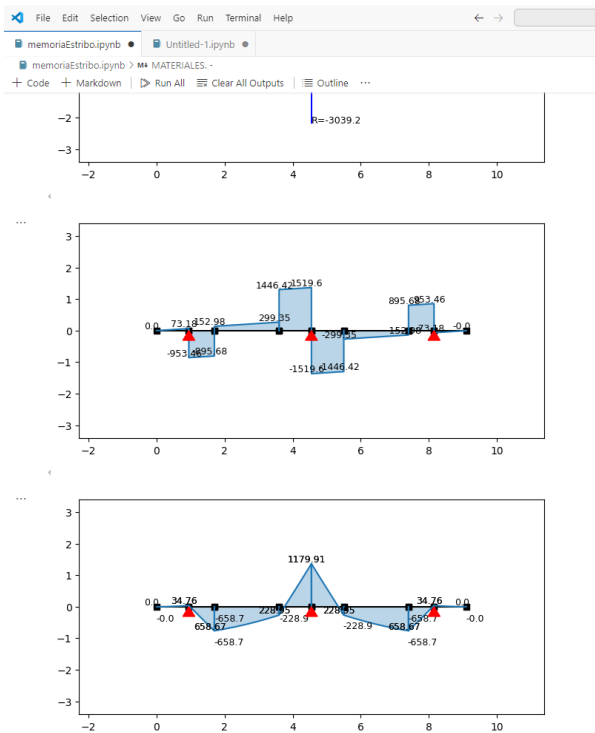


Figura 7: Diagrama de cortantes y momentos  
Fuente: Elaboración propia

```

File Edit Selection View Go Run Terminal Help
memoriaEstribo.ipynb • Untitled-1.ipynb
memoriaEstribo.ipynb > MATERIALES.
+ Code + Markdown | ▶ Run All | Clear All Outputs | Outline ...

M_u=ss.get_element_results(element_id=4)['Mmax']*ureg.kN*ureg.m

[121]

%%render
#Long

fc=21*ureg.MPa
fy=420*ureg.MPa

M_u
Phi=0.9
Mn= M_u/Phi
b=1.70*ureg.m
h=1.10*ureg.m
dc=0.025*ureg.m
d= h-dc
a= (d*(1-sqrt(1-Mn/(0.425*b*d**2*fc))))).to(ureg.cm)

[122]
    
```

Figura 8: Datos para el diseño de la sección de hormigón armado

Fuente: Elaboración propia

En este punto se debe aclarar que el código de Python recibe el valor de las variables y retorna el resultado de la evaluación de la fórmula, sin embargo, gracias a la librería Handcalc se puede realizar la presentación de la fórmula, la sustitución de valores y evaluación tal como se haría en un cálculo manual como se muestra en la figura 9.

$$\begin{aligned}
 f_c &= 21.000 \text{ megapascal} \\
 f_y &= 420.000 \text{ megapascal} \\
 M_u &= 1179.908 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter} \\
 \Phi &= 0.900 \\
 M_n &= \frac{M_u}{\Phi} \\
 &= \frac{1179.908 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter}}{0.900} \\
 &= 1311.009 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter} \\
 b &= 1.700 \text{ meter} \\
 h &= 1.100 \text{ meter} \\
 d_c &= 0.025 \text{ meter} \\
 d &= h - d_c \\
 &= 1.100 \text{ meter} - 0.025 \text{ meter} \\
 &= 1.075 \text{ meter} \\
 a &= \left( d \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_n}{0.425 \cdot b \cdot (d)^2 \cdot f_c}} \right) \right) \\
 &= \left( 1.075 \text{ meter} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{1311.009 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter}}{0.425 \cdot 1.700 \text{ meter} \cdot (1.075 \text{ meter})^2 \cdot 21.000 \text{ megapascal}}} \right) \right) \\
 &= 4.097 \text{ centimeter}
 \end{aligned}$$

Figura 9: Calculo de la profundidad del bloque comprimido  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 vemos que para un momento de 1179.9 kNm trabajando en una sección con hormigón de 21MPa y 420MPa de fluencia en el acero, son necesarias 9.42 barras de diámetro 20mm.

$$\begin{aligned} A_s &= \left( 0.85 \cdot a \cdot b \cdot \frac{f_c}{f_y} \right) \\ &= \left( 0.85 \cdot 4.097 \text{ centimeter} \cdot 1.700 \text{ meter} \cdot \frac{21.000 \text{ megapascal}}{420.000 \text{ megapascal}} \right) \\ &= 29.601 \text{ centimeter}^2 \end{aligned}$$

$$\phi = 20.000 \text{ millimeter}$$

$$\begin{aligned} A_b &= \left( \pi \cdot \frac{(\phi)^2}{4} \right) \\ &= \left( 3.142 \cdot \frac{(20.000 \text{ millimeter})^2}{4} \right) \\ &= 3.142 \text{ centimeter}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N &= \frac{A_s}{A_b} \\ &= \frac{29.601 \text{ centimeter}^2}{3.142 \text{ centimeter}^2} \\ &= 9.422 \text{ dimensionless} \end{aligned}$$

Figura 10: Determinación del área de armadura requerida y del número de barras

Fuente: Elaboración propia

Es evidente que el número de barras es adimensional (dimensionless).

Hasta este punto se ha realizado el análisis y diseño del elemento, y los comentarios de texto entre celdas de código completarían la memoria de cálculo. Para lograr la misma se debe compilar el cuaderno Jupyter usando Quarto en un pdf que sería el documento de la memoria de cálculo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo de elementos finitos logrado con la librería anaStruct de Python, tiene la misma calidad del que se conseguiría empleando paquetes de pago como SAP2000 o Midas, de tal forma que a partir del análisis de la estructura; el diseño y detallamiento puede llevarse a cabo con total seguridad y lograr documentación técnica como planos y memorias de cálculo a nivel constructivo.

A continuación, se presenta el documento compilado. Lo óptimo aquí es que en ningún momento es necesario salir del entorno de Python y a la vez se realiza análisis, diseño y memoria de cálculo. En este trabajo no se envían datos automáticos a AutoCad para la generación de planos, pero las librerías mencionadas antes tienen toda la capacidad para la realización de la tarea.

La figura 11 y todas sus sub figuras muestran el informe en toda su extensión; partiendo de la página 1 hasta la página 22. Se recuerda al lector que las celdas de código han sido escondidas para la generación del pdf, estando presentes los resultados de la ejecución de las mismas y las figuras logradas. Las imágenes detallan todo el proceso de análisis y diseño, incluyendo las normativas y condiciones asumidas. Se muestra también la disposición final de la geometría y de las armaduras, las cuales ya fueron tomadas de los planos constructivos, los cuales son fiel reflejo de las armaduras asumidas.

### 4. CONCLUSIONES

Los resultados logrados con el modelo de elementos finitos del cabezal de estribo que soporta la superestructura de un puente, generado mediante la librería anaStruct en Python es lo suficientemente robusto para ser empleado en análisis y diseño de elementos a nivel constructivo.

La integración de Python en el flujo de trabajo de la ingeniería civil, específicamente en el análisis y diseño estructural, ha demostrado ser altamente eficiente. Python, con sus extensas librerías como anaStruct, Numpy, y Quarto, permite automatizar y unificar procesos que tradicionalmente requerían múltiples herramientas de software. Esto no solo reduce el tiempo necesario para completar el ciclo de diseño, sino que también minimiza la posibilidad de errores y pérdida de información. Esto valida a Python como una alternativa viable y económica para profesionales e investigadores en el campo de la ingeniería civil.

Esta automatización no solo ahorra tiempo, sino que también garantiza una mayor coherencia y precisión en la presentación de los resultados.

Dada la flexibilidad y potencia de Python, se anticipa un aumento en su uso dentro de la ingeniería civil, no solo en el área estructural, sino también en otras disciplinas como la geotecnia e hidrología. La capacidad de Python para integrarse con diferentes herramientas y formatos lo convierte en un recurso valioso para enfrentar los desafíos futuros de la ingeniería civil.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Ali, H. M., & Shakir, R. R. (2022). Applying a Python script to predict the geotechnical properties of the Nasiriyah soil. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 961(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/961/1/012004>
- Arroyo, J., Mora, F., Eithel Rodríguez, & Porras, K. (2024). Parametrizando ejercicios con Python y LaTeX: una novedosa estrategia para generación de materiales de enseñanza y evaluación en matemáticas. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 24(2), 1–15.
- Déo, P. F. G. (2022). Desenvolvimento de software para engenharia de estruturas: Calculadora de flechas imediatas em vigas biapoiadas de concreto armado. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/16716>
- Fangohr, H. (2018). Introduction To Python For Computational Science And Engineering. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1411868>
- He, L., Gilbert, M., & Song, X. (2019). A Python script for adaptive layout optimization of trusses. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 60(2), 835–847. <https://doi.org/10.1007/s00158-019-02226-6>
- He, L., Schiantella, M., Gilbert, M., & Smith, C. C. (2023). A Python script for discontinuity layout optimization. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 66(7), 152. <https://doi.org/10.1007/s00158-023-03583-z>
- Huijse, P. (2022). *Computación Científica con Python*. <https://github.com/phuijse/Python-Book>
- Mekonen, S. S., Boyce, S. E., Mohammed, A. K., & Disse, M. (2024). Using an Open-Source Tool to Develop a Three-Dimensional Hydrogeologic Framework of the Kobo Valley, Ethiopia. *Geosciences*, 14(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/geosciences14010003>
- Miranda, Y. G. J., Pinheiro, R. M., Junior, H. G. D., & Xavier, C. R. (2024). Modelamento estrutural de elementos finitos: Estrutura do Auditório William Monachesi do Campus Universitário Olezio Galotti. *Cadernos UniFOA*, 19(54), Article 54. <https://doi.org/10.47385/cadunifoa.v19.n54.4811>
- Ngeno, F., Omuto, C., & Biamah, E. (2024). Contribution of 3D model representation in subsurface geotechnical investigations. *African Journal of Engineering and Innovation*, 2(1).
- Orduz-Ducucara, J. A. (2013). Técnicas en informática educativa (TIE): LaTeX y Python (herramientas para la enseñanza de las ciencias). *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 8(15), Article 15.
- Poore, G. M. (2015). PythonTeX: reproducible documents with LaTeX, Python, and more. *Computational Science & Discovery*, 8(1), Article 1.
- Sarma, L. S., Mallikarachchi, C., & Herath, S. (2023). Design-Informed Generative Modelling using Structural Optimization (arXiv:2308.06734). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.06734>

Triantafyllidis, C. P., & Papageorgiou, L. G. (2018). An integrated platform for intuitive mathematical programming modeling using LaTeX. PeerJ Computer Science, 4, e161.

## ANEXOS

### Descripción

La siguiente memoria de cálculo resume el análisis y diseño del cabezal de estribo de hormigón armado, soportada por fundación profunda consistente en cabezal y tres pilotes. El elemento es sub estructura del Puente Tomatitas - San Lorenzo.

### MATERIALES. -

Las características de los materiales a utilizarse en este proyecto son las siguientes:

#### Hormigón:

- Tipo A de 21 MPa resistencia cilíndrica característica a los 28 días a utilizarse en toda la estructura.

