

EDICIÓN N°4
Edición Semestral
Noviembre - 2022

MEMORIAS DEL EVENTO

EXPOIN II - 2022

“La investigación en el desarrollo y crecimiento de las regiones”

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN – DIE
FACULTAD CIENCIAS SOCIECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
FACULTAD CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER - UTS
Campus Barrancabermeja, Colombia

18 de noviembre de 2022

Dr. Omar Lengerke Pérez
Rector UTS

Dr. Alberto Serrano Acevedo
Vicerrector Académico

Dr. Édgar Pachón Arciniegas
Secretario General

Dr. Javier Mauricio Mendoza Paredes
Director de Investigaciones y Extensión

Humberto José Navarro Nigrinis
Coordinador de Semilleros de Investigación

Eduardo San Miguel Marín
Director de Regionalización

Comité Organizador

Yesid Alberto García León
Fredy Alberto Rojas Espinoza
Luis Omar Sarmiento Álvarez
René Mauricio Peñarredonda Quintero
Adolfo Enrique Nieto Peñaranda

expoin@uts.edu.co
www.uts.edu.co

CONTACTOS

Javier Mauricio Mendoza Paredes
(Director de Investigaciones y Extensión)

Teléfono_ 57-6917700 Ext. 1341
Correo: jmendoza@correo.uts.edu.co

Organización de Expoin 2022

Teléfono_ 57-3005738761
Correo: expoin@uts.edu.co

Humberto José Navarro Nigrinis
(Coordinador de Semilleros de
Investigación UTS)

Teléfono_ 57-6917700 Ext. 1342
Celular: 3133665059
Correo: hnavarro@correo.uts.edu.co

René Mauricio Peñarredonda Q.
(Líder Grupo Investigación GISEEB)

Celular_ 57-3003240104
Correo: renequintero@correo.uts.edu.co

Luis Omar Sarmiento Álvarez
(Líder Grupo Investigación DIANOIA)

Celular_ 3002049762
Correo: lsarmiento@correo.uts.edu.co

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN OFICIAL _____	5
2. OBJETIVOS DEL ENCUENTRO _____	6
3. INVITADOS A PARTICIPAR _____	7
4. ESPACIOS OFERTADOS EN EXPOIN _____	8
5. MODALIDAD DE PARTICIPACIÓN _____	9
6. CRONOGRAMA _____	9
7. ACTO PROTOCOLARIO DE INAUGURACIÓN _____	12
8. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS _____	13
9. PONENCIAS DE INVESTIGADORES _____	23
10. ACTIVIDAD CULTURAL _____	52
101 RESULTADOS DEL EVENTO _____	53

1. PRESENTACIÓN OFICIAL

Las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) es una Institución de Educación Superior (IES), con sede principal en la ciudad de Bucaramanga y cuatro extensiones ubicadas en los municipios de Barrancabermeja, Piedecuesta, San Gil y Vélez. Somos líderes en la consolidación de la educación tecnológica y profesional por ciclos propedéuticos, bajo tres funciones misionales docencia, investigación y extensión. La gestión académica con criterios de calidad hace de esta institución un claustro educativo con proyección, pensando siempre en darle soluciones a las necesidades del entorno, a través del conocimiento y la pedagogía.

Las UTS, realiza hace 10 años el Encuentro de Semilleros de investigación denominado EXPOIN, en el que se busca dar a conocer los adelantos en investigación por parte de los Grupos, y Semilleros de la región Barranqueña. EXPOIN es un evento científico basado en la generación de escenarios científicos, académicos, comerciales, culturales y recreativos que posibiliten reconocer el valor y la trascendencia de la investigación formativa realizada por la Institución y otras Instituciones de Educación Media y Superior de la región santandereana que se hacen partícipes en este evento.

Este año EXPOIN, convoca a la comunidad académica a participar de su Vigésimo Encuentro Regional de Semilleros de Investigación, el cual se desarrollará presencialmente en la Universidad Industrial de Santander – Campus Barrancabermeja.

En este evento científico se abrirán escenarios para que las diferentes instituciones educativas y algunas empresas puedan compartir las experiencias en investigación formativa y los avances en temas relacionados con la “LA INVESTIGACIÓN EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS REGIONES”, desarrollados por estudiantes adscritos a Semilleros de Investigación, así como ponencias de docentes y conferencias realizadas por expertos; con el objeto de impulsar una sociedad innovadora, creativa y transformadora, articulada con la academia y las empresas de la región, dispuestas a trabajar por Barrancabermeja y su zona de influencia.

Los esperamos.

JAVIER MAURICIO MENDOZA PAREDES
Director de Investigaciones y Extensión

2. OBJETIVOS DEL ENCUENTRO

- ✚ Fomentar la cultura investigativa de las UTS mediante la formación de estudiantes en las temáticas del grupo de Investigación DIANOIA y GISEEB por medio de proyectos de aula, semilleros de investigación y proyectos de grado.
- ✚ Divulgar resultados o avances en investigación en sentido estricto o formativo en: investigación, innovación y/o desarrollo tecnológico y emprendimiento desde las diferentes áreas temáticas establecidas por MINCIENCIAS.
- ✚ Generar espacios participativos para el encuentro de estudiantes y docentes investigadores de instituciones de educación superior, y de secundaria de Barrancabermeja, con el propósito de ser retroalimentados por asistentes o evaluadores.

3. INVITADOS A PARTICIPAR

Las UTS, extiende una cordial invitación a los siguientes actores para que participen en EXPOIN 20a VERSIÓN - 2022:

- ✚ Estudiantes y docentes de las Unidades Tecnológicas de Santander Campus Barrancabermeja
- ✚ Semilleros de investigación de las Unidades Tecnológicas de Santander Campus Barrancabermeja
- ✚ Estudiantes y docentes de instituciones de educación superior de Barrancabermeja
- ✚ Estudiantes y docentes de instituciones de educación secundaria de Barrancabermeja

4. ESPACIOS OFERTADOS EN EXPOIN

Encuentro Regional de Semilleros de Investigación: EXPOIN 20ª Versión - 2022, es un evento científico que consta de la presentación de proyectos mediante póster para proyectos terminados o en curso, en las siguientes modalidades: Proyecto de Investigación, Desarrollo tecnológico y Emprendimiento.

NOTA: Podrán participar en calidad de ponentes en el Encuentro EXPOIN, los estudiantes de Semilleros de Investigación diligenciando el **Formato de inscripción de propuesta, de acuerdo al Forms de OneDrive <https://forms.office.com/r/BkWJWLb5RT>**, los cuales serán revisados por los organizadores de EXPOIN, de las UTS. De igual manera diligenciar el forma F-IN-02 (**Anexo 1. Formato de propuesta**) y realizar un poster del proyecto para la presentación en el evento. (**Anexo 2. Formato posters**)

Ponencias de Docentes Investigadores: En este espacio los docentes investigadores de las UTS y las demás instituciones podrán divulgar las experiencias investigativas con grupos o semilleros en el tema de “Desarrollo y crecimiento de las regiones”.

NOTA: Podrán participar en calidad de ponentes en el Encuentro EXPOIN, los docentes investigadores diligenciando el **Formato de inscripción de la ponencia, de acuerdo al Forms de OneDrive <https://forms.office.com/r/8H9NGeQKbt>**, los cuales serán revisados por los organizadores de EXPOIN, de las UTS. Será necesario la presentación de un (1) artículo que se publicará en las memorias el evento, con máximo 7 hojas, donde se refleje la estructura del proyecto según Modelo de artículo para las memorias (**Anexo 3**).

Actos Culturales: En este espacio se exhibirán una serie de presentaciones culturales musicales y danzas a cargo del grupo de Bienestar Institucional.

5. MODALIDAD DE PARTICIPACIÓN

1. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN: Proyectos cuyo fin último es generar un aporte al conocimiento científico de una comunidad. Estos proyectos pueden ser en la categoría de:

- ✚ **Investigación en Curso:** Son aquellos que han realizado parcial o totalmente actividades de recolección y análisis de datos. Estas se presentarán sólo en forma de posters, **(Anexo 2. Formato posters)**. *Tener presente las consideraciones del punto 4 del presente documento.*
- ✚ **Investigación Terminada:** Corresponde a los trabajos que ya han elaborado informe final. Estas se presentarán en forma de posters. **(Anexo 2. Formato posters)**. *Tener presente las consideraciones del punto 4 del presente documento.*

2. PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y/O DESARROLLO TECNOLÓGICO: Procesos y Productos desarrollados por los Semilleros de Investigación en los que se generan estrategias, modelos, protocolos relacionados con los procesos y aplicaciones tecnológicas, bienes y servicios. Estas se presentarán en forma de posters. **(Anexo 2. Formato posters)**. *Tener presente las consideraciones del punto 4 del presente documento.*

3. PROYECTOS DE EMPRENDIMIENTO EMPRESARIAL: Proyectos desarrollados por los Semilleros de Investigación aplicados al sector empresarial, generalmente propuestas de creación de nuevas empresas. Estos tipos de proyectos pueden ser en las categorías de:

- ✚ **Plan de Negocio:** El plan de negocio es un documento escrito que define con claridad los objetivos de un negocio y describe los métodos que se van a emplear para alcanzar los objetivos en términos de estudios mercado, técnicos, administrativos, legales, ambientales financieros y de evaluación de una unidad productiva nueva. Estas se presentarán en forma de posters. **(Anexo 2. Formato posters)**. *Tener presente las consideraciones del punto 4 del presente documento.*
- ✚ **Empresa Puesta en Marcha:** Empresa constituida legalmente, con el cumplimiento de los trámites establecidos por el gobierno colombiano o en curso de los mismos. Una empresa será puesta en marcha, cuando el Plan de Negocios es viable. Estas se presentarán en forma de posters. **(Anexo 2. Formato posters)**. *Tener presente las consideraciones del punto 4 del presente documento.*

Áreas del saber

De acuerdo a las orientaciones de la Misión de Sabios (MINCIENCIAS, 2019), se plantean las siguientes áreas correspondientes a los 8 focos temáticos propuestos:

- ✚ Tecnologías Convergentes (nano, info, cognotecnología) – Industrias 4.0
- ✚ Industrias culturales y creativas
- ✚ Energía sostenible
- ✚ Biotecnología, medio ambiente y bioeconomía
- ✚ Océanos y recursos hidrobiológicos
- ✚ Ciencias sociales y desarrollo humano con equidad
- ✚ Ciencias de la vida y la salud
- ✚ Ciencias básicas y del espacio

Se puede consultar en: https://minciencias.gov.co/mision_sabios/focos

6. CRONOGRAMA

Con el propósito de mantener un orden en los tiempos y actividades en la EXPOIN 20ª Versión, se presenta el cronograma de actividades:

Tabla 1. Cronograma de Actividades

HORA	ACTIVIDAD
2:00-4:00PM	Distribución, entrega, adecuación de stands a estudiantes Semilleros de Investigación
5:00-6:00PM	Ponencias Docentes Investigadores
5:00- 8:30PM	Presentación de Posters y evaluación
6:00-6:30PM.	Apertura "Evento Científico/Investigaciones EXPOIN"
6:30-8:00 PM	Conferencia: Energías reactivas y su impacto en la eficiencia energética (Ing. Mg. Rafael Rangel Delgado)
8:00-9:30 PM	Actividades culturales y Continuación de las Exposiciones de Proyectos de Emprendimiento y de Investigaciones
9:30 p. m.	Cierre del evento

7. ACTO PROTOCOLARIO DE INAUGURACIÓN

Viernes 18 de noviembre 2022 (6:00 pm - 6:30 pm)

Acto Protocolario

Mediante la siguiente actividad institucional denominada EXPOIN, el maestro de ceremonia explicó una introducción breve de la reseña histórica del evento, la importancia en dar a conocer proyectos de investigación relacionados con la tecnología, innovación y emprendimiento, desarrollados por docentes y estudiantes pertenecientes a semilleros de investigación de las Unidades Tecnológicas de Santander campus Barrancabermeja y otras instituciones de educación superior, educación secundaria de la ciudad como: la Universidad Industrial de Santander, Instituto Universitario de la Paz, Universidad Cooperativa de Colombia, SENA, Colegio el Castillo.

Para dar inicio al evento se realizó el acto protocolario donde los Coordinadores Académicos de la Facultades del del Campus Barrancabermeja el Dr. Yesid Alberto García León y el Ingeniero Fredy Alberto Rojas, ofrecieron una intervención reconociendo la importancia de la investigación en los procesos académicos en la región.

Figura 1: Acto protocolario Auditorio Principal de la UIS- Barrancabermeja



Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

8. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS

Viernes 18 de noviembre de 2022 (5:00 pm - 8:30 pm)

Presentación de Ponencias

EXPOIN tiene como fin divulgar resultados o avances en investigación en sentido estricto o formativo en: investigación, innovación y/o desarrollo tecnológico y emprendimiento desde las diferentes áreas temáticas establecidas por MINCIENCIAS. Asimismo, fomentar la cultura investigativa de las UTS mediante la formación de estudiantes en las temáticas del grupo por medio de proyectos de aula, semilleros de investigación y proyectos de grado.

Se abre el espacio para dar a conocer el avance junto al impacto que ha generado dichos proyectos y como se ha llevado a cabo en los respectivos semestres posteriores a EXPOIN, dando oportunidad a investigadores, docentes y estudiantes directos de la institución, que desean exponer sus ramas de investigación ante la comunidad UTEISTA y los diversos reguladores invitados al evento, con el fin de fomentar el desarrollo investigativo en la cultura universitaria, de igual manera, se extendió la invitación a instituciones de educación superior y Colegios de nivel secundario de Barrancabermeja, que participaron activamente en esta versión de EXPOIN.

En este ámbito se dan a conocer las propuestas de los semilleros institucionales, mediante diapositivas como apoyo para dar sustento a la idea en desarrollo. A continuación, se muestran los proyectos y semilleros que participaron del espacio de las ponencias en EXPOIN 20a Versión 2022.

Tabla 2: Lista de proyectos presentado en EXPOIN

Institución/Sede	Semillero	Nombre del Proyecto	Nombre completo (estudiantes y docente líder)
UTS CAMPUS BARRANCABERMEJA	DRUCKER	Idea de innovación EASY CAKE	Paula Andrea Carreño Castro
			Yusbelis Guerrero del Valle
			Carlos Augusto Pérez
			Líder: Dina Luz Daza Oñate
	DRUCKER	Idea de Innovación Tecnológica Marcos Para Gafas a Base de Madera Plástica con Diseños Personalizados	Delly Esmeralda Romero Joya
			Lili Estrada Caballero
			Alejandra Delgado Palmera
			Hassbleidy Nereidy Flórez Figueroa
	Líder: Dina Luz Daza Oñate		
	DRUCKER		Jadith Julieth Parra Ríos

		Ana María Uribe León
	Idea de innovación jabón artesanal- matarratón	Lilibeth Diaz Rojas
		Karen Dayana Rodríguez Delgado
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de Innovación KEM INNOVATE	Dalgys Mildreth Gil Martínez
		Karla Natalia Calderón Valle
		Erika Ayala Peña
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de Innovación FRAEDES	Jhon Maiger Gómez Molina
		Yuris Yiseth Beleño Rodríguez
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de Innovación Tecnológica SMART HELMETS	Greg Rey Gómez Márquez
		Jessica Alexandra Monsalve
		Karol Daniela Pico Tarriba
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de innovación impermeables STALOSE	Talía Yaribeth Gutiérrez Robles
		Joseph Steven Miranda Arroyo
		Starlin Julieth Rodríguez Villamizar
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de innovación Mi bolso DAILY	Nicoll Zharick Echeverría Mozo
		Angelina Uribe Uribe
		Ángela Zharick Ibáñez Pacheco
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de innovación tecnológica "SOMBAG"	Jennifer Paola Barahona Torres
		Manuel Suarez Rojas
		Sebastián Salcedo Vásquez
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea De Innovación Camisa Lactante Y Porteadora	Paula Andrea Acosta Celis
		Dianfer Stiven Carrillo Rueda
		Adriana Lucia Miranda Bustos
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER	Idea de innovación Almohadas SLEEPETALS	Sol Dayanis Caro Niño
		Andrea Carolina Vanegas Pérez
		Angie Valentina Cediel Vega
		Líder: Dina Luz Daza Oñate
DRUCKER		Jennifer Sofia Franco Flórez

		Idea de innovación Agenda Bolso "EFG"	Ana Karina Celis Escobar
			Yuly Alejandra Granados Rodríguez
			Líder: Dina Luz Daza Oñate
	DRUCKER	Idea de innovación Termosificador (Pill-Holder)	Tania Gineth Chaverra Sánchez
			Gissela Álvarez Quiroz
			Andrea Hernández Álvarez
			Líder: Dina Luz Daza Oñate
	DRUCKER	Idea de Innovación Tecnológica Sistema de lavado y limpieza de calzado WHASHOES	Elsy Sandrid Kabaklija Machado
			Tatiana Andrea Cocha Ortiz
			Deisy Yurley Pinto Camacho
			Michell Dayanna Turizo Duran
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q.
	DRUCKER	Idea de Innovación Tecnológico Pupitre Yaxa	Yenny Vanesa Jaime Cabezas
			Ana Sofia Martínez Ayala
			Alexandra Gómez Cala
			Enith Xiomara Arias Balaguera
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de Innovación Tecnológica Ventilador Acondicionado KAPIJ	Julieth Carolina de los Ríos Pedroza
			Madeleine Meléndez Silva
			Cristian Orlando Badillo Mantilla
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de innovación "CLOSET DRY IRON"	Karol Tatiana Mozo Martínez
			Bleidys Cárcamo Ochoa
			Laura Milena Genes Duarte
			Negirette Dayana Lobo Prieto
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de innovación FORRO CARGADOR	Andrea Rocío Guevara Guadrón
			Daniela Gómez Rey
			Leidy Tatiana Afanador Orozco
			Yendy Vanesa Dávila Montalla
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de innovación Mudanzas YUSAKAVI	Luz Victoria Sedano Díaz
			Sara Vanessa Carballido Rueda
			Yulei Yaledsa Beltrán cala
			Karina Paola Guzmán Cisneros
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q

	DRUCKER	Idea de Innovación KAPIJ	María Paula Tirado Díaz
			Jazmín Hernández contreras
			Lilibeth Díaz Rojas
			Karen Dayanna Rodríguez Delgado
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de Innovación Diamond Light	Angela Isabel Mosquera Pedrozo
			Roxana Merlano Arias
			Mercedes Miranda Vecino
			Carlos Daniel Rodríguez Piñeres
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de Innovación Maquina dispensadora JALS	Jose Farid Polo Centeno
			Ronal Stiven Sánchez Iriarte
			Alex Antonio Morales Flórez
			Darlys Tatiana Lindarte Sarmiento
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Zapato innovador-Shoeshiper	Gicell Andrea Arcila
			Camila Andrea Rangel Mejía
			Karol Daniela Pico Tarriba
			Freider Eduardo Meneses Castillo
			Líder: René Mauricio Peñarredonda Q
	DRUCKER	Idea de innovación ultrab – bag	Jaime Rojas Cuevas
Karol Milena Varela Becerra			
Jadith Julieth Parra Ríos			
Anyela Hayleen Reyes Ariza			
Erika Herley Rueda Pereira			
Líder: René Mauricio Peñarredonda Q			
DRUCKER	Idea de Innovación cepillo de dientes innovador para niños multi brush	Krismar Nazaret de los Angeles González Salazar	
		Irianis Cortes Pedrozo	
		Daniela Tellez Gutiérrez	
		Brandon Alexander Esparza Ruiz	
		Líder: René Mauricio Peñarredonda Q	
GITEDI	Diseño y construcción de un dosificador automatizado para alimentación de caninos	Andres Fabian Caceres Prada	
		Raymor Aldair Aguas Rodriguez	
		Samuel Esteban Mejia Sanchez	
		Kevin Julián Cabezas Zabaleta	
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza	

GITEDI	Fabricación de Ladrillos con aceite e icopor reciclados.	Andres Fabian Caceres Prada
		Raymor Aldair Aguas Rodriguez
		Líder: Luis Omar Sarmiento Alvarez
GITEDI	Diseñar y construir un banco electroneumático para los laboratorios de las UTS Barrancabermeja en el año 2022.	Juan Pablo Ovalle Murcia
		Carlos Andrés Aconcha Parra
		Arturo Villada Parada
		Edwing Javier Zapata Morales
Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza		
GITEDI	Diseño e implementación de banco de energía fotovoltaica para laboratorio UTS Barrancabermeja 2022-2023.	Cristian Camilo Camacho Hernández
		Juan David Badillo Galván
		Wilson Andrés Fuentes Gallego
		Daniel Altamar Almendrales
Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza		
GITEDI	Diseño y construcción de un sistema de control de iluminación para las oficinas administrativas de la sede barranca UTS aplicando software libre.	Jordan Santiago Martinez Ascanio
		Elvis Rafael Carracedo Romero
		Brayan Camilo Rodriguez Mancipe
		Anderson Raul Mancilla Rivera
Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza		
GITEDI	Producción de lingotes de cobre con Maquina de fundición a gas en Barrancabermeja para el año 2022-2023.	Daniel Altamar Almendrales
		Juan David Badillo Galván
		Cristian Camilo Camacho Hernández
		Líder: Luis Omar Sarmiento Álvarez
GITEDI	Sistema automatizado de riego.	Jhon Edinson Malavera Lozano
		Cristian David Bohorquez Diaz
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	TRITURADOR S.A.S	Andres Camilo Martinez Álvarez
		Carlos Humberto Gutiérrez Nuncira
		Gustavo Sneyders Morales Ballesteros
		Diego Andres de la Espriella Vergara
Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza		
GITEDI	Ventanas transparentes generadoras de energía solar 2022-2023	Karol Meliza zapata Monsalve
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	App para planificar el mantenimiento preventivo de una mini-cargadora 2022-2023	Fanny Jaritza Hoyos Corzo
		Nehemías Suarez Rueda
		Jaider Alberto Tamayo Pedroza
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza

GITEDI	Horno por inducción magnética para la fundición de metales ligeros mediante el uso transformadores e indicadores de temperatura 2022.	Juan Carlos Ortega Bueno
		Orlando Palencia Prada
		Darwin Damián Gil Díaz
		Yerson Arley Jerez Gamboa
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	Generar hidrógeno a partir de agua como alternativa a los hidrocarburos en Barrancabermeja para el periodo 2022-2023	Cesar Adolfo Barros Ruiz.
		Manuel Alejandro Villalba Rubio.
		Esteban Alexander Rueda Avendaño.
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	Desarrollo de un prototipo de máquina de impresión 3D controlada por módulo Bluetooth para la fabricación de piezas mecánicas mediante la técnica de modelado por deposición fundida.	Fabio Andrés Correa Sepúlveda
		Fabián Mauricio Quijano Álvarez
		Mario Andrés Garrido García
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	Sistema de riego automatizado por Arduino	Cesar Augusto Manrique Forero
		Martin Andrés Velasco Bautista
		Cristian Johan Restrepo Arenas
		Osmar Ferley Diaz Rodríguez
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	Variador de velocidad o de frecuencia	Jhon Edinson Mala Vera
		Julian Caceres Quinchia
		Didier Yesid Balaguera
		Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
GITEDI	Brazo auxiliar de ayuda	Jesús Ulloa Mejía
		Carlos Andrés Bonilla Amaya
		Luis Carlos Barba Macías
		Andres Felipe Turizo Escalante
		Cristian Fernando Jerez Oliveros
		Gildardo Adolfo Adarbe Hernandez
		Ángel Steven Arrieta Coneo
		Yeraldine Serrano
		Martin Jesús Arrieta Sierra
		Jhordan Esnaider Guzmán García
		Jeremy Díaz Aguilar
		Líder: Arthur Johan Rangel Bautista y Sandra Jeaneth Suarez Vera

GITEDI	Calculadora científica con interfaz gráfica en software Matlab	Jhon David Martínez Contreras
		Wilber López Menco
		Ever Yesid Sánchez Rojas
		Víctor Javier Manrique Vargas
		Líder: Arthur Johan Rangel Bautista y Sandra Jeaneth Suarez Vera
GITEDI	Utilización de la realidad virtual para el proceso de enseñanza y aprendizaje en el programa de Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico de la UTS campus de Barrancabermeja	Marlon Sneider Muñoz Martínez
		Líder: Marlon Sneider Muñoz Martínez
GITEDI	Ecuador de 8 bandas a través de interfaz Matlab	Marlon Sneider Muñoz Martínez
		Kevin Anderson Ramírez Ayala
		Omar Joan Herazo Amaris
		Líder: Arthur Johan Rangel Bautista y Sandra Jeaneth Suarez Vera
GITEDI	Reconocimiento facial en Matlab	Jorge Andrés Moreno
		Jefferson Cobos Turriago
		Sergio Andrés Monsalve Triana
		Camilo Andrés Vanegas Flórez
		Líder: Arthur Johan Rangel Bautista y Sandra Jeaneth Suarez Vera
GITEDI	Diseño del sistema de recirculación de agua residual de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales (PTARI) en Barrancabermeja	Shirley Daniela Murcia Rodríguez
		Líder: Leidys Marleyn Rodríguez Castro
GITEDI	Generador de hidrogeno verde como alternativa para la transición energética	Eliecer Orozco Mejía
GITEDI	Utilización de la realidad virtual para el proceso de enseñanza y aprendizaje la asignatura de Circuitos Eléctricos II del programa de	Marlos Sneider Muñoz Martínez

	Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico de la UTS Campus de Barrancabermeja	Líder: Marlos Sneider Muñoz Martínez
GITEDI	Diseño de un robot con control remoto para recolección de basuras flotantes en la ciénaga Miramar en la ciudad Barrancabermeja.	Jeffersson Lerma Jerez
		Milton Pérez Novoa
		Líder: Luis Omar Sarmiento Álvarez
GITEDI	Diseño de una planta piloto para fabricación de ladrillos compuestos de aceite residual usados en motores de combustión interna e icopor reciclado.	Jennyfer Cuellar Caro
		Líder: Luis Omar Sarmiento Álvarez
GITEDI	Diseño de una planta de fundición automatizada de cobre reciclado	Brayan Ballesteros Castro
		Líder: Luis Omar Sarmiento Álvarez
GITEDI	Diseño de una planta piloto para el estudio de la generación de hidrógeno para el programa de Tecnología en Gestión de Recursos Energéticos	Yulissa Bertrán Bautista
		Eliecer Orozco Mejía
		Líder: Luis Omar Sarmiento Álvarez
GITEDI	Utilización de la realidad virtual para el proceso de enseñanza y aprendizaje en el programa de Tecnología en Operación y Mantenimiento Electromecánico de la UTS campus de Barrancabermeja	Marlos Sneider Muñoz Martínez
		Líder: Marlos Sneider Muñoz Martínez
GITEDI	Ventana fotovoltaica	Bryan David Funez Carreño
		Jesús Jiménez Márquez
		Jamer Jair Calderón Tovar
		Brayan Stik Flórez Carreño
		Líder: Sandra Suárez Vera
GITEDI	Diseño e implementación de un prototipo para detectar fugas de gas para el uso residencial	Jerson Sidray Ortiz
		Juan David Télle
		Luis Moncada
		Juan Jose Munive Miranda
		Kenner Andres Salazar Guerra.
		Líder: Sandra J. Suarez Vera

SENA	GITEDI	Lámpara automatizada	Johan Javier Badillo
			Dilan Leonardo Cabanzo
			Iván Darío Villanueva
			José David Fernández
			Líder: Sandra J. Suarez Vera
	GITEDI	Desarrollo de un prototipo de una caja de tesla que emite notas musicales controlada por módulo WIFI y comando de voz para ambientar interiores (METBOX).	Jhorman Sthywar Uribe Zapata
			Líder: Fredy Alberto Rojas Espinoza
	GITEDI	Motion Window	Brandon Smith Rapalino Laguna
			Nicolás mantilla pita
			Líder: Sandra J. Suarez Vera
SIDET	Sistema de Generación Solar Fotovoltaico para la Energización de Plantas de Procesos Industriales	Daniel Smith Rico Gordillo	
		Jonathan Amilkar Nieto Méndez	
		Líder: Belky Jazmín Parra	
SIGILTAH	Implementación de herramientas tecnológicas para la evaluación de variables competitivas y productivas en tiendas de barrio del distrito de Barrancabermeja	Mayra Angelica Poveda García	
		Johan Guillermo Vargas Fonseca	
		Líder: Yamile Camacho Rubiano	
SIHP	Desarrollo de la aplicación de Biocera obtenido en el proyecto BPIN-2018000100188 a partir de análisis fisicoquímicos, cromatográficos, tecnológicos y financiero	Angela María Andrade Ulloa	
		Líder: Fredy Peña Suescun	
SIDET	Rediseño Maquina cortadora del haz de tubos en intercambiadores de calor en la empresa talleres unidos, Fase III; Incorporando IIoT	Arley Rubén Santos Hernández	
		Líder: Jaime Angulo Pedrozo	
SIAB	Diseño de un sendero ecológico en la reserva forestal del Hotel Olga Lucia en el distrito de Barrancabermeja	Yulieth Daniela Calderón Guisao	
		Líder: Rodolfo Corredor	
UNAD	SIDIPACT	Armando Aguilera Calderon	
		Líder: Julio Cesar Bedoya Pino	

UCC		piscicultura utilizando tecnología IOT	
	SECONSOL	Análisis comparativo de los aspectos administrativos y de control de la Propiedad Horizontal - PH dentro de los países miembros de la Comunidad Andina de Naciones-CAN.	Eris María Peinado Contreras
			Koraima Torres Mejía
			Natalia Belén Quintero Ardila
			Líder: Angélica María Cala Amaya
UIS	SEMILLERO UIS	Pirolisis del plástico	Andrea Carolina Arteaga Bram
			Líder: Robinson Cortés
COLEGIO EL CASTILLO	Lideres del siglo XXI	La tienda de las oportunidades	Paula Alejandra Parra Orduña
			Líder: Lizmagda López Flórez

Fuente: autor

9. PONENCIAS DE INVESTIGADORES

9.1 Implementación de inteligencia artificial en procesos de la agroindustria del Sector Cacaotero.

Implementación de inteligencia artificial en procesos de la agroindustria del Sector Cacaotero Implementation of artificial intelligence in agro-industry processes of the Cocoa Sector

Flórez Martínez, Alexander¹, Vargas Flórez, Jesús Omar^{2*}, Pérez Waltero, Harold Esneider³

¹UNAD, Cde 24 #2-172 Urbanización, Cúcuta, Colombia

²UNAD, Cra. 24 #559, Barrancabermeja, Colombia

³UNAD, Cl. 14 Sur # 14-23, Bogotá, Colombia

[*jesus.vargas@unad.edu.co](mailto:jesus.vargas@unad.edu.co)

Abstract — Este documento es la descripción de un caso de éxito en la cual se logró acercar las tecnologías de punta, a los cultivadores y productores encargados de la transformación del cacao, mediante el desarrollo de una herramienta de bajo costo con la que pudieran validar la calidad de sus productos ante los mercados regionales y Nacionales. La Cocoa e-Nose, es el resultado del trabajo investigativo de dos docentes que pertenecen a los grupos de investigación de la UNAD (GIDESTEC y GIAUNAD), dos semilleros de investigación, y la colaboración del grupo de investigación en sistemas multisensoriales y reconocimiento de patrones de la UNIPAMPLONA, donde se logró unificar en un solo dispositivo, un hardware basado en sensores y actuadores de uso comercial, y un algoritmo que incorpora las bondades del machine learning y los principios de la inteligencia artificial, de los que en la actualidad son tan implementados en diferentes partes del mundo, para la analítica de datos, y que en este caso está operado para la clasificación de los clones del cacao, en las distintas etapas de transformación del grano.

Abstract — This document is the description of a success story in which it was possible to bring state-of-the-art technologies closer to growers and producers in charge of cocoa transformation, through the development of a low-cost tool with which they could validate the quality of cocoa. their products to regional and national markets. The Cocoa e-Nose is the result of the investigative work of two professors who belong to the UNAD research groups (GIDESTEC and GIAUNAD), two research hotbeds, and the collaboration of the research group on multisensory systems and pattern recognition. of UNIPAMPLONA, where it was possible to unify in a single device, a hardware based on sensors and actuators for commercial

use, and an algorithm that incorporates the benefits of machine learning and the principles of artificial intelligence, which are currently so implemented in different parts of the world, for data analysis, and which in this case is operated for the classification of cocoa clones, in the different stages of transformation of the grain.

Términos de indexación — Machine Learning, Inteligencia Artificial, Olfato Electrónico, LabView, Sensor de Gas MQ, Adquisición de Datos, Arduino.

Index Terms — Machine Learning, Artificial Intelligence, Electronic Smell, LabView, MQ Gas Sensor, Data Acquisition, Arduino.

I. INTRODUCTION

El cultivo del cacao es una apuesta productiva que actualmente hace Colombia, retomando ese liderazgo regional que mantenía hace unas décadas, aprovechando el potencial comercial de los cacaos finos de calidad y aromas especiales, pero sobre todo como parte de una propuesta social hacia el desarrollo rural para su producción[1].

El sabor y aroma de los granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) determinan la calidad sensorial y su clasificación entre cacaos finos y a granel. Muchos compuestos químicos de los granos, donde sobresalen los polifenoles y los alcaloides, son responsables de la calidad sensorial, ya que inciden de manera directa en el sabor y palatabilidad de las almendras, y de modo indirecto sobre los precursores de aroma. Los alcaloides están asociados con el amargor. La concentración de los alcaloides se puede modificar dentro del

procesamiento del grano, para denotar su amargor. Los polifenoles asociados a otras moléculas, son los responsables de la sensación de astringencia (poco deseable en chocolates), pero también de propiedades antioxidantes deseables por los consumidores[2].

Por otra parte, al hacer referencia a un proceso agroindustrial se debe hacer énfasis al control de todas las etapas de un proceso en el que se puede transformar un producto agrícola, ganadero, forestal o cualquier otro recurso natural o biológico. Cada etapa tiene una o muchas variables denominadas "críticas" que se deben mantener en unos valores específicos, de tal forma que el producto obtenido se ajuste a los parámetros requeridos por el consumidor final, lo que se convierte en un patrón para mantener la calidad del mismo. En ocasiones, esas características del producto son fácilmente medibles y cuantificables, lo que las transforma en estándares, como por ejemplo en el sector dedicado a la fabricación de insumos, pero en otros sectores productivos como en el de los alimentos, esta medida se vuelve relativa, en donde el criterio de juzgamiento lo emite un Catador o juez sensorial, quien por comparación sensitiva (llámese visión, audición, gusto, olfato, tacto) entre los valores obtenidos y los que considera requeridos, dictamina si está cumpliendo un factor de calidad, que a su vez dependerá de la objetividad de cada individuo según su entrenamiento, y de la subjetividad de los factores externos que lo pueden afectar[3].

Los pequeños cultivadores de cacao requieren que los proyectos de investigación, innovación y desarrollo, estén encaminados a implementar nuevas tecnologías y sistemas de control de bajo costo, que les permita mantener sus productos ajustados a los estándares de calidad exigidos por los compradores y los mercados en los cuales ofrecen sus productos. En este artículo se tratará de ilustrar un caso de éxito, en el que desde un proyecto de investigación, se logró desarrollar un sistema multisensorial – Cocoa eNose – junto a un algoritmo de inteligencia artificial, que está aplicado a los procesos críticos de transformación del Cacao en Colombia, y así mismo busca continuar incentivando la exploración hacia nuevos métodos para la parametrización de características en alimentos, que se siguen midiendo con un alto grado de subjetividad, y de esta promover nuevos ejes de desarrollo hacia una agroindustria.

II. ANTECEDENTES

Dentro del proceso inicial de acondicionamiento del grano de cacao, existen tres etapas críticas en donde se evidencian las mayores pérdidas de producto, las cuales son la etapa de fermentación, la de secado y la de tostado, cada una con un aspecto específico que conlleva a que el grano ofrecido sea considerado de baja calidad y se pague a menor precio, o que simplemente se considere no apto, y se pierda porque ya no se puede comercializar.



Fig. 1. Proceso transformación del cacao.
Fuente Nestle

A través de pruebas de laboratorio, se pueden determinar los compuestos volátiles de los granos en sus estados del proceso, los cuales están ligados directamente con los atributos de sabor y aroma que determinan la calidad, como se mencionó anteriormente, sin embargo realizar una validación de caracterización fisicoquímica de composición volátil por micro extracción en fase sólida en modo de espacio de cabeza (HS-SPME) y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GCMS)[4], es un alto costo para un pequeño productor, que prefiere mejor asumir el dictamen emitido por un juez sensorial, que realiza una valoración para establecer el grado de aceptación o rechazo de los granos que se van a comercializar.

Teniendo en Colombia gran variedad de clones, es indispensable tener un perfil sensorial para cada uno, por lo tanto, se debe pensar en generar un dispositivo comandado por un algoritmo que tenga la capacidad de caracterizar, y así mismo de aprender a identificar cada clon. Un clon o variedad clonal de cacao es un conjunto de plantas genéticamente idénticas, reproducidas en forma asexual a través de la injertación, por acodos, o por enraizamiento de estacas y ramillas.

La clonación es el medio para fijar, preservar y reproducir las características deseables que posee una planta en particular. Las diferencias entre las plantas de un mismo clon se deben a factores ambientales y de manejo, y no a razones genéticas.



Fig. 2. Clones de cacao santandereano. Fuente Autores

El concepto de nariz electrónica, no es nuevo, se han usado en diferentes escenarios que van desde la industria de alimentos, la minería, y en general para la detección de gases potencialmente peligrosos para un operario, sin embargo, la innovación de esta investigación se enfoca en la implementación de un algoritmo de machine learning y de inteligencia artificial, que se enfatiza a los volátiles emitidos por los granos del cacao en sus diferentes etapas de transformación[5]. El aspecto básico de una nariz electrónica parte de la conformación de una matriz multisensorial que realizará la misma actividad de percepción de las estructuras sensitivas de una nariz humana, llevando esta información a un centro de mando que actuará como el cerebro para procesar los datos recolectados y asumir una operación a realizar.

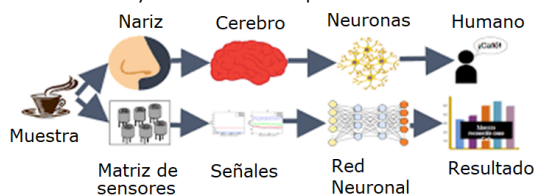


Fig. 3. Analogía entre olfato biológico y el olfato electrónico.[6]

El Cocoa eNose está integrado por los siguientes sistemas:

1. Sistema de protección para el prototipo es elaborado en acrílico transparente 5mm.
2. Tarjeta de adquisición de datos se basa en un ARDUINO UNO con conexión a la matriz de

sensores de gases y comunicación a PC mediante cable USB.

3. Etapa de Potencia conformada por la fuente de voltaje DC y dispositivos actuadores del sistema.
4. La matriz multisensorial esta conformada por un conjunto de sensores MQ para diferentes composiciones de gas

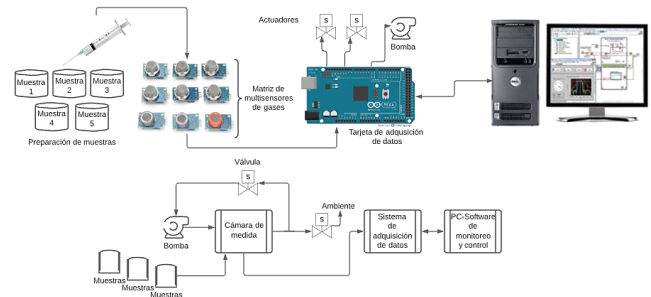


Fig. 4. Diagrama de bloques que conforman el sistema de olfato electrónico. Fuente Autores

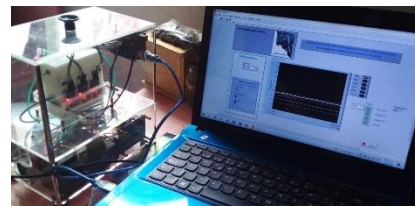


Fig. 5. Prototipo Cocoa eNose v2.0. Fuente Autores

III. SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS

Para validar la operabilidad del sistema es necesario ingresar las muestras de cacao que serán sometidas al análisis con la Cocoa eNose, de tal forma que se pueda comprobar si es posible realizar la clasificación de aromas; en la investigación se acondicionaron tres tipos de muestras correspondiente a almendras de cacao fermentado, cacao seco y cacao sobre fermentado. Mediante el uso del software LabVIEW se procede accionar el control del sistema en modo automático y posteriormente el almacenamiento de la información que arroja con el sistema de adquisición de datos. Posteriormente, la data es procesada mediante algoritmo de aprendizaje automático para clasificar clúster asociados a cada muestra.