#### Armadura Pasiva:

- Acero estructural a utilizar en todo el puente con límite de fluencia mínimo de 420 MPa

#### Otros:

- Neopreno compuesto

### NORMA DE DISEÑO. -

El puente se diseñó en su totalidad empleando la Norma de diseño:

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications (9th Edition, 2020)

### CARGAS.

De acuerdo a la normativa adoptada AASHTO LRFD 2020 las cargas aplicadas son las siguientes: Peso propio:

Se ha considerado como peso específico de los materiales los siguientes valores:

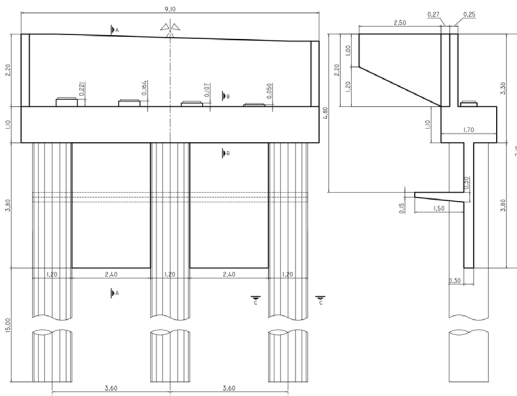
- Hormigón armado: 23.544 KN/m<sup>3</sup>
- Hormigón pretensado: 23.544 KN/m<sup>3</sup>
- Hormigón simple: 21.750 KN/m<sup>3</sup>

#### Carga de vehículos:

Se ha considerado en el diseño el vehículo HL-93.

*página 1 - materiales, normas y cargas*

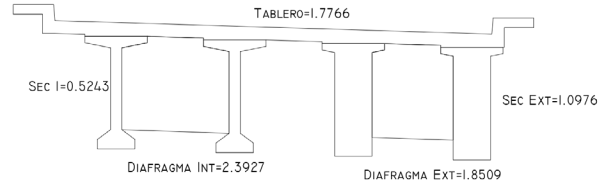
### Dimensiones estribo



*página 2 - geometría del elemento*

### Esquema de areas

Figure 1: Areas de elementos



### Peso de la superestructura

Table 1

Elemento	Area	Longitud	Volumen	Veces	Total
Tablero	1.777	30.600	54.364	1.000	54.364
Diafragma Int	2.393	0.250	0.598	6.000	3.589
Diafragma Ext	1.851	0.250	0.463	6.000	2.776
TOTAL LOSA					60.729
Sec I	0.524	27.400	14.366	4.000	57.463
Sec Ext	1.098	1.600	1.756	8.000	14.049
TOTAL VIGA					71.513

*página 3 – peso de la sección transversal*

$$losa_{volumen} = 60.729$$

$$viga_{volumen} = 71.513$$

$$total_{volumen} = losa_{volumen} + viga_{volumen} \\ = 60.729 + 71.513 \\ = 132.242$$

$$\gamma_{hormigon} = 23.544$$

$$total_{peso} = total_{volumen} \cdot \gamma_{hormigon} \\ = 132.242 \cdot 23.544 \\ = 3113.504$$

$$N_{apoyos} = 4$$

$$reaccion = \frac{total_{peso}}{N_{apoyos}} \cdot \frac{1}{2} \\ = \frac{3113.504}{4} \cdot \frac{1}{2} \\ = 389.188$$

### Reaccion longitudinal carga viva

$$L = 30$$

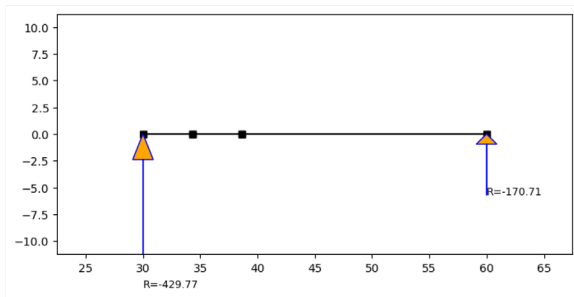
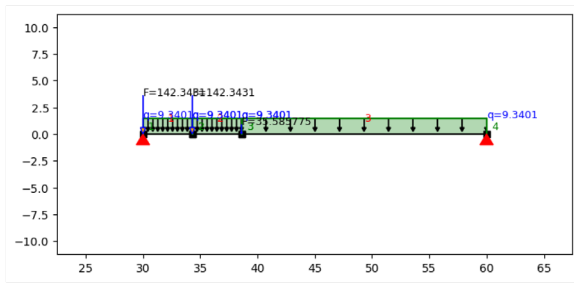
$$P = 142.343$$

$$Q_{carril} = 9.340$$

*página 4- reacción longitudinal del peso propio y carga viva*



Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

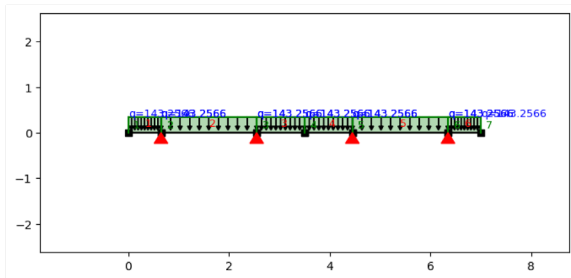
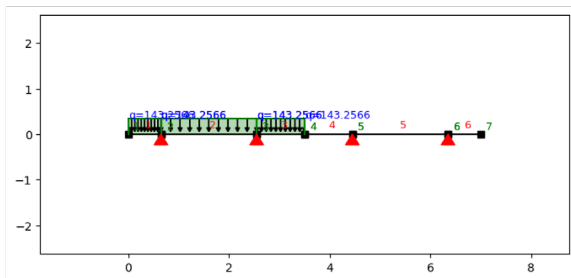


$$R = -429.770$$

$$\text{ancho}_{\text{carril}} = 3$$

página 5 – reacción longitudinal de carga viva

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo



Solucion de la estructura

1\_carril

página 7- un carril cargado y dos carriles cargados

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

Distribucion transversal

$$\text{los}_{\text{ancho}} = 7$$

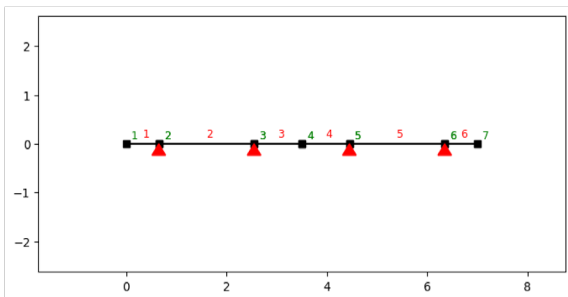
$$s = 1.900$$

$$N_{\text{vigas}} = 4$$

$$a = \frac{\text{los}_{\text{ancho}} - s \cdot (N_{\text{vigas}} - 1)}{2}$$

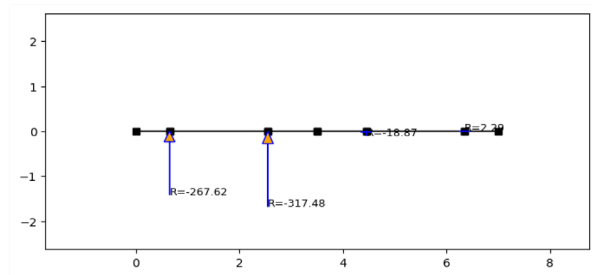
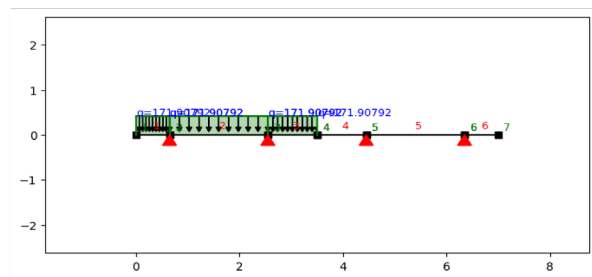
$$= \frac{7 - 1.900 \cdot (4 - 1)}{2}$$

$$= 0.650$$



página 6 – esquema para distribución transversal

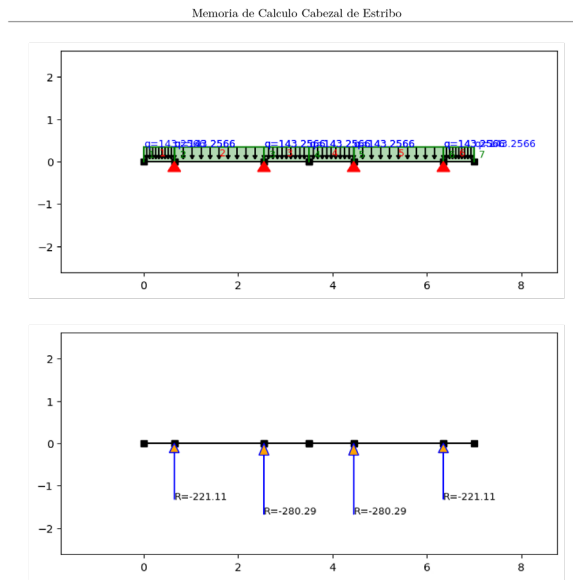
Memoria de Calculo Cabezal de Estribo



<IPython.core.display.Javascript object>

2\_carril

página 8 – reacciones de un carril cargado



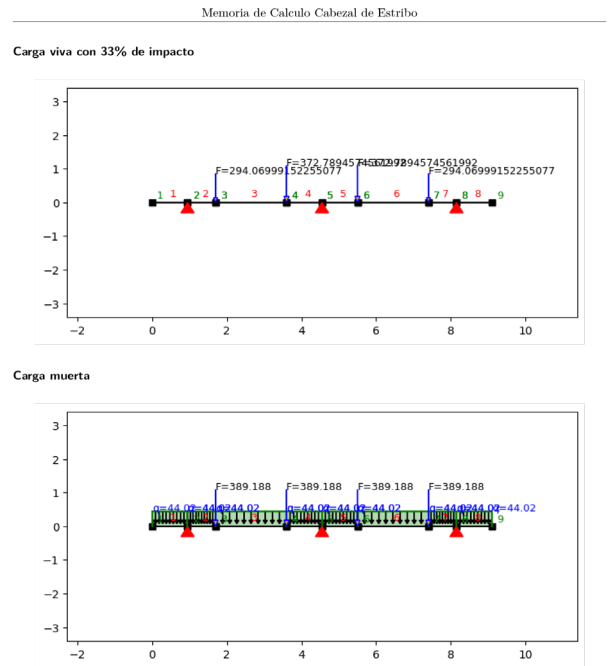
<IPython.core.display.Javascript object>

asumimos carga crítica de 2 carriles cargados, las reacciones a usar son:

Reaccion No 1 = -221.105  
lado izquierdo

Reaccion No 2 = -280.293  
Interior

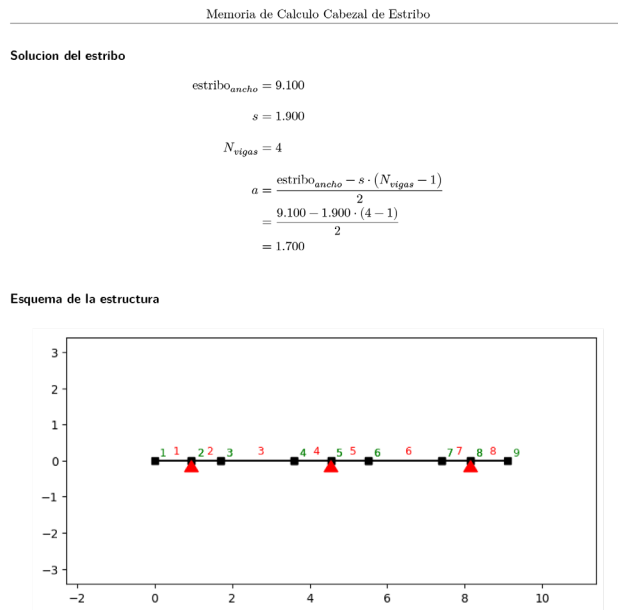
página 9 – reacciones de dos carriles cargados, es la que domina el diseño