A continuación, se presentan algunos resultados obtenidos en los procesos de análisis de muestras con cacao fermentado, sobre fermentado y seco.

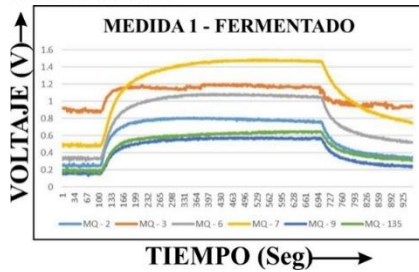


Fig. 6. Adquisición de datos muestra de cacao fermentado. Fuente Autores

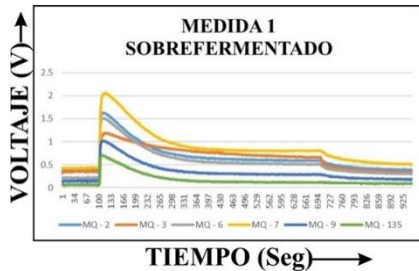


Fig. 7. Adquisición de datos muestra de cacao sobrefermentado. Fuente Autores

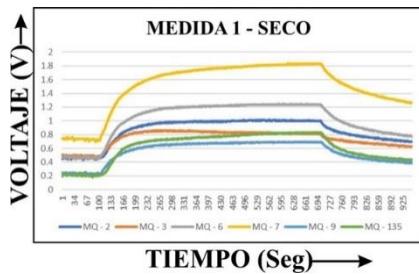


Fig. 8. Adquisición de datos muestra de cacao seco. Fuente Autores

El sistema de olfato electrónico Cocoa eNose caracterizan por obtener información cualitativa de un conjunto de volátiles, que para este caso están asociados al grupo de muestras que corresponden a cacao fermentado, seco y sobre fermentado. Dentro de la analítica de datos se generan clúster asociados a cada tipo de muestra, en el cual se implementa un preprocesado de datos Manhattan con el uso de un algoritmo desarrollado con el software Python, concluyendo que el sistema es funcional con la capacidad de clasificar datos asociados a las tres muestras de cacao, obteniendo una varianza total de un 86% en el análisis de datos.

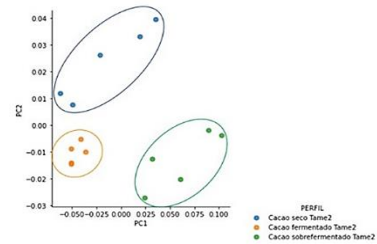


Fig. 9. Clústeres asociados al proceso de cacao fermentado, seco, y sobre fermentado mediante análisis de componentes principales. PC1=0.85 y PC2=0.1. Fuente Autores

Se aplica otra técnica de preprocesado de datos denominada MinMaxScaler librería asociada en Python para validar los clústeres, sin embargo, con este preprocesado de datos, se observa que las muestras están dispersas y tiene una limitante en el agrupamiento de clúster asociados en el proceso de fermentado, sobre fermentado y seco. Por lo anterior, podemos deducir que al implementar preprocesado de datos Manhattan, permite generar un mejor agrupamiento de los clústeres permitiendo clasificar las muestras de cacao asociadas en cada proceso.

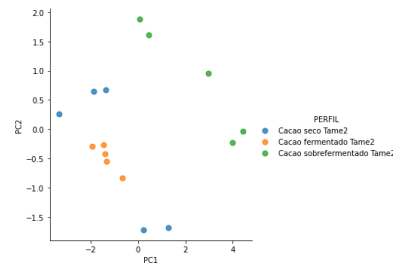


Fig. 10. Clústeres asociados al proceso de cacao fermentado, seco, y sobre fermentado mediante análisis de componentes principales, preprocesado MinMaxScaler PC1=0.81 y PC2=0.16. Fuente Autores

IV. CONCLUSIONES

El sistema de olfato electrónico Cocoa eNose tiene la capacidad de discriminar muestras asociadas a muestras de cacao fermentado, sobre fermentado y seco, en específico para el clon tame-2, con un porcentaje de varianza total de 86%, siendo el preprocesado Manhattan el que mejor resultados obtiene en la clasificación en comparación con el preprocesado MinMaxScaler.

En los sistemas de olfato electrónico es importante garantizar una hermeticidad en las cámaras de medida y concentración para que en el proceso de captura de datos no sea alterado por perturbaciones ajenas a la muestra.

El Análisis de Clúster o Conglomerados, es una técnica estadística multivariante que se puede implementar en los sistemas de olfato electrónico para caracterización de los granos de cacao, ya que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo analizado.

Es importante tener un punto de validación para los resultados obtenidos, por lo cual las muestras aún deben contar con la valoración de los jueces sensoriales, ya que el sistema de la Cocoa eNose sigue en proceso de entrenamiento para robustecer su algoritmo de inteligencia artificial.

REFERENCES

- [1] M. Pabón, L. Herrera, y W. Sepúlveda, "Caracterización socio-económica y productiva del cultivo de cacao en el departamento de Santander(Colombia) Socioeconomic and productive characterization of cocoa crops in the Santander Department (Colombia)", *Rev. Mex. Agronegocios*, vol. 38, pp. 283–294, 2016, doi: 10.22004/ag.econ.239289.
- [2] A. Vázquez-Ovando, I. Ovando-Medina, L. Adriano-Anaya, D. Betancur-Ancona, y M. Salvador-Figueroa, "Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma", vol. 66, 2016.
- [3] L. Fernando Quintana-Fuentes, S. Gómez-Castelblanco, A. García-Jerez, y N. Consuelo Martínez-Guerrero, "Conformación de un panel de jueces en entrenamiento para el análisis sensorial de licores de cacao obtenidos de diferentes modelos de siembra", *Entramado*, ISSN-e 1900-3803, Vol. 12, N° 2, 2016, págs. 220-227, vol. 12, núm. 2, pp. 220–227, 2016, doi: 10.18041/entramado.2016v12n2.24212.
- [4] M. L. Solarte Rangel, "Caracterización de algunos compuestos de interés en los procesos de fermentación y tostado de dos especies de cacao Amazónico", Universidad Nacional de Colombia, 2021.
- [5] R. DE La Facultad De Química Farmacéutica, M. C. Quicazán S, A. C. Díaz M, y C. M. Zuluaga D, "LA NARIZ ELECTRÓNICA, UNA NOVEDOSA HERRAMIENTA PARA EL CONTROL DE PROCESOS Y CALIDAD EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA", *Vitae*, vol. 18, núm. 2, pp. 209–217, 2011.
- [6] S. G. B. MURO, curp, y BIMS920605MDGRRN02, "Sistema olfativo artificial para la detección de compuestos volátiles tóxicos", dic. 2018.

9.1.2 El Emprendimiento informal de Barrancabermeja

El Emprendimiento informal de Barrancabermeja

René Mauricio Peñarredonda Quintero, Eduardo Arango Tobón, Raúl Eduardo Gómez Puentes

^aFacultad Ciencias Socioeconómicas y Empresariales, Unidades Tecnológicas de Santander, Barrancabermeja. Colombia, y Centro e Estudios Regionales renequintero@correo.uts.edu.co, earango@correo.uts.edu.co, raul.gomez@cer.org.co

Resumen

Barrancabermeja ha pasado por situaciones económicas difíciles en los últimos 8 años debido a su fuerte dependencia del petróleo, la primera por el precio del barril que tuvo una baja importante a nivel internacional y repercutió en los ingresos que recibe Ecopetrol y en el cierre de más de 5.000 empresas formales en 5 años, la segunda fue por el covid-19 desarrollando un cese de actividades comerciales, este también generó el cierre de muchas unidades productivas formales. Muchas personas pensando en su supervivencia tanto personal como familiar desarrollaron unidades productivas informales. La economía informal es un conjunto de actividades de operacionales de bienes y servicios que no contribuyen al PIB de la región o la nación, debido a la ilegalidad en sus transacciones, la elevada evasión de tributación y el creciente uso del efectivo, sin embargo, de alguna u otra manera el fenómeno de la economía subterránea o informal aporta indirectamente al desarrollo económico de una región

Actualmente Barrancabermeja no cuenta con una línea base de las unidades productivas informales que se encuentran en la vía pública como son las calles, los parques, los andenes entre otras. La investigación aporta datos importantes al Distrito para iniciar una caracterización del mismo y aprender como estos se han desarrollado y en qué condiciones socioeconómicas se encuentran.

Palabras Clave: Economía informal, Unidad productiva, Comercio en espacio público, desempleo.

The informal enterprise of Barrancabermeja

Summary

Barrancabermeja has gone through difficult economic situations in the last 8 years due to its strong dependence on oil, the first due to the price of a barrel that had a significant drop internationally and had an impact on the income received by Ecopetrol and on the closure of more than 5,000 formal companies in 5 years, the second was due to covid-19 developing a cessation of commercial activities, this also caused the closure of many formal production units. Many people thinking about their personal and family survival developed informal productive units. The informal economy is a set of operational activities of goods and services that do not contribute to the GDP of the region or the nation, due to the illegality of their transactions, the high tax evasion and the increasing use of cash, however, of In one way or another, the phenomenon of the underground or informal economy contributes indirectly to the economic development of a region.

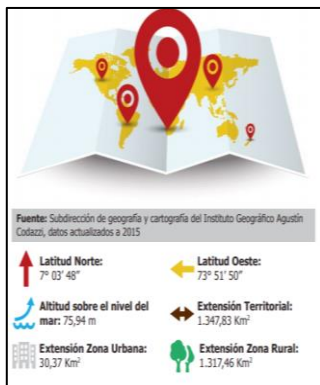
Currently, Barrancabermeja does not have a baseline of the informal productive units that are found on public roads such as streets, parks, sidewalks, among others. The investigation provides important data to the District to begin a characterization of it and learn how these have developed and in what socioeconomic conditions they are.

Keywords: Informal economy, productive unit, Commerce in public space, unemployment.

1. Introducción

Las estadísticas mencionadas de la Unión Europea, América Latina y Colombia, indica que el desempleo a nivel mundial es un problema globalizado en especial a los jóvenes y mujeres. Una de las soluciones rápidas e inmediatas para mitigar el desempleo es la ocupación laboral mediante la creación de unidades productivas de economía informal o la vinculación ocupacional informal.

La investigación denominada “El emprendimiento informal de Barrancabermeja” fue realizada a finales del segundo periodo del año 2021 en conjunto con el Centro de Estudios Regionales – CER y las Unidades Tecnológicas de Santander - UTS, debido a la situación de la informalidad que se ve a diario en



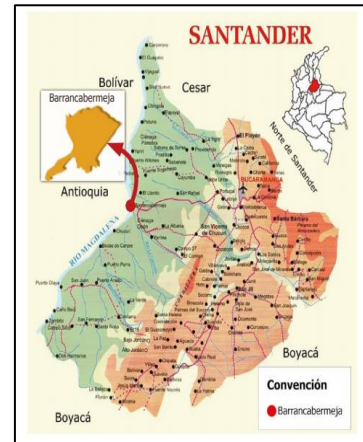
Barrancabermeja, la cual ha tomado fuerza en los últimos años debido a la inestabilidad en trabajos formales ocasionando que muchas personas quedaran desempleadas y buscaran alternativas para el diario vivir. Según información de la (Cámara de Representantes, 2021) del congreso de la república, menciona la difícil situación de desempleo de Barrancabermeja y su complejidad, “el desempleo llega al 23%, los niveles de pobreza superaban el 40% en el 2019, la reducción en los indicadores económicos se registró en un 23,1%”.

Hoy básicamente, hay dos tipos de informalidad (informalidad obligatoria y la voluntaria). La primera es derivada de la exclusión social y de la incapacidad del estado para generar suficientes fuentes de trabajos formales. En este caso, la informalidad surge como última opción para generar ingresos familiares. Por el contrario, el segundo tipo de informalidad surge a partir de la decisión voluntaria de los emprendedores una vez han analizado los costos y beneficios de la formalidad (Malagón Porras, 2019).

2. Localización

Según (Alcaldía Distrital de Barrancabermeja, 2021) Barrancabermeja forma parte de la provincia Yariguies, anteriormente de Mares, está ubicado al occidente del departamento de Santander, limita al Norte con el municipio de Puerto Wilches; al Sur con los municipios de Puerto Parra y Simacota; al Occidente con el Rio Magdalena y al Oriente con el municipio de San Vicente de Chucuri.

Figura 1. Mapa Geográfico y localización Barrancabermeja



Fuente: www.barrancabermeja.gov.co

3. Metodología

Esta investigación, es de tipo exploratoria y descriptiva el cual buscó mediante análisis, especificar las propiedades importantes de la situación actual de las unidades productivas en la economía informal de Barrancabermeja, Santander. El estudio en mención es cuantitativo con un muestreo probabilístico. Inicialmente se diseñó un instrumento de recolección de información primario el cual fue validado por expertos, este fue aplicado a todas las unidades productivas de economía informal ubicados en los principales andenes, vías, calles, parques de las 7 comunas de Barrancabermeja y los dos corregimientos más importantes de la ciudad que son el Centro y El llanito. La información fue recolectada, tabulada y analizada con el propósito de obtener una línea base frete a la situación de la informalidad en la ciudad para el 2021.

3.1 Población y muestra

La población en una investigación constituye el universo sobre el cual seleccionan los sujetos para la búsqueda de datos o informaciones necesarias, requerida para localizar la comprobación y objetivos inicialmente propuestos. Debido a que esta investigación cuenta con un tiempo limitado, la población que se consideró corresponde a los negocios de economía informal de Barrancabermeja que se encuentran en el espacio público de la ciudad para el 2021.

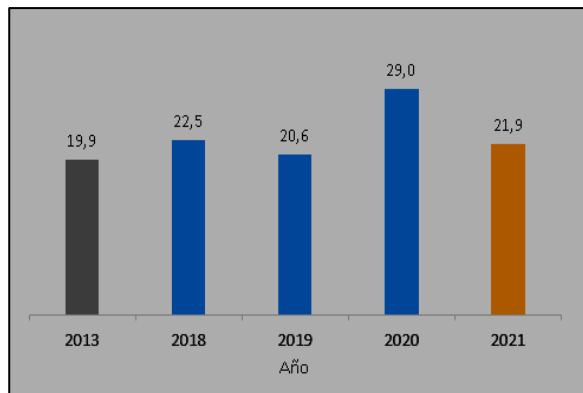
No existe una información base que nos permita conocer el número exacto de propietario de negocios informales en la ciudad, es decir que los investigadores realizaron un recorrido en campo, un barrido a las principales vías, calles, andenes, parques lugares o espacio público de las 7 comunas de Barrancabermeja y dos corregimientos de Barrancabermeja. Cabe anotar que por la crisis de violencia e inseguridad que se vive en la ciudad no se pudo ingresar a esos espacios públicos que se consideran zona roja de la ciudad. lo que no nos permitió llegar a un número real de las personas que se dedican a este tipo de negocios de economía informal. Sin embargo, se obtuvo una muestra significativa aproximadamente de 2000 unidades productivas de economía informal que fueron encuestadas en el distrito especial de Barrancabermeja.

4. Resultados

4.1 Retrospectiva de la situación del desempleo en Barrancabermeja y como este influye en la informalidad.

Si se revisan los datos más recientes, en retrospectiva de mediano plazo, se encuentra que de acuerdo con los datos de la Encuesta Hogares 2013 realizada por el Centro de estudios Regionales, la tasa de desempleo para ese año fue del 19,9%. (CER, 2013) y datos actualizados por el DANE al 2021 fue de 21.9% es decir dos puntos más arriba. Lo anterior permite reconocer que la ciudad ha tenido una tasa de desempleo alta, al menos en la última década, doblando aproximadamente la media nacional.

Gráfica 1. Tasa de desempleo Barrancabermeja 2013 - 2021



Fuente: DANE 2022

La tasa de desempleo de Barrancabermeja es de las más altas del país, situación que no se ha podido solucionar a pesar de los esfuerzos del gobierno territorial para minimizar las cifras. (Diario Vanguardia Liberal, 2019). De acuerdo con el CNPV en 8 de cada 10 hogares hay al menos una persona empleada de manera informal. (DANE, 2022) Se puede inferir que el fenómeno de la informalidad está directamente asociado a las tasas del desempleo, generando un aumento en la tasa de pobreza de las regiones, en la de inseguridad, violencia intrafamiliar, de suicidios entre otras. (Cámara de Representantes, 2021)

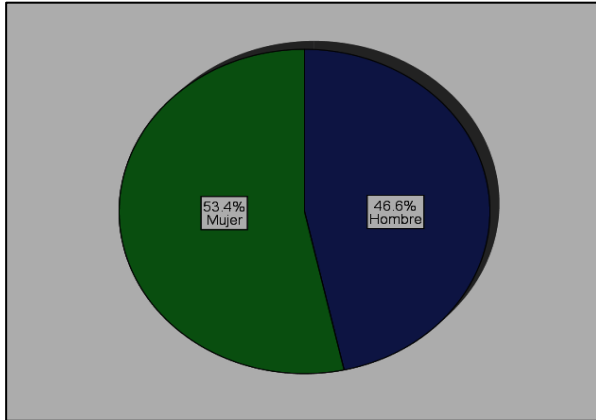
Según el Economista e investigador del Centro de Estudios Regionales - CER e integrante del Observatorio Laboral del Magdalena Medio Raúl Eduardo Gómez Puentes menciona que se pueden reconocer tres puntos importantes para comprender el surgimiento de los negocios de economía informal desde un contexto de vulnerabilidad en el mercado laboral de la ciudad: Primera la alta incidencia del desempleo que persiste, conjugado con una alta incidencia de informalidad incide de manera importante en los hogares y sus condiciones de vida de los habitantes de Barrancabermeja. Segunda, la insatisfacción de los trabajadores con sus empleos. Tercera el aumento de los trabajadores por cuenta propia ha sido una respuesta del mercado laboral ante el aumento del desempleo agudizado por la pandemia".

4.2 Identificar las diferentes variables de interés frente a los individuos que ejercen actividad económica.

A continuación, se evidenciará los principales resultados de los análisis generados por la aplicación de 1800 encuestas aproximadamente a las unidades productivas de economía informal ubicados en el espacio Público Urbano de las 7

comunas Barrancabermeja, teniendo en cuenta variables de interés para tener una primera línea base de la situación actual de esta unidad de análisis.

Gráfica 2. Distribución por sexo

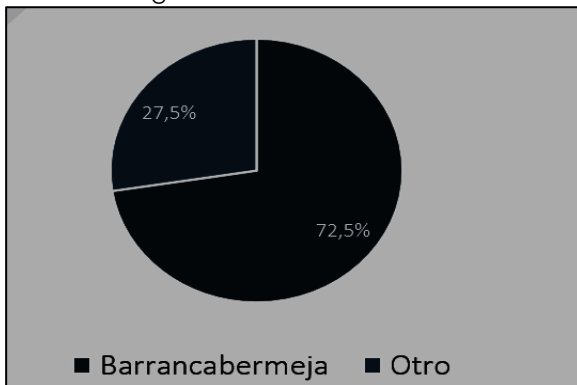


Fuente: Autores

Las personas que desarrollan la economía informal en su mayoría son mujeres, ratificando los datos a nivel globalizado, que las mujeres tienen menos oportunidades laborales formales que los hombres, una brecha de inclusión económica que no se ha podido disminuir. (Banco Mundial, 2019)

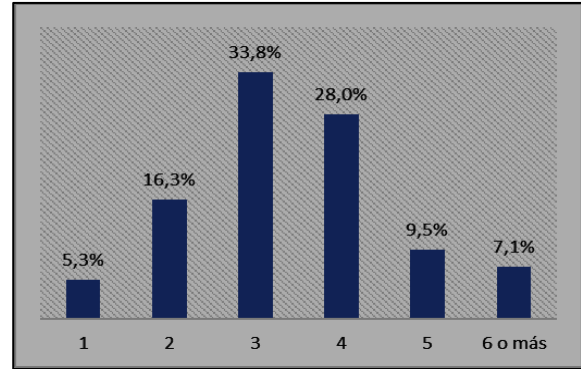
Las principales actividades que se realizan en estas unidades productivas informales son: Preparación y venta de alimentos (43,6%), Venta de alimentos no preparados (verduras, frutas) (30,2%), Comercio de otros artículos (9,6%), Reparación (5,2%).

Gráfica 3. Lugar de nacimiento



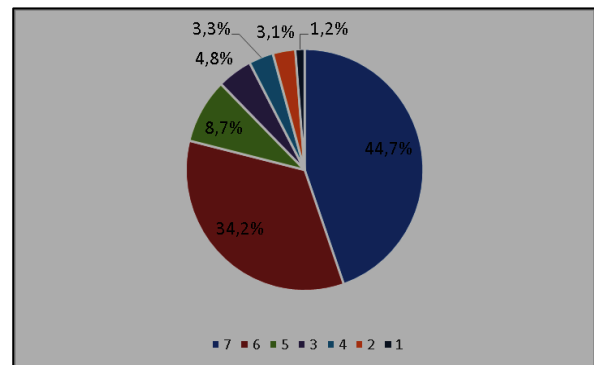
Se identificó una participación de al menos 7 de cada 100 personas en condición de migrantes, lo cual se explica principalmente por su condición irregular, lo cual no les facilita el acceso a empleos formales, por lo cual encuentran en el trabajo informal en las calles.

Gráfica 4. Número de personas en su hogar



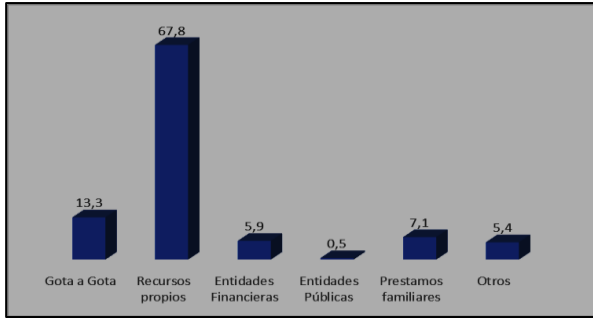
En 9 de cada 10 hogares hay al menos una persona menor de 12 años. En al menos 1 de cada 4 hogares hay una persona en condición de vulnerabilidad (discapacidad, adulto mayor, víctima del conflicto, migrante, entre otras) o más

Gráfica 5. Número de días que ejerce la actividad



El 44,7% de las personas, trabajan en las unidades productivas de economía informal los 7 días a la semana, y el 34,2% trabajan 6 días a la semana. Se puede inferir que los ingresos que se recogen en esta actividad comercial informal no son los suficientes para poder sostenerse económicamente 1 o 2 días de descanso, necesario para poder realizar otras clases de actividades necesaria para tener una calidad de vida razonable y aceptable.

Gráfica 6. Principales fuentes de financiación del negocio

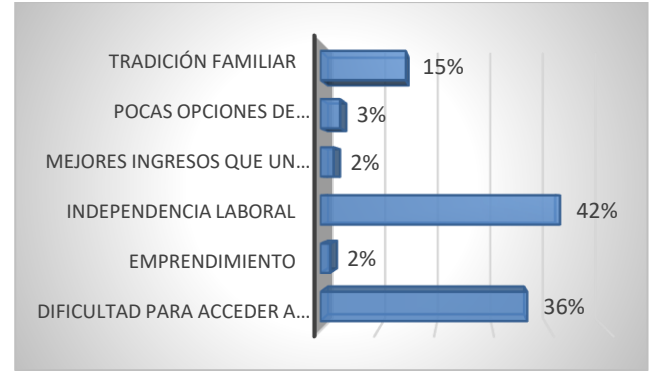


El 67,8 de las unidades productivas de economía informal de la zona urbana de Barrancabermeja financian sus negocios con recursos propios, el cual tiene una doble lectura, la primera, los propietarios no cuentan con apoyo de entidades financieras y de los entes territoriales, evidenciando la incapacidad del estado y las instituciones privadas en desarrollar mecanismo de inclusión económica para el sostenimiento de pequeños negocios, la segunda la capacidad del emprendedor informal para levantar y sostener con sus pequeños ahorros sus negocios, siendo este el motor de sobrevivencia.

El préstamo gota a gota es una problemática que es ilegal en nuestro país por la tasa de usura tan elevada que supera muchas veces el 10% de interés mensual. Estas estructuras ilegales se aprovechan de la necesidad de sobrevivencia de las personas, asechándolos con violencia y amenazas si los intereses y el pago de capital no se devuelve en los tiempos estipulados.

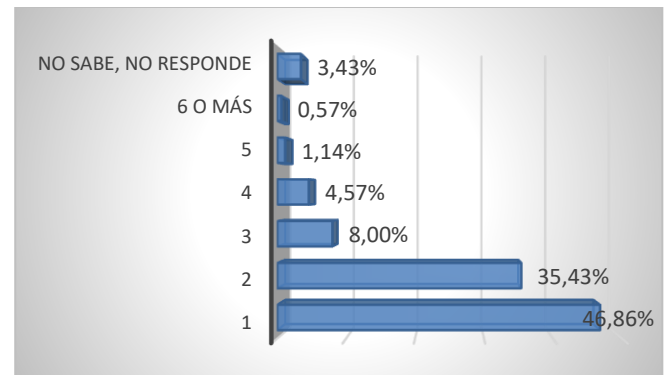
A continuación, se evidenciará los principales resultados de los análisis generados por la aplicación de 200 encuestas aproximadamente a las unidades productivas de economía informal ubicados en el espacio Público Rural de los dos principales corregimientos de Barrancabermeja que son el Centro y el Llanito, teniendo en cuenta variables de interés para tener una primera línea base de la situación actual de esta unidad de análisis

Gráfica 7. Principales razones de la informalidad laboral



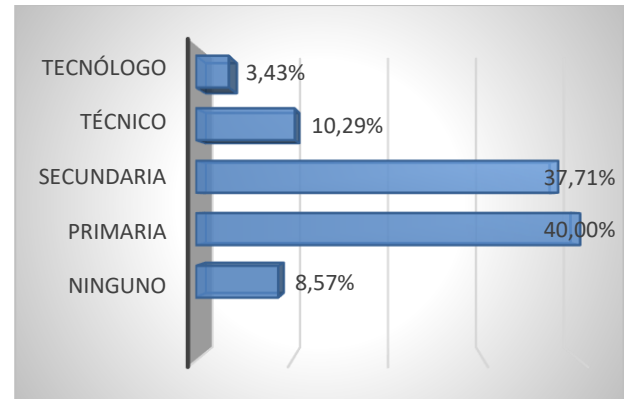
El 61% crean emprendimiento por razones correctas, buscan una independencia financiera y laboral, sin embargo, se evidencia en un 36% que no cuentan con oportunidades laborales formales y recurren a la informalidad para poder sobrevivir el día a día.

Gráfica 8. Número de empleos que genera la unidad productiva



Más de 300 personas se benefician de los empleos informal. 28% de los trabajadores informales se encuentran en edad de pensionarse, 63% son trabajadores adultos y 9 % son jóvenes.

Gráfica 9. Tiempo desempeñando de manera continua su actividad

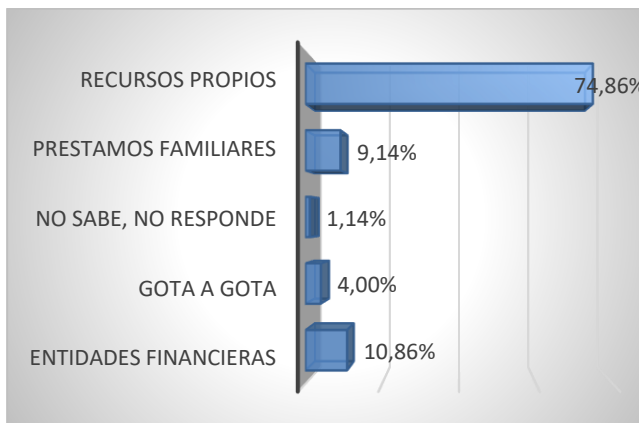


En pandemia se perdieron muchos empleos, El 14% de los encuestados tuvieron dificultad para acceder a un empleo formal. Deciden crear una unidad productiva. 97% de las unidades productivas tuvieron disminución considerable en sus ventas en época de pandemia. Sin embargo, tuvieron una reactivación rápida en la postpandemia. Es su mayoría son negocios consolidados en la vía pública con más de 5 años de antigüedad.

La educación es la columna vertebral de la prosperidad y el desarrollo de la sociedad, es admirable reconocer que personas que no cuentan con estudios profesionales ayuden al crecimiento económico de una región. Es importante que la cultura del emprendimiento se genere desde las aulas de clase.

Gráfica 10. Principales fuentes de financiación de la unidad productiva

5. Conclusiones



En Barrancabermeja se configura un contexto de vulnerabilidad alrededor del mercado laboral que se convierte al mismo tiempo en un determinante del emprendimiento.

Las entidades financieras no inciden en el desarrollo, crecimiento de las unidades productivas informales, solo un 10% de ellas tienen apoyo por estas entidades. La práctica de adquirir préstamos gota a gota se ha ido disminuyendo por el peligro inminente que esta causa. El 74,8 de los dueños de las Unidades productivas cuentan con recursos propios para desarrollarse y sostenerse.

Dada la persistencia del contexto de vulnerabilidad, se ha consolidado un fenómeno de informalidad de largo plazo, lo cual es un aspecto central para el diseño de programas y políticas públicas de formalización en la ciudad.

Los programas y políticas de formalización deben articularse con otros programas sociales como la atención al adulto mayor (dada la participación de personas que debido a su edad ya no son elegibles para cotizar y alcanzar una pensión).

Gráfica 11. Nivel de estudio finalizado y aprobado

Factores como la insatisfacción de los trabajadores impulsan al emprendimiento, de acuerdo con los datos con el propósito de lograr mejores ingresos y oficio acorde con las competencias.

La informalidad es uno de los principales desafíos del emprendimiento, en tanto, la alta incidencia de este fenómeno se convierte en una barrera para consolidar condiciones de vida adecuadas, de acuerdo como lo muestra el IPM calculado para 2018 con base en los datos de CNPV.

6. Recomendaciones

Sería de mucha ayuda para los futuros propietarios de unidades productivas de economía informal brindarles información, para que puedan iniciar sus negocios de manera legal, y a su vez obtener beneficios como pequeñas y medianas empresas en etapa de crecimiento empresarial.

Para las próximas investigaciones que las Unidades Tecnológicas de Santander pretenda realizar y que las mismas requieran visitas de campo, se propone un acompañamiento de un líder social o entes de control municipales para así brindarle una mayor seguridad a los investigadores y encuestadores que se encuentren en estas zonas de indagación, con lo cual se logre proteger la integridad ante posibles inconvenientes que se lleguen a presentar con la comunidad, además con esto se lograría una mayor confianza con las personas a las cuales se les pretenda realizar cualquier tipo de consulta sobre un tema específico el cual la institución desea conocer.

7. Referencias

- Alcaldía Distrital de Barrancabermeja. (Noviembre de 2021). *Caracterización geográfica de Barrancabermeja*. Obtenido de <https://www.barrancabermeja.gov.co/publicaciones/13/geografia/>
- Antena 3. (1 de Febrero de 2022). *La tasa de paro de la Eurozona acabó 2021 un mínimo histórico del 7%, aunque España lidera el desempleo de la UE con el 13%*. Obtenido de https://www.antenat3.com/noticias/economia/ta-sa-paro-eurozona-acabo-2021-minimo-historico-7-aunque-espana-lidera-desempleo-13_2022020161f916722a32030001c5694a.html
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Noviembre de 2012). *Estudio sobre el mercado de arrendamiento de vivienda en Colombia*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5571/Estudio%20sobre%20el%20mercado%20de%20arrendamiento%20de%20vivienda%20en%20Colombia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (Noviembre de 2012). *Estudio sobre el mercado de arrendamiento de vivienda en Colombia*.
- Banco Mundial. (27 de Febrero de 2019). *A pesar de los avances, las mujeres enfrentan dificultades en el ámbito de los derechos laborales*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/02/27/despite-gains-women-face-setbacks-in-legal-rights-affecting-work>
- Cámara de Representantes. (22 de Abril de 2021). *Zona Económica Especial para Barrancabermeja, proyecto de Ley aprobado en primer debate por la Comisión Tercera*. Obtenido de <https://www.camara.gov.co/zona-economica-especial-para-barrancabermeja-proyecto-de-ley-aprobado-en-primer-debate-por-la>
- CER. (Enero de 2012). *Boletín Educación*. Obtenido de <http://cer.org.co/Documentos/BoletinNo2Educacionl.pdf>
- CER. (2013). *Encuesta Hogares en Barrancabermeja 2013*. Obtenido de <https://www.cer.org.co/wp-content/uploads/2020/07/Carilla-Encuesta-Hogares-2013.pdf>
- DANE. (2021 de Marzo de 2021). *Medición de empleo informal y seguridad social*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bol_geih_informalidad_nov20_ene21.pdf
- DANE. (2022). *Indicadores relevantes*. Obtenido de https://www.dane.gov.co/files/ses/Indicadores_Relevantes.pdf
- Diario Vanguardia Liberal. (17 de Abril de 2019). *Por las nubes está el desempleo en Barranca*. Obtenido de <https://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/por-las-nubes-esta-el-desempleo-en-barranca-CJ803172>
- La Nación. (16 de Marzo de 2018). *La informalidad, el dolor de cabeza de los hoteleros*. Obtenido de <https://www.lanacion.com.co/2018/03/16/la-informalidad-el-dolor-de-cabeza-de-los-hoteleros/>
- La República. (19 de Octubre de 2018). *Cotelco pide al Gobierno combatir la informalidad para impulsar el turismo en el país*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/cotelco-pide-al-gobierno-combatir-la-informalidad-para-impulsar-el-turismo-en-el-pais-2783716>
- Malagón Porras, J. C. (Febrero de 2019). *La informalidad en el comercio: analizando el problema desde una perspectiva en general*. (U. L. Colombia, Ed.) *Revista El centauro*. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/centauro/article/view/6687/5980>
- Noticias Yarigües stereo. (9 de Agosto de 2018). *Ocupación hotelera en caída desde hace tres años: Cotelco*. Obtenido de https://yarigües.com/portal/sitio/contenidos_mo_noticias_destacadas.php?it=94128

Organización Internacional del trabajo. (Marzo de 2020). *Desempleo, informalidad e inactividad asedian a los jóvenes en América Latina y el Caribe*. Obtenido de https://www.ilo.org/americas/sala-de-prensa/WCMS_738631/lang-es/index.htm#:~:text=opci%C3%B3n%E2%80%9D%C2%20record%C3%B3,-,En%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%20hay%209%2C4%20millones,nuevo%20informe%20de%20la%20OIT.&text=La%20tasa%20de%20desemp

Vanguardia Liberal. (26 de Febrero de 2017). *El 85% de los arriendos en Colombia son informales*.

Obtenido de <https://www.vanguardia.com/economia/nacional/el-85-de-los-arriendos-en-colombia-son-informales-HQVL390250>

Vanguardia Liberal. (16 de Abril de 2019). *“Número de empresas que cierran es alto”*. Obtenido de <https://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/numero-de-empresas-que-cierran-es-alto-df799353>

9.1.3 Evaluación de la capacidad de adsorción de materiales de bajo costo en la remoción de contaminantes de efluentes industriales

Evaluación de la capacidad de adsorción de materiales de bajo costo en la remoción de contaminantes de efluentes industriales

Rodríguez C. Leidys M^a, Teran A. Natalia^b, Escalante H. ^c

^a. Profesora Asistente. Unidades Tecnológicas de Santander

^b. Profesora Asociada. Universidad de San Buenaventura

^c. Profesor Titular. Universidad Industrial de Santander

Resumen. —La arcilla montmorillonita fue modificada mediante el surfactante aniónico dodecil sulfato de sodio (SDS), con el fin de aumentar su capacidad de adsorción de iones metálicos. Se efectuaron ensayos previos para establecer las mejores condiciones de modificación a través de pruebas en batch, en función de la concentración del surfactante, pH, tiempo de contacto y la relación gramos de arcilla/litros de solución de SDS (R1). Los espectros de difracción de rayos X y los espectros infrarrojos por transformada de Fourier (FTIR) se utilizaron para analizar la composición y la estructura de la montmorillonita natural y modificada. Los cambios en los fenómenos asociados con la carga superficial fueron cuantificados mediante la medición del potencial zeta. La capacidad de intercambio catiónico de la montmorillonita natural y SDS-montmorillonita es de 40 meq/100g y 47 meq/100g respectivamente. Se seleccionaron iones de zinc, cobre y níquel como adsorbatos en soluciones acuosas de concentraciones de 50 ppm, para evaluar la adsorción de cada montmorillonita. Se evaluaron las isotermas de

adsorción a diferentes pH con los modelos de Langmuir y Freundlich, los datos se ajustaron bien al modelo de isotermas de Langmuir. La adsorción de los metales fue eficiente y estuvo significativamente influenciada por el efecto de la relación gramos de SDS-montmorillonita/litros de solución de iones metálicos (R2), el tiempo de contacto y el pH. Se obtuvo una mayor capacidad de adsorción de la montmorillonita modificada a pH 5-6. Los resultados de la desorción indicaron que los iones metálicos estaban unidos covalentemente a la montmorillonita modificada

Palabras Clave — montmorillonita, pruebas batch, intercambio iónico, surfactante aniónico, cobre, níquel, zinc.

I. INTRODUCTION

Las arcillas han sido ampliamente utilizadas en la remoción de iones metálicos tóxicos y compuestos orgánicos (Redouane, 2021; Mao, 2021; Li, 2015; Hanan, 2021). La importancia de las arcillas en las aplicaciones industriales radica en las propiedades físico - químicas que posee, el tamaño de partícula inferior a 2µm, la morfología laminar y las sustituciones isomórficas, hacen que las arcillas posean un valor elevado de área superficial y una gran cantidad de superficie activa (Uddin, 2018) La aparición de cargas negativas en las láminas de la arcilla, se compensan con la entrada en el espacio interlaminar de cationes hidratados débilmente ligados, generalmente Na⁺, K⁺, Ca⁺² y Mg⁺², que se intercambian fácilmente al poner en contacto la arcilla con una solución saturada en otros cationes como el Zn⁺², Cu⁺² y Ni⁺², a esta propiedad se le denomina capacidad de intercambio catiónico, debido a la elevada área de superficie y capacidad de intercambio catiónico, es la

montmorillonita el mineral de arcilla preferido en aplicaciones de adsorción (Kovo, 2016; Fei, 2020).

La estructura de la montmorillonita está compuesta por láminas formada por una capa octaédrica, compuesta por átomos de aluminio y magnesio, y dos tetraédricas, compuesta de tetraedros de silicio y oxígeno. La fórmula química de la montmorillonita es $(Ca_{0.14}Na_{0.02})_{0.16}(Al_{1.66}Mg_{0.36}Fe_{0.04})_{2.08}(Si_{3.90}Al_{0.10})_{4.00}O_{10}(OH)_{21.02}H_2O$ (Uddin, 2018). Estudios anteriores han demostrado que, a pesar de poseer cargas negativas en la superficie, la montmorillonita natural tiene poca afinidad para los iones de metales pesados como el Zn⁺², Cu⁺² y Ni⁺² (Hanan, 2021; Jiyeon, 2020). Con el fin de mejorar la capacidad de adsorción de los metales pesados, las arcillas son sometidas a tratamiento con compuestos orgánicos e inorgánicos surfactantes catiónicos y aniónicos, ácidos y/o bases (Kovo, 2016; Fei, 2020; Hanan, 2021). El dodecil sulfato de sodio (SDS) es un surfactante aniónico con la fórmula $CH_3(CH_2)_{11}SO_4Na$ que posee una doble afinidad,

una dualidad polar-apolar. El grupo polar de la molécula SDS contiene átomos de oxígeno y azufre en el grupo sulfato y un grupo apolar o poco polar que es el grupo hidrocarbonado. Las moléculas de SDS muestran una fuerte tendencia a migrar a la interfaz, de forma tal, que su grupo polar se encuentre dentro del agua y su grupo apolar se encuentre orientado hacia un solvente orgánico o en la superficie (Hongliang, 2016).

Los vertimientos industriales provenientes de procesos de galvanoplastia, pinturas, insecticidas, entre otros, introducen al ambiente metales pesados como Zn^{+2} , Cu^{+2} y Ni^{+2} en elevadas concentraciones que ocasionan riesgos a la salud humana y la mayoría de las formas de vida. Cuando los metales tóxicos entran en el medio ambiente contaminan el agua y el suelo acumulándose en plantas y tejidos orgánicos lo que genera un aumento en la concentración a medida que son ingeridos. La toxicidad de los metales se debe a no ser química ni biológicamente degradables (SamanehTaherv, 2017; Lei, 2018).