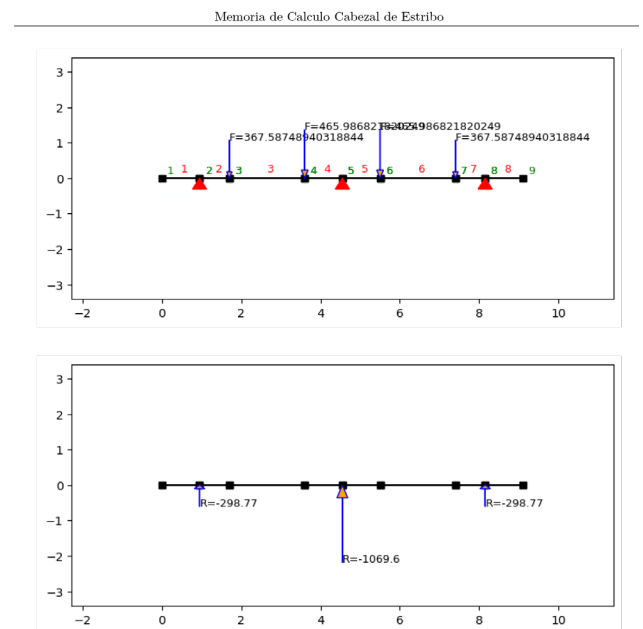
Solucion de los casos de carga y combinacion

1.25D + 1.75L

página 11- combinacion pésima

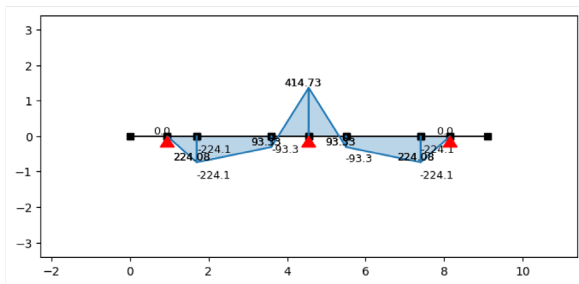
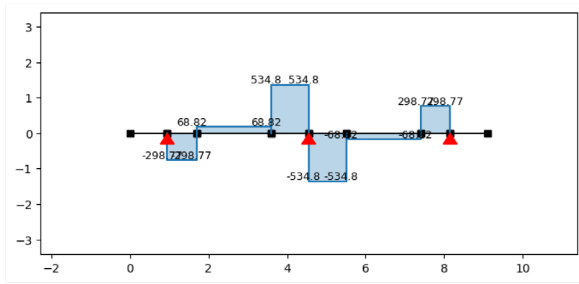


página 10- esquema del estribo que recibe las reacciones ya calculadas de la superestructura



página 12- reacciones en estribo carga muerta

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

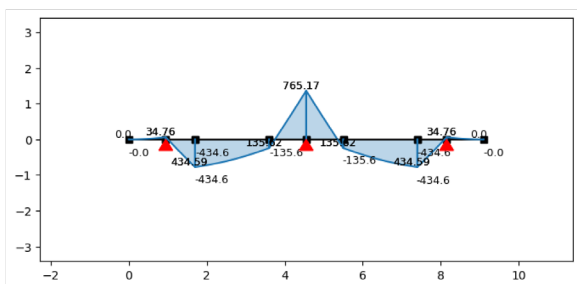
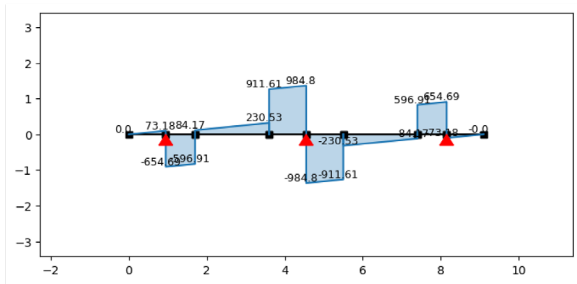


<IPython.core.display.Javascript object>

Dead

página 13-cortantes y momentos en el estribo por carga muerta

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

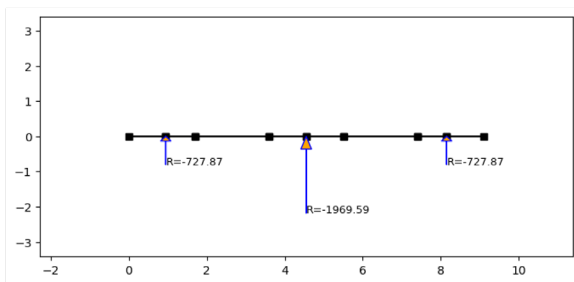
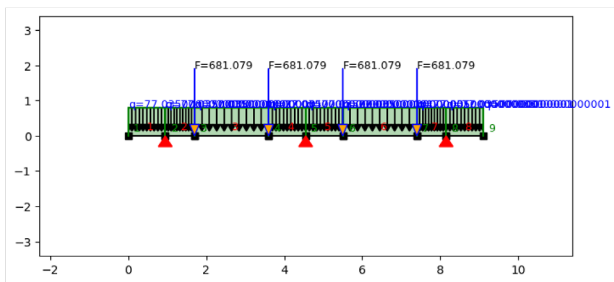


<IPython.core.display.Javascript object>

combination

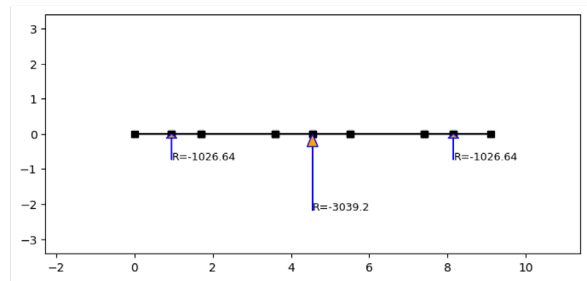
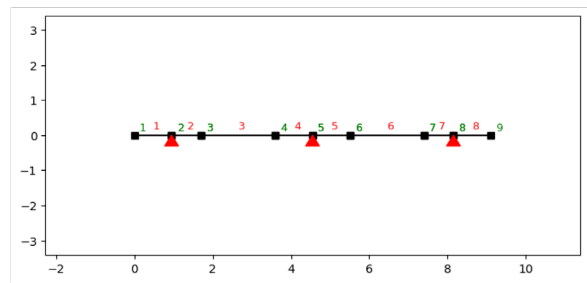
página 15 - cortantes y momentos de la carga viva

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo



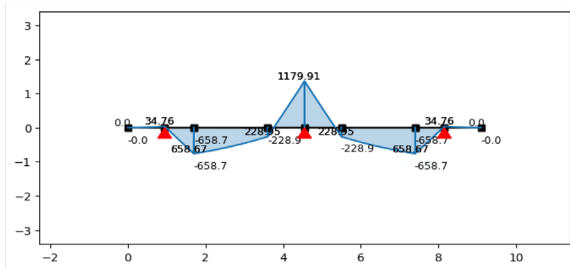
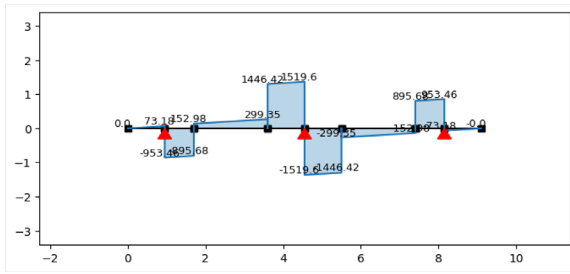
página 14-reacciones de la carga viva

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo



página 16- reacciones combinación

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo



<IPython.core.display.Javascript object>

página 17 – cortantes y momentos de la combinación

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

$$A_s = \left( 0.85 \cdot a \cdot b \cdot \frac{f_c}{f_y} \right) = \left( 0.85 \cdot 4.097 \text{ centimeter} \cdot 1.700 \text{ meter} \cdot \frac{21.000 \text{ megapascal}}{420.000 \text{ megapascal}} \right) = 29.601 \text{ centimeter}^2$$

$$\phi = 20.000 \text{ millimeter}$$

$$A_b = \left( \pi \cdot \frac{(\phi)^2}{4} \right) = \left( 3.142 \cdot \frac{(20.000 \text{ millimeter})^2}{4} \right) = 3.142 \text{ centimeter}^2$$

$$N = \frac{A_s}{A_b} = \frac{29.601 \text{ centimeter}^2}{3.142 \text{ centimeter}^2} = 9.422 \text{ dimensionless}$$

Asumimos 10φ20

Diseño a corte

$$V_u = 1519.599 \text{ kilonewton}$$

$$\beta = 0.500 \text{ megapascal}$$

$$c = 1.000 \text{ megapascal}$$

$$d_v = d - \frac{a}{2} = 1.075 \text{ meter} - \frac{4.097 \text{ centimeter}}{2} = 1.055 \text{ meter}$$

página 19- armadura para flexión e inicio de verificación a corte

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

Diseño de hormigon armado

Diseño a Flexion

$$f_c = 21.000 \text{ megapascal}$$

$$f_y = 420.000 \text{ megapascal}$$

$$M_u = 1179.908 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter}$$

$$\Phi = 0.900$$

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1179.908 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter}}{0.900} = 1311.009 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter}$$

$$b = 1.700 \text{ meter}$$

$$h = 1.100 \text{ meter}$$

$$d_c = 0.025 \text{ meter}$$

$$d = h - d_c = 1.100 \text{ meter} - 0.025 \text{ meter} = 1.075 \text{ meter}$$

$$a = \left( d \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{M_n}{0.425 \cdot b \cdot (d)^2 \cdot f_c}} \right) \right) = \left( 1.075 \text{ meter} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{1311.009 \text{ kilonewton} \cdot \text{meter}}{0.425 \cdot 1.700 \text{ meter} \cdot (1.075 \text{ meter})^2 \cdot 21.000 \text{ megapascal}}} \right) \right) = 4.097 \text{ centimeter}$$

página 18- momento ultimo y diseño de hormigón armado

Memoria de Calculo Cabezal de Estribo

$$V_{e1} = \left( \beta \cdot 0.083 \cdot d_v \cdot b \cdot \sqrt{\frac{f_c}{c}} \right) = \left( 0.500 \text{ megapascal} \cdot 0.083 \cdot 1.055 \text{ meter} \cdot 1.700 \text{ meter} \cdot \sqrt{\frac{21.000 \text{ megapascal}}{1.000 \text{ megapascal}}} \right) = 340.925 \text{ kilonewton}$$

$$V_{e2} = (0.25 \cdot f_c \cdot d_v \cdot b) = (0.25 \cdot 21.000 \text{ megapascal} \cdot 1.055 \text{ meter} \cdot 1.700 \text{ meter}) = 9411.547 \text{ kilonewton}$$