El objetivo fundamental de esta investigación fue mejorar la capacidad de adsorción de los iones metálicos Zn^{+2} , Cu^{+2} y Ni^{+2} en una arcilla montmorillonita al modificarla con el surfactante SDS. Para este estudio se determinaron los cambios fisicoquímicos y mineralógicos producidos en la arcilla por efecto de la modificación y se evaluó la efectividad en la adsorción de los iones metálicos por medio de la elaboración de las isotermas de adsorción y desorción y posterior ajuste a los modelos de Langmuir y Freundlich.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La arcilla montmorillonita natural, se obtuvo de la empresa Bentocol S.A. La montmorillonita se caracterizó con respecto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) por el método de acetato de amonio. La composición mineralógica y química de la arcilla natural y modificada se llevó a cabo usando un difractómetro de polvo marca RIGAKU modelo D/MAX IIB. Se realizaron espectros infrarrojos para la montmorillonita natural y modificada en el espectrofotómetro infrarrojo con transformada de Fourier SHIMAGZU FTIR – 8400S para confirmar la modificación de la superficie. Los potenciales Zeta de la suspensión de arcilla fueron medidos usando Zeta-Meter 3.0. El dodecil sulfato de sodio (SDS) fue proporcionado por Merck y se usó en todos los experimentos de modificación. Las soluciones de iones metálicos Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2}

fueron preparadas a partir de las sales de $ZnCl_2$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ y $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ respectivamente. Todos los reactivos son de calidad analítica.

Los estudios de modificación se llevaron a cabo en batch. La influencia del tiempo de modificación se estudió en un rango de 20 – 1500 minutos a pH natural. La solución de SDS se preparó a una concentración de 20 mM, 50 mL de esta solución entraron en contacto con la montmorillonita natural, a agitación constante en un SHAKER GFL 30, manteniendo una R_1 (gramos de arcilla/litros de solución de SDS) de 10 g/L. Con el fin de controlar la espuma generada por la agitación, se añadió acetona en la suspensión de arcilla. La mezcla fue centrifugada y el sólido se lavó aproximadamente tres veces con agua destilada para remover el SDS de la superficie. La SDS-montmorillonita fue secada a 35 - 45 °C. Un diseño factorial de experimentos de 2^{5-1} [10] se aplicó con el fin de evaluar, de forma simultánea, el efecto de las variables pH, tiempo y velocidad de agitación y sus posibles interacciones, en el proceso de modificación.

El efecto de la concentración de dodecil sulfato de sodio sobre la adsorción de los iones metálicos Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2} se realizó a pH natural manteniendo constante la concentración de R_1 (10g/L) durante un tiempo de modificación de 5 h (300 min) de agitación constante. El intervalo de concentración de SDS estudiado fue 10 – 80 mM.

En el proceso de adsorción de los iones metálicos, se estudió el efecto de la relación R_2 (gramos de SDS-montmorillonita/litros de solución de iones metálicos). La SDS-montmorillonita se puso en contacto con 50 mL de las soluciones de Cu^{+2} , Ni^{+2} y Zn^{+2} de 100 ppm de concentración, cada una. Todas las soluciones fueron sometidas a agitación constante durante 1h ajustando el pH a 5, con un pH metro a escala de laboratorio TOLEDO meter. La mezcla se separó por centrifugación para determinar la concentración de iones remanentes en la solución. La concentración de metales en el centrifugado fue determinada por un Espectrofotómetro de absorción atómica PERKIN ELMER 2380. La cantidad de iones metálicos adsorbidos fue expresada en q_e (mg ión metálico/g SDS-montmorillonita). Cada experimento se realizó por duplicado en condiciones idénticas.

El estudio del tiempo de adsorción se llevó a cabo en un intervalo de 5 – 120 minutos. Las soluciones de Zn^{+2} , Cu^{+2} y Ni^{+2} , con una

concentración de 50 ppm, entraron en contacto con 0.25 g de SDS-montmorillonita manteniendo el valor de R_2 en 10 g/L. Durante los ensayos se realizó seguimiento de pH.

Para la construcción de las isotermas de adsorción se llevaron a cabo ensayos a temperatura ambiente ($25\text{ }^\circ\text{C} \pm 2$), poniendo en contacto 0.5 g de SDS-montmorillonita con 25 mL de solución de iones a concentraciones de 50, 100, 150, 200 y 250 ppm manteniendo la relación R_2 en 10g/L, sometiendo la mezcla a agitación constante por 1 h. El pH de las soluciones se ajustó en el intervalo de 3 - 7. Las isotermas de adsorción de iones de Zn^{+2} , Cu^{+2} y Ni^{+2} se expresaron matemáticamente por los modelos de adsorción de Langmuir y Freundlich con el fin de determinar el modelo que mejor describa el proceso de adsorción. Se realizaron estudios de cinética y desorción a las condiciones en que la SDS-montmorillonita presentó la mejor capacidad de adsorción.

III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Caracterización Montmorillonita natural y SDS-Montmorillonita

Los resultados de DRX indican la presencia de la fase cristalina $\text{Na}_x(\text{Al,Mg})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ correspondiente a la montmorillonita, también se evidencia la presencia de mineral de cuarzo, illita y caolinita. La arcilla montmorillonita es una arcilla no metálica que consta principalmente de silicato de aluminio (74,792 %), hierro (10.098 %), magnesio (2.345 %), calcio (0.826 %), sodio (2.040 %), potasio (0,7 %) y con cantidades más pequeñas de TiO_2 , V_2O_5 , MnO y otros cationes mostrados en la tabla 1. Una unidad estructural de montmorillonita está compuesta por la unión de una capa octaédrica con dos tetraédrica denominadas trilaminares: 2:1 o T:O:T. La hoja tetraédrica está compuesta de tetraedros de silicio-oxígeno unidos a tetraedros vecinos al compartir tres esquinas que dan como resultado una red hexagonal. La cuarta esquina restante de cada tetraedro forma parte de la hoja octaédrica adyacente (Uddin, 2018). La capacidad de intercambio catiónico de la montmorillonita natural es de 40 meq/100g. La estructura de la SDS-montmorillonita incluye principalmente silicatos (77,335 %), óxido de hierro (9,699 %) y con cantidades menores de MgO , Na_2O , K_2O , CaO , TiO_2 , entre otros. Al comparar los resultados de DRX de montmorillonita natural y modificada, se puede decir que el 1,59 % de

azufre observado después la modificación es causado por el SDS, los resultados de XRD mostraron que después de la modificación con SDS no hay cambios en la estructura cristalina de la montmorillonita. La capacidad de intercambio catiónico de la montmorillonita modificada se determinó en 47 meq/100g

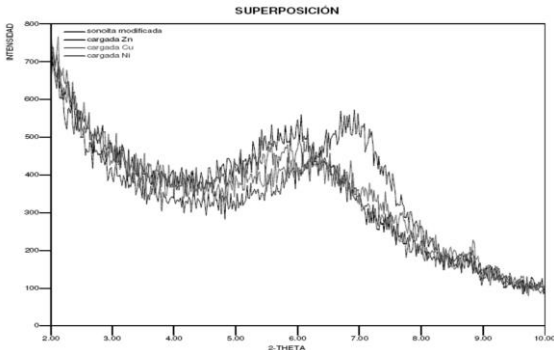
Tabla 1. Composición química cuantitativa de la montmorillonita.

Material	Montmorillonita Natural	SDS-Montmorillonita
SiO_2	54.975	57.816
Al_2O_3	19.817	19.519
Fe_2O_3	10.098	9.699
MgO	2.345	1.397
CaO	0.826	0.443
Na_2O	2.040	0.576
K_2O	0.7	0.767
SO_3	1.308	1.590
TiO_2	1.178	1.198
MnO	0.103	0.089
V_2O_5	0.069	0.072
ZnO	0.015	0.021
ZrO_2	0.013	0.020
SrO	0.008	0.007
Rb_2O	0.005	0.004
CO_2	6.500	6.780

Fuente: autoras

Los ensayos de DRX de la SDS-montmorillonita y la SDS-montmorillonita cargada con los iones metálicos de Zn^{+2} , Cu^{+2} y Ni^{+2} a 100 ppm se presentan en la figura 1, donde se muestra en detalle el pico de difracción más característico de la montmorillonita, localizado en el rango 2θ entre 4 y 10. Como se observa, existe un corrimiento evidente del pico característico de la montmorillonita, ubicado a un valor de 2θ de 6.9 para la SDS-montmorillonita, hasta valores de 6.1, 6.2 y 6.6 para la SDS-montmorillonita cargada con iones Zn^{+2} , Ni^{+2} y Cu^{+2} respectivamente. Con base en el resultado, y aplicando la ley de Bragg, se deduce que los valores de $d(100)$, correspondientes a la distancia interlaminar, son 14.66, 13.62 y 14.31 Å para la SDS-montmorillonita cargada con los iones metálicos de Zn^{+2} , Cu^{+2} y Ni^{+2} respectivamente.

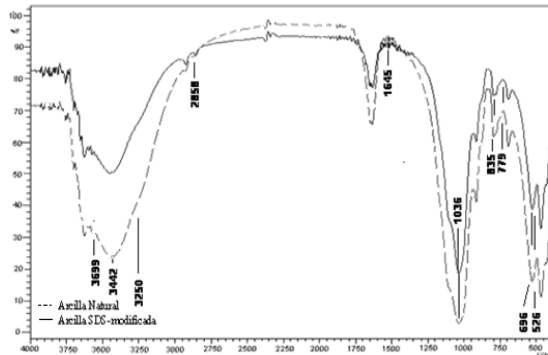
Figura 1. Efecto de la adsorción de los iones metálicos sobre el pico característico de la montmorillonita.



Fuente: Autoras

El Análisis por espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier (figura 2), asociado a la difracción de rayos X, permitió confirmar la mineralogía de la fracción arcillosa antes y después de la modificación, lo que confirma que el tratamiento con el SDS no produjo la destrucción de la estructura cristalina de los minerales. La descripción de los picos característicos en espectro infrarrojo se detalla en la tabla 2.

Figura 2. Espectro de IR de la montmorillonita natural y SDS-montmorillonita (modificada a 50mM).



Fuente: Autoras

Tabla 2. Bandas características de los espectros IR de la montmorillonita natural y SDS-montmorillonita.

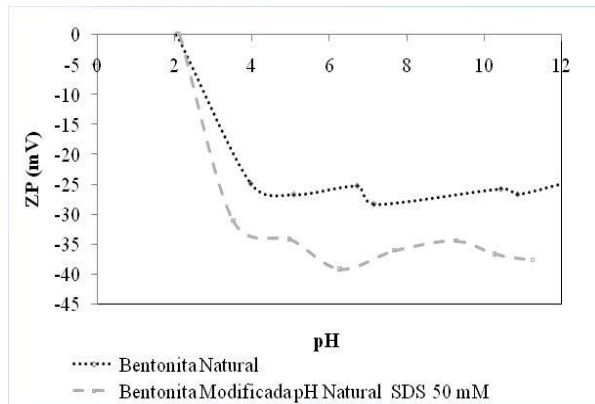
Bandas de Arcilla Natural	Bandas de Arcilla SDS-modificada	Identificación Mineralógica
526	526	Illita+Montmorillonita
696	696	Cuarzo+Illita+Montmorillonita+Caolinita

779	779	Cuarzo
835	835	Illita
1036	1040	Montmorillonita+Trazos de Illita/Montmorillonita+Caolinita
1638	1645	Agua adsorbida en la Montmorillonita+vibración de deformación O-H
2858	2855	Materia Orgánica
3253	3250	Agua firmemente ligada a la superficie del mineral como monocapa típica en montmorillonita
3442	3435	Agua adsorbida en la Montmorillonita-vibración de estiramiento O-H
3696	3699	Caolinita

Fuente: Autoras

Los cambios en los fenómenos asociados con la carga superficial fueron cuantificados mediante la medición de la potencial zeta, en la figura 4 se puede observar que el punto isoeléctrico (punto de carga cero) se presenta al mismo valor de pH para las dos arcillas, sin embargo, a medida que aumenta el pH la carga superficial de la suspensión (representada en mV) se hace más negativa en la arcilla modificada que en la natural evidenciando así un aumento en la carga superficie.

Figura 3. Curva de potencial Z vs pH para la muestra de B-N y BM-SDS modificada a 50mM.



Fuente: Autoras

El SDS en solución acuosa se disocia en un ión surfactante cargado negativamente ($C_{12}H_{25}SO^-$) y un catión metálico (Na^+), los aniones disociados poseen a la vez un grupo polar (sulfato) rodeado de moléculas de agua y un grupo apolar (cadena hidrocarbonada). Al entrar en contacto con la bentonita natural, los aniones se ubican en forma orientada en la interfase, la polaridad de la arcilla induce al surfactante a adsorberse por la parte polar. Las cargas negativas en la superficie del mineral, producen la concentración de cationes que se comportan como los principales centros hidrofílicos sobre las superficie basal de las láminas del silicato, por lo tanto es posible que la unión de los aniones disociados a la superficie de la arcilla se produzca por medio de moléculas de agua que pueden asociarse con los cationes para formar complejos de hidratación, el catión se encuentra unido a la superficie del mineral por un lado, mientras por el otro se rodea de moléculas de agua que a la vez forma enlaces tipo puente hidrógeno con el extremo aniónico del surfactante. La adsorción del surfactante aniónico aumenta la carga negativa de la superficie de la arcilla lo que mejora la capacidad de adsorber cationes como Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+} .

La capacidad de adsorción de iones Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+} , sobre bentonita modificada se escogió como variable respuesta para analizar los efectos de las variables de modificación, el aumento en tiempo del contacto para la modificación de 20 minutos a 1500 minutos reforzó el porcentaje de remoción de los iones metálicos significativamente, la captación máxima de los iones se logra después de 300 minutos, sin embargo el aumento en la cantidad de iones adsorbidos entre 120 y 300 minutos de contacto no es representativa, por esta razón, el

tiempo de modificación se seleccionó como 2 horas.

El aumento de la concentración de surfactante evaluado en un rango de 20 a 80ppm genera un aumento en la capacidad de adsorción de los iones metálicos, a partir de los 50ppm de concentración de SDS el aumento se torna poco representativo, esto puede deberse a la rápida saturación del área interfacial que ocurre cuando la concentración del surfactante aumenta en la fase acuosa, como consecuencia el número de moléculas disueltas tiende a aumentar generando la formación de micelas.

Para la valoración de la influencia de concentración del slurry, se prepararon las soluciones en el rango de 5.0–50.0 g/l, la concentración de dodecil sulfato de sodio se tomó como 50ppm permaneciendo constantes variables como el pH y temperatura. La cantidad de iones metálicos adsorbidos por la SDS-bentonita disminuyen al aumentar la concentración del sólido. Esto puede deberse a la formación de agregados como consecuencia de las partículas floculantes de la arcilla para la concentración más alta de slurry. La dilución de la suspensión permite la dispersión de las partículas y por lo tanto aumenta los sitios de adsorción disponibles.

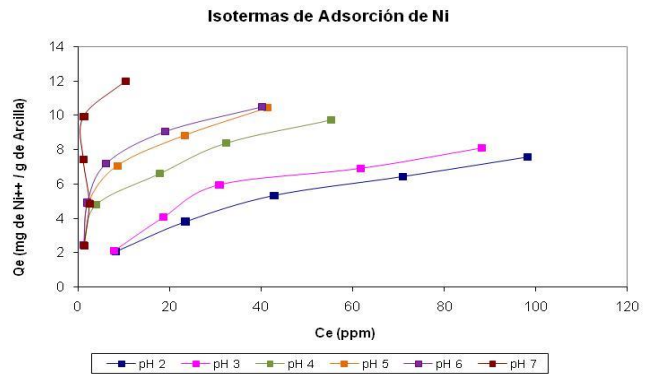
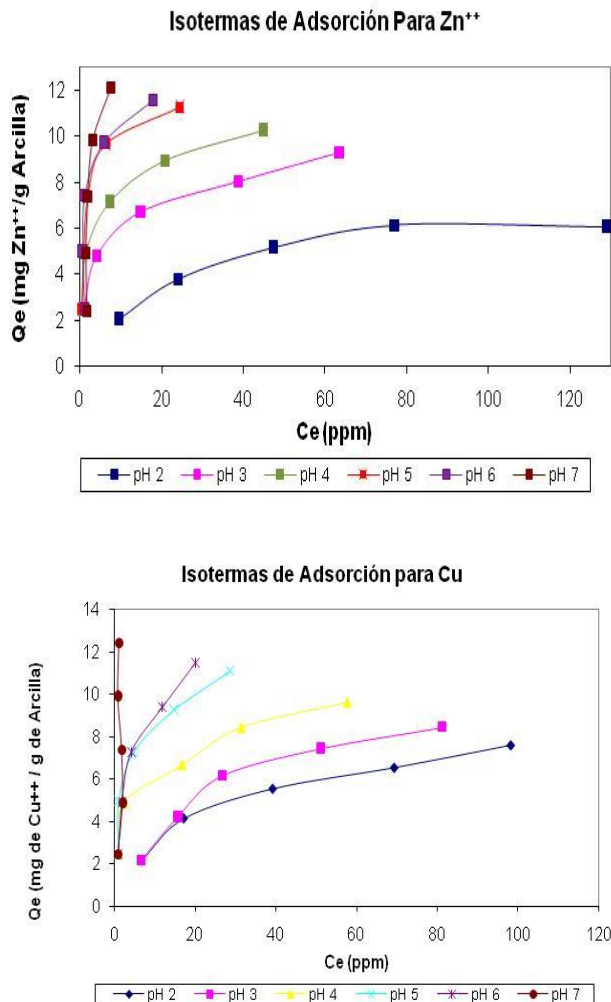
Los resultados del diseño factorial de experimentos fueron analizados mediante el software estadístico STATGRAFIC, con el cual se comparó la influencia de las variables. El análisis arrojó el fuerte efecto de la concentración de SDS sobre el proceso de adsorción para los rangos escogidos en el diseño, evidenciando el incremento en la capacidad de adsorción de los iones metálicos a medida que se incrementa la concentración del surfactante. La variable con menor efecto sobre la capacidad de adsorción fue la velocidad de agitación por lo que se mantuvo constante durante la modificación de la bentonita natural. El aumento del pH en la modificación genera una mejoría en la adsorción de los iones Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+} por lo tanto el pH de modificación se ajustó al valor de pH natural del slurry.

El mecanismo que gobierna la adsorción de los iones Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+} sobre la SDS-bentonita es el intercambio catiónico, la carga eléctrica de la superficie de la arcilla provoca que los cationes disueltos en la solución acuosa se

concentren en la interfase arcilla-solución. La causa del intercambio catiónico obedece a que los cationes en la laminas planas de la arcilla, se hallan débilmente unidos a la arcilla, de modo que pueden ser fácilmente reemplazados por otros iones, conservándose la carga.

La capacidad de intercambio canónico de la SDS- bentonita aumenta con el pH (CIC dependiente del pH). Ello se aprecia en la figura 5 donde se ilustran las isotermas de adsorción de los iones Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+} , pH muy bajo solamente son activas, y por lo tanto capaces de retener cationes intercambiables, las cargas "permanentes" de las arcillas. En estas condiciones, la capacidad de intercambiocatiónico es generalmente baja (CIC permanente de los suelos). A medida que aumenta el pH, el hidrógeno retenido por filosilicatos arcillosos (desde bordes e imperfecciones del cristal) se ioniza y se torna intercambiable (cargas dependientes del pH).

Figura 4. Isotermas de adsorción de Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+}



Fuente: autoras

Según la clasificación de Giles las isotermas de Zn, Ni y Cu en general para la gama de pH comprendida entre 4-5-6 se clasifican clase L y subgrupo 1, la forma de la isoterma presenta una pendiente bastante acentuada que indica afinidad de la arcilla por los cationes metálicos clásico comportamiento del grupo L.

Las isotermas comprendidas entre pH 2-3 presenta un "plateau" debido a que existe un umbral límite de adsorción para cada pH que se observa en la porción llana de isoterma, esta tendencia a formar un plateau corresponde al subgrupo 2 y además tiene una pendiente más leve eso indica que hay competencia en la adsorción de los iones metálicos con los iones hidronio, pues claramente en la tendencia general de las gráficas se observa un aumento de la adsorción del metal con el aumento de pH es decir la pendiente es mayor con el aumento de pH y por definición el aumento en pH indica una disminución de la concentración de los cationes hidronio de manera exponencial.

Las isotermas correspondientes al Níquel incluyen una variante formada por una clasificación de clase s y subgrupo 3 para las isotermas de pH 8, ya que esta isoterma se ubica en el punto de precipitación de ión Zn es forma de hidróxido u oxido, y en realidad mide una adsorción defectuosa complicada por la precipitación del adsorbato. La isoterma de pH 7 del Cobre presenta un variante de clasificación S y subgrupo 1, correspondiente a otra isoterma en la cual se combinan los fenómenos de adsorción y la precipitación del ión metálico.

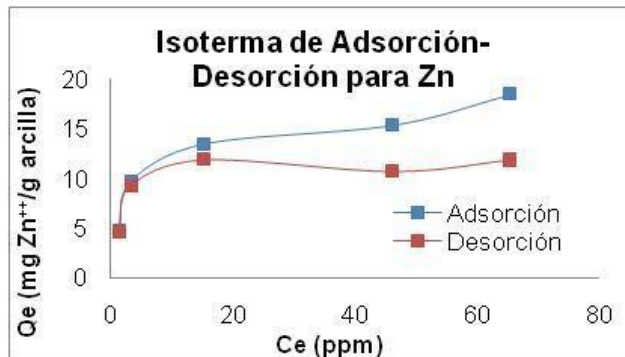
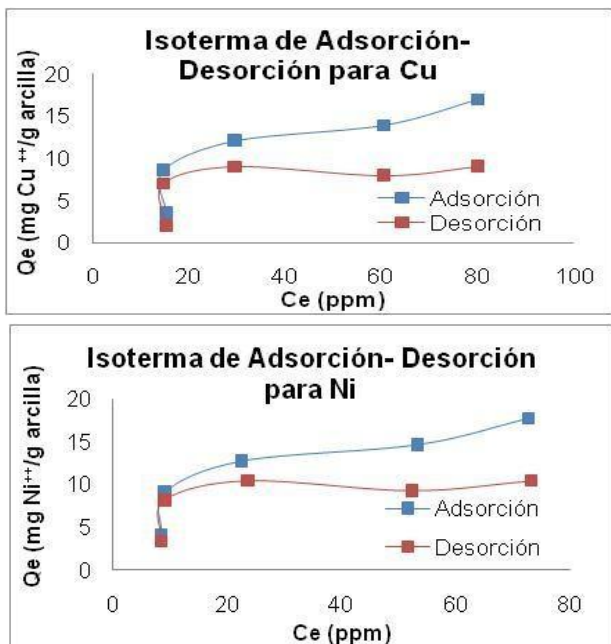
En general las isotermas muestran un comportamiento favorable a la adsorción a pH levemente ácidos y concentraciones menores a 250ppm, este comportamiento combinado que forma una concavidad es una de las características de las isotermas que tienen un ajuste

cercano a modelo hiperbólico o de langmuir , lo cual indica una adsorción favorable en la sonoita para el para el Zn, Ni, Cu entre valores de pH de 5 y 6 que son las curvas cóncavas con las mayores pendientes, por lo tanto tiene el mayor potencial de adsorción, de acuerdo con el potencial z.

El estudio de desorción se llevó a cabo con un lavado batch de arcilla cargada a diferentes concentraciones de cada metal, los lavados se realizaron con agua a un pH 3 a una relación de 10 g de arcilla / L de solución y tiempo de contacto de una hora, luego de cual se determinó por medio de adsorción atómica la cantidad de metal desorbido por la arcilla.

La histéresis de las isothermas de adsorción-desorción para el material arrojadas por el estudio puede clasificarse de acuerdo a su forma como tipo B, típica de poros tipo hendidura ("Slit-Shape Pores") o espacios capilares entre placas paralelas. En estudios de vapores no polares sobre montmorillonita, Barrer sugiere que la rama del ciclo de desorción está asociada con la remoción del condensado capilar de los espacios entre las placas como partículas. Cuando la cantidad de condensado capilar ha disminuido suficiente se suspende para retener junto la estructura tixotrópica aleatoriamente; la lógica rápida expulsión del adsorbato produce el hombro en la curva de desorción. En este tipo de poros, la adsorción ocurre por la formación de multicapas, mientras que la desorción ocurre por evaporación capilar.

Figura 5. Isothermas de desorción de Zn²⁺, Cu²⁺ y Ni²⁺



Fuente: autoras

Se presenta irreversibilidad considerable a concentraciones bajas de metal pero la desorción aumenta significativamente al trabajar a concentraciones mayores de metal. Para cada concentración del adsorbato en la fase gaseosa (o líquida) se establece un estado de equilibrio K y es análogo al equilibrio adsorción-desorción.

La isoterma de tipo I (Fig. 5) presenta un salto brusco en la zona inicial, el cual es característico para los adsorbentes microporosos. El aumento sucesivo de la presión prácticamente no influye en la cantidad total de adsorción, observándose un "plato". La formación de este plato corresponde a la consumación de llenado del volumen de los microporos. Para P/Po muy cercanas a 1, puede presentarse un segundo aumento de la adsorción provocado por la ocupación de mesoporos muy anchos, macroporos y/o por la adsorción en la superficie externa del sólido. Muchas isothermas de este tipo no presentan lazos de histéresis, propiedad típica de adsorbentes con estructuras cristalina y porosa uniformes, como las zeolitas sintéticas de muy alta pureza y algunas sales de heteropolíácidos. Sin embargo, se ha encontrado que muchas isothermas tipo I presentan lazos de histéresis que se extienden hasta presiones relativas muy bajas: P/Po < 0.1. Estos lazos de histéresis "abiertos" se observan muy frecuentemente para zeolitas sintéticas que han sido mezcladas con arcillas (bentonita), como aglutinantes, de muy baja rigidez estructural, así como para zeolitas naturales. Debido a que este tipo de materiales poseen microporos, así como mesoporos, en la isoterma de adsorción se ve reflejada la presencia del salto brusco inicial, así como el lazo de histéresis. La adsorción en los microporos ocurre por el mecanismo del llenado volumétrico instantáneo (Dubinin) y no por el de la mono o policapas, por lo que el volumen de microporo es la característica fundamental de este tipo de adsorbentes.

IV. CONCLUSIONES

La modificación de la arcilla montmorillonita sonita con SDS aumenta su potencial de intercambio al incrementar la carga negativa superficial de la arcilla, ofreciendo una mayor adsorción de los cationes metálicos Zn^{2+} , Cu^{2+} y Ni^{2+} , con respecto a la arcilla natural.

El mecanismo de adsorción de los iones metálicos sobre la SDS-bentonita es el intercambio catiónico, la carga eléctrica de la superficie de la arcilla provoca que los cationes disueltos en la solución acuosa, se concentren en la interfase arcilla-solución-

Los resultados experimentales se ajustan muy bien a los modelos de Langmuir y Freundlich presentando correlaciones entre 0.8173-0.997, sin embargo, se presenta una mejor correlación con el modelo de Langmuir, por lo tanto, se asume que la retención ocurre en puntos localizados

V. BIBLIOGRAFÍA

Fei Xiaoi, B.-q. Y.-y.-q.-j. (2020). Study on Ionic Liquid Modified Montmorillonite and Molecular Dynamics Simulation. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 587(20). doi:doi:10.1016/j.colsurfa.2019.124311

Hanan A. Ahmed, M. S. (2021). Synthesis and Characterization of Magnetic Nickel Ferrite-Modified Montmorillonite Nanocomposite For Cu (II) and Zn (II) Ions Removal From Wastewater. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(10), 5627-5645. doi:10.21608/ejchem.2021.69597.3527

Hongliang Li, Y. Z. (2016). Restraining Na-Montmorillonite Delamination in Water by Adsorption of Sodium Dodecyl Sulfate or Octadecyl Trimethyl Ammonium Chloride on the Edges. *Minerals*, 6(87), 1-10. doi:10.3390/min6030087

Jiyeon Choi, A. S. (2020). Influence of Salinity on the Removal of Ni and Zn by Phosphate-Intercalated Nano Montmorillonite (PINM). *Minerals*, 10(980), 1-14.

doi:doi:10.3390/min10110980

Kovo G.Akpomiea, F. A. (2016). Acid-modified montmorillonite for sorption of heavy metals from automobile effluent. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(1), 1-12. doi:10.1016/j.bjbas.2016.01.003

Lei Gao, Z. W. (2018). Bioavailability and toxicity of trace metals (Cd, Cr, Cu, Ni, and Zn) in sediment cores from the Shima River, South China. *Chemosphere*, 192. doi:https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.110

Li, X. L. (2015). Promoting the Adsorption of Metal Ions on Kaolinite by Defect Sites: A Molecular Dynamics Study. *Scientific Reports*, 5(1), 1-13. doi:https://doi.org/10.1038/srep14377

Mao, S. &. (2021). Functional organoclays for removal of heavy metal ions from water: A review. *Functional organoclays for removal of heavy metal ions from water: A review.*, 334(116143), 1-26. doi:doi:10.1016/j.molliq.2021.116143

Redouane Haounati, H. O. (2021). Elaboration and properties of a new SDS/CTAB@Montmorillonite organoclay composite as a superb adsorbent for the removal of malachite green from aqueous solutions. *Separation and Purification Technology*, 225(15), 1-42. doi:https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117335.

SamanehTaherv, M. J. (2017). Sorption and desorption of potentially toxic metals (Cd, Cu, Ni and Zn) by soil amended with bentonite, calcite and zeolite as a function of pH. *Journal of Geochemical Exploration*, 181, 148-159. doi:https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.07.005

Uddin, F. (2018). Montmorillonite: An Introduction to Properties and Utilization. En *Current Topics in the Utilization of Clay in Industrial and Medical Applications* (págs. 3-22). Croacia: IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.77987

Victoria V. Krupskaya, S. V. (2017). Experimental Study of Montmorillonite Structure and Transformation of Its Properties under Treatment with Inorganic Acid Solutions. *Minerals*, 7(49), 1-15. doi:https://doi.org/10.3390/min7040049

9.1.4 Diagnóstico de fallas en cojinetes de motores de inducción empleando Aprendizaje Profundo

Diagnóstico de fallas en cojinetes de motores de inducción empleando Aprendizaje Profundo

Sarmiento-Álvarez Luis Omar, Unidades Tecnológicas de Santander; Millet Roig José, Universidad Politécnica de Valencia, y Castells Ramon Francisco Sales, Universidad Politécnica de Valencia

Resumen - Las fallas en los motores de inducción se deben principalmente a las fallas en los rodamientos. El diagnóstico de fallas en rodamientos es ampliamente utilizado para hacer un seguimiento de las condiciones de funcionamiento del motor de inducción. Las industrias modernas han adoptado el mantenimiento basado en la condición (CBM), el cual implica tres pasos: recolección de datos, procesamiento de datos, y diagnóstico de fallas. Para el diagnóstico de fallas se necesita extraer información de los datos recolectados, lo que requiere de experiencia, conocimiento y métodos de análisis complejos de extracción de características. Para abordar este problema, en la actualidad se emplean métodos y técnicas basadas en inteligencia artificial (IA), tal es el caso del Aprendizaje Profundo (Deep Learning).

En este trabajo se presenta una aplicación basada en Aprendizaje Profundo, en una metodología que no requiere la extracción de características previas, sino que aprende en forma automática a partir de las características intrínsecas de los datos. Se emplea la base de datos de rodamientos de Case Western Reserve University (CWRU). Se parte de la representación 1D de los datos sin procesar para obtener la representación 2D tiempo-frecuencia mediante el escalograma. Con estas imágenes se alimenta una red neuronal convolucional profunda (CNN) para la clasificación y el diagnóstico de fallas.

Se obtiene como resultado.

Índice de términos: Aprendizaje profundo, diagnóstico de fallas, mantenimiento basado en la condición, Rodamientos.

INTRODUCCIÓN

Los equipos de maquinaria rotativa juegan un papel preponderante en la industria moderna. Los rodamientos son el componente más importante de la maquinaria rotativa, por lo que influyen directamente en su rendimiento y funcionamiento. Por esta razón se requiere de una identificación automática, precisa y robusta de las condiciones de funcionamiento de los rodamientos[1].

Con el fin de optimizar la confiabilidad, la disponibilidad y la seguridad, y a la vez reducir los costos de mantenimiento, las industrias modernas han adoptado el mantenimiento basado en la condición (CBM) [2]. El objetivo del CBM es realizar un seguimiento del estado y la vida útil restante en la maquinaria

industrial para tomar decisiones de mantenimiento

tempranas. El CBM implica, en general, tres pasos: recolección de datos, procesamiento de datos, y diagnóstico de fallas.

En la industria, el motor de inducción se usa ampliamente, por ejemplo, en máquinas de minería, aplicaciones

automotrices, bombas, sopladores, ventiladores, máquinas químicas, elevadores, compresores, aspiradoras, transportadores y grúas. Las partes principales del motor de inducción como el estator, el rotor y los cojinetes, se ven afectados por la tensión, el envejecimiento, la vibración, el tiempo de operación prolongado, y las fuerzas electrodinámicas. Por lo tanto, cualquier falla en una de sus partes, puede causar una falla grave de la máquina, lo que aumenta costos de mantenimiento y genera grandes pérdidas para las industrias. Las fallas en los motores de inducción se deben principalmente a las fallas en los rodamientos con un 40% e prevalencia, fallas en el estator con un 38% y fallas en el rotor con un 9.5% [3].

Por lo anterior, los rodamientos se consideraban el componente principal de la maquinaria rotatoria. Las principales fallas en los rodamientos incluyen fallas de eje de desequilibrio, fallas de bola, fallas de pista interna, fallas de pista externa y fallas de jaula. Por esta razón, la recolección de datos y el diagnóstico de fallas en los rodamientos de los motores de inducción son ampliamente utilizados para hacer un seguimiento de las condiciones de funcionamiento de la máquina.

Convencionalmente, para el diagnóstico de fallas se necesita extraer información de los datos utilizando modelos de reconocimiento de patrones que conlleven a un proceso de clasificación[4]. Esto requiere de experiencia, conocimiento y métodos de análisis complejos de extracción de características. Entre estos métodos se incluyen análisis químico, análisis eléctrico y análisis mecánico, en más detalle, análisis de temperatura, análisis de vibraciones, análisis de ruido, análisis de radiofrecuencia (RF), infrarrojo, análisis de corriente y voltaje, análisis de campo electromagnético, análisis de aceite, análisis de presión, análisis de ultrasonido, y análisis de emisiones sonoras y acústicas [5].

En el paso de procesamiento de señal, los métodos tradicionales incluyen la transformada rápida de Fourier (FFT), la descomposición del modo empírico (EMD), la transformada wavelet (WT), etc [6]. El objetivo común de estos métodos es encontrar las frecuencias características

de falla del rodamiento giratorio. También se incluyen otros métodos como los de análisis tiempo-frecuencia, para mostrar ubicaciones de fallas tanto en dominios de tiempo como de frecuencia, como la transformada de Fourier de tiempo corto (STFT), la Distribución de Winger-Ville (WVD), la transformada de Hilbert-Huang (HHT). Otros métodos utilizan clasificadores de aprendizaje estadístico como las máquinas de vectores de soporte (SVM) [7]. Sin embargo, estos métodos requieren mucho conocimiento especializado y experiencia, tanto en el pre-procesamiento de datos como en la extracción de características. Para abordar este problema, en la actualidad se emplean métodos y técnicas basadas en inteligencia artificial (IA) [8].

Numerosas herramientas o técnicas de IA se han utilizado, incluida la optimización convexa, la optimización matemática, así como métodos basados en la clasificación, el aprendizaje estadístico y la probabilidad. Específicamente, los clasificadores y los métodos de aprendizaje estadístico se han utilizado ampliamente en el diagnóstico de fallas de maquinaria rotativa, que incluye algoritmos de k-vecino más cercano (k-NN), clasificador bayesiano, máquina de vectores de soporte (SVM) y red neuronal artificial (ANN). Más recientemente, los enfoques de aprendizaje profundo también han comenzado a aplicarse en el campo del diagnóstico de fallas [9].

Dentro del enfoque de aprendizaje profundo utilizados

para el diagnóstico de fallas en rodamientos, se incluyen algoritmos basados en Redes Neuronales Convolucionales (CNN)[10], Auto-Encoders[11], Redes de Creencia profunda (DBN) y Redes Neuronales Recurrentes (RNN) [12],[13].

En este trabajo se presenta una aplicación basada en Aprendizaje Profundo, en la que se emplea la base de datos de rodamientos de Case Western Reserve University (CWRU) para clasificación y diagnóstico de fallas. Se parte de la representación 1D de los datos sin procesar para obtener la representación 2D tiempo-frecuencia mediante el escalograma. Con estas imágenes se alimenta una red neuronal convolucional profunda (CNN) SqueezeNet, que permite la clasificación de los diferentes tipos de fallas.

MATERIALES Y METODOS

Aprendizaje Profundo

El Aprendizaje Profundo es una forma de aprendizaje automático que puede ser realizado mediante Redes Neuronales Convolucionales. Se usan a menudo en procesamiento de imágenes para detectar jerárquicamente patrones de imagen, desde características simples a complejas. La capa baja detecta características visuales fundamentales de bajo nivel, como bordes y esquinas, y las capas posteriores detectan características de nivel superior [13].

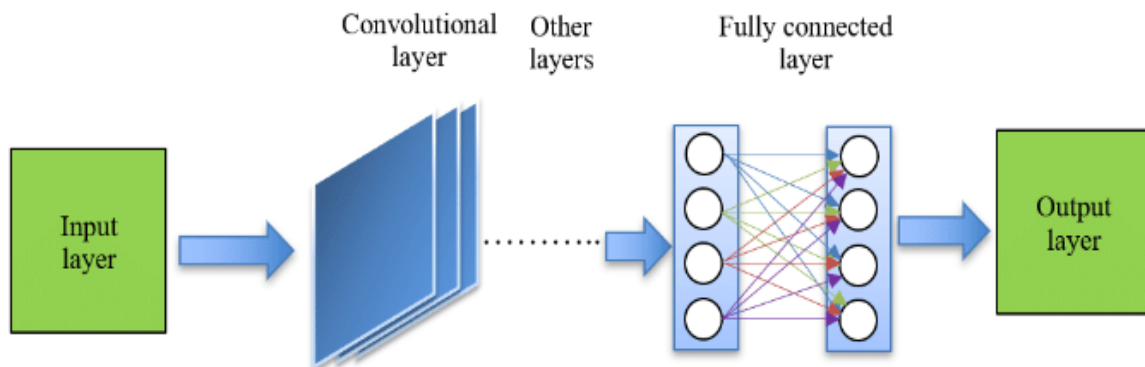


Figura 1 muestra la arquitectura de una CNN genérica.

La CNN está constituida por una serie de etapas, que organizan la información de entrada en mapas de características, luego fusionan características similares en una sola característica para finalmente alimentar una red neuronal que realiza una clasificación basada en una etiqueta. La Figura 1 muestra la arquitectura de una CNN genérica.

Escalograma

El Escalograma es una representación gráfica de la transformada wavelet (WT). Los WT son una representación lineal tiempo-frecuencia con una base de ondículas en lugar de funciones sinusoidales. Debido a la adición de una variable de escala junto con la variable de tiempo, el WT es efectivo para señales transitorias y no

estacionarias. La Figura 2 muestra la señal de una falla en la bola tanto en el dominio del tiempo como su correspondiente escalograma.