$$V_c = \min(V_{e1}, V_{e2}) = \min(340.925 \text{ kilonewton}, 9411.547 \text{ kilonewton}) = 340.925 \text{ kilonewton}$$

$$V_s = V_u - V_c = 1519.599 \text{ kilonewton} - 340.925 \text{ kilonewton} = 1178.674 \text{ kilonewton}$$

$$\phi = 12.000 \text{ millimeter}$$

$$A_b = \left( \pi \cdot \frac{(\phi)^2}{4} \right) = \left( 3.142 \cdot \frac{(12.000 \text{ millimeter})^2}{4} \right) = 1.131 \text{ centimeter}^2$$

$$A_s = 4 \cdot A_b = 4 \cdot 1.131 \text{ centimeter}^2 = 4.524 \text{ centimeter}^2$$

$$s = \left( A_v \cdot d_v \cdot \frac{f_y}{V_s} \right) = \left( 4.524 \text{ centimeter}^2 \cdot 1.055 \text{ meter} \cdot \frac{420.000 \text{ megapascal}}{1178.674 \text{ kilonewton}} \right) = 16.999 \text{ centimeter}$$

página 20 - determinación de la armadura a corte y su espaciamento

Asumimos 4φ12c/15

**Armadura de temperatura**

$$\begin{aligned}
 h &= 1.100 \text{ meter} \\
 b &= 1.700 \text{ meter} \\
 C &= 7500.000 \text{ megapascal} \\
 c &= 2.000 \frac{\text{meter}}{\text{centimeter}^2} \\
 A_{s_{temp}} &= \frac{C \cdot h \cdot b}{c \cdot (h + b) \cdot \gamma_y} \\
 &= \frac{7500.000 \text{ megapascal} \cdot 1.100 \text{ meter} \cdot 1.700 \text{ meter}}{2.000 \frac{\text{meter}}{\text{centimeter}^2} \cdot (1.100 \text{ meter} + 1.700 \text{ meter}) \cdot 420.000 \text{ megapascal}} \\
 &= 5.963 \text{ centimeter}^2
 \end{aligned}$$

φ = 12.000 millimeter

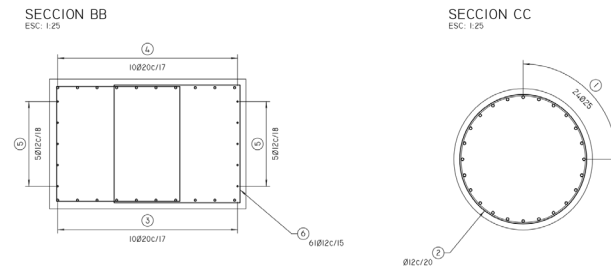
$$\begin{aligned}
 A_b &= \left( \pi \cdot \frac{(\phi)^2}{4} \right) \\
 &= \left( 3.142 \cdot \frac{(12.000 \text{ millimeter})^2}{4} \right) \\
 &= 1.131 \text{ centimeter}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \left( \frac{A_b}{A_{s_{temp}}} \cdot 1 \cdot \text{ureg.m} \right) \\
 &= \left( \frac{1.131 \text{ centimeter}^2}{5.963 \text{ centimeter}^2} \cdot 1 \cdot \text{ureg.m} \right) \\
 &= 18.966 \text{ centimeter}
 \end{aligned}$$

Asumimos 5φ12c/18

*página 21- armadura de temperatura de la sección*

**Disposicion final de armaduras**



*página 22-disposicion final de las armaduras, ya tomado de los planos constructivos*

# LA APLICACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE VACUNAS CONTRA LA COVID-19 EN ESTADOS UNIDOS DURANTE EL 2021

THE APPLICATION OF BIOTECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF VACCINES  
AGAINST COVID-19 IN THE UNITED STATES DURING 2021

---

Fecha de recepción: 30/05/2024 | Fecha de aceptación: 26/06/2024

**Paniagua Jauregui Giovanna Rene<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Lic. Químico Farmacéutica, Docente de la Facultad  
de Ciencias Químico Farmacéuticas y Bioquímicas, U.A.J.M.S.

**Correspondencia de la autora:** giovanna.paniagua@uajms.edu.bo<sup>1</sup>  
giovannarene70@gmail.com<sup>1</sup>  
Tarija - Bolivia

## RESUMEN

Este artículo de investigación tiene como objetivo analizar la aplicación de la biotecnología en la producción de vacunas contra la COVID-19 en Estados Unidos durante el 2021, evaluando las diferentes plataformas tecnológicas. El desarrollo de vacunas contra la COVID-19 en un tiempo récord, marcó un hito significativo en la historia. Las vacunas de ARNm, en particular, representan una innovación crucial, debido a su rápida producción, alta eficacia y flexibilidad para adaptarse a nuevas variantes del virus. Esas diferentes plataformas de vacunas, incluyendo las de ARNm, vectores virales y subunidades proteicas, estas pueden ser más fáciles de distribuir en ciertas regiones debido a menores requisitos de almacenamiento. La combinación de estas estrategias ha permitido una respuesta integral y efectiva, que ha sido clave para controlar la propagación del virus y salvar millones de vidas en todo el mundo.

Esto nos proporciona una visión exhaustiva de cómo la biotecnología ha revolucionado la producción de vacunas en respuesta a la pandemia de COVID-19. La descripción de los avances científicos y tecnológicos, así como la evaluación crítica de las diferentes plataformas de vacunas, aporta una comprensión clara de los retos y logros en este campo. Además, subraya la importancia de la biotecnología en la salud pública global y la necesidad de mejorar la distribución y el acceso a las vacunas, lo que es crucial para enfrentar futuras pandemias.

## ABSTRACT

This research article aims to analyze the application of biotechnology in the production of vaccines against COVID-19 in the United States during 2021, evaluating the different technological platforms. The development of vaccines against COVID-19 in record time marked a significant milestone in history. mRNA vaccines, in particular, represent a crucial innovation, due to their rapid production, high efficacy and flexibility to adapt to new variants of the virus. Those different vaccine platforms, including mRNA, viral vectors and protein subunits, may be easier to distribute in certain regions due to lower storage requirements. The combination of these strategies has enabled a comprehensive and effective response, which has been key to controlling the spread of the virus and saving millions of lives around the world.

This provides us with a comprehensive look at how biotechnology has revolutionized vaccine production in response to the COVID-19 pandemic. The description of scientific and technological advances, as well as the critical evaluation of the different vaccine platforms, provides a clear understanding of the challenges and achievements in this field. In addition, it highlights the importance of biotechnology in global public health and the need to improve the distribution and access to vaccines, which is crucial to confront future pandemics.

**Palabras Clave:** Biotecnología, Producción De Vacunas, Tecnologías, Covid-19.

**Keywords:** Biotechnology, Vaccine Production, Technologies, Covid-19.

## 1. INTRODUCCIÓN

La historia de la biotecnología en la producción de vacunas se caracterizó por una serie de avances fundamentales que permitieron el desarrollo de tecnologías innovadoras, como las que se emplearon en la rápida creación de vacunas contra la COVID-19. Desde los primeros experimentos con ARN mensajero (ARNm) en la década de 1980 hasta la secuenciación del genoma del SARS-CoV-2 en 2020, cada hito contribuyó a construir el conocimiento necesario para enfrentar pandemias globales.

En este contexto, la biotecnología desempeñó un papel crucial, permitiendo la creación de diversas plataformas de vacunas en tiempo récord. Estas plataformas incluyeron vacunas de ARN mensajero (ARNm), vectores virales y subunidades proteicas, cada una con características y ventajas específicas. Sin embargo, la implementación de estas innovaciones no estuvo exenta de desafíos. La logística, la distribución equitativa, el acceso a las vacunas y la continua aparición de nuevas variantes del virus han subrayado la necesidad de una cooperación internacional robusta y de políticas efectivas, que asegurasen que los beneficios de estos avances tecnológicos llegaran a todas las poblaciones.

## 2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL ESTUDIO

Los hitos más importantes en la aplicación de la biotecnología que permitieron avances significativos en el desarrollo de vacunas, entre ellos tenemos:

- a. 1984.-Los doctores Paul A. Krieg, Douglas A. Melton, Tom Maniatis, Michael Green y sus colegas de la Universidad de Harvard utilizaron una enzima sintetizada de ARN para elaborar un ARN mensajero (ARNm) bioactivo en un laboratorio. En la actualidad, se usa un proceso similar para fabricar ARNm sintético. Los doctores Krieg y Melton usan ARNm sintético para estudiar la función y la actividad de los genes. Hay otros investigadores que también estudian el ARN.
- b. 1987.-El Dr. Robert W. Malone mezcló ARNm con gotitas de grasa. Descubrió que cuando se agregaban células humanas a esta mezcla, absorbían el ARNm y se obtenían proteínas. El Dr. Malone también descubrió que los embriones de rana absorbían ARNm. Estos experimentos se consideraron como los primeros pasos que dieron lugar al desarrollo posterior de vacunas contra la COVID-19 basada en ARNm.
- c. 1990.-Los investigadores probaron el ARNm como tratamiento en ratas, y como vacuna contra la influenza y el cáncer en ratones.
- d. 2000.-Varios investigadores también estudiaron tratamientos o vacunas de ARNm. No obstante, debido a que el ARNm se daña con facilidad y es costoso de producir, muchos investigadores no consiguieron financiación para continuar con este trabajo y la investigación no se llevó a cabo.
- e. 2005.-La doctora Katalin Kariko y el doctor Drew Weissman descubrieron que modificar el ARNm sintético evitaba que el sistema inmunitario atacara al ARNm. Este descubrimiento permitió que avanzara la investigación de la vacuna de ARNm.
- f. 2010.-Muchos investigadores continúan estudiando tratamientos o vacunas de ARNm.
- g. 2019.-Se descubrió en China un virus nuevo llamado coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave de tipo 2 (SARS-CoV-2). El virus del SARS-CoV-2 causó la enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19). La Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró en 2020 que el brote de la COVID-19 es una pandemia.



- h. 2020.-Muchos ensayos clínicos de la vacuna contra la COVID-19 continúan en curso. Los investigadores utilizaron lo que aprendieron previamente de los estudios de la vacuna contra el SARS-CoV, el MERS-CoV y otros virus para desarrollar vacunas que prevengan la COVID-19. Los investigadores también estudiaron los síntomas de la COVID-19, los efectos a largo plazo, las pruebas diagnósticas, las pruebas de anticuerpos, los tratamientos y los fármacos.
- i. 2021.-La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) autorizó el uso de emergencia de la vacuna de Janssen de Johnson & Johnson contra la COVID-19. La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) aprobó la vacuna de Pfizer-BioNTech contra la COVID-19, que ahora se llama Comirnaty, para prevenir la enfermedad en personas de 16 años o mayores. Asimismo, autorizó la vacuna de Pfizer-BioNTech contra la COVID-19 para niños de 5 a 15 años. Los investigadores continuaron con el estudio y el desarrollo de varias vacunas contra la COVID-19.