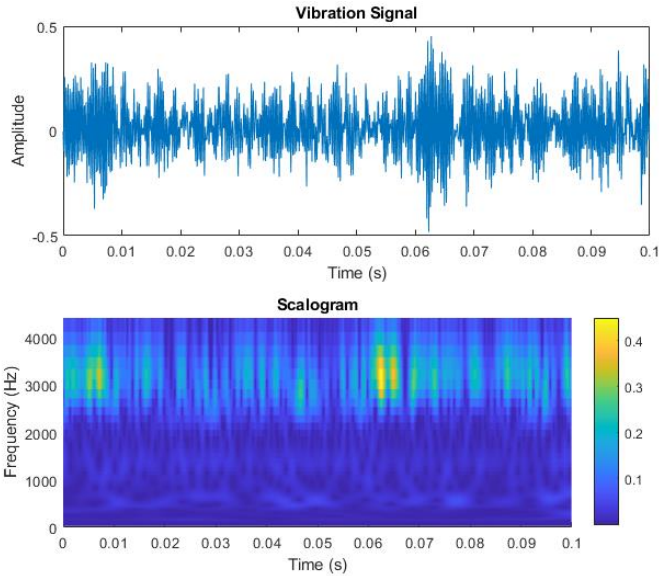


Figura 2. Señal de vibración de una falla en la bola. Dominio del tiempo. (b) Escalograma

SqueezeNet

En Aprendizaje Profundo, es común usar el aprendizaje por transferencia. Consiste en tomar una red previamente entrenada y usarla como base para una nueva tarea. De esta forma solo debe hacerse un ajuste fino a la red, con la ventaja de que es más rápido y más fácil de entrenar pues no se requiere inicializar aleatoriamente los pesos desde cero.

SqueezeNet es una CNN ha sido pre-entrenada con más de un millón de imágenes y es capaz de clasificar una imagen de entre mil clases. Puede ajustarse esta red para realizar la clasificación en los escalogramas. De esta forma se transfieren rápidamente las funciones aprendidas pero utilizando una cantidad menor de imágenes de entrenamiento. La Figura 3 muestra la arquitectura de SqueezeNet. Para volver a entrenar SqueezeNet para clasificar nuevas imágenes, las capas convolucionales conv10 y la capa de clasificación de la Figura 3, necesitan ser reemplazada con nuevas capas adaptadas a las imágenes del rodamiento. Finalmente, la CNN aprende y clasifica las características y representaciones de la imagen del espectrograma que mejor predicen una clasificación basada en una etiqueta.

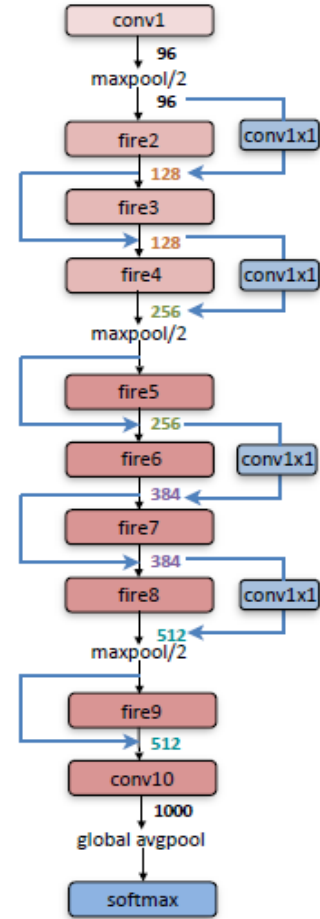


Figura 3. Arquitectura de Squeezenet.

Base de datos

Para el desarrollo de este trabajo se utiliza la base de datos de fallas en rodamientos proporcionado por Case Western Reserve University [14]. El conjunto de datos consta de

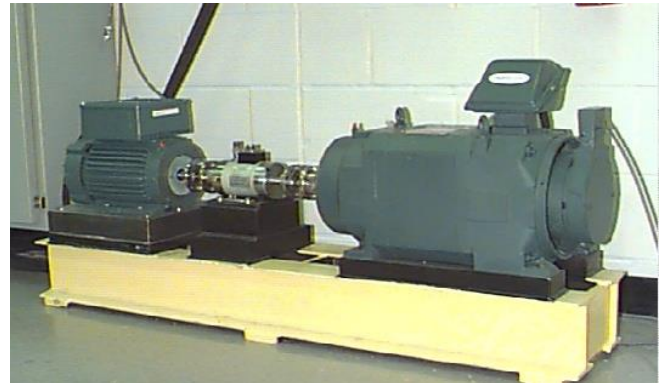


Figura 4. sistema de prueba Case Western Reserve University [14]

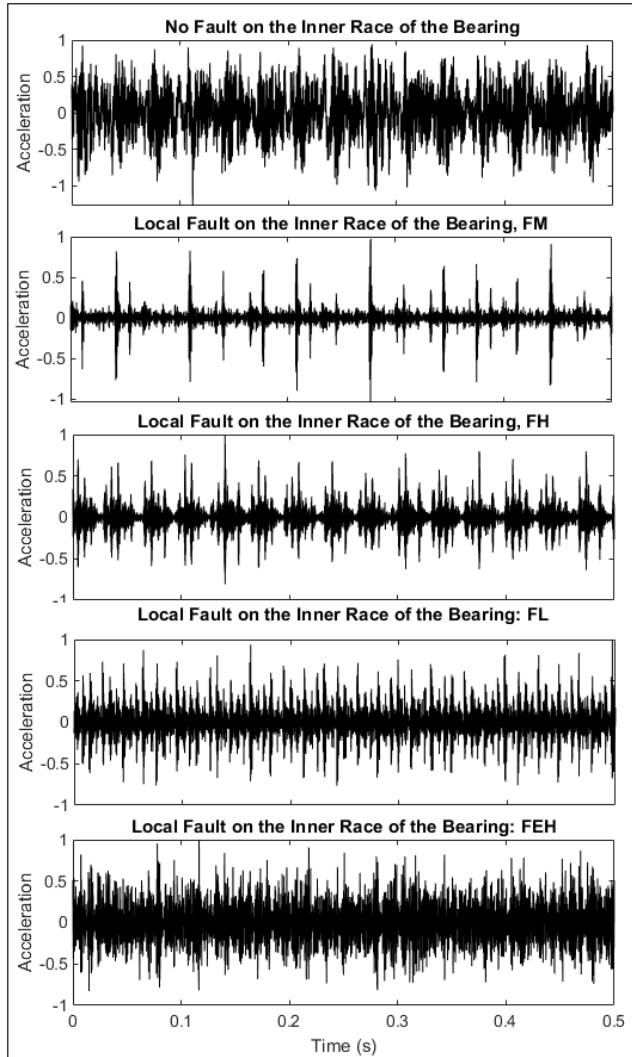
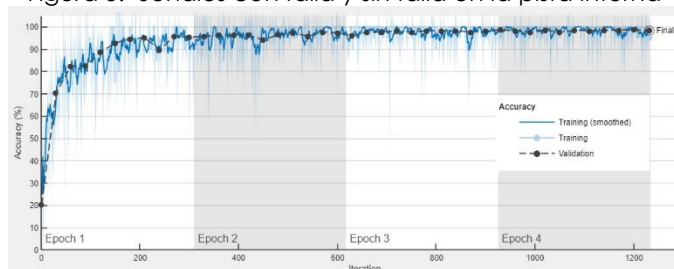


Figura 5. Señales con falla y sin falla en la pista interna



CONCLUSIONES

El Aprendizaje Profundo puede ser una herramienta efectiva para identificar diferentes tipos de falla en los rodamientos, pues se consiguen altos niveles de precisión aun cuando el tamaño de la base de datos utilizada, como en este caso, sea reducido.

El método propuesto no requiere de la extracción de características previas, como aquellas extraídas en el dominio del tiempo o en el dominio de la frecuencia, las cuales generalmente requieren la experticia de

de un rodamiento, dominio del tiempo

señales de vibración que se obtuvieron de un equipo de prueba experimental, como se muestra en la Figura 4.

El sistema de prueba consta de un motor de 2 hp, un transductor de par y un dinamómetro. El eje del motor esta soportado por rodamientos 6205-2RS JEM SKF. La base de datos contiene señales sin falla, y señales con falla en la pista interna, pista externa y en los elementos rodantes. Las señales fueron adquiridas para niveles de carga de 0, 1, 2, y 3 Hp.

Las fallas varían en diámetro de 0.007 a 0.028 pulgadas y fueron creadas artificialmente en cada uno de los elementos de cojinete mencionados anteriormente, tanto en el accionamiento como en el extremo del ventilador del motor. Las señales de vibración de tres canales se muestrearon a 12 kHz y en algunos casos a 48 kHz.

RESULTADOS

SE empearon todas las señales disponibles en la base de datos del Case Western Reserve University. La base de datos fue dividida en dos, una parte es usada para la etapa de entrenamiento, correspondiente al 80% de las señales, y otra parte es usada para la etapa de validación, correspondiente al 20% de las señales restantes. Cada señal de vibración fue convertida a escalograma con el tamaño requerido por SqueezeNet, 227 por 227 por 3 pixeles.

La figura 5 muestra el progreso en proceso de entrenamiento y de validación. Para evaluar el rendimiento del modelo de clasificación, la Figura 6 muestra la matriz de confusión, en el que se comparan las clases objetivo reales con las clases predichas por el modelo. La precisión alcanzada es del 98.55%.

especialistas en análisis de vibraciones. En general, la CNN transforma las señales en imágenes con una manipulación mínima, y completa el aprendizaje y la clasificación de una forma automática con un alto nivel de precisión.

En futuros trabajos se recomienda usar otras bases de

datos para confirmar los resultados encontrados en este

True Class	Ball Race Fault	576			19
	Inner Race Fault	13	575		5
	Normal			397	
	Outer Race Fault	1			594
		Ball Race Fault	Inner Race Fault	Normal	Outer Race Fault
		Predicted Class			

trabajo.

Figura 6. Matriz de confusión

REFERENCES

[1] H. Shao, H. Jiang, Y. Lin, y X. Li, «A novel method for intelligent fault diagnosis of rolling bearings using ensemble deep auto-encoders», *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 102, pp. 278-297, 2018.

[2] O. AlShorman *et al.*, «A review of artificial intelligence methods for condition monitoring and fault diagnosis of rolling element bearings for induction motor», *Shock Vib.*, vol. 2020, 2020.

[3] J. Liu, «A dynamic modelling method of a rotor-roller bearing-housing system with a localized fault including the additional excitation zone», *J. Sound Vib.*, vol. 469, p. 115144, 2020.

[4] C. Malla y I. Panigrahi, «Review of condition monitoring of rolling element bearing using vibration analysis and other

techniques», *J. Vib. Eng. Technol.*, vol. 7, n.º 4, pp. 407-414, 2019.

[5] O. AlShorman *et al.*, «A Review of Artificial Intelligence Methods for Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Rolling Element Bearings for Induction Motor», *Shock Vib.*, vol. 2020, pp. 1-20, nov. 2020, doi: 10.1155/2020/8843759.

[6] A. Althubaiti, F. Elasha, y J. A. Teixeira, «Fault diagnosis and health management of bearings in rotating equipment based on vibration analysis—a review», *J. Vibroengineering*, vol. 24, n.º 1, pp. 46-74, 2022.

[7] J. Wang, Z. Mo, H. Zhang, y Q. Miao, «A deep learning method for bearing fault diagnosis based on time-frequency image», *IEEE Access*, vol. 7, pp. 42373-42383, 2019.

[8] D.-T. Hoang y H.-J. Kang, «A survey on deep learning based bearing fault diagnosis», *Neurocomputing*, vol. 335, pp. 327-335, 2019.

[9] R. Liu, B. Yang, E. Zio, y X. Chen, «Artificial intelligence for fault diagnosis of rotating machinery: A review», *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 108, pp. 33-47, 2018.

[10] D. Verstraete, A. Ferrada, E. L. Droguett, V. Meruane, y M. Modarres, «Deep learning enabled fault diagnosis using time-frequency image analysis of rolling element bearings», *Shock Vib.*, vol. 2017, 2017.

[11] H. Liu, J. Zhou, Y. Zheng, W. Jiang, y Y. Zhang, «Fault diagnosis of rolling bearings with recurrent neural network-based autoencoders», *ISA Trans.*, vol. 77, pp. 167-178, 2018.

[12] S. Mushtaq, M. M. Islam, y M. Sohail, «Deep learning aided Data-Driven fault diagnosis of rotatory machine: a comprehensive review», *Energies*, vol. 14, n.º 16, p. 5150, 2021.

[13] S. Zhang, S. Zhang, B. Wang, y T. G. Habetler, «Deep learning algorithms for bearing fault diagnostics—A comprehensive review», *IEEE Access*, vol. 8, pp. 29857-29881, 2020.

[14] «Bearing Data Center | Case School of Engineering | Case Western Reserve University», *Case School of Engineering*, 5 de agosto de 2021. <https://engineering.case.edu/bearingdatacenter> (accedido 16 de noviembre de 2022).

9.1.5 Sistema de Monitoreo de las Variables Climáticas en el sector Agropecuario y Piscicultura utilizando Tecnología IoT

Sistema de Monitoreo de las Variables Climáticas en el sector Agropecuario y Piscicultura utilizando Tecnología IoT

Bedoya P. Julio C^a, Aguilera C. Armando.^b, Hernández O. Jesús A.^c
Profesor Líder del Semillero. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Estudiante dinamizador del semillero. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Estudiante del semillero. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Abstract— Proyecto basado en telemetría e IoT enfocado en la agricultura y piscicultura, donde la toma y lectura de variables específicas (temperatura, humedad, Ph, oxígeno disuelto, turbidez de agua, nivel entre otros) será la ruta a la solución, disminución de riesgos y problemas por los cuales estos sectores se ven afectados respecto a cambios climáticos fuertes y repentinos en la región.

Palabras Clave — Sensor; telemetría; programación; comunicación; control; tecnología.

I. INTRODUCTION

Se presenta una propuesta de solución a la necesidad planteada frente al sector agropecuario en la mejora de cultivos por medio de monitoreo de variables climáticas buscando minimizar los daños en la tierra y en diferentes cultivos; con esto se mejora el producto, el tiempo, y la cosecha.

Se identifica las principales problemáticas y se enfatiza en más detalle cómo será la solución a dicha problemática, explicando paso a paso lo que se desea realizar en cuanto al diseño y a la implementación.

De acuerdo a estudios, los causantes de estos problemas, además de los cambios climáticos, se deben a las plagas que se generan en ciertos ambientes de cultivo. También debemos resaltar, el agricultor, siempre buscan extender sus cultivos y generar nuevos productos, los cuales necesitaría ciertas condiciones para que se pueda dar una buena cosecha en sus cultivos, en base con lo anterior, es necesario poder monitorear y controlar las variables del proceso.

II. MARCO TEÓRICO

Agricultura

Conjunto de actividades económicas que están relacionadas con el cultivo de la tierra y el tratamiento del suelo fértil para la producción de alimentos. Esto comprende toda acción y técnicas humanas que se enfocan a la extracción de alimento del entorno natural. La persona dedicada a esta actividad se le puede llamar agricultor, entre las actividades y

técnicas que realiza están: labrar la tierra, echar fertilizantes, recoger cosecha. A medida del avance en los años y en la industria, estos agricultores en algunas ocasiones cuentan con máquinas que realizan el trabajo que antes ellos hacían. Por lo tanto, esta actividad económica fue una de las primeras en las sociedades, siendo un sector predominante frente a las otras economías. (Morales, 2021).

Telemetría

Tecnología que permite medición y control remoto de las distintas variables físicas y químicas según la disposición, estos datos tomados de las variables son transferidos a una central de control. Esta tecnología facilita la monitorización a distancia de procesos o equipos y a su vez el envío de alertas o alarmas a un centro de control o plataforma HMI. (Telemetrik, 2020).

IoT en Agricultura

El internet de las cosas en la agricultura de precisión (AP) contribuye en la optimización del proceso de cultivo en la tierra en todos sus aspectos mediante el monitoreo, el almacenamiento de datos y la evaluación automatizada siendo de gran uso y viabilidad en el mejoramiento de los cultivos. A partir de la IOT se pueden obtener distintos resultados: características y condiciones del suelo, composición química, humedad, temperatura entre otras variables físicas, donde a partir de esta información se puede realizar un trazo de cultivo buscando obtener el mejor resultado posible, a su vez permite definir los riesgos presentes y visualización en tiempo real del cultivo por medio de una interfaz HMI. (Telcel, 2022).

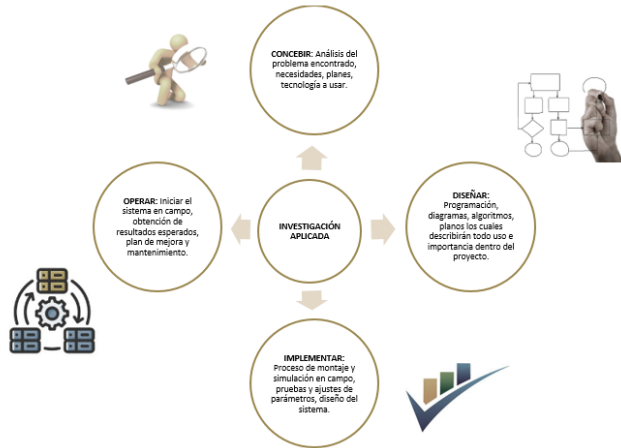
III. METODOLOGÍA

Iniciativa CDIO (Concebir-Diseñar-Implementar-Operar).

Se realiza un análisis del problema encontrado, en base al problema nos enfocamos a la recolección de datos de diversas fuentes (Repositorios, documentos en línea, encuestas en campo), con esto se inicia la creación de la solución a la problemática.

Como aporte de la Ingeniería Electrónica la solución será dada mediante sensores y placas de desarrollo contando con respectiva programación y simulaciones dentro del proyecto.

Figura 1. Pasos de la metodología.



III. RESULTADOS ESPERADOS

- Diseñar el sistema de control y monitoreo que permita facilitar el cultivo y la crianza de peces.

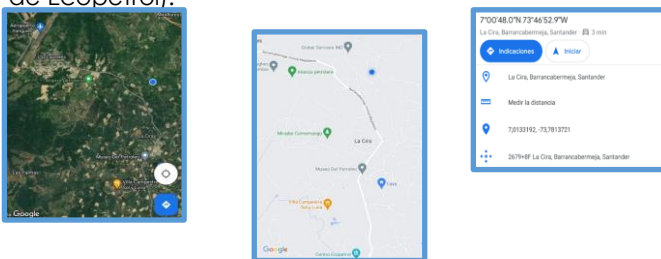
Figura 2. Pruebas en Campo.



Fuente: Autores

- Implementar el sitio de control, para la lectura de las distintas variables en campo.

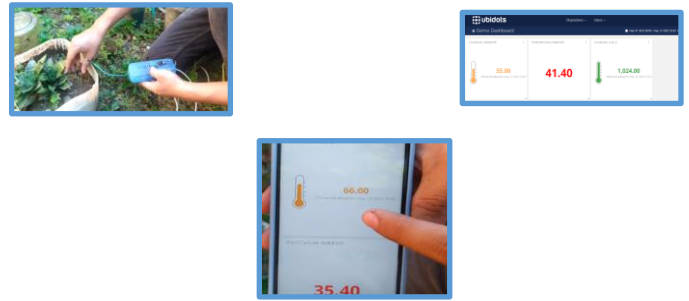
Figura 3. Ubicación de la Finca "El recuerdo" (Centro de Ecopetrol).



Fuente: Autores

- Operar desde la tecnología IoT el control de instrucciones de los diferentes sensores cuando sean necesarios aplicarlos.

Figura 4. Prueba IoT



Fuente: Autores

IV. CONCLUSIONES

Actualmente, con la implementación del proyecto de investigación los agricultores y piscicultores sin importar un alto conocimiento de nuevas tecnologías, tienen la posibilidad de conocer con mayor precisión el estado de sus cultivos y por medio de esto, aplicar la cantidad y tipo de fertilizante para los cultivos, mediante el análisis de datos que proporciona la aplicación Ubidots desde sus propios celulares.

En este proyecto, los agricultores y piscicultores monitorean y pasan lectura del suelo y del agua en sus cultivos, las cuales podrán verificar el estado de las variables mediante una tendencia histórica a través de la aplicación, que luego podrá comparar sus resultados y verificar la información sobre si el producto o fertilizante que pensaban aplicar es el ideal o no, dependiendo de la zona o área climática.

La Tecnología IoT, contará con la información en tiempo real de los criaderos, con los cuales se implementarán contramedidas que eviten el incremento en la mortandad de peces mediante la adecuación correcta del campo de crianza.

REFERENCES

[1] Miguel Ángel Espinosa. (2019, July 15). *El cambio climático, la otra amenaza que acecha al campo colombiano*. El Tiempo; El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/como-afecta-el-cambio-climatico-la-agricultura-en-colombia-387304>

[2] Córdoba, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos*. Ciclo de vida de los proyectos. (pp. 8-16) <https://elibro>

net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/69169?page=23

[3] ¿Cómo influye la humedad en la calidad de los cultivos?
| PRO-MIX. (2021). Pthorticulture.com.
<https://www.pthorticulture.com/es/centro-de->

formacion/como-influye-la-humedad-en-la-calidad-de-los-cultivos/.

[4] ¿En qué consiste el alcance del proyecto? - Universidad Benito Juárez G. (2017, January 30). Universidad Benito Juárez G. <https://www.ubjonline.mx/en-que-consiste-el-alcance-del-proyecto/>

9. ACTIVIDAD CULTURAL

Viernes 18 de noviembre 2022 (8:00 pm - 9:30 pm)

Presentación cultural

Las Unidades Tecnológicas de Santander reconoce la importancia de la formación integral del educando como parte importante del desarrollo y crecimiento profesional, por tal razón el comité organizador de EXPOIN brindó un espacio cultural de muestras de teatro, ejecutadas magistralmente por estudiantes del campus Barrancabermeja adscritos a Bienestar Institucional.

Figura 5: Presentación de grupos de baile



Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

10. RESULTADOS DEL EVENTO

Se tomó lista de asistencia digital utilizando la herramienta forms a cada uno de los visitantes del evento científico, tuvo un alcance de 780 personas que pudieron disfrutar de los diferentes proyectos presentados en la EXPOIN 20a Versión. A continuación, una muestra de las listas de asistencia que se diligenciaron.

Figura 5: Algunas listas de asistencia digital al evento

ID	FECHA DE INGRESO	HORA DE INGRESO	CONVENIO EDUCATIVO	NOMBRE COMPLETO DE PARTICIPANTE	TELÉFONO DE CONTACTO	EMAIL DE CONTACTO	EMAIL DE PARTICIPANTE
1	11/02/22	16:21:39	anonymous	Angelina Uribe uribe	54222528	11804679	anturbe@utp.edu.co
2	11/02/22	16:21:39	anonymous	Jose David Fernandez Caballero	50797476	51297257	josefernandez@utp.edu.co
3	11/02/22	16:21:39	anonymous	Oliver Leonor Caballero Buelna	50518071	51120966	olcaballero@utp.edu.co
4	11/02/22	16:22:29	anonymous	Wilder Arley Zambrano Lizarazo	50621039	51412758	wzamorano@utp.edu.co
5	11/02/22	16:22:30	anonymous	Maria Valentina Flores Montoya	50553713	51134867	mflores@utp.edu.co
6	11/02/22	16:22:34	anonymous	Angie Deyana Aguirre Torres	50518094	51104033	aguirred@utp.edu.co
7	11/02/22	16:23:58	anonymous	Daphne Alvarado Carrillo Cuervo	50518044	51024824	dalcarrillo@utp.edu.co
8	11/02/22	16:24:24	anonymous	Anyela Diana Duhalde Pacheco	51300471	51472044	aduhalde@utp.edu.co
9	11/02/22	16:24:39	anonymous	Kevin Daniela Villaverde Parada	51402741	50641668	kvillaverde@utp.edu.co
10	11/02/22	16:24:39	anonymous	Laura Carolina Molano Duarte	50524207	51334880	lcmolano@utp.edu.co
11	11/02/22	16:24:54	anonymous	Joselin Javier Cortina Bello	50219768	51374676	jcortina@utp.edu.co
12	11/02/22	16:24:54	anonymous	YOMER ESTIVEN CRUZ BARTOS	51077010	51030440	yocruz@utp.edu.co
13	11/02/22	16:24:54	anonymous	Adriana Julia Miranda Irujo	50517738	51034805	amiranda@utp.edu.co
14	11/02/22	16:24:54	anonymous	Juan Camilo Alvarez Vargas	51229303	51052870	javargas@utp.edu.co
15	11/02/22	16:24:54	anonymous	Yenny Vanessa Niete Cabares	50518043	50405700	yniete@utp.edu.co
16	11/02/22	16:24:54	anonymous	Ana Sofía Martínez Ayala	50272480	51218279	amartinez@utp.edu.co
17	11/02/22	16:24:54	anonymous	Yesida Andrea Luna Montañez	50677117	51423633	yesidam@utp.edu.co
18	11/02/22	16:24:54	anonymous	Mohali Alejandra Durán González	50618044	51018044	mduran@utp.edu.co
19	11/02/22	16:24:54	anonymous	SARA VANESSA CARBALLIDO RUEDA	50522296	51371420	svcarballido@utp.edu.co
20	11/02/22	16:24:54	anonymous	Fabian Olivares Morales Jorjé	50606227	51261803	fjorje@utp.edu.co
21	11/02/22	16:24:54	anonymous	Angel Andrea Borsinger	50622326	51023226	aborsinger@utp.edu.co
22	11/02/22	16:24:54	anonymous	Laura Milena Torres Duarte	50622298	51422020	ltorres@utp.edu.co
23	11/02/22	16:24:54	anonymous	EDWARD ANDRÉS ROSAS ROSAS	50518018	51191847	edrosas@utp.edu.co
24	11/02/22	16:24:54	anonymous	Cristian Orlando Badillo Mantilla	50517857	51798222	cbadillo@utp.edu.co
25	11/02/22	17:01:07	anonymous	Juan Camilo Mejía Galán	51008917	51682130	jmejia@utp.edu.co
26	11/02/22	17:01:07	anonymous	Juan Felipe Domínguez Casas	50623023	51285787	jfdcasas@utp.edu.co
27	11/02/22	17:01:07	anonymous	Osney Yuleidy Castro Camacho	50712020	51293208	ocastro@utp.edu.co
28	11/02/22	17:01:07	anonymous	GERMAN ANDRÉS ROSAS MEJIA	50624660	51448924	garosas@utp.edu.co
29	11/02/22	17:01:07	anonymous	Ilyi Sandra Kadijani Marichal	50464171	50501689	ikadijani@utp.edu.co
30	11/02/22	17:01:07	anonymous	Jean Felipe Jiménez León	50619265	51405143	jpjimenez@utp.edu.co
31	11/02/22	17:01:07	anonymous	Jysson Camilo Murcia Miranda	50621178	51209749	jmurcia@utp.edu.co
32	11/02/22	17:01:07	anonymous	JOSMAN IBARRIETA GARCÍA VALEKAS	50618057	51151871	jiibarr@utp.edu.co
33	11/02/22	17:01:07	anonymous	Diego Esteban Oviedo	51442392	51442392	diegooviedo@utp.edu.co
34	11/02/22	17:01:07	anonymous	Miguel Ángel Castillo Pardo	50522978	52772046	mcastillo@utp.edu.co
35	11/02/22	17:01:07	anonymous	Isabella Beatriz Quintero Restrepo	51281472	51622958	iquintero@utp.edu.co
36	11/02/22	17:01:07	anonymous	Yean Esteban Pajuelo Rodríguez	50527073	50024647	ypajuelo@utp.edu.co
37	11/02/22	17:01:07	anonymous	Mona Sánchez Jales	50518093	51444033	msanchez@utp.edu.co
38	11/02/22	17:01:07	anonymous	Jhos Arley Nieto	50624812	50220447	arnieto@utp.edu.co
39	11/02/22	17:01:07	anonymous	Ana María De Siming	50687071	52411356	asiming@utp.edu.co
40	11/02/22	17:01:07	anonymous	Ledy Yuleidy Rodríguez Restrepo	51281472	51622958	lyrodriguez@utp.edu.co
41	11/02/22	17:01:07	anonymous	Yanifer Tatiana Pérez	51311837	51115249	yanifer@utp.edu.co
42	11/02/22	17:01:07	anonymous	Koriana Torres Mejía	51281472	51622958	ktorres@utp.edu.co
43	11/02/22	17:01:07	anonymous	Eris Pamela Pineda Cortés	50624289	51061376	epineda@utp.edu.co
44	11/02/22	17:01:07	anonymous	Brayan Balderamos Castro	50623228	51318410	bcastro@utp.edu.co
45	11/02/22	17:01:07	anonymous	Jairo Andrés López Carrillo	51074548	51164449	jlopez@utp.edu.co
46	11/02/22	17:01:07	anonymous	EDWARD ANDRÉS ROSAS ROSAS	50518018	51191847	edrosas@utp.edu.co
47	11/02/22	17:01:07	anonymous	Joselin Andrea Borsinger	50622298	51422020	lborsinger@utp.edu.co
48	11/02/22	17:01:07	anonymous	William Fernando Torres Parra	50521757	51048911	wtorres@utp.edu.co
49	11/02/22	17:01:07	anonymous	Luis Carlos López Jimenez	50661420	51046738	llopez@utp.edu.co
50	11/02/22	17:01:07	anonymous	Edith Victoria Arias Tolague	50624404	51796182	evarias@utp.edu.co
51	11/02/22	17:01:07	anonymous	ROSALBA MARÍA MARTÍNEZ	50518021	51027688	rmartinez@utp.edu.co
52	11/02/22	17:01:07	anonymous	Alvaro José Mercado Castro	5178648	51024449	ajmercado@utp.edu.co
53	11/02/22	17:01:07	anonymous	Arley Wilson Arribas	50618093	51066098	arribas@utp.edu.co
54	11/02/22	17:01:07	anonymous	JUAN MANUEL PERALTA DE HERRANDEZ	50041790	51074684	jperralta@utp.edu.co
55	11/02/22	17:01:07	anonymous	Karel Milena Jarama	51061376	50507876	kmilena@utp.edu.co
56	11/02/22	17:01:07	anonymous	Shirley María Cepeda	50518040	51028215	scepeda@utp.edu.co
57	11/02/22	17:01:07	anonymous	Alejandra Delgado Pineda	50518028	51051788	adelgado@utp.edu.co
58	11/02/22	17:01:07	anonymous	Nathalie María Cede	51442378	51442378	nathalie@utp.edu.co
59	11/02/22	17:01:07	anonymous	MARILENE NERNEY LOPEZ FERRER	50623111	51321764	mlopez@utp.edu.co
60	11/02/22	17:01:07	anonymous	Dolly Esterada Rentería Jory	50518028	51028215	drenteria@utp.edu.co
61	11/02/22	17:01:07	anonymous	José Luis Páez	50518018	50518018	jpaez@utp.edu.co
62	11/02/22	17:01:07	anonymous	Alfonso Wilson Zapata	50518028	50518028	awilson@utp.edu.co
63	11/02/22	17:01:07	anonymous	Dora Margarita Barrón Rojas	50621930	50525838	dbarron@utp.edu.co
64	11/02/22	17:01:07	anonymous	Luis Germán Díaz Aguilera	50621974	51417989	ldiaz@utp.edu.co
65	11/02/22	17:01:07	anonymous	Yury Yveth Bello	50518028	51028215	yrbello@utp.edu.co
66	11/02/22	17:01:07	anonymous	Diego Alfonso Rojas Figueroa	5208772	51077484	darojas@utp.edu.co
67	11/02/22	17:01:07	anonymous	José Alberto Torres Andriana	50518028	51028215	jatorres@utp.edu.co
68	11/02/22	17:01:07	anonymous	Gustavo Andrés Rangel Vianetas	50521471	51044411	grangel@utp.edu.co
69	11/02/22	17:01:07	anonymous	Mario Enrique Ospina Pineda	50518040	51066098	mospina@utp.edu.co
70	11/02/22	17:01:07	anonymous	Juan José Vargas Pinón	50518028	51028215	javargas@utp.edu.co
71	11/02/22	17:01:07	anonymous	Steven Mauricio Villalobos Luaces	50521471	51044411	svillalobos@utp.edu.co
72	11/02/22	17:01:07	anonymous	Daniela Delgado De Oro	50621974	51417989	ddelgado@utp.edu.co
73	11/02/22	17:01:07	anonymous	Jairo Favian Pineda Sierra	50518028	51028215	jpineda@utp.edu.co
74	11/02/22	17:01:07	anonymous	SANTIANA VALCEROS VALEZQUEZ	50621930	50527488	svalezquez@utp.edu.co

Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander

✓ Uno de los propósitos de EXPOIN es generar espacios participativos para el encuentro de estudiantes, El resultado de participación de estudiantes en semilleros de investigación es:

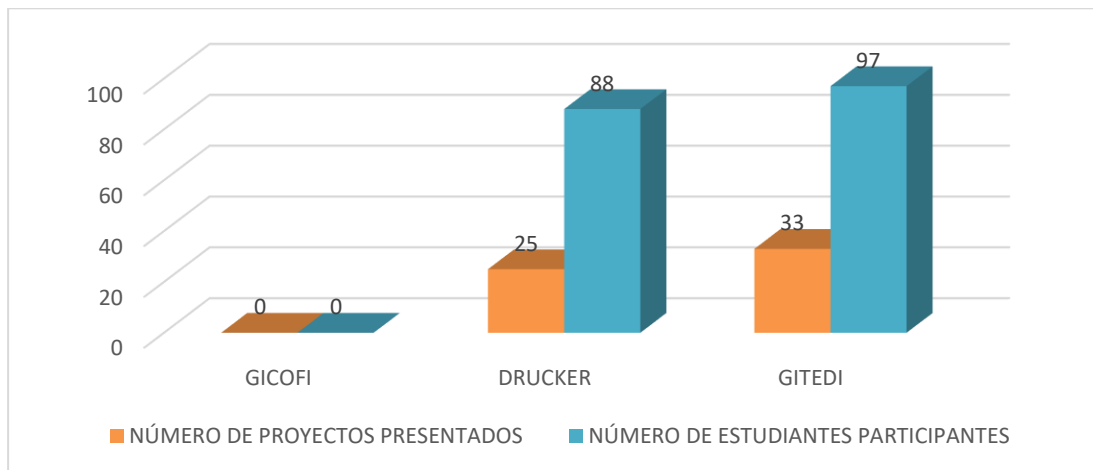
Tabla 3: Lista de Semilleros de Investigación presentados en EXPOIN

INSTITUCIÓN EDUCATIVA	SEMILLERO DE INVESTIGACIÓN	NÚMERO DE PROYECTOS PRESENTADOS	NÚMERO DE ESTUDIANTES PARTICIPANTES
UTS	GICOFI	0	0
UTS	DRUCKER	25	88
UTS	GITEDI	33	97
SENA	SIDET	2	3
SENA	SIGILTAH	1	2
SENA	SIHP	1	1
SENA	SIAB	1	1
UNAD	SIDIPACT	1	1
UCC	SECONSOL	1	3

UIS	Semillero UIS B/bermeja	1	1
COLEGIO EL CASTILLO	Líderes del Siglo XXI	1	1
TOTAL		67	198

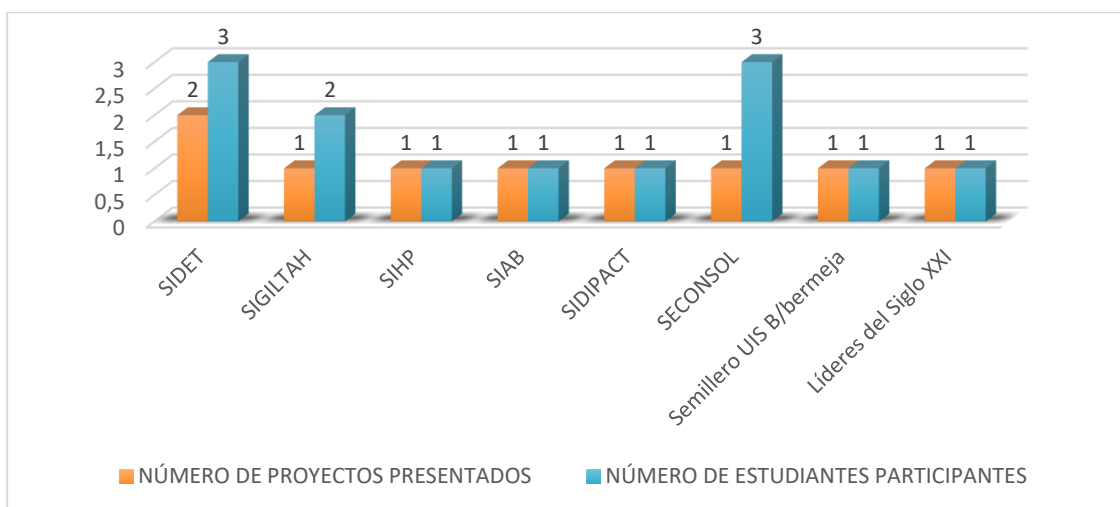
Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

Figura 6. Proyectos presentados y número de estudiantes participantes semilleros de investigación internos de las UTS



Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

Figura 7. Proyectos presentados y número de estudiantes participantes semilleros de investigación externos de la UTS



Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

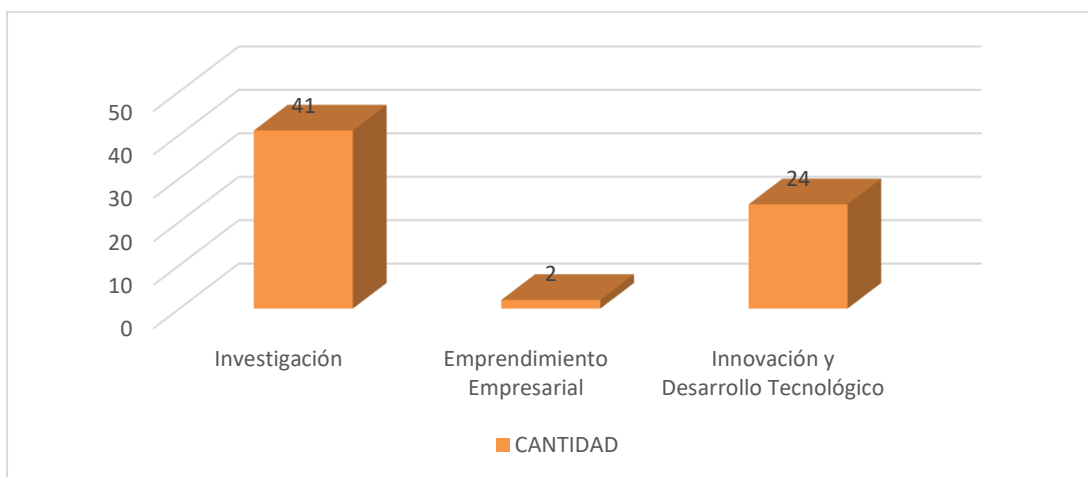
- ✓ Se presentaron proyectos de semilleros de investigación con diferentes modalidades expuestos en la presente memoria, su consolidado es:

Tabla 4. Participación de proyectos de semilleros de investigación en las diferentes modalidades

TIPO DE PROYECTO	CANTIDAD
Investigación	41
Emprendimiento Empresarial	2
Innovación y Desarrollo Tecnológico	24

Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

Figura 7. Modalidad de proyectos presentados

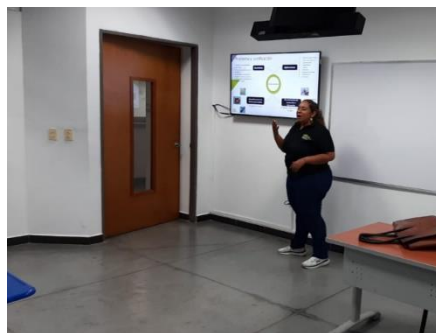


Fuente: Unidades Tecnológicas de Santander – Campus Barrancabermeja

- ✓ Se presentaron 5 ponencias en Investigación estricta por parte de instituciones de educación superior expuestos en la presente memoria, su consolidado es:

INSTITUCIÓN	CANTIDAD
UTS	3
UNAD	2
TOTAL	5

✓ Algunos Registros fotográficos del evento



AGRADECIMIENTOS

El evento se lleva a cabo gracias al apoyo del Rector de las Unidades Tecnológicas de Santander UTS, el Dr. Omar Lengerke Pérez, el vicerrector el Dr. Alberto Serrano Acevedo Vicerrector Académico, el secretario general Dr. Edgar Pachón, la Dirección de Investigaciones y Extensión el Dr. Javier Mauricio Mendoza Paredes y finalmente al Dr. Yesid Alberto García León Coordinador Académicos de la Facultad Ciencias Socioeconómicas y empresariales y El Ing. Fredy Alberto Rojas Espinoza Coordinador Académicos de la Facultad Ciencias Naturales e Ingeniería del Campus Barrancabermeja con su grupo de apoyo de las coordinaciones, docentes líderes de semillero del campus Barrancabermeja y estudiantes.

**“El conocimiento es la habilidad más valiosa
que uno puede vender”**

Barack Obama

Realiza las Memorias:

René Mauricio Peñarredonda Quintero
Docente Tiempo Completo – UTS
Líder del Grupo de Investigación GISEEB
Campus Barrancabermeja