### 3. MÉTODO

El artículo de revisión y análisis sobre “LA APLICACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA PRODUCCIÓN DE VACUNAS CONTRA LA COVID-19 EN ESTADOS UNIDOS DURANTE EL 2021” emplea un enfoque explicativo, cualitativo y analítico. A continuación, se detallan los métodos utilizados:

- a. **Tipo de Investigación.**-El estudio se basó en un enfoque explicativo y cualitativo. Esto implica un análisis detallado de la aplicación de biotecnología en la producción de vacunas contra la COVID-19, examinando cómo las tecnologías y plataformas específicas han influido en el desarrollo y distribución de las vacunas.
- b. **Recolección de Datos:**

- **Fuentes Bibliográficas.**-Se realizó una investigación exhaustiva utilizando bibliografías científicas y artículos publicados en revistas científicas y en línea. Esta revisión incluye documentos académicos, artículos de investigación y fuentes oficiales relacionadas con la biotecnología y la producción de vacunas.
- **Páginas Web.**-Se consultaron páginas web de instituciones reconocidas, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), para obtener información actualizada y relevante sobre la biotecnología y la producción de vacunas.

#### c. Análisis:

- **Análisis Cualitativo.**-El análisis se centró en interpretar los datos cualitativos obtenidos de las fuentes revisadas. Esto incluye evaluar las diferentes tecnologías de vacunas (ARNm, vectores virales, proteínas recombinantes), los procesos de producción y los desafíos enfrentados en su distribución.
- **Revisión Crítica.**-Se realizó una revisión crítica de los estudios y artículos seleccionados para identificar tendencias, innovaciones y brechas en la investigación y desarrollo de vacunas contra la COVID-19.

### 4. BIOTECNOLOGÍA Y SU IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE VACUNAS

La Biotecnología es una área amplia del conocimiento moderno que combina de manera innovadora la biología y la ingeniería en procesos que aplicados sobre organismos vivos, sus tejidos, células o partes generan bienes, servicios o conocimientos que promoverán el bienestar de la humanidad para desarrollar medicamentos y vacunas, entre otros.

Las vacunas contienen fragmentos minúsculos del organismo causante de la enfermedad, o las 'ins-

trucciones' para hacer esos fragmentos contienen otros ingredientes para mantener la seguridad y la eficacia de la vacuna. Estos son los ingredientes de una vacuna:

- a.** Antígeno.-Todas las vacunas contienen un componente activo (el antígeno) que genera una respuesta inmunitaria o las instrucciones para producir ese componente activo.
- b.** Conservantes.-Impiden que la vacuna se contamine cuando se abre un vial que se utilizará para vacunar a más de una persona. Algunas vacunas no tienen conservantes porque se almacenan en viales monodosis y se desechan tras su aplicación.
- c.** Estabilizantes.- Impiden que se produzcan reacciones químicas en la vacuna y evitan que los componentes de la vacuna se adhieran al vial.
- d.** Sustancias tensioactivas.-En ellas se mantienen mezclados todos los ingredientes de la vacuna.
- e.** Sustancias residuales.-Son ínfimas cantidades de diversas sustancias utilizadas durante la fabricación o producción de la vacuna, que no son ingredientes activos en la vacuna final.
- f.** Diluyente.-Es un líquido utilizado para diluir una vacuna en la concentración correcta, inmediatamente antes de su uso.
- g.** Coadyuvante.-Mejora la respuesta inmunitaria a la vacuna, bien sea reteniendo la vacuna en el lugar de la inyección durante algo más de tiempo, o mediante la estimulación de células inmunitarias locales.

El desarrollo de vacunas es un proceso complejo que suele tomar de 10 a 15 años. Sin embargo, debido a la gravedad de los efectos sociales, económicos y patológicos causados por la pandemia del COVID-19, surgió la necesidad inmediata de producir vacunas que permitieron reducir la morbilidad y mortalidad

de la infección causada por el virus SARS-CoV-2. En respuesta a esta urgente problemática se inició una carrera entre distintas compañías y países para desarrollar una vacuna eficiente en el menor tiempo posible.

Cada vacuna en desarrollo debió someterse a investigaciones y evaluaciones destinadas a identificar los antígenos que se deberían utilizar para generar una respuesta inmunitaria. Esa fase preclínica se realizó sin pruebas en seres humanos. Una vacuna experimental se prueba inicialmente en animales, con el fin de evaluar su seguridad y sus posibilidades para prevenir la enfermedad.

Si la vacuna provoca una respuesta inmunitaria, se la prueba en ensayos clínicos con seres humanos, en tres fases:

- a.** Fase 1.-La vacuna se administra a un pequeño número de voluntarios con el fin de evaluar su seguridad, confirmar que genera una respuesta inmunitaria y determinar la dosis correcta. En esta fase, por lo general, las vacunas se prueban en voluntarios adultos jóvenes y sanos.
- b.** Fase 2.-La vacuna se administra a varios cientos de voluntarios, con el fin de evaluar más a fondo su seguridad y su capacidad para generar una respuesta inmunitaria. Los participantes en estos ensayos reúnen las mismas características (por ejemplo, edad, sexo) que las personas a las que se provee administrar la vacuna.
- c.** Fase 3.-La vacuna se administra a miles de voluntarios y se realizan comparaciones con un grupo similar de personas que no fueron vacunadas pero recibieron un producto comparador, a fin de determinar si la vacuna es eficaz contra la enfermedad y estudiar su seguridad en un grupo de personas mucho más numeroso.

Durante los ensayos de fase 2 y fase 3 los voluntarios y los científicos que realizaron el estudio no sabían a qué voluntarios se les administraría la vacuna

y a quiénes no se les administra el producto comparador. Esto se conoce como «ensayo de doble ciego», y es necesario para asegurar que en sus evaluaciones de la seguridad o la eficacia de la vacuna, ni los voluntarios, ni los científicos se vieran influenciados por saber quiénes se recibieron qué producto. Una vez finalizado el ensayo y obtenidos todos los resultados, se revelan a los voluntarios y a los científicos que condujeron el ensayo, quiénes recibieron la vacuna y quiénes el comparador.

## 5. IDENTIFICACIÓN Y SECUENCIACIÓN DEL SARS-COV-2

El SARS-CoV-2 se ha clasificado dentro del género Betacoronavirus (subgénero Sarbecovirus), perteneciente a la familia Coronaviridae; se trata de un virus encapsulado con ácido ribonucleico (ARN) de cadena sencilla en sentido positivo, cuyo genoma consta de 30 kb aproximadamente.

Uno de los primeros pasos críticos fue la rápida secuenciación del genoma del SARS-CoV-2, que se logró en cuestión de semanas tras la identificación del virus. Con este método se pueden descubrir nuevos patógenos (como ha sucedido en el caso del SARS CoV-2), ya que cada organismo posee una secuencia genómica exclusiva:

- El genoma del SARS-CoV-2 codifica proteínas no estructurales, cuatro proteínas estructurales (la espícula [S], la envoltura [E], la membrana [M] y la nucleocápside [N]) y proteínas presuntamente accesorias (21–23).
- Para penetrar en la célula que hospeda, el SARS CoV-2 se vale de la proteína S (espícula), que se acopla al receptor ACE2 (enzima convertidora de la angiotensina 2) de la célula (24–27).
- La proteína de la espícula del SARS-CoV-2, en particular el dominio de unión al receptor, constituye un elemento crucial para la inmunidad, ya sea innata o vacunal (28–32).

- La diversificación del gen que codifica dicha proteína podría, por tanto, influir en la eficacia de las vacunas y de los tratamientos con anticuerpos monoclonales, así como en la inmunidad innata.

Esta secuenciación genética permitió a los científicos comprender la estructura del virus, identificar sus proteínas clave (como la proteína de espiga o spike) y desarrollar vacunas dirigidas específicamente a estas proteínas.

## 6. PLATAFORMAS BIOTECNOLÓGICAS PARA VACUNAS

La biotecnología ha facilitado la rápida identificación del virus, el desarrollo de plataformas de vacunas innovadoras y la producción a gran escala de las mismas. Esta implementación de las tecnologías de secuenciación de próxima generación en la vigilancia de agentes patógenos, posibilita el desarrollo de análisis basados en la epidemiología genómica que, en el marco de la presente pandemia de COVID-19, busco caracterizar el componente genético de las cepas de SARS-CoV-2 circulantes y su correlación con datos epidemiológicos registrados a partir del seguimiento de casos y contactos.

### 6.1 Vacunas de ARN Mensajero (ARNm)

Estas vacunas ARNm funcionan al introducir un fragmento de ARNm que corresponde a la proteína viral, en general un pequeño fragmento de una proteína que se encontraba en la membrana externa del virus. (Las personas que reciben una vacuna ARNm no se exponen al virus ni tampoco pueden infectarse por la vacuna). Al utilizar este modelo ARNm, las células producen la proteína viral. Como parte de una respuesta inmunitaria normal, el sistema inmunitario reconoce que la proteína es extraña y produce proteínas especializadas llamadas anticuerpos.

Las vacunas de ARNm, como las desarrolladas por Pfizer-BioNTech y Moderna, son un ejemplo destacado de innovación biotecnológica. Estas vacunas

utilizan fragmentos de ARNm que codifican la proteína de espiga del SARS-CoV-2. Una vez inyectado, el ARNm es captado por las células humanas para producir la proteína de espiga, lo que desencadena una respuesta inmunitaria sin causar la enfermedad.

Este tipo de vacuna instruye a las células sobre cómo producir la proteína de la espícula que se encuentra en la superficie del virus de la COVID-19. Después de la vacunación, las células musculares comienzan a producir los componentes de la proteína de la espícula y a mostrarlos en la superficie celular. Esto hace que tu cuerpo crea anticuerpos. Si más tarde te infectas con el virus de la COVID-19, estos anticuerpos combatirán el virus.

## 6.2 Vacunas de Vectores Virales

Las vacunas de vectores virales contra el COVID-19 utilizan una versión modificada e inofensiva de un virus diferente como vehículo o vector para transportar información genética del virus SARS-CoV-2 a las células del cuerpo. Esa información genética le dice a las células cómo producir una proteína específica del SARS a partir del virus.

Otra plataforma importante son las vacunas de vectores virales, como las desarrolladas por AstraZeneca y Johnson & Johnson. Estas vacunas utilizan un virus inofensivo (vector) modificado genéticamente para transportar el gen que codifica la proteína de espiga del SARS-CoV-2 a las células del receptor. Estas células entonces producen la proteína de espiga, lo que provoca una respuesta inmunitaria.

Después de vacunarse con una vacuna de vectores virales, los glóbulos blancos del sistema inmunológico detectan la proteína del SARS-CoV-2 que ha sido producida por las propias células del cuerpo. Como resultado, esos glóbulos blancos comienzan a producir anticuerpos que se dirigen a la proteína. Luego, estos anticuerpos están listos para buscar y destruir el virus, todo si se expone a él.

## 6.3 Vacunas de Proteínas Recombinantes

Las vacunas de proteínas recombinantes, como las desarrolladas por Novavax, emplean proteínas virales producidas mediante técnicas de ingeniería genética. En el caso de la COVID-19, se utilizan nanopartículas que contienen la proteína de espiga del SARS-CoV-2 para estimular el sistema inmunitario del receptor.

Es una vacuna basada en proteínas recombinantes y probablemente será la primera de su tipo en ser aprobada contra el coronavirus. Hasta ahora hemos utilizado vacunas de vector viral, de ARN mensajero y de virus inactivados. "Novavax funciona de manera diferente: introduce la proteína Spike, desarrollada en el laboratorio y mezclada con un adyuvante a base de saponina para estimular el sistema inmunológico innato en el cuerpo. Este último a su vez ayuda a desencadenar la "respuesta adaptativa", es decir, los linfocitos T y B, y en consecuencia la producción de anticuerpos dirigidos contra el coronavirus

## 7. PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE VACUNAS

Cuando las vacunas superan los ensayos clínicos y llegan a la fase de autorización preliminar, los organismos de reglamentación correspondientes las examinan con el fin de determinar si cumplen los criterios de calidad, seguridad y eficacia. Tras recibir la aprobación reglamentaria, los fabricantes pueden presentar la vacuna a la OMS y solicitar que se precalifique: este es un proceso de evaluación que garantiza la calidad, la seguridad y la eficacia y facilita que las Naciones Unidas y las demás organizaciones internacionales relacionadas con la adquisición determinen la idoneidad programática de dicha vacuna.

La distribución de vacunas requiere almacenamiento especial, diferentes modalidades de transporte y entrega; una vez distribuidas, las vacunas requieren personal cualificado y una variedad de productos

para almacenarlas (frigoríficos) y para su aplicación (jeringas, agujas y viales). Por último, en especial- mente para las vacunas que requieren una espe- cializada cadena de suministro de frío, algunos ele- mentos del empaquetado secundario, necesitan ser retornados para su reúso.

La biotecnología también ha sido crucial en la pro- ducción y distribución masiva de vacunas. La utiliza- ción de técnicas avanzadas de fermentación, cultivo celular y purificación ha permitido la fabricación a gran escala de las mismas, garantizando su calidad y eficacia. Además, la biotecnología ha facilitado el desarrollo de fórmulas estables, que pueden ser transportadas y almacenadas adecuadamente, lo cual es esencial para la distribución global.

## 8. DISCUSIÓN

- a. La pandemia de COVID-19 ha desafiado a la co- munidad científica mundial a desarrollar rápi- damente soluciones efectivas para combatir la propagación del virus SARS-CoV-2. La biotecno- logía ha jugado un papel crucial en este esfuerzo, particularmente en la producción de vacunas. Este avance ha permitido no solo una respuesta rápida sino también el desarrollo de nuevas pla- taformas de vacunas que tienen el potencial de revolucionar la medicina preventiva.
- b. A continuación analizaremos las diferentes pla- taformas biotecnológicas de las vacunas:
- **Vacunas de ARNm.**-Las vacunas de ARNm, como las desarrolladas por Pfizer-BioNTech y Moderna, representan una innovación significa- tiva en la biotecnología. Estas vacunas utilizan una secuencia de ARN mensajero para instruir a las células del cuerpo a producir una proteína que desencadena una respuesta inmune. Esta tecnología ofrece varias ventajas:
    - » Rápida Producción.-La producción de vacu- nas de ARNm es más rápida en comparación con las vacunas tradicionales, ya que no re- quiere el crecimiento de patógenos en cultivo.
    - » Flexibilidad.-Las plataformas de ARNm pue- den adaptarse rápidamente para abordar nuevas variantes del virus.
    - » Eficacia.-Las vacunas de ARNm han mostra- do altos niveles de eficacia en ensayos clíni- cos y en el mundo real.
  - **Vectores Virales.**-Vacunas como la de AstraZe- neca y Johnson & Johnson utilizan adenovirus modificados para transportar genes del SARS- CoV-2 a las células humanas, lo que induce una respuesta inmune. Estas vacunas también han demostrado ser efectivas y pueden ser almace- nadas a temperaturas más altas que las vacu- nas de ARNm, facilitando su distribución.
  - **Vacunas de Subunidades Proteicas.**-Estas va- cunas, como la desarrollada por Novavax, con- tienen fragmentos purificados del virus (como la proteína de la espiga) que estimulan una res- puesta inmune sin introducir un virus comple- to. Son seguras y pueden ser producidas a gran escala.
- c. A continuación podemos ver algunos desafíos de la investigación:
- **Logística y Distribución.**-La necesidad de alma- cenamiento ultrafrío para algunas vacunas de ARNm ha planteado desafíos logísticos, espe- cialmente en regiones con infraestructura li- mitada. Sin embargo, las mejoras en la cadena de suministro y el desarrollo de versiones más estables de estas vacunas están, abordando estos problemas.
  - **Equidad en el Acceso.**-La biotecnología avanza- da ha permitido una rápida producción de vacu- nas, pero la distribución equitativa sigue siendo un desafío, las desigualdades en el acceso a las vacunas han destacado la necesidad de una

cooperación internacional más sólida y de políticas que aseguren que las vacunas lleguen a las poblaciones más vulnerables.

- Variantes del Virus.-La aparición de nuevas variantes del SARS-CoV-2 ha planteado preguntas sobre la durabilidad de la inmunidad conferida por las vacunas actuales; estas plataformas biotecnológicas, especialmente las de ARNm, pueden adaptarse rápidamente para enfrentar nuevas variantes, pero esto requiere vigilancia continua y una rápida respuesta regulatoria.

d. Estos son los estudios pertinentes sobre las diferentes plataformas biotecnológicas de las vacunas COVID-19:

- **Vacunas de ARNm (Pfizer-BioNTech, Moderna)**

- » Estudio de Polack et al. (2020): Publicado en The New England Journal of Medicine, este estudio clave sobre la vacuna Pfizer-BioNTech mostró una eficacia del 95% en prevenir la COVID-19 sintomática en los ensayos clínicos de fase 3, marcando un hito en la rápida y efectiva implementación de vacunas de ARNm.

- » Estudio de Vogel et al. (2021): En Nature Reviews Drug Discovery, este estudio destacó la capacidad de las vacunas de ARNm para ser rápidamente modificadas en respuesta a variantes emergentes, lo que es un factor clave en la gestión de la pandemia.

- **Vacunas de Vectores Virales (AstraZeneca, Johnson & Johnson)**

- » Estudio de Voysey et al. (2021): Publicado en The Lancet, analizó la vacuna de AstraZeneca, mostrando una eficacia general del 70% tras la administración de dos dosis, con una notable eficacia en la prevención de hospitalizaciones y muertes.

- » En Vaccine, se destacó la ventaja de las vacunas de vectores virales en términos de almacenamiento y distribución, ya que no requieren las temperaturas ultra bajas necesarias para las vacunas de ARNm, lo que facilita su uso en regiones con menos infraestructura.

- **Vacunas de Subunidades Proteicas (Novavax)**

- » Estudio de Keech et al. (2020): Publicado en The New England Journal of Medicine, el ensayo clínico de fase 1-2 de la vacuna Novavax mostró un perfil de seguridad favorable, con una fuerte respuesta inmune inducida por las subunidades proteicas.

- » Estudio de Nohynek et al. (2022): En The Lancet Infectious Diseases, se discutió cómo las vacunas de subunidades proteicas pueden ser producidas a gran escala utilizando métodos biotecnológicos ya establecidos, lo que facilita su distribución global.

## 9. CONCLUSIONES

a. La biotecnología ha sido fundamental en la rápida y efectiva respuesta a la pandemia de COVID-19, demostrando su potencial para revolucionar la producción de vacunas.

b. El desarrollo de vacunas contra la COVID-19 en un tiempo récord, marcó un hito significativo en la historia de la medicina preventiva. Las vacunas de ARNm, en particular, representan una innovación crucial debido a su rápida producción, alta eficacia y flexibilidad para adaptarse a nuevas variantes del virus. Esas diferentes plataformas de vacunas, incluyendo las de ARNm, vectores virales y subunidades proteicas, han ofrecido múltiples enfoques para combatir el SARS-CoV-2. Cada una de estas tecnologías presenta ventajas específicas que han contribuido a una respuesta multifacética a la pan-

demia. Las vacunas de vectores virales y de subunidades proteicas, por ejemplo, ofrecen soluciones efectivas que pueden ser más fáciles de distribuir en ciertas regiones debido a que no requieren de un almacenamiento complejo.

- c. A medida que enfrentamos los desafíos de la distribución equitativa y la adaptación a nuevas variantes del virus, es crucial mantener y fortalecer la cooperación internacional y las infraestructuras de salud para maximizar los beneficios de estos avances tecnológicos.
- d. Estas plataformas de vacunas contra la COVID-19 han demostrado ser herramientas fundamentales en la lucha global contra la pandemia. Cada tecnología ofrece ventajas específicas, desde la rápida adaptación y alta eficacia de las vacunas de ARNm hasta la robustez logística de las vacunas de vectores virales y la seguridad de las vacunas de subunidades proteicas. La combinación de estas estrategias ha permitido una respuesta integral y efectiva, que ha sido clave para controlar la propagación del virus y salvar millones de vidas en todo el mundo.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Acceso y distribución de vacunas: ¿cómo se logrará distribuir de manera justa y equitativa una cantidad limitada de existencias? [Internet]. Who.int. [citado el 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/access-and-allocation-how-will-there-be-fair-and-equitable-allocation-of-limited-supplies>.
- Arandia-Guzmán J, Antezana-Llaveta G. SARS-CoV-2: estructura, replicación y mecanismos fisiopatológicos relacionados con COVID-19. *Gac médica boliv* [Internet]. 2020 [citado el 28 de agosto de 2024]; 43(2):170–8. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-29662020000200009](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-29662020000200009).
- Barca K. La vacuna de Novavax podría cambiar el curso de la pandemia: qué es y cómo funcionan las vacunas basadas en proteínas [Internet]. *Business Insider España*. 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.businessinsider.es/como-funcionan-vacunas-proteinas-covid-19-983997>.
- Biología Médica en la Producción de Vacunas Contra el SARS-CoV-2 [Internet]. *Ciatej.mx*. [citado el 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://ciatej.mx/el-ciatej/comunicacion/Noticias/Biologia-Medica-en-la-Produccion-de-Vacunas-Contra-el-SARS-CoV-2/279>.
- Cadena de frío [Internet]. *Paho.org*. [citado el 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.paho.org/es/inmunizaci%C3%B3n/cadena-frio>.
- Castañeda Guillot CD, Martínez Martínez R, Castro Sánchez F de J. La vacunación y sus retos. *Dilemas contemp: educ política valores* [Internet]. 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]; 9(SPE1). Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78902021000800119](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000800119).
- Cdc.gov. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/vaccines/COVID-19-mRNA-infographic\\_G\\_SPANISH\\_508.pdf](https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/downloads/vaccines/COVID-19-mRNA-infographic_G_SPANISH_508.pdf).

- 🔖 Cómo funcionan las vacunas [Internet]. Portal Europeo de Información sobre Vacunación. 2024 [citado el 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://vaccination-info.europa.eu/es/acerca-de-las-vacunas/como-funcionan-las-vacunas>.
- 🔖 Comparación de las diferencias entre las vacunas contra la COVID-19 [Internet]. Clínica Mayo. 2023 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/comparing-vaccines>.
- 🔖 de la biotecnología en este campo. E el CN 29 te CQS las V y. C se DAH de LDT de V y. la EC. Vacunas y biotecnología [Internet]. Com.ar. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/EL\\_Cuaderno\\_71.pdf](https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/EL_Cuaderno_71.pdf).
- 🔖 de la OMS (HQ) S. Secuenciación del genoma del SARS-CoV-2 confines de salud pública: Orientaciones provisionales, 8 de enero de 2021 [Internet]. Who.int. Organización Mundial de la Salud; 8 de enero de 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-genomic-sequencing-2021.1>.
- 🔖 Della Sera) LC (corriere. Novavax: as es la vacuna contra el Covid a base de proteínas que muestra eficacia contra las variantes [Internet]. El mundo. 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/salud/2021/08/06/610cc86221e-fa0a0018b45dd.html>.
- 🔖 Desarrollo, pruebas Y reglamentos para Las vacunas [Internet]. Historyofvaccines.org. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://historyofvaccines.org/vaccines-101/how-are-vaccines-made/desarrollo-pruebas-y-reglamentos-para-las-vacunas/es>.
- 🔖 Escudero X, Guarner J, Galindo-Fraga A, Escudero-Salamanca M, Alcocer-Gamba MA, Del-Río C. La pandemia de Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19): Situación actual e implicaciones para México. Arch Cardiol Mex [Internet]. 2021; 90(91). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24875/acm.m20000064>.
- 🔖 Europa.eu. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/covid-19-viral-vector-vaccines/>.
- 🔖 Europa.eu. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/covid-19-protein-based-vaccine/>.
- 🔖 Fernández EL, Morales MM, Soriano SC. La biotecnología: el auge de una ciencia multidisciplinar debido a una pandemia mundial. The Conversation [Internet]. el 3 de agosto de 2021 [citado el 28 de agosto de 2024]; Disponible en: <http://theconversation.com/la-biotecnologia-el-auge-de-una-ciencia-multidisciplinar-debido-a-una-pandemia-mundial-162017>.
- 🔖 García Osorno ZR, Perón Medina LÁ, Ramírez Velázquez IO, Morales Fernández JA, Mosqueda Martínez EE, Vilchis HJ, et al. Vacunas contra la COVID-19. Acta méd Grupo Ángeles [Internet]. 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]; 19(3):429–44. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-72032021000300429](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-72032021000300429).
- 🔖 Hernández E. En Qué Consiste la Biotecnología: Descubre el Futuro de la Ciencia y la Tecnología [Internet]. Quo.mx. 2024 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://quo.mx/ciencia-y-tecnologia/en-que-consiste-la-biotecnologia/>.



- 🔖 Hernández Fonseca H. Biotecnología. Rev cient (Maracaibo) [Internet]. 2010 [citado el 9 de agosto de 2024]; 20(3):225–6. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-22592010000300001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000300001).
- 🔖 Historia de la COVID-19: Brotes y cronología de las vacunas [Internet]. Clínica Mayo. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/history-disease-outbreaks-vaccine-timeline/covid-19>.
- 🔖 Ignacio López-Goñi / \*La Conversación. Qué son las vacunas de ARN mensajero y cómo funcionan. National geographic [Internet]. el 9 de enero de 2021 [citado el 28 de agosto de 2024]; Disponible en: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-funcionan-vacunas-arn-mensajero\\_16221](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/asi-funcionan-vacunas-arn-mensajero_16221).
- 🔖 INFOBAE. Qué dice el paper científico sobre la vacuna de Pfizer y BioNTech encabezado por el infectólogo argentino Fernando Polack [Internet]. Infobae. 2020 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.infobae.com/america/ciencia-america/2020/12/10/que-dice-el-paper-cientifico-sobre-la-vacuna-de-pfizer-y-biontech-encabezado-por-el-infectologo-argentino-fernando-polack/>.
- 🔖 Keech C, Albert G, Cho I, Robertson A, Reed P, Neal S, et al. Ensayo de fase 1-2 de una vacuna recombinante de nanopartículas de proteína de pico para el SARS-CoV-2. N Engl J Med [Internet]. 2020; 383(24):2320–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa2026920>.
- 🔖 La Biotecnología lucha contra el coronavirus Covid-19 - UAX [Internet]. Uax.com. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.uax.com/blog/salud/biotecnologia-lucha-contra-covid-19>.
- 🔖 Los distintos tipos de vacunas que existen [Internet]. Who.int. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-race-for-a-covid-19-vaccine-explained>.
- 🔖 masterwebcc. ¿Cómo se desarrollan las vacunas? [Internet]. Quelavacunanosuna.org. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://quelavacunanosuna.org/como-se-desarrollan-las-vacunas/>.
- 🔖 Nih.gov. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://ceal.nih.gov/sites/default/files/CEAL\\_Viral\\_Vector\\_Vaccines\\_Spanish.pdf](https://ceal.nih.gov/sites/default/files/CEAL_Viral_Vector_Vaccines_Spanish.pdf).
- 🔖 Nosotros PC. Todo lo que siempre quiso saber sobre las vacunas contra la COVID, por John McConnell [Internet]. www.elsevier.com. Elsevier; 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.elsevier.com/es-es/connect/todas-las-preguntas-y-respuestas-sobre-las-vacunas-contra-la-covid-por-john-mcconnell>.
- 🔖 Polack FP, Thomas SJ, Kitchin N, Absalon J, Gurtman A, Lockhart S, et al. Seguridad y eficacia de la vacuna BNT162b2 mRNA covid-19. N Engl J Med [Internet]. 2020; 383(27):2603–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1056/nejmoa2034577>.
- 🔖 Santos-López G, Cortés-Hernández P, Vallejo-Ruiz V, Reyes-Leyva J. SARS-CoV-2: generalidades, origen y avances en el tratamiento. Gac Med Mex [Internet]. 2021 [citado el 9 de agosto de 2024]; 157(1):88–93. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0016-38132021000100088](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132021000100088).
- 🔖 Tenchov R. Abordar el desafío de la distribución mundial de vacunas [Internet]. Cas.org. 2024 [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.cas.org/es-es/resources/cas-insights/emerging-science/tackling-global-vaccine-distribution-challenge>.

- Todo lo que se debe saber sobre la vacuna de Novavax contra la COVID-19 [Internet]. Who.int. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/the-novavax-vaccine-against-covid-19-what-you-need-to-know>.
- Unesco.org. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/vacunas-covid19-desafios-debilidades-y-oportunidades-de-la-region>.
- Voysey M, Costa Clemens SA, Madhi SA, Weckx LY, Folegatti PM, Aley PK, et al. Administración de una sola dosis y la influencia del momento de la dosis de refuerzo en la inmunogenicidad y eficacia de la vacuna ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222): un análisis agrupado de cuatro ensayos aleatorizados. Lancet [Internet]. 2021; 397(10277):881–91. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(21\)00432-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(21)00432-3).
- Weforum.org. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://es.weforum.org/agenda/2023/09/biotecnologia-de-la-revolucion-de-la-salud-a-la-transformacion-del-planeta/>.
- Wells CR, Galvani AP. El impacto global de una cobertura de vacunación desproporcionada en la mortalidad por COVID-19. Lancet Infect Dis [Internet]. 2022; 22(9):1254–5. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s1473-3099\(22\)00417-0](http://dx.doi.org/10.1016/s1473-3099(22)00417-0).
- Who.int. [citado el 9 de agosto de 2024]. Disponible en: [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/338892/WHO-2019-nCoV-genomic\\_sequencing-2021.1-spa.pdf](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/338892/WHO-2019-nCoV-genomic_sequencing-2021.1-spa.pdf).
- ¿Cómo se desarrollan las vacunas? [Internet]. Who.int. [citado el 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines/how-are-vaccines-developed>.
- ¿Cómo se hacen las vacunas? [Internet]. Fundación Aquae. 2020 [citado el 28 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/proceso-elaboracion-vacunas/>.

# Normas de publicación de la revista Ventana Científica

## 1. MISIÓN Y POLÍTICA EDITORIAL

La Revista VENTANA CIENTÍFICA, es una publicación semestral que realiza la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho que tiene como misión, difundir la producción de conocimientos de la comunidad universitaria, académica y científica del ámbito local, nacional e internacional, provenientes de investigaciones que se realiza en las distintas áreas del conocimiento, para contribuir a lograr una apropiación social del conocimiento por parte de la sociedad.

VENTANA CIENTÍFICA es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de revisión por al menos de dos pares expertos (académicos internos y externos) de reconocido prestigio, pudiendo ser nacionales y/o internacionales, que en función de las normas de publicación establecidas procederán a la aprobación de los trabajos presentados. Asimismo, la revista se rige por principios de ética y pluralidad, para garantizar la mayor difusión de los trabajos publicados.

La revista VENTANA CIENTÍFICA publica artículos en castellano, buscando fomentar la apropiación social del conocimiento por parte de la población en general. Tanto los autores, revisores, editores, personal de la revista y académicos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, tienen la obligación de declarar cualquier tipo de conflicto de intereses que pudieran sesgar el trabajo.

## 2. TIPOS DE ARTÍCULOS Y PUBLICACIÓN

La Revista Ventana Científica, realiza la publicación de distintos artículos de acuerdo a las siguientes características:

### 2.1. Artículos de investigación científica y tecnológica:

Documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de investigaciones concluidas. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartados importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

### 2.2. Artículo de reflexión

Documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

### 2.3. Artículo de revisión

Documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematiza e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo sobre un campo en ciencia o tecnología. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica.

### 2.4. Revisión de temas académicos

Documentos que muestren los resultados de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, o también versan sobre la parte académica de la actividad docente. Son comunicaciones concretas sobre el asunto a tratar por lo cual su extensión mínima es de 5 páginas.

### 2.5. Cartas al editor

Son posiciones críticas, analíticas o interpretativas sobre los documentos publicados en la revista, que a juicio del Comité editorial constituyen un aporte importante a la discusión del tema por parte de la comunidad científica de referencia.

### 3. NORMAS DE ENVÍO Y PRESENTACIÓN

- a. La Revista VENTANA CIENTÍFICA, recibe trabajos originales en idioma español. Los mismos deberán ser remitidos en formato electrónico en un archivo de tipo Word compatible con el sistema Windows y también en forma impresa.
- b. Los textos deben ser elaborados en formato de hoja tamaño carta (ancho 21,59 cm.; alto 27,94 cm.). El tipo de letra debe ser Arial, 10 dpi interlineado simple. Los márgenes de la página deben ser, para el superior, inferior y el derecho de 2,5 cm. y para el izquierdo, 3 cm.
- c. Los artículos deben redactarse con un alto nivel de corrección sintáctica, evidenciando precisión y claridad en las ideas
- d. En cuanto a la extensión: Los artículos de investigación, ciencia, tecnología tendrán una extensión máxima de 15 páginas, incluyendo la bibliografía. Los artículos de reflexión y revisión una extensión de 10 páginas.
- e. Los trabajos deben incluir un resumen en idioma español y en inglés, con un máximo de 200 palabras.
- f. En cuanto a los autores, deben figurar en el trabajo las personas que han contribuido sustancialmente en la investigación. Reconociéndose al primero como autor principal. Los nombres y apellidos de todos los autores se deben identificar apropiadamente, así como las instituciones de adscripción (nombre completo, organismo, ciudad y país), dirección y correo electrónico.
- g. La Revista VENTANA CIENTÍFICA, solo recibe trabajos originales e inéditos, ello implica que no hayan sido publicados en ningún formato y que no estén siendo simultáneamente considerados en otras publicaciones nacionales e internacionales. Por lo tanto, los artículos deberán estar acompañados de una Carta de

Originalidad, firmada por todos los autores, donde certifiquen lo anteriormente mencionado.

- h. Cada artículo se someterá en su proceso de evaluación a una revisión exhaustiva para evitar plagios, que en caso de ser detectada en un investigador, este será sujeto a un proceso interno administrativo, y no podrá volver a presentar ningún artículo para su publicación en esta revista.

### 4. DIRECCIÓN DE ENVÍO DE ARTÍCULOS

Los artículos para su publicación deberán ser presentados en las oficinas del Departamento de Investigación Ciencia y Tecnología, ubicado en el Campus Universitario El Tejar, Edificio DICYT, Bloque N° 15, Telf.: +591-4-6650787. Alternativamente, los artículos podrán ser enviados a la siguiente dirección electrónica: [dicyt.uajms.edu@gmail.com](mailto:dicyt.uajms.edu@gmail.com).

### 5. FORMATO DE PRESENTACIÓN

Para la presentación de los trabajos se debe tomar en cuenta el siguiente formato para los artículos científicos:

#### 5.1. Título del Artículo

El título del proyecto debe ser claro, preciso y sintético, con un texto de 20 palabras como máximo.

#### 5.2. Autores

Un aspecto muy importante en la preparación de un artículo científico, es decidir, acerca de los nombres que deben ser incluidos como autores, y en qué orden. Generalmente, está claro que quién aparece en primer lugar es el autor principal, además es quien asume la responsabilidad intelectual del trabajo. Por este motivo, los artículos para ser publicados en la Revista Ventana Científica, adoptarán el siguiente formato para mencionar las autorías de los trabajos.

Se debe colocar en primer lugar el nombre del autor principal, investigadores, e investigadores junior,

posteriormente los asesores y colaboradores si los hubiera. La forma de indicar los nombres es la siguiente: en primer lugar debe ir los apellidos y posteriormente los nombres, finalmente se escribirá la dirección del Centro o Instituto, Carrera a la que pertenece el autor principal. En el caso de que sean más de seis autores, incluir solamente el autor principal, seguido de la palabra latina "et al", que significa "y otros" y finalmente debe indicarse la dirección electrónica (correo electrónico).

### 5.3. Resumen y Palabras Clave

El resumen debe dar una idea clara y precisa de la totalidad del trabajo, podrá incluir una breve justificación, objetivo, metodología seguida, los resultados más destacados y las principales conclusiones, asimismo, debe ser lo más informativo posible, de manera que permita al lector identificar el contenido básico del artículo y la relevancia, pertinencia y calidad del trabajo realizado.

Se recomienda elaborar el resumen con un máximo de 200 palabras, el mismo que debe expresar de manera clara los objetivos y el alcance del estudio, justificación, metodología y los principales resultados obtenidos.

Las palabras clave son términos o frases cortas (lexemas) que permiten clasificar y direccionar las entradas en los sistemas de indexación y de recuperación de la información en las bases de datos de un manuscrito o área temática en particular. Las palabras clave se convierten entonces en una herramienta esencial de doble vía, es decir, de quienes escriben y de quienes buscan la información de manuscritos o áreas temáticas relacionadas.

### 5.4. Introducción

La introducción del artículo está destinada a expresar con toda claridad el propósito de la comunicación, además resume el fundamento lógico del estudio. Se debe mencionar las referencias estrictamente

pertinentes, sin hacer una revisión extensa del tema investigado. No hay que incluir datos ni conclusiones del trabajo que se está dando a conocer.

### 5.5. Materiales y Métodos

Debe mostrar, en forma organizada y precisa, cómo fueron alcanzados cada uno de los objetivos propuestos. La metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico que ha seguido el proceso de investigación desde la elección de un enfoque metodológico específico (preguntas con hipótesis fundamentadas correspondientes, diseños muestrales o experimentales, etc.), hasta la forma como se analizaron, interpretaron y se presentan los resultados.

Deben detallarse, los procedimientos, técnicas, actividades y demás estrategias metodológicas utilizadas para la investigación. Deberá indicarse el proceso que se siguió en la recolección de la información, así como en la organización, sistematización y análisis de los datos. Una metodología vaga o imprecisa no brinda elementos necesarios para corroborar la pertinencia y el impacto de los resultados obtenidos.

### 5.6. Resultados y Discusión

#### 5.6.1. Resultados

Los resultados son la expresión precisa y concreta de lo que se ha obtenido efectivamente al finalizar el proyecto, y son coherentes con la metodología empleada. Debe mostrarse claramente los resultados alcanzados, pudiendo emplear para ello cuadros, figuras, etc. Los resultados relatan, no interpretan, las observaciones efectuadas con el material y métodos empleados. No deben repetirse en el texto datos expuestos en tablas o gráficos, resumir o recalcar sólo las observaciones más importantes.

#### 5.6.2. Discusión

El autor intentará ofrecer sus propias opiniones sobre el tema, se insistirá en los aspectos novedosos

e importantes del estudio y en las conclusiones que pueden extraerse del mismo. No se repetirán aspectos incluidos en las secciones de Introducción o de Resultados. En esta sección se abordarán las repercusiones de los resultados y sus limitaciones, además de las consecuencias para la investigación en el futuro. Se compararán las observaciones con otros estudios pertinentes.

Se relacionarán las conclusiones con los objetivos del estudio, evitando afirmaciones poco fundamentadas y conclusiones avaladas insuficientemente por los datos.

Es importante resaltar y se recomienda, que para una redacción que interactúe mejor con el lector, en la medida que se van exponiendo los datos o resultados, inmediatamente se vaya realizando la discusión de los mismos.

### 5.7. Bibliografía Utilizada

La bibliografía utilizada, es aquella a la que se hace referencia en el texto, debe ordenarse en orden alfabético y de acuerdo a las normas establecidas para las normas de publicación (Punto 5).

### 5.8. Tablas y Figuras

Las tablas o figuras deben ser referidas en el texto y numeradas consecutivamente con números arábigos, por ejemplo: Figura 1, Figura 2, Tabla 1 y Tabla 2. No se debe utilizar la abreviatura (Tab. o Fig.) para las palabras tabla o figura y no las cite entre paréntesis. De ser posible, ubíquelas en el orden mencionado en el texto, lo más cercano posible a la referencia en el mismo y asegúrese que no repitan los datos que se proporcionen en algún otro lugar del artículo.

El texto y los símbolos deben ser claros, legibles y de dimensiones razonables de acuerdo al tamaño de la tabla o figura. En caso de emplearse en el artículo fotografías y figuras de escala gris, estas deben ser preparadas con una resolución de 250 dpi. Las figuras a color deben ser diseñadas con una resolución de 450 dpi. Cuando se utilicen símbolos, flechas,

números o letras para identificar partes de la figura, se debe identificar y explicar claramente el significado de todos ellos en la leyenda.

### 5.9. Referencias Bibliográficas

Las referencias bibliográficas que se utilicen en la redacción del trabajo; aparecerán al final del documento y se incluirán por orden alfabético. Debiendo adoptar las modalidades que se indican a continuación:

#### 5.10. Referencia de Libro

Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Editorial y lugar de edición. Tamayo y Tamayo, M. (1999). *El Proceso de la Investigación Científica*, incluye Glosario y Manual de Evaluación de Proyecto. Editorial Limusa. México. Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Ediciones Aljibe. España. Referencia de Capítulos, Partes y Secciones de Libro Apellidos, luego las iniciales del autor en letras mayúsculas. Año de publicación (entre paréntesis). Título del capítulo de libro en cursiva que para el efecto, las palabras más relevantes las letras iniciales deben ir en mayúscula. Colocar la palabra, en, luego el nombre del editor (es), título del libro, páginas. Editorial y lugar de edición. Reyes, C. (2009). *Aspectos Epidemiológicos del Delirium*. En M. Felipe. y O. José (eds.). *Delirium: Un gigante de la geriatría* (pp. 37-42). Manizales: Universidad de Caldas.

#### 5.11. Referencia de Revista

Autor (es), año de publicación (entre paréntesis), título del artículo, en: Nombre de la revista, número, volumen, páginas, fecha y editorial. López, J.H. (2002). *Autoformación de Docentes a Tiempo Completo en Ejercicio*. en *Ventana Científica*, N° 2. Volumen 1. pp 26 – 35. Abril de 2002, Editorial Universitaria.

#### 5.12. Referencia de Tesis

Autor (es). Año de publicación (entre paréntesis).

Título de la tesis en cursiva y en mayúsculas las palabras más relevantes. Mención de la tesis (indicar el grado al que opta entre paréntesis). Nombre de la Universidad, Facultad o Instituto. Lugar. Salinas, C. (2003). Revalorización Técnica Parcial de Activos Fijos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tesis (Licenciado en Auditoría). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. Tarija – Bolivia.

### 5.13. Página Web (World Wide Web)

Autor (es) de la página. (Fecha de publicación o revisión de la página, si está disponible). Título de la página o lugar (en cursiva). Fecha de consulta (Fecha de acceso), de (URL – dirección). Puente, W. (2001, marzo 3). Técnicas de Investigación. Fecha de consulta, 15 de febrero de 2005, de <http://www.rrppnet.com.ar/tecnicasdeinvestigacion.html> Durán, D. (2004). Educación Ambiental como Contenido Transversal. Fecha de consulta, 18 de febrero de 2005, de <http://www.ecoportal.net/content/view/full/37878>

### 5.14. Libros Electrónicos

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Fecha de publicación. Título (palabras más relevantes en cursiva). Tipo de medio [entre corchetes]. Edición. Nombre la institución patrocinante (si lo hubiera) Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso. Ortiz, V. (2001). La Evaluación de la Investigación como Función Sustantiva. [Libro en línea]. Serie Investigaciones (ANUIES). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html> Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (1998). Manual Práctico sobre la Vinculación Universidad – Empresa. [Libro en línea]. ANUIES 1998. Agencia Española de Cooperación (AECI). Fecha de consulta: 23 febrero 2005. Disponible en: <http://www.anuies.mx/index800.html>

### 5.15. Revistas Electrónicas

Autor (es) del artículo ya sea institución o persona. Título del artículo en cursiva. Nombre la revista. Tipo de medio [entre corchetes]. Volumen. Número. Edición. Fecha de consulta. Disponibilidad y acceso. Montobbio, M. La cultura y los Nuevos Espacios Multilaterales. Pensar Iberoamericano. [En línea]. N°7. Septiembre – diciembre 2004. Fecha de consulta: 12 enero 2005. Disponible en: <http://www.campus-oei.org/pensariberoamerica/index.html> Referencias de Citas Bibliográficas en el Texto Para todas las citas bibliográficas que se utilicen y que aparezcan en el texto se podrán asumir las siguientes formas:

- a. De acuerdo a Martínez, C. (2004), la capacitación de docentes en investigación es fundamental para.....
- b. En los cursos de capacitación realizados se pudo constatar que existe una actitud positiva de los docentes hacia la investigación..... (Martí-nez, C. 2004).C. En el año 2004, Martínez.
- c. Realizó el curso de capacitación en investigación para docentes universitarios.....

## 6. DERECHOS DE AUTOR

Los conceptos y opiniones de los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores. Dicha responsabilidad se asume con la sola publicación del artículo enviado por los autores. La concesión de Derechos de autor significa la autorización para que la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho a través de la Revista VENTANA CIENTIFICA, pueda hacer uso del artículo, o parte de él, con fines de divulgación y difusión de la actividad científica y tecnológica. En ningún caso, dichos derechos afectan la propiedad intelectual que es propia de los(as) autores(as)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
JUAN MISAEL SARACHO



**DICYT**

Departamento de Investigación,  
Ciencias y Tecnología - UAJMS

# VENTANA CIENTÍFICA

**Tarija - Bolivia**